

# Review of Heart Rate Variability and Application Research

Wei Wang

College of Teacher Education, China West Normal University, Nanchong Sichuan  
Email: 281020178@qq.com

Received: Aug. 2<sup>nd</sup>, 2019; accepted: Aug. 22<sup>nd</sup>, 2019; published: Aug. 29<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

In recent years, heart rate variability has been widely studied. Heart rate variability is not only regarded as an indicator of autonomic nervous system flexibility, but also as a physiological indicator of self-regulation in psychology. As a non-invasive measure, heart rate variability can easily measure the activity characteristics of autonomic nervous system. At the same time, biofeedback of heart rate variability can also be used to control, regulate and relieve some symptoms, and improve the flexibility of autonomic nerve regulation. The measurement of heart rate variability is convenient, objective and accurate. Therefore it is with high application value.

## Keywords

Heart Rate Variability, Biofeedback, The Neurovisceral Integration Model

---

# 心率变异性及其应用研究进展

王 维

西华师范大学教师教育学院, 四川 南充  
Email: 281020178@qq.com

收稿日期: 2019年8月2日; 录用日期: 2019年8月22日; 发布日期: 2019年8月29日

---

## 摘 要

近年来, 心率变异性的研究十分广泛。心率变异性不仅被视为自主神经系统灵活性的指标, 在心理学上也被看作自我调节的生理指标。作为一个非侵入式的测量指标, 心率变异性可以方便地测量自主神经系统的活动特性。同时, 心率变异性的生物反馈亦可用来控制、调节、缓解某些方面的症状, 提高自主神经调节的灵活性, 心率变异性的测量方便且客观准确, 具有较高的应用价值高。

## 关键词

心率变异性, 生物反馈, 神经内脏整合模型

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

### 1.1. 心率变异性

个体的心率在正常情况下呈不规则性变化。心率变异性(Heart rate variability, HRV)即是指心跳之间的间隔,其随心跳不同而变化。心率的变化可受到交感神经和副交感神经变化的双重影响,交感神经兴奋会造成心率加快,副交感神经的兴奋则会造成心率减慢,心率和节律在很大程度上受自主神经系统调控(Appelhans & Luecken, 2006)。

心率变异性被认为是自主神经系统灵活性的指标,自主神经系统根据生理和心理状态变化引起的情境需求变化来调节心脏活动。心率变异性越高,情绪调节能力越强(Appelhans & Luecken, 2006),在涉及注意力、工作记忆和抑制控制的认知任务上也有更好的表现(Hansen, Johnsen, & Thayer, 2003, 2009; Ottaviani et al., 2018; Saus et al., 2006)。相反,异常低的静息心率变异性和不同任务(如情绪唤起)的心率变异性的大量降低与广泛的精神病理综合征相关,包括焦虑症、注意力问题、自闭症、麻木不仁、抑郁症和精神分裂症(Beauchaine & Thayer, 2015)。来自刘卿,周仁来(2013)的元分析也表明,心率变异性是区分焦虑症患者与正常群体自主神经变化的可靠指标,值得推广使用。

### 1.2. 心脏与大脑的联结——神经内脏整合模型

研究者指出心率变异性是自我调节的生理指标。Thayer 和 Lane (2000, 2009)提出的神经内脏整合模型认为,个体在安静环境下前额皮层对皮下脑区和自主反应施加抑制性反应,使迷走神经调节的心率变异性的个体差异能够反映前额叶皮层活动的个体差异。心脏和大脑是双向连接的:来自大脑的传入输入影响心脏,而来自心脏的传入流出影响大脑(Critchley, Nagai, Gray, & Mathias, 2011)。迷走神经是这个心-脑系统的一个核心组成部分,因此,迷走神经调节的心率变异性不仅仅是一个健康心脏功能的指标,而且代表了一个抑制前额叶过程的标记,就像最近的元分析研究所证实的那样(Thayer et al., 2012)。较高的静息心率变异性被认为反映了较高的自我控制能力,而心率变异性的增加被认为反映了自我控制的实施程度(Segerstrom & Nes, 2007),如研究显示在食物线索暴露的环境中,限制性饮食者的心率变异性增高,表示其更多有意的自我控制(Geisler, Kleinfeldt, & Kubiak, 2016)。

