

The Brain Mechanism of the Generation of Original Ideas

Tingting Li, Hao Zhang, Yinting Wang

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: 934942199@qq.com

Received: Feb. 5th, 2017; accepted: Feb. 19th, 2017; published: Feb. 23rd, 2017

Abstract

The key of the creative process is to produce novelty ideas. How does the brain produce novelty ideas? The problem caused a lot of experimental researches. As these studies used the different experimental paradigm, the experimental task and control condition, they discovered the different brain regions involved in. This paper systematically reviewed the research achievements of the generation of novelty ideas by using several kinds of technical means, such as EEG, brain imaging (fMRI) and single photon emission computed tomography (SPECT) imaging. According to these studies, the generation of original ideas is involved in inferior frontal gyrus, the middle frontal gyrus, the medial prefrontal, the part of temporal lobe and parietal lobe, the anterior cingulate cortex and posterior cingulate area. Future studies in this field should focus on the separation of two kinds of mechanism of original idea generation and evaluation, value the covariant effect of free divergent/contact area and inhibiting control brain regions in the generation of novelty ideas, and combine the research of the brain-damaged patients and outstanding talent, so that it will could more closely and deeply explore the brain mechanisms of original ideas generation.

Keywords

Creativity, Originality, Brain Mechanisms

新颖性观点产生的脑机制

李婷婷, 张 浩, 王银婷

西南大学心理学部, 重庆
Email: 934942199@qq.com

收稿日期: 2017年2月5日; 录用日期: 2017年2月19日; 发布日期: 2017年2月23日

摘要

创造性过程的关键是新颖性观点的产生。大脑是如何产生新颖性观点的？这个问题引发了大量的实验研究。这些研究因采用不同的实验范式、实验任务和控制条件，发现了不同的脑区卷入。本文系统地回顾了采用脑电(EEG)、脑成像(fMRI)和单光子发射计算机断层成像(SPECT)几种技术手段对新颖性观点产生的脑机制研究取得的成果。这些研究结果显示，与新颖性观点产生相关的脑区有额下回、额中回、内侧前额叶、颞顶部分区域、前部扣带回和后部扣带回等区域。这个领域未来的研究发现应该注重分离新颖性观点产生和评价两种机制，重视自由发散/联系脑区和抑制控制脑区在新颖性观点产生过程中的共变效应，以及将脑损伤病人、杰出天才研究结合起来考察，这样将会对新颖性观点产生的脑机制探讨的更加严密和深入。

关键词

创造性，新颖性，脑机制

Copyright © 2017 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

1. 引言

创造性是人类高级的认知过程，又被称作创造力，人类所有的进步和创新都依赖于其自身创造新事物的能力。长期以来，创造力被认为是复杂的、黑暗的、神秘的和难以研究的。直到1950年吉尔福德在美国创造性心理学大会上的报告才让创造性进入科学研究的范围。吉尔福德的研究发现，创造性高的人通常拥有能产生流畅性(大量的)、灵活性(不同的分类)和新颖性(独特的、原创性的)观点的能力。基于吉尔福德的工作，创造性的测量和实证研究兴起。现在绝大多数心理学家认为创造性有两个关键因素，即“新颖性”和“实用性”，Sternberg (1999)将创造性定义为个体能够产生新颖的、实用的观点或产品的能力。创造性通常被认为包含量的方面(流畅性)和质的方面(新颖性)，而新颖性是创造性过程的关键特征(Runco & Jaeger, 2012)。新颖性观点指的是，产生的观点是独特的、稀有的并且与其他人的观点相比出现的频率是比较低的(Mayseless, 2015)。

