

• 临床研究 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.10.013

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250725.1605.009\(2025-07-25\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250725.1605.009(2025-07-25))

阵发性房颤患者动态心电图心室反应在房颤转复评估中的价值^{*}

王 萍¹, 李 芳¹, 孙启银², 桂 璐¹

(湖州市第一人民医院:1. 心电图室;2. 心内科, 浙江湖州 313000)

[摘要] **目的** 探讨阵发性房颤(PAF)患者动态心电图的心室反应(VR)在房颤转复评估中的价值。**方法** 回顾性分析 2023 年 10 月至 2024 年 10 月该院收治的 86 例 PAF 患者临床资料。应用 3 导联动态心电记录仪采集房颤转复前超过 3 h 的完整数据,将房颤转复前 5 min($VR_{0\sim 5\text{ min}}$)、60~65 min($VR_{60\sim 65\text{ min}}$)及 120~125 min($VR_{120\sim 125\text{ min}}$)的不规则心率作为 VR 值。记录最快、最慢的 10 个连续心跳,取心率平均值分别作为最大、最小 VR 值,整个房颤发作期间的平均心率作为平均 VR 值,将 06:00—21:59 发生的房颤转复归类为日间事件,22:00—05:59(次日)发生的房颤转复归类为夜间事件,分析性别差异、昼夜节律变化对房颤转复前 VR 值的影响。再获取房颤转复前 5 min、60~65 min 及 120~125 min 的低频功率(LF)、高频功率(HF)及二者比值(LF/HF),分析不同时间点 LF、HF 及 LF/HF 差异。**结果** 房颤转复前的最小 $VR_{0\sim 5\text{ min}}$ 明显高于最小 $VR_{60\sim 65\text{ min}}$ 、最小 $VR_{120\sim 125\text{ min}}$ ($P<0.05$);最大 $VR_{0\sim 5\text{ min}}$ 明显高于最大 $VR_{120\sim 125\text{ min}}$ ($P<0.05$)。男性与女性患者房颤转复前,各自最小 $VR_{0\sim 5\text{ min}}$ 明显高于最小 $VR_{60\sim 65\text{ min}}$ 、最小 $VR_{120\sim 125\text{ min}}$ ($P<0.05$)。86 例患者中 51 例(59.30%)为日间事件,35 例(40.70%)为夜间事件,日间事件最小 $VR_{0\sim 5\text{ min}}$ 明显高于最小 $VR_{60\sim 65\text{ min}}$ 、最小 $VR_{120\sim 125\text{ min}}$ ($P<0.05$);夜间事件最小 $VR_{0\sim 5\text{ min}}$ 与最小 $VR_{60\sim 65\text{ min}}$ 、最小 $VR_{120\sim 125\text{ min}}$ 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。单向重复方差分析显示,LF、HF 及 LF/HF 在房颤转复前 120~125 min、60~65 min 及 0~5 min 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** VR 值升高可能是 PAF 患者房颤转复的预测因素,尤其是房颤转复发生于日间的患者。

[关键词] 房颤;心室;动态心电图;转复;评估;价值;心功能

[中图法分类号] R541.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2025)11-2313-06

Value of ventricular response on ambulatory electrocardiography in evaluating cardioversion in paroxysmal atrial fibrillation patients^{*}

