

# 条件学习视角下的恐惧与厌恶<sup>\*</sup>

申思怡 梅颖 王金霞 戴雨芊 吴奇 雷怡<sup>\*\*</sup>

(四川师范大学脑与心理科学研究院, 成都, 610066)

**摘要** 过度的恐惧及厌恶是焦虑障碍的核心特征之一, 从条件学习视角探析恐惧与厌恶的特性, 有望为相关临床治疗提供重要依据。首先从面部表情、心率、认知及功能脑区层面论述了恐惧、厌恶与焦虑相关疾病的情绪主导性关系。其次, 从条件学习视角对比恐惧和厌恶的行为与神经机制差异, 发现相对于习得的恐惧, 厌恶更难以消除; 两者的条件学习既会共同激活 dACC、OFC 和 NAcc 等参与联结意识发展和效价评估的脑区, 也会激活各自特异的功能脑区, 如杏仁核等在恐惧学习中具有重要地位, 脑岛在厌恶学习中具有重要地位。最后, 从厌恶条件学习研究的不足性, 讨论了未来研究可以从泛化、消退干预等方向继续探究。

**关键词** 厌恶 恐惧 焦虑障碍 经典条件作用

## 1 引言

恐惧和厌恶作为人类的基本情绪, 是强烈而不愉快的情绪(曾庆, 郑希付, 2018), 在人类的生存中占据重要地位。适度的恐惧和厌恶有助于个体适应性地处理生存过程中遇到的威胁, 而过度的恐惧和厌恶则会使个体“生病”(Olatunji et al., 2010; Onat & Büchel, 2015)。研究发现某些焦虑相关疾病, 如强迫症(obsessive-compulsive disorder, OCD)、蜘蛛恐惧症、血液注射损伤恐惧症(blood injection injury phobia, BII)患者在面对相应的威胁刺激时不仅会报告恐惧感, 还会报告厌恶感(Cisler et al., 2009), 这表明恐惧和厌恶可能共存于某些焦虑障碍中。

焦虑障碍已发展成危害个体心理健康的潜在杀手, 临床上常采用暴露疗法来治疗所有亚型的焦虑障碍, 虽然对于改善患者的过度恐惧具有可观的效

果(Foa & McLean, 2016), 但显然这种“一刀切”的疗法存在一些致命弊端, 如暴露疗法对某些焦虑障碍仍旧无改善效果(Jessup et al., 2020)。研究表明采用恐惧消退的方法并不能有效地消退习得的厌恶感(Mason & Richardson, 2010), 这一结果传达了暴露疗法对某些焦虑障碍无显著改善效果的原因, 即在这些焦虑障碍中厌恶可能占主导地位, 恐惧次之, 加之厌恶难以消退的特性, 采用基于消退原理的暴露疗法只能消退次要的恐惧而不能消退主要的厌恶, 所以无显著改善效果。

如何有针对性地甄别和治疗不同亚型焦虑障碍成为急于解决的问题, 恐惧和厌恶作为焦虑障碍的主要情绪, 理应从此入手, 找寻针对性甄别和治疗的突破口。条件学习范式常常用于焦虑障碍不适应情绪习得和消退的研究, 厘清条件学习视角下恐惧与厌恶的差异特性也许有助于甄别和针对性治疗不

<sup>\*</sup> 本研究得到国家自然科学基金面上项目(32271142、31871130)、广东省“脑科学与类脑研究”重大科技专项: 自闭症诊疗方法研究(2018B030335001)、教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(21JZD063)和深圳科学与技术研究项目(JCYJ20200109144801736)的资助。

<sup>\*\*</sup> 通讯作者: 雷怡, E-mail: lei yi821@vip.sina.com

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20230408

同亚型的焦虑障碍。因此本文将从以下几个方面对相关研究的现状进行总结与展望：首先介绍恐惧、厌恶与焦虑障碍的关系，表明不同焦虑障碍具有不同的情绪主导性，继而表明厘清恐惧和厌恶的差异特性对临床治疗的重要性；其次从条件学习视角回顾恐惧与厌恶的行为、神经机制差异，进一步总结两者的差异，以期为针对性治疗提供重要依据；最后，针对现有研究的不足，对未来的研究方向进行展望。

## 2 恐惧、厌恶与焦虑相关精神障碍

### 2.1 恐惧和厌恶共存的焦虑障碍

焦虑障碍是最常见的一种精神疾病（Penninx et al., 2021）。截止 2013 年，全球九分之一的人患有焦虑障碍（Baxter et al., 2013），到 2020 年，全球范围内焦虑障碍患病率增加了 26%（COVID-19 Mental Disorders Collaborators, 2021）。恐惧是个体感知到受伤或死亡的风险（Hoppenbrouwers et al., 2016），而厌恶是对污染物的特殊情绪反应（Rozin et al., 2016），是帮助人类远离疾病的适应机制（Chapman & Anderson, 2012）。

