

·基础研究·

# 不同提示条件下视空间注意的事件相关电位研究\*

宋为群<sup>1</sup> 汪立冬<sup>1</sup> 屈亚萍<sup>1</sup> 王茂斌<sup>1</sup> 施建农<sup>3</sup> 罗跃嘉<sup>2</sup>



宋为群 副主任医师  
北京宣武医院康复医学科  
本期特约执行编委

**摘要** 目的: 采用“提示-目标”的视觉实验范式, 分别以汉字和范围提示不同等级的搜索范围, 通过事件相关电位(ERP)技术, 研究视觉注意脑机制。方法: 16名在校大学生作为有偿被试, 刺激序列为背景-提示-靶刺激。背景由三个同心白色圆形线条组成。刺激材料是随机选取的大写英文字母, 组成大、中、小3个同心圆。指定“T”为靶刺激, 大提示时, 目标“T”可能会出现在大中小三个圈内; 中提示时, “T”出现在中小两个圈内; 当小提示时, 目标只出现在小圈内。结果: 汉字提示的反应时明显长于范围提示。同时与范围提示相比, 汉字提示下的靶刺激引起后部P1的增强和N1的抑制以及P2的增强。结论: 范围提示能够加快靶刺激识别或视觉搜索的速度, 汉字提示时启动的是内源性注意系统, 在早期感知阶段, 前额叶资源的利用不够完善, 证明了汉字提示与范围提示具有不同的加工机制。

**关键词** 视觉空间注意; 提示等级; 事件相关电位; 汉字提示; 范围提示  
中图分类号: R47, R842 文献标识码: A 文章编号: 1001-1242(2005)-09-0644-04

A study on event-related potential of visual attention under different cue/SONG Weiqun, WANG Dongli, QU Yaping, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2005, 20(9): 644—647

**Abstract** Objective: To investigate the visual attention mechanisms of brain through ERP technique by using the “cue-target” experimental paradigm, and the attended range were cued by different Chinese characters cue or region cue; the visual attention mechanisms of brain were investigated through ERP technique. Method: 16 healthy young participants were involved. The stimulus trail included “background-cue-target”. The background was comprised of three homocentric white circles. There were 8 capital English letters in each circle, which formed three homocentric circles. “T” was designed as the target stimulus. When the cue was large, the target “T” maybe appeared within the three circles. When the cue was medium, the T maybe appeared within the medium and small circles. When the cue was small, the T maybe appeared only within the small circle. Result: The reaction time under Chinese character cues was much longer than that under range cues. Compared with that in region cue, target stimulation in Chinese character cue could lead to the increase of posterior P1, the decrease of N1 and the increase of P2. Conclusion: Region cue can make target discrimination faster; Therefore, as a kind of interior cue, the system of interior cue is started under Chinese characters as cues. At the early stage of perception, very few neurons are inactivated, and the use of prefrontal area resources is not enough. These findings indicate that range cues and Chinese characters as cues have different early processing mechanisms.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, Beijing Xuanwu Hospital, 100053

Key words visual attention; cue scale; event-related potential; Chinese characters cue; region cue

行为研究表明中央提示和范围提示具有不同的机制。中央提示被认为激活内源性注意系统, 诱发缓慢的、受控制的和随意的注意分配, 而范围提示则激活了外源性注意系统, 以快速的、自动的、非随意的方式吸引注意<sup>[1-2]</sup>。但是, 也有研究表明中央提示和范围提示的效应可能不是完全独立的。Nougier等<sup>[3]</sup>发现范围提示引发的自动定向效应受到中央提示引起的随意注意加工的调控。Warner等<sup>[4]</sup>则明确指出尽

管路径可能不同, 中央提示和范围提示可能引起了

\* 国家自然科学基金(30325026, 30370489)、国家十五科技攻关项目(2004BA703B08-02)、中国科学院重要方向项目(KSCX2-SW-221)、北京市自然科学基金(7052030)、北京市委组织部优秀人才基金资助。

