

·基础研究·

负性情绪刺激的反应启动效应事件相关电位的实验研究*

黄宇霞¹ 罗跃嘉^{1,2}

摘要 目的: 许多研究观察到, 有机体对负性情绪刺激的反应比中性或正性刺激快, 本研究应用事件相关电位中的单侧化准备电位将反应时划分为刺激加工阶段和反应准备阶段, 从而得以直接观察负性刺激的反应启动效应。方法: 本研究选取国际情感图片系统的正、中、负性图片作为刺激材料, 以正常大学生为被试, 令其按键表示对图片情绪属性的判断, 同时记录脑电。结果: 正、负性情绪刺激引起的刺激锁定单侧化准备电位的潜伏期比中性条件下的潜伏期缩短, 观察反应锁定单侧化准备电位的潜伏期可见, 负性刺激引起的潜伏期显著短于中性和正性条件。结论: 对情绪性刺激的心理加工评价过程较短, 观察反应锁定单侧化准备电位的潜伏期可见, 负性刺激引起的潜伏期显著短于中性和正性条件, 表明负性刺激具有反应启动效应。

关键词 情绪; 反应启动效应; 事件相关电位; 单侧化准备电位

中图分类号: R741, R493 文献标识码: A 文章编号: 1001-1242(2005)-09-0648-04

The reaction priming effect of emotionally negative stimuli: an ERP study/HUANG Yuxia, LUO Yuejia// Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2005, 20(9): 648—651

Abstract Objective: There is considerable evidence that organisms react more quickly to emotionally negative stimuli than to neutral or/and positive stimuli. Lateralized readiness potential (LRP) can divide reaction time into a psychological processing stage (stimulus-locked interval, S-LRP onset latency) and a movement readiness stage (response-locked interval, R-LRP onset latency). Utilizing LRP, we can observe the reaction priming effect of negative stimuli directly. Method: The experimental stimuli were from the International Affective Picture System. Eighteen undergraduates participated in this study as paid volunteers. They were told to observe the emotional pictures carefully and press the corresponding buttons as soon as possible to show their judgment of the emotional properties of the pictures. Result: The S-LRP onset latencies of positive and negative stimuli were shorter than that of neutral stimuli. The R-LRP onset latency of negative stimuli was significantly shorter than that of positive and neutral stimuli. Conclusion: The psychological assessment period of emotional events is relatively shorter than that of neutral events. The reaction priming effect of emotionally negative stimuli is observed in this study.

Author's address State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal University, Beijing, 100875

Key words emotion; reaction priming effect; event-related potential; lateralized readiness potential

大量研究表明, 人对负性情绪刺激具有某种特殊的敏感性, 与正性和中性事件相比, 负性刺激似乎拥有一种加工上的优先权。行为研究发现^[1-4], 负性事件引起情绪反应的速度更快, 效应更显著, 也就是说负性事件可能具有一种反应启动效应, 相对正性事件能引起更为极端的反应, 能迅速激活战斗/逃跑行为, 这一特点对于有机体在自然界的生存具有重要意义。但是, 通常行为实验中记录的反应时是从刺激呈现到被试做出外显反应这一整个过程所用的时间, 其间包括对刺激的心理加工、进行反应准备和反应执行等环节。负性条件下反应时较短的事实并不能说明负性刺激一定具有反应启动效应, 反应时较短既可能是因为反应输出阶段用时较少, 也可能是

在心理加工阶段节约了时间。对行为学研究来说, 要把反应启动时段从反应时中提取出来是比较困难的, 所以它们一般不能直接观察反应启动效应。这一问题可以在事件相关电位(event-related potential, ERP) 研究中通过测量单侧化准备电位(lateralized readiness potential, LRP) 的潜伏期而得以解决。

LRP是与运动准备相关的一个脑电成分。Ko-

* 国家自然科学基金(30325026), 中科院重要方向项目(KSCX2-SW-221)

1 北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室, 北京, 100875

2 通讯作者: 罗跃嘉(中科院心理研究所心理健康重点实验室, 北京朝阳区大屯路10号, 100101)

