

非条件刺激降低再评估对条件性恐惧消退的影响^{*}

杜娟 曾祥星 郑希付 庄楚群

(华南师范大学心理学院, 广州 510631)

摘要 诸多情绪障碍治疗的关键在于促进条件性恐惧反应的消退, 研究证明非条件刺激再评估能够引起恐惧反应的变化。本研究将非条件刺激降低再评估范式应用于消退训练, 以主观预期值、皮电反应作为恐惧反应指标, 考察恐惧习得后非条件刺激强度降低对条件性恐惧消退的影响, 并运用评价性条件作用探讨非条件刺激再评估的作用机制。结果表明: 在消退阶段, 降低组对条件刺激的皮电反应显著低于控制组。同时评价性条件作用结果显示: 经过非条件刺激再评估, 降低组较控制组对条件刺激的评价更为正性。说明非条件刺激降低再评估有效改变条件刺激的负性价, 降低个体的恐惧反应、促进恐惧消退。

关键词 恐惧消退; 非条件刺激降低再评估; 评价性条件作用

分类号 B845

1 引言

遭遇地震、火灾等强烈刺激容易诱发心理创伤, 从而导致诸多情绪障碍的发生, 如创伤后应激障碍(post traumatic stress disorder, PTSD)等, 此类情绪障碍的主要症状之一即恐惧, 因此促进恐惧消退的研究具有极大的应用价值。条件性恐惧(conditioned fear)的理论模型基于巴甫洛夫条件反射, 是探讨恐惧习得、储存、提取、消退等过程的重要的动物模型。在这一模型当中, 先将不可逃避的厌恶刺激(非条件刺激, unconditioned stimulus, US, 如电击)与中性刺激(条件刺激, conditioned stimulus, CS, 如灯光、声音或训练环境)进行联结匹配训练(CS-US), 训练后, CS 会诱发条件性恐惧反应(conditioned response, CR), 完成恐惧习得。然而, 如果 CS 反复单独呈现而不匹配 US (CS/no-US), 先前习得的对 CS 的条件性恐惧反应会渐渐消失, 即已经习得的恐惧得以消退(Davis, Walker, & Myers, 2003)。基于恐惧消退的暴露疗法对 PTSD 等情绪障碍具有较好的治疗效果, 但愈后易复发。研究认为在消退过程中, 习得记忆没有消失或减少, 而是和消退记忆同时存

在(Bouton, 2002; Rescorla, 2004), 相互竞争, 竞争的结果决定了情绪的表达(Bouton, Garcia-Gutierrez, Zilski, & Moody, 2006; Herry, Ciocchi, Senn, Demmou, Müller, & Lüthi, 2008; Herry et al., 2010)。因此, 近年来, 如何促进条件性恐惧消退, 从而有效提高暴露疗法效果受到许多学者的关注, 成为目前研究的重点。

目前, 对条件性恐惧模型中 US 作用的解释有两种观点: 一种观点认为条件反应的实质是形成 CS 和 CR 的一种生物本能联结, US 仅在习得最初引起 CR, 而条件反射的建立是 CS 直接引起 CR 的过程, 并不需要激活 US; 另一种观点认为条件反应主要是 CS 与 US 形成的心理联结, CS 引起 CR 的过程需要 US 激活, US 的物理性质会直接影响 CR (Mackintosh, 1983; Hall, 2002; Delamater & Oakeshott, 2007)。为了验证这两种理论观点, 有人提出了一种新的实验范式——US 再评估, 即在习得条件反应后, 单独呈现 US 时, 改变其物理特性, 会影响后续 CR 的变化(Rescorla, 1973; Delamater & Lolordo, 1991; Peter, 2003)。目前, US 再评估主要侧重于 US 的刺激强度的改变, 分为 US 强度降低(devaluation)和 US 强度增强(inflation)两种方式。使用 US 再评

收稿日期: 2014-04-16

^{*} 国家自然科学基金项目(31371057), 幸福广州心理服务与辅导基地资助。

杜娟、曾祥星为共同第一作者。

通讯作者: 郑希付, E-mail: zhengxf@scnu.edu.cn

估的动物实验表明: US 强度降低, 经再评估后对 CS 的条件性抑制行为减少; 而 US 强度增强, CS 的条件性抑制行为随之增加(Rescorla, 1973; Rescorla, 1974)。Christine 和 Stephen (2008)的研究发现小鼠在恐惧习得的过度训练后仍表现出 US 再评估效应。之后在操作性条件作用以及口味偏好条件作用的动物实验中, 也发现了 US 再评估现象的存在(Parkinson, Roberts, Everitt, & Di Ciano, 2005; Delamater, Campese, LoLordo, & Sclafani, 2006; Dwyer, 2005)。这些研究结果表明 CR 可随 US 暴露时的即时强度变化而发生变化, 证实了 US 在条件性反应形成中的重要作用。

