

情绪对认知加工的影响：事件相关脑电位系列研究*

罗跃嘉^{1,2} 黄宇霞^{1,2} 李新影¹ 李雪冰¹

(¹中国科学院心理研究所心理健康重点实验室 北京 100101)

(²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)

摘要 为探讨情绪与认知的相互作用关系及其脑机制,建立了情境图片、面孔、汉字和声音四个系列组成的中国情感刺激材料库,并通过 ERP 实验对情绪与注意、工作记忆的关系以及特质焦虑者的认知特点进行了研究。结果发现: 负性情绪刺激在信息加工过程中至少在注意、评价及反应准备这几个阶段具有某种优先权,注意偏向也可在内隐任务下发生,负性刺激对注意资源不足具有某种补偿作用; 威胁性视觉提示对其后的视觉加工具有调节作用,高焦虑个体对这类性刺激投入了更多的视觉加工资源,而且威胁性刺激对注意的影响可以跨通道进行,威胁性的视觉刺激可以影响触觉注意; 在情绪对工作记忆的影响方面,负性情绪下空间工作记忆任务引起的 P300 波幅减小,这种效应可能是基于情绪对顶叶注意系统的调节作用,而在词语工作记忆任务中这种效应消失。

关键词 情绪,事件相关脑电位,注意,工作记忆,焦虑。

分类号 B842

情绪是瞬息万变的心理与生理现象,反映了机体对不断变化的环境所取的适应模式。情绪认知及其脑机制的研究,特别是情绪与认知的关系及其潜在的神经基础,在近年逐渐成为认知神经科学的热点研究领域,并形成“情感认知神经科学”这一分支^[1]。这个领域的研究不仅回答情绪的起源、功能、本质等科学问题,更重要的是它将为情绪调节和情绪障碍疾病的治疗奠定基础。作者及其课题组在最近3年以来,采用维度法评定刺激材料的情感性,并建立了中国情绪刺激材料库。在此基础上,利用事件相关脑电位(event-related brain potentials, ERPs)技术和行为实验相结合的实验范式,开展了情绪对注意、工作记忆和汉字认知的影响及焦虑病人的认知改变等研究,在一定程度上揭示了情绪与认知的关系。

1 情绪的评定标准

情绪评定的标准关系到诱发情绪的刺激材料

类型、被试实际的情绪体验等。目前主要存在两种标准:基本情绪论和情绪维度论^[2]。基本情绪论以 Ekman 和 Izard 为代表,认为情绪在发生上有原型形式,即存在着数种泛人类的基本情绪类型(常见的有6种和11种基本情绪之说),每种类型各有其独特的体验特性、生理唤醒模式和外显模式,其不同形式的组合形成了所有的人类情绪。目前应用更为广泛的维度论认为若干个维度组成的空间包括了人类所有的情绪,把不同情绪看作是逐渐的、平稳的转变,不同情绪之间的相似性和差异性是根据彼此在维度空间中的距离来显示的。维度模式常为两个维度组成:①效价(valence)或者愉悦度(pleasure),其理论基础是正负情绪的分离激活;②唤醒度(arousal)或者激活度(activation),指与情感状态相联系的机体能量激活的程度,唤醒的作用是调动机体的机能,为行动做准备。

脑成像研究证实了正性和负性情绪的分离,即两者各自具有特定的大脑加工系统,分别与左半球和右半球活动相联系,或者说分别是左半球和右半球优势。例如,观察正性和负性图片的同时进行 fMRI 扫描,分析发现,情绪图片激活了双侧额叶、扣带前回、杏仁核、前颞叶以及小脑;负性情绪图片的激活区主要分布在右半球,而正性图片则在左半球^[3]。

收稿日期: 2006-06-01

* 本课题由国家杰出青年基金(30325026),中国科学院重要方向项目(KSCX2-SW-221)和教育部重点项目(106025)支持。王一牛、吴健辉、白露、刘涛生、马慧参加部分工作。

通讯作者: 罗跃嘉, E-mail: luoyj@bnu.edu.cn

美国国立心理健康研究所(NIMH)情绪与注意研究中心与佛罗里达大学Lang等^[4]编制了3套情绪材料系统,分别为国际情感图片系统(International Affective Picture System, IAPS)、国际情感数码声音系统(International Affective Digital Sound System, IADS)和英语情感词系统(Affective ANEW)。三套系统的每一个材料都被赋予了愉悦度、唤醒度和优势度(Dominance)值,在情绪研究中较为广泛。但是我们发现^[5],中国人和西方人对IAPS评定的相关性尽管很高,但两组被试也反映出显著的差异性,是由文化、个性以及具体社会生活情况等不同原因造成的。

