

恐惧情绪不同时段干预研究进展

黄美清, 宋春杨, 丛林, 孙继成, 胡文东*, 马进*

空军军医大学航空航天医学系医学装备教研室, 陕西 西安

收稿日期: 2022年8月14日; 录用日期: 2022年9月13日; 发布日期: 2022年9月21日

摘要

恐惧是有机体面临威胁性刺激或者预期有害刺激时产生的一种强烈的情绪反应, 恐惧情绪可能是突发险情下事故发生的原因之一。当前, 关于恐惧情绪的干预已有大量研究, 恐惧前干预研究是在恐惧情绪产生前的干预, 但应用于突发险情下的恐惧干预可能存在技术、费用或者安全的问题; 恐惧实时干预研究是当下恐惧情绪的伴随性干预, 可应用于突发险情下的恐惧干预, 但国内外关于恐惧实时干预的研究相对较少。未来研究可以从症状控制、注意力分散等方面探究恐惧实时干预措施。

关键词

恐惧情绪, 恐惧干预, 实时干预, 症状控制, 注意力分散

Research Progress on Intervention of Fear in Different Periods

Meiqing Huang, Chunyang Song, Lin Cong, Jicheng Sun, Wendong Hu*, Jin Ma*

Department of Medical Equipment, Aerospace Medicine School, Air Force Medical University, Xi'an Shaanxi

Received: Aug. 14th, 2022; accepted: Sep. 13th, 2022; published: Sep. 21st, 2022

Abstract

Fear is a strong emotional reaction that an organism produces when faced with threatening stimuli or anticipated harmful stimuli. Fear may be one of the causes of accidents under sudden hazard. At present, there are a lot of researches on the intervention of fear emotion, pre-fear intervention study is the intervention before the emergence of fear, but there may be technical, cost or safety problems when it is applied to the fear intervention in sudden hazard. Real-time fear intervention studies are concomitant interventions for current fear emotion, which can be applied to fear interventions in sudden danger, but there are relatively few studies on real-time fear inter-

*通讯作者。

ventions at home and abroad. Future research can explore real-time intervention measures of fear from the aspects of symptom control and distraction.

Keywords

Fear, Fear Intervention, Real-Time Intervention, Symptom Control, Distraction

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《心理学大辞典》中对恐惧是这样定义的——恐惧是动物或人类面临威胁性刺激或者预期有害刺激时产生的一种强烈的情绪反应，动物或人类的主观体验为内心极度不安，想要逃离或进攻，伴随着交感神经兴奋、肌肉紧张、末梢神经收缩、呼吸急促、心跳加速等生理反应(林崇德等, 2003)。恐惧是动物和人类面对威胁性刺激的防御性情绪体验,具有重要的适应意义(何静文等, 2014)。但是从效价层面上来看,恐惧是一种负性情绪,当恐惧的程度超过一定限度时,有机体本能做出战斗或逃跑的反应(Christianson, 2021),甚至可能出现冻结失能的反应(Borkar & Fadok, 2021; Fanselow, 1994),导致一系列的身体和心理机能的降低(Castilla et al., 2022; 薛昀赞, 2009),这可能是突发险情下事故发生的重要原因之一。以飞行事故为例,大量的调查研究分析表明,大约 80%~90%的飞行事故是由人的因素造成的,其中 50%~60%是飞行员操纵错误造成的(苗丹民,刘旭峰,2010)。当飞行员突然面对威胁到自身安全或机身安全的刺激,引发死亡焦虑和强烈恐惧情绪,导致意识延迟或者丧失的现象,进而导致操纵的失误或者操作延迟,则可能增加飞行事故发生的概率。因此,面对突发险情时,如果对人的恐惧情绪进行干预,降低恐惧情绪的强度,使人们从意识延迟或丧失的状态中恢复过来,就能增加人们对威胁刺激做出应对反应的时间,进而可能减少由人的心理因素导致的事故发生的可能性。本文对国内外恐惧情绪干预相关的文献进行总结和分析,希望能为突发险情下的恐惧情绪提供干预思路。

