

网络游戏成瘾的磁共振研究进展

秦燕¹, 刘军^{1,2}, 周顺科¹

(1.中南大学湘雅二医院放射科,长沙 410011;2.中南大学公共管理学院博士后流动站,长沙 410083)

【摘要】 网络游戏成瘾(internet game addiction, IGA)给青少年带来的各种行为异常、心理及人格障碍以及神经功能紊乱等消极后果,越来越多地引起了心理学家、医务工作者、教育工作者及全社会的普遍关注。本文通过回顾分析文献就功能磁共振基本原理及应用、网络游戏成瘾脑结构和脑功能磁共振研究三方面综述网络游戏成瘾的研究进展。

【关键词】 网络游戏成瘾;血氧水平依赖;功能磁共振成像;局部一致性

中图分类号: R395.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2013)03-0376-03

Advancement in the Research on Magnetic Resonance Imaging of Internet Game Addiction

QIN Yan, LIU Jun, ZHOU Shun-ke

Department of Radiology, Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China

【Abstract】 After reviewing the related literatures, this paper summarizes the advancement in internet game addiction research mainly with regards to these three aspects: the basic principles and applications of functional magnetic resonance, brain structural magnetic resonance of internet game addiction and brain functional magnetic resonance of internet game addiction.

【Key words】 Internet game addiction; Blood oxygenation level; Dependent functional magnetic resonance imaging; Regional homogeneity

据中国互联网络信息中心(CNNIC)发布《第30次中国互联网络发展状况统计报告》显示:截至2012年7月底,互联网普及率达39.9%,中国网民规模达5.38亿,其中青少年所占比重明显上升,显示出网络在这一群体中的渗透速度非常快。青少年过度使用网络已经严重地影响其生活质量,并引发了一系列的心理及行为问题,从而被医学界、教育界广泛关注^[1,2]。已有大量关于网络游戏成瘾的调查研究,但由于研究方向的局限(侧重于心理学和社会学角度)和研究工具的局限(侧重于心理社会学量表),较少有从医学生物学角度探讨IGA发生机制的研究。又由于在动物中很难建立网络游戏成瘾的模型,而在人类中进行有创伤的实验又违反伦理学原则,所以尽管网络游戏成瘾的核心症状与物质依赖以及病理性赌博基本相同,但其潜在的神经生物学机制有待进一步探明,神经生物学模型有待建立,以期能为网络游戏成瘾的诊断及治疗提供新的指导方向^[3]。

1 功能磁共振基本原理及应用

功能磁共振成像技术(functional magnetic resonance imaging, fMRI)是近年来研究脑功能的一种相对较前沿、较新的技术。在众多脑功能成像技术中,以测定局部血氧水平的血氧水平依赖(blood oxygenation level dependent, BOLD)相对信号的功能磁共振技术(BOLD-fMRI)^[4,5]应用最为广泛。其基本原理主要是基于血液动力学变化与脑神经活动之间存在着密切联系:当大脑受到某项刺激时,相应脑区神经元活动增强,邻近静脉血管和毛细血管床的血流量增加,导致局部氧合血红蛋白含量增加,脱氧血红蛋白含量明显降低,从而引起T2加权像(T2WI)信号增强;反之,T2加权像(T2WI)信号也能反映局部神经元活动,利用平面回波成像技术(echo planar

imaging, EPI)快速成像序列就可以将其检测出来^[6]。

因该技术把神经活动、功能和高分辨磁共振成像技术完美结合,从而得到人脑的功能映射图,且具有技术学科交叉性强、无创伤、可重复、较高的时间和空间分辨率、准确的定位脑功能区及评价高级神经活动等特点,已被广泛应用于脑神经科学、精神病学、心理学等多个领域的基础及临床研究中。研究者们利用BOLD-fMRI技术已对诸如注意缺陷多动症(ADHD)^[7]、香烟成瘾^[8]、阿尔茨海默氏病(Alzheimer's disease, AD)^[9]、酒精依赖、药物成瘾^[10]以及神经精神疾病如抑郁症^[11]、精神分裂症^[12]、广泛性焦虑等疾病进行了大量研究,从疾病的神经基础到脑功能定位等多方面、多角度揭示了这些疾病可能存在的神经机制。

2 网络游戏成瘾的脑结构磁共振研究

近年来,通过动物实验及对成瘾病人的研究,特别是使用fMRI的人脑活体研究,表明网络游戏成瘾的渴求与物质成瘾的渴求可能存在相同的神经生物学机制。对于网络游戏成瘾患者来说,成瘾时间越长,症状越重,影像学改变可能越明显^[11]。因此,可以结合形态学测量方法,深入分析网络游戏成瘾引起的灰白质比例、密度、脑叶及脑室形态等改变^[13]。