多项经验证据支持了这一理论。如研究发现心率变异性与通过神经成像发现的前额皮质的活动有关(Lane et al., 2009)。且心率变异性涉及到自我调节的过程,如情绪管理和执行功能等紧密联系(Thayer & Lane, 2009),情绪调节和心率变异性具有相同的结构基础:心率变异性越高,腹内侧前额叶皮层和杏仁核的血流越明显(Thayer et al., 2012)。而且研究表明,心率变异性与需要执行功能的行为相联系。比如,迷走神经调节的心率变异性和工作记忆上的表现与持续的测试展示之间存在正相关(Hansen et al., 2003)。

### 1.3. 心率变异性的测量方式和分析方法

当前对心率变异性的测量主要采用三种方式：静息态 HRV、任务中 HRV、变化 HRV。静息状态的心率变异性测量主要指被试在安静状态下采集心率变异性的方式；任务中的心率变异性测量即是在不同的任务状态下，考察被试的心率变异性差异。变化 HRV 即考察心率变异性的变化状况，如某项任务或操作前后的心率变异性变化，以反推该项任务或操作的作用或效果。

当前对心率变异性的分析主要有两种方法，即时域分析法和频谱分析法。在时域分析中，常用时域参数有平均正常 R-R 间期标准差(SDNN)和相邻 R-R 间期差的均方(rMSSD)等。SDNN 一般由 24 小时动态心电图获得，不同时长心电图测量的 SDNN 不能互相比，SDNN 值的大小说明了心率变化的复杂程度，值越大，心率变化信号越复杂，反映的是自主神经系统的调节能力，进一步反映出个体的应激能力和对压力的对抗能力。rMSSD 用来评估心脏迷走神经即副交感神经的调节功能和活性。

对心率变异性的频谱分析是将 RR 间期的时间序列对信号采用数学变换的方法变换到频率上，形成频谱曲线，并对频谱曲线的形状进行分析。频谱分析通常以高频(HF; 0.15~0.40 Hz)、低频(LF; 0.04~0.15 Hz)为指标，HF 描述的是副交感神经的活动水平，LH 则是交感神经活动特性指标(Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)。

### 1.4. 心率变异性的影响因素

虽然大量研究认为心率变异性作为一个稳定的可靠指标，可以用来指示在自主神经调节灵活性上的个体差异，但在使用时需谨慎，因为心率变异性受多种因素影响。首先，心率变异性受个体的年龄影响，在秩序稳定性方面，基线 HRV 从婴儿期到幼儿期到成年初期和成年期，都表现出不断增加的稳定性(Alkon et al., 2011)；其次，在性别差异上，与男性相比，女性的副交感神经调节更占优势，这可以从她们有更高的高频心率变异性中推测到(Koenig & Thayer, 2016)。另外，锻炼和生活方式影响心率变异性，比如频繁的锻炼能有效提高心率变异性而吸烟和酗酒则会降低心率变异性(Britton & Hemingway, 2007; Thayer et al. 2010)。除此之外，也有研究者报告了也有研究者报告了心率变异性上的种族差异，如非裔美国人比欧裔美国人有更高的心率变异性(Hill et al., 2015)。基于此，研究者在进行心率变异性的测量和分析时需要排除或控制相关因素的影响。如实验前告知被试禁止饮酒、喝咖啡，保持良好的作息等，并在统计控制阶段将锻炼次数和年龄作为协变量纳入相关分析。

## 2. 心率变异性的应用——生物反馈

心率变异性分析是近年来发展起来的一项定量评估心脏自主神经系统功能活动水平的无创性技术，反映交感神经与迷走神经活性及其平衡协调的关系。自主神经系统的紊乱，即较低的心率变异性会导致大量慢性疾病以及心理健康水平和生理的失调，而通过心率变异性的生物反馈(Heart rate variability biofeedback, HRVB)能有效减少个体心理和身体症状(Henriques et al., 2011; American College Health Association, 2007)。

20 世纪中叶，生物反馈被提出并发展起来作为一门医疗技术和学科用作对病人的康复治疗，且大多被应用于由自主神经功能紊乱所导致的疾患中。生物反馈是将细微的生理信号直接与大脑皮层建立联系，形成条件反射控制内脏器官的活动。通常情况下，个体很难意识到自己的身体生物信号，如呼吸、皮温、肌电、血压、心率等。但通过先进的技术，我们可将模糊信号转成听觉、视觉信号，并可让个体根据这些信号，对自主神经系统的活动进行控制或是即时纠正偏离正常范围内的的心脏活动(张苏范, 毕希名, & 周燮生, 1987)。简言之，生物反馈即训练人们了解自己的生理信号，并基于此有意识地调控自身的心理生理活动，通过中枢神经系统调控以往难以调控的植物神经系统的功能或者调控运动行为(张力为 & 马启伟, 1998)。