因此,本课题组编制出了中国情感图片系统(Chinese Affective Picture System, CAPS)、中国人情感面孔图片系统(Chinese Affective Face Picture System, CAFPS)、中国情感数码声音系统(Chinese Affective Digital Sound System, CADS)和汉语情感词系统(Chinese Affective Words System, CAWS)。

CAPS^[6]包括852幅图片,特别在面孔、环境等方面,采用了具有东方色彩的图片。CAPS在愉悦度评分处于比较低的水平时,唤醒度评分比较高,而优势度评分比较低;愉悦度评分位于中游水平时,唤醒度和优势度的评分也处于中间水平;愉悦度评分比较高的图片,优势度和唤醒度的评分也比较高。上述特点符合人们的其本情绪规律。CAFPS^[7]采集在校大学生的7种情绪面孔图片,首先对情绪面孔进行类别的初次评定,选取评价一致的图片,再由60名评分者对其进行类别和情绪强烈程度的判定。得到一系列具有代表性的7种情绪面孔图片,并且每张图片都有其相应的情绪强烈程度分数。CADS^[8]在大量收集各种声音刺激的基础上精选出453个声音,并取得了愉悦度、唤醒度和优势度数据。聚类分析可将全部声音聚为6类,大致可引发愉快、悲伤、恐惧、厌恶等情绪,提示可以同时从情绪维度和情绪类型两种途径研究情绪问题^[8]。CAWS^[9]以现代汉语常用词词典中31187条双字词作为原始母体选材量,结合国家语言文字委员会提供的中文词库,抽样出双字词6000,(名词、动词、形容词各3000),采用随机和有规律相结合的抽样方法,形成统计样本;结合现代汉语词典选取2000个现代汉语双字词,再从中随机分层抽取名词、动词、形容词各500个作为评定用词。最后将这1500个双字词进行了愉悦度、唤醒度、优势度和熟悉度

等4个维度的评定。

2 情绪与注意负性偏向的加工历程

2.1 情绪负性偏向的历程

机体对环境中的负性情绪信息具有某种特殊的敏感性,称为情绪的负性偏向现象。换句话说,与正性和中性事件相比,负性刺激似乎拥有一种认知加工上的优先权。行为实验数据表明负性事件引起情绪反应的速度更快,效应更显著;fMRI结果观察到某些特定脑区对视觉负性情绪刺激的激活增强^[2]。但负性偏向究竟能以多快的速度发生,负性偏向究竟发生在信息加工过程的哪一个或哪几个时间阶段,这一问题目前尚不清楚,利用ERP技术具有很高的时间分辨率这一特点可以很好地研究这一问题。

采用国际情绪图片系统为刺激材料^[4,5],以正常大学生为被试,挑选出正性、负性及中性图片。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所获得的数据^[5]进行了匹配。告知被试当图片呈现时,他应该注意观看并想象自己真实面对该场景时的感受,并尽快按键指出这一图片是正性的还是中性的,或者在另一组任务中指出是负性还是中性的。实验结束后对全过程连续记录的EEG数据进行离线处理。分别分析经典ERP成分P2和晚正成分(late positive component, LPC)以及单侧化准备电位(lateralized readiness potential, LRP),可以探讨负性情绪信息加工中发生时间较早的注意偏向和稍晚的分析评价偏向,以及反应准备时间的长短。

P2: P2潜伏期在愉悦度类型上的主效应显著,中性刺激的潜伏期较短。P2波幅在block类型和电极点位置上主效应显著。block类型效应是由于负性block中波幅大于正性block。最大波幅出现在头皮中央部(如Cz、C1和C2等)。

LPC: LPC潜伏期与波幅在愉悦度类型和电极点的主效应均显著:情绪性刺激的潜伏期比中性刺激的潜伏期短(514 vs. 539 ms);情绪刺激诱发的LPC波幅大于中性刺激(情绪刺激11.5 vs. 9.4 μV)。最大波幅分布于头皮中线顶部(如Pz、P1和P2)。并发现愉悦度类型和block类型之间交互作用显著,分析简单效应表明负性刺激波幅大于正性刺激,而不同block中的中性刺激诱发的LPC波幅无差异(图1)。

