

Review of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) in Addiction

Xiaojing Wang¹, Yonglong Tang¹, Bing Li²

¹Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing

²Ziyang Compulsory Isolation Treatment Center, Ziyang Sichuan

Email: 297315520@qq.com

Received: Feb. 28th, 2016; accepted: Mar. 18th, 2016; published: Mar. 21st, 2016

Copyright © 2016 by authors 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

Abstract

The therapy of addiction disorders remains as an international unsolved problem. Recently, studies indicate that activities of neurons in cortex can be modulated by stable, low-strength current stimulation generated by transcranial direct current stimulation (tDCS), which is implied in a therapeutic role in addiction disorders. Our research analyzed the interventional effects of tDCS in addiction of tobacco, alcohol, food and drugs, and presented its function in improving the level of mental health, appetite and decision making. These are important to pinpoint the shortage of current researches and provide the direction of future direction.

Keywords

Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), Addiction, Review

经颅直流电刺激(tDCS)在成瘾中的研究进展

王晓静¹, 汤永隆¹, 李兵²

¹西南大学心理学部, 重庆

²四川省资阳强制隔离戒毒所, 四川 资阳

Email: 297315520@qq.com

收稿日期: 2016年2月28日; 录用日期: 2016年3月18日; 发布日期: 2016年3月21日

摘要

成瘾性疾病的治疗目前在国内外都是一个难题。近年来的研究表明经颅直流电刺激(tDCS)可利用恒定、低强度电流调节大脑皮层神经元活动,对于成瘾性疾病有一定的治疗作用。本文分析了tDCS在吸烟、酒精、食物、毒品等成瘾现象中的干预作用,主要介绍tDCS在改善成瘾者心理健康水平、渴求、决策等方面的效果。提出现有研究存在的问题以及对未来研究的展望。

关键词

经颅直流电刺激, 成瘾, 研究进展

1. tDCS 简介及作用机制

经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)由阳极和阴极两个 35cm²的海绵表面电极组成,将电极置于颅骨产生一个弱的恒定电流(通常 1~2 mA),阴极和阳极产生的电流在一定程度上可以改变皮质神经元的活动及兴奋性而诱发脑功能变化,因此作为一种非侵入性脑刺激方法,在治疗各种神经疾病中展示出极具潜力的价值(Jodie & Abraham, 2010; 吴春薇, 谢瑛, 2015)。

早在上个世纪初,电刺激已经被用来进行神经系统疾病的治疗。1902年法国博士 Leduc 和 Roux 就进行了应用低强度电刺激脑部的实验(陈一心, 2012)。

而关于 tDCS 的系统研究开始于 20 世纪 60 年代,直到最近十年,国外的研究已经确立了其应用于人类大脑皮质的有效性,并基本确立了其刺激模式(吴春薇, 谢瑛, 2015)。一直到近几年, tDCS 结合了功能磁共振成像(fMRI)、脑电信号分析(EEG)、单光子发射断层成像(PET)等现代信号分析技术和成像技术,从而使单纯的电刺激进入到了更可靠的脑组织功能分析和神经生理学的层面,再度使经颅直流电刺激技术成为了研究热点(钱龙等, 2011)。而且与同为无创脑刺激的经颅磁刺激(TMS)相比, tDCS 的刺激较弱,几乎不会对人体造成伤害,刺激后的效应比 TMS 持久,并且可以建立假刺激进行对照研究,且携带方便,价格较 TMS 低廉,这些都促使 tDCS 迅猛发展。

目前观点认为,经颅直流电刺激可能是通过改变皮层兴奋性、增加突触可塑性、影响皮质兴奋/抑制平衡、改变局部脑血流、调节局部皮层和脑网联系等途径发挥调节脑功能的作用(吴春薇, 谢瑛, 2015)。在临床研究中证实,阳极 tDCS 可增强皮质兴奋性,阴极 tDCS 减低皮质兴奋性(Rizzo et al., 2014)。Stagg 和 Nitsche (2011)从药理学、神经生理学以及医学影像推断出 tDCS 在调节皮质突触和皮质内神经有着重要作用。而由于脑成像技术的发展,人们逐渐认识到脑并不是简单的结构对应功能的关系,脑是一个复杂的网络体系。近年的 tDCS 研究表明, tDCS 对于大脑的功能连接具有调节作用。

