

# 事件相关脑电位在成瘾问题研究中的应用

马庆国, 王小毅, 戴坤懿

浙江大学管理学院, 310058

E-mail: [Kevinwxy@zju.edu.cn](mailto:Kevinwxy@zju.edu.cn)

**摘要:** 以事件相关脑电位 (event related potential, 简称 ERP) 为代表的脑成像技术是窥视和研究人体大脑的窗口, 如何充分利用这些信息窗口, 将其应用在过去只能借助生理、心理和行为研究的领域, 对研究客观化具有十分重大的意义。在成瘾方面更是如此。本文是一篇综述性文章, 解释了事件相关电位技术的基本原理、提取方法以及具体在成瘾机理方面研究的应用。

**关键词:** 事件相关脑电位 ERP 成瘾

## 1. 脑电与事件相关脑电

人的大脑被头骨封闭其中, 观察脑的活动较为困难。过去, 主要通过行为实验的方法进行分析。其实, 大脑留下了少数几个观测活体的窗口, 如: 脑电、脑磁、眼动等。它们是窥视和研究人体大脑的窗口。如何充分利用这几个信息窗口进行脑科学的研究, 极为重要。

目前, 利用这几个窗口的应用较广泛的技术主要是医学影象设备的功能成像技术。如, 正电子发射断层扫描术(PET), 单光子发射层析术(SPELT), 功能性磁共振成像术(fMRI)等, 以及更为重要的 EEG (脑电图) /MEG (脑磁图) 测量技术。后者在脑科学研究和临床应用方面有着不可替代的作用。

EEG/MEG 技术所检测的完全是生物体的自发或诱发的信息, 检测成像过程是无创伤性的, 是窥视大脑的窗口。脑电磁技术对大脑神经元活动的动态过程的追踪, 可以到毫秒级。由于神经元本身在受到刺激后 10 毫秒内即可产生反应, 所以 EEG/MEG 完全能够反映大脑神经的实时变化情况, 实现对脑神经活动的实时检测。

而 PET (正电子发射断层扫描术), SPELT (单光子发射层析术) 等需要示踪剂 (有放射性) 进入人体; fMRI 有强磁场, 对人体有损害; 并且它们的时间分辨率很低(每次成像时间需 1 分钟), 因此不可能用它们来观测毫秒间的神经活动。

与脑电测量设备 (EEG 设备) 相比, 脑磁 (MEG) 测量设备十分昂贵。因为脑磁信号极其微弱, 磁感应强度在  $10^{-12}$  至  $10^{-15}$  T (Tesla) 之间, 仅为地磁场和环境磁噪声的十亿分之一。要测到它, 设备就要复杂, 费用要高, 应用也受到了一定的限制。而记录和分析脑电所需的硬件设备就比较简单, 价格相对脑磁测量设备要低廉多了。

脑电是生物电的一种, 它能够在多种不同的水平上被检测出来。例如, 直接在脑内神经元及突触上(用微电极)测, 在大脑皮层(用硬脑膜下电极)测, 在头骨(用硬脑膜上电极)测, 在皮肤表面(用头皮电极)测。其中, 在头皮测最为简单实用。

在头皮测量的脑电包括自发脑电(spontaneous EEG)和诱发脑电(evoked potential, EP)两种。自发 EEG 是指在没有特定外界刺激时, 神经系统本身自发产生的电位变化。诱发脑电 (EP) 是指人为地对感觉器官施加光、声、电以及触压等不同刺激后所引起的脑电位变化。

由不同的物理刺激特别是心理因素(如期待、准备、注意等)所引起的诱发脑电(EP),称为事件相关(脑)电位(event related potential,简称ERP)。它在“阅读”脑的功能状态(生理、病理、心理、感知、认知等)方面,有着极其重要的应用。

## 2. 实践相关脑电的提取

脑电图(或脑动电流图)虽然可以显示为二维脑功能成像图形,但却没有与脑功能相关的时间与波形特性。记录到的自发电位本身也不能反映脑的高级功能活动。

脑的高级功能活动所产生的脑电信号通常比自发电位小,它被淹没在自发电位中,难以观察到。但是采用计算机叠加技术可以将这些信号波形从自发电位中提取出来。

ERP方法是在EEG记录方法基础上,增加刺激与叠加过程而成,其电极、导联、放大、数字化方法也与EEG相同。ERP测量输出的是一系列“时间—电位”波形曲线。它可精确地反映脑电信号的开始时间、延续时间、波幅与波形等。

ERP波形按潜伏期的长短大体可以分为四类。小于10ms(毫秒)的是早期成分,高频短纯音(10HZ)产生的脑干诱发电位,每个成分均有明确的解剖学基础;10ms至50ms为中期成分,可能与头皮肌反射有关;150ms至500ms为晚期成分,与心理认知过程有关;大于500ms者为慢波,其意义目前尚不十分明确(以上参见唐孝威,1999; )。

## 3. 事件相关脑电位技术在成瘾研究中的应用

不论什么原因引起的成瘾,其共同点都是体内发生了生理变化(例如多巴胺、去甲肾上腺激素、内啡肽等成分等方面的变化)。一旦离开成瘾的对象,体内某些成分的改变就会使成瘾者处于痛苦的戒断状况中。但是,这些生理层面的变化的测量常常是困难的、成本高的或难以实时活体测量的。按照目前的技术,只有脑电测量是最方便的观察活体生理层面变化的窗口。事件相关电位(event related potential, ERP)测量技术,就是测量与认知相关问题的脑电变化的成熟技术之一。它被大量地应用在有关成瘾问题的研究方面。

