

# 网络成瘾的认知神经科学研究述评<sup>\*</sup>

牛更枫 孙晓军 周宗奎 魏 华

(青少年网络心理与行为教育部重点实验室;

华中师范大学心理学院暨湖北省人的发展与心理健康重点实验室, 武汉 430079)

**摘 要** 随着研究的深入, 认知神经科学的技术和方法被越来越多地应用于网络成瘾的研究中。这些研究主要集中在对网络成瘾者的认知加工功能受损、注意偏向、认知加工倾向、抑制控制和感觉寻求以及网络成瘾的神经通路的研究。在此基础上指出了这些研究结果在探究网络成瘾的机制和实际应用中的价值, 并提出未来的研究应该明确网络成瘾与高级认知功能损害的关系, 整合现有的研究方法, 扩大研究对象和研究指标, 突出研究成果在网络成瘾鉴别和干预中的应用价值。

**关键词** 网络成瘾; 认知神经科学; 心理生理机制

**分类号** R395; B842; B845

## 1 前言

网络作为信息时代的主要标志和应用工具, 在人们的生活带来极大便利的同时, 长时间无节制地使用网络会给个体的身心健康带来严重的负面后果, 导致心理、社会功能的明显受损(Lam, Peng, Mai, & Jing, 2009; 刘勤学, 方晓义, 周楠, 2011)。这种由于过度的网络使用所带来的负面后果首先为美国心理学家所关注, 并将其命名为网络成瘾(Internet Addiction, IA) (Young, 1998)。

Young (1998)根据其对网络成瘾症状的分析, 认为网络成瘾最类似于赌博成瘾, 并将网络成瘾定义为无成瘾物质作用下的上网行为失控。我国台湾学者周倩结合自己的研究, 将网络成瘾定义为: 由于重复使用网络所导致的一种慢性或周期性的着迷状态, 并产生难以抗拒的再度使用欲望, 同时产生想要增加使用时间的张力、耐受性以及克制退瘾等现象, 对于上网所带来的快感会一直存在心理与生理上的依恋(引自陈侠, 黄希庭, 白

纲, 2003)。Armstrong (2001)对网络成瘾的概念进行了全面的阐述, 认为网络成瘾包含多种行为以及冲动-控制问题, 并将网络成瘾划分为五种类型: 网络关系成瘾、网络强迫行为、网络色情成瘾、信息收集成瘾和电脑成瘾。

在对网络成瘾的研究过程中, 很多学者基于自己的研究提出了不同的理论模型, 以解释网络成瘾的特点和机制。这些模型主要有 Young 提出的 ACE (Anonymity 匿名性、Convenience 便利性和 Escape 逃避现实)模型, Davis 的认知-行为模型, Grohol 的阶段模型, 以及刘志娟、张树君在综合各理论模型基础上提出的社会-心理-生理模型, 这一模型主张从多因素综合探究网络成瘾的形成机制(刘树娟, 张智君, 2004); 越来越多的研究者也支持要从心理、社会以及生理的综合角度来探究网络成瘾(Weinstein & Lejoyeux, 2010; 贺金波, 郭永玉, 向远明, 2008)。

目前的研究大多集中在网络成瘾者的人格特质、影响网络成瘾的环境因素等方面, 对网络成瘾者的认知神经科学的研究较少, 网络成瘾的形成和维持机制还不明确(Weinstein & Lejoyeux, 2010; 戴砢懿, 马庆国, 王小毅, 2011; 黄敏等, 2010)。网络成瘾和传统的成瘾障碍有着相似的行为和心理表现, 如对成瘾物强烈的心理渴求, 成瘾行为的突显性、退瘾性和耐受性 (Shaw & Black,

收稿日期: 2012-09-26

<sup>\*</sup> 国家社科基金重大项目(11&ZD151)、国家科技支撑计划(2011BAK08B)、教育部人文社科青年基金项目(11YJC190020)和华中师范大学重大培育项目(CCNU11C01005)资助。

通讯作者: 孙晓军, E-mail: sxj\_ccnu@hotmail.com

2008),但是网络成瘾和传统的成瘾障碍是否具有相似的心理、生理机制还未有定论。近年来,认知神经科学的方法和技术被广泛地应用于成瘾障碍的研究中,这些研究主要集中在成瘾障碍的鉴别和诊断,成瘾障碍造成的认知加工功能受损以及成瘾障碍产生和维持的生理心理机制这几个方面(陈小异,吕建国,2009)。这些认知神经科学的研究方法和范式也开始被越来越多地应用在对网络成瘾者的研究中,这些研究主要集中在对网络成瘾者的认知加工功能受损、注意偏向、认知加工倾向、抑制控制和感觉寻求,以及网络成瘾的神经通路的研究。

## 2 网络成瘾者的认知加工功能受损研究

有关网络成瘾者的研究结果一致证实,网络成瘾者的认知加工功能受损并出现感觉功能易化的现象,其思维能力、语言认知能力、短时记忆能力以及决策能力下降,且相关功能脑区出现异常。