2. 恐惧情绪的诱发和测量

2.1. 恐惧情绪的诱发

在实验室中对恐惧情绪进行干预的一个重要的步骤是恐惧情绪的诱发。恐惧属于基本情绪之一,情绪的诱发方法——材料诱发法、情景诱发法,想象诱发法(付玉, 2019; 郑璞等, 2012)同样适用于恐惧情绪的诱发,但是不同的诱发方法诱发恐惧情绪的强度上存在差异(曾庆, 郑希付, 2016; Hudson et al., 2020; Eryilmaz et al., 2011)。与其他情绪一样,视觉材料也是诱发恐惧情绪最简单、最直接的方式,国际情绪图片库中包含大量诱发恐惧情绪的刺激,图片主要是关于攻击性动物(如,蛇、鲨鱼)、枪、暴力动作和危险场景(如,暴乱、车祸)等(雷怡, 孙晓莹, 窦皓然, 2019)。除了视觉材料以外,最常见的就是听觉材料诱发恐惧情绪,李宏汀等(2012)通过突发强声刺激来诱发惊跳反射,对突发强声刺激下神经肌肉活动潜伏期及其较之意识反应的时间优势进行研究,代表干扰效应的强弱声刺激条件下的反应时差高达 862 ms,这说明在面临突发刺激时,惊吓会导致人的意识反应延迟,增加了事故发生的概率。最近的较多研究使用恐怖视频诱发恐惧情绪,Hudson 等(2020)根据恐怖电影的试播调查选出的两部恐怖片(2016年的《招魂2》和 2010年的《阴险》),通过剪辑诱发持续性恐惧和急性恐惧,并进行动态恐惧评分,从另外一个方面

来说, 电影片段将视觉和听觉材料结合, 从而能够诱发更高强度的恐惧情绪。情景刺激也具有较好的恐惧诱发效果, 日常生活中, 当人们坐过山车时, 当人们处于高楼往下看时会冒冷汗, 甚至出现眩晕感。有研究者发现, 通过情景刺激的恐惧情绪受主观意念的影响较小(Kreibig, 2010), 有利于恐惧情绪进行更客观的评价。近几年, 虚拟现实技术的出现可以让人们在实验室条件下仿真现实情景, 能够达到较好的诱发情绪的效果, Fadeev 等(2020)通过 VR 技术呈现一块 80 层楼高的木板上, 将被试带到木板上测试其承受所唤起的高度恐惧的能力。薛昀赟(2009)则通过恐怖故事诱发恐惧情绪, 该研究发现听恐怖故事时生理指标发生明显变化。综上所述, 恐惧情绪的诱发方式具有多样性的特点, 想要诱发高强度的恐惧情绪, 需要结合多通道刺激, 并且尽可能还原真实情景。

2.2. 恐惧情绪的测量

恐惧情绪的测量是衡量恐惧诱发效果和恐惧干预效果的必不可少的环节。恐惧情绪的测量大致可分为三个部分, 主观评价、生理反馈和绩效评估。恐惧情绪的主观评价可通过被试主观陈述恐惧情绪强度, 或者通过恐惧相关量表评定, 常用的量表有 PANAS (Positive Affect and Negative Affect Scale)量表(王垒, 2018); 恐惧情绪的生理反馈可通过被试的生理变化和神经信号的变化体现, 恐惧情绪伴随着清晰的交感神经活动的兴奋和副交感神经活动的抑制, 具体表现为心率加快(邓桂珠, 2015)、血压上升、呼吸会加快加深、瞳孔扩大等。近年来随着认知神经科学的发展, 脑电(EEG)(陈玉娇, 2020; Chirumamilla et al., 2019)、功能磁共振成像(fMRI)(Eryilmaz et al., 2011)等技术也可用于恐惧情绪的识别和测量; 恐惧情绪的绩效评估可通过认知任务完成的反应时和正确率来体现, 在强烈的恐惧情绪下, 正在进行的认知过程被破坏, 注意力被迅速重新定向到威胁性刺激而不是问题的解决(Ćosić et al., 2016), 惊吓和持续恐惧可能导致人的意识延迟(李宏汀等, 2012), 可通过设置简单的认知任务, 如三色九灯反应能力任务、Stroop 范式等, 并根据反应时和正确率判断恐惧情绪的程度。