作者简介: 黄宇霞, 女, 博士后

收稿日期: 2005-08-05

rnhuber 等于 1965 年第一次观察到这一成分, 他们在研究随意运动时发现, 在手的运动之前, 对侧头皮出现一个负电位, 其最大波幅位于头皮中央大致对应于初级运动皮层的位置。LRP 有刺激锁定 (stimulus-locked LRP, S-LRP) 和反应锁定 (response-locked LRP, R-LRP) 两种情况。S-LRP 以刺激出现时间为零点进行叠加平均, 其始潜时被称为 S-LRP 间期, 对应于反应运动前的刺激鉴别、反应选择等过程。而 R-LRP 以外显反应为叠加零点, R-LRP 间期对应于心理加工完成后的运动准备时段。由此可见, LRP 起始点如同位于刺激呈现和外显反应之间的一个时刻标记, 将刺激加工阶段和反应输出阶段划分开来, 从而有助于心理时间测量^[5-7]。LRP 的经典记录位点是 C3' 和 C4' (标准国际 10—20 系统 C3、C4 电极点前方 1cm), 很多研究也采用 C3、C4 电极点。

本研究将分析正性、中性和负性情绪刺激图片下的 S-LRP 间期和 R-LRP 间期。较短的 S-LRP 间期意味着对这类刺激进行心理加工的时间较短, 而 R-LRP 始潜时较短则表明该种条件下所需的反应准备时间较短, 也就是具有反应启动效应。

1 对象与方法

1.1 对象

北京高校大学生 18 名, 经利手问卷^[8]测试均为右利手, 裸视或矫正视力正常。经状态特质焦虑问卷 (STAI) 测试, 各被试状态焦虑分 (平均 36.35 分) 及特质焦虑分 (平均 38.33 分) 均接近正常常模^[9], 不属于高焦虑个体。实验前签署知情同意书, 实验后领取一定报酬。其中 2 名被试因脑电伪迹严重, 分析时剔除他们的数据, 因此有效被试为 16 名, 年龄在 19—22 岁, 平均 20.7 岁, 男女各半。

1.2 刺激材料

从国际情绪图片系统 (International Affective Picture System, IAPS)^[10] 中挑选出 25 幅正性、25 幅负性及 50 幅中性图片用于此次研究。正性和负性图片在愉悦度两极化程度和唤醒度上依据本土化评定^[11]所获得的数据进行了匹配。它们具有在 9 点量表两极相对应的愉悦程度, 正性图片愉悦度均数为 7.03 ± 0.29 , 负性图片为 2.90 ± 0.30 ; 二者也具有一致的唤醒度, 正性图片唤醒度平均为 6.14 ± 0.45 , 负性图片为 6.21 ± 0.51 。因实验范式需要 (见“1.3 实验程序”), 中性图片分为两组, 每组各 25 幅, 两组的愉悦度和唤醒度无差异, 愉悦度均数分别为 4.93 ± 0.33 、 4.89 ± 0.34 , 唤醒度均数为 3.82 ± 0.83 和 3.71 ± 0.61 。

1.3 实验程序

首先概要地向被试介绍整个实验的程序、要求等, 阅读指导语。被试被告知计算机屏幕中央将呈现 $10\text{cm} \times 7\text{cm}$ 大小的彩色图片 (水平视角 8.18° ; 垂直视角 5.13°), 他应该注意观看, 体会该图片带来的感受, 并尽快按键指出这一图片是正性的还是中性的 (或者在另一个 block 中任务是指出图片是负性的还是中性的)。被试经练习理解实验任务后, 开始正式实验。

实验共设置 4 个 block, 其顺序做了被试间平衡, 每个 block 包含 150 个 trial。4 个 block 分正性和负性两组, 每组采用匹配而内容不同的一套中性图片, 组内的两个 block 所采用的图片相同, 区别在于被试的反应手交换, 即一个 block 用右手拇指按键表示情绪图片, 左手拇指按键表示中性图片, 另一个 block 按键手交换, 这样的按键要求是为了满足提取 LRP 的需要 (见“1.5 数据分析”)。在 block1 和 block2 中, 被试观看正性、中性图片各 75 幅, 在 block3 和 block4 中, 被试观看负性、中性图片各 75 幅, 这样, 在整个实验中同一图片重复出现 6 次。每个 block 中, 图片呈现 1200ms, ISI 在 900ms 到 1100ms 之间随机, 被试反应窗口为 2000 ms, 屏幕正中在图片呈现以外的时间均有约 $0.7\text{cm} \times 0.7\text{cm}$ 的“+”呈现, 要求被试视线尽量集中在这个方位以防有太大眼动。每完成 20 个 trial 有一次暂停, 被试可做短暂休息。实验程序用 Stim 软件编制。

