

## · 综述 ·

## 惊恐障碍患者心率变异性的研究进展

刘慧峰 刘竞

100088 首都医科大学附属北京安定医院 国家精神疾病医学中心 国家精神心理疾病临床医学研究中心 精神疾病诊断与治疗北京市重点实验室; 100069 北京, 首都医科大学 人脑保护高精尖创新中心

通信作者: 刘竞, Email: drliujing551@mail.ccmu.edu.cn

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2024.03.008

**【摘要】** 惊恐障碍是一种常见的精神障碍, 常伴有自主神经系统功能失调。心率变异性是评估自主神经系统功能的重要指标, 该指标降低被认为是自主神经系统功能异常的体现。本文总结了惊恐障碍患者与健康人群、其他焦虑障碍患者和心血管疾病患者在心率变异性方面的差异, 回顾了药物和心理治疗对惊恐障碍患者心率变异性的影响, 旨在为有效治疗惊恐障碍提供参考。

**【关键词】** 惊恐障碍; 惊恐发作; 心率变异性; 焦虑障碍; 综述

**基金项目:** 科技创新2030-“脑科学与类脑研究”重大项目(2021ZD0202001)

**Research progress on heart rate variability in patients with panic disorder** Liu Hui Feng, Liu Jing  
National Medical Center for Mental Disorders & National Clinical Research Centre for Mental Disorders & Beijing Key Laboratory for Mental Disorders, Beijing An Ding Hospital, Capital Medical University, Beijing 100088, China; Advanced Innovation Center for Human Brain Protection, Capital Medical University, Beijing 100069, China

Corresponding author: Liu Jing, Email: drliujing551@mail.ccmu.edu.cn

**【Abstract】** Panic disorder is a common mental disorder often accompanied by dysfunction of the autonomic nervous system. Heart rate variability is an important indicator for evaluating autonomic nervous system function, and a reduction in this indicator is considered a manifestation of autonomic nervous system dysfunction. This paper summarizes the differences in heart rate variability between patients with panic disorder and healthy individuals, other anxiety disorder patients, and cardiovascular disease patients, and reviews the effects of medication and psychotherapy on heart rate variability in patients with panic disorder, aiming to provide reference for effective treatment of panic disorder.

**【Key words】** Panic disorder; Panic attack; Heart rate variability; Anxiety disorder; Review

**Fund program:** Technological Innovation 2030-Major Project of "Brain Science and Brain like Research" (2021ZD0202001)

惊恐障碍是一种常见的精神障碍, 主要特征为反复出现、不可预期的惊恐发作、预期焦虑、求助和回避行为, 严重影响患者的社会功能和生活质量。根据中国精神卫生调查的数据, 我国惊恐障碍的年患病率为0.3%, 终生患病率为0.5%<sup>[1]</sup>。世界精神卫生调查结果显示, 全球惊恐障碍的终生患病率为1.7%, 发病年龄的中位数为32岁。惊恐发作的终生患病率为13.2%, 其中66.5%为反复的惊恐发作, 但仅有12.8%符合惊恐障碍的诊断标准<sup>[2]</sup>。值得关注的是, 40%符合惊恐障碍诊断标准的患者在急诊无法确诊并及时转诊至精神科治疗<sup>[3]</sup>。心率变异

性(heart rate variability, HRV), 即个体心率在一段时间内的变化程度, 可能是明确惊恐障碍发病机制的关键。国外已对惊恐障碍患者的HRV特征进行了较多研究, 但研究结果并不完全一致。本文综述惊恐障碍患者的HRV特征及其与健康人群、其他焦虑障碍患者和心血管疾病患者的差异, 并探讨不同治疗手段对患者HRV的影响, 旨在进一步理解惊恐障碍, 为临床治疗提供参考。

一、惊恐障碍与HRV的关系及其潜在机制

惊恐障碍患者存在自主神经系统功能紊乱<sup>[4-7]</sup>, 且这种功能紊乱在惊恐发作前就已存在<sup>[8]</sup>。惊恐

障碍患者惊恐发作期间会反复出现强烈的恐惧和不适,可有濒死感或失控感,并伴有明显的心血管和呼吸系统症状,如心悸胸痛、呼吸困难、窒息感等,这些症状是惊恐发作期间自主神经激活和过度换气引起冠状动脉痉挛所导致<sup>[9]</sup>。惊恐障碍患者长期面临健康风险<sup>[10-11]</sup>,荟萃分析结果显示该群体的心血管意外风险是健康群体的3~6倍<sup>[12-13]</sup>,纵向队列研究也显示惊恐障碍患者全因死亡风险比为7.4<sup>[10]</sup>。惊恐障碍患者副交感神经活性降低是其长期健康风险的主要危险因素之一,常表现为HRV降低<sup>[12]</sup>。

