

Advances in the Research of Neural Mechanism of Romantic Love

Hongwen Song, Yang Liu, Juan Kou, Zhiling Zou

Department of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: 2366872585@qq.com

Received: Nov. 18th, 2014; revised: Dec. 11th, 2014; accepted: Dec. 22nd, 2014

Copyright © 2015 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

Romantic love, one of the most powerful affective states, has been regarded as the inspiration for the extraordinary achievements of mankind. Romantic love plays an important role in human survival, reproduction, development and evolution. Understanding the neural mechanism of romantic love will be helpful to better understand the physiological of marriage crisis and relationship disorder. This paper will review the neuroimaging studies of romantic love.

Keywords

Romantic Love, Dopamine, Vasopressin, Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)

浪漫爱情的神经机制研究进展

宋洪文, 刘洋, 寇娟, 邹枝玲

西南大学心理学部, 重庆
Email: 2366872585@qq.com

收稿日期: 2014年11月18日; 修回日期: 2014年12月11日; 录用日期: 2014年12月22日

摘要

浪漫爱情是一种非常重要的情感状态, 通常将浪漫爱情看成是催动人类成功的重要因素。浪漫爱情在人

类的生存, 繁殖, 进化和发展中扮演着重要的角色。了解浪漫爱情的神经机制将有助于更好的了解婚姻矛盾, 爱情关系障碍发生的生理基础。为此本文将对浪漫爱情的神经影像学的研究进行综述。

关键词

浪漫爱情, 多巴胺, 血管加压素, 功能磁共振影像

1. 引言

浪漫爱情是一种非常重要的情感状态, 通常将浪漫爱情看成是催动人类成功的重要因(Bartels & Zeki, 2000)。浪漫爱情在人类的生存, 繁殖, 进化和发展中扮演着重要的角色。从人类角度看, 浪漫爱情是一种复杂的情感, 包括情绪, 认知, 性欲以及行为成分(Hazan & Shaver, 1987; Sternberg, 1986)。日常生活中, 热恋中的人经常表现出多种特点, 如将注意力集中自己的心上人身上, 精神愉悦, 渴求, 强迫, 冲动, 现实扭曲, 情绪依赖, 人格改变, 以及冒险等(Clark & Mills, 1979; Peele & Brodsky, 1975; Schaefer, 1989)。许多心理学家, 将浪漫爱情定义为一种渴望与特定个体结成或保持亲密关系的动机状态。这种动机状态是一种基础情绪。其功能主要调节复杂的目标导向的奖赏动机(Aron & Aron, 1991; Cacioppo, Bianchi-Demicheli, Frum, Pfaus, & Lewis, 2012; Diamond & Dickenson, 2012)。浪漫爱情是一个非常古老的话题, 在已有的古诗歌, 歌曲, 浪漫爱情故事, 神话, 以及传奇中都有描述(Baumeister, Wotman, & Stillwell, 1993; H. Fisher, 2004; Jankowiak & Fischer, 1992)。近些年来, 许多研究者开始关注浪漫爱情的神经生物学基础和生理过程(Acevedo & Aron, 2009; Aron et al., 2005; Bartels & Zeki, 2000, 2004; Fisher, Brown, Aron, Strong, & Mashek, 2010; Xu et al., 2011)。随着神经影像学技术的快速发展, 越来越多关于浪漫爱情神经机制和生理过程的研究发表。功能磁共振的相关证据越来越多。本文将对近年来浪漫爱情相关的神经影像学研究尤其是功能磁共振研究进行综述。便于更好的推进浪漫爱情神经机制的研究。

2. 浪漫爱情相关的神经机制研究

2.1. 浪漫/激情式爱情的神经机制

关于浪漫爱情功能磁共振影像(fMRI)的第一个研究是 Bartels & Zeki 做的, 他们通过比较激情式爱情与同伴式爱情确定了恋爱相关的脑区。在他们的研究中, 参与实验的被试确定自己正处于“疯狂的热恋”中。在激情恋爱量表上的得分大于 7.55 分(9 点评分)。在磁共振扫描仪中, 让被试观看他们情侣或者朋友的照片。在观看照片的过程中, 要求被试观看照片的同时想象照片中的人, 并保持全身放松。照片呈现 17.36 s。实验结果表明, 当观看情侣的照片时, 活动升高的脑区主要表现在多巴胺能神经元相关的区域, 例如尾状核和壳核, 这些区域主要涉及快乐和奖赏。研究发现, 活动升高的皮层下多巴胺能系统在先前的研究中也发现, 这些区域的活动升高是由于毒品, 如可卡因的使用导致的。其他的广泛的激活脑区还包括记忆相关的脑区(海马), 此外, 当观看情侣的照片时还会引发其他一些区域活动的升高, 这些区域主要负责调节情绪, 本体感觉整合, 以及奖赏处理(脑岛, 扣带回等)。此外, 活动降低的脑区主要与焦虑和恐惧有关。这些区域主要包括后扣带回, 杏仁核等。总体来说, 前扣带回在激情式爱情和性唤醒中激活升高, 后扣带回在爱情的悲伤中激活。并且没有表现出性别差异(Bartels & Zeki, 2000)。

