·临床研究·

心电图P波离散度联合碎裂QRS波对心房颤动患者导管射频消融术后早期复发的预测价值

桂璐，李芳，王巍

【摘要】目的 探讨心电图P波离散度联合碎裂QRS波对心房颤动患者导管射频消融术后早期复发的预测价值。方法 选择2021年1月至2023年12月于湖州市第一人民医院完成导管射频消融术治疗的162例心房颤动患者，根据术后3个月复发情况分为复发组（40例）、未复发组（122例）。统计患者入院时临床资料及心电图P波离散度、碎裂QRS波数据，分析心电图P波离散度联合碎裂QRS波对患者复发风险的预测价值。结果 复发组入院时左心房内径（LAD）、血清N末端脑钠肽前体（NT-proBNP）、超敏-C反应蛋白（hs-CRP）水平及P波离散度、碎裂QRS波占比均高于未复发组（均$P<0.05$）。受试者工作特征（ROC）曲线显示，心房颤动患者入院时LAD、NT-proBNP、hs-CRP、P波离散度及碎裂QRS波对导管射频消融术后早期复发风险有一定预测价值（均$P<0.05$）；基于上述指标构建列线图风险预测模型，预测心房颤动患者术后早期复发的曲线下面积（*AUC*）为0.990。结论 心电图P波离散度联合碎裂QRS波预测心房颤动患者导管射频消融术后早期复发风险有一定价值，结合其他指标构建的风险预测模型能将风险可视化，提高预测价值。

【关键词】 心房颤动；心电图P波离散度；碎裂QRS波；复发；预测
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.07.006
【中图分类号】 R541.7+5 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2025)07-0683-04

心房颤动是目前发病率最高的快速型心律失常，导管射频消融术是2020年欧洲心脏病协会指南推荐的心房颤动一线治疗方案[1]。虽然近年来导管射频消融术在心房颤动患者的治疗中取得了显著成绩，但有研究表明，仍有25%～40%的患者在导管射频消融治疗后复发，需再次接受消融治疗[2]。心电图是反映心脏功能的常用检查方法，P波离散度是心电图检测的重要指标，可评估心房内电活动均质性[3]；碎裂QRS波是心电图的一种特定波形，可用于评估心室重构和预测心血管疾病的预后[4]。目前，P波离散度、碎裂QRS波均已在心房颤动中应用，但两者在预测患者术后早期复发风险中的应用仍无定论，相关的研究也较少。因此，本研究分析心电图P波离散度联合碎裂QRS波预测房颤患者导管射频消融术后早期复发风险的价值，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2022年1月至2023年12月于湖州市第一人民医院完成导管射频消融术治疗的心房颤动患者162例。纳入标准：（1）符合心房颤动诊断标准[5]，且经症状、体征、实验室检查、影像学检查等明确诊断；（2）有症状的阵发性或持续性心房颤动；（3）病程＜1年，存在心房内血栓形成高危因素；（4）完成导管射频消融术治疗，且术前完成心电图检查；（5）临床资料和随访资料完整。排除标准：（1）合并急性冠脉综合征；（2）伴有直肠癌、宫颈癌等恶性肿瘤；（3）有起搏器植入手术史；（4）合并其他心脏疾病；（5）合并肝炎、胃炎等其他重要脏器病变；（6）严重凝血功能异常；（7）存在心房血栓；（8）哺乳期或妊娠期患者，合并有精神类疾病或依从性差者。本研究获得湖州市第一人民医院医学科研与临床试验伦理委员会批准，所有研究者均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.2 方法 收集纳入患者性别、年龄、体质量指数、病程、合并症（糖尿病、高血压、高血脂）、吸烟史、心房颤动类型、术前治疗药物[血管紧张素转换酶抑制剂（angiotensin converting enzyme inhibitor，ACEI）/血管紧张素受体拮抗剂（angiotensin receptor inhibitor，ARB）、β-受体阻滞剂、胺碘酮、抗凝药物]、入院

基金项目： 浙江省医药卫生科技计划项目（2021PY075）
作者单位： 313000 浙江省湖州，湖州市第一人民医院
通信作者： 桂璐，Email：1107779048@qq.com

时左心房内径（left atrial diameter，LAD）、血红蛋白（hemoglobin，HGB）、血小板（platelet，PLT）、左室射血分数（left ventricular ejection fraction，LVEF）、血清总胆固醇（total cholesterol，TC）、N 末端脑钠肽前体（N-terminal Pro-B-type natriuretic peptide，NT-proBNP）、低密度脂蛋白（low-density lipoprotein，LDL）、超敏-C 反应蛋白（hypersensitive c-reactive protein，hs-CRP）、高密度脂蛋白（high density lipoprotein，HDL）及 D-二聚体（D-dimer，D-D）水平。