HRV测量逐次心跳之间的微小时间差异,而心搏由自主神经系统的交感神经和副交感神经拮抗调控<sup>[14-15]</sup>,HRV可测量交感神经和副交感神经系统的活动,为量化副交感神经调节能力提供可能<sup>[15]</sup>。在标准化的短期HRV分析中,HRV可通过5 min的心率信号计算得出<sup>[15]</sup>,有便捷、可及、无创和低成本的特点<sup>[16]</sup>。HRV的分析方法包括时域分析和频域分析两种。时域分析通常包括窦性心搏间隔(normal to normal interval, NN)、窦性心搏间隔的标准差(standard deviation of normal to normal interval, SDNN)、窦性心搏间隔差值的均方根(root mean square of successive differences, RMSSD)、超过500 ms的连续窦性心搏间隔的百分比(percentage of NN intervals that differ by more than 500 milliseconds, pNN500)。SDNN是较常用的HRV分析指标,反映测量期间的总体HRV;RMSSD反映窦性心律下副交感神经控制能力<sup>[17]</sup>。频域分析通常包括低频(0.04~0.15 Hz)、高频(0.15~0.4 Hz)以及低频高频比例。高频反映副交感神经活动,低频反映副交感神经和交感神经活动,低频高频比例反映心脏交感-副交感神经平衡性<sup>[17]</sup>。

自主神经系统失衡在惊恐障碍患者HRV变化中扮演关键角色。健康个体中,交感神经和副交感神经系统之间的精细平衡调控着心率的动态变化<sup>[18]</sup>。惊恐障碍患者表现自主神经失衡,其交感神经系统过度活跃,副交感神经系统相对抑制,直接导致HRV降低<sup>[19-20]</sup>。此外,神经递质系统的异常,特别是5-HT和去甲肾上腺素的调节失常,也是影响HRV的关键因素。这些神经递质在调节情绪、应激反应以及心血管系统功能中起至关重要的作用<sup>[21]</sup>。惊恐障碍患者的心理压力和持续的焦虑状态进一步触发了其体内的应激反应,如下丘脑-垂体-肾上腺轴的激活,不仅加剧了自主神经系统的失衡,还可能导致心血管系统长期处于应激状态<sup>[22-23]</sup>。

关于惊恐障碍患者HRV降低的具体机制仍不明确,但现有证据表明,惊恐障碍患者HRV降低可能是自主神经系统失衡、神经递质系统异常、持续的心理压力和焦虑状态共同作用的结果。这些发现为初步深入理解惊恐障碍的生物学和病理心理机制提供了线索,同时提示HRV作为惊恐障碍潜在生物标志物的可能性<sup>[15, 24]</sup>。

## 二、HRV作为惊恐障碍的潜在生物标志物

HRV作为一种关键的生理参数,已在许多疾病的诊断和治疗中被广泛研究。其在心理健康领域诊断和鉴别诊断中的重要性日益受到重视。通过深入探索惊恐障碍患者与健康人群、其他焦虑障碍患者及心血管疾病患者的HRV差异,有望为揭示HRV在惊恐障碍患者中的潜在应用价值提供依据。

1. 惊恐障碍患者与健康人群的HRV比较:研究表明,与健康对照组相比,惊恐障碍患者的HRV相对较低<sup>[25]</sup>。Chalmers等<sup>[26]</sup>对36项焦虑障碍患者HRV研究进行荟萃分析发现,惊恐障碍患者的时域HRV和频域HRV中的高频成分显著低于健康对照组;频域成分中的低频成分也低于健康对照组,但差异无统计学意义。Gunduz等<sup>[27]</sup>对无药物治疗和共病的惊恐障碍患者的24 h HRV研究发现,惊恐障碍患者RMSSD显著低于健康对照者。Choi等<sup>[28]</sup>对29例惊恐障碍患者和39名健康对照者进行了12周追踪随访,采集了4个时点下心算任务前中后的HRV数据,结果显示惊恐障碍患者在应激和恢复阶段pNN500显著低于健康对照者,在应激阶段低频高频比例显著高于健康对照者。Zhang等<sup>[17]</sup>对32项惊恐障碍患者HRV研究的荟萃分析结果显示,惊恐障碍患者组的频域HRV中低频和高频成分与健康对照组相比差异无统计学意义,但低频高频比例显著高于健康对照组,且惊恐障碍患者组的时域HRV显著低于健康对照组,其中SDNN最为显著,表明惊恐障碍患者的交感神经-迷走神经平衡受损。Herhaus等<sup>[19]</sup>考查了70例惊恐障碍患者和30名健康对照者的HRV和促炎细胞因子及其相关性,发现惊恐障碍患者在短期静息态下HRV的时域和频域参数均显著低于健康对照者。