### 3. 心率变异性生物反馈的具体应用

心率变异性的生物反馈运用十分广泛,且逐渐从临床领域、亚临床领域发展至其他心理行为领域,下面以临床心理、运动心理及饮食与肥胖领域为例进行阐述,进一步介绍心率变异性生物反馈的重要作用。

#### 3.1. 临床心理

在临床心理中,心率变异性的生物反馈治疗应用十分普及。常被应用在伴有自主神经功能紊乱的精神障碍人群中,尤其是在抑郁障碍、焦虑障碍及精神分裂症中。抑郁障碍是一种常见的精神障碍,它可以导致人际关系的不协调和自主神经功能的紊乱,与正常对照组相比,抑郁症患者静息态 HRV 减弱(王优,张欣怡,赵久波,薛湘,&冯现刚,2017),而对有抑郁症状的吸毒人群进行心率变异性的生物反馈训练,发现该训练可以提高其 HRV,改善自主神经功能(Lin, Ko, Fan, & Yen, 2016)。对 11 名重度抑郁症患者的研究也发现,通过心率变异性的生物反馈,患者的抑郁情绪有显著改善,同时 SDNN、正常心脏搏动间隔的标准偏差也在增加,说明 HRVB 可以系统的刺激迷走神经的活性,改善重度抑郁患者的症状(Karavidas et al., 2007)。而近期国外一项研究将 HRV 生物反馈与心理治疗相结合,发现可以改善重度抑郁症的治疗效果(Caldwell & Steffen, 2018)。

近年来,许多研究表明 HRV 生物反馈训练能够有效减少焦虑和抑郁状态(Henriques, Keffer, Abrahamson, & Jeanne Horst, 2011; Karavidas, 2005; Patron et al., 2012),对 120 名精神分裂症患者(随机分为对照组患者 60 名和观察组患者 60 名)的研究中,研究者对观察组采用心率变异性生物反馈治疗,每周进行 3 次治疗,每次持续 40 分钟,总疗程 2 个月。结果发现观察组与其治疗前相比焦虑、抑郁症状明显下降,而对照组治疗前后焦虑抑郁症状并无显著差异(邢志强等,2018)。进一步对 24 项研究进行元分析,研究者发现 HRV 生物反馈训练与自我报告的压力和焦虑大幅降低有关(Goess, Curtiss, & Hofmann, 2017)。

对应激障碍的研究发现,心理应激会引起心脏 R-R 间期变异,R-R 间期显著下降,即心率加快,LF 升高及 HF 下降(张文彩等,2007),一项文献综述分析了 HRV 生物反馈治疗抑郁症和创伤后应激障碍(PTSD)的临床疗效,研究者指出当 HRVB 训练被整合到 PTSD 和抑郁症的治疗中,特别是当这种整合过程与心理治疗相结合时,可能会有临床改善(Blase, Van Dijke, Cluitmans, & Vermetten, 2016)。

#### 3.2. 运动心理

近年来,生物反馈放松训练逐渐被用于体育领域,通过调节运动员的交感神经和副交感神经活性,使之处于平衡状态来增强运动员的自我协调能力,降低运动员的紧张程度,完整地发挥出自身的技战术水平。

在运动心理的研究中,研究者可以通过运动员心率变异性了解运动员的生理和心理状态特点,并通过生物反馈的方式改善运动员的心率变异性,提高运动员的相关能力。如一项针对备战全运会的多名研究发现心率变异性反馈训练有助于提高运动员的放松能力,心率变异性反馈训练有助于缓解运动员的心理疲劳(许昭,2009),而国外一项针对 378 项研究的元分析指出,心率变异性生物反馈是一种有效、安全、易学、实用的提高运动员和教练员运动成绩的方法(Jimenez Morgan & Molina Mora, 2017)。对 9 名大学生高尔夫运动员进行为期 4 个月的生物反馈训练,结果发现运动员的迷走神经活性和心率变异性通过生物反馈训练得到显著提高(窦鑫&刘斌斌,2017)。而对 12 名男子羽毛球运动员的心理训练研究显示,通过心理训练,运动员在心率变异性、和谐值和能谱值等方面有显著提高,运动员对自身放松和运动员的双向调节情绪的能力有很大提高(王丹,2015)。对 41 名年轻且男性运动员进行的为期 21 天的生物反馈发现,接受生物反馈训练的一组中,中枢神经系统的自控能力更好,自主神经系统的灵活性更好(Dziembowska et al., 2015)。上述研究证明了心率变异性生物反馈在多项运动中均能增强运动员自控能力,提高其运动表现。