总结起来, 当前实验是一个 2(block 分组: 正、负) \times 2(愉悦度类型: 情绪刺激、中性刺激) 设计。

主体实验完成后, 被试对实验图片的愉悦度和唤醒度进行 9 点量表评分。

1.4 数据采集与处理

采用 NeuroScan 公司生产的脑电记录系统, 电极帽记录位点共 64 个, 参考电极置于双侧乳突连线, 垂直眼电 (VEOG) 与水平眼电 (HEOG) 均为双极记录, VEOG 电极分别置于左眼眶上和眶下正中, HEOG 置于左右外眦外侧。头皮电阻降到 $5\text{k}\Omega$ 以下, 滤波带通为 0.05—70Hz, 连续采样, 采样频率为 500Hz。以回归法自动矫正眼动伪迹。任意一导脑电波幅超过 $\pm 80\mu\text{V}$ 视为伪迹, 在叠加时被剔除。

1.5 数据分析

按实验条件设置对记录到的脑电数据进行叠加平均, 共得到 2(block: 正、负) \times 2(愉悦度类型: 情绪刺激、中性刺激) 共四种类型的平均文件。下面介绍 LRP 的提取方法:

LRP 实际上是 C3 和 C4 位点的差异波, 其计算公式为^[12]:

$$LRP = (C3 - C4)_{right\ hand} - (C3 - C4)_{left\ hand}$$

S-LRP epoch 为 1200ms, 包括刺激前基线 200 ms, R-LRP epoch 为 1000ms, 包括按键反应前 800ms 和反应后 200ms, 取 -800 至 -600ms 为基线。

测量 S-LRP 和 R-LRP 的始潜时进行统计分析。因为 LRP 的信噪比较低, 因此由以下规则^[13]决定波形的起始点: 首先测量每个被试每种条件下 S-LRP 和 R-LRP 的最大波幅, 然后分别求出 S-LRP 和 R-LRP 的平均最大波幅, 以达到平均值的 25% 为始潜时的起始点, 所谓“达到”是指该时刻的波幅以及接下来两个 50 ms 窗口内的平均波幅均超过这一标准。

1.6 统计学分析

以重复测量的方差分析对 S-LRP 和 R-LRP 始潜时进行统计分析, 分析因素包括 block 类型(两个水平: 正、负)和愉悦度类型(两个水平: 情绪刺激、中性刺激), F 值自由度校正采用 Greenhouse-Geisser 法。

2 结果

2.1 16 名被试对实验图片评分结果

见表 1。各组图片符合匹配要求。16 名被试的评分结果与 IAPS 本土化评定时所得结果具有很高相关性, 愉悦度相关系数 0.972, $P < 0.01$, 唤醒度相关系数 0.922, $P < 0.01$ 。

2.2 行为数据分析

各条件下的平均反应时(RT)和正确率(ACC)见表 2。方差分析表明, 愉悦度类型在平均反应时上主效应显著, $F_{(1,15)} = 41.96$, $P < 0.001$, 被试对正负性情绪刺激的反应比中性刺激的反应快。在正确率上, block 类型主效应显著, $F_{(1,15)} = 6.69$, $P < 0.05$, 似乎被试在区分正性-中性刺激时遇到的困难比区分负性-中性刺激时要大。此外没有发现别的主效应或交互作用显著。

表 1 被试对实验图片评分结果 ($\bar{x} \pm s$)

Block 类型	图片情绪属性	愉悦度	唤醒度
正性	正性	7.20 ± 0.73	6.70 ± 0.79
	中性一组	4.47 ± 0.45	3.10 ± 1.07
负性	负性	2.50 ± 0.40	6.97 ± 0.72
	中性二组	4.52 ± 0.48	3.10 ± 0.80