不同研究结果有差异,但时域HRV降低是基本共识,而高频成分的降低和低频高频比例的升高也表明惊恐障碍患者交感神经和迷走神经的平衡失调。尽管多数研究表明惊恐障碍患者的HRV普遍降低,但也有研究报告了阴性结果,研究结果的不一致可能与样本选择、研究方法和心理生理状态等因

素有关。如 Durdu 等<sup>[29]</sup>研究未发现惊恐障碍患者的 HRV 与健康人群之间有显著差异, 而 Petrowski 等<sup>[30]</sup>的研究则表明应激状态可能对 HRV 产生影响, 但惊恐障碍患者与健康人群之间同样未见显著差异。尽管存在一些阴性结果, 但前述研究仍表明 HRV 在惊恐障碍的诊断和病程监测方面的临床意义, 未来需进一步探究 HRV 的生物学意义及其与惊恐障碍的关联。

2. 惊恐障碍患者与其他焦虑障碍患者的 HRV 比较: Cheng 等<sup>[31]</sup>对 99 项焦虑障碍患者的 HRV 研究进行了荟萃分析, 发现 HRV 降低是焦虑障碍谱系的共同特征, 惊恐障碍与其他焦虑障碍患者在 HRV 上并无显著性差异。随着数据科学技术的快速发展和机器学习技术在精神医学研究中的广泛应用, 目前一些学者开始使用机器学习算法来构建基于 HRV 数据的机器学习分类模型, 以区分惊恐障碍和其他焦虑障碍。Na 等<sup>[16]</sup>比较了随机森林、梯度提升机、支持向量机、人工神经网络和 Logistic 回归算法在此类任务中的性能, 其中 Logistic 回归算法性能最佳, 准确率达 0.785。与传统统计学方法相比, 机器学习研究有极强的临床转化潜力。Tsai 等<sup>[32]</sup>使用机器学习技术和可穿戴设备收集的生理数据预测了惊恐发作, 并提出未来研究需将 HRV 数据整合入可解释模型, 以提前数小时预警惊恐发作。

惊恐障碍患者的 HRV 与其他焦虑障碍患者间无显著性差异, 可能由于小样本下的统计分析效能及传统统计学方法在处理 HRV 的多维数据存在局限性。而机器学习是对传统研究方法的有力补充<sup>[33]</sup>, 探索惊恐障碍患者的 HRV, 有助于深入理解惊恐障碍的病理机制, 以期开发更有效的预防和干预策略。

3. 有或无惊恐障碍的心血管疾病患者的 HRV 比较: HRV 降低是不良心血管事件的重要预测指标。在惊恐障碍患者及各种心血管疾病患者中均可观察到 HRV 的降低, 但目前关于有或无惊恐障碍的心血管疾病患者的 HRV 研究较少。Lavoie 等<sup>[34]</sup>的研究采集了 20 例有惊恐障碍和 22 例无惊恐障碍的心血管疾病患者的 48 h 动态心电图, 发现有惊恐障碍的心血管疾病患者的 HRV 低频高频比例显著低于无惊恐障碍的患者。单春杰和黄劲松<sup>[35]</sup>比较了 30 例惊恐障碍患者和 30 例无焦虑障碍心血管疾病患者的 HRV, 发现两组患者在 SDNN、pNN500、RMSSD、高频成分、低频成分方面均存在显著差异。以上研究尚有一定局限性, 但它们为理解惊恐障碍的病理生理机制提供了研究方向和依据。