WANG Ping¹, LI Fang¹, SUN Qiyin², GUI Lu¹

(1. Electrocardiogram Room; 2. Department of Cardiology, the First People's Hospital of Huzhou, Huzhou, Zhejiang 313000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of ventricular response (VR) on ambulatory electrocardiography in evaluating atrial fibrillation conversion in patients with paroxysmal atrial fibrillation (PAF). **Methods** Used 3-lead Holter monitor to collect complete data for more than 3 hours before atrial fibrillation conversion. The irregular heart rates recorded 5 minutes ($VR_{0\sim 5\text{ min}}$), 60—65 minutes ($VR_{60\sim 65\text{ min}}$), and 120—125 minutes ($VR_{120\sim 125\text{ min}}$) prior to atrial fibrillation conversion were designated as VR values. The average heart rates of the 10 consecutive fastest and slowest heartbeats were calculated as the maximum and minimum VR values, respectively, while the average heart rate during the entire atrial fibrillation episode was taken as the mean VR value. Atrial fibrillation conversions occurring 06:00—21:59 were classified as daytime events, and those occurring 22:00—05:59 (the following day) were classified as nighttime events. The effects of gender differences and circadian rhythm variations on VR values before atrial fibrillation conversion were analyzed. Additionally, the low-frequency power (LF), high-frequency power (HF), and their ratio (LF/HF) were obtained 5 minutes, 60—65 minutes, and 120—125 minutes before atrial fibrillation conversion, and differences in

^{*} 基金项目:浙江省医药卫生科技计划项目(2021PY075);浙江省湖州市公益应用研究项目(2020GY30)。

LF, HF, and LF/HF at these time points were analyzed. **Results** The minimum $VR_{0-5\text{ min}}$ before cardioversion of atrial fibrillation was significantly higher than the minimum $VR_{60-65\text{ min}}$ and the minimum $VR_{120-125\text{ min}}$ ($P < 0.05$). The maximum $VR_{0-5\text{ min}}$ was significantly higher than $VR_{120-125\text{ min}}$ ($P < 0.05$). The minimum $VR_{0-5\text{ min}}$ in male group and female group was significantly higher than the minimum $VR_{60-65\text{ min}}$ and the minimum $VR_{120-125\text{ min}}$ before atrial fibrillation reverted ($P < 0.05$). Of the 86 patients in this study, 51 patients (59.30%) experienced daytime events, and the remaining 35 patients (40.70%) experienced nighttime events. The data showed that the minimum $VR_{0-5\text{ min}}$ of daytime events was significantly higher than the minimum $VR_{60-65\text{ min}}$ and the minimum $VR_{120-125\text{ min}}$ ($P < 0.05$). There was no significant difference between the minimum $VR_{0-5\text{ min}}$ and the minimum $VR_{60-65\text{ min}}$ and the minimum $VR_{120-125\text{ min}}$ ($P > 0.05$). One-way repeated analysis of variance showed that the longitudinal differences of HF, LF and LF/HF ratio before cardioversion of atrial fibrillation were not statistically significant ($P > 0.05$). **Conclusion** The increase of VR value may predict imminent cardioversion in PAF patients, particularly for those experiencing daytime events.

[Key words] atrial fibrillation; ventricle; ambulatory electrocardiography; conversion; evaluation; value; cardiac function

阵发性房颤(paroxysmal atrial fibrillation, PAF)是最常见的需要医疗干预的持续性心律失常,发作时患者心房出现不规则冲动,频次为 350~600 次/min,威胁患者的身心健康^[1-2]。相关研究表明,早期节律控制治疗比心率控制带来更好的心血管结果,房颤转复为窦性心律可减轻患者临床症状并改善其心脏功能^[3-4]。维持房颤的机制通常涉及折返或触发活动^[5]。因此,准确预测房颤转复窦性心律的时间,有助于指导 PAF 治疗策略的制订,从而最大限度地减少药物或电复律治疗的相关副作用。BUHL 等^[6]研究表明,心电图记录的心房节律可有效预测药物复律期间房颤状态的终止,但这种操作在非临床环境中并不适用^[7]。自主神经系统对 PAF 的发生、维持和转复有很大的影响^[8-9]。自主神经系统主要通过影响心房不应期、维持心房折返环路和影响房室结功能来调节房颤的心室反应(ventricular response, VR)^[10]。相关研究报道,VR 来自心房电活动和房室结功能之间的相互作用,可直接评估与房颤相关的血流动力学风险^[11]。因此,推测房颤发作期间 VR 可作为房颤转复的预测指标。此外,性别差异、昼夜节律变化也会影响房颤的发生^[12-14]。因此,本研究旨在探讨动态心电图记录的 VR 对 PAF 患者房颤转复的评估作用,并分析性别差异及昼夜节律变化的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2023 年 10 月至 2024 年 10 月本院收治的 86 例 PAF 患者临床资料。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)符合《2020 年欧洲心脏病学会房颤管理指南》^[15]关于 PAF 的诊断标准;(3)行动态心电图检查。排除标准:(1)伴有电解质紊乱;(2)植入过永