3. 恐惧情绪的干预研究

目前, 关于恐惧情绪的干预或者消退已有大量研究。本文将以往恐惧情绪的干预研究按照恐惧前干预研究和恐惧实时干预研究分类, 总结以往恐惧情绪干预研究, 方便进行纵向比较不同时间段干预措施的特点和效果, 进而探究适用于突发险情下恐惧情绪的干预措施。

3.1. 恐惧前干预研究

除恐惧情绪的形成和表达涉及多个脑区, 相关综述表明, 大脑在加工恐惧情绪时杏仁核、海马、前扣带回、内侧额叶皮层、眶额皮层五个脑区的激活显著(冯攀, 冯廷勇, 2013), 其中, 杏仁核的激活最为明显, 因此杏仁核被视为“恐惧中心”。恐惧前干预研究是恐惧情绪产生前恐惧加工的固定特性或固定脑区进行干预, 进而降低恐惧情绪表达的程度。恐惧前干预研究按照干预方式来区分主要可分为设备干预、心理干预和药物干预。

设备干预方面, Clarke 等(2020)设置经颅直流电刺激(tDCS)和下调情绪反应指示结合, 验证左侧背外侧前额叶 tDCS 减少对威胁刺激的偏差注意, 减少杏仁核威胁反应的有效性, 结果表明 tDCS 与假刺激相比, 确实能够减弱情绪的反应性, 支持额叶 tDCS 在减弱消极情绪反应方面的作用。临床前研究表明, 啮齿动物的腹内侧前额叶皮层(vmPFC)支持习得性恐惧反应的消退, 消退过程中 vmPFC 的兴奋和抑制分别增强和减弱消退的效果(Sierra-Mercado et al., 2010)。Raij 等(2017)采取了一种创新的新方法来规避 TMS 无法直接刺激 vmPFC 的问题。利用功能连通性分析, 发现了左侧后外侧前额叶的一个浅表区域, 它与在消失过程中被激活的 vmPFC 区域相耦合, 通过实验证明刺激人类的 vmPFC 消退回路可以在暴露疗法的基础上促进恐惧的消退(Pennington & Fanselow, 2018)。

心理干预方面, *Taschereau-Dumouchel* 等(2018)在暴露疗法的基础上提出一种新的心理干预方法, 通过直接将金钱奖励和大脑中自然恐惧动物解码进行无意识配对, 来绕开有意识暴露中的主观不愉快, 进而减少生理恐惧反应。该方法显示在神经强化过程中, 诱导的目标表征相对局部, 与恐惧相关回路的其余部分脱节, 这种脱节是减少恐惧过程的一个重要方面。另外, *Siegel* 等(2020)通过非常短暂的主动暴露干预(very brief exposure, VBE)——反复呈现隐蔽的恐惧刺激(如蜘蛛), 实验结果表明 VBE 减少恐惧症患者对狼蛛的回避, 支持恐惧消退的区域(包括腹内侧前额叶皮层)和情绪显著性处理介导了这种效应。

药物干预方面, 国外综述表明以糖皮质激素为基础的旨在减轻厌恶记忆的药物干预可能有助于治疗与恐惧相关的疾病, 糖皮质激素可以减少厌恶记忆的提取, 从而减少恐惧的表达(*de Quervain, Schwabe, & Roozendaal, 2017*)。糖皮质激素参与了多种恐惧记忆的消退, 包括听觉恐惧条件反射(*Barrett & Gonzalez-Lima, 2004*)、情境恐惧条件反射(*Blundell et al., 2011*)和恐惧增强惊吓(*Yang et al., 2006*)。*Merz* 等(2018)在条件性恐惧的消退实验暴露过程前应用应激激素皮质醇, 证明皮质醇降低了杏仁核-海马复合体的神经激活, 并增强了前海马旁回与腹内侧前额叶皮层(vmPFC)的功能连接, 进而降低了条件恐惧的程度。