前额叶是多巴胺神经环路中的重要结构之一,它主要负责对药物渴求的抑制和认知控制。越来越多的研究表明,额颞叶异常与各种成瘾有关,前额叶与海马和楔前叶的功能连接减弱提示前额叶对学习记忆的调控作用减弱,导致网络游戏成瘾者对网络相关线索和场景的记忆和对网络强化效应显著增强,从而导致成瘾行为的产生。Dong等^[14]发现玩视频游戏的过程中纹状体会释放多巴胺,提示玩游戏的过程中,与奖赏相关的脑区参与了活动,而这些脑区的变化也是药物

成瘾和病理性赌博的重要神经基础。Schlaepfer 等^[14]发现,成瘾者的额叶组织中白质比例明显比对照组低,而其他脑区差异不明显。基于体素的形态学研究表明网络游戏成瘾者楔前叶灰质密度下降,楔前叶与人类工作记忆和警觉功能密切相关。弥散张量成像研究提示成瘾者前额叶和扣带回等区域白质完整性受损。fMRI 研究证实网络游戏成瘾者反应过程中前额叶和扣带回激活明显下降^[15]。

Zhou 等^[16]基于体素形态测定法(voxel-based morphometry, VBM), 使用高分辨 T1 加权磁共振扫描分析网络游戏成瘾青少年大脑灰质密度(gray matter density, GMD)的改变。结果显示,相对于健康对照组,网络游戏成瘾组的左扣带回前部、左扣带回后部、左岛叶及左舌回灰质密度减低。这些改变可能影响相应脑区的功能,并与网络成瘾的临床特征相符。

3 网络游戏成瘾脑功能磁共振研究

功能磁共振成像是通过某项刺激使大脑皮层相应功能区在磁共振设备上成像的技术,目前广泛应用于人脑科学研究、心肌灌注功能成像、肾脏的功能成像等多个领域。

Chih-Hung Ko^[17]等人利用游戏图片为线索诱导网络游戏成瘾者的渴求冲动,与对照组相比,结果发现成瘾组在右侧眶额叶皮层、右侧伏隔核、双侧前扣带回、内侧额叶皮质、右背外侧额叶以及右尾状核出现更明显激活,表明以游戏图片为线索诱导的网络游戏成瘾与物质依赖具有类似的成瘾机制,二者可能具有相同的神经解剖学基础及神经生物学机制。前额皮质评估游戏中奖赏的价值;双侧前扣带回和内侧额叶皮质与游戏冲动、游戏经验的回忆有关;右侧背外侧前额叶皮层(dorsal lateral prefrontal cortex, DLPFC)与工作记忆有关即游戏过程中,成瘾者全身贯注,对其他刺激反应性降低;伏隔核的激活可以恢复以往的游戏情感记忆和加强对游戏寻求行为的动机;尾状核加强成瘾者在非游戏状态下对游戏的渴望。有研究表明,在完成冲动控制任务时,对照组的额叶、边缘叶激活较集中;而网络成瘾组额叶、边缘叶激活区域大于对照组,还可见其他多处区域被广泛激活,如顶叶、颞叶、小脑前叶、豆状核、壳核、丘脑、中脑等。该研究表明,网络成瘾者可能存在脑功能障碍,由于脑组织存在代偿机制,需要增加更多的脑区激活才可能保持脑功能的相对正常。

黄敏等研究显示:当用游戏视频线索刺激网络游戏成瘾者时,其双侧额叶背外侧面、双侧顶叶、后扣带回、双侧岛叶、双侧颞叶和枕叶视皮层、右侧伏隔核、右侧海马、右侧尾状核以及中脑被激活。由此可以推测,上述脑区可能参与了网络游戏成瘾的产生,与奖赏系统具有一定的相似性。

傅先明等研究发现:在静息状态下,网络游戏成瘾组中与伏隔核有功能连接的脑区包括双侧前扣带回、海马、前额叶眶部、顶叶、额叶背外侧面以及对侧伏隔核等脑区;而对照组中,与伏隔核有功能连接的脑区仅为伏隔核周围脑区及对侧伏隔核,并且激活程度明显低于成瘾组。网络游戏成瘾者的伏隔核功能异常,提示伏隔核是网络游戏成瘾奖赏系统的重要组成部分,伏隔核功能异常可能导致了网络游戏成瘾的产生与维持。