### 3.3. 饮食与肥胖领域

近些年来,对心率变异性的研究被应用到饮食失调和肥胖领域。在厌食症患者中,研究者发现副交感神经调节占优势,交感神经调节较少(Mazurak, Enck, Muth, Teufel, & Zipfel, 2011),而对肥胖的人群来说,则是交感神经调节占优势、较少的副交感神经调节,且在减肥组的肥胖人群和非减肥组的肥胖人群的比较中发现,减肥组的肥胖人群在减肥后其副交感神经调节呈现出增加的趋势(Karason, Molgaard, Wikstrand, & Sjostrom, 1999)。另外,在 Meule, Freund, Skirde, Vögele 和 Küble (2012)的研究中,研究者通过心率变异性的生物反馈来降低食物成瘾者的瘾。

## 4. 总结与展望

综上所述,心率变异性不仅是自主神经调节灵活性的可靠指标,也是自上而下的自我调节的生理指标。基于此,致力于提高心率变异性的生物反馈研究层出不穷,并在各领域均取得不错效果。但实际上,提高个体自主神经灵活性的方式灵活多样,包括瑜伽练习、放松训练、冥想技术等均可显著提高其心率变异性(周玉来,陆盛,宋国林, & 马小雷, 2011),未来的研究可进一步结合其他训练,如放松训练、运动训练、心理训练等,提升个体副交感神经系统活性,缓解紧张、焦虑、抑郁等负面情绪,并增强个体在情绪和行为上的自我调节能力,进一步支持目标导向行为,并提升大脑在决策、解决问题、创新等方面加工信息的能力。

其次,当前国内对心率变异性的研究正处在快速发展阶段,也迅速蔓延至各相关心理领域,但总的来看,国内生物反馈技术仍多应用于临床领域,非临床领域较少,治疗较多,预防与发展较少,缺少前瞻性研究。未来研究可拓展至其他研究领域和被试群体,以进一步探讨心率变异性对个体身心健康的影响。

另外,在对心率变异性的分析中,尚缺乏统一规范,在分析参数上,一些研究使用时域指标进行分析,另一些研究使用频域指标;在记录时长上,有 24 小时、5 分钟或 10 分钟不等。测量和分析标准的不统一,造成相关结果之间的比较出现困难。此外,心率变异性分析的指标可能会受到被试者的呼吸状态、体位变化、测试的时间段、交感与副交感神经的活性等多种因素的影响,这些因素如何进一步标准化也值得探讨。

## 参考文献

- 窦鑫,刘斌斌(2017). 生物反馈训练对大学生高尔夫运动员心率变异性的影响. *科技资讯*, (13), 205-206.
- 刘卿,周仁来(2013). 焦虑症患者心率变异性研究的元分析. *北京师范大学学报(自然科学版)*, 49(5), 9-12.
- 王丹(2015). 生物反馈技术在男子羽毛球运动员心理训练中的应用. *湖州师范学院学报*, 37(4), 46-51.
- 王优,张欣怡,赵久波,薛湘,冯现刚(2017). 抑郁症心率变异性研究进展. *中国神经精神疾病杂志*, 43(10), 634-637.
- 邢志强,李玲,翟燕楠,等(2018). 心率变异性生物反馈治疗对精神分裂症合并抑郁、焦虑症状的影响. *福建医药杂志*, 40(4), 125-127.
- 许昭(2009). 心率变异性反馈训练对运动员心理疲劳调节的应用研究. *山东体育学院学报*, 25(11), 46-48.
- 张力为,马启伟(1998). *体育运动心理学*. 杭州:浙江教育出版社.
- 张苏范,毕希名,周燮生(1987). *生物反馈*. 北京:北京科学技术出版社.
- 张文彩,阎克乐,路运青,张娣,洪捷,袁立壮,张月娟 (2007). 不同心理刺激诱发的交感和副交感神经活动的比较. *心理学报*, 39(2), 285-291.
- 周玉来,陆盛,宋国林,马小雷(2011). 放松训练对心率变异性的影响. *武警医学院学报*, 20(1), 70-72.
- Alkon, A., Boyce, W. T., Davis, N. V., & Eskenazi, B. (2011). Developmental Changes in Autonomic Nervous System Resting and Reactivity Measures in Latino Children from 6 to 60 Months of Age. *Journal of Developmental and Behavior*