恐惧总是伴随厌恶，厌恶总是伴随恐惧（雷怡等，2019），两者是适应性的防御机制，都代表了精神病理学的核心威胁情绪和潜在的痛苦（Woody & Teachman, 2010），因此可能共存于某些焦虑障碍中。行为学和脑机制研究为此提供了证据。如 OCD、BII、创伤后应激障碍（posttraumatic stress disorder, PTSD）、蜘蛛恐惧症患者在面对各自相应的刺激时，会报告感到恐惧和厌恶，且倾向于将相应的威胁刺激与厌恶、恐惧的属性联系在一起；脑机制上，不仅会激活代表恐惧的杏仁核，还会激活最能代表厌恶的脑岛（Olatunji et al., 2010）。综上所述，恐惧和厌恶相似的适应性防御特性是导致两者共存于某些焦虑障碍的重要原因。那两者的差异特性对这些焦虑障碍存在怎样的影响？

### 2.2 相关焦虑障碍中恐惧和厌恶主导性区分

恐惧与厌恶虽然具有相似的适应性防御机制，但实质上存在很大的差异性，如面部表情和生理反应上，厌恶刺激会引起典型的提唇肌活动和低心率，而恐惧则会引起皱眉肌活动和高心率（Cisler et al., 2009）；功能脑区上，厌恶最具代表性的是脑岛（黄好等，2010），而恐惧则是杏仁核（Greco & Liberzon, 2016）。这些差异可能会导致两种情绪在共存的焦

虑障碍中发挥不同的作用，并占据不同的地位。Cisler 等（2009）从这些差异特性出发对 OCD、BII 和蜘蛛恐惧症中的恐惧和厌恶主导性进行了区分，结果表明在蜘蛛恐惧症中，恐惧是第一反应，而厌恶则是在个体意识到蜘蛛与“感染”相联系时诱发；在 BII 和 OCD 中，厌恶是第一反应，恐惧则是由厌恶引起的不舒服感诱发。

前人研究的区分仅止步于 BII、OCD 和蜘蛛恐惧症，而实际上恐惧和厌恶也共存于 PTSD 和进食障碍（eating disorders, ED）中（Bou et al., 2020; Knowles et al., 2018）。鉴于 PTSD 和 ED 患病的流行性，了解其情绪主导性是有必要的。前人研究发现当 PTSD 患者接触与创伤相关的刺激时，虽然会报告感到恐惧和厌恶，但心理和脑机制上却表现出皱眉肌活动增强（Kirsch et al., 2015）、心率升高（Morris et al., 2016; Schneider & Schwerdtfeger, 2020）、杏仁核显著激活（Duval et al., 2020），这表明可能恐惧占据主导地位，厌恶次之。当 ED 患者接触食物刺激时，会表现出皱眉肌活动增强、皮肤电和心率降低；而面对关于体型刺激时，则表现出皮肤电和心率升高、杏仁核显著激活（Burmester et al., 2021）。虽然结果在生理反应上存在差异，但显然恐惧情绪占据主导地位。

总之，与感染病原体或被污染相关的焦虑障碍，厌恶占据主导地位；与死亡、威胁生存相关的焦虑障碍，恐惧占据主导地位。这一主导性差异表明临床上对于不同亚型焦虑障碍的治疗应当首先甄别其核心情绪，继而根据其特性开展有针对性的治疗。

如上所述，从基本情绪角度阐明两者的差异性只能区分其主导性，而条件性恐惧与厌恶学习不仅可以模拟恐惧与厌恶的习得、消退，提高我们对恐惧与厌恶的功能特性的理论认识，而且对预防和有针对性地治疗恐惧、厌恶性疾病具有重要意义。所以接下来本文将从条件学习视角梳理恐惧和厌恶的行为与神经机制研究，试找寻两者的差异特性，为临床治疗提供理论依据。

## 3 基于条件学习角度探析恐惧与厌恶

### 3.1 恐惧、厌恶条件学习范式

巴甫洛夫条件反射是许多精神疾病病因研究的经典模型（Greco & Liberzon, 2016），在心理学研究中应用广泛。在人类恐惧与厌恶学习的研究中，常用差异条件化范式（discrimination conditioning），

该范式最核心的是习得阶段和消退阶段。习得阶段表现为中性的条件刺激 (CS+) 与本身就能引起恐惧或厌恶的无条件刺激 (US) (如恐惧 US 包括电击、尖叫声等; 厌恶 US 包括呕吐的视频、厌恶的图片等) 重复匹配出现, 而另一种中性刺激 (CS-) 则作为安全线索, 从不与 US 配对, 最终仅单独呈现 CS+ 就会引起相应的恐惧或厌恶反应 (Borg et al., 2016; LeDoux, 2014)。消退阶段是暴露疗法的基石, 表现为多次呈现 CS 而不匹配 US, 从而达到降低 CS+ 引起恐惧感或厌恶感的效果。

### 3.2 恐惧和厌恶条件学习的行为机制

恐惧条件学习与厌恶条件学习行为机制的对比有助于理解两种情绪在焦虑障碍中发挥的不同作用。两者在主观报告 (恐惧感与厌恶感)、生理反应等方向既存在一定的重叠性, 也存在一定的差异性。