在 Aron 的研究中, 既发现与先前研究相似的结果也得到许多不同的结果。在他们的研究中, 使用 17 名被试(7 男, 10 女)所有被试都处于恋爱的早期阶段, 当观看自己情侣的照片时, 要求想象与情侣在一起时的快乐情景(但不是性)。在实验中, 照片呈现 30 s。fMRI 数据分析使用感兴趣区(ROI)分析, 并不

是全脑分析。在分析中选择 12 个脑区作为 ROI: 腹侧被盖, 尾状核, 壳核, 伏隔核, 杏仁核, 后侧海马, 前扣带回, 后扣带回, 脑岛, 内侧和外侧眶额叶。Aron 的研究结果进一步支持了 Bartels & Zeki 的发现。活动显著升高的脑区主要在中多巴胺集中的皮层下脑区(腹侧被盖和尾状核等区域)。活动降低的区域为杏仁核, 杏仁核主要负责调节情绪, 焦虑, 恐惧和悲伤(Aron et al., 2005; Dalgleish, 2004; LeDoux, 2007; LeDoux, 2001)。性别比较没有表现出显著性别差异(Xu et al., 2011)。

在另一篇研究中, Ortigue 研究了激情式爱情的另一个方面: 在女性的大脑中存在伴侣的名字的隐性表征。实验者记录了 36 名女性被试观看隐含她们情侣名字的视频时大脑的激活情况(Ortigue, Bianchi-Demicheli, Hamilton, & Grafton, 2007)。结果再次证明了奖赏相关的脑区在激情式爱情中的重要作用。同时也发现在隐性水平上, 这些脑区同样活动升高。激情式爱情刺激呈现时, 活动升高的皮层下脑区涉及奖赏, 情绪, 以及精神等(尾状核, 脑岛, 中脑/腹侧被盖, 丘脑)。与先前研究一样, 活动升高的脑区还有前扣带回。此外, Ortigue 发现激情式爱情还激活了一些高级认知皮层。这些脑区主要包括: 枕颞叶/梭形回, 角回, 背外侧前额叶, 上颞叶, 中央前回等。这些脑区主要与社会认知, 注意, 自我表征有关。

事实表明, 这些实验结果并不是完全相同。这或许是由于每个实验设计的侧重不同。在上述三个实验中, 实验目标, fMRI 数据分析方法, 刺激呈现时长, 以及恋爱关系持续时间都不同。所以, 今后的实验要控制这三个变量, 才能更好的了解激情式爱情的脑网络。

2.2. 母爱相关的神经机制

2004 年, Bartels & Zeki 的另一个 fMRI 研究比较了激情式爱情脑网络与母爱相关脑网络之间的差异, 从而研究母爱。实验有 20 名母亲参与, 实验过程和方法与先前研究激情式爱情相似。由于实验范式相似, 所以两个实验数据可以直接一起比较。fMRI 数据扫描时, 被试观看的照片为“被试者自己的儿童, 与自己孩子年龄相同的其他儿童, 他们的朋友, 以及其他的他们熟悉的人”。要求被试在观看照片时全身放松。结果显示, 活动显著升高的脑区主要包括前扣带回, 脑岛, 这些脑区与激情式爱情是重叠的。其他的激活区域主要包括调节高级认知或情绪过程的脑区(外侧梭形回, 外侧眶额叶, 外侧前额叶), 多巴胺集中的脑区(尾状核, 壳核, 下丘脑核, 中脑水管, 黑质, 外侧丘脑)。中脑水管或许特异性的与母爱相关。中脑水管直接与边缘情绪系统相联系, 内部含有高密度的血管加压素受体(对维持母爱关系非常重要)。