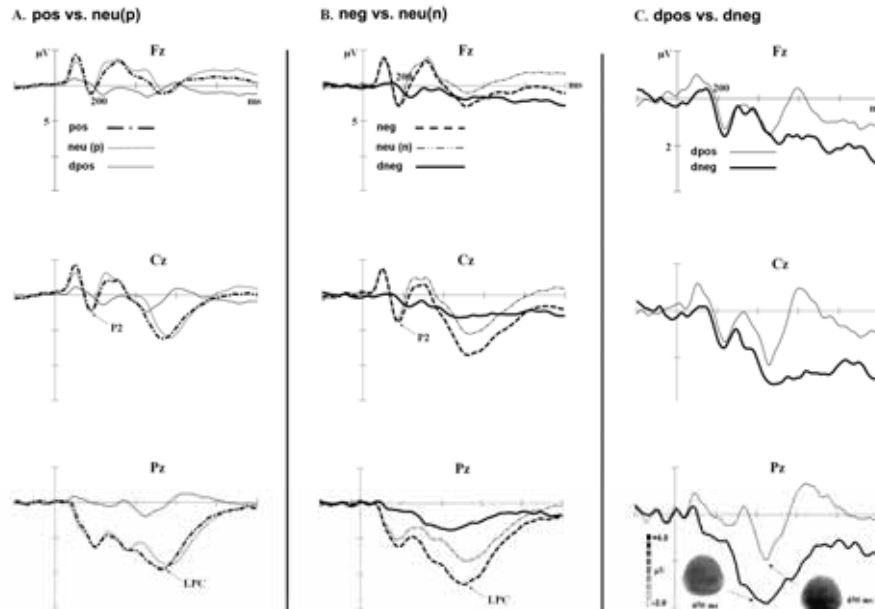


图1 P2和LPC显示注意偏向和评价偏向(pos: 阳性, neu(p): 阳性block中的中性刺激, dpos: pos与neu(p)的差异波, neg: 阴性, neu(n): 阴性block中的中性刺激, dneg: neg与neu(n)的差异波)

LRP: LRP分为刺激锁定(S-LRP)和反应锁定(R-LRP)两种情况。本研究主要关注LRP的时间属性,因此只对其始潜时(on-set latency)进行分析。S-LRP始潜时在愉悦度类型上主效应显著,情绪性刺激S-LRP波形起始时间早于中性刺激(分别为318与375ms)。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,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^[10]。

结论: 上述结果表明人对负性情绪内容的加工和反应存在偏向性,这种偏向可能发生在信息加工及输出过程中的某一个或者某几个阶段,包括注意、评价及反应准备等多个时间点。

2.2 内隐任务中的情绪注意偏向

在内隐情绪加工任务中发现负性刺激引起的P200成分波幅较大,潜伏期较短。负性偏向作为一种具有自动加工特点的现象,发生速度很快,而且即使在心理资源有限的情况下也能得以实现。在此假设下,本实验采用非情绪任务以避免因直接关注材料的情绪属性而导致任务相关效应。内隐任务下,材料的情绪属性可能成为当前任务的干扰因素,被试需要抑制材料情绪属性的干扰。干扰作用

强的材料将消耗较多资源。如果负性偏向存在,负性材料比正性材料的干扰作用更强,因此负性条件引起的波幅将更大。情绪材料也可能因其自动加工的特点在速度上领先于普通的认知任务,这样两种加工不发生竞争,先行的情绪活动还起到提高神经兴奋性的作用,从而促进后续认知任务的完成。由于负性刺激对脑的激活作用更强,被它所促进的认知任务也将引起较大波幅。

本实验的被试为17名20~22岁的大学生。将阳性、中性和负性的情绪图片180度颠倒,并与原图拼接在一起,构成正立图片在上或在下2种情况。实验采用线索化范式,基本流程为“线索提示—靶图片—反应信号”,被试任务是判断正立图片位于整幅图片的上部还是下部,并在看到反应信号后按键表示自己的判断。

分析P2波幅发现,提示有效性和情绪属性主效应显著,有效提示下波幅大于无效提示,负性刺激引起的波幅大于正性和中性条件。提示效应×情绪属性交互作用显著,分析简单效应发现,有效/无效提示下,负性刺激引起的波幅均大于正性和中性;正性和中性条件下,有效提示波幅均大于无效提示,负性条件下,提示效应对波幅无影响。