### 3.1 物质成瘾研究

药物和酒精等物质成瘾是以神经生理功能紊乱、病态行为及持久的心理渴求为特征的。近来,事件相关电位(ERP)技术越来越被广泛地用于评估有认知损害的群体的状况。

#### 3.1.1 阿片类药物成瘾的ERP研究

目前在阿片类认知功能研究中应用ERP,已经取得了显著的成果。现有的相关研究一致认为,阿片依赖患者ERPs表现异常,阿片依赖患者P300波幅、潜伏期、波形等方面均有异常改变,提示阿片类依赖可导致认知功能损害。目前国内外研究都一致认为,成瘾性药物侵入了正常情况下只与愉快、诱因性动机以及学习有关的神经回路。这些脑回路本来是为维持个体的正常生存给刺激赋予心理奖赏特征的神经结构。但是,成瘾性药物侵人这些系统后,不仅比自然奖赏物的作用更强烈,而且足以改变这些脑系统的结构与机能(李武,郝伟,2005; Papageorgiou, Rabavilas, Liappas & Stefanis, 2003)

### 3.1.2 非药物成瘾 ERP 研究

如酒精成瘾研究显示, 成瘾者的N1波幅很低, 显示嗜酒者的认知加工能力下降, 对相关及无关通道的信息不能很好地加以区分。N2是任务难度的客观指标, 目前研究显示, 酒精成瘾者的N2波幅都比较小。嗜酒者N2潜伏期不随辨别的难易程度而变化, 不论任务的难易, 均比对照组要长, 提示嗜酒者用更多的时间对刺激进行评价, 因此在执行辨别任务时很困难。有关实验表明, 酒精中毒患者对小概率靶刺激所诱出的P3波幅比正常人显著降低甚至消失, 不论靶或非靶刺激, 患者均表现为低波幅P3, 也说明不论难易嗜酒者都按难辨别刺激进行反应的(郭崧, 杜万君, 王援朝, 姜佐宁, 2001; 王一牛, 罗跃嘉, 2004)。

## 3.2 非物质成瘾研究

### 3.2.1 赌博成瘾的相关研究

关于赌博成瘾, Comings等人(1996)在病理性赌博者的身上找到了多巴胺D2受体基因; Bergh等人(1997)提出, 病理性赌博者的多巴胺和去甲肾上腺素系统出现了明显的变化; 还有人在病理性赌博者身上发现了血小板一元胺氧化酶(MAO)活动的异常。

Gehing, W. J. and Willoughby, A. R., (2002)和Hiroaki, Shigeki, Gehring & Katuo (2006)的赌博游戏ERP实验指出, 大脑中前皮层和前额叶皮质环路部位的MFN和SPN的振幅均有增大, 显示出赌博者对于前次的损失会采取更大的风险选择, 这将会导致更高的期望。

### 3.2.2 网络成瘾相关研究

目前国内外对网络成瘾的研究都局限于自测问卷的测量上, 都是在心理层面上的解释, 而用ERP技术来研究网瘾问题, 刚刚开始, 还没有重要成果发布出来。

由于脑电研究的客观性, 借助事件相关脑电位研究与量表研究的结合, 能够产生与脑电研究一致的高效度的量表, 减少因为判别标准差异所带来的研究结果的矛盾, 把对网瘾的研究建立在更科学的基础之上。

## 参考文献

- [1] Hiroaki, M., Shigeki, T., Gehring, W. J., & Katuo, Y. (2006). Affective-motivational influences on feedback-related ERPs in a gambling task. *Brain Research*. 2006, Available at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [2] Gehing, W. J. & Willoughby, A. R., (2002). The medial frontal cortex and the rapid processing of monetary gains and losses. *Science*. 295, 2279-2282.
- [3] Papageorgiou, C., Rabavilas, A, Liappas, I. & Stefanis, C. (2003). Papageorgiou, Do obsessive-compulsive patients and abstinent heroin addicts share a common psychophysiological mechanism. *Neuropsychobiology*. 47, 1-11
- [4] 郭崧, 杜万君, 王援朝, 姜佐宁 (2001), 酒依赖者认知功能障碍的事件相关电位研究, 中国药物依赖性杂志, 10 (4), 271-273
- [5] 李武, 郝伟 (2005), 阿片类依赖者事件相关电位的变化, 中国行为医学科学, 第14卷(5), 472-474
- [6] 王一牛, 罗跃嘉 (2004), 酒精滥用的认知障碍与电生理研究, 中国药物依赖性杂志, 第13卷(3), 161-164

## The Event Related Potential (ERP) Technology in The Study on Addiction

Ma Qingguo, Wang Xiaoyi, Dai Shenyi  
the college of management, Zhejiang University, 310058

### Abstract

This paper is a review about the technology of Event Related Potential (ERP) in the study on addiction. ERP is the window to look into human being's brain. With it, we can get more external results in the fields which we could only use the physiological or psychological methods in the past. This paper concludes the theory of ERP, the ways to get EEG or ERP, and the studies in different addiction.

**Keywords:** Event Related Potential, ERP, addiction

**作者简介:** 马庆国, 男, 1945 年生, 浙江大学管理学院管理科学与工程系教授, 博士生导师, 浙江大学技术创新与科技产业发展研究中心主任, 国务院学位委员会管理科学学科组成员, 全国博士后科研流动站管理科学与工程组评委。《科研管理》《研究与发展管理》《预测》等期刊编委。研究领域: 信息管理与行为决策, 高技术产(企)业管理, 科技管理, 技术经济, 金融与财税管理。