表 2 平均反应时和正确率 ($\bar{x} \pm s$)

Block 类型	是否情绪刺激	平均反应时 (ms)	正确率 (%)
正性	情绪刺激	623.33 ± 10.88	83.96 ± 2.80
	中性刺激	682.61 ± 13.37	85.57 ± 2.40
负性	情绪刺激	611.59 ± 14.06	90.75 ± 1.35
	中性刺激	667.14 ± 16.73	87.97 ± 2.46

2.3 对 LRP 的分析

S-LRP 与 R-LRP 如图 1 所示。

我们关注的是 LRP 的时间属性, 因此这里只对其潜伏期进行分析。S-LRP 始潜时在愉悦度类型上主效应显著, $F_{(1,15)} = 13.97$, $P < 0.01$, 情绪性刺激 S-LRP 波形起始时间早于中性刺激 (情绪刺激 318.06 ± 12.11 , 中性刺激 374.72 ± 15.69)。R-LRP 始潜时在 block 类型和情绪类型上均显示主效应显著, 二者交互作用也显著 (见图 2), 检验统计值分别为 $F_{(1,15)} = 6.20$, $P < 0.05$, $F_{(1,15)} = 6.33$, $P < 0.05$, $F_{(1,15)} = 6.13$, $P < 0.05$ 。进一步分析发现所有这些效应显著都是由于负性刺激引起的 R-LRP 潜伏期比其它条件要短 (负性刺激 -170.25 ± 5.23, 正性刺激 -203.94 ± 8.17, 负性 block 中的中性刺激 -205.25 ± 9.73, 正性 block 中的中性刺激 -203.69 ± 12.10)。

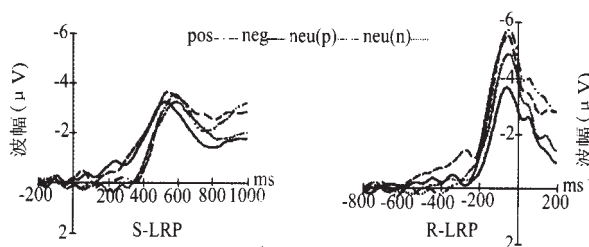


图 1 四种实验条件下的 S-LRP 与 R-LRP

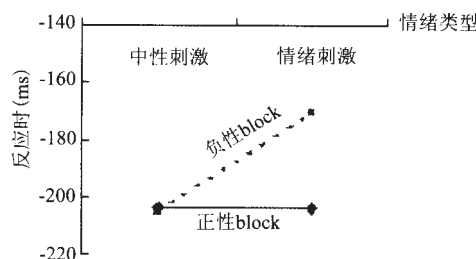


图 2 R-LRP 始潜时愉悦度类型与 block 类型交互作用示意图

3 讨论

较高的警醒程度将加快反应的组织和执行, 那么负性刺激的反应启动效应究竟是其负性情绪属性的特点还是刺激警醒作用的结果呢? 本实验对正、负性刺激图片的唤醒度进行了匹配, 使两类图片的差异只存在于愉悦度, 以便于考察单一的情绪属性特点对反应启动的影响。从被试对实验图片的评定结果也可以看到, 正性与负性材料的唤醒度是相当的, 因此它们在 LRP 上的差异是情绪属性的差异造成的。

关于情绪有一个广泛接受的操作定义, 这一定义认为情绪是一种行动倾向, 是一种广泛存在于所报道的情感体验、生理变化及外显行为中的警觉、准

备状态^[14]。总体来说, 负性事件比正性事件具有更高的行动准备性, 它能够在很短时间内组织和激发战斗或逃跑行为, 以保证机体在自然或社会生活环境中的生存或优势地位。这一快速反应过程可划分为两个阶段: 信息知觉; 反应启动与执行。分析行为数据发现, 对情绪性刺激(包括正性和负性)的反应时明显短于对中性刺激的反应时, 但这个时候无法分辨它们分别对信息知觉和反应启动及执行的影响。而通过对 LRP 始潜时的分析可以细化对这一问题的认识。从 S-LRP 始潜时可以看出, 完成对情绪性刺激(包括正性和负性)的心理加工所花费的时间比中性刺激要短, 这种时间上的节约体现了情绪活动在机体适应环境上的重要意义, 它能够动员更多的心理能量, 使外界信息得到快速加工, 从而使机体能够迅速应对环境事件。而分析 R-LRP 间期发现, 负性刺激比其他各类实验条件的始潜时都要短, 也就是说, 从对刺激的愉悦度判断结束到做出所要求的外显反应, 负性刺激所需的反应准备时间最短, 而正性刺激与中性刺激在反应准备时间上没有差别。对负性事件的这种反应偏向使机体能够尽可能快地采取行动应对危险状况。

