

综 述

网络成瘾的神经影像学研究进展

周 于, 向 慧

(贵州省人民医院, 贵州 贵阳 550002)

通信作者: 向 慧, E-mail: xiangyaxianghui@126.com)

【关键词】 网络成瘾; 神经影像学; 功能磁共振; 脑结构

中图分类号: R749

文献标识码: B

doi: 10.11886/j.issn.1007-3256.2016.03.024

1 引 言

网络的出现带来了人类社会进一步革新的同时,也带来了一些问题,比如网络成瘾(Internet addiction disorder, IAD)。2016年1月发布的中国互联网络发展状况统计报告显示^[1],截止2015年12月,中国网民规模达到6.88亿,同时我国10~29岁的网民占总体的51.3%,因此IAD给青少年带来的消极影响最为突出。Goldberg等^[2]最早在1995年提出IAD这一名称,随后Young^[3]根据《精神障碍诊断与统计手册(第4版)》(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fourth edition, DSM-IV)提出参照与其最相近的病理性赌博的诊断方式描述IAD,在最新的《精神障碍诊断与统计手册(第5版)》(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth edition, DSM-5)^[4]将网络游戏成瘾归为进一步研究的疾病一类中。

心理机制方面的研究中,Young^[3]提出ACE模型;Davis^[5]提出认知-行为模型,刘树娟等^[6]提出了社会-心理-生理模型,张阔等^[7]提出了交互系统模型。现在大多数学者对IAD的研究主要集中在奖赏系统、情绪、冲动控制、认知功能等方面,但是对IAD的神经机制,特别是影像学方面的研究较少,对IAD的生理机制没有明确的结论^[8-9]。随着认知神经科学的发展,越来越多的学者开始关心IAD的认知神经机制^[10],运用神经影像方法研究其神经机制也逐渐成为成瘾研究的主流。目前使用的神经影像研究方式主要有常规核磁共振成像(MRI)、分子显像(PET)、单光子发射计算机断层成像(SPECT)、功能性磁共振成像(fMRI)、弥散张量成像(DTI)、扩散峰度成像(DKI)等。

2 奖赏系统的研究

IAD的成瘾理论模型中,其中一种为大脑奖赏

环路和调节系统理论(前额叶-纹状体)^[11],使用静息态(ReHo)的fMRI和陈氏网络成瘾量表(CIAS)比较IAD组与健康对照组大脑两半球间功能连接性的差异,发现IAD组在双侧额上回、额下回、额中回、体素镜像等位连接性(VMHC)低于对照组,该组CIAS评分与额上回眶部的VMHC值呈负相关,显示了前额叶在IAD神经病理机制中的重要作用,前额叶负责奖赏和自我管理系统的功能,以上证据进一步支持IAD是成瘾行为。

有研究者利用体素脑形态学测量法(VBM)分析被试的大脑灰质^[12],同时还使用了网络成瘾测试(IAT)进行评定,发现IAT评分与灰质容积呈负相关,右侧额叶到左腹侧纹状体的功能连接性与IAT评分呈正相关,前额叶-纹状体环路的改变与IAT评分的上升可能反映出自上而下的前额叶区域调控的降低,维持长期目标能力降低;腹侧纹状体的高激活可能说明其减少了对前额叶的控制。以上结果表明IAD可能是神经元环路的成瘾行为。

PET的研究中,研究者将放射性标记的雷氯必利应用在扫描过程^[13],发现IAD组大脑中纹状体的多巴胺受体有效性水平因受到抑制而降低,这来自于双侧大脑纹状体的背侧尾状核和壳核,正说明了IAD奖赏系统机制的来源。另外IAD评分与多巴胺受体D₂在左背侧尾状核、左背核和右背核可用性呈明显的负相关。

在SPECT研究中^[14],发现IAD组纹状体的多巴胺转运体(DAT)的表达水平明显降低,体积和重量相比对照组明显减小。因为DAT在多巴胺水平和多巴胺标记中扮演重要角色,该异常可能与其大脑多巴胺系统即奖赏系统的功能异常有关,这支持了IAD与其他成瘾均存在类似的神经生物学异常。

用DTI技术比较IAD组和对照组的大脑白质结构图像的区别^[15],发现IAD组大脑网络连接网络的区域损伤,其前额叶、颞叶、扣带等数个脑区的节点效率也明显下降。额叶接受处理周围脑区的神经纤维信息的传入与传出,额下脑回负责形成和维持