使用 ECG-1350 型 12 导联心电图仪（日本光电工业株式会社）测定心电图 P 波离散度、碎裂 QRS 波。按要求规范连接心电图，走纸速度设为 25 mm/s，记录患者 8 ～ 10 个静息状态下心动周期，碎裂 QRS 波为心电图中 QRS 波呈现多相波或三相波，并且伴有多个切迹或顿挫，记录碎裂 QRS 波发生情况。随后设置走纸速度为 50 mm/s，增益 1 mV/mm，测定 P 波最大时限，并计算 P 波离散度，即 P 波最大时限与最小 P 波时限之间的差值，测定 3 次后取平均值。

1.3　随访　术后随访 3 个月，记录复发情况。复发标准：心电图检查显示有持续 30 s 以上的任何记录在案的房性心律失常发作[1]。

1.4　统计方法　采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析，计数资料采用 χ^2 检验；计量资料经 Shapiro-Wilk 或 K-S 正态性检验，以均数±标准差表示，采用独立样本 t 检验；绘制受试者工作特征（ROC）曲线，得到曲线下面积（*AUC*）；采用 R4.1.0 统计分析软件和“rmda”软件包，绘制决策曲线，分析预测模型对心房颤动患者术后早期复发风险预测实际获益率。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　复发情况及一般资料比较　随访 3 个月后，将复发的患者（40 例）纳入复发组，其他患者（122 例）纳入未复发组。两组性别、年龄、体质量指数、病程、房颤类型、合并症、术前治疗药物、吸烟史、入院时 LVEF、HGB、PLT、血清 HDL、LDL、TC 及 D-D 水平差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$）；复发组入院时 LAD、NT-proBNP、hs-CRP 水平及 P 波离散度、碎裂 QRS 波占比均高于未复发组（均 $P < 0.05$），见表 1。

2.2　各指标对早期复发风险的预测价值　将心房颤动患者导管射频消融术后早期复发情况作为状态变量，将患者入院时 LAD、NT-proBNP、hs-CRP、P 波离散度及碎裂 QRS 波作为检验变量，绘制 ROC 曲线，结果显示心房颤动患者入院时 LAD、NT-proBNP、hs-CRP、P 波离散度及碎裂 QRS 波均对术后早期复发风险有一定预测价值，*AUC* 均＞ 0.70，见表 2。

2.3　列线图预测模型的构建　基于上述指标绘制列线图，见图 1。模型预测心房颤动患者导管射频消融术后早期复发风险的 C-index 为 0.990（95%*CI*：0.977 ～ 1.000）；校准曲线显示，校准曲线趋近于理想曲线，模型预测概率与实际发生概率一致性好，见图 2；ROC 曲线显示，模型预测术后早期复发风险的 *AUC* 为 0.990（95%*CI*：0.977 ～ 1.000），预测效能高，见图 3。

3　讨论

连俊等[6]研究纳入 155 例阵发性心房颤动患者，经导管射频消融术治疗后随访 12 个月内，有 25.81%（40/155）的患者复发。本研究结果显示，162 例完成导管射频消融术治疗的心房颤动患者，40 例术后随访 3 个月内复发，复发率为 24.69%，略低于上述研究结果，出现这一差异可能与本研究随访时间为早期随访、时间较短有关，但均提示经导管射频消融术治疗后心房颤动患者存在较高的复发风险，早期预测并干预是减少复发的关键。

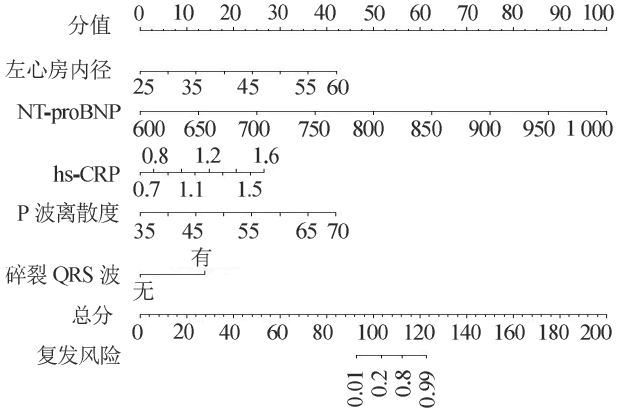
P 波离散度呈现心房传导电活动非均质性，当心房颤动发生，心房内电活动变得不规则和不均匀，影响心房内传导速度，进而引起不同部位心肌的去极化时间和速度呈明显差异，增加心电图上 P 波时限的变异，使 P 波离散度异常。碎裂 QRS 波主要反映心室的异常除极，是心肌瘢痕和心肌缺血坏死较严重的病理生理异常情况，当心房颤动发生后，心房的收缩活动消失，取而代之的是心房无规律的颤动，这种电生理紊乱会导致电流传导异常，在心电图上表现为碎裂 QRS 波[7]。而 P 波离散度、碎裂 QRS 波随着心房颤动进展，异常程度和发生率将增加，故术前 P 波离散度存在异常、发生碎裂 QRS 波的患者，其术后复发风险较高[8]。本研究结果显示，复发组入院时 P 波离散度、碎裂 QRS 波占比高于未复发组，初步表明 P 波离散度、碎裂 QRS 波或许与心房颤动患者导管射频消融术后复发有一定关系。