在人类被试中, 对于 US 再评估效应对条件性恐惧的作用, White 和 Davey (1989)曾采用增强范式首先进行研究, 在习得阶段, 增强组和控制组均采用 65 dB 的恐怖声音作为 US; 再评估阶段呈现 US, 增强组的 US 强度逐渐升为 115 dB, 控制组的 US 强度保持不变; 随后进入测试阶段。结果表明: 增强组的 CS 引发的皮电反应(skin conductance response, SCR)显著高于控制组。在此实验基础上, de Jong, Murriss 和 Merckelbach (1996)在实验中引入了 US 主观预期值这一评价性指标, 但是这个研究得出了不同的结论: 增强组 CS 引起的 SCR 和控制组差异不显著, 而增强组对于 CS+与 CS-的主观预期值之差显著大于控制组, 即增强组对 CS+的主观预期值更高。Peter (2003)在直接经验和间接学习两种情况下分别进行个体的恐惧习得训练, 测试阶段结果显示: 在主观预期值和 SCR 两种恐惧指标上均能观察到再评估效应。Hosoba, Iwanaga, & Seiwa (2001)又引入 CS 效价的测量指标, 实验发现: US 强度增强或降低都会影响随后测试阶段的 SCR, 但是却未能影响 CS 效价(Hosoba et al., 2001)。研究者采用不同实验得出 US 再评估对 CS 厌恶效价的影响与个体对于恐惧习得过程中的评价性反应的意识程度有关(Anne & Klaus, 2011; Hütter, Sweldens, Stahl, Unkelbach, & Klauer, 2012)。上述实验均说明, 习得后 US 再评估不仅能够有效的影响条件化反应, 同时也影响恐惧反应的其他指标, 但是影响的效果因指标而异, 即存在反应指标的分离。对此, 双过程理论(dual theory)认为条件反应形成的学习过程中存在两种不同的学习系统, 即外显学习和内隐学习, US 主观预期值代表个体对 CS-US 联结的外显学习过程, 而 SCR 代表的则是个体内隐的条件反应的习得(Bechara, Tranel, Damasio, Adolphs, Rockland,

& Damasio, 1995; Clark & Squire, 1998; Manns, Clark, & Squire, 2001; Knight, Nguyen, & Bandettini, 2003; Schultz & Helmstetter, 2010; Balderston & Helmstetter, 2010)。Schultz 等人(2013)在条件性恐惧的实验中使用 US 再评估范式证明了双过程理论。他们采用 US 为电击的再评估范式, 在实验一中采用降低组和控制组的组间设计, 匹配习得后进行 US 再评估, 降低组进行强度降低的电击, 而控制组则电击强度不变; 实验二中则采用增强组和控制组的组间设计, 匹配习得后进行 US 再评估, 增强组进行强度增大的电击, 而控制组暴露的电击强度保持不变。随后均进行连续 3 个试次的条件反应测试, 结果发现: CS 诱发的 SCR, 降低组或增强组与控制组均存在显著差异, 但是 US 预期值差异不显著, 两种反应指标间存在分离(Schultz, Balderston, Geiger, & Helmstetter, 2013)。

由此可见, US 再评估主要影响了条件性恐惧反应: US 强度增大, 会加强恐惧反应; US 强度降低, 会有效的抑制恐惧反应。然而 US 再评估效应主要集中在条件恐惧习得后的测试阶段, 这种评估是否会对习得恐惧的消退过程产生影响呢? 是否可以有效的促进消退呢? 虽然曾有研究在 US 强度降低再评估阶段, 进行 D-环丝氨酸处理, 结果发现这一操作能够促进条件性恐惧的消退(Richardson, Ledgerwood, & Cranney, 2004; Ledgerwood, Richardson, & Cranney, 2005), 但该研究未对药物处理与 US 再评估的行为操作进行分离。同时研究发现在习得测试阶段存在不同恐惧反应指标间的分离效应, 然而对于该分离效应的时间持续性, 即在消退阶段是否能持续分离尚不清楚。基于此, 本研究采用主观预期值和 SCR 两种指标来测量消退训练过程中的条件性恐惧反应, 对 US 再评估对消退过程和消退效果的影响进行直接研究, 同时验证 US 再评估在消退训练过程中是否也导致 SCR 与主观预期值这两种反应指标的分离。另外, 研究者认为, US 再评估是通过 US 强度变化影响 CS 的效价评估, 从而影响 SCR (Baeyens, Eelen, Van den Bergh, & Crombez, 2001; Walther, Gawronski, Blank, & Langer, 2009), 所以在实验中我们采用评价性条件作用, 通过确定 US 强度变化与 CS 效价之间的关系, 进一步探讨 US 再评估在条件性恐惧中的作用机制。

2 方法

2.1 被试

被试为 35 名大学生, 通过自愿报名的方式参

加,实验完成后给予一定报酬,实验前签署了知情同意书。参加实验的被试均视力或矫正视力正常,无听力障碍,无躯体疾病及精神障碍。被试被随机分配进入降低组和控制组。4名被试由于未能按实验研究进行正确操作,在数据分析中被删除,故有效被试31名,其中降低组16人(男生6人),控制组15人(男生5人),年龄18~22岁($M = 19.81$, $SD = 1.69$)。采用状态-特质焦虑量表(STAI)对两组被试进行测试,结果降低组和控制组在状态焦虑($t = 0.99$)和特质焦虑($t = 0.82$)上均无显著差异($p > 0.05$)。

2.2 实验材料

本实验采用两个几何图形作为条件刺激(CS),分别为灰色正方形和灰色三角形,两个图形拥有相同的亮度,背景为白色,呈现时间为8000 ms。其中一个几何图形在每个试次后均会固定跟随US,称作CS+;另一个则始终不会跟随US,称作CS-。为平衡几何图形在不同被试间的影响,在实验中,两种几何图形有相同的概率充当CS+。参考 Jackson, Payne, Nadel 和 Jacobs(2006)的研究,本实验采用女人的尖叫声作为US来诱发被试的恐惧情绪,声音选自中国情绪声音库(效价 $M = 2.04$, $SD = 0.89$;唤醒度 $M = 7.60$, $SD = 1.08$),持续时间为1000 ms,实验中呈现的声音强度为100 dB、60 dB两个水平。