目前为止，对创造性观点产生的脑机制的研究，主要是从狭义的方面展开。狭义的创造性主要是针对某一具体的思维主体而言，产生的想法或者观点具有新颖的、独特的意义(刘春雷, 2009; 王敏, 2010)。Gardner (1993)将创造性划分为“big C”(伟大的艺术创作和重大的发明)和“little C”(轻松解决日常生活中遇到的问题并且适应逐渐变化的环境)。“little C”从某种意义上来说属于狭义的创造性思维，它的测量主要采用发散思维任务(DTT)，这种任务用来测量发散思维(创造性思维的核心)(Runco & Acar, 2012)。发散思维是指，个体对一个开放式问题提出多样的解决方案或者产生多种新颖的观点(Guilford, 1967)，发散思维被用来阐明创造性复杂的、多元的本质(Raymond, 2016)。

Finke (1992)提出了创造性的两阶段模型，他认为创造性过程包含两个阶段：第一个阶段涉及到观点产生的自由联系阶段；第二个阶段涉及到对产生的这些观点的管理评价阶段。新颖的观点产生需要个体抑制普通的自动产生的观点，同时能够灵活的产生远距离的、间接的联系(Mednick, 1962; Wilson, 1953)。

因此,新颖性观点产生的脑网络可能会涉及到产生新颖性联系的默认网络和进行抑制控制的执行控制网络。近十几年来,随着脑电(electroencephalogram, EEG)、脑功能成像(brain function imaging)和单光子发射计算机断层成像(SPECT)等研究技术的发展,直接观察脑在处理复杂信息时的活动状况成为了可能(Bowden & Jung-Beeman, 2007; Fink, 2007; Srinivasan, 2007)。迄今为止,探索新颖性观点产生脑机制的研究取得了较大的成果。文章将综述采用这几种技术对新颖性观点产生的脑机制进行的研究,并对未来研究进行展望。

2. 实验任务

研究新颖性观点产生的实验任务主要有以下几种:一物多用任务(AUT) (Guilford, 1978)、创造性故事产生(Howard-Jones, 2005)任务、创造性写作任务(Shah, 2011)、创造性隐喻任务(Benedek et al., 2014b)和图片发散思维任务(VFT)。

2.1. 一物多用任务(AUT)

一物多用任务(AUT)是被广泛使用的经典的发散思维任务,也是创造性测量高效度的任务(Kühn, 2014; Fink, 2010)。AUT 是给被试呈现日常生活中常用的物品(像砖块),要求被试在规定的时间内思考这个物品大量的、可供选择的用途,AUT 的测量指标有三个:一是流畅性(观点的数量);二是灵活性(观点包含的分类);三是新颖性(观点的稀有性、独特性)。为了方便研究发散思维的认知神经机制,有研究加入了控制组(向被试提供日常生活中常用的物品,像砖块),要求被试思考尽可能多的普通的用途(Kühn, 2014);也有的研究将控制组设置为物品特征任务(给被试呈现日常生活中常用的物品,像球),要求他思考这个物品典型的属性(圆的、有弹性的);也有研究采用的是修正版 AUT,修正版 AUT 是给被试呈现日常生活中常用的物品,要求被试思考一个新颖的、不常用的用途(Fink, 2012)。研究发现,修正版的 AUT 和经典的 AUT 在新颖性得分方面没有显著性差异(Mayseless, 2015)。

2.2. 创造性故事产生和创造性写作任务

创造性故事产生任务是给被试一组彼此之间有特定的、普通联系的词对(像魔术、砖、兔子)和一组彼此之间没有明显联系的词对(像跳蚤、歌声、剑),要求被试根据提供的词对产生相应的有创造性的故事或者普通的故事。创造性写作任务是给被试特定的情景,需要被试针对所给的情景在规定的时间内,续写一个新的、独特的、高创造性的结尾。

2.3. 创造性隐喻任务

隐喻是一种将一个主体与另外一个无关主体相对照的语言特征。研究发现,隐喻的产生和理解是一种创造性认知。例如“灯光是(耀眼的)”,创造性隐喻要求被试产生一些能够传递这个形容词意义的新颖的实用的短语并且代替它(如“超新星的”);在控制组中,要求被试产生一个能够与这个形容词尽可能相近的词(如“明亮的”)。

2.4. 图片发散思维任务(VFT)