Wilson 和 Franken^[18,19]报道在物质成瘾中,激活脑区多集

中于伏隔核、杏仁核、纹状体、前扣带皮层、前额皮层、背外侧前额叶皮层;Potenza^[20]发现在观看赌博场景时,被试者额叶和眶额皮层,基底节激活,丘脑激活减弱,而 Crockford^[21]发现在观看赌博场景时被试者右背外侧前额叶皮层,右内侧额叶皮质,右侧海马旁回,左梭状回等脑区的更大程度的激活。网络游戏成瘾组前额叶与“奖赏系统”中的重要结构如扣带回、额叶背外侧面、海马等功能连接减弱,而与颞枕叶皮层功能连接增强,以上研究结果表明前额叶功能连接异常改变可能与网络成瘾的产生与维持相关。

钱若兵^[22]等研究发现网络游戏成瘾青少年对网络游戏内容表现得更加敏感,在双侧枕叶、颞叶、顶叶、扣带回、隔区、前额叶、海马、尾状核等部位出现的激活远远超过对照组。由此认为网络游戏成瘾青少年对网络游戏内容刺激出现很强的脑区激活,其中枕叶、颞叶与网络游戏的画面刺激相关,在接受视觉的刺激中更加兴奋,有更多的信息被接收入脑内,顶叶(颞枕联合皮质)综合来自不同感官的信息并加以整合,从而形成复杂的知觉与信息的加工和整合相关,而扣带回、隔区、前额叶、海马和尾状核与人的认知功能密切相关,可能参与了网络游戏成瘾行为的形成,上述脑区共同构成了网络游戏成瘾的“奖赏系统”。

刘军^[23]采用局部一致性(regional homogeneity, ReHo)分析方法,在静息背景下比较 19 名网络游戏成瘾大学生及 19 名正常对照者的磁共振脑功能成像结果,发现成瘾组 ReHo 值升高区域主要集中在小脑、脑干、扣带回(右侧)、双侧海马旁回,右侧额叶(直回,额中回及额下回),左侧额上回,左侧楔前叶,右侧中央后回,右侧枕中回,右侧颞下回,左侧颞上回及颞中回;未发现 ReHo 值减低脑区。实验结果提示网络游戏成瘾大学生与正常对照大学生局部一致性存在异常,大部分脑区同步性增强。作者认为这些结果反应了网络游戏成瘾大学生脑功能的改变,而且小脑、脑干、边缘叶、额顶叶同步性增强可能与网络游戏成瘾奖赏通路有关。

4 小结与展望

网络游戏成瘾可能与物质成瘾及病理性赌博存在相同的神经生物学机制,但还需要进一步研究和验证。当前研究仍存在一定局限性:首先,多数研究对象为青少年没有包括其他年龄阶段人群,且样本量偏少,研究结果不具有普遍性;其次,网络成瘾形成和维持的机制非常复杂,目前研究多局限于网络游戏成瘾,而对于其它网络成瘾方式(如网络聊天成瘾、网络性成瘾、网络信息成瘾、网络强迫行为等)建模存在很大的难度,导致相关研究报道非常少见,其成瘾机制有待进一步研究。同时目前只能对激活脑区进行定性研究,对各个脑区激活的强弱进行定量分析还存在困难,所以有关上述激活脑区在网络游戏成瘾中所起作用的大小尚不清楚;最后,功能磁共振研究方法也有待进一步改进和提高。随着科技的进步及脑功能成像技术的快速发展,新的功能成像技术及分子影像学技术被相继开发,尤其是静息态 fMRI、EEG-fMRI、DTI、磁共振波谱分析、脑区之间功能连接等技术的应用及联合,使我们可以更深入探索各脑区之间的相互作用,进一步揭开网络成瘾的神经生物学机制,为临床诊疗和预防