2.3 测量指标

2.3.1 US 主观预期值

当每个CS出现后,在CS上方出现探测文本“请判断恐怖声音出现的可能性”,下方则对应出现1~9之间的9个数字,要求被试按照自己判断的可能性选择:1代表极不可能,9代表极可能。

2.3.2 皮电反应

使用 Spirit NeXus-10 型生物记录仪系统记录被试的皮肤电。将 Ag/AgCl 电极分别缠在被试左手食指和无名指的末端指腹上,电极连接在生理记录仪的 GSR100C 模块上记录皮电,采样率为120 Hz。所采集的生理数据进行离线处理。对于每个试次,取CS呈现前5000 ms时窗内的平均值作为基线值,同时记录CS呈现8000 ms时窗内的最大值,两者之差为CS诱发的皮电值(Orr et al., 2000; Milad, Orr, Pitman, & Rauch, 2005; Pineles, Orr, & Orr, 2009; Schultz et al., 2013)。

2.3.3 CS 效价评估

在习得前、习得后、再评估后以及消退后,均要求被试对CS的愉悦度进行评定。评定的范围为“很不喜欢(1)至很喜欢(9)”,在这一范围内被试按键盘上的数字键作出相应的评定。

2.4 实验程序

条件性恐惧任务中,所有的刺激和图片都通过 Eprime-1.2 编程呈现。首先呈现注视点“+”,呈现时间为1000 ms,注视点后呈现CS,呈现时间为8000 ms,随后跟随一个探测界面,需要被试进行1-9的按键反应判断US出现的可能性,而后跟随US或者白屏,呈现时间均为1000 ms(如图1所示)。试次间的间隔(ITI)为16~20 s(Schultz et al., 2013)。CS出现的次序以准随机的方式编排,以使每个CS都不会连续两次以上重复出现。条件恐惧任务分为习得、再评估、消退三个阶段。正式实验开始前,被试首先对实验过程进行习惯化练习,习惯化阶段CS+和CS-均呈现3次。练习完毕,被试即进入习得阶段。

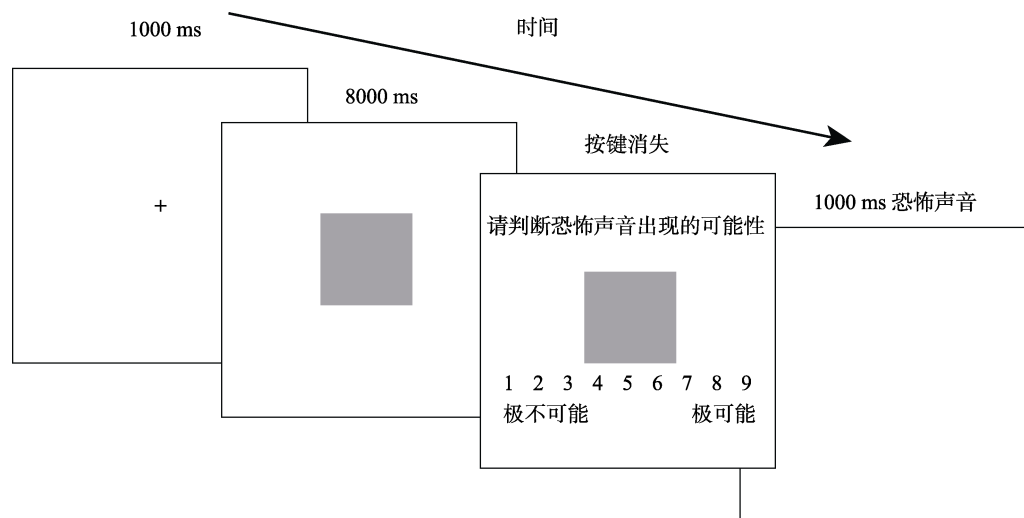


图1 US 呈现示意图

习得阶段: CS+与 US 匹配呈现, CS-后则不出现 US, CS+和 CS-均出现 8 次, 降低组和控制组习得阶段完全相同, US 均为 100 dB 的尖叫声。

再评估阶段: 习得阶段结束之后进入再评估阶段。参照 Schultz 等人(2013)的研究, 再评估阶段 US 单独出现 3 次, 且刺激呈现界面为蓝色。在该阶段两组 US 暴露强度出现差异, 降低组 US 强度降为 60 dB, 而控制组 US 强度仍为 100 dB。

消退阶段: 再评估阶段后进入消退阶段。在消退阶段, 仅呈现 CS, 不呈现 US, CS+和 CS-均出现 12 次。

3 结果

3.1 主观预期值

对习得、消退阶段的数据, 以刺激类型(CS+/CS-)和试次(习得阶段 8 个水平, 消退阶段 12 个水平)为被试内因素, 组别(降低组/控制组)为被试间因素做重复测量方差分析。

在习得阶段, 刺激类型的主效应显著, $F(1,29) = 85.90, p < 0.001, \eta^2 = 0.74$; 试次的主效应显著, $F(7,203) = 3.77, p < 0.005, \eta^2 = 0.45$; 刺激类型和试次的交互作用显著, $F(7,203) = 26.73, p < 0.001, \eta^2 = 0.90$, 即 CS+和 CS-之间的主观预期值的差异在习得后期显著大于习得前期, 表明被试习得了条件恐惧, 如图 2 所示。组别主效应不显著, $F(1,29) = 1.05, p > 0.05$; 刺激类型和组别的交互作用不显著, $F(1,29) = 0.249, p = 0.62$, 表明两组习得水平不存在显著性差异。