- Pediatrics*, 32, 668-677. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e3182331fa6>
- American College Health Association (2007). American College Health Association National College Health Assessment Spring 2006 Reference Group Data Report (Abridged). *Journal of American College Health*, 55, 195. <https://doi.org/10.3200/JACH.55.4.195-206>
- Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2006). Heart Variability as an Index of Regulated Emotional Responding. *Review of General Psychology*, 10, 229-240. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.3.229>
- Beauchaine, T. P., & Thayer, J. F. (2015). Heart Rate Variability as a Transdiagnostic Biomarker of Psychopathology. *International Journal of Psychophysiology*, 98, 338-350. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.08.004>
- Blase, K., Van Dijke, A., Cluitmans, P. J., & Vermetten, E. (2016). Efficacy of HRV-Biofeedback as Additional Treatment of Depression and PTSD. *Tijdschriftvoorpsychiatrie*, 58, 292-300.
- Britton, A., & Hemingway, H. (2007). Heart Rate Variability in Healthy Populations: Correlates and Consequences. In M. Malik (Ed.), *Dynamic Electrocardiography* (pp. 90-111). Hoboken, NJ: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470987483.ch11>
- Caldwell, Y. T., & Steffen, P. R. (2018). Adding HRV Biofeedback to Psychotherapy Increases Heart Rate Variability and Improves the Treatment of Major Depressive Disorder. *International Journal of Psychophysiology*, 131, 96-101. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.01.001>
- Critchley, H. D., Nagai, Y., Gray, M. A., & Mathias, C. J. (2011). Dissecting Axes of Autonomic Control in Humans: Insights from Neuroimaging. *Autonomic Neuroscience*, 161, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2010.09.005>
- Dziembowska, I., Izdebski, P., Rasmus, A., Brudny, J., Grzelczak, M., & Cysewski, P. (2015). Effects of Heart Rate Variability Biofeedback on EEG Alpha Asymmetry and Anxiety Symptoms in Male Athletes: A Pilot Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 41, 141-150. <https://doi.org/10.1007/s10484-015-9319-4>
- Geisler, F. C. M., Kleinfeldt, A., & Kubiak, T. (2016). Restrained Eating Predicts Effortful Self-Control as Indicated by Heart Rate Variability during Food Exposure. *Appetite*, 96, 502-508. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.10.020>
- Goess, V. C., Curtiss, J. E., & Hofmann, S. G. (2017). The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback Training on Stress and Anxiety: A Meta-Analysis. *Psychological Medicine*, 47, 2578-2586. <https://doi.org/10.1017/S0033291717001003>
- Hansen, A., Johnsen, B., & Thayer, J. (2003). Vagal Influence on Working Memory and Attention. *International Journal of Psychophysiology*, 48, 263-274. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(03\)00073-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(03)00073-4)
- Hansen, A., Johnsen, B., & Thayer, J. (2009). Relationship between Heart Rate Variability and Cognitive Function during Threat of Shock. *Anxiety Stress and Coping*, 22, 77-89. <https://doi.org/10.1080/10615800802272251>
- Henriques, G., Keffer, S., Abrahamson, C., & Jeanne Horst, S. (2011). Exploring the Effectiveness of a Computer-Based Heart Rate Variability Biofeedback Program in Reducing Anxiety in College Students. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36, 101-112. <https://doi.org/10.1007/s10484-011-9151-4>
- Hill, L. K., Hu, D. D., Koenig, J., Sollers, J. J., Kapuku, G., Wang, X., Thayer, J. F. et al. (2015). Ethnic Differences in Resting Heart Rate Variability: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Psychosomatic Medicine*, 77, 16-25. <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000133>
- Jimenez Morgan, S., & Molina Mora, J. A. (2017). Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Sport Performance, a Systematic Review. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 42, 235-245. <https://doi.org/10.1007/s10484-017-9364-2>
- Karason, K., Mølgaard, H., Wikstrand, J., & Sjöström, L. (1999). Heart Rate Variability in Obesity and the Effect of Weight Loss. *The American Journal of Cardiology*, 83, 1242-1247. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(99\)00066-1](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(99)00066-1)
- Karavidas, M. (2005). Heart Rate Variability Biofeedback Device into Clinical Practice for Patients with Anxiety Disorders: Results of a Pilot Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 33, 55-61. <https://doi.org/10.1007/s10484-007-9046-6>
- Karavidas, M., M Lehrer, P., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Marin, H., Buyske, S., Hassett, A. et al. (2007). Preliminary Results of an Open Label Study of Heart Rate Variability Biofeedback for the Treatment of Major Depression. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32, 19-30. <https://doi.org/10.1007/s10484-006-9029-z>
- Koenig, J., & Thayer, J. F. (2016). Sex Differences in Healthy Human Heart Rate Variability: A Meta-Analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, 64, 288-310. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.007>
- Lane, R. D., McRae, K., Reiman, E. M., Chen, K., Ahern, G. L., & Thayer, J. F. (2009). Neural Correlates of Heart Rate Variability during Emotion. *Neuroimage*, 44, 213-222. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.07.056>
- Lin, I. M., Ko, J. M., Fan, S. Y., & Yen, C. F. (2016). Heart Rate Variability and the Efficacy of Biofeedback in Heroin Users with Depressive Symptoms. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*, 14, 168-176. <https://doi.org/10.9758/cpn.2016.14.2.168>
- Mazurak, N., Enck, P., Muth, E., Teufel, M., & Zipfel, S. (2011). Heart Rate Variability as a Measure of Cardiac Autonomic