#### 3.2.1 恐惧感和厌恶感的消退差异

主观感受是条件性恐惧学习与厌恶学习的一个最直接的反应指标。研究表明不管是焦虑障碍还是健康个体, 通过条件学习后均会对 CS+ 产生恐惧感或厌恶感 (Duits et al., 2015; Olatunji, 2020; Olatunji et al., 2013), 这表明恐惧和厌恶的习得是人类的一种基本学习过程。而在消退阶段, 随着 US 的消失, 恐惧能成功消退, 厌恶却存在消退困难 (Armstrong et al., 2014; Armstrong & Olatunji, 2017; Duits et al., 2015; Mason & Richardson, 2010; Olatunji, 2020), 这表明消退程序并不适用于厌恶。Mason 和 Richardson (2010) 采用差别条件范式分别研究了恐惧、厌恶的习得和消退过程, 结果证实了这一现象, 并认为其原因在于厌恶学习后, 个体会产生一种由厌恶属性诱发的“不喜欢”, 这种“不喜欢”会使个体持续回避厌恶刺激 (CS+), 所以消退时, 个体感觉不到该刺激已经变成安全刺激, 进而导致厌恶难以消退。这种“不喜欢”和回避行为在相关研究中已被证实 (Armstrong et al., 2014; Engelhard et al., 2014)。

总之, 每个人都会体验恐惧和厌恶情绪, 并通过某一刺激的出现与恐惧和厌恶的体验之间的联结而学会对该刺激产生恐惧和厌恶。正常情况下通过停止这种联结即可消除, 但厌恶感却不能, 这一差异特性回答了为何暴露疗法对厌恶主导的焦虑障碍无改善效果。

#### 3.2.2 恐惧和厌恶条件学习的生理反应差异

生理反应是情绪的另一个重要指标。当个体遇

到威胁时, 皮电反应 (SCR) 会表现出明显的增强, 所以在恐惧和厌恶习得过程, 个体表现出了对 CS+ 的 SCR 显著高于 CS- (Klucken et al., 2012; Marin et al., 2016)。而当威胁刺激消失时, 皮电反应则会恢复至基线水平, 所以在消退阶段, 随着威胁 US 的消失, 恐惧 CS+ 的皮肤电逐渐下降, 但厌恶 CS+ 的皮电结果却存在不一致。Olatunji 等 (2007) 发现厌恶消退之后, CS+ 引起的 SCR 依旧显著大于 CS-, 即和厌恶感一样, 皮电反应也难以消退。而 Klucken 等 (2013) 却发现了相反的结果, CS- 的 SCR 竟显著大于 CS+, 对此的解释是个体可能产生了不确定性, 认为 CS- 后面会跟随厌恶刺激。厌恶学习难以消退也体现在厌恶特异性的另一生理指标—提唇肌活动上 (Bosman et al., 2016), 然而由于厌恶消退的研究很少, 未来还需进一步的研究更详细地确定其生理反应的变化机制。

总之, 恐惧条件学习和厌恶条件学习在行为机制上存在一定的差异性, 这一差异性在神经机制上也有体现。

### 3.3 恐惧和厌恶条件学习的神经机制

恐惧与厌恶条件学习作为一种威胁学习, 会涉及相同的神经加工通路, 如前扣带回 (dorsal anterior cingulate cortex, dACC)、眶额皮层 (orbitofrontal cortex, OFC) 与伏隔核 (Nucleus Accumbens, NAcc) 等。此外, 两者又是不同的情绪, 具有不同的功能脑区。

#### 3.3.1 dACC、OFC 与 NAcc——威胁情绪条件化学学习的共同脑区

条件化学习涉及对 CS-US 联结性的认知和效价变化的评估, 所以从学习的角度来看, 恐惧和厌恶条件学习应该包含类似的神经通路。研究人员发现 NAcc 在联结意识的发展过程中发挥重要作用, OFC 在刺激效价的详细评估中作用显著 (Klucken et al., 2009), 而 dACC 则被认为既参与了负性刺激的评价过程 (Kalisch et al., 2006), 也参与了 CS-US 联结性的认知过程 (Mechias et al., 2010)。所以 CS-US 的联结意识的神经通路应该包括用于发展的 NAcc 和用于形成和建立联结意识的 dACC; 而效价评估过程的神经通路则应当包括致力于评估效价变化的 OFC 和 dACC。上述脑区的激活在恐惧和厌恶条件学习过程中得到了支持。Klucken 等 (2012) 采用图片 (CS) - 图片 (US) 范式对比了恐惧条件学习与厌恶条件学习的神经机制, 结果发现在习得阶段 (CS+>CS-), dACC、OFC 与 NAcc 均得到了显



著激活,这既表明恐惧和厌恶条件学习会导致几个大脑区域的联合激活,也表明不同形式的威胁学习主要依赖于一个共同的神经网络。

### 3.3.2 杏仁核、海马与腹内侧前额叶 (ventromedial prefrontal cortex, vmPFC)——恐惧条件学习的关键脑区

杏仁核和海马被认为是恐惧学习和消退的关键脑区,它们在恐惧记忆的习得、存储和表达中均起到了重要作用 (Greco & Liberzon, 2016)。研究表明杏仁核和海马在恐惧条件学习过程中 (CS+>CS-) 会得到显著的激活,主要起着识别和记忆恐惧情绪的作用 (刘宏艳等, 2011); 而当该学习用于探究焦虑障碍的作用机制时,则会发现这些功能脑区表现出过度激活,起着放大恐惧情绪的作用 (Marin et al., 2017)。恐惧学习中另一个占重要地位的脑区——内侧前额叶皮层 (vmPFC), 主要在消退阶段的安全学习中发挥了关键作用 (Milad & Quirk, 2012), 通过抑制杏仁核来实现安全学习,这种新的学习与恐惧学习进行竞争,进而达到消退习得的恐惧感的目的 (Herry et al., 2010; Morriss et al., 2018)。