在 Noriuchi 的研究中, 研究了血管加压素在母爱中的作用。有 13 名母亲参与实验, 观看的视频为“自己孩子的视频和他人孩子的视频(两种条件: 一起玩耍情景, 分离情境。)” 。与观看其他孩子相比, 当观看自己孩子的照片时, 血管加压素显著升高(Noriuchi, Kikuchi, & Senoo, 2008)。正如先前的研究, 活动显著升高的脑区集中在情绪, 多巴胺相关脑区(右侧前脑岛, 壳核, 丘脑, 下丘脑, 以及眶额叶)。与先前的研究相一致, 活动升高的皮层区域(额下回, 背内侧前额叶, 额中回, 颞中回, 颞上回, 中央后回, 以及下顶叶)主要负责高级认知或情绪处理。

母爱和浪漫爱情具有很多的相似性, 如与特定对象形成亲密关系, 成为推动人类行为的强烈的内在驱动力等。Bartels & Zeki 的研究表明, 母爱与浪漫爱情相互重叠的区域主要集中在纹状体(壳核, 尾状核, 苍白球等), 中脑岛, 以及背侧前扣带回。浪漫爱情的相关的激活区域, 如海马, 下丘脑等, 并没有在母爱的研究中发现。而与母爱特定相关的区域主要集中在外侧眶额叶, 中脑水管等。

总的来说, 母爱与浪漫爱情激活的脑区大部分是重叠的, 这些区域主要负责对奖赏, 情绪, 动机等信息的处理。对亲密关系将赏性的高敏感性, 对情绪的调节, 以及对伴侣或孩子的情感觉知, 都将影响亲密关系的建立和维持。

2.3. 无条件的爱情相关的神经机制

2009 年, Beauregard 设计实验研究无条件的爱情的神经机制。尽管无条件的爱情通常被定义为: “一

种博爱可以扩展到每一个人，是一种持久的，无条件的，稳定的爱”。Beauregard 将无条件的爱情定义为“对智障人士自发产生爱的一种能力”。Beauregard 认为无条件的爱情不同于共情。无条件的爱情是“不期望任何回报的爱” (Beauregard, Courtemanche, Paquette, & St-Pierre, 2009)。

实验中，Beauregard 使用 17(8 男，9 女)名被试研究无条件的爱情的神经机制。实验设计中包含两种条件：“消极注视条件”；“无条件的爱情注视条件”。在“消极注视条件”下，要求被试消极的描述智障者的照片。在“无条件的爱情注视条件”下，要求被试对相同的照片发自内心的感受无条件的爱情。实验结果表明，与控制条件相比，实验条件激活的脑区主要包括：中脑岛，上顶叶，中脑水管，右侧苍白球，右侧尾状核，左侧腹侧被盖，以及左侧腹侧前扣带回。

无条件的爱情是爱情的一种，社会科学家 Sorokin 最先开始对其进行研究(Sorokin, 2006)。从实验的结果可以看出无条件的爱情相关的脑区激活与浪漫爱情大部分是重合的。

通过比较浪漫爱情，母爱和无条件爱情神经机制的差异，我们发现，爱情相关的脑区很多：腹侧被盖，尾状核，壳核，伏隔核，杏仁核，后侧海马，下丘脑，前扣带回，后扣带回，脑岛，内/外侧眶额叶，上顶叶，中脑水管，右侧苍白球，额下回，背内侧前额叶，额中回，颞中回，颞上回，中央后回，以及下顶叶。然而，浪漫爱情特有的脑区主要包括：腹侧被盖，尾状核，壳核，伏隔核，海马和下丘脑。这些区域主要涉及奖赏，情绪，动机等相关信息的处理。

3. 爱情与动机，认知过程的关系

3.1. 爱情是一种指向配偶关系的目标导向性动机

总的来说，现在关于恋爱的 fMRI 研究指出，皮层下多巴胺奖赏相关的脑区(涉及多巴胺和催产素受体)，与爱情有关。多巴胺系统具有调节功能，这一调节功能对于目标导向的动机，奖赏，以及配偶关系非常重要。在先前的其他情侣相关反应(性渴望，性唤醒)研究中也涉及多巴胺系统。多巴胺系统激活在爱情的不同阶段都有所升高，这些发现支持爱情长期理论。尽管 fMRI 研究中使用不同的刺激，但发现的爱情相关脑网络是稳定的。同时，先前的研究表明，不同类型的爱情涉及的脑网络并不完全一致的。这些区域既包含多巴胺集中脑网络，也包含其他网络。例如，激情式爱情与腹侧被盖，尾状核有关，而母爱，无条件爱情与血管加压素有关。尽管这三个脑区在空间上很接近，但是他们的调节功能并不相同。具体来说，腹侧被盖为快乐感觉和配偶关系提供了一个中心平台。尾状核与目标表征，奖赏探测，预期，行为准备有关。fMRI 的实验结果表明，激情式爱情更多的涉及基础情绪。激情式爱情是一种复杂的正性情绪，一种指向特定个体的奖赏导向的动机。对激情式爱情相关的脑区(腹侧被盖，尾状核等)进行系统性的研究，将有助于更好的了解调节配偶关系的机制。对相关脑区的功能进行研究将有助于研制新的药物用于治疗相关的脑功能异常。