在ERP的研究中,P300的波幅是大脑信息加工能力的指标,P300的潜伏期反映了个体对刺激信息的反应时间(Kok,2001;Papageorgiou et al.,2004)。贺金波,郭永玉,柯善玉和赵仑(2008)采用ERP技术探讨了网络游戏成瘾者的认知功能损害的问题,结果发现网络游戏成瘾者的听觉P300波幅显著低于非成瘾者,提示网络游戏成瘾者认知功能的下降;同时网络游戏成瘾者的听觉N1波幅显著地高于非成瘾者,出现感觉功能的易化现象;其他的研究者也证实,过度使用互联网导致个体P300波幅降低,潜伏期延长(Yu,Zhao,Li,Wang,& Zhou,2009;郁洪强,赵欣,刘海婴,王明时,周鹏,2009),这些研究都证实网络成瘾者的一般认知加工能力下降。

面孔和表情识别在个体日常的社会生活和交往中有着重要作用,高文斌和陈祉妍(2006)对网络成瘾青少年表情识别的ERP研究证实,网络成瘾青少年表现出明显的表情认知易化现象,提示其可能存在情绪知觉功能的改变;赵仑和高文彬(2007)进行的面孔识别的ERP研究也发现,网络成瘾者N170的潜伏期显著提前,提示其早期视觉功能易化,这可能是网络成瘾者社会功能受损的生理原因。

此外,网络成瘾也会导致语言、记忆和思维这些重要的认知能力的损害。ERP的N400成分

与语言认知加工相关,金璞、傅先明、钱若兵、牛朝诗和韩晓鹏(2009)运用语言流畅性实验的研究结果表明,网络成瘾者的N400波幅降低,潜伏期延长,提示网络成瘾青少年的常规语言流畅功能下降;Xiong和Yao(2010)的研究证实网络成瘾者的短时记忆功能受损。脑电的复杂性反映了大脑思维活动的活跃程度,脑电复杂性越小,表明大脑思维活动越迟钝(尉胜男,孙学进,朱守艳,2010),郁洪强等应用非线性动力学的研究发现,网络成瘾者在静息状态下自发脑电的复杂度值显著降低,表明其思维活动功能受损(郁洪强,汪曦,赵欣,李宁,刘海婴,王明时,2009)。Sun等(2009)运用赌博任务的研究证实网络过度使用者的决策能力下降,其策略选择所需要的时间显著高于对照组(Sun et al.,2009);Pawlikowski和Brand(2011)及梁三才和游旭群(2010)对网络成瘾者的研究也得出了相似的结论,网络成瘾者的决策功能受损——在决策中仅仅着眼于短期获益而不顾其所带来的长期负面后果。语言、记忆、决策和决策能力在个体日常的生活有着极为重要的作用,现有的研究取得了一些成果,但还需加强和深入,以进一步明晰网络成瘾与这些语言、思维等高级认知功能的关系。

认知加工能力受损往往伴随着生理异常,颞叶异常与多种成瘾障碍有关;成瘾障碍会引起这些脑区形态、功能的变化,这些变化可能与成瘾者的认知和决策问题相关(尉胜男等,2010),对网络成瘾群体的研究也得出了相似的结论。刘军(2009)运用fMRI的研究表明,网络成瘾者存在脑功能的异常——额叶神经元功能低下或者部分神经元丢失;齐印宝(2011)运用fMRI技术通过Oddball实验范式的研究结果表明,网络成瘾组前额叶MMN的波幅显著升高,这提示网络成瘾者前额叶功能下降。还有研究者基于提速形态测定法,使用磁共振技术扫描分析了网络成瘾青少年的大脑灰质密度,结果显示相对于正常群体,网络成瘾青少年的左扣带回前部、左扣带回后部、左岛叶及左舌回灰质密度降低(Zhou et al.,2011)。这些脑区形态、功能的异常可能是网络成瘾者认知功能损害的生理和神经基础。

## 3 网络成瘾者的认知加工倾向研究

网络成瘾者不仅表现出认知加工功能受损,

而且存在异于常人的认知加工特点。许多研究证实,网络成瘾者具有负性、消极的认知加工倾向。王智、江琦和张大均(2008)运用 Tversky 的社会认知实验范式的研究发现,无论是在编码加工还是在再认过程中,网络成瘾者都存在负性、消极的认知加工倾向。郑希付(2009)通过 Stroop 范式的研究也表明,网络成瘾患者的认知加工过程出现异常:表现出对积极信息的忽视或拒绝积极认知加工的认知特点;倾向于选择消极信息,并进行消极的认知加工。

很多研究证实,网络成瘾群体存在普遍的人际、情绪困扰(Caplan, Williams, & Yee, 2009; Ko, Yen, Yen, Chen, & Chen, 2012; Lam et al., 2009; 唐志红, 周世杰, 2009),而网络成瘾群体中存在的负性、消极的认知加工倾向可能是这些人际、情绪困扰的内在原因之一。