### 3.3.3 脑岛——厌恶条件学习的关键脑区

脑岛 (insula) 是大脑皮层的一部分,在内感受中起核心作用 (Craig, 2009)。厌恶的核心特征是对身体感觉的强烈且直接的体验,如恶心 (Rozin & Fallon, 1987), 所以脑岛在厌恶条件学习中发挥重要作用。研究不仅从基本情绪加工证实了脑岛对厌恶的特异性 (Vytal & Hamann, 2010), 也从条件学习证实了该特性 (Klucken et al., 2012)。Klucken 等 (2012, 2013) 采用条件学习范式对比了恐惧条件学习与厌恶条件学习的神经机制,结果发现在习得阶段 (CS+>CS-), 厌恶学习相较于恐惧学习,脑岛表现出更显著的激活,这表明脑岛确实对厌恶刺激更具有特异性。而在厌恶消退阶段,CS+ 与 CS- 诱发的脑岛激活水平无显著差异,但 CS- 相较于 CS+ 反而更显著地激活了左侧杏仁核,这一结果虽然偏离了行为学结果假设的预期 (即根据行为学证据,厌恶学习难以消退,脑岛应当继续保持活跃状态), 但与 Phelps 等 (2004) 的研究发现一致,可以将其归因于安全学习。我们认为仅从安全学习来解释厌恶消退似乎并不充分,因为 CS+ 的厌恶感经过消退后依旧存在,杏仁核被证明也参与不确定性的加工 (Sarinopoulos et al., 2010), 这似乎可以作为一种解释方向。最新的一项研究表明相较于恐惧刺

激和中性刺激,个体对厌恶刺激的细节记忆得更差 (Fink-Lamotte et al., 2021), 这表明个体对厌恶刺激的认知加工是肤浅的,存在认知上的回避和不确定性。所以个体经过习得阶段获得厌恶感后,在消退阶段存在一种高不确定性,这将导致个体一直“徘徊”在之前的厌恶刺激上,在 CS+ 与 CS- 的安全性和厌恶性判断上犹豫不决,最终导致杏仁核的激活,也很好地解释了 CS+ 厌恶感依旧存在这一问题。所以降低个体的不确定性与减少个体认知上对厌恶的回避也许是消退厌恶的有效方法。但由于厌恶消退神经机制研究的缺乏,显然还需要更多的依据来支持。

### 3.3.4 恐惧与厌恶学习神经回路的对比

恐惧与厌恶条件学习既包含相同的参与学习联结与评估的脑区,也涉及各自独特的功能脑区。这种相同性和差异性表明恐惧学习与厌恶学习虽然是一种类似的学习过程,但实质上却又是不同的学习。结合行为学与脑机制上的结果,我们认为恐惧学习与厌恶学习既是一种期望学习,也是一种评价学习,只是恐惧学习中期望学习占据主导地位,所以个体更多的是习得 CS 作为 US 出现的危险信号,因此杏仁核和海马在恐惧情绪的识别和联结记忆的储存中起着关键作用。而厌恶学习中评价学习占据主导地位,个体更多的是习得 US 的厌恶属性传递到了 CS 上,并产生强烈的内部感受,所以脑岛在这种恶心的内部感受记忆中起着关键作用。

总的来说 (图 1), dACC、NAcc 和 OFC 在恐惧学习与厌恶学习中发挥重要作用,它们之间彼此影响,共同实现 CS-US 的联结学习。而杏仁核与海马则作为恐惧学习的特异功能脑区,彼此相互作用,共同实现恐惧情绪的识别与记忆;脑岛则作为厌恶学习的特异功能脑区,直接起着记忆厌恶体验的作用。虽然恐惧消退的神经回路已经相对明确 (Herry et al., 2010; Morriss et al., 2018), 但由于厌恶消退神经机制研究的缺乏,其神经回路仍旧是未知,所以本文暂未对此描述。

## 4 总结与展望

从恐惧和厌恶的基本特性差异,对目前常见的几种不同亚型焦虑障碍的情绪主导性进行了区分和总结,为临床焦虑障碍治疗靶点的甄别提供了重要的理论基础;条件学习视角下恐惧与厌恶在主观感受、生理反应和功能脑区上的差异表明针对恐惧主