3.2. 恐惧实时干预研究

恐惧情绪的反应一般模式可分为两种——快通路和慢通路。快通路指的是感觉器官接受到恐惧刺激之后, 将恐惧信号传导至丘脑, 再直接传导到杏仁核做出恐惧反应, 也可称为丘脑-杏仁核通路, 快通路对应恐惧的进化反应惊跳反射(*卢宁艳, 王健, 杨红春, 2008*), 惊跳反射反应时间快但容易反应过度, 做出错误反应。而在慢通路中, 丘脑将恐惧信号传导至大脑皮层中, 经过大脑皮层的综合分析将信号传导到杏仁核中, 进而产生恐惧反应, 也可称为丘脑-皮层-杏仁核通路, 慢通路因为经过大脑皮层分析不容易做出错误反应, 但反应时间较长, 由于紧张产生心跳加快, 血压上升等生理现象, 甚至可能失能 2~4 秒。恐惧实时干预是在恐惧情绪产生、发展和持续过程中的伴随性干预。一般通过实时干预措施阻断或者减弱持续恐惧, 进而减少恐惧情绪对有机体生理或者心理的消极影响。

恐惧实时干预措施相对与恐惧前干预措施较少, 主要为设备干预。对啮齿动物的研究表明, 将迷走神经刺激(VNS)与脱敏训练配合, 可以增强恐惧的消除。*Souza* 等(2021)研究表明在早期啮齿动物和人类中风研究中使用的 0.8 m AVNS 强度可能是使用 VNS 作为创伤后应激障碍暴露治疗的最佳方法。相关综述表明, 经皮耳迷走神经刺激(taVNS)通过对外耳迷走神经耳支施加电流来无创影响迷走神经的活动和张力, 可以达到增加副交感神经活动并减少交感神经活动的效果(*Wang et al., 2021*)。另外, 近几年临床研究表明, 电针刺激可以缓解和控制惊恐障碍(*钱洁, 罗刚, 2009; 吴希, 胡慧, 2014*)。*邓桂珠*(2015)先通过恐怖音频刺激诱发受试者的恐惧情绪, 后电针刺激受试者的内关穴和间使穴, 对其心率和心率变异性产生即时效应, 即降低由恐惧引起的心率上升, 改善自主神经系统功能紊乱。*黄焕琳*(2017)进一步研究表明, 恐怖音频诱发后被试者呈现多种自主神经反应模式, 其中共同抑制模式(交感神经活动抑制、副交感神经活动抑制)占比最大, 电针刺激可以激活被抑制的副交感神经系统, 进而降低恐惧程度。除此之外, 国外学者 *Makovac* 等通过自动颈部吸力装置来刺激颈动脉窦中的颈动脉机械感受器(副交感神经通路), 发现对于恐惧面孔的处理, 右颈动脉刺激而不是左颈动脉刺激减弱了感知到的恐惧强度, 并且增强了中性面孔的强度评级(*Makovac et al., 2018; Makovac et al., 2015*)。其中基础心率变异性(HRV)的个体差异预测了右侧颈动脉刺激在恐惧处理过程中减弱杏仁核反应的程度。

4. 现有研究不足与展望

目前恐惧情绪的干预研究按照干预方式来区分主要可分为设备干预、心理干预和药物干预, 但大多干预过程复杂、耗时较长、应用于突发险情下的恐惧情绪干预可能存在技术、费用或者安全的障碍。而

且这些干预措施大多在恐惧发生前进行干预,然而现实中突发险情难以预测,恐惧前的干预研究难以精准实施。恐惧实时干预在恐惧情绪产生、发展和持续过程中进行干预,通过阻断或者减弱持续恐惧,减少恐惧情绪对有机体生理或者心理的消极影响,可应用于突发险情下的恐惧情绪干预,但恐惧实时干预措施相对较少,暂时还不能达到快速、便捷、高效地降低恐惧情绪程度的效果。鉴于突发险情下诱发恐惧情绪的普遍性,以及恐惧情绪可能带来事故的严重性,探讨恐惧情绪的实时干预措施具有重要的理论和实际意义,恐惧实时干预的研究可以从以下方面展开。

4.1. 症状控制

情绪的归因理论认为伴随情绪而产生的生理唤醒是决定情绪感受强度的必要条件,许多研究表明生理唤醒影响恐惧情绪,认知,行为等(Critchley, 2005; Critchley & Garfinkel, 2015)。另外,耶克斯-道德逊定律表明对于困难或复杂的工作,较低的唤醒水平是最优的。因此,通过控制恐惧情绪的症状,即降低生理唤醒程度能够达到降低恐惧程度的效果。目前的恐惧实时干预研究大多从此方面展开研究。

