

基于执行意图的认知重评对负性情绪的持续调节效应：纵向脑电证据*

李亚琴^{1,2} 代佳佳¹ 高伟¹ 袁加锦^{1,2}

(¹ 四川师范大学脑与心理科学研究院; ² 四川省纪检监察心理与行为重点实验室(四川师范大学), 成都 610066)

摘要 基于执行意图的认知重评(Implementation Intention-based Reappraisal, IIR)作为一种执行意图(即 if-then 计划)与适应性认知重评相结合的新自动化情绪调节策略,可以在不增加认知负荷的情况下实现对负面情绪的调节,且该调节效应可以从设定情境(If 情境)泛化到非设定情境。然而,以往研究未关注 IIR 的泛化效果是否具有可持续性。为解决这一问题,本研究采用脑电技术结合图片观看任务,以被试自我报告的效价、唤醒度和晚期正电位(late positive potential, LPP)为指标纵向考察 IIR 对被试当下及未来一周的情绪调节效果。结果显示,在第 0~7 天,相比控制组, IIR 组对设定负性情境(血腥图片)的情绪体验及唤醒水平持续降低;且该调节效应同样稳定出现在对非设定情境(非血腥图片)的唤醒度评价上。同时,在第 0 天、第 3 天和第 7 天, IIR 组相比控制组有更小的中央顶区 LPP (400~1500 ms)波幅和额区 LPP (400~1100 ms)波幅;且中央顶区 LPP 波幅与唤醒度存在显著正相关。上述结果说明 IIR 不仅能长期调节负性情绪并产生泛化效应,且其泛化效果存在一定的持续性。这一研究为 IIR 在情绪调节领域的有效性和稳定性提供了实证支持。

关键词 情绪调节, 基于执行意图的认知重评, 持续效应, 泛化效应, 晚期正电位

分类号 B000

1 引言

自动化情绪调节(automatic emotion regulation; AER)指个体在内隐或外显目标的驱动下,自动化或无意识地调节情绪的过程(陈圣栋, 2020; Mauss et al., 2007)。无意识目标追求的自动化模型认为(Bargh, 1990; Bargh & Williams, 2007),外显或内隐的目标(包含情绪调节目标)对应的心理表征(如目标追求的方式、意义等),能够与其他表征自动建立联结并起作用(Bargh & Williams, 2007)。具体而言,个体在某一情境(如恐惧场景)下持续寻求同一目标(如平静)时,该情境与目标之间会自动形成联结。一旦情境表征被激活,相联结的目标表征也会被自动激活并发挥作用,无需意识参与。这为自动

化情绪调节提供了理论基础,并得到了实证支持(例如 Bargh et al., 2001; Hassin et al., 2009)。

在自动化情绪调节的研究中,常采用执行意图范式、词语匹配任务和句子整理任务等方法诱发自动化情绪调节。执行意图范式通过“if-then”计划形成“情境-反应”的自动化联结,从而诱发自动化情绪调节(Gallo et al., 2009);词语匹配或句子整理任务则通过具有情绪或情绪调节相关含义的词语或句子来诱发自动化情绪调节(Mauss et al., 2007; Yang et al., 2015)。与有意情绪调节相比,自动化情绪调节的优势在于能够在不消耗或消耗较少认知资源的情况下,实现情绪调节目标(高伟等, 2018; Ding et al., 2015; Yang et al., 2015)。例如, Yang 等(2015)采用词语配对任务启动自动化情绪调节,发

收稿日期: 2024-04-18

* 国家自然科学基金面上项目(NSFC31971018);教育部人文社会科学研究规划基金项目(24XJA190003);四川省杰出青年科学基金项目(2023NSFSC1938)。

李亚琴和代佳佳同为第一作者。

通信作者: 袁加锦, E-mail: yuanyajin168@126.com

现自动化情绪调节能够降低负性情绪体验且不消耗额外认知资源。再如, Ding 等(2015)采用句子整理任务启动自动化情绪调节, 发现自动化情绪调节不仅能够降低负性情绪引发的生理反应, 还能更好地维持情绪稳定性。

此外, 执行意图与认知重评策略(改变一个人的理解或对情感刺激的评估; Buhle et al., 2014)相结合形成了一种新的自动化情绪调节策略, 即基于执行意图的认知重评(Implementation Intention-based Reappraisal, IIR)。该策略主要先通过练习使个体形成一个情绪调节目标(如“我不会感到厌恶”), 并建立基于执行意图的认知重评(如“如果我看到血, 那么我将以医生的视角来看待它”), 个体在熟练掌握后能够无意识地使用该策略调节情绪(此过程无需任何情绪调节相关的指示)。已有研究表明, 执行意图有助于个体达成目标(Gollwitzer & Brandstätter, 1997; Webb et al., 2010), 且相较于目标意图在促进情绪调节方面效果更好, 是诱发自动化情绪调节的有效方式(Gallo et al., 2009, 2012)。进一步研究发现, 与目标意图相比, IIR 能够在不增加认知负荷的情况下(认知努力程度下降、前额叶激活未增强), 显著降低个体主观报告的负性情绪评分(Chen et al., 2021); 与有意认知重评相比, IIR 同样能够在不增加认知负荷的情况下更快速、有效地下调负性情绪, 具体表现为额区晚期正电位(late positive potential, LPP)波幅和早期中央顶区 LPP 波幅降低(Chen et al., 2020)。另有研究表明, 在认知努力相同的情况下, 与有意认知重评和被动观看相比, IIR 显著降低个体对负性图片的效价评分, 且该策略在抑郁群体的情绪调节效果优于有意认知重评和被动观看(陈圣栋, 2020)。可见, IIR 的独特优势在于, 不仅在不增加认知负荷的情况下更快、更有效地实现情绪调节目标, 还有助于认知能力受损的群体适应性地调节负性情绪。

IIR 可能持续调节负性情绪(Chen et al., 2020; Huang et al., 2020), 主要表现在其调节效果具有一定的泛化和持续效应。泛化效应是指特定情境下 IIR 对于负性情绪的调节延伸至非特定情境的现象; 持续效应是指 IIR 对于负性情绪的调节出现延续现象。Huang 等(2020)将被试随机分成 IIR、目标意图和控制组, 选用血腥图片和非血腥(恐惧)图片分别作为设定的和非设定的负性情境, 探究 IIR 在负性情绪中的泛化效应。其中设定情境即执行意图所标定的 If 情境(如“如果我看到血”这一描述指出的血

腥情境), 而非设定情境为执行意图未标定的泛化情境。结果显示, 在已设定的负性情境中 IIR 组(vs. 控制组)自我报告的负性情绪体验较低, 且在该负性情境中习得的 IIR 可以有效调节非设定负性情境中诱发的负性情绪。这一结果表明 IIR 具有泛化效应。同时, Chen 等(2020)采用脑电技术结合图片观看任务, 探究 IIR 在负性情绪中的调节效果。结果显示, IIR 比有意认知重评更早且更持续地调节个体的负性情绪, 具体表现在 IIR 组(vs. 控制组) 300~1700 ms 的 LPP 波幅显著减小, 而有意认知重评组(vs. 控制组)仅在 500~700 ms 的 LPP 波幅显著减小。更重要的是, 20 分钟后被试再次观看血腥刺激时, IIR 仍能下调负性情绪, 提示 IIR 的泛化效应可能具有持续性, 但仍需通过纵向追踪方法进行系统考察。

值得注意的是, 虽然先前研究已关注 IIR 情绪调节的泛化效应, 但鲜有研究探讨 IIR 的泛化效应是否具有持续性。此外, 以往关于泛化效应的研究采用个体的主观报告, 缺乏客观的神经生理指标; 对于持续效应的检验也多集中在策略形成后的较短时间(约 20 分钟), 尚不清楚其情绪调节效果及泛化效应是否的确具有可持续性。因此, 本研究拟结合主观自我报告的效价、唤醒度评分以及脑电指标(LPP), 纵向考察 IIR 对被试当下及未来一周的情绪调节效果。具体而言, 在被试成功习得 IIR 策略后(Day0), 分别在第 1、3、5、7 天测量被试观看不同负性情绪刺激(设定情境与非设定情境)时的主观情绪体验(效价和唤醒度), 同时在第 3、7 天记录他们的脑电活动。

本研究中, 脑电指标主要关注个体在不同条件下的 LPP 波幅。LPP 是在约 300 ms 后出现的一个正走向的晚期 ERP 成分, 它是研究情绪调节的重要神经表征之一(Dennis & Hajcak, 2009; Foti & Hajcak, 2008; Horan et al., 2013; Schönfelder et al., 2014)。不同区域的 LPP, 其心理意义可能不同。中央顶区 LPP (centro-parietal LPP)与情绪体验强度存在正相关, 负性情绪下调时其波幅减小, 反之增大(Cuthbert et al., 2000; Li et al., 2022; Schönfelder et al., 2014)。另一方面, 额区 LPP (Frontal LPP)则是认知努力程度的有效指标, 付出的认知努力越多其波幅越大(Chen et al., 2020; Moser et al., 2014; Shafir et al., 2015)。因此, 本研究将中央顶区 LPP 和额区 LPP 分别作为情绪调节和认知努力程度的生理指标。另外, 已有研究表明, 负性情绪易感性和情绪调节存

在性别差异。例如,女性对负性情绪的易感性高于男性(Rozin et al., 1999; Yuan et al., 2009),且产生情绪问题或障碍的风险高于男性(Daly, 2022; Zhang, R., et al., 2023)。再如,女性相较于男性更倾向于使用非适应性情绪调节策略调节负性情绪(Nolen-Hoeksema, 2012),且使用认知重评策略调节负性情绪的效果也不如男性(Domes et al., 2010)。还有一些研究表明,自动化情绪调节效果会受到性别差异的影响(Key et al., 2022)。因此,本研究仅选取女性被试。

以往研究显示,在主观报告中,IIR能有效降低个体的负性情绪体验(例如 Gallo et al., 2012; Ma et al., 2019),且出现泛化效应(Huang et al., 2020);在ERP研究中,IIR导致中央顶区LPP波幅下降,但不会增大额区LPP波幅,且具有一定的持续调节作用(Chen et al., 2020)。另有研究表明,执行意图在精神或心理疾病(如精神分裂症、饮食障碍; Chen et al., 2019; O'connor et al., 2015; Tanis et al., 2022)、人际交往(Stern & West, 2014)等方面具有长期的持续性影响,这间接证明IIR在负性情绪中也可能存在长期的持续效应。由此推测,IIR可能持续地降低个体的负性情绪体验、唤醒水平和LPP波幅,且IIR的泛化效应可能具有持续性。

2 方法

2.1 被试

实验前,根据前人研究,以 $f = 0.25$, $\alpha = 0.05$, power = 0.8为标准,采用G*Power 3.1.9.2对样本量进行估计,在两因素混合设计中所需样本量为34。鉴于负性情绪易感性和自动化情绪调节存在性别差异(例如 Key et al., 2022; Rozin et al., 1999; Yuan et al., 2009),且女性患情感问题或障碍的风险高于男性(Daly, 2022; Zhang, R., et al., 2023),本研究随机招募了58名女性被试。在实验过程中,5名被试中途退出,2名被试因抑郁症状严重或未认真填写问卷被剔除,剩余有效被试51名。所有有效被试的视力或矫正视力正常,无色弱或色盲,均为右利手,均无精神病史和家族精神病史。被试到达实验室后被随机分到IIR组或被动观看组(控制组),IIR组25名($M = 20.16$ 岁, $SD = 2.25$ 岁),控制组(control group, CG)26名($M = 19.46$ 岁, $SD = 1.39$ 岁)。在IIR习得及习得后阶段,两组被试在每次实验前的情绪特质和情绪状态均无显著差异(见网络版附录附表1、附表2)。所有被试均被告知实验的主要流程,并