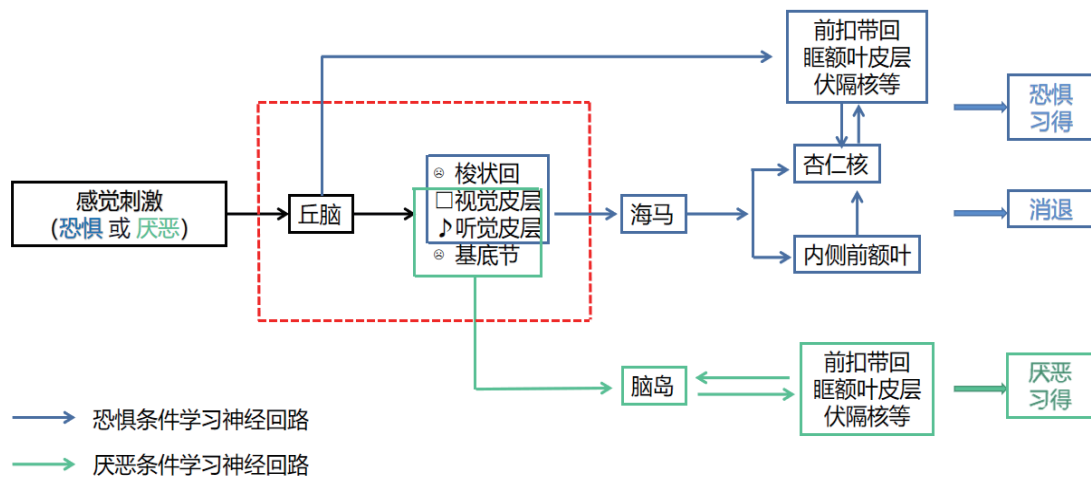


图1 恐惧与厌恶学习的神经加工通路

注：虚线框内容引自雷怡等（2018）。

导的焦虑障碍，暴露疗法确实有效的治疗手段，但对于厌恶主导的焦虑障碍，从认知上干预也许是最优的治疗手段，如下文提到的对抗条件作用、认知重评和心理意象等。

由于厌恶条件学习研究的不足，其应用前景还需未来研究进一步去探究。但回顾已有的厌恶学习研究，可以发现一个明显的趋势，即厌恶学习相关的研究在不断地向恐惧学习的研究方向靠拢。所以结合已有的恐惧学习、厌恶学习研究，本文初步列举了几个未来研究可以探究的方向。

（1）厌恶泛化及其机制。现实生活中，人们常常会对外形类似粪便的安全刺激也产生厌恶反应，这表明厌恶可能存在泛化现象。Berg 等人（2021）对厌恶是否存在泛化进行了探究，结果证明了厌恶确实存在泛化现象。而 Wang 等人（2021）对厌恶泛化和恐惧泛化进行了对比研究，结果表明恐惧泛化程度高于厌恶泛化。另外厌恶泛化在认知神经机制上也得到了相应支持（Wang et al., 2022），尽管如此，厌恶泛化的作用机制仍旧处于起步阶段，还有很大的空间值得去探究。

（2）厌恶消退的干预机制。未来应当继续研究厌恶消退的作用机制，并找寻有效消退厌恶的方法。通过前文回顾的厌恶学习的行为学结果，可以发现厌恶之所以难以消退，主要在于其“不喜欢（dislike）”的评价属性和“回避”特性，改变这种“不喜欢”和认知上的回避也许是厌恶消退的有效手段。对抗性条件作用是指在习得阶段 CS+ 后跟随一个消极刺激，而在消退阶段 CS+ 后则跟随一个积极刺激，这

一方法被证明能有效地降低习得的恐惧感（Raes et al., 2012），且关于其中的机制探究发现，其主要利用效价的变化来降低恐惧感。这正好可以让厌恶学习后的“不喜欢”转变为“喜欢”。Engelhard 等（2014）和 Novara 等（2021）同样采用该范式分别探究了健康个体和强迫症倾向患者的厌恶消退，结果表明经过对抗性条件作用后个体的厌恶感得到了显著的降低，这表明这一新的消退手段对于厌恶来说确实是有效的，但关于其与正常消退的差异，还未有研究对此进行探究。

另外，恐惧消退中新兴的心理意象消退方法也可以作为厌恶消退中一种新的干预方法。已有研究表明心理意象不仅可以诱发恐惧学习（Mueller et al., 2019）还可以促进恐惧消退（Reddan et al., 2018），且在厌恶中也有应用（Fink et al., 2018）。心理意象相较于语言干预和多次呈现简单的图片来说，更能增强情绪的体验感，所以如果将一个正性的心理意象用于消退阶段与 CS+ 相匹配或让个体想象 CS+（减弱回避）也许可以有助于消退厌恶感。

（3）青少年群体中厌恶学习和消退的作用机制。厌恶反应早在婴儿时期就已经可以形成（Christensen & Lewis, 2021），而现有的研究仅仅关注成年人的厌恶学习，忽视易于发展成焦虑障碍的青少年群体。青少年厌恶学习和消退的作用机制是值得未来研究去探究的。

（4）厌恶条件作用在临床被试中的应用。焦虑障碍个体会表现出过度恐惧学习、恐惧消退困难、过度恐惧泛化（Duits et al., 2015; Dunsmoor & Paz,

2015), 那在厌恶条件作用的情况下是否也会如此? 部分研究选取了高强迫倾向、高厌食倾向的个体作为研究对象, 结果初步证明了这些高倾向的个体会表现出过度厌恶和更困难的厌恶消退 (Armstrong & Olatunji, 2017; Olatunji, 2020)。这为厌恶条件作用在临床被试中的应用提供了初步的依据。