项目基金:贵州省留学人员科技创新项目[黔人项目资助合同

(2015)06号]

奖赏系统,其受损会使 IAD 者大脑奖赏回路降低对自然奖赏信号的敏感性,而在网络使用的过程中则能够获得兴奋和满足感,因此更沉溺于网络使用的行为中。

3 情绪的研究

在大脑中,负责情绪调控的部位有额叶、颞叶,特别是前额叶,是与情绪关系密切的脑区,这些部位受损会影响个体的情绪与性格^[16]。ReHo - fMRI 的研究中^[17],使用儿童焦虑情绪障碍量表(SCARED)进行测查,发现 IAD 组 SCARED 评分高于对照组,同时其在腹侧纹状体和双侧尾状核、前扣带回皮层、后扣带回皮层的功能连接性低于对照组,上述发现为 IAD 与纹状体功能环路(包括情感和动机处理、认知控制)的异常有关提供了证据。

VBM 的研究发现了 IAD 者岛叶脑灰质体积明显下降,岛叶参与负性情绪的调节,该异常可能会引起紧张、焦虑、愤怒等情绪^[18]。有研究者^[19]提出岛叶因为与额叶、颞叶、顶叶皮层相联系,会导致药物成瘾者对药物的心理渴望,这同样支持了岛叶参与 IAD 形成。

利用 DKI 对 IAD 全脑灰质进行体素分析,还进行了焦虑自评量表(SAS)、抑郁自评量表(SDS)评定^[20],发现 IAD 组在右侧颞上回和颞下回、右侧额下回、左外侧舌回、额眶皮质的扩散峰度参数值小于对照组,同时 SAS、SDS 评分也低于对照组。上述异常显示出 IAD 者可能存在情绪问题,也提供其对情绪影响的神经机制。

利用 DTI 显示 IAD 者脑白质纤维束的三维图像^[21],并用基于统计的纤维束分析方法(TBSS)和感兴趣的容积分析方法(VOI)进行分析^[15],发现 IAD 组大脑连接网络的区域损伤,扣带回的节点局部效率明显低于正常对照组。扣带皮层作为边缘系统最重要的部分之一,涉及到控制、情绪、积极性等功能的正常运转,其损伤可能会造成个体注意力降低和暴力行为,可以为 IAD 者在生活中的一些异常情绪提供结构上的证据。

4 冲动控制的研究

前额叶在冲动控制和行为决策上扮演重要角色,其异常会导致对冲动行为控制的失调^[22]。利用 fMRI 研究在 Go/No - Go 任务中,IAD 组与对照组脑成像的区别,发现 No - Go 实验中 IAD 组左侧额上回、额中回的激活程度与 BIS - 11 冲动量表和 CIAS 评分呈正相关,说明大脑前额皮层可能参与冲动控制,其功能受损与 IAD 者的高冲动性有关。

Dong 等^[23]利用 fMRI 研究 IAD 者的 Stroop 词

色任务,发现 IAD 组的执行控制网络(ECNs,包括腹内侧面额叶、背外侧面额叶、顶叶皮层)的功能连接性低于对照组,ECNs 的功能连接性与 Stroop 任务的表现呈负相关,与大脑在执行控制区域的激活程度呈正相关,说明 ECNs 的低功能连接性可能是 IAD 的特征之一。

使用 ReHo - fMRI 研究 IAD 组脑岛和伏隔核的功能连接性^[24],发现其在左脑岛和左背外侧面额叶皮层和额眶皮层连接性降低,两侧脑岛直接的连接性升高,与 IAD 组冲动性呈正相关。两半球脑岛连接性升高与冲动性相关,可解释 IAD 者更容易参与上网行为。

在形态学测量中,利用 DTI 扫描 IAD 组和对照组的大脑白质^[25],发现 IAD 组的胼胝体、右侧丘脑、右扣带、海马 FA 值增加,右侧额叶纤维束髓鞘形成,这些部位与大脑的认知控制功能有关。另外 IAD 组全脑白质的 FA 值与其成瘾时间呈正相关,与径向弥散值呈负相关。以上部位的异常可能会无法抑制过度上网的行为,在右侧额叶纤维束增加的髓鞘形成可能是过度上网的结果。