久性起搏器;(3)伴有瓣膜性房颤;(4)近期(2 个月内)接受心脏手术治疗;(5)伴有先天性心脏病、心肌病、心肌炎等;(6)伴有甲状腺功能亢进;(7)伴有急慢性感染性疾病;(8)伴有恶性肿瘤;(9)伴有房室传导阻滞。86 例患者中男 49 例,女 37 例;年龄 36~85 岁,平均(65.20 $\pm$ 14.12)岁。本研究通过本院医学科研与临床试验伦理委员会批准,免除受试者知情同意。

1.2 方法

1.2.1 VR 检测

选用 3 导联动态心电记录仪(深圳市博英医疗仪器科技有限公司,粤械注准 20172071766,型号:BI9000)对患者进行 24 h 监测,采集房颤转复前超过 3 h 的完整数据。将房颤转复前 5 min($VR_{0-5\text{ min}}$)、60~65 min($VR_{60-65\text{ min}}$)及 120~125 min($VR_{120-125\text{ min}}$)的不规则心率作为 VR 值。记录最快、最慢的 10 个连续心跳,取心率平均值分别作为最大、最小 VR 值,整个房颤发作期间的平均心率作为平均 VR 值。将 06:00—21:59 发生的房颤转复归类为日间事件,22:00—05:59(次日)发生的房颤转复归类为夜间事件。

1.2.2 心率变异性(heart rate variability, HRV)测量

获取房颤转复前 5 min、60~65 min 及 120~125 min 的标准化低频功率(low-frequency power, LF)、高频功率(high-frequency power, HF),并计算二者比值(LF/HF),将其作为 HRV 参数评估交感神经和副交感神经对疾病状态的影响^[16]。

1.2.3 临床资料收集

收集患者性别、年龄、身高、体重、BMI、基础疾病(高血压、心力衰竭、糖尿病、冠状动脉疾病)、左心房直径及使用药物等临床资料。其中左心房直径采用 M 型超声诊断仪(上海聚慕医疗器械有限公司,国械

注准 20223060894,型号 Venue Go Pro)测量,将左心房直径>40 mm 定义为左心房扩大。

1.3 统计学处理

采用 SPSS27.0 软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,比较采用 Kruskal-Wallis 检验或 Mann-Whitney U 检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 房颤转复前的 VR

房颤转复前的最小 $VR_{0 \sim 5 \text{ min}}$ 明显高于最小 $VR_{60 \sim 65 \text{ min}}$ 、最小 $VR_{120 \sim 125 \text{ min}}$,最大 $VR_{0 \sim 5 \text{ min}}$ 明显高于最大 $VR_{120 \sim 125 \text{ min}}$ ($P < 0.05$),见图 1。