3.2. 爱情与认知

先前的 fMRI 研究结果表明，爱情不但涉及皮层下多巴胺脑区，还与高级皮层脑区有关。爱情不仅是一种基础情绪，还涉及认知成分。

与其他类型的爱情相比，激情式爱情激活特定的皮层区域。值得关注的是，激情式爱情相关的脑区调节复杂的认知功能，如自我表征，注意，以及社会认知。此外，外显刺激表征与内隐刺激表征导致不同的皮层激活，如角回(调节自我的觉知/表征相关的认知功能)。由于，视觉刺激并不是纯粹爱情相关的信息，还包括其他视觉信息。为此还需进一步研究这些脑区的时间动态，以确定诱发的活动的刺激不只是混合的视觉刺激，而是特定的指向性条件刺激(伴侣的照片)。了解这些复杂的功能或许有助于更好的了解爱情。

4. 先前研究的局限性

总体来讲,关于人类浪漫爱情的功能磁共振研究较少(截止到2013年共计7篇),并且在浪漫爱情相关研究中所使用的范式也大体相同,即要求被试观看其伴侣的照片以及亲密朋友,家人和陌生人的照片。研究浪漫爱情相关的脑区激活主要用伴侣照片引发的激活与其他控制条件引发的脑区激活相对比。由于实验范式过于单一,致使现在的实验结果的可推广性较差,今后的研究可以使用其他的研究范式,分别考察浪漫爱情的不同的方面的特点,以丰富浪漫爱情的研究。

其次,浪漫爱情相关的脑区虽然集中在多巴胺奖赏系统。但是,物质成瘾,食物成瘾等也激活多巴胺系统。多巴胺系统的作用是广泛的,所以关于人类的浪漫爱情的神经机制还要进行更深入的研究。不仅仅是停留在脑区这样的较大范围的尺度上,还应该深入到神经元分子水平。

第三,关于人类浪漫爱情的神经机制的研究,先前主要依靠特定的任务进行研究,由于实验任务所考察心理过程的侧重点不同,导致其具有相当大的局限性。在实验任务下观察到的脑区激活,更多的是一种状态性的改变。在行为上,我们可以观察到,当处于恋爱状态时,个体会表现出与先前不同的行为。而且一些改变会长时间持续存在。从这一角度出发,现在的研究还缺少浪漫爱情对脑功能稳定性改变的影响的研究。

5. 未来研究的展望

针对先前研究的局限性,将来的研究应该从如下几个方面对人类的浪漫爱情进行深入研究。

第一,由于先前研究中使用的实验范式过于单一,导致实验结果的可推广性较差,将来的研究,可以根据浪漫爱情表现出的不同的行为特点,分别设计不同的实验程序对其进行更深入的研究。如,浪漫爱情表现出与成瘾相似的行为特点,应该有类似成瘾相似的实验程序对这一成瘾相似特征进行研究。

第二,先前关于浪漫爱情的功能磁共振研究,主要还是做脑区的激活研究。随着神经影像学技术的快速发展,一些新的更全面的分析技术也应运而生。将来的研究,一方面可以向更细致的方向展开。如,做更细致的体素水平的功能研究。另一方面也可以向更广阔的方向展开。如,考察浪漫爱情相关的大尺度的脑网络改变。

第三,使用特定的实验任务研究浪漫爱情相关的神经机制有很大的局限性。今后的研究可以考察浪漫爱情的其他脑功能改变。如,使用体素形态学研究,考察浪漫爱情相关的皮层密度,体积和厚度的变化。同时也可以使用静息态的磁共振技术研究静息状态下浪漫爱情相关的功能性脑结构的改变。

总体来讲,关于浪漫爱情的神经影像学的研究还不太成熟,还需要更多更深入的研究。本研究大体综述了浪漫爱情的神经影像学的研究,同时指出了先前研究的局限性,并指明了将来研究的一些可能的方向,这些将有助于推动对人类浪漫爱情进行更深入的研究。