提供理论依据。

参 考 文 献

- Block JJ. Issues for DSM-V: Internet addiction. The American Journal of Psychiatry, 2008, 165(3): 306-307
- 杜万萍, 刘军, 周顺科, 等. 基于 ReHo 方法的大学生网络成瘾静息功能磁共振成像研究. 中国临床心理学杂志, 2012, 20(4): 474-501
- 张阔, 林静, 付立菲. 青少年网络成瘾机制的交互系统模型. 心理研究, 2009, 2: 60-64
- Donahue MJ, et al. Spontaneous blood oxygenation level-dependent fMRI signal is modulated by behavioral state and correlates with evoked response in sensorimotor cortex: A 7.0-T fMRI study. Human Brain Mapping, 2012, 33(3): 511-522
- Moore CI, Cao R. The hemo-neural hypothesis: on the role of blood flow in information processing. Journal of Neurophysiology, 2008, 99(5): 2035-2047
- Krekelberg B, Boynton GM, van Wezel RJ. Adaptation: From single cells to BOLD signals. Trends in Neurosciences, 2006, 29(5): 250-256
- Cao Q, et al. Abnormal neural activity in children with attention deficit hyperactivity disorder: A resting-state functional magnetic resonance imaging study. Neuroreport, 2006, 17(10): 1033-1036
- Lee JH, et al. A functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of cue-induced smoking craving in virtual environments. Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2005, 30(3): 195-204
- Machulda MM, et al. Comparison of memory fMRI response among normal, MCI, and Alzheimer's patients. Neurology, 2003, 61(4): 500-506
- Bolla K, et al. Prefrontal cortical dysfunction in abstinent cocaine abusers. The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences, 2004, 16(4): 456-464
- Dong G, et al. Diffusion tensor imaging reveals thalamus and posterior cingulate cortex abnormalities in internet gaming addicts. Journal of Psychiatric Research, 2012, 46(9): 1212-1216
- Weiss EM, et al. Brain activation patterns during a selective attention test—a functional MRI study in healthy volunteers and unmedicated patients during an acute episode of schizophrenia. Psychiatry Research, 2007, 154(1): 31-40
- Dong G, Huang J, Du X. Alterations in regional homogeneity of resting-state brain activity in internet gaming addicts. Behavioral and Brain Function, 2012, 8(1): 41
- Schlaepfer TE, et al. Decreased frontal white-matter volume in chronic substance abuse. The International Journal of Neuropsychopharmacology, 2006, 9(2): 147-153
- Greicius MD, et al. Functional connectivity in the resting brain: A network analysis of the default mode hypothesis. Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America, 2003, 100(1): 253-258
- Zhou Y, et al. Gray matter abnormalities in Internet addiction: A voxel-based morphometry study. European Journal of Radiology, 2011, 79(1): 92-95
- Ko CH, et al. Brain activities associated with gaming urge of online gaming addiction. Journal of Psychiatric Research, 2009, 43(7): 739-747
- Wilson SJ, Sayette MA, Fiez JA. Prefrontal responses to drug cues: A neurocognitive analysis. Nature Neuroscience, 2004, 7(3): 211-214
- Scorza FA, et al. Progress in neuro-psychopharmacology and biological psychiatry Re: Omega-3 fatty acids and sudden unexpected death in epilepsy: What does the evidence tell us? Progress in Neuro-psychopharmacology and Biology Psychiatry, 2007, 31(4): 972-974
- Potenza MN, et al. Gambling urges in pathological gambling: A functional magnetic resonance imaging study. Archives of General Psychiatry, 2003, 60(8): 828-836
- 钱若兵, 傅先明, 韩晓鹏, 等. 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, 2008, 4: 207-211
- Crockford DN, et al. Cue-induced brain activity in pathological gamblers. Biology Psychiatry, 2005, 58(10): 787-795
- Liu J, et al. Increased regional homogeneity in internet addiction disorder: A resting state functional magnetic resonance imaging study. Chinese Medical Journal, 2010, 123(14): 1904

(收稿日期: 2012-11-27)

(上接第 511 页)

- Fincham FD, Beach SRH, Davila J. Longitudinal relations between forgiveness and conflict resolution in marriage. Journal of Family Psychology, 2007, 21: 542-545
- Ji M. Implementing forgiveness programmes among Chinese college students. Doctoral dissertation, University of Hong Kong, 2012
- 温忠麟, 张雷, 侯杰泰. 有中介的调节变量和有调节的中介变量. 心理学报, 2006, 38: 448-452
- Fincham FD, Paleari FG, Regalia C. Forgiveness in marriage: The role of relationship quality, attributions, and empathy. Personal Relationships, 2002, 9: 27-37

- 叶浩生. 文化模式及其对心理与行为的影响. 心理科学, 2004, 27: 1032-1036
- 张田, 孙卉, 傅安球. 集体主义背景下的宽恕研究及其对心理治疗的启示. 心理科学进展, 2012, 20: 265-273
- Graziano WG, Habashi MM, Sheese BE, et al. Agreeableness, empathy, and helping: A person×situation perspective. Journal of Personality and Social Psychology, 2007, 93: 583-599
- Seligman MEP. Positive health. Applied Psychology: An International Review, 2008, 57: 3-18

(收稿日期: 2012-10-21)