1 北京宣武医院康复医学科, 北京宣外长椿街, 100053

2 北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室

3 中国科学院心理研究所心理健康重点实验室

作者简介: 宋为群, 女, 博士, 副主任医师

收稿日期: 2005-08-10

一致或相似的脑机制。在要求观察者识别旋转靶子的方向的任务中, Lu 等<sup>[6]</sup>发现, 与同时出现的位于靶子位置的提示相比, 100%有效的中央预提示改善了高水平外部干扰下的阈限, 却没有改善低水平内部干扰下的阈限, 而周围性预提示对高水平和低水平外部干扰下的阈限都进行了改善。这一结果表明内源性和外源性注意系统引起了不同的脑机制: 对内源性注意系统是外部干扰的去除, 对外源性注意系统则包括外部干扰的去除和刺激的增强。

在视觉空间提示实验中, 提示物主要包括中央提示(指向靶子位置, 但自身位于靶子可能出现的所有位置的几何中心)和范围提示(出现在靶子位置附近)。很多视觉空间注意的事件相关电位(event-related potentials, ERP)研究发现, 中央提示下, 注意以及提示的有效性引起更大的后部 P1 和 N1 成分, 认为反映了注意的感觉增益机制<sup>[6-7]</sup>。但范围提示的结果与此有所不同, 且不一致。Hillyard 等<sup>[8]</sup>利用较长的“提示-靶刺激”间隔, 发现范围提示下, 早期的注意调控表现为 N1 的增强, 并未发现 P1 的增强。Shimin Fu 等<sup>[9]</sup>研究发现, 有效的范围提示引起 P1 的增强和 N2 的增强, 同时, 有效性提示引起对侧 P1 和 N1 潜伏期的延迟, 对侧 N1 表现为无效提示时增强, 而 P2 的潜伏期和波幅亦受到提示有效性的调控。但值得注意的是, 以往的 ERP 研究均是对无干扰刺激条件下的视觉空间注意进行的研究。在前期研究中, 我们已经发现, 干扰刺激对以汉字提示为代表的中央提示下视觉空间注意早期 ERP 效应有显著的影响<sup>[10-12]</sup>。但是, 干扰刺激条件下, 范围提示和中央提示对靶刺激识别会产生何种影响? 这种影响是否表现在早期感知阶段, 其特征如何? 本研究拟利用 ERP 对这些问题予以解答。

## 1 资料与方法

### 1.1 被试

16 名在校大学生作为有偿被试, 男女各半, 年龄 19—24 岁, 平均为 21 岁。所有被试身心健康, 右利手, 视力正常或矫正后正常, 均为首次参加电生理学实验。

### 1.2 刺激材料

刺激在电脑显示屏上呈现, 刺激序列为背景-提示-靶刺激(图 1)。

汉字提示: 提示由三个汉字“大”、“中”、“小”组成。

范围提示: 提示为大、中、小三个圆圈, 视角为 8.6°、5.7°、2.9°。

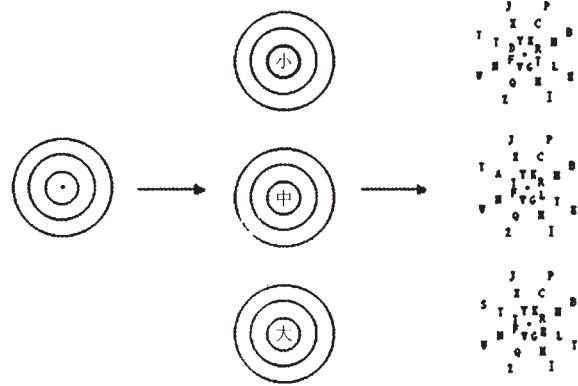


图 1 实验范式示意图

当大范围提示时, 靶刺激“T”出现在大圈(中圈或小圈); 中范围提示时, 靶刺激“T”出现在中圈或小圈; 当小范围提示时, 靶刺激“T”出现在小圈(2.9°)。

### 1.3 ERP 记录

实验仪器为 Neuro Scan 脑电记录系统, 参考电极置于双侧乳突连线, 前额接地, 采用 64 导电极帽记录脑电, 同时记录水平眼电和垂直眼电, 滤波带通为 0.1—40Hz, 采样频率为 500Hz/导, 头皮电阻小于 5kΩ。分析时程(epoch)为 1200ms, 含基线 200ms, 自动矫正眨眼等伪迹, 波幅大于 ±100μV 者在叠加中被自动剔除。