成瘾性疾病的治疗问题一直是国内外关注的热点问题,本文将根据一系列对 tDCS 的相关研究,分析其在成瘾研究中的作用,为成瘾干预运用与教育、临床治疗等领域提供实证支持,以期为该领域的应用研究开辟新的方向。

2. tDCS 在改善成瘾方面的实证证据

大量研究表明, tDCS 在成瘾干预改善方面有显著的作用,主要体现在吸烟成瘾、酒精成瘾、食物成瘾、毒品成瘾等几个方面。

2.1. 吸烟成瘾

Fregni 等(2008)将电极置于背外侧前额叶(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC),神经影像学表明线索引发的吸烟渴求与 DLPFC 活动的改变有关。研究者对 24 名吸烟成瘾者分成三组(假刺激,阳极置于左侧 DLPFC 的真刺激,阳极置于右侧 DLPFC 的真刺激)进行随机双盲真假 tDCS 刺激,让被试观看有关吸烟的视频,事后用视觉模拟量表(visual analog scale, VAS)测试被试的吸烟渴求,随后进行真假 tDCS 刺激,真刺激采用 2 mA 电流刺激 20 分钟,假刺激在打开 tDCS 仪器 30 秒关闭,结果表明真实 tDCS 刺激 DLPFC 可以降低由吸烟线索诱发的吸烟渴求。Meng 等(2014)将电极置于有抑制作用的额顶颞联合区(frontal-parietal-temporal association area, FPT),分为三个刺激条件:双侧阴极置于两侧 FPT,阴极置于右侧 FPT,假刺激。结果表明当条件为双侧阴极置于两侧 FPT 时,对吸烟有关线索的注意会下降。这种对吸烟有关线索注意偏向的降低对于戒烟有积极意义。Fecteau 等(2014)将阳极置于左侧 DLPFC,阴极置于右侧 DLPFC,进行持续五天的真假 tDCS 刺激,真刺激使用 2 mA,持续 30 分钟的 tDCS 刺激。刺激前后均进行决策任务的测试和渴求度的测量,且在整个实验过程中记录每天吸烟的数量。结果表明真实 tDCS 刺激与虚假刺激的被试相比每天的香烟消耗降低且在实验结束后效应又持续了四天,吸烟渴求降低。综上,tDCS 可以降低吸烟渴求和对吸烟线索的注意,在改善吸烟成瘾中具有一定的效果。

2.2. 酒精成瘾

Boggio 等(2008)选取 13 名酒精成瘾者进行双盲真假 tDCS 刺激,电极置于 DLPFC(阳极左侧/阴极右侧和阳极右侧/阴极左侧),给被试呈现酒精有关视频来诱发酒精渴求,用 VAS 量表在刺激前后测量渴求,结果表明阳极左侧/阴极右侧和阳极右侧/阴极左侧的真刺激与假刺激相比渴求明显降低。前人研究表明刺激 DLPFC 可以增加工作记忆和降低渴求,刺激 IFG 可以改善反应抑制。Uyl, T. E. D.等(2015)将选取 41 名严重酒精成瘾者对比将阳极置于左侧 DLPFC 的真刺激,阳极置于右侧额下回(inferior frontal gyrus, IFG)的真刺激,假刺激者三种条件时的渴求改变以及内隐联想测试的注意偏差情况。结果表明与虚假刺激组相比,刺激 DLPFC 组使得渴求显著降低。综上,tDCS 可以降低对酒精的渴求,在改善酒精成瘾中具有一定的效果。