在消退阶段, 刺激类型的主效应显著, $F(1,29) = 18.90, p < 0.001, \eta^2 = 0.39$; 试次的主效应显著, $F(11,319) = 59.07, p < 0.001, \eta^2 = 0.97$; 刺激类型和试次的交互作用显著, $F(11,319) = 5.96, p < 0.001,$

$\eta^2 = 0.69$, 如图 2 所示, 即 CS+和 CS-之间主观预期值的差异在消退阶段后期小于消退初期, 表明被试进行了成功的消退。组别的主效应不显著, $F(1,29) = 0.053, p = 0.82$; 刺激类型和组别的交互作用不显著, $F(1,29) = 0.079, p = 0.78$, 说明两组对于 CS 的消退不存在显著性差异。

3.2 皮电反应

对习得、消退阶段的数据, 以刺激类型(CS+/CS-)和试次(习得阶段 8 个水平, 消退阶段 12 个水平)为被试内因素, 组别(降低组/控制组)为被试间因素做重复测量方差分析。

重复测量结果表明, 在习得阶段, 刺激类型的主效应显著, $F(1,29) = 8.78, p < 0.01, \eta^2 = 0.23$; 试次的主效应显著, $F(7,203) = 3.28, p < 0.005, \eta^2 = 0.11$; 但其交互作用不显著, $F(7,203) = 1.44, p = 0.19$, 如图 3 所示。因为皮肤电导反应存在习惯化效应, 习得阶段后面几个试次 CS+的 SCR 值趋于降低, 但刺激类型的主效应仍然显著, 说明被试对 CS+仍然表现出较 CS-更高的恐惧反应。故从 SCR 也可以看出, 被试的条件性习得是成功的。组别主效应不显著($F(1,29) = 1.06, p = 0.31$), 刺激类型和组别的交互作用也不显著($F(1,29) < 1$), 如图 3 所示, 表明降低组与控制组对 CS+和 CS-条件恐惧反应并不存在显著性差异。

在消退阶段, 消退过程分析可知, 刺激类型的主效应显著, $F(1,29) = 6.128, p < 0.05, \eta^2 = 0.17$; 试次的主效应显著, $F(11,319) = 3.92, p < 0.001, \eta^2 = 0.12$; 刺激类型和试次的交互作用显著, $F(11,319) = 3.538, p < 0.001, \eta^2 = 0.11$, 即 CS+和 CS-之间 SCR 的差异在消退阶段后期小于消退阶段开始时, 说明被试进行了成功的消退。组别的主效应显著, $F(1,29) = 5.18, p < 0.05, \eta^2 = 0.15$: 平均试次和刺激类型因素,

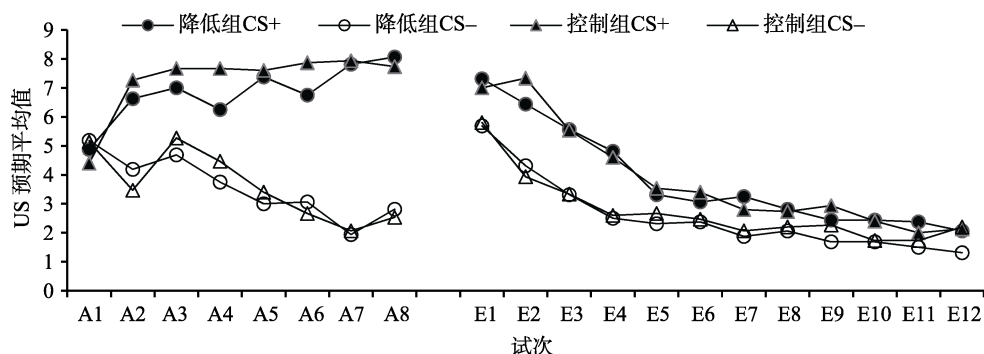


图2 各阶段降低组和控制组 US 预期平均值的变化

注: 降低组和控制组被试在习得阶段、消退阶段对 CS+/CS-产生的主观预期值, A1-A8 为习得阶段的 8 个试次, E1-E12 为消退阶段的 12 个试次。

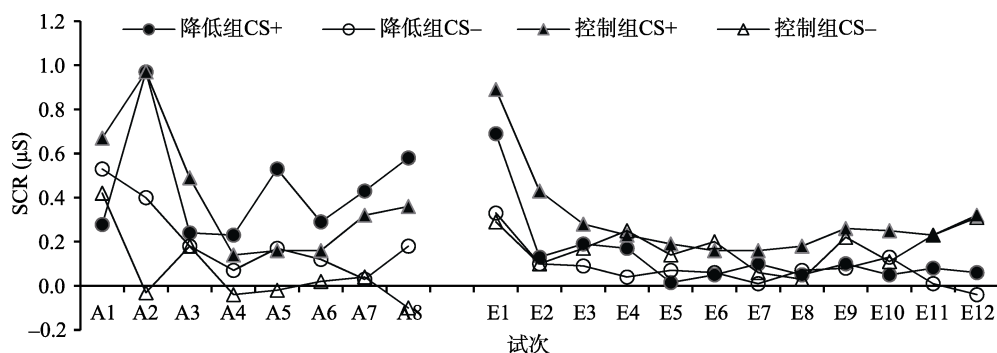


图3 各阶段降低组和控制组 SCR 的变化

注：降低组和控制组被试在习得阶段、消退阶段对 CS+/CS- 产生的 SCR，A1-A8 为习得阶段的 8 个试次，E1-E12 为消退阶段的 12 个试次。

降低组对 CS 的 SCR 低于控制组。刺激类型、试次、组别三因素交互作用显著, $F(11,319) = 4.56, p < 0.05, \eta^2 = 0.10$ 。分离刺激类型进行分析可知, 在 CS+ 水平上: 组别与试次交互作用显著, $F(11,319) = 3.93, p < 0.001, \eta^2 = 0.12$, 即降低组相比控制组随试次进行对 CS+ 的 SCR 变化更大, 也就是说降低组消退的更快; 同时消退过程中, 降低组对 CS+ 的 SCR 值显著低于控制组, $F(1,29) = 6.03, p < 0.05, \eta^2 = 0.17$, 说明降低组消退效果更好。在 CS- 水平上: 对 SCR 消退速度无显著差异, $F(11,319) = 1.43, p = 0.16$, 但是有趋势表明消退过程中降低组对 CS- 的 SCR 低于控制组, $F(1,29) = 3.32, p = 0.07, \eta^2 = 0.10$ 。