阅读和签署了实验知情同意书。本研究已得到四川师范大学人类研究伦理委员会的批准。

2.2 实验材料

(1) 刺激材料。参照以往研究(Chen et al., 2020; Huang et al., 2020),血腥和非血腥图片分别作为设定和非设定的负性情境,中性图片作为控制条件。三种图片(各200张)均来自国际情绪图片库(International Affective Picture System, IAPS; Lang et al., 1999)、中国情绪图片库(China Affective Picture System, CAPS; 白露等, 2005)以及网络。所有图片经过图像处理软件(Photoshop cc 2019)调整为 540×405 (像素)大小。正式实验前,随机招募31名有效被试(女性)对600张图片的效价(1 = 极其愉快, 9 = 极其不愉快)、唤醒度(1 = 极其平静, 9 = 极其不平静)、血腥(1 = 一点也不血腥, 9 = 极其血腥)、厌恶(1 = 一点也不恶心, 9 = 极其恶心)和恐惧(1 = 一点也不恐惧, 9 = 极其恐惧)程度进行9点评分。最终,根据评定结果(见表1)筛选出350张图片作为正式实验的材料(血腥和非血腥图片各100张,中性图片150张)。其中血腥和非血腥图片的效价、唤醒度、血腥、厌恶和恐惧程度显著高于中性图片($ps < 0.001$, $ds > 0.700$),而血腥与非血腥图片之间仅血腥程度存在显著差异($p < 0.001$, $d = 2.587$)。在正式实验中,血腥、非血腥和中性图片各30张。为避免各实验间的图片重复率过高,5次实验相互之间的图片重复率低于6%。

表1 材料评定结果

变量	血腥图片	非血腥图片	中性图片	<i>p</i>
效价	7.47(0.68)	7.43(0.67)	4.85(0.20)	0.999
唤醒度	6.33(1.66)	6.28(1.61)	1.46(0.68)	0.999
血腥度	6.18(1.53)	2.51(1.17)	1.01(0.03)	< 0.001
恶心度	6.19(1.70)	6.48(1.51)	1.10(0.20)	0.206
恐惧度	4.90(1.88)	5.09(1.77)	1.09(0.20)	0.800

注:正式实验前随机招募37名女性被试进行图片评定,其中6名被试因实验设备故障未获得完整数据,最终剩余31名有效被试。表中*p*指血腥与非血腥图片之间在图片评定各维度的差异显著性。

(2) 正负性情绪量表(Positive and Negative Affect Schedule, PANAS)。采用由Watson等(1988)编制、黄丽等(2003)修订的正负性情绪量表的中文版评定正负性情绪状态。该量表包括正性情绪(PA)和负性情绪(NA)两个维度,共20个条目,采用Likert 5点等级评分(1 = 几乎没有, 5 = 非常强烈)。

该量表在中国人群中具有良好的信效度(黄丽 等, 2003)。本研究中的信效度见表 2。被试需在每次实验前填写该量表(共 5 次)。

(3) 状态-特质焦虑问卷(State-Trait Anxiety Inventory, STAI)。采用由 Spielberger 等(1983)编制的状态-特质焦虑问卷的中文版(汪向东 等, 1999)评定特质焦虑和状态焦虑, 该量表包括特质焦虑分量表(TAI)和状态焦虑分量表(SAI), 共 40 个条目。每个分量表中正性和负性情绪维度各 10 个条目, 采用 Likert 4 点等级评分(1 = 完全没有, 4 = 非常明显), 正性情绪维度的条目均为反向计分题。该量表具有较好的信效度, 可作为评估焦虑的有效工具(汪向东 等, 1999)。本研究中的信效度见表 2。特质焦虑分量表只需被试在第一次实验前(IIR 习得前)填写, 而状态焦虑分量表则需被试在每次实验前填写(共 5 次)。

(4) 贝克抑郁量表第二版(Beck Depression Inventory Second Edition, BDI-II)。采用由 Beck 等(1996)编制、王振等(2011)翻译的贝克抑郁量表第 2 版中文版评定抑郁情绪。该量表共 21 个条目, 采用 0~3 点评分, 量表总分小于 13 分为无抑郁症状。该量表具有良好的信效度, 能够有效评估抑郁症状(王振 等, 2011)。本研究中的信效度见表 2。该量表仅需被试在第一次实验前填写。

(5) 情绪表达量表(Emotion Expression Scale, EES)。采用由 Kring 等(1994)编制的情绪表达量表评定情绪表达。该量表共 17 个条目, 采用 Likert 6 点等级评分(1 = 从不, 6 = 总是), 总分越高情绪表达程度越高。本研究中的信效度见表 2。该量表仅需被试在第一次实验前填写。

(6) 情绪调节问卷(Emotion Regulation Questionnaire, ERQ)。采用由 Gross 和 John (2003)

编制、王力等(2007)修订的情绪调节问卷中文版本。该量表包括认知重评(6 个条目)和表达抑制(4 个条目)两个维度, 采用 Likert 7 点等级评分(1 = 非常不同意, 7 = 非常同意)。该量表具有良好的信效度, 是评估情绪调节的有效工具(王力 等, 2007)。本研究中的信效度见表 2。由于 IIR 涉及认知重评, 本研究重点关注认知重评维度的评定(ERQ-R)。该量表仅需被试在第一次实验前填写。

(7) 认知灵活性问卷(Cognitive Flexibility Scale, CFS)。采用由 Martin 和 Rubin (1995)编制、齐冰等(2013)翻译和修订的认知灵活性问卷中文版评定认知灵活性。该量表包含 12 个条目, 采用 Likert 6 点等级评分(1 = 非常符合, 6 = 非常不符合), 总分越高认知灵活性水平越高。该量表的信效度良好, 可有效评估认知灵活性(齐冰 等, 2013)。本研究中的信效度见表 2。该量表仅需被试在第一次实验前填写。

2.3 实验任务

本研究采用 SAM 评定任务(Self-Assessment Manikins Rating Task, Bradley & Lang, 1994), 考察 IIR 对于负性情绪的调节效果(如图 1)。该任务包含 6 个 Block (血腥、非血腥和中性图片各 30 张), 每个 Block 随机呈现 15 张不同类型的图片(血腥/非血腥/中性), 每两个 Block 之间有 1 分钟的休息时间。实验流程如图 1, 首先在屏幕中央呈现注视点(2~4 s), 紧接着呈现 4 s 的图片(血腥/非血腥/中性图片), 随后被试依次进行效价和唤醒度评分(均呈现 5 s)。

实验程序采用 E-prime 3 软件编制, 在 19 英寸的惠普电脑上运行(HP Z22n G2; 屏幕分辨率 1920 × 1080, 刷新率 59 Hz, 亮度 35), 电脑背景颜色为黑色, 记录被试对每张图片(血腥 vs.非血腥 vs.中性)的效价(1 = 非常愉快, 9 = 非常不愉快)和唤醒度

表 2 本研究中各量表的信效度检验结果

量表名称	Cronbach α	KMO 值	Bartlett 球形检验	公因子累积方差贡献率	所有题项的因子载荷
正负性情绪量表	PA = 0.92 NA = 0.92	0.80	$p < 0.001$	61.86%	> 0.50
特质焦虑问卷	0.89	0.80	$p < 0.001$	66.85%	> 0.50
状态焦虑问卷	0.90	0.76	$p < 0.001$	70.19%	> 0.50
贝克抑郁量表第二版	0.87	0.60	$p < 0.001$	75.80%	> 0.50
情绪表达量表	0.93	0.86	$p < 0.001$	68.51%	> 0.50
情绪调节问卷	ERQ-R = 0.89 ERQ-S = 0.81	0.75	$p < 0.001$	65.83%	> 0.50
认知灵活性问卷	0.87	0.84	$p < 0.001$	64.49%	> 0.50

注: PA 表示正负性情绪量表的正性情绪维度; NA 表示正负性情绪量表的负性情绪维度; ERQ-R 表示情绪调节问卷的认知重评维度; ERQ-S 表示情绪调节问卷的表达抑制维度。采用主成分分析、方差极大正交旋转方法得到了每个问卷的 KMO 值、Bartlett 球形检验结果、公因子(特征值 > 1)的累积方差贡献率和所有题项的因子载荷。

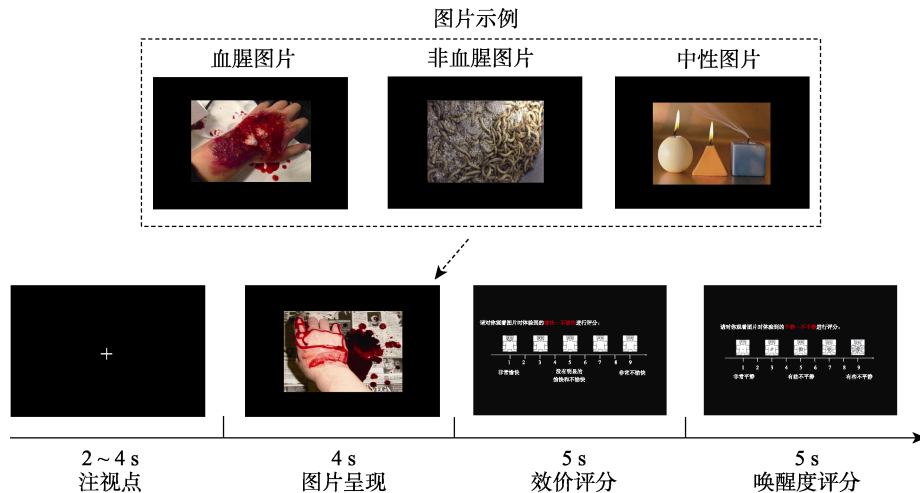


图 1 SAM 评定任务

注：彩图见电子版，下同。

(1 = 非常平静, 9 = 非常不平静)评分及脑电活动。被试在隔音的独立实验室完成实验, 眼睛与电脑屏幕距离约 100 cm。

2.4 实验流程

IIR 习得阶段(Day0): 首先, 正式实验前被试需填写知情同意书、个人相关信息及情绪相关问卷(见网络版附录附表 1)。之后, 所有被试被随机分到 IIR 或控制组。IIR 组被试通过默念的方式形成一个情绪调节目标(“我不会感到厌恶”), 并建立基于执行意图的认知重评(“如果我看到血, 那么我将以医生的视角来看待它”), 随后默写“我不会感到厌恶, 如果我看到血, 那么我将以医生的视角来看待它”语句。而控制组仅观看实验指导语(“认真感受图片, 对图片进行评分”)。然后, 两组被试完成 SAM 评定任务练习(9 个 trial, 非正式实验的图片), 练习时要求 IIR 组被试在看到血腥图片时说出习得的 IIR 语句。之后, 指导两组被试完成正式实验, 同时测量被试对情绪图片的唤醒度评价、效价评价和脑电活动。最后, 被试完成实验后问卷调查, 考察两组被试的认知努力和情绪调节困难程度。

IIR 习得后阶段(Day1、Day3、Day5、Day7): 流程基本同 IIR 习得阶段, 差异之处在于: 一是 IIR 习得后一周(第 1、3、5、7 天), 两组被试需到实验室完成正负性情绪量表、状态焦虑问卷和 SAM 评定任务, 并同时记录被试对情绪图片的唤醒度评价、效价评价和脑电数据(第 3、7 天)。需要注意的是, IIR 习得阶段和 IIR 习得后阶段每次使用的图片材料各不相同(5 次实验相互之间的图片重复率低于 6%)。二是为探究 IIR 的长期持续效应, 在 IIR 习得后阶段, IIR 组被试不再接受任何情绪调节相

关的指示。

2.5 脑电数据采集与处理

采用 64 导 Ag/AgCL 电极帽(国际 10-20 系统; Brain Products GmbH, Germany)记录 EEG 数据, 采样率为 1000 Hz, 带通滤波范围为 0.1~100 Hz。水平和垂直眼电分别置于右眼外侧和左眼下方, FCz 作为在线参考电极, 所有电极阻抗均低于 5 kΩ。