### 三、HRV 与惊恐障碍的治疗

药物治疗和心理治疗均旨在缓解惊恐障碍患者的临床症状, 但两者作用机制可能有所不同。药物治疗通过调节神经递质水平间接作用于 HRV, 而心理治疗可能通过增强患者对自身生理状态的认知和管理能力来提升 HRV。关于不同治疗方法如何影响惊恐障碍患者 HRV, 目前的研究结果并不一致。未来需要更深入和系统的研究以阐明 HRV 在惊恐障碍治疗中的角色及其深层机制。

1. 药物治疗对 HRV 的影响: Middleton 和 Ashby<sup>[36]</sup>的研究发现, 惊恐障碍患者在接受丙咪嗪治疗后 HRV 整体改善, 特别是低频成分功率显著提高, 表明丙咪嗪可能通过促进副交感神经系统活性来促进心脏自主神经调节功能, 进而提升患者的生理适应性并恢复自主神经系统的平衡。Yeragani 等<sup>[37]</sup>的研究比较了 16 例惊恐障碍患者在接受帕罗西汀治疗 105 d 后 HRV 的变化情况, 发现治疗后患者整体高频成分功率和清醒状态下低频成分功率显著降低, 表明帕罗西汀可能通过减少交感神经活动来调节自主神经系统的平衡, 进一步验证了抗抑郁药物对 HRV 的影响。Prasko 等<sup>[38]</sup>对 19 例惊恐障碍患者进行了为期 6 周的 SSRI 和认知行为联合治疗, 发现治疗后患者低频成分和高频成分功率有显著变化。Choi 等<sup>[28]</sup>的研究发现, 对 SSRI 治疗有反应的惊恐障碍患者, 其 HRV 的低频高频比例低于反应不佳的患者, 这为使用 HRV 的低频高频比例作为评估药物治疗效果的生物标志物, 以及探索药物治疗的优化策略提供了依据。

2. 心理治疗对 HRV 的影响: Diveky 等<sup>[39]</sup>的研究表明认知行为治疗可改善惊恐障碍患者的 HRV。由于 HRV 可能受吸烟、肥胖和运动等生活方式因素的影响, 有学者推测认知行为治疗可能通过改善患者的生活方式, 如控制饮食、增加运动等间接改善 HRV<sup>[40]</sup>。Mumm 等<sup>[41]</sup>的研究显示, 认知行为治疗中的现实暴露阶段能显著提高惊恐障碍患者的 HRV, 而整体治疗前后的 HRV 未观察到显著变化, 表明暴露治疗可能对 HRV 有短期的积极影响, 但其长期效果尚不确定。值得注意的是, Garakani 等<sup>[42]</sup>对 43 例惊恐障碍患者的研究发现, 无论是单独接受 12 周认知行为治疗还是认知行为联合舍曲林治疗, 患者的临床症状均显著改善, 但仅单独认知行为治疗组显示出心率下降及 HRV 增加。这一发现并不能否定药物治疗对于 HRV 的作用, 而是揭示了在特定条件下, 认知行为治疗可更直接地改善惊恐障碍

患者的HRV。Barlow等<sup>[43]</sup>的研究发现认知行为联合丙咪嗪治疗的惊恐障碍患者,在停止治疗后的复发率与仅接受丙咪嗪治疗的患者相当,且两者的复发率都显著高于仅接受认知行为治疗或认知行为加安慰剂治疗的患者,提示在患者学习如何使用认知行为技术应对惊恐发作之前,药物治疗可能已经阻断了这些感觉。因此,未来的研究应进一步探索单独认知行为治疗和联合药物治疗对HRV的影响,以及这些影响与临床疗效之间的关系。

3. 基于HRV的新兴治疗方法:目前有学者探索以改善HRV为目标的治疗策略,以期提升惊恐障碍患者的疗效。Herhaus等<sup>[44]</sup>尝试了基于HRV的生物反馈训练用于治疗惊恐障碍并开展了随机对照研究,发现该训练作为一种无创的非药物治疗可有效改善惊恐障碍患者的惊恐症状。Herhaus等<sup>[45]</sup>将舒缓节律呼吸和基于HRV的生物反馈训练相结合,开发了基于舒缓节律呼吸的HRV生物反馈训练并开展了随机对照研究,发现与对照组相比,干预组在短期静息状态下HRV中的SDNN和低频成分均有下降。目前森林治疗和漂浮治疗已被证明对改善HRV和心脏自主神经功能有较好疗效<sup>[46-48]</sup>,但这些治疗方法在惊恐障碍患者中的应用较少,较少有循证证据。