无论提示有效无效, 负性条件引起的波幅都是最大的, 正性次之, 中性最小。P2 是受到注意调节的成分, 该结果有力地证明了注意负性偏向的存在, 而且发生速度很快, 具有自动加工过程的特点。实验还发现负性条件波幅不受提示有效性影响, 换句话说, 在有效提示和无效提示下, 负性刺激引起的 P2 波幅无差异。在提示主效应显著, 无效提示引起波幅较小的大背景下, 这似乎提示了负性刺激对注意资源不足具有某种补偿作用, 它在有限的资源下仍能激起较多或较大的神经元活动, 表现出这类刺激在神经机制上的优势地位。

3 负性情绪对空间和词语工作记忆的选择性影响

关于情绪与认知相互作用方面的研究, 越来越多的证据表明情绪对认知表现的影响可能是通过影响工作记忆完成的。工作记忆是一种对有限信息进行暂时性储存和加工的系统, 它为许多复杂的任务提供临时的储存空间和加工时所必需的信息, 根据储存信息的类型不同, 分为空间和词语工作记忆。最近的行为学研究发现在正常人身上诱导的焦虑情绪选择性的干扰了空间工作记忆任务的表现, 而词语工作记忆并未发生明显的改变。这说明认知受情绪的影响不是发生在一个全脑水平上的, 情绪和认知的交互作用有着更为复杂的脑机制。为了探讨选择性影响的潜在神经机制, 本研究采用了 ERP 技术, 为负性情绪对空间工作记忆和词语工作记忆影响提供一些脑电证据, 并比较二者间的不同。

实验采用的是调整过的延迟样本匹配任务 (DSMT), 由“图片-目标-延迟-探测”4 个阶段构成一个实验单元。图片来自中国情绪图片系统 (CAPS) [6], 一部分的图片为负性, 以诱导被试的负性情绪, 另一个部分的图片为中性, 作为组内对照。首先在屏幕中央呈现一张图片 2000ms; 之后在目标 (Target) 阶段, 空间任务为在屏幕上 8 个可能的二维空间位置中, 随机选择 4 个位置呈现 4 个方框, 呈现时间为 1000ms; 延迟阶段保持黑屏 1500ms, 要求被试记忆方框位置; 探测 (Probe) 阶段呈现一个方框, 被试判断方框的位置是否在目标阶段出现过。词语任务是对 4 个英文字母进行记忆后匹配判断。被试对正探测 (出现过的探测) 做“是”判断; 对负探测 (未出现过的探测) 做“否”的判断。记录并分析刺激消失后延迟阶段的 ERP 波形 [13]。

所有条件都在头皮前部诱发出一个晚期正成分 (LPC)。在空间任务中, 头皮中央区的 P2 波幅受到负性情绪影响而减小; 前额区的 LPC 也受到负性情绪的影响, 平均波幅显著减小。然而在词语工作记忆任务中, 负性情绪未对其 ERP 造成影响 (见图 2)。上述结果说明负性情绪只是选择性的影响了空间工作记忆的保持功能, 并没有影响到词语工作记忆。负性情绪下, 反映注意资源分配的 P2 波幅在空间任务中的改变, 暗示着负性情绪对空间工作记忆的选择性影响可能是负性情绪干扰了空间注意造成的。