2.2 性别差异对 PAF 患者房颤转复的影响分析

除身高、体重外,不同性别患者一般资料比较,差

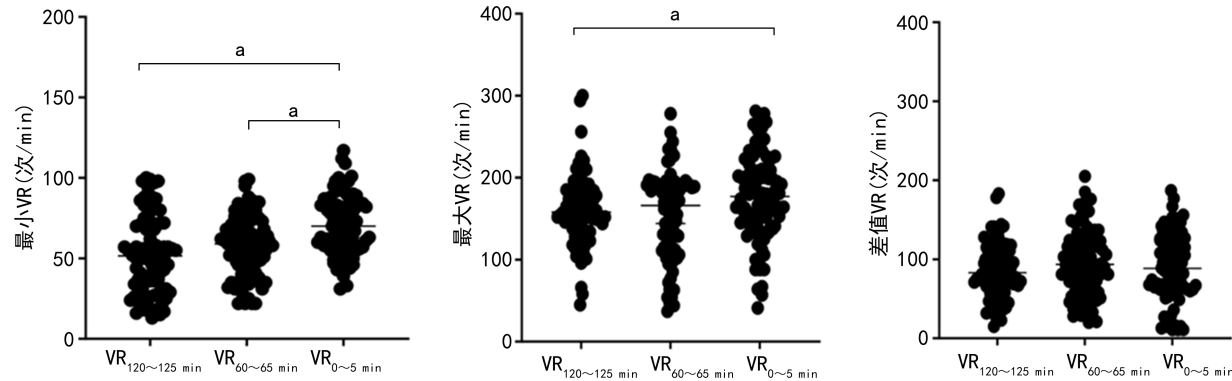
异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。男性与女性患者房颤转复前,各自最小 $VR_{0 \sim 5 \text{ min}}$ 明显高于最小 $VR_{60 \sim 65 \text{ min}}$ 、最小 $VR_{120 \sim 125 \text{ min}}$ ($P < 0.05$),见图 2。

2.3 昼夜节律变化对 PAF 患者房颤转复的影响分析

86 例患者中 51 例(59.30%)为日间事件,35 例(40.70%)为夜间事件。日间事件最小 $VR_{0 \sim 5 \text{ min}}$ 明显高于最小 $VR_{60 \sim 65 \text{ min}}$ 、最小 $VR_{120 \sim 125 \text{ min}}$ ($P < 0.05$);但夜间事件最小 $VR_{0 \sim 5 \text{ min}}$ 与最小 $VR_{60 \sim 65 \text{ min}}$ 、最小 $VR_{120 \sim 125 \text{ min}}$ 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见图 3。

2.4 PAF 患者房颤转复前不同时间点的 HRV 参数分析

HF、LF 及 LF/HF 在房颤转复前 120~125 min、60~65 min 及 0~5 min 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。



a: $P < 0.05$ 。

图 1 不同时间点最小、最大及差值 VR 的散点图

表 1 不同性别患者一般资料比较

项目	男($n=49$)	女($n=37$)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	63.25 $\pm$ 13.87	66.78 $\pm$ 14.62	1.133	0.261
身高($\bar{x} \pm s$, cm)	169.20 $\pm$ 13.54	152.40 $\pm$ 12.46	5.963	<0.001
体重($\bar{x} \pm s$, kg)	69.85 $\pm$ 10.24	55.36 $\pm$ 9.75	6.677	<0.001
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	24.36 $\pm$ 3.08	24.25 $\pm$ 3.11	0.163	0.871
基础疾病[$n(\%)$]				
高血压	25(51.02)	21(56.76)	0.279	0.597
心力衰竭	2(4.08)	1(2.70)	0.119	0.730
糖尿病	5(10.20)	7(18.92)	1.334	0.248
冠状动脉疾病	7(14.29)	6(16.22)	0.061	0.805
左心房直径($\bar{x} \pm s$, mm)	40.05 $\pm$ 6.97	39.98 $\pm$ 6.04	0.050	0.960
使用药物[$n(\%)$]				
普罗帕酮	12(24.49)	4(10.81)	2.605	0.107
盐酸决奈达隆	3(6.12)	3(8.11)	0.128	0.720
胺碘酮	10(20.41)	13(35.14)	2.334	0.127