#### 四、总结与展望

综上所述,惊恐障碍患者的HRV低于健康人群、其他焦虑障碍患者和心血管疾病患者,但HRV降低的特征和机制仍不明确,对惊恐障碍患者的HRV开展相关研究,有助于进一步阐明惊恐障碍的潜在神经机制<sup>[24, 49-51]</sup>。

未来的研究可着重探索未接受药物治疗惊恐障碍患者的HRV特征,揭示疾病本身对HRV的影响。同时,研究不同治疗方法,包括药物治疗、心理治疗及两者联合治疗对HRV的具体影响,以期优化治疗策略并揭示不同治疗方式对自主神经系统功能的影响。此外,为加深对惊恐障碍病理生理机制的理解,有必要更精确地区分惊恐障碍患者与其他群体在HRV上的差异,包括对不同生理和心理状态下HRV变化的详细分析,如短期静息状态、短期任务态及24 h动态监测。同时,结合机器学习等先进的数据分析技术,构建早期识别惊恐发作和严重程度评估模型,以实现惊恐障碍的早期诊断和精准治疗。围绕自主神经系统功能和HRV的调控,探索新的治疗手段,通过临床随机对照研究,评估如生物反馈训练、森林疗法、漂浮疗法等方法的安全性、有效性和

可接受性。通过对惊恐障碍患者HRV的深入研究,以便更全面地理解惊恐障碍的生物学基础,为优化患者的治疗决策提供见解和方向。

**利益冲突** 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

**作者贡献声明** 文献检索和筛选、论文撰写为刘慧峰,选题指导、论文修订、审校为刘竞

#### 参 考 文 献

- [1] Huang Y, Wang Y, Wang H, et al. Prevalence of mental disorders in China: a cross-sectional epidemiological study[J]. *Lancet Psychiatry*, 2019, 6(3): 211-224. DOI: 10.1016/S2215-0366(18)30511-X.
- [2] de Jonge P, Roest AM, Lim CC, et al. Cross-national epidemiology of panic disorder and panic attacks in the world mental health surveys[J]. *Depress Anxiety*, 2016, 33(12): 1155-1177. DOI: 10.1002/da.22572.
- [3] Asamoah KT, Dei-Asamoah R. Psychiatry Meets Cardiology: a case report on the need for mental health assessment in the evaluation of cardiovascular symptoms[J]. *Case Rep Psychiatry*, 2022, 2022: 5415196. DOI: 10.1155/2022/5415196.
- [4] Ying-Chih C, Yu-Chen H, Wei-Lieh H. Heart rate variability in patients with somatic symptom disorders and functional somatic syndromes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2020, 112: 336-344. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2020.02.007.
- [5] Goessl VC, Curtiss JE, Hofmann SG. The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: a meta-analysis[J]. *Psychol Med*, 2017, 47(15): 2578-2586. DOI: 10.1017/S0033291717001003.
- [6] Siepman M, Weidner K, Petrowski K, et al. Heart rate variability: a measure of cardiovascular health and possible therapeutic target in dysautonomic mental and neurological disorders[J]. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2022, 47(4): 273-287. DOI: 10.1007/s10484-022-09572-0.
- [7] 徐理, 邹志礼, 何影, 等. 惊恐障碍患者症状与心脏自主神经功能的相关研究[C]//四川省医学会第十五次精神病学学术会议暨第三次心身医学学术会议论文集. 成都: 四川省医学会, 2016: 220.
- [8] Meuret AE, Rosenfield D, Wilhelm FH, et al. Do unexpected panic attacks occur spontaneously[J]. *Biol Psychiatry*, 2011, 70(10): 985-991. DOI: 10.1016/j.biopsych.2011.05.027.
- [9] Taslidere B, Atsiz A. Evaluation of MINOCA syndrome and HEART score in patients presenting to the emergency department with panic attack and chest pain complaints[J]. *Ir J Med Sci*, 2022, 191(5): 2351-2356. DOI: 10.1007/s11845-022-03018-6.
- [10] Kingsbury M, Sucha E, Horton NJ, et al. Lifetime experience of multiple common mental disorders and 19-year mortality: results from a Canadian population-based cohort[J]. *Epidemiol Psychiatr Sci*, 2019, 29: e18. DOI: 10.1017/S2045796018000859.
- [11] Chang HM, Pan CH, Chen PH, et al. Premature death and causes of death among patients with panic disorder and comorbid psychiatric disorders: a nationwide cohort study[J]. *J Psychiatr Res*, 2022, 148: 340-347. DOI: 10.1016/j.jpsychires.2022.02.006.