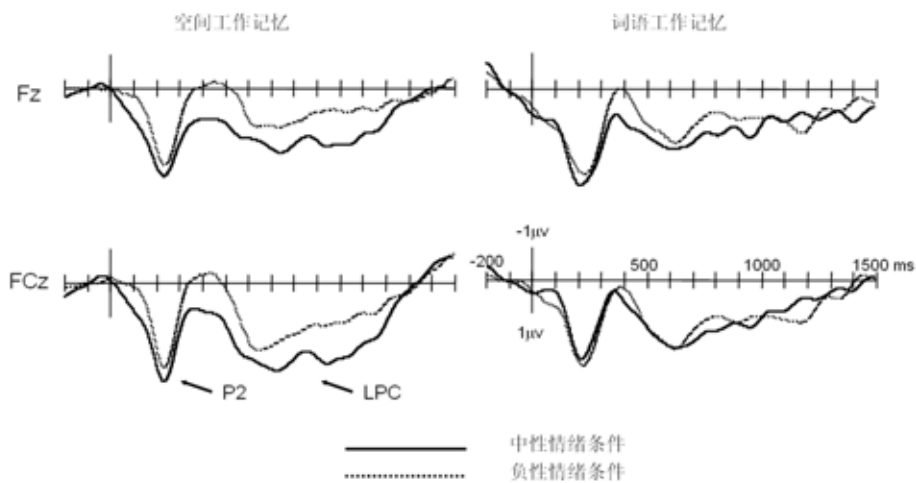


图 2 在空间和词语工作记忆中两种情绪间 ERP 总平均图的比较

4 威胁性刺激产生的注意负性偏向

大量行为学证据显示，对威胁性刺激的注意偏向是高焦虑个体的认知特点。深入探讨该现象不仅有助于我们理解情绪与认知的关系，还能够为临床工作者开发新的认知治疗手段提供理论依据。然而，目前国内外对威胁相关注意偏向的研究还只是停留在现象描述的水平，缺乏对其本质和相关脑机制的认识。本研究提出以下问题：中国人中是否也存在着对威胁性刺激的注意偏向？这种注意偏向是否存在于不同的感觉通道？是否存在威胁相关注意偏向的特异性 ERP 成分？

实验一采用改编的“提示-靶刺激”范式。根据状态-特质焦虑问卷 (STAI)，从 213 名志愿者中筛选出 15 名高特质焦虑被试和 17 名低特质焦虑。提示刺激为彩色图片，根据其内容，分为威胁性和非威胁性两组。在每个试次中，单张图片呈现于左侧或者右侧视野，呈现时间为 450ms。图片消失后 50ms，靶刺激出现在与图片相同（有效提示）或相反（无效提示）的位置上。有效提示与无效提示分别占总试次的 75% 和 25%。被试的任务是分辨靶刺激的形状（三角形或圆形）。

为调查注意偏向在跨感觉通道的条件下是否存在，在实验一的基础上，实验二将靶刺激改为触觉刺激，通过触觉发生装置向被试的左手或右手施加触觉震动。提示刺激仍然是威胁性图片（蛇和蜘蛛）和非威胁对照图片，提示有效性为 50%。被试的任务是分辨震动的频率（高频或低频），由于触觉发生器安装在被试双手上，本实验以脚踏板为反应装置。

为研究威胁相关注意偏向的神经关联，实验三采用与实验一大致相同的范式，在记录反应时的同时记录被试的 ERP。15 名高焦虑志愿者和 15 名低焦虑志愿者完成了实验。在每个试次中，单张图片呈现于左侧或右侧视野，600ms 后，图片消失，经过 200~400ms 的随机间隔，靶刺激等概率地出现在有效提示或无效提示的位置上。靶刺激是一对水平或垂直排列的圆点。被试的任务是分辨圆点的排列方式。反应时和脑电数据进入到方差分析中。

实验一：图片类型（威胁/非威胁）与提示类型（有效/无效）的交互作用达到统计学显著，威胁图片比非威胁图片带来的提示效应大，于是，实验一成功地复制出威胁相关注意偏向这一现象，即中国人也存在着对威胁性刺激的注意偏向。有趣的是，

低焦虑个体与高焦虑个体一样，表现出注意偏向。结果提示，当刺激的威胁程度足够高时，高、低焦虑组都表现出类似的注意偏向。

实验二：被试表现出对蛇的注意偏向。在短刺激间隔的条件下，蛇带来的提示效应大于对照图片带来的提示效应。表明威胁性的视觉刺激可以影响触觉注意，从而证明了威胁性刺激对注意的跨感觉通道影响。进一步分析显示，这种影响与个体的恐惧水平相关，怕蛇程度越高，注意偏向的程度就越大。

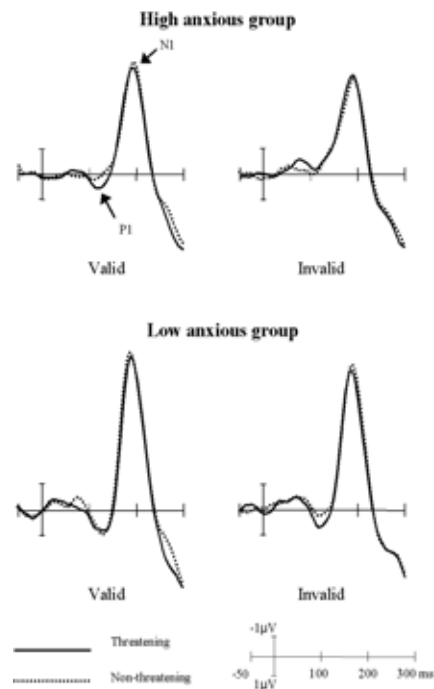


图 3 左视野靶刺激诱发的总平均 ERP，记录点为 P4

实验三：在高焦虑组，当靶刺激出现在威胁性图片的位置上时，与中性图片相比，行为反应时更短，ERP 实验诱发出更大的顶枕部 P1 波幅；在低焦虑组，当靶刺激出现在威胁性图片相反的位置上时，与中性图片相比，P1 波幅更大；N1 波幅不受威胁性图片影响（见图 3）。上述结果提示，威胁性刺激所导致的顶枕部 P1 波幅增大，反映了威胁性视觉提示对其后的视觉加工具有调节作用。