4.2. 注意力分散

当人们的情绪被高度唤醒时,他们会经历较差的认知能力,自我意识和解决问题的能力受损,此时分心可能是特定背景下的一种适应策略(Castilla et al., 2022)。注意力分散是消除恐惧感和情绪调节的策略(孟祥寒等, 2021; Koch et al., 2018)。在发生突发险情时,通过注意力分散,将恐惧情绪推出意识领域,减弱个体的冻结失能的反应,使有机体着眼于危险应对,如此可能减少强烈恐惧情绪对人的消极影响。

综上所述,探究突发险情下的恐惧情绪实时干预具有重要价值,特别是对于高风险工作者而言,如飞行人员。在突发险情发生的时候,提高高风险工作者的反应速度,缩短反应时间显得非常重要。后续研究可以从症状控制和注意力分散展开对恐惧的实时干预措施的研究,在高风险工作者面对突发险情时对其恐惧情绪进行实时干预,快速降低恐惧情绪的程度,进而增加其应对威胁刺激的操作时间。

基金项目

管制员疲劳对管制运行品质影响机理及预警关键技术研究(项目编号: U1933201); 基于体感交互的VRET恐高症康复训练关键技术研究(项目编号: 2022SF-052); 急性应激影响飞行人际交互的认知机理及应激响应差异表征技术研究(项目编号: 72101262)。

参考文献

- 曾庆, 郑希付(2016). 国际厌恶与恐惧情绪图片的本土化评定与基于脑电的试用. *中国临床心理学杂志*, 24(3), 417-420.
- 陈玉娇(2020). *基于VR系统的脑电恐惧度分级特征研究*. 硕士学位论文, 南京: 南京邮电大学.
- 邓桂珠(2015). *电针内关、间使对恐惧情绪状态心率及心率变异性的影响*. 硕士学位论文, 广州: 南方医科大学.
- 冯攀, 冯廷勇(2013). 恐惧情绪加工的神经机制. *心理学探新*, 33(3), 209-214.
- 付玉(2019). 情绪诱发方法研究综述. *湖北农机化*, (16), 43-45.
- 何静文, 尚志蕾, 刘伟志, 王伟(2014). 恐惧消除的相关脑机制. *中国健康心理学杂志*, 22(10), 1593-1596.
- 黄焕琳(2017). *基于自主神经反应模式研究电针内关、间使对恐惧状态志愿者心率变异性的影响*. 硕士学位论文, 广州: 南方医科大学.
- 雷怡, 孙晓莹, 窦皓然(2019). 恐惧与厌恶情绪图片系统的编制: 基于两种情绪的区分. *心理科学*, 42(3), 521-528.
- 李宏汀, 燕铁艳, 葛列众, 王笃明(2012). 突发强声刺激下神经肌肉反应时间优势的研究. *航天医学与医学工程*, 25(5), 335-338.
- 林崇德, 杨治良, 黄希庭(2003). *心理学大辞典*(pp. 695-696). 上海教育出版社.