- [ 12 ] Machado S, Sancassiani F, Paes F, et al. Panic disorder and cardiovascular diseases: an overview[ J ]. *Int Rev Psychiatry*, 2017, 29(5): 436-444. DOI: 10.1080/09540261.2017.1357540.
- [ 13 ] Tully PJ, Turnbull DA, Beltrame J, et al. Panic disorder and incident coronary heart disease: a systematic review and meta-regression in 1131612 persons and 58111 cardiac events[ J ]. *Psychol Med*, 2015, 45(14): 2909-2920. DOI: 10.1017/S0033291715000963.
- [ 14 ] Batista JP, Tavares JB, Gonçalves LF, et al. Mat Pilates training reduces blood pressure in both well-controlled hypertensive and normotensive postmenopausal women: a controlled clinical trial study[ J ]. *Clin Exp Hypertens*, 2022, 44(6): 548-556. DOI: 10.1080/10641963.2022.2079670.
- [ 15 ] Battaglia S, Orsolini S, Borgomaneri S, et al. Characterizing cardiac autonomic dynamics of fear learning in humans[ J ]. *Psychophysiology*, 2022, 59(12): e14122. DOI: 10.1111/psyp.14122.
- [ 16 ] Na KS, Cho SE, Cho SJ. Machine learning-based discrimination of panic disorder from other anxiety disorders[ J ]. *J Affect Disord*, 2021, 278: 1-4. DOI: 10.1016/j.jad.2020.09.027.
- [ 17 ] Zhang Y, Zhou B, Qiu J, et al. Heart rate variability changes in patients with panic disorder[ J ]. *J Affect Disord*, 2020, 267: 297-306. DOI: 10.1016/j.jad.2020.01.132.
- [ 18 ] Muleahy JS, Larsson D, Garfinkel SN, et al. Heart rate variability as a biomarker in health and affective disorders: a perspective on neuroimaging studies[ J ]. *Neuroimage*, 2019, 202: 116072. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2019.116072.
- [ 19 ] Herhaus B, Thesing G, Conrad R, et al. Alterations in heart rate variability and pro-inflammatory cytokine TNF-alpha in individuals with panic disorder[ J ]. *Psychiatry Res*, 2023, 322: 115107. DOI: 10.1016/j.psychres.2023.115107.
- [ 20 ] Kim M, Kim J, Park H, et al. Altered low frequency heart rate variability associated with agoraphobia in panic disorder: a retrospective study[ J ]. *Yonsei Med J*, 2023, 64(11): 670-678. DOI: 10.3349/ymj.2022.0592.
- [ 21 ] Aftyka J, Staszewski J, Dębiec A, et al. Heart rate variability as a predictor of stroke course, functional outcome, and medical complications: a systematic review[ J ]. *Front Physiol*, 2023, 14: 1115164. DOI: 10.3389/fphys.2023.1115164.
- [ 22 ] Graeff FG, Garcia-Leal C, Del-Ben CM, et al. Does the panic attack activate the hypothalamic-pituitary-adrenal axis[ J ]. *An Acad Bras Cienc*, 2005, 77(3): 477-491. DOI: 10.1590/s0001-37652005000300009.
- [ 23 ] Zou Z, Xiang M, Zhang Y, et al. Associations of DNA methylation of HPA axis-related genes and neuroendocrine abnormalities in panic disorder[ J ]. *Psychoneuroendocrinology*, 2022, 142: 105777. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2022.105777.
- [ 24 ] Cosci F, Mansueto G. Biological and clinical markers in panic disorder[ J ]. *Psychiatry Investig*, 2019, 16(1): 27-36. DOI: 10.30773/pi.2018.07.26.
- [ 25 ] 刘秀丽, 杨程甲, 陈立勇. 惊恐障碍患者心理特征和心率变异性的表达及临床意义[ J ]. *中国当代医药*, 2016, 23(31): 33-36. Liu XL, Yang CJ, Chen LY. Expression and clinical significance of psychological characteristics and heart rate variability in patients with panic disorder[ J ]. *China Modern Medicine*, 2016, 23(31): 33-36.
- [ 26 ] Chalmers JA, Quintana DS, Abbott MJ, et al. Anxiety disorders are associated with reduced heart rate variability: a Meta-analysis[ J ]. *Front Psychiatry*, 2014, 5: 80. DOI: 10.3389/fpsyt.2014.00080.
- [ 27 ] Gunduz N, Akpınar Aslan E, Eren F, et al. Analysis of 24-hour heart rate variability among panic disorder patients without previous drug treatment and comorbid disorders[ J ]. *Turkish Journal of Psychiatry*, 2019. DOI: 10.5080/u23715.
- [ 28 ] Choi KW, Jang EH, Kim AY, et al. Heart rate variability for treatment response between patients with major depressive disorder versus panic disorder: a 12-week follow-up study[ J ]. *J Affect Disord*, 2019, 246: 157-165. DOI: 10.1016/j.jad.2018.12.048.
- [ 29 ] Durdu GŞ, Kayıkcıoğlu M, Pirıldar Ş, et al. Evaluation of heart rate variability in drug free panic disorder patients[ J ]. *Noro Psikiyatırs*, 2018, 55(4): 364-369. DOI: 10.5152/npa.2017.19429.
- [ 30 ] Petrowski K, Wichmann S, Siepmann T, et al. Effects of mental stress induction on heart rate variability in patients with panic disorder[ J ]. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2017, 42(2): 85-94. DOI: 10.1007/s10484-016-9346-9.
- [ 31 ] Cheng YC, Su MI, Liu CW, et al. Heart rate variability in patients with anxiety disorders: a systematic review and meta-analysis[ J ]. *Psychiatry Clin Neurosci*, 2022, 76(7): 292-302. DOI: 10.1111/pcn.13356.
- [ 32 ] Tsai CH, Chen PC, Liu DS, et al. Panic attack prediction using wearable devices and machine learning: development and cohort study[ J ]. *JMIR Med Inform*, 2022, 10(2): e33063. DOI: 10.2196/33063.
- [ 33 ] Machine learning paves the way toward the prevention of mental health crises[ J ]. *Nat Med*, 2022, 28(6): 1135-1136. DOI: 10.1038/s41591-022-01820-4.
- [ 34 ] Lavoie KL, Fleet RP, Laurin C, et al. Heart rate variability in coronary artery disease patients with and without panic disorder[ J ]. *Psychiatry Res*, 2004, 128(3): 289-299. DOI: 10.1016/j.psychres.2004.06.005.
- [ 35 ] 单春杰, 黄劲松. 惊恐障碍患者心率变异性研究[ J ]. *临床医药文献电子杂志*, 2016, 3(52): 10321, 10323. DOI: 10.16281/j.cnki.jocml.2016.52.026.
- [ 35 ] Shan CJ, Huang JS. A study of heart rate variability in patients with panic disorder[ J ]. *Electronic Journal of Clinical Medical Literature*, 2016, 3(52): 10321, 10323.
- [ 36 ] Middleton HC, Ashby M. Clinical recovery from panic disorder is associated with evidence of changes in cardiovascular regulation[ J ]. *Acta Psychiatr Scand*, 1995, 91(2): 108-113. DOI: 10.1111/j.1600-0447.1995.tb09749.x.
- [ 37 ] Yeragani VK, Jampala VC, Sobelewski E, et al. Effects of paroxetine on heart period variability in patients with panic disorder: a study of holter ECG records[ J ]. *Neuropsychobiology*, 1999, 40(3): 124-128. DOI: 10.1159/000026608.
- [ 38 ] Prasko J, Latalova K, Diveky T, et al. Panic disorder, autonomic nervous system and dissociation: changes during therapy[ J ]. *Neuro Endocrinol Lett*, 2011, 32(5): 641-651.
- [ 39 ] Diveky T, Prasko J, Kamaradova D, et al. Comparison of heart rate variability in patients with panic disorder during cognitive behavioral therapy program[ J ]. *Psychiatr Danub*, 2013, 25(1): 62-67.