### 参考文献

- 黄好, 罗禹, 冯廷勇, 李红. (2010). 厌恶加工的神经基础. *心理科学进展*, 18(9), 1449–1457.
- 雷怡, 梅颖, 张文海, 李红. (2018). 基于知觉的恐惧泛化的认知神经机制. *心理科学进展*, 26(8), 1391–1403.
- 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.
- 刘宏艳, 王倩, 胡治国. (2011). 恐惧联结的习得及其脑机制研究. *中国临床心理学杂志*, 19(6), 766–768, 758.
- 曾庆, 郑希付. (2018). 厌恶与恐惧情绪条件性习得时程的神经机制差异研究. *中国临床心理学杂志*, 26(5), 852–857, 851.
- Armstrong, T., McClenahan, L., Kittle, J., & Olatunji, B. O. (2014). Don't look now! Oculomotor avoidance as a conditioned disgust response. *Emotion*, 14(1), 95–104.
- Armstrong, T., & Olatunji, B. O. (2017). Pavlovian disgust conditioning as a model for contamination-based OCD: Evidence from an analogue study. *Behaviour Research and Therapy*, 93, 78–87.
- Baxter, A. J., Scott, K. M., Vos, T., & Whiteford, H. A. (2013). Global prevalence of anxiety disorders: A systematic review and meta-regression. *Psychological Medicine*, 43(5), 897–910.
- Berg, H., Hunt, C., Cooper, S. E., Olatunji, B. O., & Lissek, S. (2021). Generalization of conditioned disgust and the attendant maladaptive avoidance: Validation of a novel paradigm and effects of trait disgust-proneness. *Behaviour Research and Therapy*, 146, Article 103966.
- Borg, C., Bosman, R. C., Engelhard, I., Olatunji, B. O., & de Jong, P. J. (2016). Is disgust sensitive to classical conditioning as indexed by facial electromyography and behavioural responses? *Cognition and Emotion*, 30(4), 669–686.
- Bosman, R. C., Borg, C., & De Jong, P. J. (2016). Optimising extinction of conditioned disgust. *PLoS ONE*, 11(2), Article e0148626.
- Bou Khalil, R., Bou-Orm, I. R., Tabet, Y., Souaiby, L., & Azouri, H. (2020). Disgust and fear: Common emotions between eating and phobic disorders. *Eating and Weight Disorders – Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, 25(1), 79–86.
- Burmester, V., Graham, E., & Nicholls, D. (2021). Physiological, emotional and neural responses to visual stimuli in eating disorders: A review. *Journal of Eating Disorders*, 9(1), Article 23.
- Chapman, H. A., & Anderson, A. K. (2012). Understanding disgust. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1251, 62–76.
- Christensen, R. E., & Lewis, M. (2021). The development of disgust and its relationship to adolescent psychosocial functioning. *Child Psychiatry and Human Development*. Advance online publication.
- Cisler, J. M., Olatunji, B. O., & Lohr, J. M. (2009). Disgust, fear, and the anxiety disorders: A critical review. *Clinical Psychology Review*, 29(1), 34–46.
- COVID-19 Mental Disorders Collaborators. (2021). Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *Lancet*, 398(10312), 1700–1712.
- Craig, A. D. B. (2009). How do you feel—now? The anterior insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 59–70.
- Duits, P., Cath, D. C., Lissek, S., Hox, J. J., Hamm, A. O., Engelhard, I. M., & Baas, J. M. (2015). Updated meta-analysis of classical fear conditioning in the anxiety disorders. *Depression and Anxiety*, 32(4), 239–253.
- Dunsmoor, J. E., & Paz, R. (2015). Fear generalization and anxiety: Behavioral and neural mechanisms. *Biological Psychiatry*, 78(5), 336–343.
- Duval, E. R., Sheynin, J., King, A. P., Phan, K. L., Simon, N. M., Martis, B., & Rauch, S. (2020). Neural function during emotion processing and modulation associated with treatment response in a randomized clinical trial for posttraumatic stress disorder. *Depression and Anxiety*, 37(7), 670–681.
- Engelhard, I. M., Leer, A., Lange, E., & Olatunji, B. O. (2014). Shaking that icky feeling: Effects of extinction and counterconditioning on disgust-related evaluative learning. *Behavior Therapy*, 45(5), 708–719.
- Fink, J., Pflugradt, E., Stierle, C., & Exner, C. (2018). Changing disgust through imagery rescripting and cognitive reappraisal in contamination-based obsessive-compulsive disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 54, 36–48.
- Fink-Lamotte, J., Svensson, F., Schmitz, J., & Exner, C. (2021). Are you looking or looking away? Visual exploration and avoidance of disgust- and fear-stimuli: An eye-tracking study. *Emotion*. Advance online publication.
- Foa, E. B., & McLean, C. P. (2016). The efficacy of exposure therapy for anxiety-related disorders and its underlying mechanisms: The case of OCD and PTSD. *Annual Review of Clinical Psychology*, 12, 1–28.
- Greco, J. A., & Liberzon, I. (2016). Neuroimaging of fear-associated learning. *Neuropsychopharmacology*, 41, 320–334.
- Herry, C., Ferraguti, F., Singewald, N., Letzkus, J. J., Ehrlich, I., & Lüthi, A. (2010). Neuronal circuits of fear extinction. *The European Journal of Neuroscience*, 31(4), 599–612.
- Hoppenbrouwers, S. S., Bulten, B. H., & Brazil, I. A. (2016). Parsing fear: A reassessment of the evidence for fear deficits in psychopathy. *Psychological Bulletin*, 142(6), 573–600.
- Jessup, S. C., Tomarken, A., Viar-Paxton, M. A., & Olatunji, B. O. (2020). Effects of repeated exposure to fearful and disgusting stimuli on fear renewal in blood-injection-injury phobia. *Journal of Anxiety Disorders*, 74, Article 102272.
- Kalisch, R., Wiech, K., Critchley, H. D., & Dolan, R. J. (2006). Levels of appraisal: A medial prefrontal role in high-level appraisal of emotional material. *NeuroImage*, 30(4), 1458–1466.
- Kirsch, V., Wilhelm, F. H., & Goldbeck, L. (2015). Psychophysiological characteristics of pediatric posttraumatic stress disorder during script-driven traumatic imagery. *European Journal of Psychotraumatology*, 6(1), Article 25471.
- Klucken, T., Kagerer, S., Schweckendiek, J., Tabbert, K., Vaitl, D., & Stark, R. (2009). Neural, electrodermal and behavioral response patterns in contingency aware and unaware subjects during a picture-picture conditioning paradigm. *Neuroscience*, 158(2), 721–731.
- Klucken, T., Schweckendiek, J., Koppe, G., Merz, C. J., Kagerer, S., Walter, B., & Stark, R. (2012). Neural correlates of disgust- and fear-conditioned responses. *Neuroscience*, 201, 209–218.
- Klucken, T., Schweckendiek, J., Merz, C. J., Vaitl, D., & Stark, R. (2013).