有关物质成瘾障碍的研究表明物质成瘾者常常表现出不顾长期损失,偏好短时获益的不良决策倾向,他们的这种只关注眼前奖赏不顾长远消极结果的决策倾向与成瘾障碍有着密切联系(Barry & Petry, 2008)。研究证实,在网络成瘾群体中也存在这种不良的决策倾向(Pawlikowski & Brand, 2011; 梁三才, 游旭群, 2010);有研究者进一步运用 fMRI 技术探讨了网络成瘾者在赌博任务中的决策问题,结果发现网络成瘾者在获得金钱时其眶额皮层的激活显著高于正常群体,在丧失金钱时其眶额皮层的激活显著低于正常群体(Dong, Huang, & Du, 2011),这表明网络成瘾者对于奖赏性刺激的敏感性和对于惩罚性刺激的耐受性,梁三才和游旭群(2010)的研究也证实了这一点,这种只关注眼前奖赏的不良决策倾向会使个体沉迷于网络使用所带来的满足感中,可能是造成网络成瘾的认知机制之一。

#### 4 网络成瘾者的注意偏向研究

同时,网络成瘾者的注意也表现出异于常人的特点。对酗酒者、吸烟成瘾者的研究表明,这些物质成瘾者都表现出对成瘾物质相关刺激的注意偏向(即注意自动转移到成瘾物质上并维持较长时间)(Field & Cox, 2008; Montgomery et al., 2010);同时可卡因依赖者面对可卡因图片的刺激时的脑波会出现一个明显的慢正成分,这一慢正成分可以作为对毒品心理渴求的测量指标

(Franken, Hulstijn, Stam, Hendriks, & van den Brink, 2004)。

虽然网络成瘾个体的认知加工功能受损,常常表现出对外界事物的注意力涣散,但其对网络相关的刺激却有强烈而敏感的注意力(高文斌, 陈祉妍, 2006)。研究者运用 Oddball、Stroop 实验范式以及 ERP 的研究结果都证实同物质成瘾类似,网络成瘾群体普遍存在对网络相关刺激的注意偏向。

张智君、赵均榜、张锋、杜凯利和袁旦(2009)运用点探测实验范式的研究发现,网络成瘾者的早期成分出现较早,且存在对网络相关刺激的注意偏向;Metcalfe 和 Pammer (2011)使用 Stroop 范式对网络游戏成瘾者的研究也发现,网络游戏成瘾者对网络游戏相关词汇存在明显的注意偏向,Decker 和 Gay (2011)的研究也得到了相同的结论。戴砷懿等人(2011)ERP 实验的结果显示,在网络游戏成瘾组中网络游戏相关刺激诱发了波幅显著偏大的 P200 和 P300,提示网络游戏成瘾者在信息加工的早期阶段将更多的注意资源分配给了与网络游戏相关的刺激。

Cox, Brown 和 Rowlands (2003)发现,被试的饮酒量和他们酒线索的注意偏向有关,很多研究者也认为对成瘾物的注意偏向与成瘾行为的形成与维持以及戒瘾行为失败相关(Field, Munafò, & Franken, 2009; Hogarth, Dickinson, Janowski, Nikitina, & Duka, 2008; Janes et al., 2010)。因此,网络成瘾者对网络相关刺激的注意偏向可能是引发和维持网络成瘾行为的认知机制。

物质成瘾的研究验证了对可卡因相关刺激的敏感性是毒品成瘾患者行为动机和情感依赖产生的驱动因素(van de Laar, Licht, Franken, & Hendriks, 2004),物质成瘾的脑功能和电生理指标证实了物质成瘾的成瘾诱因敏感化理论(陈小异, 吕建国, 2009);但是这一理论是否可以用来说明网络成瘾患者对网络相关刺激的注意偏向以及网络成瘾的生理心理机制还需进一步的研究。

此外,成瘾障碍的核心特征之一是对成瘾物的强烈的心理渴求(Shaw & Black, 2008),Thalemann, Wölfling 和 Grüsser (2007)的研究发现网络游戏成瘾者在面对网络游戏图片时,同物质成瘾者类似,会出现一个明显的慢正成分,这提示网络成瘾患者在信息加工晚期对网络相关刺激

进行了情感性加工,这一成分也许可以作为其心理渴求程度的测量指标,这种心理渴求很可能是网络成瘾行为得以维持和网络成瘾者出现退瘾现象的重要原因。

## 5 网络成瘾者的抑制控制和感觉寻求研究

在针对青少年危险行为(如物质依赖、暴力或犯罪行为等)的研究中,Steinberg (2008)提出了双系统模型,该模型指出感觉寻求和冲动控制是个体危险行为发生的主要影响因素。抑制控制(冲动控制)功能的异常是成瘾障碍的核心特征之一,且抑制控制能力以及感觉寻求和物质成瘾行为之间存在显著相关(Fillmore & Rush, 2002; Fu et al., 2008)。研究者运用 Stroop、Go/Nogo 实验范式以及 ERP 的研究结果都证实网络成瘾者的抑制控制能力存在缺陷,感觉寻求水平较高。