2.3. 食物成瘾

Fregni 等(2008)选取 23 名被试进行随机真假 tDCS 刺激。电极置于 DLPFC(阳极左侧/阴极右侧和阳极右侧/阴极左侧)。给被试呈现食物以及关于食物的电影使之渴求升高。在刺激前后对记录被试的食物摄入量 and 用 VAS 量表测量被试的渴求程度,并用眼动测量被试对食物的注意。结果表明阳极右侧/阴极左侧这种情况下渴求减少,追踪食物相关图片的频率减少,在阳极左侧/阴极右侧和阳极右侧/阴极左侧两种情况下食物摄入量均减少。对此的结果解释是 tDCS 的作用可能在于对奖赏和决策神经环路的改善。Goldman 等(2011)选取 19 名健康被试将 tDCS 阳极置于右侧前额叶,阴极置于左侧前额叶。给被试观察从国际情绪图片中选取的高热量食物的图片,要求被试对每张图片评定渴求等级。观看图片后进行真假 tDCS 刺激,刺激后再观看上述图片评定渴求等级和忍耐不吃这些食物的能力。然后给他们提供可食用的食物,研究者离开以测试被试食物的摄入量。结果是与假刺激相比,真刺激后忍耐不吃这些食物的能力升高,渴求等级的降低程度高,摄入量没有显著差异。结果表明 tDCS 可以暂时的帮助个体降低对食物的渴求和改善自我报告的抵抗食物的能力。综上,tDCS 可能通过改善奖赏和决策的神经环路来降低对高热量食物的渴求。

2.4. 毒品成瘾

Conti (2014)等选取 13 名快克可卡因成瘾的被试,进行一系列的真假 tDCS 的刺激。在第一次刺激前

后和第五次刺激后测量在被试面前呈现可卡因相关线索和中性线索时的事件相关电位(ERP)。第一次刺激后的四次刺激每隔一天进行。阳极置于右侧 DLPFC, 阴极置于左侧 DLPFC。结果表明真 tDCS 刺激组与假刺激组相比、单次刺激与连续刺激相比, P3 有关的参数都有显著差异。单次真刺激后左侧 DLPFC 的 P3 电流强度在中性线索呈现时增强而在可卡因线索呈现时减弱, 假刺激时则结果相反。在连续刺激后不仅是 DLPFC, 前额叶的许多区域包括额极皮层(frontopolar cortex, FPC)、眶额叶(orbitofrontal cortex, OFC)和前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)在观看可卡因相关线索时的电流强度也增强。因此单次和连续的 tDCS 刺激会影响前额叶在中性和可卡因相关线索下的认知加工, 对可卡因成瘾的治疗有重要作用。

3. 问题与展望

tDCS 最大的问题在于其低空间作用定位性(刘盼, 刘世文, 2011)。综上所述, 在成瘾的相关研究中, 研究者基本都定位在 DLPFC 位置, 这一位置位于前额叶, 与众多功能皆有联系。研究中没有阐释清楚此位置与对改善成瘾有效的直接联系。在抑郁等疾病的 tDCS 干预中, 也是刺激这一位置。需要更加深入的研究来确定此位置的有效性。在刺激的时间方面, 研究者基本确定单独一次刺激的有效性, 但刺激多少次, 怎样刺激才能达到最好的效果, 且这种效果能持续多久依然值得研究。但不可否认, 众多的研究表明 tDCS 对于成瘾治疗有效, 这显示了其潜在的临床应用价值, 但其作用机制、刺激时间、刺激位置等问题进行更加深入的研究。

参考文献 (References)