- Dissociation of neuronal, electrodermal, and evaluative responses in disgust extinction. *Behavioral Neuroscience*, 127(3), 380–386.
- Knowles, K. A., Jessup, S. C., & Olatunji, B. O. (2018). Disgust in anxiety and obsessive-compulsive disorders: Recent findings and future directions. *Current Psychiatry Reports*, 20(9), Article 68.
- LeDoux, J. E. (2014). Coming to terms with fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(8), 2871–2878.
- Marin, M. F., Zsido, R. G., Song, H. J., Lasko, N. B., Killgore, W. D. S., Rauch, S. L., & Milad, M. R. (2017). Skin conductance responses and neural activations during fear conditioning and extinction recall across anxiety disorders. *JAMA Psychiatry*, 74(6), 622–631.
- Mason, E. C., & Richardson, R. (2010). Looking beyond fear: The extinction of other emotions implicated in anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, 24(1), 63–70.
- Mechias, M. L., Etkin, A., & Kalisch, R. (2010). A meta-analysis of instructed fear studies: Implications for conscious appraisal of threat. *NeuroImage*, 49(2), 1760–1768.
- Milad, M. R., & Quirk, G. J. (2012). Fear extinction as a model for translational neuroscience: Ten years of progress. *Annual Review of Psychology*, 63, 129–151.
- Morris, M. C., Hellman, N., Abelson, J. L., & Rao, U. (2016). Cortisol, heart rate, and blood pressure as early markers of PTSD risk: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 49, 79–91.
- Morriss, J., Hoare, S., & van Reekum, C. M. (2018). It's time: A commentary on fear extinction in the human brain using fMRI. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 94, 321–322.
- Mueller, E. M., Sperl, M. F. J., & Panitz, C. (2019). Aversive imagery causes de novo fear conditioning. *Psychological Science*, 30(7), 1001–1015.
- Novara, C., Lebrun, C., Macgregor, A., Vivet, B., Thérouanne, P., Capdevielle, D., & Raffard, S. (2021). Acquisition and maintenance of disgust reactions in an OCD analogue sample: Efficiency of extinction strategies through a counter-conditioning procedure. *PLoS ONE*, 16(7), Article e0254592.
- Olatunji, B. O. (2020). Linking pavlovian disgust conditioning and eating disorder symptoms: An analogue study. *Behavior Therapy*, 51(1), 178–189.
- Olatunji, B. O., Cisler, J., McKay, D., & Phillips, M. L. (2010). Is disgust associated with psychopathology? Emerging research in the anxiety disorders. *Psychiatry Research*, 175(1–2), 1–10.
- Olatunji, B. O., Forsyth, J. P., & Cherian, A. (2007). Evaluative differential conditioning of disgust: A sticky form of relational learning that is resistant to extinction. *Journal of Anxiety Disorders*, 21(6), 820–834.
- Olatunji, B. O., Tomarken, A., & Puncochar, B. D. (2013). Disgust propensity potentiates evaluative learning of aversion. *Emotion*, 13(5), 881–890.
- Onat, S., & Büchel, C. (2015). The neuronal basis of fear generalization in humans. *Nature Neuroscience*, 18(12), 1811–1818.
- Penninx, B. W., Pine, D. S., Holmes, E. A., & Reif, A. (2021). Anxiety disorders. *Lancet*, 397(10277), 914–927.
- Phelps, E. A., Delgado, M. R., Nearing, K. I., & LeDoux, J. E. (2004). Extinction learning in humans: Role of the amygdala and vmPFC. *Neuron*, 43(6), 897–905.
- Raes, A. K., & De Raedt, R. (2012). The effect of counterconditioning on evaluative responses and harm expectancy in a fear conditioning paradigm. *Behavior Therapy*, 43(4), 757–767.
- Reddan, M. C., Wager, T. D., & Schiller, D. (2018). Attenuating neural threat expression with imagination. *Neuron*, 100(4), 994–1005.e4.
- Rozin, P., & Fallon, A. E. (1987). A perspective on disgust. *Psychological Review*, 94(1), 23–41.
- Rozin, P., Haidt, J., & McCauley, C. (2016). Disgust. In L. F. Barrett, M. Lewis, & J. M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 815–834). Guilford Press.
- Sarinopoulos, I., Grupe, D. W., Mackiewicz, K. L., Herrington, J. D., Lor, M., Steege, E. E., & Nitschke, J. B. (2010). Uncertainty during anticipation modulates neural responses to aversion in human insula and amygdala. *Cerebral Cortex*, 20(4), 929–940.
- Schneider, M., & Schwerdtfeger, A. (2020). Autonomic dysfunction in posttraumatic stress disorder indexed by heart rate variability: A meta-analysis. *Psychological Medicine*, 50(12), 1937–1948.
- Vytal, K., & Hamann, S. (2010). Neuroimaging support for discrete neural correlates of basic emotions: A voxel-based meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(12), 2864–2885.
- Wang, J. X., Sun, X. Y., Becker, B., & Lei, Y. (2022). Common and separable behavioral and neural mechanisms underlie the generalization of fear and disgust. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 116, Article 110519.
- Wang, J. X., Sun, X. Y., Lu, J. C., Dou, H. R., & Lei, Y. (2021). Generalization gradients for fear and disgust in human associative learning. *Scientific Reports*, 11(1), Article 14210.
- Woody, S. R., & Teachman, B. A. (2000). Intersection of disgust and fear: Normative and pathological views. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 7(3), 291–311.