张传柱(2010)采用 Stroop 实验范式的研究发现网络成瘾者的抑制控制能力显著低于非网络成瘾者,提示抑制控制能力的缺损可能是造成网络成瘾的一个关键因素。

Go/Nogo 实验范式被广泛地应用于抑制控制的 ERP 研究中。NogoN2 成分是个体的抑制加工能力的体现,NogoN2 的波幅小,表明个体的抑制控制能力欠缺 (van Meel, Heslenfeld, Oosterlaan, & Sergeant, 2007)。研究者运用 Go/Nogo 实验范式的 ERP 研究结果显示网络成瘾组的 NogoN2 的波幅低于对照组,提示网络成瘾者的抑制控制能力低下(Dong, Zhou, & Zhao, 2011; Zhou, Yuan, Yao, Li, & Cheng, 2010);另一项研究在证实网络成瘾者 NogoN2 的波幅较低的同时,发现其 NogoP3 的波幅增高,潜伏期延长,这提示网络成瘾障碍者在面对同样的抑制任务时需要投入更多的心理资源,抑制控制的效率较低(Dong, Lu, Zhou, & Zhao, 2010)。贺金波、郭永玉、柯善玉和赵仑(2008)发现,网络成瘾者的听觉 N1 的波幅显著地高于非成瘾者,这一方面说明了网络成瘾者存在感觉功能受损,另一方面这可能与感觉寻求的倾向有关。

大脑额叶在注意、计划、记忆、决策以及冲突监控中起重要作用,并且额叶皮质是冲动控制的关键脑区(Robbins, 2005),fMRI 的研究表明,同物质成瘾者类似,网络成瘾患者的额叶功能低下,

这是其抑制控制能力低下的生理和神经基础(杜万萍等, 2011; 刘军, 2009; 齐印宝, 2011)。

很多学者也将网络成瘾看成是一种冲动控制障碍(Cho et al., 2010; Meerkerk, van Den Eijnden, Franken, & Garretsen, 2010)。有研究者运用问卷测量的方法进行的相关研究证实,感觉寻求倾向和网络成瘾存在显著相关,感觉寻求的人格特质可以预测网络成瘾(郭莲荣, 梅松丽, 张明, 2009);自我控制能力和病理性互联网使用显著负相关,存在病理性互联网使用倾向的个体自我控制能力低下(Kim, Namkoong, Ku, & Kim, 2008)。对网络成瘾者的问卷调查研究结果和上述运用认知神经科学方法的研究结果一致:网络成瘾者的抑制控制能力存在缺陷,感觉寻求水平较高,这可能是网络成瘾形成和维持的原因之一。这一方面验证了 Steinberg (2008)的双系统模型,即感觉寻求和冲动控制是个体危险行为发生的重要原因,另一方面也表明物质成瘾、网络成瘾以及其它的危险(偏差)行为存在着共同的易感因素和产生机制。

## 6 网络成瘾的神经通路(奖赏系统)研究

与其它的研究方法相比,认知神经科学的方法能够深入地探究心理和行为的内在机制。对成瘾障碍的研究发现人脑中存在与物质成瘾相关的神经通路——奖赏系统,这一神经通路主要包括前额叶、伏核、杏仁核、海马、纹状体、中脑腹侧被盖区等。这个奖赏系统的存在被看成是成瘾行为产生和维持的重要神经基础(Adinoff, 2004; Greck et al., 2009; Wrase et al., 2007)。研究表明在网络成瘾群体中也存在类似的神经通路。

国外的研究者利用 fMRI 技术对网络游戏成瘾者的研究发现,网络游戏成瘾者在观看网络游戏视频时,其右前额皮层、右侧伏核、双侧前扣带回、额叶背外侧面,右侧尾状核、右侧海马以及中脑等脑区的激活显著高于对照组(Han et al., 2011; Ko et al., 2009);国内的学者利用 fMRI 技术,探究与网络游戏成瘾相关脑区的功能定位,也发现网络游戏成瘾青少年在网络游戏视频线索的诱发下会出现特异脑区激活,主要包括双侧额叶背外侧面、后扣带回、双侧顶叶、双侧颞叶和枕叶视皮层、双侧岛叶、右侧伏核、右侧尾状核、右侧海马以及中脑(黄敏等, 2010; 钱若兵等, 2008);上述脑区与国内外其他学者研究中的物质成瘾的

神经通路具有相似性,可以看作是网络成瘾的神经通路或“奖赏系统”,构成了线索诱导下网络渴求的神经基础,该系统可能参与了网络成瘾的产生与维持。

杜贵金(2011)的研究发现,与正常个体相比,网络游戏成瘾者在相关脑区的激活强度和激活范围方面存在一定差异,提示网络游戏成瘾导致了相关脑区的功能改变,这些改变可能是网络游戏成瘾者的某些行为学表现的神经功能基础;但是研究也发现物质成瘾的神经通路的主要结构——中脑边缘多巴胺系统中的中脑腹侧被盖区、杏仁核等脑区,在网络游戏成瘾群体中并没有被激活,提示网络游戏成瘾的神经机制可能有别于物质成瘾。

网络成瘾患者存在与物质成瘾相似的神经通路——奖赏系统,并和物质成瘾的奖赏系统有部分脑区的重合,这些脑区很可能是网络成瘾的形成和维持的神经基础;但是这些研究发现的奖赏系统的脑区和物质成瘾的脑区并不完全一致。对网络成瘾的神经机制以及网络成瘾和其它成瘾行为是否有相同的神经机制还需要更加深入的研究。