### 1.4 程序和任务

实验中的刺激序列均包括汉字提示和范围提示。首先出现背景 300ms, 然后呈现提示线索 300ms, 最后出现由 24 个字母排成三个圆圈的靶刺激, 呈现时间 1500ms。

提示与靶刺激之间的间隔(interstimulus interval, ISI)是随机的 400—600ms。被试的任务是根据提示寻找效应圈的字母“T”出现在左视野还是右视野。如果“T”出现在左视野按左键, 出现在右视野按右键。要求被试尽快准确地反应。例如: 提示为“大”或大圈时, 被试对大圈左视野或右视野的“T”分别尽快准确地按左键或右键。所有的靶子均随机等概率呈现在视屏。10%的刺激没有靶刺激和干扰。

### 1.5 统计学分析

对所得脑电数据进行 0—16Hz 无相移数字滤波。采用 Waldorff 的相邻成分滤波(Adjar)方法消除短间隔条件下提示范围与目标刺激的 ERP 早期成分的重叠。

按不同的汉字和范围提示范围的行为数据进行提示类型(2 水平: 汉字提示和范围提示)与提示范围等级(3 水平: 大、中和小)的 2-ANOVA。按不同的汉字和范围提示范围的靶刺激 EEG 分别进行分类叠加。根据本实验目的和总平均图的波形特征, 选取

后部(POZ、PO3、PO4、PO5、PO6、PO7和PO8)和前部(Fz、F1、F2、F3、F4、F5、F6)各7个电极点作为分析对象。时间分析窗口, 头皮后部P1为50—160ms, N1为161—220ms, P2为221—290ms, N2为291—390ms; 前部N1、P2、N2分别为90—180、181—270、271—370ms。对ERP进行3因素方差分析(ANOVA), 因素为类型(2个水平: 汉字提示和范围提示)、提示等级(3水平)和记录部位(前后部各7个电极点)。均用Greenhouse-Geisser法校正P值。

## 2 结果

### 2.1 行为数据

随提示范围的增大, 汉字注意范围提示和范围提示下的靶刺激识别的反应时均显著延长 ( $F_{1,15}=15.17, P<0.001$ )。范围提示下的靶刺激识别正确率, 随提示范围的增加而增加, 而汉字注意范围提示下的正确率在“大”提示时却有所降低; 反应时具有显著的提示等级主效应(汉字提示:  $F_{2,30}=13.03, P<0.001$ ; 范围提示:  $F_{2,30}=12.15, P<0.001$ )。

在本研究的ISI条件, 三种范围提示下, 汉字提示的反应时均明显长于范围提示, 尤其是在小范围提示下差异更为明显(相差约100ms), 而正确率仅在大范围提示下差异显著, 即汉字注意范围提示的正确率低于范围提示(表1)。

表1 行为数据表

	正确率(%)		反应时(ms)	
	汉字	圆圈	汉字	圆圈
小范围	80.61 ± 0.67	81.32 ± 1.38	777.98 ± 17.25	671.09 ± 18.32
中范围	89.45 ± 8.11	90.54 ± 0.73	829.67 ± 22.64	787.56 ± 31.14
大范围	83.72 ± 9.99	93.89 ± 7.42	982.34 ± 25.12	922.33 ± 26.78

$P<0.05$ ;  $P<0.01$

### 2.2 汉字提示和范围提示条件下靶ERP的比较

汉字提示和范围提示的靶刺激诱发的前部N1和P2成分, 均表现出显著的提示类型主效应(N1:  $F_{1,15}=15.23, P<0.001$ ; P2:  $F_{1,15}=9.83, P<0.01$ ), 提示类型和提示等级的交互作用显著(N1:  $F_{2,30}=8.16, P<0.01$ ; P2:  $F_{2,30}=8.11, P<0.01$ )。分析提示类型和不同等级之间ERP的变化特点, 大范围提示条件下, 即范围提示下的靶刺激引起更大的N1成分, 尤其是在Fz部位, 而汉字提示则引起更大的P2成分。