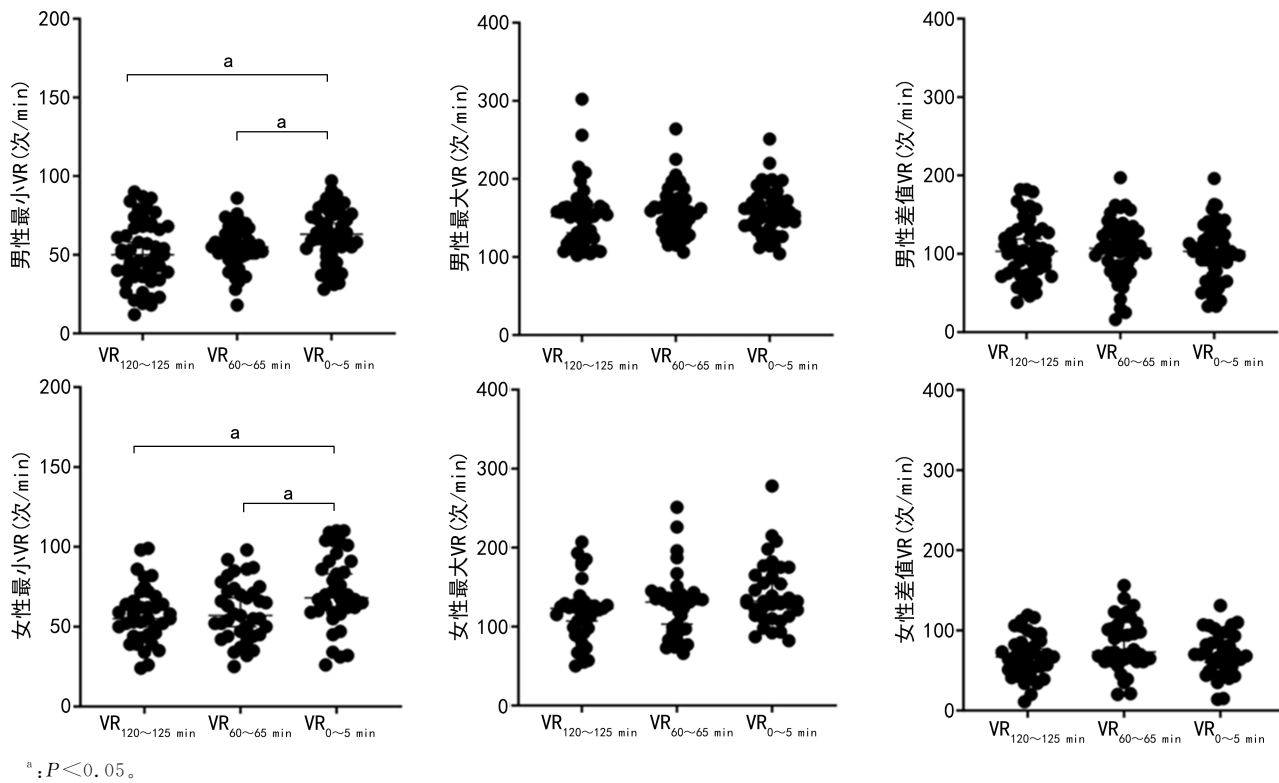


图 2 性别差异影响不同时间点最小、最大及差值 VR 的散点图

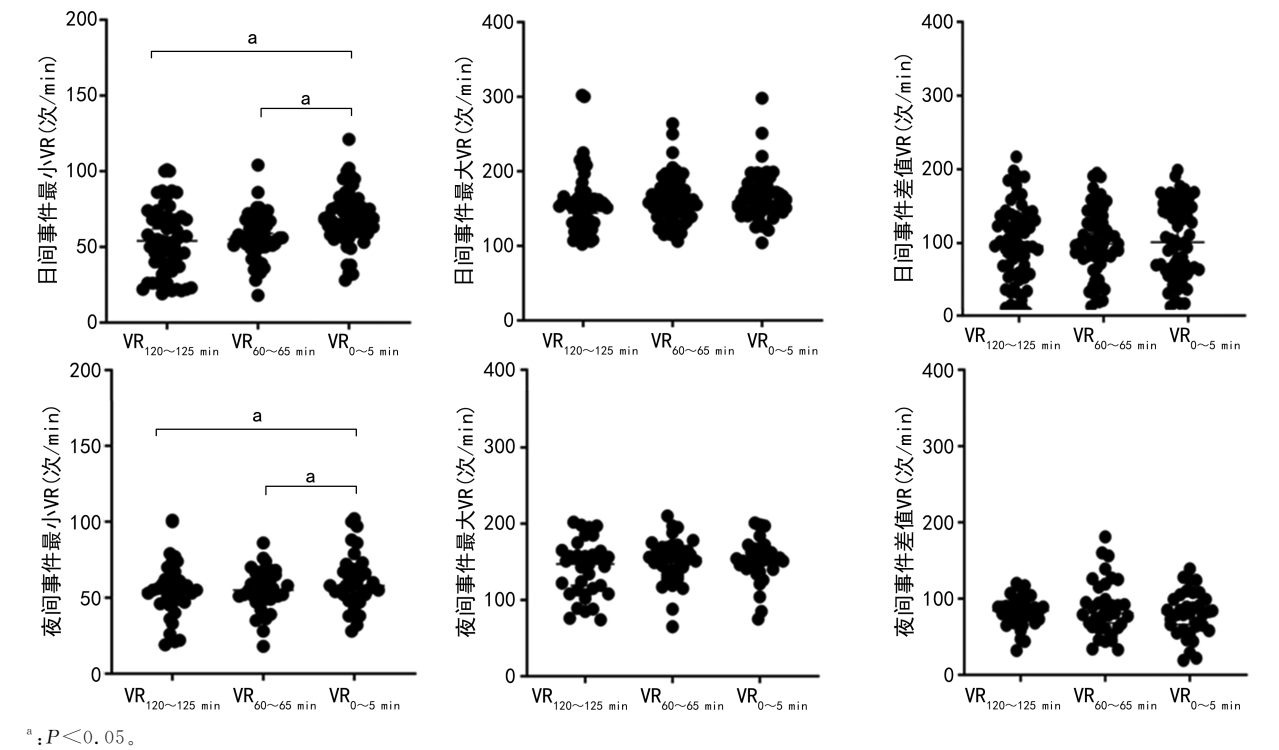


图 3 昼夜节律变化影响不同时间点最小、最大及差值 VR 的散点图

表 2 PAF 患者房颤转复前不同时间点的 HRV 参数分析					
项目	120~125 min	60~65 min	0~5 min	Z	P
LF(ms ²)	3 169.41(1 678.34,5 479.42)	3 476.48(1 935.74,5 224.43)	3 106.01(1 944.56,5 279.74)	0.118	0.942
HF(ms ²)	6 906.44(3 788.97,10 003.20)	5 134.18(3 089.77,8 369.11)	5 873.53(3 877.81,10 321.65)	3.613	0.164
LF/HF	0.51(0.21,1.01)	0.64(0.36,1.21)	0.56(0.25,0.95)	3.237	0.198

3 讨 论