托兰斯发散思维测验(TTCT) (Torrance, 1990)中有圆圈和线条两个图形测验。在圆圈和线条测验中分别给被试呈现一张有 30 个圆圈和一张有 30 条平行线的图形,要求被试在 10 分钟内尽可能画出更多的有意义的物体。得分的计算标准基于托兰斯发散思维测验的指导手册,包括流畅性(产生图形的总数)、灵活性(产生图形的分类)和新颖性(图形出现的频率)三个指标。基于托兰斯的发散思维测验,有研究给被试呈现一些基础图形的组合,要求被试在一定的时间内思考图形所代表的事物可能是什么(朱玉玺, 2013)。

3. 新颖性观点产生的脑机制

研究发现,默认网络是在创造性研究中均有激活的区域,它包含内侧前额叶(mPFC)、后扣带回(PCC)、双侧顶下小叶(IPL)和聂顶区域(角回和缘上回)(Fox, 2005; Gusnard & Raichle, 2001)。默认网络是与需要内部注意和自发性思维相关的认知过程(像思维漫游、未来思维、观点采摘和心理对比),能够抑制普通观点的提取,并且允许产生更远距离的联系(Fink, 2010),而新颖性观点产生正需要自发的产生远距离的联系。前额叶在创造性观点产生过程中也是比较重要的脑区(Mashal, 2007; Abraham, 2012),这个脑区是与认知控制功能相关的脑区,也与语义分类的转换、自上而下的认知过程相关(Hirshorn & Thompson-Schill, 2006; Knight & D'Esposito, 2003)。到目前为止,研究发现新颖性观点的产生是默认网络区域和执行控制区域共同参与的结果。

Chávez-Eakle (2007)采用单光子发射计算机断层成像术(SPECT)技术,选取在艺术、科技领域被授予艺术家或科学家的被试(TTCT 创造性综合指标得分大于 139)作为高创造性被试和普通控制组被试(TTCT 创造性综合指标得分 103~111),要求他们完成 TTCT 言语发散思维任务,差异分析发现高创造性的被试在右半球中央前回、左半球额中回和左半球额下回这些区域大脑有强的血液流动(CBF);相关分析发现,新颖性得分与双侧额中回和左半球颞上回的血液流动水平相关。研究者认为,高创造性的被试能够在产生和评价过程中进行自由快速的转换,新颖性观点的产生与产生自发联系的颞叶区域和进行优势反应抑制的控制区域共同得到了激活。

Howard-Jones (2005)采用创造性故事产生任务,发现被试在产生创造性故事(与产生普通故事相比)的时候,双侧内侧前额叶、左半球额中回、扣带回和右侧枕中回得到了激活;Fink and Neubauer (2006)采用两类言语发散思维任务(顿悟和乌托邦问题)观察被试在产生新颖性观点时的脑部 EEG alpha 波的变化,结果发现:新颖性观点产生时 alpha 波的活动在中央顶叶皮层增加,特别是在右半球(Grabner, 2007);Shamay-Tsoory (2011)对脑损伤病人的研究发现:右半球内侧前额叶受损程度越大,产生观点的新颖性越低;而左半球聂叶后部和顶叶后部区域受损,新颖性水平提高。则研究者认为,内侧前额叶和左半球聂叶后部和顶叶后部区域是负责产生新颖性观点的脑区。

Ellamil (2012)研究发现,新颖性观点产生时激活的区域包括顶下小叶和顶上小叶;EEG 研究发现顶叶皮层 alpha 波的弥散活动与新颖观点产生相关(Fink, 2009)。Fink (2010)比较了个体在产生新颖性用途和提取特征属性时脑部活动的差异,发现产生新颖性用途时激活了左半球顶叶和颞叶区域。Benedek et al. (2014a)采用一物多用任务,给被试 60S 时间思考常用物品的用途并自我报告产生的用途是回忆的(旧的)还是当时产生的(新的),结果发现:新颖观点的产生(和已有观点的提取相比)与左半球顶下小叶、左半球眶额下回的强烈激活相关。研究者认为,顶下小叶可能涉及到心理刺激、图片想象和未来思维等,额下回可能与克服固有联系相关。Mayseless (2015)采用修正版 AUT,比较了被试产生新观点和产生特征属性两种条件下的脑部活动,全脑分析对比的结果发现产生新颖的观点和内侧前额叶(mPFC)、前扣带回(ACC)和后扣带回(PCC)的激活相关;脑行为相关分析(ROI)发现产生新颖性观点的平均得分和前扣带回(ACC)活动相关。