使用基于 MATLAB 2021a 的 EEGLAB (Delorme & Makeig, 2004)对脑电数据依次进行以下处理: 定位电极, 恢复在线参考; 剔除无用电极, 以双侧乳突(TP9、TP10)作为离线重参考, 降采至 500 Hz; 滤波(带通滤波 0.1~40 Hz), 分段(-200~4000 ms), 基线矫正(-200~0 ms)。之后, 针对坏段、坏导进行插值坏导和手动剔除。随后, 进行 ICA 分析(Delorme et al., 2007), 剔除噪声成分(眨眼、眼漂和头动等), 并剔除波幅超出 $\pm 100 \mu\text{V}$ 的伪迹信号(王婷等, 2024; Righart & De Gelder, 2008)。在 IIR 习得阶段, 血腥条件中平均剩余 93.56% 的有效试次, 非血腥条件中平均剩余 92.95% 的有效试次, 中性条件中平均剩余 92.88% 的有效试次。在 IIR 习得后阶段, 血腥条件中平均剩余 92.88% 的有效试次, 非血腥条件中平均剩余 92.20% 的有效试次, 中性条件中平均剩余 92.42% 的有效试次。1 名被试的数据由于伪迹过多(超过 40%)被剔除。最后, 通过叠加平均得到 ERP 波形。参照以往研究, 选取 FCz 和 Cz 两点在 400~800 ms、800~1100 ms 时间窗内的平均幅值分别作为不同时间的额区 LPP 波幅(Ma et al., 2019; Shafir et al., 2015; Zhang, Y., et al., 2023); 选取 CPz 上 400~600 ms、600~1000 ms、1000~1500 ms、1500~2000 ms、2000~2500 ms、2500~3000 ms、

3000~3500 ms、3500~4000 ms 时间窗内的平均幅值分别作为不同时间的中央顶区 LPP 波幅(Dennis & Hajcak, 2009; Weinberg & Hajcak, 2010; Zhang, Y., et al., 2023)。

2.6 统计分析

采用 SPSS 27.0 (IBM, Somers, 美国)进行统计分析。首先, 对控制组被试在 IIR 习得阶段对情绪刺激的主观评价, 进行单因素重复测量方差分析。其中自变量为图片类型(血腥 vs.非血腥 vs.中性), 因变量为唤醒度和效价评分, 旨在考察情绪启动的有效性。其次, 参照以往研究(Denny et al., 2015; Liang & Lin, 2023), IIR 习得阶段和习得后阶段都采用重复测量方差分析, 其中自变量为组别(IIR 组 vs.控制组)、图片类型(血腥 vs.非血腥 vs.中性), 因变量为唤醒度、效价评分和 LPP 波幅。此外, 在每一时间点(Day0、Day1、Day3、Day5、Day7), 对两组被试的认知努力和情绪调节困难程度评分分别进行独立样本 t 检验, 再对唤醒度、效价与中央顶区 LPP 进行相关分析。本研究设置显著性水平 $\alpha = 0.05$ (双尾), 进行重复测量方差分析时, 针对样本不相等情况进行 Greenhouse-Geisser 矫正, 事后比较采用 Bonferroni 矫正。

3 结果

3.1 操作性检验

为保证情绪图片的确有效地诱发了被试的负性情绪, 对控制组($n = 25$)在 IIR 习得阶段对情绪刺激的主观评价, 进行了单因素重复测量方差分析。结果显示, 在唤醒度和效价上, 图片类型主效应显著(如图 2), 唤醒度: $F(2, 48) = 285.63, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.922$; 效价: $F(2, 48) = 85.02, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.780$ 。事后比较发现, 血腥与非血腥图片在唤醒度($p = 0.999$)和效价($p = 0.999$)评分上无显著差

异, 但二者均显著大于中性图片($p < 0.001$), 说明情绪启动有效。

3.2 主观报告结果

在主观报告分析中, 2 名被试因实验设备故障导致实验数据丢失, 剩余有效被试 49 名, IIR 组 24 名($M = 20.21$ 岁, $SD = 2.28$ 岁), 控制组 25 名($M = 19.44$ 岁, $SD = 1.42$ 岁)。

3.2.1 IIR 习得阶段(Day0)

分别以效价和唤醒度作为因变量, 进行 2 (组别: IIR 组 vs.控制组) $\times$ 3 (图片类型: 血腥 vs.非血腥 vs.中性)的重复测量方差分析。

结果显示, 在唤醒度和效价上, 组别(唤醒度: $F(1, 47) = 10.60, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.184$; 效价: $F(1, 47) = 8.26, p = 0.006, \eta_p^2 = 0.150$)、图片类型(唤醒度: $F(2, 94) = 289.60, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.860$; 效价: $F(2, 94) = 162.34, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.775$)的主效应均显著。另外, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应显著(如图 3A), 唤醒度: $F(2, 94) = 5.83, p = 0.007, \eta_p^2 = 0.110$; 效价: $F(2, 94) = 2.16, p = 0.030, \eta_p^2 = 0.081$ 。简单效应分析发现, 在血腥和非血腥条件下, IIR 组相比控制组有更低的唤醒水平(血腥: $p = 0.002$; 非血腥: $p = 0.005$)和负性情绪体验(血腥: $p < 0.001$; 非血腥: $p = 0.054$); 但在中性条件下组间差异不显著(唤醒度: $p = 0.110$; 效价: $p = 0.575$)。上述结果表明 IIR 组(vs.控制组)成功习得 IIR, 且 IIR 存在一定的泛化效应。

3.2.2 IIR 习得后阶段

参照 IIR 习得阶段, 分别以效价和唤醒度作为因变量, 进行 2 (组别: IIR 组 vs.控制组) $\times$ 3 (图片类型: 血腥 vs.非血腥 vs.中性)的重复测量方差分析。

(1) Day1: 结果显示, 在唤醒度和效价上, 组别(唤醒度: $F(1, 47) = 19.42, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.292$; 效价: $F(1, 47) = 26.26, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.358$)、图片

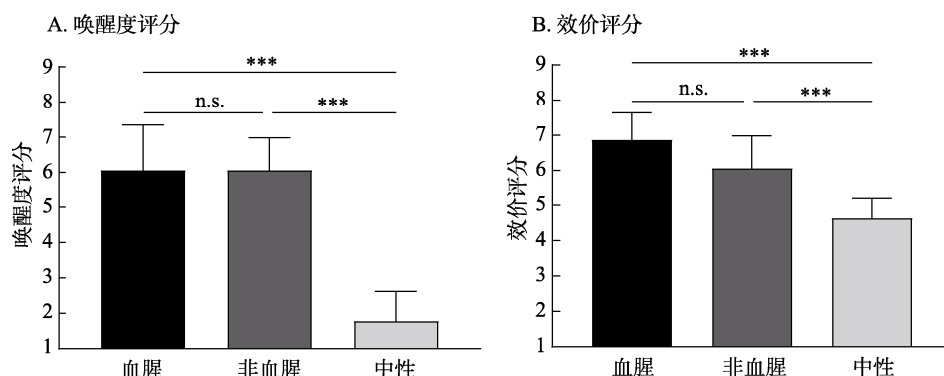


图2 情绪操纵检查结果。A, 控制组对不同图片的唤醒度评分。B, 控制组对不同图片的效价评分。

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, n.s. $p > 0.05$ 。图中误差线为标准差。

类型(唤醒度: $F(2, 94) = 110.11, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.701$; 效价: $F(2, 94) = 72.56, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.607$)的主效应均显著。另外, 在唤醒度上, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应显著, $F(2, 94) = 3.93, p = 0.045, \eta_p^2 = 0.077$ 。在效价上, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应边缘显著, $F(2, 94) = 3.23, p = 0.067, \eta_p^2 = 0.064$ 。简单效应分析发现(如图 3B), 在血腥和非血腥条件下, IIR 组相比控制组有更低的唤醒水平($ps < 0.001$)和负性情绪体验($ps < 0.001$); 但在中性条件下组间差异不显著(唤醒度: $p = 0.159$; 效价: $p = 0.190$)。

(2) **Day3**: 结果显示, 在唤醒度和效价上, 组别(唤醒度: $F(1, 47) = 28.17, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.375$; 效价: $F(1, 47) = 19.34, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.291$)、图片类型(唤醒度: $F(2, 94) = 320.79, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.872$; 效价: $F(2, 94) = 150.23, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.762$)的主效应均显著。另外, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应显著, 唤醒度: $F(2, 94) = 16.15, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.256$; 效价: $F(2, 94) = 10.48, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.182$ 。简单效应分析发现(如图 3B), 在血腥和非血腥条件下, IIR 组相比控制组有更低的唤醒水平($ps < 0.001$)和负性情绪体验($ps < 0.001$); 但在中性条件下组间差异不显著(唤醒度: $p = 0.107$; 效价: $p = 0.554$)。

(3) **Day5**: 结果显示, 在唤醒度和效价上, 组别(唤醒度: $F(1, 47) = 30.11, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.390$; 效价: $F(1, 47) = 29.24, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.384$)、图片类型(唤醒度: $F(2, 94) = 95.26, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.670$; 效价: $F(2, 94) = 67.38, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.589$)的主效应均显著。另外, 在唤醒度上, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应显著, $F(2, 94) = 6.93, p = 0.007, \eta_p^2 = 0.128$ 。在效价上, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应边缘显著, $F(2, 94) = 3.26, p = 0.066, \eta_p^2 = 0.065$ 。简单效应分析发现(如图 3B), 在血腥和非血腥条件下, IIR 组相比控制组有更低的唤醒水平($ps < 0.001$)和负性情绪体验($ps < 0.001$); 但在中性条件下组间差异不显著(唤醒度: $p = 0.127$; 效价: $p = 0.267$)。

(4) **Day7**: 结果显示, 在唤醒度和效价上, 组别(唤醒度: $F(1, 47) = 38.83, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.452$; 效价: $F(1, 47) = 34.01, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.420$)、图片类型(唤醒度: $F(2, 94) = 315.93, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.870$; 效价: $F(2, 94) = 132.17, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.738$)的主效应均显著。另外, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应显著, 唤醒度: $F(2, 94) = 32.97, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.412$; 效价: $F(2, 94) = 13.76, p < 0.001, \eta_p^2 =$

0.226。简单效应分析发现(如图 3B), 在血腥和非血腥条件下, IIR 组相比控制组有更低的唤醒水平($ps < 0.001$)和负性情绪体验($ps < 0.001$); 但在中性条件下组间差异不显著(唤醒度: $p = 0.530$; 效价: $p = 0.486$)。

上述结果表明, 在 IIR 习得后的第 1~7 天, IIR 能够持续降低唤醒水平和负性情绪体验, 且出现一定的泛化效应, 该泛化效应在唤醒度(而不是效价)上较稳定。

3.3 ERP 结果

在脑电数据分析中, 因实验设备故障或数据采集不当, 4 名被试的数据丢失; 另有 1 名被试因伪迹较多(超过 40%)被剔除。最终, IIR 组 22 名($M = 20.32$ 岁, $SD = 2.34$ 岁), 控制组 22 名($M = 19.50$ 岁, $SD = 1.47$ 岁)。

3.3.1 IIR 习得阶段(Day0)

以不同时间窗的额区 LPP 和中央顶区 LPP 为因变量, 进行 2 (组别: IIR 组 vs. 控制组) $\times$ 3 (图片类型: 血腥 vs. 非血腥 vs. 中性)的重复测量方差分析。

(1) **额区 LPP**: 在 400~800 ms 上, 组别主效应显著(如图 4A、4B), $F(1, 42) = 9.62, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.186$, 表现为 IIR 组的额区 LPP 波幅显著低于控制组。图片类型主效应显著, $F(2, 84) = 22.88, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.353$, 表现为血腥图片引发的额区 LPP 显著大于非血腥和中性图片, 且非血腥图片引发的额区 LPP 显著大于中性图片。不过, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应不显著($p = 0.318$)。

在 800~1100 ms 上, 组别主效应显著, $F(1, 42) = 7.37, p = 0.010, \eta_p^2 = 0.149$, 图片类型主效应显著, $F(2, 84) = 51.86, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.553$, 组别 $\times$ 图片类型的交互效应边缘显著, $F(2, 84) = 3.25, p = 0.052, \eta_p^2 = 0.072$ 。简单效应分析发现(如图 4A、4B), 在血腥和非血腥条件下, IIR 组相比控制组有更小的额区 LPP 波幅(血腥: $p = 0.006$; 非血腥: $p = 0.004$); 但在中性条件下组间差异不显著($p = 0.190$)。