表 1　一般资料比较

指标		复发组（n=40）	未复发组（n=122）	t（χ^2）值	P 值
性别[例（%）]	男	27（67.50）	69（56.56）	（1.49）	＞0.05
	女	13（32.50）	53（43.44）		
房颤类型[例（%）]	持续性	10（25.00）	22（18.03）	（1.02）	＞0.05
	阵发性	30（75.00）	100（81.97）		
合并症[例（%）]	高血压	21（52.50）	75（61.48）	（1.01）	＞0.05
	糖尿病	18（45.00）	68（55.74）	（1.40）	＞0.05
	高血脂症	13（32.50）	35（28.69）	（0.21）	＞0.05
术前治疗药物[例（%）]	ACEI/ARB	6（15.00）	21（17.21）	（1.25）	＞0.05
	β-受体阻滞剂	15（37.50）	44（36.07）		
	胺碘酮	8（20.00）	32（26.23）		
	抗凝药物	11（27.50）	25（20.49）		
吸烟史[例（%）]	有	22（55.00）	59（48.36）	（0.53）	＞0.05
	无	18（45.00）	63（51.64）		
碎裂 QRS 波[例（%）]	碎裂 QRS 波	32（80.00）	38（31.15）	（29.30）	＜0.05
	非碎裂 QRS 波	8（20.00）	84（68.85）		
年龄（岁）		60.2±4.3	59.3±4.4	1.08	＞0.05
体质量指数（kg/m^2）		23.87±2.23	23.18±2.30	1.69	＞0.05
病程（年）		5.06±0.96	4.78±1.02	1.53	＞0.05
左心房内径（mm）		46.90±6.35	39.31±5.21	7.56	＜0.05
左室射血分数（%）		60.37±6.23	61.78±7.30	1.10	＞0.05
N 末端脑钠肽前体（ng/L）		815.30±56.42	746.41±41.26	8.32	＜0.05
血红蛋白（g/L）		139.15±14.60	137.38±15.45	0.64	＞0.05
血小板（10^9/L）		186.58±16.64	188.35±17.54	0.56	＞0.05
高密度脂蛋白（mmoL）		1.36±0.67	1.45±0.58	0.82	＞0.05
低密度脂蛋白（mmoL）		2.26±0.83	2.09±0.86	1.09	＞0.05
总胆固醇（mmoL）		3.87±0.91	3.73±0.96	0.81	＞0.05
超敏 C 反应蛋白（mg/L）		1.19±0.20	1.01±0.11	7.19	＜0.05
D-二聚体（mg/L）		0.23±0.08	0.25±0.09	0.38	＞0.05
P 波离散度（ms）		55.31±5.42	48.41±4.26	8.29	＜0.05

表 2　各指标对早期复发风险的预测价值

指标	*AUC*	95%*CI*	*P* 值	最佳阈值	灵敏度	特异度	约登指数
左心房内径	0.850	0.723 ～ 0.976	＜0.05	46.05 mm	0.842	0.931	0.773
N 末端脑钠肽前体	0.836	0.729 ～ 0.943	＜0.05	771.55 ng/L	0.789	0.776	0.565
超敏 C 反应蛋白	0.819	0.690 ～ 0.949	＜0.05	1.15 mg/L	0.684	0.914	0.598
P 波离散度	0.852	0.765 ～ 0.940	＜0.05	51.75 ms	0.789	0.793	0.582
碎裂 QRS 波	0.740	0.612 ～ 0.868	＜0.05		0.789	0.690	0.479