3.3 效价评定

习得前、习得后、再评估后以及消退后四个时间段分别对 CS 进行效价评定, 对每个时间段的数据进行刺激类型(CS+/CS-)和组别(降低组/控制组)的重复测量方差分析。

在习得前, 效价评定的刺激类型($F(1,29) = 1.09, p = 0.31$)、组别主效应($F(1,29) = 0.91, p = 0.41$)以及两者的交互作用均不显著($F(1,29) = 0.09, p = 0.77$)。

在习得后, 刺激类型主效应显著, $F(1,29) = 23.98, p < 0.001, \eta^2 = 0.45$, 表明被试对 CS+ 的效价评定更为负性。组别主效应($F(1,29) < 1$)及组别与刺激类型的交互作用($F(1,29) < 1$)均不显著, 表明两组习得不存在显著性差异。

在再评估后, 组别主效应边缘显著, $F(1,29) = 3.94, p = 0.057, \eta^2 = 0.12$ 。相对于控制组, 降低组对刺激效价评定更为正性, 在 CS+ 上差异显著($t(29) = 2.58, p < 0.05$), 在 CS- 上未达到显著性水平($t(29) = 0.22$), 见图 4。说明 US 再评估有效的改变了 CS+ 的恐惧效价。

在消退后, 被试对 CS 的效价评估刺激类型主效

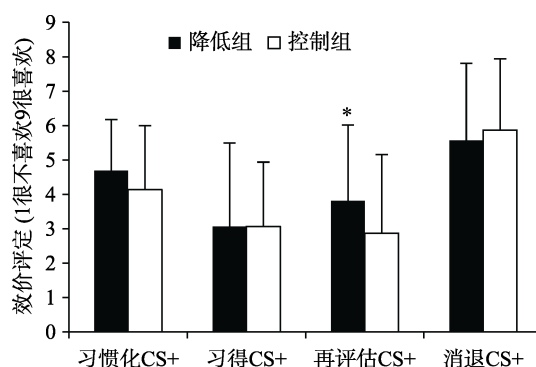


图4 降低组和控制组对 CS+ 的效价评定

注：数字 1-9 表明对 CS+ 评定的愉悦度从低到高。

应($F(1,29) = 2.25, p = 0.14$)、组别主效应($F(1,29) < 1$)及组别与刺激类型的交互作用($F(1,29) < 1$)均差异不显著, 说明被试有效的消退了对 CS+ 的负性评价。

4 讨论

本研究证明了 US 降低再评估对条件性恐惧消退的影响, 并初步探讨了这种影响的作用机制。结果发现: 习得阶段, 降低组与控制组对 CS 的主观预期值和 SCR 均无显著性差异; 消退阶段, 两组在主观预期值上对 CS+ 的消退无显著性差异, 但 SCR 存在显著性差异, 降低组对 CS+ 的 SCR 显著低于控制组, 支持 Schultz 等人(2013)的实验研究, 同时也证明 US 降低再评估有效促进恐惧反应的消退, 且导致主观预期值与 SCR 在消退阶段的持续性分离。本研究也发现了 US 降低再评估对评价性条件作用的影响: 经过 US 再评估, 降低组对 CS+ 的效价评定相较于控制组更为正性, 这与其对 SCR 的影响相一致。

本研究得出 US 强度降低再评估在消退训练过程中有效促进了条件性恐惧的消退。为探讨其在条件性恐惧中的作用机制, Gottfried 和 Dolan (2004)

考察了 US 增强再评估对人的嗅觉厌恶条件作用及其消退学习的影响, 认为: US 增强组的 CS 厌恶程度评价显著高于控制组, 对 CS+ 的反应速度明显加快, 是因为在消退阶段, US 增强组的 CS+ 获得了一种更迅速的且即时更新的 US 厌恶效价, 从而强化了 CS 恐惧效价。在本研究中, 基于评价性条件作用的结果发现, US 降低再评估有效地改变了 CS+ 的恐惧效价, 即经过 US 降低再评估, 重建了在习得阶段已形成的对 CS+ 恐惧效价的认知, CS+ 恐惧效价显著降低。同时 Walther 等人(2009)研究发现, US 再评估具有时间稳定性, 即随着时间延长, US 强度变化对 CS 恐惧效价产生的影响是持续的, 因此相较于控制组, 降低组的 CS+ 恐惧效价降低在消退阶段具有持续效应。且经消退训练 CS+ 未跟随 US, 这进一步强化了 CS+ 的非恐惧效价, 从而有效降低恐惧反应、促进恐惧消退。另一个方面, 已有研究发现 US 再评估不仅能够引起恐惧反应的变化, 还能激活原有的恐惧记忆(Debiec, Díaz-Mataix, Bush, Doyère, & LeDoux, 2010)。所以在本实验中, 在消退训练之前呈现非条件刺激, 可能激活了在习得阶段已巩固的恐惧记忆。而记忆再巩固理论认为原有的恐惧记忆被重新提取激活后会暂时重返不稳定状态, 必须经过一段新的巩固阶段才能得以维持, 在此阶段其很容易受干扰或破坏, 从而可能改写(rewrite)或清除(erase)原有的记忆(Nader, Schafe, & LeDoux, 2000; Walker, Brakefield, Hobson, & Stickgold, 2003; Duvarci & Nader, 2004)。所以当非条件刺激的强度变弱时, 可能改写了原有恐惧记忆的效价, 干扰恐惧记忆的再巩固, 与随后一系列的消退试次相互作用, 从而促进了恐惧反应的消退。