- [ 40 ] 杨玉青, 江磊磊, 蔡震, 等. 广泛性焦虑障碍与心率变异性的相关性研究 [ J ]. 实用老年医学, 2018, 32(4): 392-394. DOI: 10.3969/j.issn.1003-9198.2018.04.024.  
Yang YQ, Jiang LL, Cai Z, et al. A study of the association between generalized anxiety disorder and heart rate variability [ J ]. Practical Geriatrics, 2018, 32(4): 392-394.
- [ 41 ] Mumm J, Pyrkosch L, Plag J, et al. Heart rate variability in patients with agoraphobia with or without panic disorder remains stable during CBT but increases following in-vivo exposure [ J ]. J Anxiety Disord, 2019, 64: 16-23. DOI: 10.1016/j.janxdis.2019.03.001.
- [ 42 ] Garakani A, Martinez JM, Aaronson CJ, et al. Effect of medication and psychotherapy on heart rate variability in panic disorder [ J ]. Depress Anxiety, 2009, 26(3): 251-258. DOI: 10.1002/da.20533.
- [ 43 ] Barlow DH, Gorman JM, Shear MK, et al. Cognitive-behavioral therapy, imipramine, or their combination for panic disorder: a randomized controlled trial [ J ]. JAMA, 2000, 283(19): 2529-2536. DOI: 10.1001/jama.283.19.2529.
- [ 44 ] Herhaus B, Siepmann M, Kahaly GJ, et al. Effect of a biofeedback intervention on heart rate variability in individuals with panic disorder: a randomized controlled trial [ J ]. Psychosom Med, 2022, 84(2): 199-209. DOI: 10.1097/PSY.0000000000001031.
- [ 45 ] Herhaus B, Conrad R, Petrowski K. Effect of a slow-paced breathing with heart rate variability biofeedback intervention on pro-inflammatory cytokines in individuals with panic disorder: a randomized controlled trial [ J ]. J Affect Disord, 2023, 326: 132-138. DOI: 10.1016/j.jad.2023.01.091.
- [ 46 ] Liu S, Li C, Chu M, et al. Associations of forest negative air ions exposure with cardiac autonomic nervous function and the related metabolic linkages: a repeated-measure panel study [ J ]. Sci Total Environ, 2022, 850: 158019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.158019.
- [ 47 ] Zeng C, Lyu B, Deng S, et al. Benefits of a three-day bamboo forest therapy session on the physiological responses of university students [ J ]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(9): 3238. DOI: 10.3390/ijerph17093238.
- [ 48 ] Flux MC, Fine TH, Poplin T, et al. Exploring the acute cardiovascular effects of Floatation-REST [ J ]. Front Neurosci, 2022, 16: 995594. DOI: 10.3389/fnins.2022.995594.
- [ 49 ] Kircanski K, Williams LM, Gotlib IH. Heart rate variability as a biomarker of anxious depression response to antidepressant medication [ J ]. Depress Anxiety, 2019, 36(1): 63-71. DOI: 10.1002/da.22843.
- [ 50 ] Singh I, Rose N. Biomarkers in psychiatry [ J ]. Nature, 2009, 460(7252): 202-207. DOI: 10.1038/460202a.
- [ 51 ] Fava GA, Guidi J, Grandi S, et al. The missing link between clinical states and biomarkers in mental disorders [ J ]. Psychother Psychosom, 2014, 83(3): 136-141. DOI: 10.1159/000360348.