(2) **中央顶区 LPP**: 各时间窗上的组别、图片类型主效应及二者的交互效应结果见表 3。组别主效应在 400~2500 ms 上显著($ps < 0.050$), 图片类型主效应在所有时间窗上均显著($ps < 0.001$; 均值与 SD 值见网络版附录附表 3), 组别 $\times$ 图片类型的交互效应在 1000~2000 ms 上显著(1000~1500 ms: $F(2, 84) = 4.16, p = 0.023, \eta_p^2 = 0.090$; 1500~2000 ms: $F(2, 84) = 3.36, p = 0.043, \eta_p^2 = 0.074$)。简单效应分析发现(如图 4A、4B), 在 1000~1500 ms 上, 在血

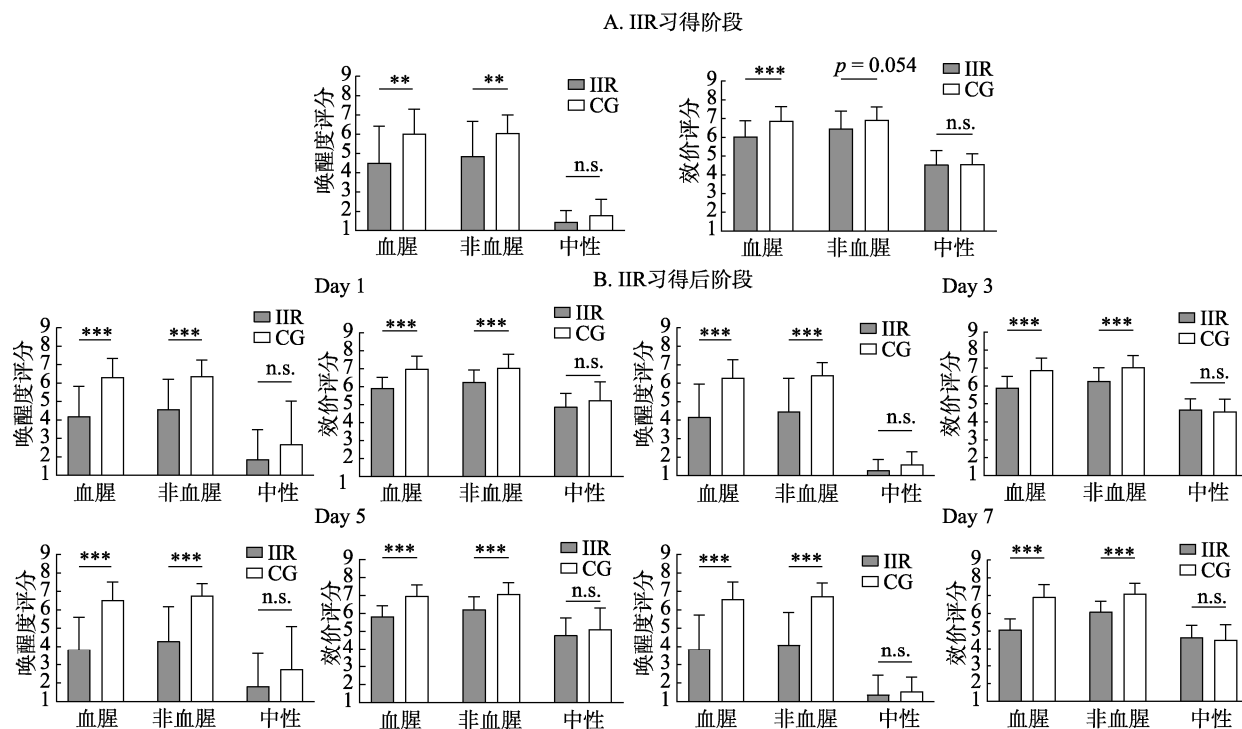
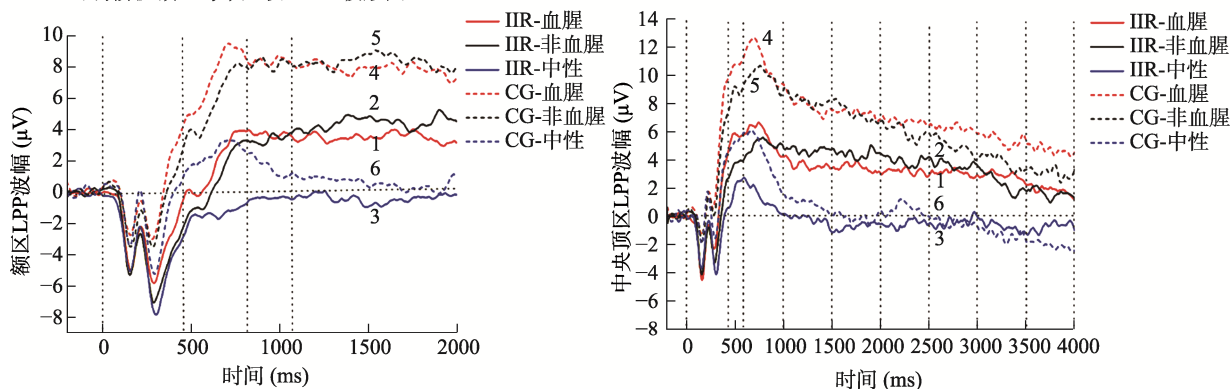


图3 IIR 习得及习得后唤醒度和效价上的交互效应。A, 在 IIR 习得阶段(Day0), IIR 组和控制组对不同图片类型的唤醒度和效价评分; 出现的边缘显著结果均标注了具体 p 值, 下同。B, IIR 习得后第 1~7 天, 唤醒度和效价上的交互效应。在 Day1 和 Day5, 效价的组别 $\times$ 图片类型的交互效应边缘显著, 但简单效应分析(Bonferroni 矫正)发现, 在血腥和非血腥条件下均出现 IIR 组的效价评分显著低于控制组(p s < 0.001)。

注: $*p < 0.05$, $**p < 0.01$, $***p < 0.001$, n.s. $p > 0.05$ 。图中误差线为标准差。

A. IIR习得阶段额区与中央顶区LPP波形图



B. IIR习得阶段额区与中央顶区LPP的统计显著性结果

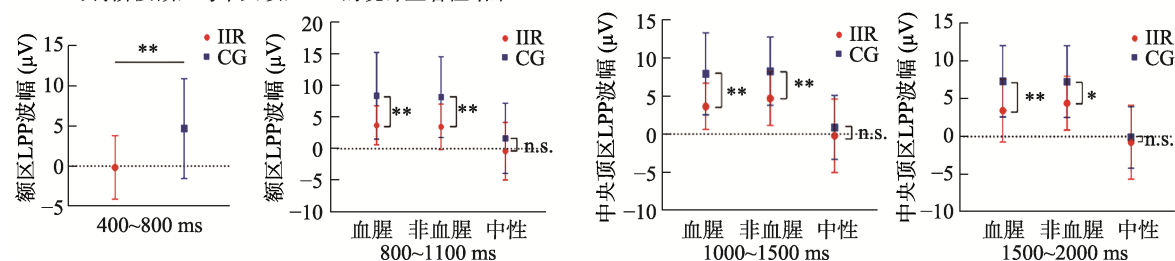


图4 IIR 习得阶段不同时间窗内额区与中央顶区 LPP 的波形及统计显著性分析结果。A, 额区与中央顶区 LPP 波形图; 左侧为额区 LPP 波幅, 右侧为中央顶区 LPP 波幅。B, 不同时间窗内额区与中央顶区 LPP 波幅的组别主效应及组别 $\times$ 图片类型交互效应的显著性结果; 从左往右依次为额区 LPP (400~1100 ms)波幅的组别主效应及组别 $\times$ 图片类型交互效应显著性结果、中央顶区 LPP (1000~2000 ms)波幅的组别 $\times$ 图片类型交互效应显著性结果。

注: 为提高黑白印刷下的可辨识度, 图 A 中各波形线上标注了数字编号(1~6), 依次表示 IIR-血腥、IIR-非血腥、IIR-中性、CG-血腥、CG-非血腥和 CG-中性条件。图中误差线为标准差。 $*p < 0.05$, $**p < 0.01$, $***p < 0.001$, n.s. $p > 0.05$ 。

表 3 IIR 习得阶段中央顶区 LPP 不同时间窗中主效应与交互效应分析结果

LPP 时间窗 (ms)	IIR(<i>n</i> = 22)	CG(<i>n</i> = 22)	组别主效应	图片类型主效应	组别×图片类型交互效应
400~600	3.53(3.07)	8.08(4.96)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.241$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.509$	$p = 0.161$ $\eta_p^2 = 0.044$
600~1000	3.97(2.94)	8.35(4.85)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.237$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.583$	$p = 0.114$ $\eta_p^2 = 0.053$
1000~1500	2.70(3.16)	5.69(4.15)	$p = 0.010$ $\eta_p^2 = 0.147$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.617$	$p = 0.023$ $\eta_p^2 = 0.090$
1500~2000	2.38(3.44)	4.85(3.81)	$p = 0.030$ $\eta_p^2 = 0.108$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.585$	$p = 0.043$ $\eta_p^2 = 0.074$
2000~2500	2.18(3.26)	4.42(3.94)	$p = 0.046$ $\eta_p^2 = 0.091$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.462$	$p = 0.173$ $\eta_p^2 = 0.041$
2500~3000	2.10(3.17)	3.60(3.83)	$p = 0.164$ $\eta_p^2 = 0.046$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.434$	$p = 0.086$ $\eta_p^2 = 0.058$
3000~3500	1.50(2.93)	2.66(3.93)	$p = 0.274$ $\eta_p^2 = 0.028$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.377$	$p = 0.124$ $\eta_p^2 = 0.049$
3500~4000	0.90(3.06)	1.90(3.72)	$p = 0.334$ $\eta_p^2 = 0.022$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.336$	$p = 0.025$ $\eta_p^2 = 0.084$

注:虽然 3500~4000 ms 时间窗的组别×图片类型的交互效应显著,但是简单效应分析结果(Bonferroni 矫正)不显著,即在血腥条件下, IIR 组($M \pm SD = 1.85 \pm 4.38$)与控制组($M \pm SD = 4.71 \pm 5.69$)之间的 LPP 波幅差异边缘显著($p = 0.069$),在非血腥和中性条件下,组间差异均不显著(非血腥: $M \pm SD_{IIR} = 1.61 \pm 3.79$, $M \pm SD_{CG} = 3.07 \pm 5.61$, $p = 0.318$; 中性: $M \pm SD_{IIR} = -0.76 \pm 3.96$, $M \pm SD_{CG} = -2.07 \pm 2.81$, $p = 0.212$)。

腥和非血腥条件下, IIR 组的中央顶区 LPP 波幅显著低于控制组(血腥: $p = 0.002$; 非血腥: $p = 0.005$); 但中性条件下未发现组间差异($p = 0.421$)。在 1500~2000 ms 上,在血腥和非血腥条件下, IIR 组的中央顶区 LPP 波幅显著低于控制组(血腥: $p = 0.006$; 非血腥: $p = 0.029$); 但在中性条件下组间差异不显著($p = 0.642$)。

上述结果进一步表明, IIR 组(vs.控制组)成功习得 IIR 并消耗较少的认知资源,且 IIR 存在一定的泛化效应。

3.3.2 IIR 习得后阶段

Day3: 方法同上,结果显示(见表 4),在额区 LPP (400~1100 ms)上,组别、图片类型主效应显著。在 400~800 ms 上,组别主效应显著(如图 5A、5B), $F(1, 42) = 7.97$, $p = 0.007$, $\eta_p^2 = 0.159$, 表现为 IIR 组的额区 LPP 波幅显著低于控制组。图片类型主效应显著, $F(2, 84) = 26.97$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.391$, 表现为血腥与非血腥图片引发的额区 LPP 波幅无显著差异,而二者均显著大于中性图片。不过,组别×图片类型的交互效应不显著($p = 0.770$)。同样,在 800~1100 ms 上,组别主效应显著(如图 5A、5B), $F(1, 42) = 6.42$, $p = 0.015$, $\eta_p^2 = 0.133$, 表现为 IIR 组的额区 LPP 波幅显著低于控制组。图片类型主效应显著, $F(2, 84) = 61.66$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.595$, 表现为血腥与非血腥图片引发的额区 LPP 波幅无显著差异,而二者均显著大于中性图片。不过,组别×图片类型的交互效应不显著($p = 0.793$)。