PAF 患者容易出现心房重构,这一过程促使心肌组织及其间质发生纤维化或退行性变等,进而改变心房的传导功能和有效不应期等生理特性。这些变化不仅增加了心房电活动的异质性,还会减慢心房传导速度,最终发展为不可逆转的房颤甚至永久性房颤,严重影响患者的日常生活质量^[17-19]。房颤转复为窦性心律是 PAF 的治疗关键^[20-21]。因此,寻找有效指标评估房颤转复至关重要。

房颤期间的 VR 值是反映房室交界区不应期的指标,既往研究报道,频繁的 VR 可产生隐匿性传导,从而影响随后心房输入的稳定性^[22-23]。而房颤周期长度是心房有效不应期的指标,多项研究已证实,房颤周期长度可作为消融终止的关键预测电生理参数^[24-25]。本研究结果显示,房颤转复前的最小 VR_{0~5 min} 明显高于最小 VR_{60~65 min}、最小 VR_{120~125 min},最大 VR_{0~5 min} 明显高于最大 VR_{120~125 min},即房颤转复前最小、最大 VR 均升高,房颤周期长度相应缩短,提示 VR 值升高可能是房颤转复的预测因素。SANIP 等^[26]研究显示,较高的 VR 值与患者较好的生活质量相关,侧面证实 VR 值升高更倾向于房颤转归为窦性心律。