5 认知功能的研究

使用 ReHo - fMRI 来研究 IAD 者大脑功能网络的异常^[26],发现其功能连接体受到阻断,特别是位于额叶、枕叶、顶叶脑区,会影响长程的半球间的连接;另外区域异常与 IAD 严重程度相关,表明 IAD 会损害大脑的功能连接性,可能会涉及行为和认知方面的障碍。

利用 fMRI 对 Go/No - Go 任务的研究中^[22],发现 IAD 组在 No - Go 时其双侧额中回、额下回、右侧前扣带回部位比对照组更活跃,说明其认知过程需要更多的资源,即认知效率较低。因为前额叶在认知过程有重要作用,结果显示其异常被认为会造成大脑执行功能的障碍, IAD 组认知效率低下说明其前扣带回皮层自上而下的认知功能受损。

对于 IAD 与物质成瘾的关系^[27],有研究者利用线索诱导的实验,用 fMRI 研究 IAD 和尼古丁成瘾的被试,发现两组渴望吸烟和上网的冲动有很高的共病性,表现在前扣带、背外侧面额叶、尾状核等边缘系统,海马旁回、脑岛区域激活,这与关联的线索诱导情况一致,也表明网络图像会引起 IAD 者明显的注意偏向,这可能是形成 IAD 的认知机制,同时该研究也显示出两种成瘾可能有类似的神经机制。

6 局限和展望

从对不同文献的阅读中,不难发现每个研究者使用的 IAD 诊断和入组的标准并不相同,常用的几

种 IAD 量表如 Young 簇、Davis 簇诊断标准, Morahan - Martin 制定的量表等, 其测查的方向和重点均有差异^[28]。还有目前一些研究对过度使用网络和 IAD 的界定并不清晰, 尽管同样都会激活大脑奖赏系统, 但长时间使用不一定就是成瘾行为^[29]。

另外是对于被试人群的选取, 大多集中在青少年人群中^[30], 性别上又多为男性, 但对其他人群的研究较少。同时研究的被试人数较少, 其个体差异更可能影响研究结果, 难以解释 IAD 与心理、神经机制变化的联系, 其研究结论的一般性推广就更加困难。

在方法上, 不同的研究者一般只采取一两种方法进行研究, 单纯使用心理量表、认知实验或者影像学, 很少有将三者进行结合; 对于同种方法的不同手段, 也很少综合使用^[31], 比如同时运用 fMRI 和 DTI 两种影像学方法研究大脑的同一区域。研究方法的局限, 也影响了研究成果的推广应用, 多学科、多方法结合使用是这一领域未来的研究方向^[32]。在 IAD 研究的道路上, 还需要敢于创新的研究者, 大胆运用自己的新方法, 来研究这一问题。

参考文献

- [1] 中国互联网络信息中心, 第 37 次中国互联网络发展状况统计报告[EB/OL]. <http://www.199it.com/archives/432572.html>, 2016-01-22.
- [2] Goldberg K, Mascha M, Gentner S, et al. Desktop teleoperation via the World Wide Web[C]// IEEE International Conference on Robotics & Automation. 1995:654-659.
- [3] Young KS. Internet addiction; the emergence of a new clinical disorder[J]. *Cyber Psychol Behav*, 2009, 1(3): 237-244.
- [4] 美国精神医学学会. 精神障碍诊断与统计手册[M]. 5 版. 北京: 北京大学出版社, 2014:779-782.
- [5] Davis RA. A cognitive-behavioral model of pathological Internet use[J]. *Comput Human Behav*, 2001, 17(2):187-195.
- [6] 刘树娟, 张智君. 网络成瘾的社会-心理-生理模型及研究展望[J]. *应用心理学*, 2004, 10(2):48-54.
- [7] 张阔, 林静, 付立菲. 青少年网络成瘾机制的交互系统模型[J]. *心理研究*, 2009, 2(2):60-64.
- [8] 牛更枫, 孙晓军, 周宗奎, 等. 网络成瘾的认知神经科学研究述评[J]. *心理科学进展*, 2013, 21(6):1104-1111.
- [9] Weinstein A, Lejoyeux M. Internet addiction or excessive Internet use[J]. *Am J Drug Alcohol Abuse*, 2010, 36(5):277-283.
- [10] Kuss DJ, Griffiths MD. Internet and gaming addiction: a systematic literature review of neuroimaging studies[J]. *Brain Sci*, 2012, 2(3):347-374.
- [11] Wang Y, Yin Y, Sun YW, et al. Decreased prefrontal lobe interhemispheric functional connectivity in adolescents with internet gaming disorder: a primary study using resting-state fMRI[J]. *PLoS One*, 2015, 10(3):e0118733.
- [12] Kühn S, Gallinat J. Brains online: structural and functional correlates of habitual Internet use[J]. *Addict Biol*, 2015, 20(2):415-422.
- [13] Kim SH, Baik SH, Park CS, et al. Reduced striatal dopamine D2 receptors in people with Internet addiction[J]. *Neuroreport*,

2011, 22(8):407-411.