新颖性观点的产生需要抑制普通的观点和联系,产生新颖的联系、同时能够进行不同观点分类之间的灵活切换。Fink (2009)采用 EEG 和 FMRI 两种技术手段研究被试在做发散思维任务时的脑部活动,EEG 研究发现, alpha 波(~7 - 13 Hz)的改变与个体不同的创造性观点产生任务成绩相关,前额叶脑区 alpha 波的不同步活动对与创造性相关的需求敏感;FMRI 研究发现,新颖性的成绩和左半球前额叶的强烈激活相关。Kleibeuker (2013)比较了成年人和青少年在产生新颖性用途和物品特征提取时的脑区差异,结果发现:成年人比青少年产生了更多的观点和更新颖的观点,FMRI 研究发现:成年人较多地激活了左侧额下回、

额中回。Beaty (2014)研究发现,高创造性的被试双侧额下回和默认网络(mPFC, PCC and IPL)的一些区域功能连接增强,新颖性观点产生与前部扣带回和左半球聂顶区域的共同活化相关(Mayseless, 2015)。研究发现,前部扣带回是默认网络与认知控制脑区连接的核心区域(Jung, 2013; Sridharan, 2008),前部扣带回的主要功能是负责抑制普通的联系(失活默认网络)进而调动执行控制脑区(激活认知控制脑区)产生新颖的联系(Sridharan, 2008)。Wei (2014)采用静息态 FMRI 技术研究发现默认网络区域的内侧前额叶和聂中回的功能连接和创造性能力相关;Takeuchi (2012)研究也发现默认网络区域的内侧前额叶和后扣带回的功能连接和创造性能力相关。

综上所述,因研究者不同的实验采用不同的实验范式、实验任务和基线控制任务,实验发现的关键脑区有所不同。与新颖性观点产生相关的脑区有内侧前额叶、前部扣带回、后部扣带回、聂顶部分区域和额下回、额中回等区域。默认网络脑区和认知控制脑区在新颖性观点产生过程中有重要的作用。

4. 总结和展望

创造性是复杂的认知活动,从以上的综述中可以看到,在新颖性观点产生的脑机制的研究中,研究者采用了多种不同的实验任务、实验范式和条件,因此导致实验发现的关键脑区有所不同,部分研究结果的可重复性得到了质疑,这使得我们很难得到一个新颖性观点产生脑机制的清晰结论。怎么整合采用不同实验范式产生的不同的研究结果,成了一个迫切又艰难的任务。有研究用元分析方法整合了发散思维任务中产生的脑区激活,发现在发散思维任务中,离散的脑区激活多于控制的脑区,但同时很大一部分脑区处于失活状态(Wu & Yang, 2015)。

新颖性观点的产生是默认网络脑区和认知控制脑区协同合作的结果,至于两者是如何合作实现新观点的产生,以往的研究并没有给出明确的证据。未来的研究发现应关注新颖性观点产生过程中脑区产生的共变效应而不是单纯的某个脑区对新颖性观点产生的重要作用;也应该巧妙地设计实验分离新颖性观点产生和评价两种机制对新颖性观点产生的影响;此外,从各种研究设计来看,目前对新颖性观点产生的脑机制的研究,基本上是基于正常人的研究,关于脑损伤病人的研究和创造力非凡的杰出人才的研究甚少,这样会导致研究的结果不具有普适性。如果能将脑损伤病人的研究、杰出天才的研究和正常人的研究结果结合起来,这样将会对新颖性观点产生的脑机制探讨的更加严密和深入。

参考文献 (References)