LRP 为进行心理时间测量提供了有力的帮助, 当前研究借助这一指标直接观测到了对情绪刺激的反应准备时间, 从而证实了负性刺激的反应启动效应的存在。目前关于这一效应尚有许多未明确的问题, 比如, 这一现象发生在所有的负性刺激上还是仅仅针对某一类型刺激(如, 具有生物准备性的恐惧刺激^[15-16])? 这一过程涉及哪些脑、神经结构, 相关神经回路如何构成, 它们都是如何发挥各自功能的? 反应启动效应与对情绪信息的心理加工偏向的关系如何? 这些问题将是以后探索的方向。

参考文献

[1] Hansen CH, Hansen RD. Finding the face in the crowd: an anger superiority effect [J]. *Journal of Personality and Social*

Psychology, 1988, 54: 917—924.

- [2] Hman A, Lundqvist D, Esteves F. The face in the crowd revisited: threat advantage with schematic stimuli [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2001, 80: 381—396.
- [3] Pratto F, John OP. Automatic vigilance: the attention-grabbing power of negative social information [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1991, 61: 380—391.
- [4] Taylor SE. Asymmetrical effects of positive and negative events: the mobilization-minimization hypothesis [J]. *Psychological Bulletin*, 1991, 110: 67—85.
- [5] Coles MGH. Modern mind-brain reading: psychophysiology, physiology, and cognition [J]. *Psychophysiology*, 1989, 26: 251—269.
- [6] Rammsayer T, Stahl J. Extraversion-related differences in response organization: Evidence from lateralized readiness potentials [J]. *Biological Psychology*, 2004, 66(1): 35—49.
- [7] Hsieh S, Yu YT. Exploring the nature of switch cost: Inferences from P300 and the lateralized readiness potentials [J]. *Brain Research Protocols*, 2003, 12: 49—59.
- [8] 李心天. 中国人的左右利手分布 [J]. *心理学报*, 1983, 15(3): 268—275.
- [9] 汪向东, 王希林, 马弘, 主编. 心理卫生评定量表手册 [J]. 增订版. 北京: 中国心理卫生杂志社, 1999: 238—241.
- [10] Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN. International Affective Picture System: technical manual and affective ratings. NIMH
- [11] 黄宇霞, 罗跃嘉. 国际情绪图片系统在中国的试用研究 [J]. *中国心理卫生杂志*, 2004, 18(9): 631—634.
- [12] de Jong R, Coles MGH, Logan G, et al. Gratton G. In search of the point of no return: The control of response processes [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1990, 16: 164—182.
- [13] Osman A, Moore CM, Ulrich R. Temporal organization of covert motor processes during response selection and preparation [J]. *Biological Psychology*, 2003, 64: 47—75.
- [14] Lang PJ. The emotion probe, studies of motivation and attention [J]. *American Psychologist*, 1995, 5: 372—385.
- [15] Miller G. The good, the bad, and the anterior cingulate [J]. *Science*, 2002, 295: 2193—2194.
- [16] Phillips ML, Drevets WC, Rauch SL, et al. Neurobiology of Emotion Perception I: the neural basis of normal emotion perception [J]. *Biological Psychiatry*, 2003, 54: 504—514.

欢迎订购《中国康复医学杂志》2005 年上半年合订本

本刊发行部现出售 2005 年上半年合订本, 每本 80 元, 欢迎订购。

地址: 北京市朝阳区和平街北口 中日友好医院《中国康复医学杂志》发行部; 邮编: 100029; 电话及传真: (010) 64206649, (010) 64218095; 联系人: 杨洪强。

本刊编辑部