注：NT-proBNP 为 N 末端脑钠肽前体，hs-CRP 为超敏 C 反应蛋白

图 1　风险预测模型列线图

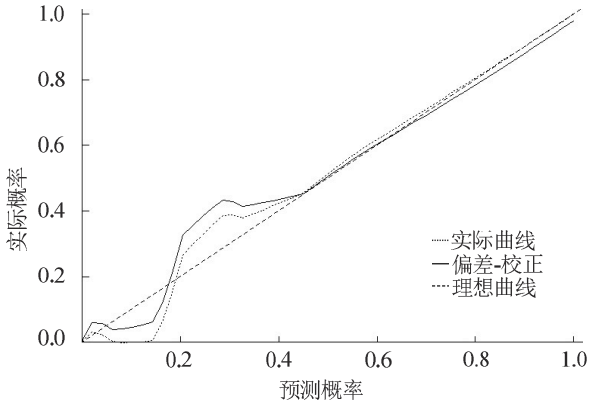


图 2　模型内部校正曲线

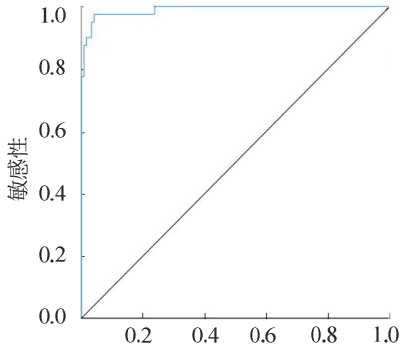


图3　模型 ROC 曲线

本研究结果显示，P波离散度、碎裂QRS波对心房颤动患者术后早期复发均有预测价值。较高的P波离散度提示心房内不同部位存在剧烈的非均质性电活动，且该电活动可阻断导管射频消融术中产生的左心房-肺静脉电活动信号，部分左心房心肌组织因此受损而失去传导能力，继而诱发左心房重构，导致术后复发[9]。而碎裂QRS波往往提示患者存在心肌损伤，其心脏收缩与舒张功能差，易影响电流在心肌中的正常传导以及射频电流的作用效果和分布，进而影响手术效果，增加术后早期复发风险[10]。

既往研究指出，结合患者影像学资料、炎症反应指标、心肌标志物指标，能评估心房颤动患者导管射频消融术后复发风险[11]。本研究结果显示，复发组入院时LAD、NT-proBNP、hs-CRP水平高于未复发组，且LAD、NT-proBNP、hs-CRP对心房颤动患者术后早期复发风险也有一定预测价值，与上述研究结果相符。为提高对心房颤动患者术后早期复发风险的预测效能，本研究纳入P波离散度、碎裂QRS波辅助其他主要指标（入院时LAD、NT-proBNP、hs-CRP）构建心房颤动患者导管射频消融术后早期复发风险列线图预测模型，结果显示，模型的校准曲线趋近于理想曲线，*AUC*为0.990，预测效能高。

综上所述，心电图P波离散度联合碎裂QRS波预测心房颤动患者导管射频消融术后早期复发风险有一定价值，结合其他指标构建的风险预测模型能将风险可视化，提高预测价值。本研究是回顾性、单中心研究，且纳入样本量较少，限制了研究结果的普适性，未来仍需进一步展开更大规模、多中心、前瞻性且大样本量的研究加以论证。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　桂璐：实验操作、论文撰写、数据整理、统计学分析、经费支持；李芳、王巍：研究指导、论文修改

参　考　文　献

[1] 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.

[2] KIRCHHOF P, BENUSSI S, KOTECHA D, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS[J]. Eur Heart J, 2016, 37(38): 2893-2962.

[3] 马跃新,王巍.24h动态心电图最大P波时限和P波离散度对预激综合征患者消融旁道后心房颤动复发的预测效能及临床意义[J].中国心血管病研究,2023,21(11):1020-1026.

[4] 杨淇惠,郭华,金峰.老年慢性心力衰竭患者双腔起搏器治疗前fQRS波群与临床应答及预后价值的关系[J].河南医学研究,2024,33(3):477-481.

[5] 中华医学会心电生理和起搏分会,中国医师协会心律学专业委员会,中国房颤中心联盟心房颤动防治专家工作委员会,等.心房颤动:目前的认识和治疗建议(2021)[J].中华心律失常学杂志,2022,26(1):15-88.

[6] 连俊,赵柄烨,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.

[7] 李邦合,万海伟,董鹏,等.碎裂QRS波对肥厚型心肌病伴心房颤动患者导管消融术后复发的预测价值[J].中国医药导报,2019,16(21):181-184.

[8] 冯品,程芳,李军.ST段抬高型心肌梗死患者介入治疗后碎裂QRS波与新发心房颤动的关系[J].国际心血管病杂志,2020,47(3):173-177.

[9] 孙鹏瑜,常三帅,闻松男,等.碎裂QRS波预测肥厚型心肌病合并心房颤动患者射频消融术后心律失常复发的探讨[J].心肺血管病杂志,2018,37(4):298-302.

[10] 杨蓓,刘庆,谢茜.房颤导管消融后早期复发预测的相关因素[J].实用医学杂志,2016,32(22):3717-3720.

[11] 孟庆红,杜雪莲,宋坤青,等.炎性因子与心房颤动患者射频消融术后早期复发的相关性[J].解放军医学杂志,2020,32(12):46-49.

收稿日期：2025-02-14

（本文编辑：吴迪汉）