- 刘春雷, 王敏, 张庆林(2009). 创造性思维的脑机制. *心理科学进展*, 1, 106-111.
- 王敏(2010). *创造性思维中新颖性产生的脑机制*. 硕士学位论文, 重庆市: 西南大学.
- 朱玉玺(2013). *颜色对创造性问题解决的影响*. 硕士学位论文, 重庆市: 西南大学.
- Abraham, A., Pieritz, K. et al. (2012). Creativity and the Brain: Uncovering the Neural Signature of Conceptual Expansion. *Neuropsychologia*, 50, 1906-1917. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.04.015>
- Beaty, R. E., Benedek, M., Wilkins, R. W., Jauk, E., Fink, A., Silvia, P. J., Hodges, D. A., Koschutnig, K., & Neubauer, A. C. (2014). Creativity and the Default Network: A Functional Connectivity Analysis of the Creative Brain at Rest. *Neuropsychologia*, 64, 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.09.019>
- Benedek, M., Beaty, R., Jauk, E., Koschutnig, K., Fink, A., Silvia, P. J., Dunst, B., & Neubauer, A. C. (2014b). Creating Metaphors: The Neural Basis of Figurative Language Production. *Neuroimage*, 15, 99-106. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.12.046>
- Benedek, M., Jauk, E., Fink, A., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F., & Neubauer, A. C. (2014a). To Create or to Recall? Neural Mechanisms Underlying the Generation of Creative New Ideas. *Neuroimage*, 88, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.11.021>
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2007). Methods for Investigating the Neural Components of Insight. *Methods*, 42, 87-99. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2006.11.007>