心脏自主神经系统不仅调节心率和血流动力学变化,还在心律失常(尤其是房颤)的发展中起着重要作用^[27-28]。相关研究表明,自主神经活动可直接触发 PAF,其中副交感神经活动是维持房颤的关键因素^[29-31],提示房颤转复受交感神经激活和副交感神经抑制的双重调节。本研究发现,女性患者房颤转复前,最小 VR 升高,表明在女性 PAF 患者中,房颤转复受到副交感神经抑制调节的作用更多,这可能与女性对肾上腺素刺激的敏感性较低有关^[32-33]。此外,男性患者在房颤转复前的最小 VR_{0~5 min} 明显高于最小 VR_{60~65 min}、最小 VR_{120~125 min},即最小 VR 也升高,表明房颤转复前的副交感神经变化在男性与女性 PAF 患者中是一致的。本研究还发现,日间事件最小 VR_{0~5 min} 明显高于最小 VR_{60~65 min}、最小 VR_{120~125 min},但夜间事件最小 VR_{0~5 min} 与最小 VR_{60~65 min}、最小 VR_{120~125 min} 比较,差异无统计学意义($P>0.05$),即在日间房颤转复事件中观察到最小 VR 升高,表明交感神经再激活和副交感神经抑制主要与日间房颤转复相关,即自主神经张力在日间对房颤转复有影响,在夜间的作用并不明显^[34-35]。单向重复方差分析显示,HF、LF 及 LF/HF 在房颤转复前 120~125 min、60~65 min 及 0~5 min 比较,差异无统计学意义($P>0.05$),表明 HRV 参数用以检测自主神经反应变化的灵敏度可能不高。

综上所述,VR 值升高可能是 PAF 患者房颤转复

的预测因素,尤其是房颤转复发生于日间的患者。但本研究样本量较小且来自单一中心,试验结果的准确性可能存在一定偏倚。

参考文献

[1] 卢冬雪,何琦. 尼非卡兰对阵发性房颤患者转复情况、复律时间及心室率变化的影响[J]. 黑龙江医学,2022,46(14):1704-1706.

[2] DUYTSCHAEVER M, DE POTTER T, GRIMALDI M, et al. Paroxysmal atrial fibrillation ablation using a novel variable-loop biphasic pulsed field ablation catheter integrated with a 3-dimensional mapping system: 1-year outcomes of the multicenter inspire study[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2023, 16(3):e011780.

[3] WILLEMS S, BOROF K, BRANDES A, et al. Systematic, early rhythm control strategy for atrial fibrillation in patients with or without symptoms: the EAST-AFNET 4 trial[J]. Eur Heart J, 2022, 43(12):1219-1230.

[4] JOUNG B, KIM D, YANG P S, et al. Early rhythm control therapy for atrial fibrillation in low-risk patients [J]. Ann Intern Med, 2023, 176 (5): eL220502.

[5] MARCUS G M, MODROW M F, SCHMID C H, et al. Individualized studies of triggers of paroxysmal atrial fibrillation: the I-STOP-AFib randomized clinical trial[J]. JAMA Cardiol, 2022, 7(2):167-174.

[6] BUHL R, HESSELKILDE E M, CARSTENSEN H, et al. Atrial fibrillatory rate as predictor of recurrence of atrial fibrillation in horses treated medically or with electrical cardioversion [J]. Equine Vet J, 2022, 54(6):1013-1022.

[7] KABUTOYA T, KARIO K. The roles of electrocardiography and self-screening in the early detection of atrial fibrillation in hypertensive patients[J]. Hypertens Res, 2024, 47(1):197-199.

[8] CHAKRABORTY P, FARHAT K, PO S S, et al. Autonomic nervous system and cardiac metabolism: links between autonomic and metabolic remodeling in atrial fibrillation[J]. JACC Clin Electrophysiol, 2023, 9(7):1196-1206.