在本研究中也发现经过 US 再评估, 降低组在消退阶段对 CS+ 的 SCR 明显低于控制组, 而主观预期值则不存在显著性差异, 即两种反应指标间存在分离, 该结果与前人研究是一致的(Schultz et al., 2013; Balderston & Helmstetter, 2010; Klucken, Schweckendiek, Merz, Vaitl, & Stark, 2013)。同时在本研究中我们还发现, 这种分离效应具有时间持续性, 即在整个消退阶段二者持续分离, 扩展了前人的研究结果, 支持了双过程理论。双过程理论认为, 个体习得条件化恐惧过程中存在外显学习与内隐学习两种学习过程, 由此对应于两种不同的记忆系统, 即 CS-US 联结的陈述性记忆与恐惧反应的程序性记忆(Knight et al., 2003; Schultz & Helmstetter, 2010; Balderston & Helmstetter, 2010)。主观预期值

与 SCR 作为恐惧测量指标, 从不同角度反映了条件性恐惧习得与消退中的学习记忆过程。其中主观预期值主要代表个体对于 CS-US 联结匹配的外显学习过程, 反映的是基于认知联结的心理感受, 形成条件性恐惧的联结记忆; 而 SCR 则代表恐惧情绪的内隐学习过程, 反映的是恐惧自动化表达的生理反应, 形成恐惧反应的程序性记忆(Knight et al., 2003; Balderston & Helmstetter, 2010; Schultz et al., 2013)。这两种过程分别作用于不同的脑区, 前者主要作用于海马, 后者主要作用于杏仁核。研究发现杏仁核在恐惧情绪反应的形成和表达中发挥着重要作用, 海马则是恐惧记忆与巩固的神经基础(Maren, 2001; Rodrigues, Schafe, & LeDoux, 2004; Kim & Jung, 2006; Milad et al., 2009; Soeter & Kindt, 2010); 同时对脑损伤病人的研究发现, 杏仁核损伤的病人能够形成 CS-US 之间的联结, 但是不能进行恐惧反应的表达; 海马损伤的病人在 CS+ 和 CS- 能够形成不同的 SCR, 但是不能理解 CS-US 之间的匹配关系(LaBar & Cabeza, 2006; Sevenster, Beekers, & Kindt, 2012; Schiller & Phelps, 2011)。由此可知, 杏仁核主要负责条件恐惧的内隐学习, 海马则主要负责外显学习, 分别代表了条件性恐惧程序性记忆和陈述性记忆, 这两个系统相互独立。但是研究发现二者又存在相互作用, 破坏依赖于海马的记忆再巩固或消退学习过程, 能够引起杏仁核恐惧记忆的缺失(Bouton, 2002; LeDoux, 2000); 当条件性恐惧反应受到破坏时, 依赖于海马的陈述性记忆能够激活杏仁核, 从而调节恐惧反应(Phelps, 2004)。基于上述讨论可知, 在本研究中, CS-US 联结习得后单独呈现强度变化的 US, 该过程并未改变原有 CS-US 的匹配联结, 但是习得后 US 强度降低, 激活恐惧的程序性记忆, 从而引起恐惧反应的降低。因此在消退过程中, 两组被试在 US 的主观预期值不存在显著性差异, 但是对 CS+ 的 SCR 发生变化, 同时经过 CS 试次的不断重复, 强化分离双重反应系统, 从而体现在两种恐惧反应指标上的分离。

本研究在前人研究的基础上, 将 US 再评估范式应用于消退训练, 有效地促进消退效果, 并通过 US 强度变化对 CS 效价的影响推进了对 US 再评估作用机制的认识, 同时明确了 US 再评估影响的是恐惧的生理反应, 即恐惧反应的程序性记忆而非 CS-US 联结记忆。但是本研究中对条件刺激的效价评定只在每个阶段结束之后进行, 进一步的研究需要采用实时评价的方法以获取更有力的证据。同时

US 再评估范式干预效果的持续性方面, 以及在 US 呈现时是否提取激活原有习得的恐惧记忆有待于进一步去研究, 从而全面评价 US 再评估范式干预的内在机制。总而言之, US 再评估范式为 PTSD 等精神障碍的临床治疗提供了一种新的治疗视角, 即未来应将焦点关注于基于行为消退操作的有效的无创干预技术。