- 卢宁艳, 王健, 杨红春(2008). 惊跳反射的生理心理机制. *心理科学进展*, 16(6), 899-904.
- 孟祥寒, 李强, 周彦榜, 王进(2021). 恐惧管理理论的争议及其对死亡心理研究的启示. *心理科学进展*, 29(3), 492-504.
- 苗丹民, 刘旭峰(2010). *航空航天心理学*(p. 57). 第四军医大学出版社.
- 钱洁, 罗刚(2009). 针刺治疗惊恐发作的临床观察. *北京中医药*, 28(12), 956-957.
- 王垒(2018). *恐惧情绪对风险决策的影响*. 硕士学位论文, 西安: 中国人民解放军空军军医大学.
- 吴希, 胡慧(2014). 内关穴合谷刺治疗惊恐发作 19 例. *中国针灸*, 34(2), 155-156.
- 薛昀赞(2009). *听觉材料诱发恐惧情绪下生理指标的变化和自主神经反应模式的实验研究*. 硕士学位论文, 西安: 中国人民解放军空军军医大学.
- 郑璞, 刘聪慧, 俞国良(2012). 情绪诱发方法述评. *心理科学进展*, 20(1), 45-55.
- Barrett, D., & Gonzalez-Lima, F. (2004). Behavioral Effects of Metirapone on Pavlovian Extinction. *Neuroscience Letters*, 371, 91-96. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.08.046>
- Blundell, J., Blaiss, C. A., Lagace, D. C., Eisch, A. J., & Powell, C. M. (2011). Block of Glucocorticoid Synthesis during Re-Activation Inhibits Extinction of an Established Fear Memory. *Neurobiology of Learning & Memory*, 95, 453-460. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2011.02.006>
- Borkar, C. D., & Fadok, J. P. (2021). A Novel Pavlovian fear Conditioning Paradigm to Study Freezing and Flight Behavior. *Journal of Visualized Experiments*, No. 167, e61536. <https://doi.org/10.3791/61536>
- Castilla, D., Navarro-Haro, M. V., Suso-Ribera, C., Díaz-García, A., Zaragoza, I., & García-Palacios, A. (2022). Ecological Momentary Intervention to Enhance Emotion Regulation in Healthcare Workers via Smartphone: A Randomized Controlled Trial Protocol. *BMC Psychiatry*, 22, Article No. 164. <https://doi.org/10.1186/s12888-022-03800-x>
- Chirumamilla, V. C., Gonzalez-Escamilla, G., Koirala, N., Bonertz, T., & Groppa, S. (2019). Cortical Excitability Dynamics during Fear Processing. *Frontiers in Neuroscience*, 13, Article No. 568. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00568>
- Christianson, J. P. (2021). The Head and the Heart of Fear. *Science (New York, N.Y.)*, 374, 937-938. <https://doi.org/10.1126/science.abm6790>
- Clarke, P. J. F., Van Bockstaele, B., Marinovic, W., Howell, J. A., Boyes, M. E., & Notebaert, L. (2020). The Effects of Left DLPFC tDCS on Emotion Regulation, Biased Attention, and Emotional Reactivity to Negative Content. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 20, 1323-1335. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00840-2>
- Ćosić, K., Popović, S., Kukulja, D., Dropuljić, B., Ivanec, D., & Tonković, M. (2016). Multimodal Analysis of Startle Type Responses. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 129, 186-202. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.01.002>
- Critchley, H. D. (2005). Neural Mechanisms of Autonomic, Affective, and Cognitive Integration. *The Journal of Comparative Neurology*, 493, 154-166. <https://doi.org/10.1002/cne.20749>
- Critchley, H. D., & Garfinkel, S. N. (2015). Interactions between Visceral Afferent Signaling and Stimulus Processing. *Frontiers in Neuroscience*, 9, Article No. 286. <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00286>
- de Quervain, D., Schwabe, L., & Roozendaal, B. (2017). Stress, Glucocorticoids and Memory: Implications for Treating Fear-Related Disorders. *Nature Reviews Neuroscience*, 18, 7-19. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.155>
- Eryilmaz, H., Van De Ville, D., Schwartz, S., & Vuilleumier, P. (2011). Impact of Transient Emotions on Functional Connectivity during Subsequent Resting State: A Wavelet Correlation Approach. *Neuroimage*, 54, 2481-2491. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.021>
- Fadeev, K. A., Smirnov, A. S., Zhigalova, O. P., Bazhina, P. S., Tumialis, A. V., & Golokhvast, K. S. (2020). Too Real to Be Virtual: Autonomic and EEG Responses to Extreme Stress Scenarios in Virtual Reality. *Behavioural Neurology*, 2020, Article ID: 5758038. <https://doi.org/10.1155/2020/5758038>
- Fanselow, M. S. (1994). Neural Organization of the Defensive Behavior System Responsible for Fear. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 429-438. <https://doi.org/10.3758/BF03210947>
- Hudson, M., Seppälä, K., Putkinen, V., Sun, L., Glerean, E., Karjalainen, T., Karlsson, H. K., Hirvonen, J., & Nummenmaa, L. (2020). Dissociable Neural Systems for Unconditioned Acute and Sustained Fear. *Neuroimage*, 216, Article ID: 116522. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116522>
- Koch, S. B. J., Mars, R. B., Toni, I., & Roelofs, K. (2018). Emotional Control, Reappraised. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 95, 528-534. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.11.003>
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic Nervous System Activity in Emotion: A Review. *Biological Psychology*, 84, 394-421. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.03.010>
- Makovac, E., Garfinkel, S. N., Bassi, A., Basile, B., Macaluso, E., Cercignani, M. et al. (2015). Effect of Parasympathetic Stimulation on Brain Activity during Appraisal of Fearful Expressions. *Neuropsychopharmacology*, 40, 1649-1658.