[9] HU Z, DING L, YAO Y. Atrial fibrillation: mechanism and clinical management [J]. Chin Med J,

- 2023,136(22):2668-2676.
- [10] LIAO TE, LI CH, LIN Y J, et al. Fractal complexity alternations in paroxysmal atrial fibrillation patients with and without recurrence after pulmonary vein isolation[J]. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 2023, 28(5): e13074.
 - [11] ENAYATI A, GIN J H, SAJEEV J K, et al. Efficacy of intravenous magnesium for the management of non-post operative atrial fibrillation with rapid ventricular response: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2023, 34(5): 1286-1295.
 - [12] RAGO A, PIROZZI C, D'ANDREA A, et al. Gender differences in atrial fibrillation: from the thromboembolic risk to the anticoagulant treatment response[J]. *Medicina*, 2023, 59(2): 254.
 - [13] VEEN D, VERBEEK E C, KAVOUSHI M, et al. Sex differences in characteristics of atrial fibrillation recurrence post surgical pulmonary vein isolation[J]. *Int J Cardiol Heart Vasc*, 2023, 48(1): 101262.
 - [14] YANG L, FENG H, AI S, et al. Association of accelerometer-derived circadian abnormalities and genetic risk with incidence of atrial fibrillation[J]. *NPJ Digit Med*, 2023, 6(1): 31.
 - [15] HINDRICKS G, POTPARA T, DAGRES N, et al. Corrigendum to: 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(40): 4194.
 - [16] ZHANG E, LIANG S, SUN T, et al. Prognostic value of heart rate variability in atrial fibrillation recurrence following catheter ablation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023, 9(1): 1048398.
 - [17] 王凌志, 刘莎莎, 王芳. 厄贝沙坦联合胺碘酮治疗阵发性心房颤动患者的临床疗效及其对心功能的影响[J]. *临床合理用药杂志*, 2022, 15(12): 37-39.
 - [18] OGAWA H, AKAO M. Is progression from paroxysmal to sustained atrial fibrillation bad news? [J]. *Circ J*, 2022, 86(2): 176-181.
 - [19] REDDY V Y, MANSOUR M, CALKINS H, et al. Pulsed field *vs.* conventional thermal ablation for paroxysmal atrial fibrillation: recurrent atrial arrhythmia burden[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2024, 84(1): 61-74.
 - [20] 王秋燕, 魏传尧. QRS-T 波额面电轴偏转角度对阵发性心房颤动患者药物复律效果的预测价值[J]. *心脑血管病防治*, 2024, 24(7): 51-53.
 - [21] 李中兰, 杜洋, 李文佳, 等. 影响伊布利特转复心房颤动成功率的相关因素分析[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2024, 16(3): 292-295.
 - [22] LONG B, BRADY W J, GOTTLIEB M. Emergency medicine updates: atrial fibrillation with rapid ventricular response [J]. *Am J Emerg Med*, 2023, 74(1): 57-64.
 - [23] ENAYATI A, GIN J H, SAJEEV J K, et al. Efficacy of intravenous magnesium for the management of non-post operative atrial fibrillation with rapid ventricular response: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2023, 34(5): 1286-1295.
 - [24] PRUDAT Y, LUCA A, YAZDANI S, et al. Evaluation and optimization of novel extraction algorithms for the automatic detection of atrial activations recorded within the pulmonary veins during atrial fibrillation[J]. *BMC Med Inform Decis Mak*, 2022, 22(1): 225.
 - [25] NAGY S Z, KASI P, AFONSO V X, et al. Cycle length evaluation in persistent atrial fibrillation using kernel density estimation to identify transient and stable rapid atrial activity[J]. *Cardiovasc Eng Technol*, 2022, 13(2): 219-233.
 - [26] SANIP Z, YUSOF Z, SENG LOONG N, et al. 24-hour holter monitoring for identification of an ideal ventricular rate for a better quality of life in atrial fibrillation patients[J]. *Cureus*, 2023, 15(4): e37181.
 - [27] SCRIDON A. Autonomic imbalance and atrial ectopic activity: a pathophysiological and clinical view [J]. *Front Physiol*, 2022, 13(1): 1058427.
 - [28] VANDENBERK B, HAEMERS P, MORILLO C. The autonomic nervous system in atrial fibrillation-pathophysiology and non-invasive assessment[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2024, 10(1): 1327387.