鉴于 IIR 习得阶段发现 IIR 组的中央顶区 LPP 波幅仅在 400~2500 ms 上显著小于控制组,则习得后阶段重点关注该时间段的 IIR 持续调节效果。各时间窗上的组别、图片类型主效应及二者的交互效应结果见表 4。组别主效应在 400~600 ms ($F(1, 42) = 16.10$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.277$)、600~1000 ms ($F(1, 42) = 13.08$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.238$)和 1000~1500 ms ($F(1, 42) = 5.19$, $p = 0.028$, $\eta_p^2 = 0.110$)显著(如图 5A、5B),都表现为 IIR 组的中央顶区 LPP 波幅显著小于控制组(均值与 SD 值见表 4)。图片类型主效应在所有时间窗上均显著($ps < 0.001$, 均值与 SD 值见网络版附录附表 3)。但是,组别×图片类型的交互效应不显著($ps > 0.300$)。

Day7: 方法同上,结果显示(见表 4),在额区 LPP (400~1100 ms)上,组别、图片类型主效应显著。在 400~800 ms 上,组别主效应显著(如图 5C、5D), $F(1, 42) = 4.93$, $p = 0.032$, $\eta_p^2 = 0.105$, 表现为 IIR 组的额区 LPP 波幅显著低于控制组。图片类型主效应显著, $F(2, 84) = 17.22$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.291$, 表现为血腥与非血腥图片引发的额区 LPP 波幅无显著差异,而二者均显著大于中性图片。不过,组别×图片类型的交互效应不显著($p = 0.183$)。同样,在 800~1100 ms 上,组别主效应显著(如图 5C、5D), $F(1, 42) = 5.26$, $p = 0.027$, $\eta_p^2 = 0.111$, 表现为 IIR 组的额区 LPP 波幅显著低于控制组。图片类型主效应显著, $F(2, 84) = 44.26$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.513$, 表现为血腥与非血腥图片引发的额区 LPP 波幅无显著

差异,而二者均显著大于中性图片。不过,组别×图片类型的交互效应不显著($p = 0.304$)。

在中央顶区 LPP (400~2500 ms)上,组别和图片类型的主效应显著($ps < 0.050$,见表4)。组别×图片类型的交互效应仅在 400~600 ms 上显著, $F(2, 84) = 3.35$, $p = 0.043$, $\eta_p^2 = 0.074$ 。简单效应分析发现(如图 5C、5D),在血腥、非血腥和中性条件下, IIR 组的中央顶区 LPP 波幅显著低于控制组(血腥: $p = 0.020$; 非血腥: $p < 0.001$; 中性: $p = 0.037$)。

上述结果表明,在 IIR 习得后的第 1~7 天, IIR 能够持续降低额区 LPP (400~1100 ms)、中央顶区 LPP (400~1500 ms)波幅,但 IIR 泛化的持续效果并不稳定,仅在第 7 天 400~600 ms 的中央顶区 LPP 波幅上出现。

3.4 实验后调查结果

在 IIR 习得阶段, IIR 组与控制组之间报告的认知努力程度($t(47) = -0.92$, $p = 0.362$)和情绪调节困

难程度评分($t(47) = -0.06$, $p = 0.949$)没有显著差异。在 IIR 习得后阶段,出现 IIR 组的认知努力程度和情绪调节困难程度评分逐渐低于控制组的趋势(如图 6)。Day1: IIR 组与控制组之间报告的认知努力程度($t(47) = -1.80$, $p = 0.078$)和情绪调节困难程度评分($t(47) = -1.27$, $p = 0.209$)没有显著差异。Day3: IIR 组报告的认知努力程度显著低于控制组($t(47) = -2.36$, $p = 0.023$, $d = 0.673$),但两组的情绪调节困难程度评分没有显著差异($t(47) = -0.64$, $p = 0.528$)。Day5: IIR 组报告的认知努力程度和情绪调节困难程度评分显著低于控制组(认知努力程度评分: $t(47) = -3.41$, $p = 0.001$, $d = 0.974$; 情绪调节困难程度评分: $t(47) = -3.00$, $p = 0.004$, $d = 0.857$)。Day7: IIR 组报告的认知努力程度显著低于控制组($t(47) = -2.30$, $p = 0.026$, $d = 0.656$),但两组的情绪调节困难程度评分没有显著差异($t(47) = -1.79$, $p = 0.081$)。

表 4 IIR 习得后阶段额区与中央顶区 LPP 各时间窗中主效应与交互效应分析结果

时间	LPP	LPP 时间窗(ms)	IIR($n = 22$)	CG($n = 22$)	组别主效应	图片类型主效应	组别×图片类型交互效应
Day3	额区 LPP	400~800	-2.21(4.62)	2.01(5.28)	$p = 0.007$ $\eta_p^2 = 0.159$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.391$	$p = 0.770$ $\eta_p^2 = 0.006$
		800~1100	1.45(3.88)	4.37(3.75)	$p = 0.015$ $\eta_p^2 = 0.133$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.595$	$p = 0.793$ $\eta_p^2 = 0.005$
	中央顶区 LPP	400~600	0.36(3.43)	5.60(5.07)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.277$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.366$	$p = 0.716$ $\eta_p^2 = 0.007$
		600~1000	2.82(3.08)	6.64(3.87)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.238$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.625$	$p = 0.821$ $\eta_p^2 = 0.004$
		1000~1500	2.44(3.60)	4.78(3.20)	$p = 0.028$ $\eta_p^2 = 0.110$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.617$	$p = 0.452$ $\eta_p^2 = 0.019$
		1500~2000	2.18(3.83)	4.05(3.37)	$p = 0.093$ $\eta_p^2 = 0.066$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.532$	$p = 0.850$ $\eta_p^2 = 0.004$
		2000~2500	1.62(3.57)	3.13(3.61)	$p = 0.171$ $\eta_p^2 = 0.044$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.423$	$p = 0.340$ $\eta_p^2 = 0.025$
	Day7 额区 LPP	400~800	-2.72(3.59)	0.68(6.22)	$p = 0.032$ $\eta_p^2 = 0.105$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.291$	$p = 0.183$ $\eta_p^2 = 0.040$
		800~1100	1.00(2.66)	3.66(4.75)	$p = 0.027$ $\eta_p^2 = 0.111$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.513$	$p = 0.304$ $\eta_p^2 = 0.027$
	中央顶区 LPP	400~600	-0.33(3.24)	3.89(6.08)	$p = 0.006$ $\eta_p^2 = 0.164$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.248$	$p = 0.043$ $\eta_p^2 = 0.074$
		600~1000	1.90(1.90)	5.51(4.62)	$p = 0.002$ $\eta_p^2 = 0.215$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.479$	$p = 0.268$ $\eta_p^2 = 0.031$
		1000~1500	1.66(2.75)	4.37(3.82)	$p = 0.010$ $\eta_p^2 = 0.148$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.477$	$p = 0.445$ $\eta_p^2 = 0.018$
		1500~2000	0.94(3.41)	3.45(4.30)	$p = 0.038$ $\eta_p^2 = 0.099$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.343$	$p = 0.737$ $\eta_p^2 = 0.006$
		2000~2500	0.30(4.00)	3.01(4.47)	$p = 0.040$ $\eta_p^2 = 0.097$	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.200$	$p = 0.747$ $\eta_p^2 = 0.006$

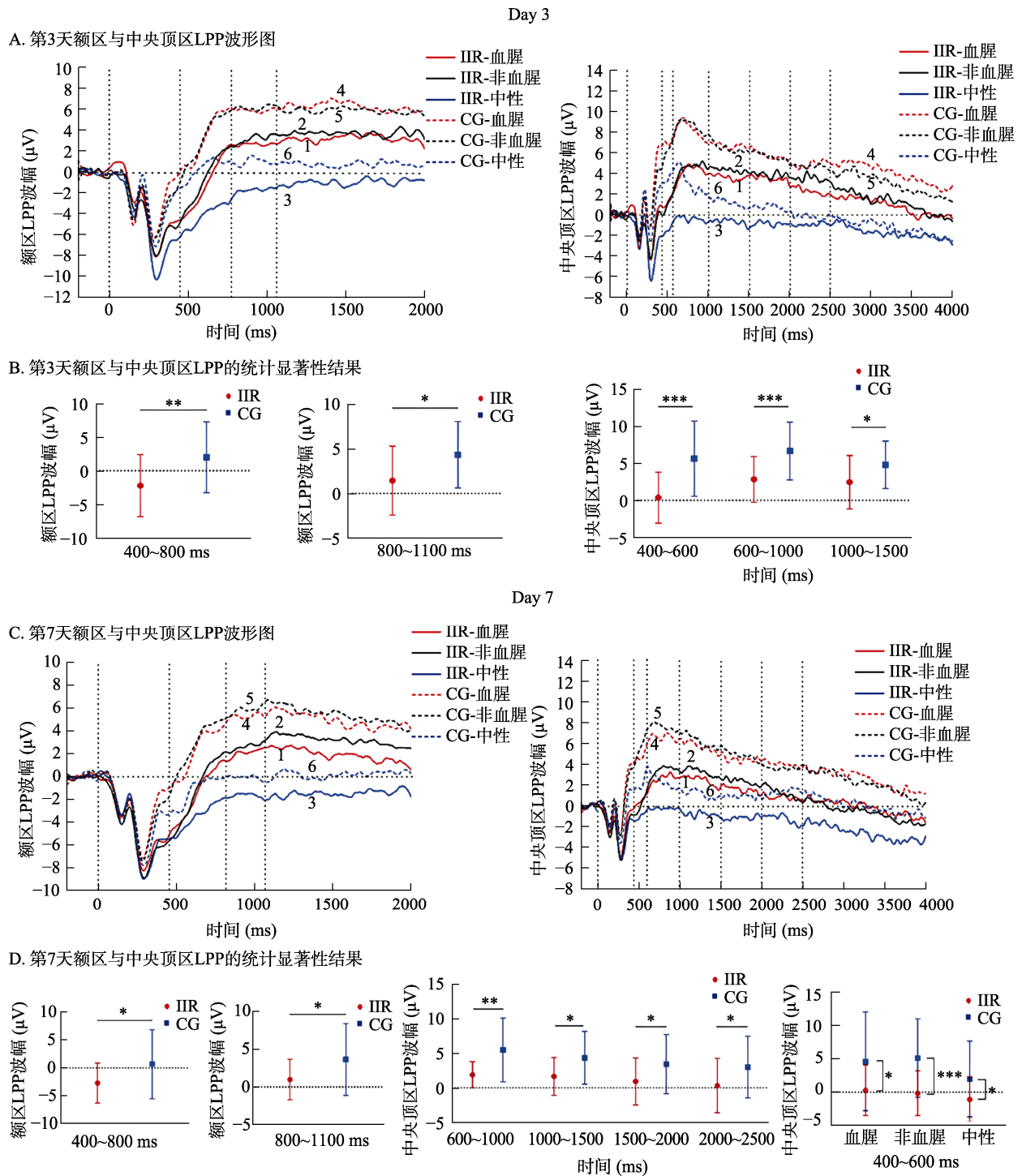


图 5 IIR 习得后阶段不同时间窗中额区与中央顶区 LPP 的波形及统计显著性分析结果。A, 第 3 天额区与中央顶区 LPP 波形图; 左侧为额区 LPP 波幅, 右侧为中央顶区 LPP 波幅。B, 第 3 天不同时间窗内额区与中央顶区 LPP 波幅的组别主效应显著性结果; 从左往右依次为额区 LPP (400~1100 ms)、中央顶区 LPP (400~1500 ms) 波幅的结果。C, 第 7 天额区与中央顶区 LPP 波形图; 左侧为额区 LPP 波幅, 右侧为中央顶区 LPP 波幅。D, 第 7 天不同时间窗内额区与中央顶区 LPP 波幅的组别主效应及组别×图片类型交互效应的显著性结果; 从左往右依次为额区 LPP (400~1100 ms) 波幅的组别主效应显著性结果、中央顶区 LPP (400~2500 ms) 波幅的组别主效应显著性结果以及中央顶区 LPP (400~600 ms) 波幅的组别×图片类型交互效应显著性结果。

