

情绪刺激转换对注意转换代价影响的 ERP 研究

石 慧^{1,2}, 赵 仑³, 罗跃嘉², 彭 森¹, 金魁和¹

(1. 中国医科大学附属心理医院, 辽宁沈阳 110001; 2. 中国科学院心理研究所心理健康重点实验室, 北京 100101; 3. 徐州师范大学语言研究所, 江苏徐州 221116)

摘要:目的 用事件相关脑电位 (ERPs) 来研究情绪刺激转换对 Switch Cost 的影响特点。方法 被试者为 14 名 (7 男 7 女) 右利手健康大学生。情绪刺激包括表情卡通面孔和中性卡通面孔。采用 Garavan 的计数双任务范式, 要求被试者对刺激序列中表情面孔和中性面孔分别进行计数。记录 64 导脑电。结果 1) 刺激转换与非转换条件下主要区别表现在 N_2 波幅增大及 P_3 波幅下降; 2) 情绪刺激转换的 ERP 与无刺激转换的 ERP 相减所得到的差异波产生了明显的 Nd370, 主要分布在顶区; 3) 表情面孔转换为中性面孔的 Nd370 波幅比中性面孔转换为表情面孔的 Nd370 要小。结论 顶区分布的 Nd370 可能是情绪刺激转换的特征性指标, 为 Switch Cost 的理论提供了客观依据。

关键词:事件相关电位; 注意转换; 工作记忆; 情绪刺激

中图分类号: R857.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-0837(2005)03-0227-03

Effects of Switching between Neutral and Emotional Stimuli: an ERP Study on "Switch Cost". SHI Hui, ZHAO Lun, LUO Yue-jia, PENG Miao, JIN Kui-he. Space Medicine & Medical Engineering, 2005, 18 (3): 227 ~ 229

Abstract: Objective To investigate if switch cost involved in shifting between neutral and emotional stimuli is reflected by ERPs correlates. **Method** The subjects were 14 healthy right-handed college students (7 females, 7 males). Garavan's (1998) task paradigm which was important in studying inner attention shifting was used. The subjects were asked to watch a stimulus sequence comprising Schematic line drawings of faces with neutral and emotional expressions, and make counts of them (neutral faces or emotional faces). EEG signals were recorded at 64 sites. **Result** 1) Switching between stimuli elicited slow responses, increased N_2 amplitudes and reduced $P300$ amplitudes. 2) A negative component (Nd370) was found when ERP wave during non-switching trials was subtracted from that during switching trials, and it was found obviously at extensive parietal area. 3) Nd370 amplitude during switching from emotional stimuli to neutral ones was smaller than that during switching from neutral stimuli to emotional ones. **Conclusion** Nd370 can be taken as an index of switch cost effect

Key words: ERPs; attention switching; working memory; emotional stimuli

Address reprint requests to: SHI Hui, Psychology Hospital, China Medical University, Shenyang Liaoning 110001, China

注意转换是在任务切换过程中选择性地停止一项任务而开始进行另一项任务时所具有的重要能力^[1~3]。目前的大多数研究都是关于视觉注意转换的, 而工作记忆内部的注意转换由于具有不可视性, 因此了解甚少。1998 年 Garavan 首先报告了计数双任务范式^[2]: 要求被试者对刺激序列中三角形和正方形分别进行计数。如果当前所计数的几何图形是重复于前一个刺激的几何图形, 这时被视为非转换条件, 反之被视为转换条件。作者认为, 这种转换所需的代价在外显行为上就表现出反应时的延长, 据此得出了工作记忆内部注意转换与视觉注意转换一样存在转换代

价 (Switch Cost), 即工作记忆中内部注意容量有限的结论。有实验利用脑事件相关电位 (ERPs) 技术具有时间分辨率高等优点来探究 Switch Cost 发生的认知阶段, 结果发现其变化出现在刺激后 200 ~ 450 ms, 波形呈负走向。近来情绪成为认知科学的研究热点, 由于情绪刺激具有特殊的认知神经机制, 其是否也存在 Switch Cost? 其脑加工机制如何? 目前尚无相关研究。基于此, 本实验在 Garavan 范式基础上引入表情刺激, 利用 ERP 技术, 来探讨表情面孔与中性面孔相互转换时对 Switch Cost 的影响。

方 法

被试者 14 名有偿大学生被试者 (7 男, 7

收稿日期: 2005-02-17

通讯作者: 赵仑 zhaolunlun@yahoo.com.cn

女, 21 ± 0.7 岁), 右利手, 视力或矫正视力正常, 智力正常, 无其他精神疾患。

刺激 刺激为卡通脸孔(中性、正性、负性), 黑色背景白色线条并呈现在 17 寸显示器的中央处。等概率随机呈现两种刺激序列: 一种是随机呈现正性与中性表情; 另一种是随机呈现负性与中性表情。每个刺激序列均由 16 ~ 20 个刺激组成, 每个刺激视角为 2.4°, 呈现时间 200 ms, 刺激间隔 (ISI) 在 2 500 ~ 3 000 ms 内随机, 每种相同刺激连续出现的次数小于 4 次, 非转换的刺激与转换刺激比例为 2:1。实验共分为 4 组, 每组共有 10 个刺激序列组成。