- 陈一心(2012). 经颅微电流刺激疗法的研究进展. *中国医药导刊*, 14, 967-970.
- 刘盼, 刘世文(2011). 经颅直流电刺激的研究及应用. *中国组织工程研究与临床康复*, 15(39), 7379-7383.
- 钱龙, 吴东宇(2011). 经颅直流电刺激在脑损伤临床中的应用. *中国康复医学杂志*, 26(9), 878-881.
- 吴春薇, 谢瑛(2015). 经颅直流电刺激的研究进展. *中国康复理论与实践*, 21(2), 171-175.
- Boggio, P. S., Sultani, N., Fecteau, S., Merabet, L., Mecca, T., Pascual-Leone, A., Basaglia, A., & Fregni, F. (2008). Prefrontal Cortex Modulation Using Transcranial DC Stimulation Reduces Alcohol Craving: A Double Blind-Sham Controlled Study. *Drug and Alcohol Dependence*, 55-60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2007.06.011>
- Conti, C. L., Moscon, J. A., Fregni, F., Nitsche, M. A., & Nakamura-Palacios, E. M. (2014). Cognitive Related Electrophysiological Changes Induced by Non-Invasive Cortical Electrical Stimulation in Crack-Cocaine Addiction. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 9, 1465-1475.
- Conti, C. L., Moscon, J. A., Fregni, F., Nitsche, M. A., & Nakamura-Palacios, A. E. M. (2014). Cognitive Related Electrophysiological Changes Induced by Non-Invasive Cortical Electrical Stimulation in Crack-Cocaine Addiction. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 17, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1017/S1461145714000522>
- Fecteau, S., Agosta, S., Hone-Blancheta, A., Fregni, F., Boggio, P., Ciraulo, D., & Pascual-Leone, A. (2014). Modulation of Smoking and Decision-Making Behaviors with Transcranial Direct Current Stimulation in Tobacco Smokers: A Preliminary Study. *Drug and Alcohol Dependence*, 140, 78-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2014.03.036>
- Fregni, F., Liguori, P., Fecteau, S., Nitsche, M. A., Pascual-Leone, A., & Boggio, P. S. (2008). Cortical Stimulation of the Prefrontal Cortex with Transcranial Direct Current Stimulation Reduces Cue-Provoked Smoking Craving: A Randomized, Sham-Controlled Study. *Journal of Clinical Psychiatry*, 69, 32-40. <http://dx.doi.org/10.4088/JCP.v69n0105>
- Fregni, F., Orsati, F. W., Fecteau, S., Tome, F., Nitsche, M., Mecca, T. et al. (2008). Transcranial Direct Current Stimulation of the Prefrontal Cortex Modulates the Desire for Specific Foods. *Appetite*, 51, 34-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.016>
- Goldman, R. L., Borckardt, J. J., Frohman, H. A., O'Neil, P. M., Madan, A., Campbell, L. K., Budak, A., & George, M. S. (2011). Prefrontal Cortex Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Temporarily Reduces Food Cravings and Increases the Self-Reported Ability to Resist Food in Adults with Frequent Food Craving. *Appetite*, 56, 741-746. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2011.02.013>
- Jodie, F., & Abraham, Z. (2010). Brain Stimulation in the Study and Treatment of Addiction. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34, 559-574.
- Meng, Z. Q., Liu, C., Yu, C. Y., & Ma, Y. Y. (2014). Transcranial Direct Current Stimulation of the Frontal-Parietal-Tem-

poral Area Attenuates Smoking Behavior. *Journal of Psychiatric Research*, 54, 19-25.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpsychires.2014.03.007>

Rizzo, V., Terranova, C., & Crupi, D. (2014). Increased Transcranial Direct Current Stimulation after Effects during Concurrent Peripheral Electrical Nerve Stimulation. *Brain Stimulation*, 7, 113-121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brs.2013.10.002>

Stagg, C. J., & Nitsche, M. A. (2011). Physiological Basis of Transcranial Direct Current Stimulation. *Neuroscientist*, 17, 37-53. <http://dx.doi.org/10.1177/1073858410386614>

Uyl, T. E. D., Gladwin, T. E., & Wiers, R. W. (2015). Transcranial Direct Current Stimulation, Implicit Alcohol Associations and Craving. *Biological Psychology*, 105, 37-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.12.004>