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, n.s. $p > 0.05$ 。图中误差线为标准差。为提高黑白印刷下的可辨识度, 图 A 和图 C 中各波形线上标注了数字编号(1~6), 依次表示 IIR-血腥、IIR-非血腥、IIR-中性、CG-血腥、CG-非血腥和 CG-中性条件。

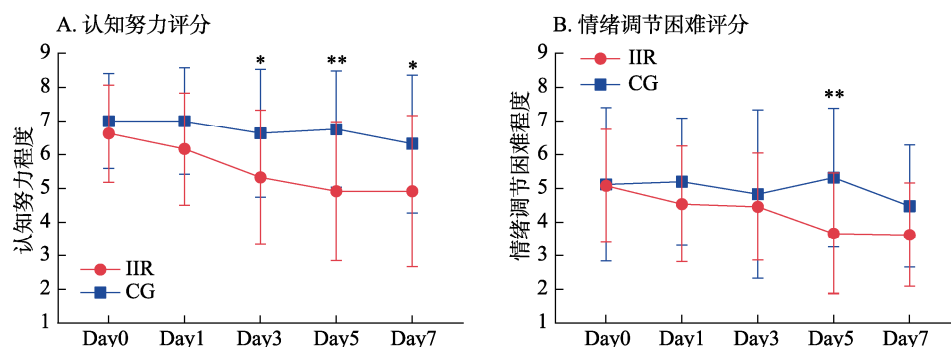


图6 实验后调查结果。A, 认知努力程度评分, 1 = 没有, 9 = 非常。B, 情绪调节困难程度评分, 1 = 没有, 9 = 非常。注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, n.s. $p > 0.05$ 。图中误差线为标准差。

3.5 相关分析结果

参照 Yang 等(2022)研究, 进行唤醒度与中央顶区 LPP (400~2500 ms)的相关分析。结果显示, 唤醒度与中央顶区 LPP 波幅呈显著正相关, $\beta = 0.83$, $p < 0.001$, 95% CI = [0.40, 1.26] (剔除一个超出 3 个 SD 的异常值)。

一些研究发现, 效价与 LPP 波幅的相关性不显著(Hajcak et al., 2006; Schubring & Schupp, 2019; Yen et al., 2010); 但另一研究却发现, 效价越负、LPP 波幅越大, 效价越正、LPP 波幅越大(Kessel et al., 2017)。基于上述研究结果, 推测效价与 LPP 波幅之间可能呈非线性关系, 因此, 本研究采用非线性回归分析探讨二者的关系。结果显示, 效价与中央顶区 LPP (400~2500 ms)波幅的相关性不显著, $\beta = 0.01$, $p = 0.804$, 95% CI = [-0.19, 0.24]。可见, 唤醒度和效价与 LPP 的相关趋势可能存在差异。

4 讨论

本研究采用主观自我报告和脑电技术探讨了 IIR 对于负性情绪的持续调节和泛化效应。结果显示, 在第 0~7 天, 与控制组相比, IIR 组对设定负性情境(血腥图片)的情绪体验和唤醒水平持续降低; 且此调节效应也出现在对非设定情境(非血腥图片)的唤醒度评价上; 同时, 在第 0 天、第 3 天和第 7 天, 与控制组相比, IIR 组的中央顶区 LPP (400~1500 ms)和额区 LPP (400~1100 ms)波幅降低; 且中央顶区 LPP 波幅与唤醒度显著相关。综上, IIR 能持续调节负性情绪并产生泛化效应, 且其泛化效果存在一定的持续性。

以往研究发现, 中央顶区 LPP 和额区 LPP 分别是反映情绪体验强度(Cuthbert et al., 2000; Hajcak et al., 2010; Shafir et al., 2016)和认知努力(Shafir et al., 2015; Wang et al., 2022)的有效指标。例如, 个体的

中央顶区 LPP 波幅与唤醒度呈显著正相关(Cuthbert et al., 2000); 有证据显示在实施自动化情绪调节策略后, 个体的唤醒水平减弱伴随中央顶区 LPP 波幅的下降(Chen et al., 2020); 而认知重评过程中个体的认知努力增加伴随额区 LPP 波幅的增大(Moser et al., 2014; Wang et al., 2022)。与以往研究一致(例如 Cuthbert et al., 2000), 本研究发现中央顶区 LPP 波幅与唤醒度呈显著的线性正相关, 这为中央顶区 LPP 反映情绪强度的有效性增加了实证证据。本研究还发现 IIR 同时降低了由负性场景诱发的中央顶区 LPP 和额区 LPP 波幅, 表明 IIR 在不增加认知努力的情况下有效调节了负性情绪。

同时, 以往研究发现, 在特定负性情境中习得的 IIR 情绪调节效应会泛化于非特定的负性情境中(Huang et al., 2020)。在此基础上, 我们不仅发现 IIR 的泛化效应, 还进一步发现 IIR 的泛化效应具有一定持续性, 即在第 0~7 天, IIR 组(vs.控制组)对于设定负性情境(血腥图片)的唤醒水平持续降低, 且此效应同样出现在非设定情境中。这可能由于个体在持续建立“目标+情境”联结的过程中, 也将其联结迁移到其他相似情境(Bieleke et al., 2018)。这一发现具有一定的创新性。一方面, 可能推进和完善自动化情绪调节理论。具体而言, 本研究结果不仅支持了无意识目标追求的自动化模型(Bargh, 1990; Bargh & Williams, 2007), 还有助于推动该理论的发展。无意识目标追求的自动化模型强调: 自动化情绪调节能自动地、持续地和稳定地建立一种“目标+情境”联结, 进而持续调节负性情绪。本研究进一步发现, IIR 的泛化效应具有一定的持续性, 能够在不同负性情境中持续发挥作用。这一发现为未来研究提供了新视角, 提示后续研究需深入探讨这一现象的作用机制, 进而扩展和整合理论。另一方面, 可能促进情绪障碍患者的干预和治疗。一些研

究指出,抑郁个体的典型特征之一是认知努力匮乏(Horne et al., 2021; Tran et al., 2021)。已有研究发现 IIR 能帮助抑郁个体适应性地调节负性情绪(陈圣栋, 2020)。然而, IIR 在抑郁与焦虑共病个体中的调节效果尚不明确。Yuan 等(2023)的研究发现,自动化情绪调节(vs.有意情绪调节)在健康、亚临床抑郁及临床抑郁组中均表现出主观情绪评定和 LPP 波幅的下降,表明自动化情绪调节具有跨群体的稳定性。本研究的探索性分析结果也支持了该结论,即 IIR 在高、低焦虑或抑郁个体中的情绪调节效果无显著差异(详见补充材料)。这一发现提示, IIR 可能在抑郁与焦虑共病个体的治疗中发挥一定作用。然而,由于本研究的探索性分析基于较小样本量,其研究结果仍需进一步验证,为精准化干预提供更充分的实证支持。

不过, IIR 的持续性泛化仅稳定出现在唤醒度(而不是效价)上,这提示 IIR 泛化效应的持续性可能存在边界条件,需进一步验证。出现此结果的原因可能是唤醒度和效价之间存在一定差异。一些研究发现,虽然唤醒度与效价相关,但在生理唤醒上二者存在分离(Kron et al., 2015; Lang et al., 1993),且在自我报告中二者相关也是有限的(Ito et al., 1998)并有一定差异(见 3.5 相关分析结果)。另一原因可能是 IIR 的泛化过程受到自动化程度的影响。具体而言,在唤醒度和中央顶区 LPP 上, IIR 泛化的效果呈逐步增强趋势。其表现在唤醒度上,随着时间推移, IIR 组(vs.控制组)在非血腥条件下的情绪强度评分呈下降趋势;在中央顶区 LPP 上, IIR 泛化效应的时间进程加快,即在 IIR 习得阶段, IIR 的泛化效应出现在 1000~2000 ms,而在 IIR 习得后阶段(Day7),其泛化效应出现在 400~600 ms。这表明随着自动化程度的加深,其泛化效果会增强。因此,未来研究应关注 IIR 可持续泛化的边界条件。

本研究另一创新之处在于,以往研究仅关注到 IIR 在较短时间内的持续效应(Chen et al., 2020, 2021),而本研究结合主观报告和脑电技术纵向追踪发现, IIR 对于负性情绪的调节具有持久性(稳定性),即一周后 IIR 仍能有效调节负性情绪(唤醒水平、负性情绪体验和中央顶区 LPP 波幅持续下降),这扩展了以往研究(Chen et al., 2020, 2021; Gallo et al., 2009),为 IIR 的有效性和稳定性提供了又一实证支持。受控-自动化情绪调节的时间加工过程模型认为,自动化情绪调节不仅在作用时间上比有意情绪调节更早,且在作用时长上比有意情绪调节持续时

间更长(Chen et al., 2020; 陈圣栋, 2020)。虽然本研究未将 IIR 与有意情绪调节对比,但在一定程度上为该模型提供了证据,证实 IIR 的作用时长较持久。不过,为更好验证并完善受控-自动化情绪调节的时间加工过程模型,未来可考虑将 IIR 与有意情绪调节进行对比,同时考察二者在持续性调节和泛化效应上的差异及其影响机制。

本研究存在一些局限性。其一,本研究仅采用女性样本且样本量较小,这可能导致结果推广性受限,未来可考虑纳入男性被试并增大样本量,考察 IIR 持续调节负性情绪过程中的性别差异。其二, IIR 持续调节和泛化作用的时间设置(一周)较短,不足以明确其边界条件。后续研究应考虑延长时间,对比不同时间段的 IIR 情绪调节效果,这有助于促进 IIR 干预或临床治疗效果。其三,一些研究指出,练习会增强自动化情绪调节效果(陈圣栋, 2020; Christou-Champi et al., 2015)。本研究的练习次数较少,未来研究可考虑增加练习次数或对比不同练习次数中 IIR 的持续调节和泛化效果。其四,鉴于研究目的、相关研究进展及其他因素(如时间和被试招募难度),本研究仅对比了 IIR 组和控制组。未来研究可考虑将有意认知重评纳入,并与 IIR 进行比较,以进一步增强研究结果的说服力。

5 结论

本研究结合自我主观报告和脑电技术,纵向探究了 IIR 的情绪调节和泛化效果的持续性。核心结果表明, IIR 能够持续调节负性情绪并产生泛化效应,且其泛化效果存在一定的持续性。这一发现对推动和完善自动化情绪调节理论具有重要意义,对情绪障碍的干预与治疗具有一定的临床指导价值。

致谢:感谢编辑及审稿专家对论文初稿及修改稿提出的宝贵意见。感谢布鲁塞尔自由大学博士生颜心雨在初稿撰写阶段所提供的建议,以及四川师范大学黄勇、黄瑞文、李南星、金梦准、邓典、钟佳希、胡涵、高欣、刘明楷、曲阜师范大学王奕橙、赵若兰以及华盛顿大学郑子偕在数据采集、分析和论文写作过程中给予的帮助。

参 考 文 献

Bai, L., Ma, H., Huang, Y. X., & Luo, Y. J. (2005). The development of native Chinese Affective Picture System-A