# Fear and Disgust from the Perspective of Conditioning Learning

*Shen Siyi, Mei Ying, Wang Jinxia, Dai Yuqian, Wu Qi, Lei Yi*

( Institute for Brain and Psychological Sciences, Sichuan Normal University, Chengdu, 610066 )

**Abstract** As basic emotions, fear and disgust are negative emotions that are related to threats and make people feel strongly unpleasant. They are of great importance to human survival and adaptation. Moderate fear and disgust are conducive to the individual's awareness of danger and rapid defensive responses, but excessive fear and disgust will affect the individual's daily functioning and may even develop into post-traumatic stress disorder, obsessive-compulsive disorder, phobia, and other anxiety disorders. Previous studies have shown that excessive fear is the core mechanism of anxiety disorders, ignoring the role of disgust in it. In recent years, with the emergence of the ineffectiveness of exposure therapy for certain anxiety disorders and the disclosure of the close relationship between disgust and anxiety disorders, researchers began to explore the mechanisms underlying anxiety disorders from a new perspective. That is, disgust is also an important pathogenic factor of anxiety disorder, and fear and disgust should be combined to explain the pathogenesis of anxiety disorder.

Fear and disgust are the main emotions of anxiety disorders, and analyzing the characteristics of fear and disgust from the perspective of conditioned learning is expected to provide an important basis for related clinical treatment. Pavlovian conditioning is a classic paradigm for fear and disgust learning. A differential conditioning paradigm is often used in fear learning and disgust learning: a neutral stimulus(CS+) is repeatedly paired with an unconditional stimulus (US) that can cause aversion, and another neutral stimulus (CS-) never paired with unconditioned stimulus(US), as a result, only presenting a neutral stimulus (CS+) will cause aversive responses. Fear and disgust conditioning not only simulates the acquisition and extinction of fear and disgust, improving our theoretical understanding of the functional properties of fear and disgust, but also has implications for the prevention and targeted treatment of fear and disgust diseases.

Therefore, this article analyzes the characteristics of fear and disgust from the perspective of conditional learning, and summarizes the differences between fear learning and disgust learning. This article has three aims. First, the article discusses the relations among fear, disgust, and related anxiety disorders, and distinguishes the dominance of the two emotions. Secondly, from the perspective of conditioned learning, it compares the behavioral and neural mechanisms of fear and disgust. An in-depth analysis of extinction differences was carried out. Finally, from the insufficiency of research on disgust conditioning learning, we discussed directions for future studies. That is, future research can continue to explore the mechanisms underlying the disgust learning from generalization, extinction intervention, etc., and try to use adolescents and clinical patients as target groups. In sum, the emotional dominance of several different subtypes of anxiety disorder is distinguished and summarized, which provides an important theoretical basis for the screening of clinical anxiety disorder treatment targets; The differences between fear and disgust conditioning in subjective feelings, physiological response and functional brain areas indicate that exposure therapy is indeed an effective treatment for fear-led anxiety disorders, but cognitive intervention may be preferred for disgust-led disorders.

**Key words** disgust, fear, anxiety disorders, classical conditioning