- Function in Anorexia Nervosa: A Review of the Literature. *European Eating Disorders Review*, 19, 87-99.  
<https://doi.org/10.1002/erv.1081>
- Meule, A., Freund, R., Skirde, A. K., Vögele, C., & Küble, A. (2012). Heart Rate Variability Biofeedback Reduces Food Cravings in High Food Cravers. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 37, 241-251.  
<https://doi.org/10.1007/s10484-012-9197-y>
- Ottaviani, C., Zingaretti, P., Petta, A. M., Antonucci, G., Thayer, J. F., & Spitoni, G. F. (2018). Resting Heart Rate Variability Predicts Inhibitory Control above and beyond Impulsivity. *Journal of Psychophysiology*, 33, 198-206.  
<https://doi.org/10.1027/0269-8803/a000222>
- Patron, E., Messerotti Benvenuti, S., Favretto, G., Valfrè, C., Bonfà, C., Gasparotto, R., & Palomba, D. (2012). Biofeedback Assisted Control of Respiratory Sinus Arrhythmia as a Biobehavioral Intervention for Depressive Symptoms in Patients after Cardiac Surgery: A Preliminary Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 38, 1-9.  
<https://doi.org/10.1007/s10484-012-9202-5>
- Saus, E., Johnsen, B., Eid, J., Riisem, P., Andersen, R., & Thayer, J. (2006). The Effect of Brief Situational Awareness Training in a Police Shooting Simulator: An Experimental Study. *Military Psychology*, 18, S3-S21.  
[https://doi.org/10.1207/s15327876mp1803s\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327876mp1803s_2)
- Seegerstrom, S. C., & Nes, L. S. (2007). Heart Rate Variability Reflects Self-Regulatory Strength, Effort, and Fatigue. *Psychological Science*, 18, 275-281. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01888.x>
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *European Heart Journal*, 17, 354-381.
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A Model of Neurovisceral Integration in Emotion Regulation and Dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61, 201-216. [https://doi.org/10.1016/S0165-0327\(00\)00338-4](https://doi.org/10.1016/S0165-0327(00)00338-4)
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2009). Claude Bernard and the Heart-Brain Connection. Further Elaboration of Model of Neurovisceral Integration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33, 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>
- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J., & Wager, T. D. (2012). A Meta-Analysis of Heart Rate Variability and Neuroimaging Studies: Implications for Heart Rate Variability as a Marker of Stress and Health. *Neuroscience and Behavioral Reviews*, 36, 747-756. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>
- Thayer, J. F., Yamamoto, S. S., & Brosschot, J. F. (2010). The Relationship of Autonomic Imbalance, Heart Rate Variability and Cardiovascular Disease Risk Factors. *International Journal of Cardiology*, 141, 122-131.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2009.09.543>

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;  
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7273, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/> 顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ap@hanspub.org](mailto:ap@hanspub.org)