- pretest in 46 college students. *Chinese Mental Health Journal*, 19(11), 719–722.
- [白露, 马慧, 黄宇霞, 罗跃嘉. (2005). 中国情绪图片系统的编制——在 46 名中国大学生中的试用. *中国心理卫生杂志*, 19(11), 719–722.]
- Bargh, J. A. (1990). Auto-motives: Preconscious determinants of social interaction. In E. T. Higgins & R. M. Sorrentino (Eds.), *Handbook of motivation and social cognition: Foundations of social behavior* (Vol. 2, pp. 93–130). New York: Guilford Press.
- Bargh, J. A., Gollwitzer, P. M., Lee-Chai, A., Barndollar, K., & Trötschel, R. (2001). The automated will: Nonconscious activation and pursuit of behavioral goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81(6), 1014–1027.
- Bargh, J. A., & Williams, L. E. (2007). The nonconscious regulation of emotion. In J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 429–445). New York, NY: Guilford Press.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). *BDI-II, Beck Depression Inventory: Manual* (2nd ed.). Psychological Corporation.
- Bieleke, M., Legrand, E., Mignon, A., & Gollwitzer, P. M. (2018). More than planned: Implementation intention effects in non-planned situations. *Acta Psychologica*, 184, 64–74.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59.
- Buhle, J. T., Silvers, J. A., Wager, T. D., Lopez, R., Onyemekwu, C., Kober, H., ... Ochsner, K. N. (2014). Cognitive reappraisal of emotion: A meta-analysis of human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 24(11), 2981–2990.
- Chen, S. D. (2020). *Cognitive-neural mechanisms of automatic emotion regulation and its applications in depression* [Unpublished doctoral dissertation]. Southwest University, China.
- [陈圣栋. (2020). 自动化负性情绪调节的认知-神经机制以及在抑郁人群中的应用 (博士学位论文). 西南大学, 重庆.]
- Chen, S., Ding, N., Wang, F., Li, Z., Qin, S., Biswal, B. B., & Yuan, J. (2021). Functional decoupling of emotion coping network subsides automatic emotion regulation by implementation intention. *Neural Plasticity*, 6639739, 12.
- Chen, S., Yu, K., Yang, J., & Yuan, J. (2020). Automatic reappraisal-based implementation intention produces early and sustainable emotion regulation effects: Event-related potential evidence. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 14, 89.
- Chen, T., Liu, L. L., Cui, J. F., Li, Y., Qin, X. J., Tao, S. L., ... Chan, R. C. (2019). Implementation intention training for prospective memory in schizophrenia: A 3-month follow-up study. *Schizophrenia Research*, 206, 378–385.
- Christou-Champi, S., Farrow, T. F., & Webb, T. L. (2015). Automatic control of negative emotions: Evidence that structured practice increases the efficiency of emotion regulation. *Cognition and Emotion*, 29(2), 319–331.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52(2), 95–111.
- Daly, M. (2022). Prevalence of depression among adolescents in the U.S. from 2009 to 2019: Analysis of trends by sex, race/ethnicity, and income. *Journal of Adolescent Health*, 70(3), 496–499.
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 134(1), 9–21.
- Delorme, A., Sejnowski, T., & Makeig, S. (2007). Enhanced detection of artifacts in EEG data using higher-order statistics and independent component analysis. *Neuroimage*, 34(4), 1443–1449.
- Dennis, T. A., & Hajcak, G. (2009). The late positive potential: A neurophysiological marker for emotion regulation in children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(11), 1373–1383.
- Denny, B. T., Inhoff, M. C., Zerubavel, N., Davachi, L., & Ochsner, K. N. (2015). Getting over it: Long-lasting effects of emotion regulation on amygdala response. *Psychological Science*, 26(9), 1377–1388.
- Ding, N., Yang, J., Liu, Y., & Yuan, J. (2015). Paying less but harvesting more: The effect of unconscious acceptance in regulating frustrating emotion. *Science China Life Sciences*, 58(8), 799–809.
- Domes, G., Schulze, L., Böttger, M., Grossmann, A., Hauenstein, K., Wirtz, P. H., ... Herpertz, S. C. (2010). The neural correlates of sex differences in emotional reactivity and emotion regulation. *Human Brain Mapping*, 31(5), 758–769.
- Foti, D., & Hajcak, G. (2008). Deconstructing reappraisal: Descriptions preceding arousing pictures modulate the subsequent neural response. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(6), 977–988.
- Gallo, I. S., Keil, A., McCulloch, K. C., Rockstroh, B., & Gollwitzer, P. M. (2009). Strategic automation of emotion regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 96(1), 11–31.
- Gallo, I. S., McCulloch, K. C., & Gollwitzer, P. M. (2012). Differential effects of various types of implementation intentions on the regulation of disgust. *Social Cognition*, 30(1), 1–17.
- Gao, W., Chen, S. D., Long, Q. S., Yang, J. M., & Yuan, J. J. (2018). The progress of emotion regulation methods and paradigms: From voluntary emotion regulation to automatic emotion regulation. *Chinese Science Bulletin*, 63(4), 415–424.
- [高伟, 陈圣栋, 龙泉杉, 杨洁敏, 袁加锦. (2018). 情绪调节研究方法的蜕变: 从有意情绪调节到自动化情绪调节. *科学通报*, 63(4), 415–424.]
- Gollwitzer, P. M., & Brandstätter, V. (1997). Implementation intentions and effective goal pursuit. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73(1), 186–199.
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348–362.
- Hajcak, G., MacNamara, A., & Olvet, D. M. (2010). Event-related potentials, emotion, and emotion regulation: An integrative review. *Developmental Neuropsychology*, 35(2), 129–155.
- Hajcak, G., Moser, J. S., & Simons, R. F. (2006). Attending to affect: Appraisal strategies modulate the electrocortical response to arousing pictures. *Emotion*, 6(3), 517–522.
- Hassin, R. R., Bargh, J. A., & Zimerman, S. (2009). Automatic and flexible: The case of nonconscious goal pursuit. *Social Cognition*, 27(1), 20–36.
- Horan, W. P., Hajcak, G., Wynn, J. K., & Green, M. F. (2013). Impaired emotion regulation in schizophrenia: Evidence from event-related potentials. *Psychological Medicine*,

- 43(11), 2377–2391.
- Horne, S. J., Topp, T. E., & Quigley, L. (2021). Depression and the willingness to expend cognitive and physical effort for rewards: A systematic review. *Clinical Psychology Review*, 88, 102065.
- Huang, L., Yang, Y. Z., & Ji, Z. M. (2003). Applicability of the Positive and Negative Affect Scale in Chinese. *Chinese Mental Health Journal*, 17(1), 54–56.
- [黄丽, 杨廷忠, 季忠民. (2003). 正性负性情绪量表的中国人适用性研究. *中国心理卫生杂志*, 17(1), 54–56.]
- Huang, X., Chen, S., Gao, W., Yang, J., & Yuan, J. (2020). Emotion regulation by implementation intention is generalizable to unspecified situations: The nature of the underlying goal matters. *Acta Psychologica*, 210, 103144.
- Ito, T. A., Cacioppo, J. T., & Lang, P. J. (1998). Eliciting affect using the International Affective Picture System: Trajectories through evaluative space. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 24(8), 855–879.
- Kessel, E. M., Kujawa, A., Goldstein, B., Hajcak, G., Bufferd, S. J., Dyson, M., & Klein, D. N. (2017). Behavioral observations of positive and negative valence systems in early childhood predict physiological measures of emotional processing three years later. *Journal of Affective Disorders*, 216, 70–77.
- Key, A. P., Jones, D., & Corbett, B. A. (2022). Sex differences in automatic emotion regulation in adolescents with autism spectrum disorder. *Autism Research*, 15(4), 712–728.
- Kring, A. M., Smith, D. A., & Neale, J. M. (1994). Individual differences in dispositional expressiveness: Development and validation of the Emotional Expressivity Scale. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66(5), 934–949.
- Kron, A., Pilkiw, M., Banaei, J., Goldstein, A., & Anderson, A. K. (2015). Are valence and arousal separable in emotional experience? *Emotion*, 15(1), 35–44.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1999). *International Affective Picture System (IAPS): Instruction manual and affective ratings* (Tech. Rep. No. A-4). University of Florida, Center for Research in Psychophysiology.
- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30(3), 261–273.
- Li, S., Xie, H., Zheng, Z., Chen, W., Xu, F., Hu, X., & Zhang, D. (2022). The causal role of the bilateral ventrolateral prefrontal cortices on emotion regulation of social feedback. *Human Brain Mapping*, 43(9), 2898–2910.
- Liang, J., & Lin, H. (2023). Current and lasting effects of affect labeling on late positive potential (LPP) amplitudes elicited by negative events. *Brain and Behavior*, 13(7), e3065.
- Ma, B., Meng, X. X., Long, Q., Zhang, Z., Chen, S., Yang, J., ... Yuan, J. (2019). Automatic self-focused and situation-focused reappraisal of disgusting emotion by implementation intention: An ERP study. *Cognitive Neurodynamics*, 13(6), 567–577.
- Martin, M. M., & Rubin, R. B. (1995). A new measure of cognitive flexibility. *Psychological Reports*, 76(2), 623–626.
- Mauss, I. B., Cook, C. L., & Gross, J. J. (2007). Automatic emotion regulation during anger provocation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 43(5), 698–711.
- Moser, J. S., Hartwig, R., Moran, T. P., Jendrusina, A. A., & Kross, E. (2014). Neural markers of positive reappraisal and their associations with trait reappraisal and worry. *Journal of Abnormal Psychology*, 123(1), 91–105.
- Nolen-Hoeksema, S. (2012). Emotion regulation and psychopathology: The role of gender. *Annual Review of Clinical Psychology*, 8(1), 161–187.
- O'Connor, D. B., Armitage, C. J., & Ferguson, E. (2015). Randomized test of an implementation intention-based tool to reduce stress-induced eating. *Annals of Behavioral Medicine*, 49(3), 331–343.
- Qi, B., Zhao, B., Wang, K., & Liu, H. H. (2013). Revision and preliminary application of Cognitive Flexibility Scale for college students. *Studies of Psychology and Behavior*, 11(1), 120–123.
- [齐冰, 赵兵, 王琨, 刘欢欢. (2013). 大学生认知灵活性问卷的修订及初步使用. *心理与行为研究*, 11(1), 120–123.]
- Righart, R., & De Gelder, B. (2008). Rapid influence of emotional scenes on encoding of facial expressions: An ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(3), 270–278.
- Rozin, P., Haidt, J., & McCauley, C. R. (1999). Disgust: The body and soul emotion. In T. Dalgleish & M. J. Power (Eds.), *Handbook of cognition and emotion* (pp. 429–445). Chichester, England: Wiley.
- Schönfelder, S., Kanske, P., Heissler, J., & Wessa, M. (2014). Time course of emotion-related responding during distraction and reappraisal. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(9), 1310–1319.
- Schubring, D., & Schupp, H. T. (2019). Affective picture processing: Alpha - and lower beta - band desynchronization reflects emotional arousal. *Psychophysiology*, 56(8), e13386.
- Shafir, R., Schwartz, N., Blechert, J., & Sheppes, G. (2015). Emotional intensity influences pre-implementation and implementation of distraction and reappraisal. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(10), 1329–1337.
- Shafir, R., Thiruchselvam, R., Suri, G., Gross, J. J., & Sheppes, G. (2016). Neural processing of emotional-intensity predicts emotion regulation choice. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(12), 1863–1871.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R., Lushene, R. E., Vagg, P. R., & Jacobs, G. A. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Form Y)*. Consulting Psychologists Press.
- Stern, C., & West, T. V. (2014). Circumventing anxiety during interpersonal encounters to promote interest in contact: An implementation intention approach. *Journal of Experimental Social Psychology*, 50, 82–93.
- Tanis, J., Vroling, M. S., Martijn, C., van Heijningen, L. A., Maas, J., & Keijsers, G. P. (2022). Effects of implementation intentions on subthreshold binge eating. *Eating Disorders*, 30(4), 370–384.
- Tran, T., Hagen, A. E., Hollenstein, T., & Bowie, C. R. (2021). Physical-and cognitive-effort-based decision-making in depression: Relationships to symptoms and functioning. *Clinical Psychological Science*, 9(1), 53–67.
- Wang, J., Long, Q., Gu, Y., Zhang, M., Li, Q., Stonier, F., & Chen, A. (2022). Timing characteristics of reactive and proactive emotion regulation. *International Journal of Psychophysiology*, 181, 104–111.
- Wang, L., Liu, H. C., Li, Z. Q., & Du, W. (2007). Reliability and validity of Emotion Regulation Questionnaire Chinese revised version. *China Journal of Health Psychology*, 15(6), 503–505.
- [王力, 柳恒超, 李中权, 杜卫. (2007). 情绪调节问卷中文版的信效度研究. *中国健康心理学杂志*, 15(6), 503–505.]
- Wang, T., Zhao, L. F., Yang, J. P., Zhang, D. D., & Lei, Z. (2024). Intention and upstream indirect reciprocity: Insights from behavioral and ERP evidence. *Acta Psychologica Sinica*, 56(12), 1788–1799.
- [王婷, 赵梁佛, 杨金朋, 张丹丹, 雷震. (2024). 分配意图与