参 考 文 献

- Anne, G., & Klaus, R. (2011). I like it because I said that I like it: Evaluative conditioning effects can be based on stimulus-response learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37(4), 466–476.
- Baeyens, F., Eelen, P., Van den Bergh, O., & Crombez, G. (2001). The content of learning in human evaluative conditioning: Acquired valence is sensitive to US-revaluation. *Learning and Motivation*, 23, 200–224.
- Balderston, N. L., & Helmstetter, F. (2010). Conditioning with masked stimulus affects the time course of skin conductance responses. *Behavioral Neuroscience*, 124, 478–489.
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., Adolphs, R., Rockland, C., & Damasio, A. (1995). Double dissociation of conditioning and declarative knowledge relative to the amygdala and hippocampus in humans. *Science*, 269, 1115–1118.
- Bouton, M. E. (2002). Context, ambiguity, and unlearning: Sources of relapse after behavioral extinction. *Biological Psychiatry*, 52, 976–986.
- Bouton, M. E., Garcia-Gutierrez, A., Zilski, J., & Moody, E. W. (2006). Extinction in multiple contexts does not necessarily make extinction less vulnerable to relapse. *Behaviour Research Therapy*, 44, 983–994.
- Christine, A. R., & Stephen, M. (2008). Associative structure of fear memory after basolateral amygdala lesions in rats. *Behavioral Neuroscience*, 122(6), 1284–1294.
- Clark, R. E., & Squire, L. (1998). Classical conditioning and brain systems: The role of awareness. *Science*, 280, 77–81.
- Davis, M., Walker, D. L., & Myers, K. M. (2003). Role of the amygdala in fear extinction measured with potentiated startle. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 985, 218–232.
- de Jong, P., Murris, P., & Merckelbach, H. (1996). UCS inflation and human aversive autonomic conditioning. *Biological Psychology*, 43, 227–239.
- Debiec, J., Díaz-Mataix, L., Bush, D. E., Doyère, V., & LeDoux, J. E. (2010). The amygdala encodes specific sensory features of an aversive reinforcer. *Nature Neuroscience*, 13, 536–537.
- Delamater, A. R., Campese, V., LoLordo, V., & Sclafani, A. (2006). Unconditioned stimulus devaluation effects in nutrient-conditioned flavor preferences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 295–306.
- Delamater, A. R., & LoLordo, V. (1991). Event revaluation procedures and associative structures in Pavlovian conditioning. In L. Dachowski & C. Flaherty (Eds.), *Current topics in animal learning: Brain, emotion, and cognition* (pp. 55–94). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Delamater, A. R., & Oakeshott, S. (2007). Learning about multiple attributes of reward in Pavlovian conditioning. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1104, 1–20.
- Duvarci, S., & Nader, K. (2004). Characterization of fear memory reconsolidation. *The Journal of Neuroscience*, 24, 9269–9275.
- Dwyer, D. M. (2005). Reinforcer devaluation in palatability-based learned flavor preferences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 487–492.
- Gottfried, J. A., & Dolan, R. J. (2004). Human orbitofrontal cortex mediates extinction learning while accessing conditioned representations of value. *Nature Neuroscience*, 7, 1144–1152.
- Hall, G. (2002). *Associative structures in Pavlovian and instrumental conditioning*. Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons Inc.
- Herry, C., Ciochi, S., Senn, V., Demmou, L., Müller, C., & Lüthi, A. (2008). Switching on and off fear by distinct neuronal circuits. *Nature*, 454, 600–606.
- Herry, C., Ferraguti, F., Singewald, N., Letzkus, J. J., Ehrlich, I., & Lüthi, A. (2010). Neuronal circuits of fear extinction. *European Journal of Neuroscience*, 31(4), 599–612.
- Hosoba, T., Iwanaga, M., & Seiwa, H. (2001). The effect of UCS inflation and deflation procedures on “fear” conditioning. *Behaviour Research and Therapy*, 39, 465–475.
- Hütter, M., Sweldens, S., Stahl, C., Unkelbach, C., & Klauer, K. C. (2012). Dissociating contingency awareness and conditioned attitudes: Evidence of contingency-unaware evaluative conditioning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141, 539–557.
- Jackson, E. D., Payne, J. D., Nadel, L., & Jacobs, W. J. (2006). Stress differentially modulates fear conditioning in healthy men and women. *Biological Psychiatry*, 59(6), 516–522.
- Kim, J. J., & Jung, M. W. (2006). Neural circuits and mechanisms involved in Pavlovian fear conditioning: A critical review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 188–202.
- 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.
- Knight, D. C., Nguyen, H., & Bandettini, P. (2003). Expression of conditional fear with and without awareness. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 15280–15283.
- LaBar, K. S., & Cabeza, R. (2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(1), 54–64.
- Ledgerwood, L., Richardson, R., & Cranney, J. (2005). D-cycloserine facilitates extinction of learned fear: Effects on reacquisition and generalized extinction. *Biological Psychiatry*, 57, 841–847.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155–184.
- Mackintosh, N. (1983). *Conditioning and associative learning*. New York: Oxford University Press.
- Manns, J. R., Clark, R., & Squire, L. (2001). Single-cue delay eye-blink conditioning is unrelated to awareness. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 1, 192–198.
- Maren, S. (2001). Neurobiology of Pavlovian fear conditioning. *Annual Review Neuroscience*, 24, 897–931.
- Milad, M. R., Orr, S. P., Pitman, R. K., & Rauch, S. L. (2005). Context modulation of memory for fear extinction in humans. *Psychophysiology*, 42, 456–464.
- Milad, M. R., Pitman, R. K., Ellis, C. B., Gold, A. L., Shin, L. M., & Lasko, N. B. (2009). Neurobiological basis of failure