- [14] Hou H, Jia S, Hu S, et al. Reduced striatal dopamine transporters in people with internet addiction disorder[J]. *J Biomed Biotechnol*, 2012, 2012:854524.
- [15] 董涛. 基于扩散张量成像的青少年网络成瘾者大脑结构连接网络的研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2014.
- [16] 翟金国, 陈敏. 生物精神病学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010:17-18, 27.
- [17] Lin F, Zhou Y, Du Y, et al. Aberrant corticostriatal functional circuits in adolescents with Internet addiction disorder[J]. *Front Hum Neurosci*, 2015, 9:356.
- [18] 翁传波. 基于 fMRI 技术探索脑功能与结构异常在网络游戏成瘾机制中的作用[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2013.
- [19] 朱佳, 王亚蓉, 李强, 等. 功能磁共振评价海洛因依赖者脑局灶一致性改变[J]. *中国医学影像技术*, 2014, 30(12): 1801-1804.
- [20] Sun Y, Sun J, Zhou Y, et al. Assessment of in vivo microstructure alterations in gray matter using DKI in Internet gaming addiction[J]. *Behav Brain Funct*, 2014, 10:37.
- [21] Lin F, Zhou Y, Du Y, et al. Abnormal white matter integrity in adolescents with internet addiction disorder: a tract-based spatial statistics study[J]. *PLoS One*, 2012, 7(1): e30253.
- [22] Ding W, Sun J, Sun Y, et al. Trait impulsivity and impaired prefrontal impulse inhibition function in adolescents with Internet gaming addiction revealed by a Go/No-Go fMRI study[J]. *Behav Brain Funct*, 2014, 10: 20.
- [23] Dong G, Lin X, Potenza MN. Decreased functional connectivity in an executive control network is related to impaired executive function in Internet gaming disorder[J]. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2015, 57:76-85.
- [24] Chen CY, Yen JY, Wang PW, et al. Altered functional connectivity of the insula and nucleus accumbens in Internet Gaming Disorder: a resting state fMRI study[J]. *Eur Addict Res*, 2016, 22(4): 192-200.
- [25] Jeong BS, Han DH, Kim SM, et al. White matter connectivity and Internet gaming disorder[J]. *Addict Biol*, 2016, 21(3):732-742.
- [26] Wee CY, Zhao Z, Yap PT, et al. Disrupted brain functional network in internet addiction disorder: a resting-state functional magnetic resonance imaging study[J]. *PLoS One*, 2014, 9(9):e107306.
- [27] Ko CH, Liu GC, Yen JY, et al. The brain activations for both cue-induced gaming urge and smoking craving among subjects comorbid with Internet gaming addiction and nicotine dependence[J]. *J Psychiatr Res*, 2013, 47(4):486-493.
- [28] 吴贤华, 吴汉荣. 网络成瘾诊断标准及其干预研究进展[J]. *中国社会医学杂志*, 2014, 31(1):52-54.
- [29] Love T, Laier C, Brand M, et al. Neuroscience of Internet Pornography Addiction: a review and update[J]. *Behav Sci (Basel)*, 2015, 5(3):388-433.
- [30] Sepede G, Tavino M, Santacroce R, et al. Functional magnetic resonance imaging of internet addiction in young adults[J]. *World J Radiol*, 2016, 8(2):210-225.
- [31] Yuan K, Qin W, Liu Y, et al. Internet addiction: neuroimaging findings[J]. *Commun Integr Biol*, 2011, 4(6):637-639.
- [32] Weinstein A, Lejoyeux M. New developments on the neurobiological and pharmacogenetic mechanisms underlying internet and videogame addiction[J]. *Am J Addict*, 2015, 24(2):117-125.

(收稿日期:2016-05-28)

(本文编辑:唐雪莉)