## 7 研究展望

认知神经科学的方法和技术被越来越多地被应用于心理学的研究中,这些方法和技术包括 Stroop、点探测等实验范式,以及 ERP、fMRI 等技术。这为我们提供了新的研究视角和思路,有助于揭示网络成瘾的深层机制,加深我们对网络成瘾的认识和理解,明晰网络成瘾的鉴别标准和干预措施。但目前的研究还存在一些问题和不足,未来的研究有必要在以下几个方面进行更为深入的研究。

### 7.1 明确网络成瘾与高级认知功能损害的关系

目前有关网络成瘾对认知加工功能损害的研究多集中在对部分初级认知功能(如注意和知觉功能)的研究上,但高级的认知功能如推理、语言和决策能力在个体生活中的作用更为重要;已有的研究证实网络成瘾个体的语言流畅性和决策功能受损,但是对于这些方面的研究还需加强和深入,如进一步探究网络成瘾对决策中的风险知觉、分析归纳以及逻辑推理能力的影响。此外,对网络成瘾者的认知加工功能受损的深入研究,可

以为判断网络成瘾个体的戒断水平和干预效果评估提供依据,同时也为戒断后有效地恢复和提高相应的认知能力提供依据。

### 7.2 扩展研究方法

传统的理论从网络成瘾的心理和行为层面着手,不能全面、清晰地阐释网络成瘾的发生和维持机制。今后的研究要将多种方法技术综合运用,如将 ERP 的高时间分辨率和 fMRI 的高空间分辨率结合起来,全面深入地探究网络成瘾的认知神经机制。

同时,目前对成瘾障碍的认知神经研究范式大多是对正常群体研究范式的翻版(陈小异,吕建国,2009),如注意研究的 Stroop 范式,ERP 研究的 Odball 范式,Go/Nogo 范式,点探测范式等。而网络成瘾群体相对正常群体在认知加工方面具有其特殊性,要深入地探究网络成瘾的认知神经机制,就需要在现有研究范式的基础上,设计出具有针对性的研究范式。例如,由于存在不同的网络成瘾类型,因此在研究刺激的选择上应该选择个性化的成瘾相关刺激;此外,还应该区分不同类别的成瘾相关刺激,如可以将网络游戏刺激分为一般性刺激(普通游戏场景)和高相关场景(战斗、升级的场景)以探究那些游戏刺激和网络游戏成瘾存在较高的相关度。

### 7.3 加深研究层次

在研究对象的选择上,不能只局限于成瘾被试和正常被试的对比研究,要将不同成瘾程度及不同戒断水平的被试纳入研究对象,深入探究网络成瘾的机制以及对个体认知功能的损害;同时,要对网络成瘾的不同亚型分别加以研究,比较确定其异同点,为网络成瘾的诊断、干预和治疗提供理论基础和技术支持,并且还要深入地探究网络成瘾和其它成瘾行为的在心理和生理上机制上的异同。

在 ERP 研究中,不同的脑波成分代表不同的认知加工过程。对网络成瘾的 ERP 研究主要集中在几个脑波成分上:P300, N1, N2, NogoN2/ P3, 对其余的波成分如反映大脑自动化加工过程的 MMN,反映人类在前注意阶段决定对事物是否注意的自动分类加工的 PN,反应情绪加工过程的 LPP 以及与人类行为目的、决策相关的 ERN 等脑波成分的研究不足。这些脑波反映了人脑不同的认知加工过程和机制,在探究网络成瘾的心理生

理机制以及网络成瘾对个体的认知加工功能的影响方面有着独特的优势,对这些波成分进行更多和更深入的研究有助于对网络成瘾进行更全面和更深入的研究。

#### 7.4 突出研究成果的应用价值

科学研究的目的在于提高实践的科学性,以后的研究要探究如何将认知神经科学的研究成果应用于实践。比如传统的网络成瘾的鉴别和诊断主要是通过量表或问卷测量,虽然这种鉴别和诊断方法具有较好的信效度,但无可置疑,量表问卷只将关注点放在个体的行为和感受层面,具有固有的缺陷和不足(Petry, 2011;曹建琴,张慧,2010)。以往的有关毒品成瘾的研究表明低波幅的P300可以作为鉴别毒品成瘾的一个重要指标(Iacono, Malone, & McGue, 2003;陈小异,吕建国,2009)。在网络成瘾群体中普遍存在的低波幅的P300,面对网络相关刺激时明显的慢正成分,以及对网络相关刺激表现出的注意偏向可以作为鉴别和诊断网络成瘾的标准,补充量表问卷方法的不足,提高鉴别标准的客观性和科学性。此外大量的研究证实网络成瘾个体抑制控制能力存在缺陷,感觉寻求水平较高,据此可以进行相应的干预训练,如对成瘾个体进行延迟满足能力的干预。