- to recall extinction memory in posttraumatic stress disorder. *Biological Psychiatry*, 66, 1075–1082.
- Nader, K., Schafe, G. E., & LeDoux, J. E. (2000). Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval. *Nature*, 406(6797), 722–726.
- Orr, S. P., Metzger, L. J., Lasko, N. B., Macklin, M. L., Peri, T., & Pitman, R. K. (2000). Denovo conditioning in trauma-exposed individual with and without post traumatic stress disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 109, 290–298.
- Parkinson, J. A., Roberts, A. C., Everitt, B. J., & Di Ciano, P. (2005). Acquisition of instrumental conditioned reinforcement is resistant to the devaluation of the unconditioned stimulus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58B(1), 19–30.
- Peter, F. L. (2003). Causal beliefs and conditioned responses: Retrospective revaluation induced by experience and by instruction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(1), 97–106.
- Phelps, E. A. (2004). Human emotion and memory: Interactions of the amygdala and hippocampal complex. *Current Opinions in Neurobiology*, 14, 198–202.
- Pineles, S. L., Orr, M. R., & Orr, S. P. (2009). An alternative scoring method for skin conductance responding in a differential fear conditioning paradigm with a long-duration conditioned stimulus. *Psychophysiology*, 46, 1–12.
- Rescorla, R. A. (1973). Effects of US habituation following conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 82, 137–143.
- Rescorla, R. A. (1974). Effect of inflation of the unconditioned stimulus value following conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 86, 101–106.
- Rescorla, R. A. (2004). Spontaneous recovery. *Learning Memory*, 11, 501–509.
- Richardson, R., Ledgerwood, L., & Cranney J. (2004). Facilitation of fear extinction by D-cycloserine: Theoretical and clinical implications. *Learning & Memory*, 11, 510–516.
- Rodrigues S. M., Schafe G. E., & LeDoux J. E. (2004). Molecular mechanisms underlying emotional learning and memory in the lateral amygdala. *Neuron*, 44, 75–91.
- Schiller, D., & Phelps, E. A. (2011). Does reconsolidation occur in humans? *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 5, 24.
- Schultz, D. H., Balderston, N. L., Geiger, J. A., & Helmstetter, F. J. (2013). Dissociation between implicit and explicit responses in post conditioning UCS revaluation after fear conditioning in humans. *Behavioral Neuroscience*, 127(3), 357–368.
- Schultz, D. H., & Helmstetter, F. (2010). Classical conditioning of autonomic fear responses is independent of contingency awareness. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 36, 495–500.
- Sevenster, D., Beckers, T., & Kindt, M. (2012). Retrieval per se is not sufficient to trigger reconsolidation of human fear memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 97(3), 338–345.
- Soeter, M., & Kindt, M. (2010). Dissociating response systems: Erasing fear from memory. *Neurobiology Learning and Memory*, 94(1), 30–41.
- Walker, M. P., Brakefield, T., Hobson, J. A., & Stickgold, R. (2003). Dissociable stages of human memory consolidation and reconsolidation. *Nature*, 425, 616–620.
- Walther, E., Gawronski, B., Blank, H., & Langer, T. (2009). Changing likes and dislikes through the back door: The US-revaluation effect. *Cognition and Emotion*, 23(5), 889–917.
- White, K., & Davey, G. (1989). Sensory preconditioning and UCS inflation in human “fear” conditioning. *Behaviour Research and Therapy*, 27, 161–166.

The Impact of Unconditioned Stimulus Devaluation on Conditional Fear Extinction

DU Juan; ZENG Xiangxing; ZHENG Xifu; ZHUANG Chuqun

(School of Psychology, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract

Unconditioned stimulus (US) devaluation has been put forward as an effective measure to decrease fear response. Previous studies mostly focused on investigating the impact of US devaluation in the test phase after fear acquisition. As widely recognized, exposure therapy based on the theory of extinction training is a frequently used method for the treatment of mental disorders. Hence, we made an attempt to implement this program in the extinction training to examine if it could improve the therapeutic effect. In addition, to further understand the mechanisms of US devaluation, evaluative conditioning was explored.

An experiment was designed to test the impact of reduction in US intensity on conditioned fear extinction. All participants were subjected to a fear conditioning experiment consisted of acquisition, US devaluation and extinction phases while subjective US-expectancy and skin conductance response (SCR) were rated online. In the experiment, the intensity of US was decreased after acquisition for one group (devaluation) and held constant for another group (control). Two simple geometrical figures served as CS+ and CS–, and a 1-sec female vocal stimulus (i.e., scream) as US. Each CS+ was paired with a US during the acquisition phase, and in the subsequent devaluation phase, subjects were only exposed to the intensity-changed US for three times. To measure evaluative conditioning, participants were required to rate CS-valence at the end of each conditioning phase.

The results show that US-expectancy to CS+ was not significantly different between two groups, which seemed to reflect a similar mode of fear extinction. However, the SCR to CS+ of devaluation group was significantly lower than that of control group, suggesting an efficient promoted process of fear extinction by US revaluation. The effect of US devaluation was also found in evaluative conditioning. Compared to control group, devaluation group showed more positive valence ratings for CS+.

The results suggest that US devaluation did promote the extinction according to the SCR. Through the US devaluation, the explicit awareness of CS-US bond did not change; but the SCR, representing a procedural fear memory formed by implicit learning, had been influenced, which declared a separation between different fear response indexes. From the evaluating conditioning results, we inferred that US might have served as a transporter, to transform the negative valence to CS. After devaluation, individuals might restate the cognition of CS fear valence, leading to the promotion of extinction. The results suggest that the modulation of US intensity may provide a new perspective for exposure therapy. Based on relevant literature review, the knowledge of the internal mechanisms of US devaluation that influence the conditioned fear extinction has acquired great advance. In the future, the treatment on mental disorders should be more focused on the behavioral therapy based on extinction training.

Key words fear extinction; unconditioned stimulus devaluation; evaluative conditioning