- Chávez-Eakle, R. A., Graff-Guerrero, A., García-Reyna, J.-C., Vaugier, V., & Cruz-Fuentes, C. (2007). Cerebral Blood Flow Associated with Creative Performance: A Comparative Study. *NeuroImage*, 38, 519-528. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.07.059>
- Ellamil, M., Dobson, C., Beeman, M., & Christoff, K., (2012). Evaluative and Generative Modes of Thought during the Creative Process. *NeuroImage*, 59, 1783-1794. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.08.008>
- Fink, A., & Neubauer, A. C. (2006). EEG Alpha Oscillations during the Performance of Verbal Creativity Tasks: Differential Effects of Sex and Verbal Intelligence. *International Journal of Psychophysiology*, 62, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.01.001>
- Fink, A., Benedek, M., Grabner, R. H., Staudt, B., & Neubauer, A. C. (2007). Creativity Meets Neuroscience: Experimental Tasks for the Neuroscientific Study of Creative Thinking. *Methods*, 42, 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2006.12.001>
- Fink, A., Grabner, R. H. et al. (2009). The Creative Brain: Investigation of Brain Activity during Creative Problem Solving by Means of EEG and fMRI. *Human Brain Mapping*, 30, 734-748. <https://doi.org/10.1002/hbm.20538>
- Fink, A., Grabner, R. H. et al. (2010). Enhancing Creativity by Means of Cognitive Stimulation: Evidence from an fMRI Study. *Neuroimage*, 52, 1687-1695. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.05.072>
- Fink, A., Koschutnig, K. et al. (2012). Stimulating Creativity via the Exposure to Other People's Ideas. *Human Brain Mapping*, 33, 2603-2610. <https://doi.org/10.1002/hbm.21387>
- Finke, R. A. et al. (1992). *Creative Cognition: Theory Research and Applications*. MIT Press.
- Fox, M. D., Corbetta, M., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., & Raichle, M. E. (2006). Spontaneous Neuronal Activity Distinguishes Human Dorsal and Ventral Attention Systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 10046-10051. <https://doi.org/10.1073/pnas.0604187103>
- Fox, M. D., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Corbetta, M., Van Essen, D. C., & Raichle, M. E. (2005). The Human Brain Is Intrinsically Organized into Dynamic, Anticorrelated Functional Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 9673-9678. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504136102>
- Gardner, H. (1993). *Creative Minds*. New York, NY: Basic Books.
- Gusnard, D. A., & Raichle, M. E. (2001). Searching for a Baseline: Functional Imaging and There Sting Human Brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 685-694. <https://doi.org/10.1038/35094500>
- Hirshorn, E. A., & Thompson-Schill, S. H. (2006). Role of the Left Inferior Frontal Gyrus in Covert Word Retrieval: Neural Correlates of Switching during Verbal Fluency. *Neuropsychology*, 44, 2547-2557. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.03.035>
- Howard-Jones, P. A., Blakemore, S. J., Samuel, E. A., Summers, I. R., & Claxton, G. (2005). Semantic Divergence and Creative Story Generation: An fMRI Investigation. *Cognitive Brain Research*, 25, 240-250. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.05.013>
- Jung, R. E., Mead, B. S., Carrasco, J., & Flores, R. A. (2013). The Structure of Creative Cognition in the Human Brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 330. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00330>
- Kleibeuker, S. W., Koolschijn, P. C. M., Jolles, D. D., De Dreu, C. K., & Crone, E. A. (2013). The Neural Coding of Creative Idea Generation across Adolescence and Early Adulthood. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 905.
- Kühn, S., Ritter, S. M., Müller, B. C. N., van Baaren, R. B., Brass, M., & Dijksterhuis, A. (2014). The Importance of the Default Mode Network in Creativity—A Structural MRI Study. *The Journal of Creative Behavior*, 48, 152-163. <https://doi.org/10.1002/jocb.45>
- Mashal, N., Faust, M. et al. (2007). An fMRI Investigation of the Neural Correlates Underlying the Processing of Novel Metaphoric Expressions. *Brain and Language*, 100, 115-126. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2005.10.005>
- Mayseless, N. et al. (2015). Generating Original Ideas: The Neural Underpinnings of Originality. *Neuroimage*, 116, 232-239. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.05.030>
- Mayseless, N., & Shamay-Tsoory, S. G. (2015). Enhance Verbal Creativity: Modulating Creativity by Alter the Balance between Right and Left Inferior Frontal Gyrus with tDCS. *Neuroscience*, 291, 167-76.
- Mednick, S. (1962). The Associative Basis of the Creative Process. *Psychological Review*, 69, 220. <https://doi.org/10.1037/h0048850>
- Raymond, S. M. (2016). Neural Foundations of Creativity: A Systematic Review. *Revista Colombiana De Psiquiatría*.
- Runco, M. A., & Acar, S. (2012). Divergent Thinking as an Indicator of Creative Potential. *Creativity Research Journal*, 24, 66-75. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.652929>
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 24, 92-96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>

- Shamay-Tsoory, S., Adler, N., Aharon-Peretz, J., Perry, D., & Mayseless, N. (2011). The Origins of Originality: The Neural Bases of Creative Thinking and Originality. *Neuropsychologia*, *49*, 178-185.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.11.020>
- Sridharan, D., Levitin, D. J., & Menon, V. (2008). A Critical Role for the Right Fronto-Insular Cortex in Switching between Central-Executive and Default-Mode Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*, 12569-12574.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0800005105>
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The Concept of Creativity: Prospects and Paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (Vol. 1, pp. 3-15). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Takeuchi, H., Taki, Y., Hashizume, H., Sassa, Y., Nagase, T., Nouchi, R., & Kawashima, R. (2012). The Association between Resting Functional Connectivity and Creativity. *Cerebral Cortex*, *22*, 2921-2929.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhr371>
- Wei, D., Yang, J., Li, W., Wang, K., Zhang, Q., & Qiu, J. (2014). Increased Resting Functional Connectivity of the Medial Prefrontal Cortex in Creativity by Means of Cognitive Stimulation. *Cortex*, *51*, 92-102.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.09.004>
- Wu, X. et al. (2015) A Meta-Analysis of Neuroimaging Studies On Divergent Thinking Using Activation Likelihood Estimation. *Human Brain Mapping*, *36*, 2703-2718. <https://doi.org/10.1002/hbm.22801>

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ap@hanspub.org