#### 参考文献

- 曹建琴,张慧.(2010).网络成瘾测评工具研究进展.《中国健康心理学杂志》,18(3),374-376.
- 陈侠,黄希庭,白纲.(2003).关于网络成瘾的心理学研究.《心理科学进展》,11(3),355-359.
- 陈小异,吕建国.(2009).毒品成瘾的ERP研究进展.《成都医学院学报》,4(1),72-76.
- 戴昶懿,马庆国,王小毅.(2011).网络游戏成瘾者对成瘾相关线索的注意偏向:一项ERP研究.《心理科学》,34(6),1302-1307.
- 杜贵金.(2011).青少年网络游戏成瘾者静息态BOLD-fMRI研究.硕士学位论文,泰山医学院.
- 杜万萍,刘军,高雪屏,李凌江,李卫晖,李欣,...周顺科.(2011).网络成瘾大学生脑功能性磁共振成像特点.《中南大学学报(医学版)》,36(8),744-749.
- 高文斌,陈祉妍.(2006).网络成瘾病理心理机制及综合心理干预研究.《心理科学进展》,14(4),596-603.
- 郭莲荣,梅松丽,张明.(2009).大学生感觉寻求人格特质与网络成瘾.《教育科学》,25(3),57-61.
- 贺金波,郭永玉,柯善玉,赵仑.(2008).网络游戏成瘾者认知功能损害的ERP研究.《心理科学》,31(2),380-384.
- 贺金波,郭永玉,向远明.(2008).青少年网络游戏成瘾的发生机制.《中国临床心理学杂志》,16(1),46-48.
- 黄敏,钱若兵,傅先明,王昌新,刘影,韩晓鹏,...汪业汉.(2010).网络游戏成瘾者相关脑区功能定位的fMRI研究.《中华神经医学杂志》,9(2),167-171.
- 金璞,傅先明,钱若兵,牛朝诗,韩晓鹏.(2009).青少年网络成瘾的事件相关电位N400研究.《立体定向和功能神经外科杂志》,21(6),333-335.
- 梁三才,游旭群.(2010).网络成瘾者情感决策能力的对照研究.《中国临床心理学杂志》,18(5),597-599.
- 刘军.(2009).网络成瘾发生机制的神经影像学.博士学位论文,中南大学.
- 刘勤学,方晓义,周楠.(2011).青少年网络成瘾研究现状及未来展望.《华南师范大学学报(社会科学版)》,(3),65-70.
- 刘树娟,张智君.(2004).网络成瘾的社会-心理-生理模型及研究展望.《应用心理学》,10(2),48-54.
- 齐印宝.(2011).网络成瘾者前额叶功能异常:事件相关电位MMN和静息态fMRI的研究.硕士学位论文,安徽医科大学.
- 钱若兵,傅先明,韩晓鹏,牛朝诗,汪业汉,王昌新,刘影.(2008).青少年网络游戏成瘾的功能性磁共振成像研究.《立体定向和功能神经外科杂志》,21(4),207-211.
- 唐志红,周世杰.(2009).网络成瘾青少年的心理特点研究.《中国临床心理学杂志》,(2),164-166.
- 王智,江琦,张大均.(2008).网络成瘾者的编码和再认实验研究.《心理发展与教育》,24(1),106-112.
- 尉胜男,孙学进,朱守艳.(2010).网络成瘾的神经影像学研究进展.《磁共振成像》,1(5),392-396.
- 郁洪强,汪曦,赵欣,李宁,刘海婴,王明时.(2009).网络成瘾患者的EEG小波熵与复杂度特征分析.《中国生物医学工程学报》,28(1),157-160.
- 郁洪强,赵欣,刘海婴,王明时,周鹏.(2009).过度使用互联网对脑电时频特性的影响研究.《自然科学进展》,19(4),456-461.
- 张传柱.(2010).网络成瘾者抑制能力的对照研究.《中国健康心理学杂志》,18(6),652-653.
- 张智君,赵均榜,张锋,杜凯利,袁旦.(2009).网络游戏过度使用者的注意偏向及其ERP特征.《应用心理学》,14(4),291-296.
- 赵仑,高文彬.(2007).网络成瘾患者早期面孔加工N170的研究.《航天医学与医学工程》,20(1),72-74.
- 郑希付.(2009).网络成瘾者不同情绪状态下的认知加工特征.《心理学报》,41(7),630-638.
- Adinoff, B. (2004). Neurobiologic processes in drug reward and addiction. *Harvard Review of Psychiatry*, 12(6), 305-320.
- Armstrong, L. (2001). How to beat addiction to cyberspace. *Vibrant Life*, 17(4), 14-17.
- Barry, D., & Petry, N. M. (2008). Predictors of decision-making on the Iowa Gambling Task: Independent effects of lifetime history of substance use disorders and performance on the Trail Making Test. *Brain and Cognition*, 66(3), 243-252.
- Caplan, S., Williams, D., & Yee, N. (2009). Problematic Internet use and psychosocial well-being among MMO players. *Computers in Human Behavior*, 25(6),