参考文献

- [1] 罗跃嘉, 罗敏敏. 情绪的认知理论与神经基础. 见: 韩济生, 蒲慕明, 饶毅 主编. 神经科学原理. 第3版. 北

- 京大学医学出版社, 待出版
- [2] 罗跃嘉, 吴建辉. 情绪的心理控制与认知研究策略. 西南师范大学学报(社科版), 2005, 31(2): 26~29
- [3] Huang Y X, Luo Y J. New Development in ERP Studies of Emotion. *Journal of Graduate School CAS*, 2004, 21(4): 433~440
- [4] Lang P L, Bradley M M, Cuthbert B N. *International Affective Picture System: Technical manual and affective ratings*. NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, 2001
- [5] 黄宇霞, 罗跃嘉. 国际情绪图片系统在中国的试用研究. *中国心理卫生杂志*, 2004, 18(9): 631~634
- [6] 白露, 马慧, 黄宇霞, 罗跃嘉. 中国情绪图片系统的编制. *中国心理卫生杂志*, 2005, 19(11): 719~722.
- [7] 王妍, 罗跃嘉. 大学生面孔表情材料的标准化及其评定. *中国临床心理学杂志*, 2005, 13(4): 396~398
- [8] 刘涛生, 罗跃嘉, 马慧, 黄宇霞. 本土化情绪声音库的编制和评定. *心理科学*, 2006, 29(2): 406~408
- [9] 王一牛. 汉语词的感情认知与记忆加工: ERP研究. 中国科学院研究生院博士学位论文, 2005.
- [10] Huang Y X, Luo Y J. Temporal Course of Emotional Negativity Bias: An ERP Study. *Neuroscience Letter*, 2006, 398: 91~96
- [11] 黄宇霞, 罗跃嘉. 从注意到评价——情绪负性偏向的ERP时程. *心理学报*, 2005, 37(增刊): 878~884
- [12] 黄宇霞, 罗跃嘉. 负性情绪刺激的反应启动效应事件相关电位的实验研究. *中国康复医学杂志*, 2005, 20(9): 648~651
- [13] Li X B, Li X Y, Luo Y J. Selective effect of negative emotion on spatial and verbal working memory: An ERP study. *Proceedings of ICNN'05, IEEE Press*, 2005. 1284~1289
- [14] Li X Y, Poliakoff E, Wang M, Luo Y J. Attention to threat in high and low trait anxious individuals: A study using extremely threatening pictorial cues. *Percept. Motor Skill*, In press
- [15] Li X Y, Li X B, Luo Y J. Anxiety and attentional bias for threat: An event-related potential study. *NeuroReport*, 2005, 16(13): 1501~1505

Effects of Emotion on Cognitive Processing: Series of Event-Related Potentials Study

Luo Yuejia^{1,2}, Huang Yuxia^{1,2}, Li Xinying¹, Li Xuebing¹

(1 Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

(2 State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Aiming at the relationship of emotion and cognition, our research group established four series of affective stimulating system including scene pictures, emotional faces, Chinese characters and sounds. Using these materials, we explored the emotional influences on attention and working memory, and the cognitive patterns of trait anxiety persons through series of ERP experiments. The results showed that: a). emotional negative stimuli possessed some kind superiority in several stages of information processing, such as attention, evaluation and reaction readiness, etc. Attentional bias was observed in an implicit task either. It seems that negative stimuli can compensate the shortage of attentional resources to some extent. b). the visual processing was modulated by the former threatening visual cues. High anxious persons intend to pay more attention to them. Further more, threatening visual stimuli influenced the haptic attention, i.e., it was a cross-modal effect. c). in a spatial working memory task, the amplitudes of P300 were reduced by the negative emotion, while this was not observed in a verbal task. It was inferred that the spatial working memory effect might be mediated by the parietal attentional system.

Key words: emotion, event-related brain potentials, attention, working memory, anxious.