作业任务 要求被试者对每个刺激序列中的表情面孔(正性面孔或负性面孔)及中性面孔出现的个数进行分别计数。计数策略: 当每个刺激呈现后, 要求被试者即要复述没有出现的那种刺激的个数, 同时对当前出现的刺激计数, 随后快速按键表示计数结束。当刺激序列结束出现“报告数字”时, 被试者通过话筒分别报告两种刺激出现的个数。

信号记录 Neuroscan 64 导系统记录脑电, 双侧乳突连线作参考, 记录水平眼电和垂直眼电。电极与皮肤接触阻抗小于 5 k Ω , 记录带宽为 0.05 ~ 100 Hz, 采样率为 250 Hz/导。脑电数据存入光盘, 离线分析。

统计分析 用 Scan 4.3 软件分析 EEG 数据。眼电图(EOG)信号相关法去除眼电伪迹, 分析时程(epoch)为 1 200 ms, 含刺激前 200 ms 为基线矫正, 波幅大于 ±70 μ V 视为伪迹。以相继出现刺激中的后一个刺激脉冲为触发, 得到 4 种

ERP 平均波形: 表情面孔无转换条件下的表情面孔 ERP(情转情, EE); 中性面孔无转换条件下的中性面孔 ERP(中转中, MM); 从表情面孔转换到中性面孔时中性面孔 ERP(情转中, EM); 从中性面孔转换到表情面孔时表情面孔 ERP(中转情, ME)。用假随机序列以保证转换与非转换计数上相匹配, 并且在刺激的物理属性也相同的前提下可采用差异波的方法, 即用 ME 减去 EE 得到的差异波为 MEDW; 用 EM 减去 MM 得到的差异波为 EMDW。选取 4 个电极点 F_z、C_z、P_z、O_z, 比较 EE 与 ME、MM 与 EM 之间的 N₂ 和 P₃ 的峰值及峰值潜伏期是否有差异; 分析 EMDW 与 MEDW 中的 Nd370 成分的平均波幅是否存在差异。用 spss10.0 软件进行 2 因素方差分析(ANOVA), P 值皆用 Greenhouse-Geisser 法校正。

结果与分析

行为数据结果发现, 情绪刺激转换(EM 和 ME)计数的平均反应时(757 ± 49.7 ms)比无情绪转换(MM 和 EE)计数的平均反应时(631 ± 43.4 ms)显著延长 [F(1, 13) = 34.627, P < 0.001]。

图 1 示出情绪刺激转换(EM 和 ME)和无情绪转换(MM 和 EE)的 ERP 基本波形。EM 和 MM 以及 ME 和 EE 相比, 面孔识别的结构编码特异性成分 N170(枕区)和 VPP(顶区)无差异, 差异主要表现在 N₂ 和 P₃ 成分, 即情绪刺激转换的 N₂ 幅值增强, 而 P₃ 峰值显著减小。图 2 示出情绪刺激转换和无情绪转换 ERP 的差异波, 可见