- 1312–1319.
- Cho, S. I., Lee, Y. S., Baek, H. T., Han, D. H., Kee, B. S., Park, D. B., & Ko, B. J. (2010). Insecure attachment and impulsivity-inattention problem in adolescent with a high risk of substance or internet addiction. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association*, 49(4), 393–400.
- Cox, W. M., Brown, M. A., & Rowlands, L. J. (2003). The effects of alcohol cue exposure on non-dependent drinkers' attentional bias for alcohol-related stimuli. *Alcohol and Alcoholism*, 38(1), 45–49.
- Decker, S. A., & Gay, J. N. (2011). Cognitive-bias toward gaming-related words and disinhibition in World of Warcraft gamers. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 798–810.
- de Greck, M., Supady, A., Thiemann, R., Tempelmann, C., Bogerts, B., Forschner, L., ... Northoff, G. (2009). Decreased neural activity in reward circuitry during personal reference in abstinent alcoholics—An fMRI study. *Human Brain Mapping*, 30(5), 1691–1704.
- Dong, G. H., Huang, J., & Du, X. X. (2011). Enhanced reward sensitivity and decreased loss sensitivity in Internet addicts: An fMRI study during a guessing task. *Journal of Psychiatric Research*, 45(11), 1525–1529.
- Dong, G. H., Lu, Q. L., Zhou, H., & Zhao, X. (2010). Impulse inhibition in people with Internet addiction disorder: Electrophysiological evidence from a Go/NoGo study. *Neuroscience Letters*, 485(2), 138–142.
- Dong, G. H., Zhou, H., & Zhao, X. (2011). Male Internet addicts show impaired executive control ability: Evidence from a color-word Stroop task. *Neuroscience Letters*, 499(2), 114–118.
- Field, M., & Cox, W. M. (2008). Attentional bias in addictive behaviors: A review of its development, causes, and consequences. *Drug and Alcohol Dependence*, 97(1–2), 1–20.
- Field, M., Munafò, M. R., & Franken, I. H. A. (2009). A meta-analytic investigation of the relationship between attentional bias and subjective craving in substance abuse. *Psychological Bulletin*, 135(4), 589–607.
- Fillmore, M. T., & Rush, C. R. (2002). Impaired inhibitory control of behavior in chronic cocaine users. *Drug and Alcohol Dependence*, 66(3), 265–273.
- Franken, I. H. A., Hulstijn, K. P., Stam, C. J., Hendriks, V. M., & van den Brink, W. (2004). Two new neurophysiological indices of cocaine craving: Evoked brain potentials and cue modulated startle reflex. *Journal of Psychopharmacology*, 18(4), 544–552.
- Fu, L. P., Bi, G. H., Zou, Z. T., Wang, Y., Ye, E. M., Ma, L., & Yang, Z. (2008). Impaired response inhibition function in abstinent heroin dependents: An fMRI study. *Neuroscience Letters*, 438(3), 322–326.
- Han, D. H., Bolo, N., Daniels, M. A., Arenella, L., Lyoo, I. K., & Renshaw, P. F. (2011). Brain activity and desire for Internet video game play. *Comprehensive Psychiatry*, 52(1), 88–95.
- Hogarth, L., Dickinson, A., Janowski, M., Nikitina, A., & Duka, T. (2008). The role of attentional bias in mediating human drug-seeking behaviour. *Psychopharmacology*, 201(1), 29–41.
- Iacono, W. G., Malone, S. M., & McGue, M. (2003). Substance use disorders, externalizing psychopathology, and P300 event-related potential amplitude. *International Journal of Psychophysiology*, 48(2), 147–178.
- Janes, A. C., Pizzagalli, D. A., Richardt, S., Frederick, B. deB., Chuzi, S., Pachas, G., ... Kaufman, M. J. (2010). Brain reactivity to smoking cues prior to smoking cessation predicts ability to maintain tobacco abstinence. *Biological Psychiatry*, 67(8), 722–729.
- Kim, E. J., Namkoong, K., Ku, T., & Kim, S. J. (2008). The relationship between online game addiction and aggression, self-control and narcissistic personality traits. *European Psychiatry*, 23(3), 212–218.
- Ko, C. H., Liu, G. C., Hsiao, S., Yen, J. Y., Yang, M. J., Lin, W. C., ... Chen, C. S. (2009). Brain activities associated with gaming urge of online gaming addiction. *Journal of Psychiatric Research*, 43(7), 739–747.
- Ko, C. H., Yen, J. Y., Yen, C. F., Chen, C. S., & Chen, C. C. (2012). The association between Internet addiction and psychiatric disorder: A review of the literature. *European Psychiatry*, 27(1), 1–8.
- Kok, A. (2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, 38(3), 557–577.
- Lam, L. T., Peng, Z. W., Mai, J. C., & Jing, J. (2009). Factors associated with Internet addiction among adolescents. *CyberPsychology and Behavior*, 12(5), 551–555.
- Meerkerk, G. J., van Den Eijnden, R. J. J. M., Franken, I. H. A., & Garretsen, H. F. L. (2010). Is compulsive internet use related to sensitivity to reward and punishment, and impulsivity? *Computers in Human Behavior*, 26(4), 729–735.
- Metcalfe, O., & Pammer, K. (2011). Attentional bias in excessive massively multiplayer online role-playing gamers using a modified Stroop task. *Computers in Human Behavior*, 27(5), 1942–1947.
- Montgomery, C., Field, M., Atkinson, A. M., Cole, J. C., Goudie, A. J., & Sumnall, H. R. (2010). Effects of alcohol preload on attentional bias towards cocaine-related cues. *Psychopharmacology*, 210(3), 365–375.
- Papageorgiou, C. C., Liappas, I. A., Ventouras, E. M., Nikolaou, C. C., Kitsonas, E. N., Uzunoglu, N. K., & Rabavilas, A. D. (2004). Long-term abstinence syndrome in heroin addicts: Indices of P300 alterations associated with a short memory task. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 28(7), 1109–1115.
- Pawlikowski, M., & Brand, M. (2011). Excessive Internet gaming and decision making: Do excessive World of Warcraft players have problems in decision making under