- 上行间接互惠: 来自行为与 ERP 的证据. *心理学报*, 56(12), 1788–1799.]
- Wang, X. D., Wang, X. L., & Ma, H. (1999). *Rating scales for mental health*. Bei Jing: Chinese Mental Health Journal Publisher.
- [汪向东, 王希林, 马弘. (1999). *心理卫生评定量表手册*. 北京: 中国心理卫生杂志社.]
- Wang, Z., Yuan, C. M., Huang, J., Li, Z. Z., Chen, J., Zhang, H. Y., Fang, Y. R., & Xiao, Z. P. (2011). Reliability and validity of the Chinese version of Beck Depression Inventory-II among depression patients. *Chinese Mental Health Journal*, 25(6), 476–480.
- [王振, 苑成梅, 黄佳, 李则攀, 陈珏, 张海音, 方贻儒, 肖泽萍. (2011). 贝克抑郁量表第2版中文版在抑郁症患者中的信效度. *中国心理卫生杂志*, 25(6), 476–480.]
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063–1070.
- Webb, T. L., Ononaiye, M. S., Sheeran, P., Reidy, J. G., & Lavda, A. (2010). Using implementation intentions to overcome the effects of social anxiety on attention and appraisals of performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 36(5), 612–627.
- Weinberg, A., & Hajcak, G. (2010). Beyond good and evil: The time-course of neural activity elicited by specific picture content. *Emotion*, 10(6), 767–782.
- Yang, J., Yan, X., Chen, S., Liu, W., Zhang, X., & Yuan, J. (2022). Increased motivational intensity leads to preference for distraction over reappraisal during emotion regulation: Mediated by attentional breadth. *Emotion*, 22(7), 1595–1603.
- Yang, Q., Tang, P., Gu, R., Luo, W., & Luo, Y. J. (2015). Implicit emotion regulation affects outcome evaluation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(6), 824–831.
- Yen, N. S., Chen, K. H., & Liu, E. H. (2010). Emotional modulation of the late positive potential (LPP) generalizes to Chinese individuals. *International Journal of Psychophysiology*, 75(3), 319–325.
- Yuan, J., Luo, Y., Yan, J. H., Meng, X., Yu, F., & Li, H. (2009). Neural correlates of the females' susceptibility to negative emotions: An insight into gender-related prevalence of affective disturbances. *Human Brain Mapping*, 30(11), 3676–3686.
- Yuan, J., Zhang, Y., Zhao, Y., Gao, K., Tan, S., & Zhang, D. (2023). The emotion-regulation benefits of implicit reappraisal in clinical depression: Behavioral and electrophysiological evidence. *Neuroscience Bulletin*, 39(6), 973–983.
- Zhang, R., Peng, X., Song, X., Long, J., Wang, C., Zhang, C., ... Lee, T. M. (2023). The prevalence and risk of developing major depression among individuals with subthreshold depression in the general population. *Psychological Medicine*, 53(8), 3611–3620.
- Zhang, Y., Li, S., Gao, K., Li, Y., Yuan, J., & Zhang, D. (2023). Implicit, But Not Explicit, Emotion Regulation Relieves Unpleasant Neural Responses Evoked by High-Intensity Negative Images. *Neuroscience Bulletin*, 39(8), 1278–1288.

Sustainable regulation effects of implementation intention-based reappraisal on negative emotions: Longitudinal EEG evidence

LI Yaqin^{1,2}, DAI Jiajia¹, GAO Wei¹, YUAN Jiajin^{1,2}

(¹ Institute for Brain and Psychological Sciences, Sichuan Normal University; ² Sichuan Key Laboratory of Psychology and Behavior of Discipline Inspection and Supervision, Chengdu 610066, China)

Abstract

Implementation Intention-based Reappraisal (IIR) is a novel automatic emotion regulation strategy that combines implementation intentions (if-then plans) with adaptive cognitive reappraisal to regulate negative emotions without increasing cognitive load. Moreover, this regulation effect can generalize from specified situations (if situations) to unspecified situations. However, previous studies have not focused on whether the generalization effect of IIR is sustainable.

To address this gap, this study utilized EEG technology in combination with a picture-viewing task to longitudinally investigate the emotion regulation effects of IIR in the present and over the following week, using participants' self-reported valence, arousal, and late positive potential (LPP) as indicators. Specifically, 51 valid participants were randomly assigned to the IIR group (25 individuals) and the control group (26 individuals). The two groups performed a picture-viewing task and all participants' valence and arousal for picture stimuli were simultaneously recorded at both the IIR acquisition phase (Day 0) and the post-IIR acquisition phase (Day 1, Day 3, Day 5, and Day 7), and their EEG activities for picture stimuli were recorded on Day 0, Day 3, Day 7. After data reduction and preprocessing, behavioral analysis included 49 participants (24 in the IIR group, 25 in the control group), and EEG analysis involved 44 participants (22 in each group).

Subjective self-reported results revealed that, compared to the control group, the IIR group sustainably decreased valence and arousal ratings for bloody pictures (specified situations) from Day 0 to Day 7.

Furthermore, the diminishing effect of IIR on arousal also consistently appeared in unspecified situations (non-bloody pictures), suggesting that the generalization effect of IIR was somewhat persistent. The event-related potential (ERP) results showed that, compared to the control group, the IIR group had smaller amplitudes of centro-parietal LPP (in the time window of 400~1500 ms) and frontal LPP (in the time window of 400~1100 ms) on Day 0, Day 3, and Day 7, suggesting that the sustainable effect of IIR was stable on LPP indicators. Additionally, there was a significant positive correlation between centro-parietal LPP (in the time window of 400~2500 ms) amplitude and arousal. Together, these findings suggest that IIR exhibits sustainable regulation and generalization effects on negative emotions.

In conclusion, IIR could sustainably regulate negative emotions and produce generalization effects as evidenced by both behavioral and ERP indicators. This study provides additional evidence supporting the stability and effectiveness of IIR in emotion regulation. In addition, these findings contribute to advancing the theory of automatic emotion regulation. Specifically, the present study not only supports the auto-motive model of nonconscious goal pursuit and the temporal processing model of controlled-automatic emotion regulation, but also extends these theories by demonstrating the stability and generalization of IIR's effects on emotion regulation. Moreover, this study has certain clinical implications for interventions targeting emotional disorders. For example, IIR may be an effective approach for treating co-morbid symptoms of anxiety and depressive disorders.

Keywords emotion regulation, implementation intention-based reappraisal, sustainable effect, generalization effect, late positive potential

附录：

附表 1 IIR 习得前被试的情绪特质及状态

变量	IIR (<i>n</i> = 25)	CG (<i>n</i> = 26)	<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
年龄	20.16(2.25)	19.46(1.39)	1.33	0.192	0.375
正性情绪	25.24(7.48)	27.04(7.42)	-0.86	0.393	0.241
负性情绪	13.16(4.50)	14.46(4.64)	-1.02	0.314	0.285
状态焦虑	35.76(8.56)	36.08(7.15)	-0.14	0.886	0.040
特质焦虑	39.12(8.63)	39.35(7.30)	-0.10	0.920	0.028
抑郁	4.40(4.79)	5.08(5.28)	-0.48	0.634	0.134
情绪表达	64.84(13.45)	61.88(13.13)	0.79	0.431	0.222
认知重评	32.28(6.03)	32.65(5.89)	-0.22	0.82	0.063
认知灵活性	34.16(7.49)	35.58(7.06)	-0.70	0.49	0.195

注：所有变量均呈现平均值(标准差); IIR 和 CG 分别表示基于执行意图的认知重评组和控制组; 下同。

附表 2 IIR 习得后阶段被试在各实验前的情绪状态

变量	IIR (<i>n</i> = 25)	CG (<i>n</i> = 26)	<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
PA-Day1	24.72(9.05)	26.27(7.90)	-0.65	0.517	0.183
PA-Day3	24.08(8.51)	25.92(8.45)	-0.78	0.442	0.217
PA-Day5	23.80(9.07)	26.19(7.88)	-1.01	0.319	0.282
PA-Day7	24.04(8.75)	24.67(7.47)	-0.26	0.794	0.077
NA-Day1	13.28(4.37)	13.46(3.88)	-0.16	0.876	0.044
NA-Day3	11.96(2.59)	12.62(3.15)	-0.81	0.422	0.227
NA-Day5	12.24(3.49)	12.73(3.80)	-0.48	0.634	0.134
NA-Day7	11.87(3.05)	12.79(3.60)	-0.95	0.349	0.276
SAI-Day1	35.40(7.72)	36.27(8.42)	-0.38	0.703	0.108
SAI-Day3	36.04(8.25)	36.65(7.42)	-0.28	0.781	0.078
SAI-Day5	36.24(7.99)	36.35(7.68)	-0.05	0.962	0.014
SAI-Day7	35.29(7.83)	37.64(8.28)	-1.02	0.313	0.291

注：PA 表示正性情绪, NA 表示负性情绪, SAI 表示状态焦虑; Day1、3、5、7 分别表示 IIR 习得后的第 1 天、第 3 天、第 5 天和第 7 天; PA-Day7 和 NA-Day7 丢失 4 份数据, IIR 组 23 名被试, 控制组 24 名被试; SAI-Day7 丢失 2 份数据, IIR 组 24 名被试, 控制组 25 名被试; 以上结果均进行了 Bonferroni 校正。

附表 3 IIR 习得及习得后额区与中央顶区 LPP 各时间窗内图片类型主效应分析

时间	LPP	LPP 时间窗 (ms)	血腥	非血腥	中性	图片类型主效应
Day0	额区 LPP					
		400~800	3.98(6.49)	2.59(5.72)	0.22(6.06)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.353$
		800~1100	6.04(5.78)	5.82(5.66)	0.62(5.13)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.553$
	中央顶区 LPP					
		400~600	7.98(5.37)	5.99(4.88)	3.44(4.88)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.509$
		600~1000	8.29(5.41)	7.48(5.13)	2.72(4.50)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.583$
		1000~1500	5.78(4.83)	6.48(4.37)	0.33(4.49)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.617$
		1500~2000	5.39(4.83)	5.86(4.39)	-0.42(4.46)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.585$
		2000~2500	4.97(5.10)	4.99(4.56)	-0.05(4.04)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.462$
		2500~3000	4.67(5.37)	4.33(4.39)	-0.46(3.63)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.434$
Day3	额区 LPP					
		400~800	0.85(5.76)	0.94(5.80)	-2.07(5.33)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.391$
		800~1100	4.31(4.28)	4.74(4.79)	-0.31(4.35)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.595$
	中央顶区 LPP					
		400~600	4.24(5.81)	3.62(5.40)	1.07(4.83)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.366$
		600~1000	6.28(4.55)	6.60(4.63)	1.32(3.96)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.625$
		1000~1500	5.17(3.93)	5.40(4.38)	0.26(3.80)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.617$
		1500~2000	4.64(3.66)	4.79(4.86)	-0.08(4.19)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.532$
		2000~2500	3.59(3.85)	4.10(5.02)	-0.57(4.27)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.423$
Day7	额区 LPP					
		400~800	-0.31(6.37)	-0.05(5.48)	-2.71(5.00)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.291$
		800~1100	3.67(5.52)	4.24(4.60)	-0.92(3.63)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.513$
	中央顶区 LPP					
		400~600	2.42(6.24)	2.47(5.44)	0.44(4.87)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.248$
		600~1000	4.57(5.09)	5.45(4.53)	1.09(3.54)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.479$
		1000~1500	4.11(4.48)	4.75(4.18)	0.19(3.80)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.477$
		1500~2000	3.05(4.83)	3.63(4.92)	-0.10(4.17)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.343$
		2000~2500	2.45(5.44)	2.46(5.26)	0.06(4.10)	$p < 0.001$ $\eta_p^2 = 0.200$