参考文献 (References)

- Acevedo, B. P., & Aron, A. (2009). Does a long-term relationship kill romantic love? *Review of General Psychology, 13*, 59.
- Aron, A., & Aron, E. N. (1991). Love and sexuality. In K. McKinney, & S. Sprecher, Eds., *Sexuality in Close Relationships* (pp. 25-48). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Aron, A., Fisher, H., Mashek, D. J., Strong, G., Li, H. F., & Brown, L. L. (2005). Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. *Journal of neurophysiology, 94*, 327-337.
- Bartels, A., & Zeki, S. (2000). The neural basis of romantic love. *Neuroreport, 11*, 3829-3834.
- Bartels, A., & Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage, 21*, 1155-1166.
- Baumeister, R. F., Wotman, S. R., & Stillwell, A. M. (1993). Unrequited love: On heartbreak, anger, guilt, scriptlessness, and humiliation. *Journal of Personality and Social Psychology, 64*, 377.
- Beauregard, M., Courtemanche, J., Paquette, V., & St-Pierre, É. L. (2009). The neural basis of unconditional love. *Psychia-*

- try Research: *Neuroimaging*, 172, 93-98.
- Cacioppo, S., Bianchi-Demicheli, F., Frum, C., Pfaus, J. G., & Lewis, J. W. (2012). The common neural bases between sexual desire and love: A multilevel kernel density fMRI analysis. *The Journal of Sexual Medicine*, 9, 1048-1054.
- Clark, M. S., & Mills, J. (1979). Interpersonal attraction in exchange and communal relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 12.
- Dalgleish, T. (2004). The emotional brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 583-589.
- Diamond, L. M., & Dickenson, J. A. (2012). The neuroimaging of love and desire: Review and future directions. *Clinical Neuropsychiatry*, 9.
- Fisher, H. (2004). *Why we love: The nature and chemistry of romantic love*. London: Macmillan.
- Fisher, H. E., Brown, L. L., Aron, A., Strong, G., & Mashek, D. (2010). Reward, addiction, and emotion regulation systems associated with rejection in love. *Journal of Neurophysiology*, 104, 51-60.
- Hazan, C., & Shaver, P. (1987). Romantic love conceptualized as an attachment process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52, 511-524.
- Jankowiak, W. R., & Fischer, E. F. (1992). A cross-cultural perspective on romantic love. *Ethnology*, 31, 149-155.
- LeDoux, J. (2007). The amygdala. *Current Biology*, 17, R868-R874.
- LeDoux, J. E. (2001). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155-184.
- Noriuchi, M., Kikuchi, Y., & Senoo, A. (2008). The functional neuroanatomy of maternal love: Mother's response to infant's attachment behaviors. *Biological Psychiatry*, 63, 415-423.
- Ortigue, S., Bianchi-Demicheli, F., Hamilton, A. F., & Grafton, S. T. (2007). The neural basis of love as a subliminal prime: An event-related functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 1218-1230.
- Peele, S., & Brodsky, A. (1975). *Love and addiction*. Peele, Stanton; Brodsky, Archie Oxford: Taplinger.
- Schaefer, A. W. (1989). *Escape from intimacy: The pseudo-relationship addictions: Untangling the "love" addictions, sex, romance, relationships*. Harper & Row.
- Sorokin, P. A. (2006). *Altruistic love: A study of American good neighbors and Christian saints*. Kessinger Publishing.
- Sternberg, R. J. (1986). A triangular theory of love. *Psychological Review*, 93, 119-135.
- Xu, X. M., Aron, A., Brown, L., Cao, G. K., Feng, T. Y., & Weng, X. C. (2011). Reward and motivation systems: A brain mapping study of early-stage intense romantic love in Chinese participants. *Human Brain Mapping*, 32, 249-257.

汉斯出版社为全球科研工作者搭建开放的网络学术中文交流平台。自2011年创办以来，汉斯一直保持着稳健快速发展。随着国内外知名高校学者的陆续加入，汉斯电子期刊已被450多所大中华地区高校图书馆的电子资源采用，并被中国知网全文收录，被学术界广为认同。

汉斯出版社是国内开源（Open Access）电子期刊模式的先行者，其创办的所有期刊全部开放阅读，即读者可以通过互联网免费获取期刊内容，在非商业性使用的前提下，读者不支付任何费用就可引用、复制、传播期刊的部分或全部内容。