- risky conditions? *Psychiatry Research*, 188(3), 428–433.
- Petry, N. M. (2011). Commentary on Van Rooij *et al.* (2011): 'Gaming addiction'—a psychiatric disorder or not? *Addiction*, 106(1), 213–214.
- Robbins, T. W. (2005). Chemistry of the mind: Neurochemical modulation of prefrontal cortical function. *The Journal of Comparative Neurology*, 493(1), 140–146.
- Shaw, M., & Black, D. W. (2008). Internet addiction: Definition, assessment, epidemiology and clinical management. *CNS Drugs*, 22(5), 353–365.
- Steinberg, L. (2008). A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking. *Developmental Review*, 28(1), 78–106.
- Sun, D. L., Chen, Z. J., Ma, N., Zhang, X. C., Fu, X. M., & Zhang, D. R. (2009). Decision-making and prepotent response inhibition functions in excessive internet users. *CNS Spectr*, 14(2), 75–81.
- Thalemann, R., Wölfling, K., & Grüsser, S. M. (2007). Specific cue reactivity on computer game-related cues in excessive gamers. *Behavioral Neuroscience*, 121(3), 614–618.
- van de Laar, M. C., Licht, R., Franken, I. H. A., & Hendriks, V. M. (2004). Event-related potentials indicate motivational relevance of cocaine cues in abstinent cocaine addicts. *Psychopharmacology*, 177(1-2), 121–129.
- van Holst, R. J., Lemmens, J. S., Valkenburg, P. M., Peter, J., Veltman, D. J., & Goudriaan, A. E. (2011). Attentional bias and disinhibition toward gaming cues are related to problem gaming in male adolescents. *Journal of Adolescent Health*, 50(6), 541–546.
- van Meel, C. S., Heslenfeld, D. J., Oosterlaan, J., & Sergeant, J. A. (2007). Adaptive control deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): The role of error processing. *Psychiatry Research*, 151(3), 211–220.
- Weinstein, A., & Lejoyeux, M. (2010). Internet addiction or excessive internet use. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 36(5), 277–283.
- Wrase, J., Schlagenhauf, F., Kienast, T., Wüstenberg, T., Bermühl, F., Kahnt, T., ... Heinz, A. (2007). Dysfunction of reward processing correlates with alcohol craving in detoxified alcoholics. *Neuroimage*, 35(2), 787–794.
- Xiong, J. Y., & Yao, L. Y. (2010, April). *The research of event-related potentials in working memory of the juvenile internet addiction*. Paper presented at the 2010 International Conference on E-Health Networking, Digital Ecosystems and Technologies, Shenzhen, China.
- Young, K. S. (1998). Internet addiction: The emergence of a new clinical disorder. *CyberPsychology and Behavior*, 1(3), 237–244.
- Yu, H. Q., Zhao, X., Li, N., Wang, M. S., & Zhou, P. (2009). Effect of excessive Internet use on the time-frequency characteristic of EEG. *Progress in Natural Science*, 19(10), 1383–1387.
- Zhou, Y., Lin, F. C., Du, Y. S., Qin, L. D., Zhao, Z. M., Xu, J. R., & Lei, H. (2011). Gray matter abnormalities in Internet addiction: A voxel-based morphometry study. *European Journal of Radiology*, 79(1), 92–95.
- Zhou, Z. H., Yuan, G. Z., Yao, J. J., Li, C., & Cheng, Z. H. (2010). An event-related potential investigation of deficient inhibitory control in individuals with pathological Internet use. *Acta Neuropsychiatrica*, 22(5), 228–236.

## A Review of Cognitive Neuroscience Studies on Internet Addiction

NIU Gengfeng; SUN Xiaojun; ZHOU Zongkui; WEI Hua

(Key Laboratory of Adolescent Cyberpsychology and Behavior (CCNU), Ministry of Education;

School of Psychology, Central China Normal University;

Key Laboratory of Human Development and Mental Health of Hubei Province, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** The techniques and methods of cognitive neuroscience are increasingly used in the study of internet addiction as the deepening of research. The current studies are mainly focusing on the impairment of the cognitive processing functions, the attentional bias, the preference of cognitive processing, the inhibitory control and sensation seeking of internet addicts, as well as the neural pathways of internet addiction. On this base, this paper points out the value of these results in the exploration into the mechanism of internet addiction and its practical application, and it puts forward some suggestions that future research should clarify the relationship between internet addiction and the impairment of higher cognitive functions, integrate the current research methods, expand research object and indexes, and highlight the application value of research results in the identification and intervention of internet addiction.

**Key words:** internet addiction; cognitive neuroscience; physiological mechanism