(收稿日期: 2023-10-12)

(本文编辑: 郑圣洁)

· 消息 ·

## 欢迎订阅2024年《神经疾病与精神卫生》杂志

《神经疾病与精神卫生》杂志是神经、精神科学及精神卫生领域的学术性期刊, 国内外公开发行, 2006年被中国科学技术信息研究所收录为中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)。本刊坚持党的出版方针和卫生工作方针, 遵循学科发展规律, 以提高杂志质量、扩大社会效益为使命, 及时反映科学研究的重大进展, 更好地促进国内外学术交流。主要读者对象为广大神经科学、精神科学及精神卫生领域中从事基础、临床医学、教学、科研的工作者及学生。报道内容包括相关各学科领先的教学、科研成果及临床诊疗经验。主要栏目有专家论坛(述评)、论著、学术交流、短篇报道、综述、病例报告、会议纪要、国内外学术动态等。

《神经疾病与精神卫生》杂志国内邮发代号为82-353, 由北京市邮政局发行; 国外发行代号M1690, 由中国国际图书贸易总公司发行。每期定价15.00元, 全年180.00元。欢迎直接通过本社订阅。

银行汇款: 开户行: 中国建设银行建华支行 户名: 《神经疾病与精神卫生》杂志社

账号: 23001626251050500949

联系电话: (010)83191160