- <https://doi.org/10.1038/npp.2015.10>
- Makovac, E., Garfinkel, S., Bassi, A., Basile, B., Macaluso, E., Cercignani, M., Calcagnini, G., Mattei, E., Mancini, M., Agalliu, D., Cortelli, P., Caltagirone, C., Critchley, H., & Bozzali, M. (2018). Fear Processing Is Differentially Affected by Lateralized Stimulation of Carotid Baroreceptors. *Cortex*, *99*, 200-212. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.07.002>
- Merz, C. J., Hamacher-Dang, T. C., Stark, R., Wolf, O. T., & Hermann, A. (2018). Neural Underpinnings of Cortisol Effects on Fear Extinction [Journal Article; Randomized Controlled Trial]. *Neuropsychopharmacology*, *43*, 384-392. <https://doi.org/10.1038/npp.2017.227>
- Pennington, Z. T., & Fanselow, M. S. (2018). Indirect Targeting of Subsuperficial Brain Structures with Transcranial Magnetic Stimulation Reveals a Promising Way Forward in the Treatment of Fear. *Biological Psychiatry*, *84*, 80-81. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2018.05.003>
- Raij, T., Nummenmaa, A., Marin, M. F., Porter, D., Furtak, S., Setsompop, K. et al. (2017). Prefrontal Cortex Stimulation Enhances Fear Extinction Memory in Humans. *Biological Psychiatry*, *84*, 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2017.10.022>
- Siegel, P., Wang, Z., Murray, L., Campos, J., Sims, V., Leighton, E., & Peterson, B. S. (2020). Brain-Based Mediation of Non-Conscious Reduction of Phobic Avoidance in Young Women during Functional MRI: A Randomised Controlled Experiment. *The Lancet Psychiatry*, *7*, 971-981. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30285-6](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30285-6)
- Sierra-Mercado, D. et al. (2010). Dissociable Roles of Prelimbic and Infralimbic Cortices, Ventral Hippocampus and Basolateral Amygdala in the Expression and Extinction of Conditioned Fear. *Neuropsychopharmacology*, *36*, 529-538. <https://doi.org/10.1038/npp.2010.184>
- Souza, R. R., Robertson, N. M., McIntyre, C. K., Rennaker, R. L., Hays, S. A., & Kilgard, M. P. (2021). Vagus Nerve Stimulation Enhances Fear Extinction as an Inverted-U Function of Stimulation Intensity. *Experimental Neurology*, *341*, Article ID: 113718. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2021.113718>
- Taschereau-Dumouchel, V., Cortese, A., Chiba, T., Knotts, J. D., Kawato, M., & Lau, H. (2018). Towards an Unconscious Neural Reinforcement Intervention for Common Fears. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*, 3470-3475. <https://doi.org/10.1073/pnas.1721572115>
- Wang, Y., Li, S., Wang, D., Wu, M., He, J., Zhang, J., Zhao, B., Hou, L., Wang, J., Wang, L., Wang, Y., Zhang, Y., Zhang, Z., & Rong, P. (2021). Transcutaneous Auricular Vagus Nerve Stimulation: From Concept to Application. *Neuroscience Bulletin*, *37*, 853-862. <https://doi.org/10.1007/s12264-020-00619-y>
- Yang, Y. L., Chao, P. K., & Lu, K. T. (2006). Systemic and Intra-Amygdala Administration of Glucocorticoid Agonist and Antagonist Modulate Extinction of Conditioned Fear. *Neuropsychopharmacology*, *31*, 912-924. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1300899>