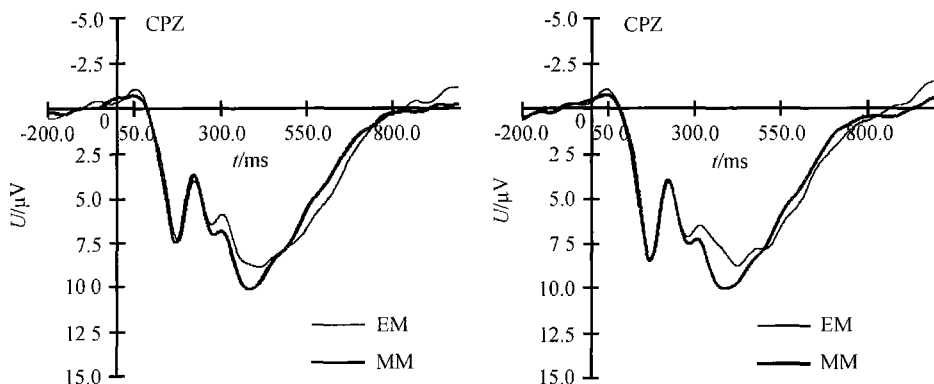


图 1 情绪刺激转换与非转换的 ERP 总平均图

Fig 1 ERP waveforms during switching trials and non-switching trials

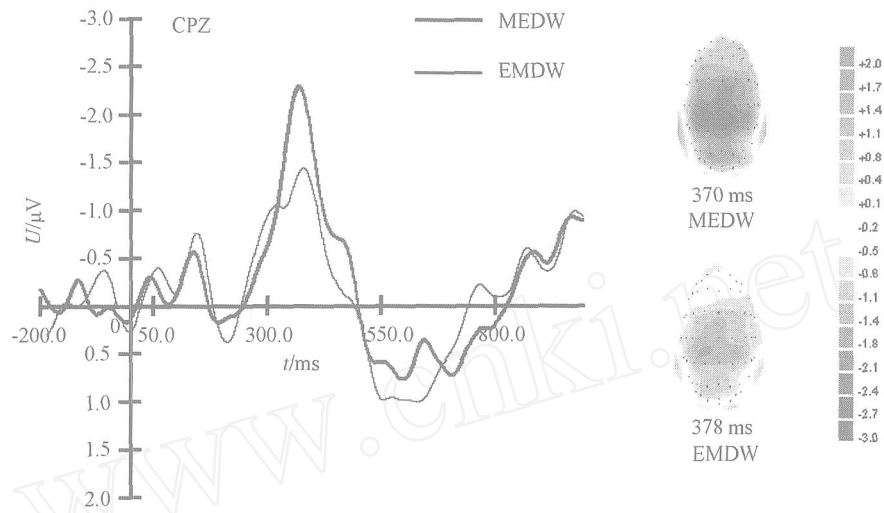


图 2 EMDW 与 MEDW 的 ERP 波形及 Nd370 地形图
 Fig 2 Scalp ERP topography of Nd370

产生了一个明显的波峰潜伏期在 370 ms 左右的差异负成分 - Nd370。方差分析结果表明, Nd370 有转换方向主效应 [$F(1, 13) = 5.674, P < 0.05$], 即表情面孔转换为中性面孔的 Nd370 波幅比中性面孔转换为表情面孔的 Nd370 要小; 电极点也有电极主效应, [$F(3, 13) = 5.447, P < 0.05$], 地形图分布显示 Nd370 主要分布在左 - 中央顶区 (图 2)。

选择注意的 N_2 成分反映了对靶刺激识别的加工过程, 本研究 N_2 的差异可能是表情面孔与中性面孔不匹配造成的。P300 波幅的降低与加工负荷理论一致, 即当加工负荷 (processing load) 增加时 P_3 波幅降低。 N_2 和 P_3 的差异表现为明显的 Nd370, 我们认为 Nd370 很可能为情绪刺激 Switch Cost 的特征性指标。一方面, Nd370 可能与冲突机制有关, 但和 Wang Y^[4] 等发现的冲突负波 N270 相比, Nd370 的潜伏期更长, 由于早期感知成分 (N170, VPP) 无差异, 因此其可能产生在表征识别之后的工作记忆内部注意转换过程中。另一方面, Nd370 与语义冲突产生的 N400 相比, 也有所不同: Nd370 不是刺激之间内在逻辑关系不匹配产生的, 而是内部注意对事物表征相互转换产生的, 即内部注意转换到当前的计数系统时, 与前一个已激活的计数系统产生了冲突。

Nd370 主要发生在顶叶皮层, 进一步验证了 Jonides^[5] 等人提出的假说: 后顶叶的激活可能既反映了短时存储的过程, 又反映了在复述时一个事物的内部表征转换到另一个事物的内部表征的过程。另外, 情绪刺激转换方向对 Nd370 幅值有显著影响, 即中性脸孔转换到表情脸孔时的 Nd370 幅值更高, 提示该条件下内部注意发生转换时的 Switch Cost 更大。其原因可能在于带有表情的面孔较中性面孔更加吸引视觉注意资源, 从而干扰了执行控制 (内部注意转换) 的加工过程。

[参考文献]

- [1] Baddeley A. Working memory: looking back and looking forward [J]. *Nature Review Neuroscience*, 2003, 4 (10): 829-839.
- [2] Caravan H. Serial attention within working memory [J]. *Memory & Cognition*, 1998, 26(2): 263-276
- [3] Gehring WJ, Bryck RL, Jonides J, et al. The mind's eye, looking inward? In search of executive control in internal attention shifting [J]. *Psychophysiology*, 2003, 40 (4): 572-585.
- [4] Wang Y, Long J, Tang X, et al. Event-related potentials N270 is elicited by mental conflict processing in human brain [J]. *Neurosci Lett*, 2000, 293: 17-20.
- [5] Jonides J, Schumacher EH, Smith EE, et al. The role of parietal cortex in verbal working memory [J]. *Journal of Neuroscience*, 1998, 18: 5026-5034.

[作者简介: 石慧, 女, 硕士研究生, 研究方向为医学心理学]