后部P1和N1成分具有显著的提示类型主效应( $F_{1,15}=11.43, P<0.01$ ;  $F_{1,15}=10.79, P<0.01$ ), 提示类型和提示等级的交互作用显著(P1:  $F_{2,30}=9.33, P<0.01$ ; N1:  $F_{2,30}=10.03, P<0.01$ ); 汉字提示引起更大的后部P1, 范围提示则诱发了更大的后部N1成分(图2)。范围提示和汉字提示下靶刺激ERP成分的电压

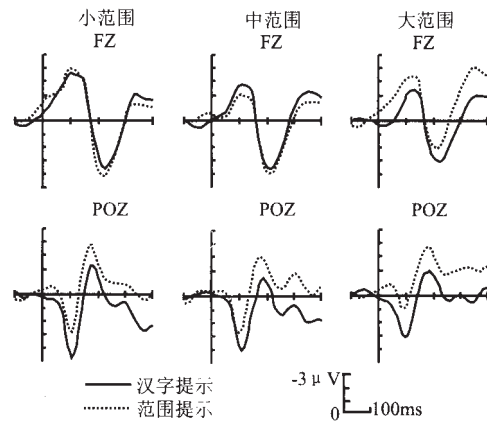


图2 比较汉字提示和范围提示的靶刺激ERP

地形图见图3(前插7)。

## 3 讨论

本实验中, 两种提示类型条件下, 注意范围等级严格对应, 易于比较内源性提示和范围提示引起的脑机制。汉字提示和范围提示下靶刺激识别的反应时均表现出明显的提示范围等级效应, 即随着提示范围的增大, 反应时延长。在以往的范围提示和内源性提示的研究中, 发现短间隔条件表现出范围提示的加工优势, 而在长间隔下, 优势减弱或消失<sup>[13]</sup>。本实验的cue-target间隔为400—600ms, 属于短间隔, 结果与其他研究一致, 即汉字提示的反应时明显长于范围提示, 表明范围提示能够加快靶刺激识别或视觉搜索的速度。

本研究对范围提示和汉字提示下靶刺激ERP特征进行了直接比较, 发现了很有价值的结果, 进一步说明了范围提示和汉字提示机制的不同。首先, 与范围提示相比, 汉字提示下的靶刺激引起后部P1的增强和N1的抑制。被试对提示刺激加工后, 当被试看到靶刺激时, 需要将靶刺激的范围特征与提示范围进行匹配, 由于本实验的“提示-靶刺激”的间隔较短, 对汉字提示的加工可能不如圈提示加工完善, 而这种加工的不足将引起靶刺激感知阶段对语义进一步的加工, 即需要比圈提示更多的运算资源, 反映为P1的增强。后部N1可能反映了注意的分配机制<sup>[14]</sup>, 汉字提示时, 由于语义加工的需要, 对靶刺激识别的资源分配减少, N1减小。其次, 前部N1和P2成分亦表现出明显的差异, 即汉字提示下的靶刺激产生的N1小于范围提示, 而P2则相反。前部N1在某种程度上反映了前额叶感知阶段的加工<sup>[15-16]</sup>, 可以认为, 作为一种内源性提示, 汉字提示时启动的是内源性注意系统, 在早期感知阶段, 前额叶资源的利用不够完善, 这进一步证明二者具有不同的加工机制。因此在康复训练中对于空间注意障碍的患者应区采用

两种不同提示指导下的训练方法, 才能取到较好的训练效果。

### 参考文献

- [1] Riggio L, Kirsner K. The relationship between central and peripheral cues in covert visual orientation [J]. Perception and Psychophysics, 1997,59:885—899.
- [2] Eimer M. The time course of spatial orienting elicited by central and peripheral cues: evidence from event-related brain potentials[J]. Biological Psychology, 2000,53: 253—258.
- [3] Nougier V, Rossi B, Alain C, et al. Evidence of strategic effects in the modulation of orienting of attention [J]. Ergonomics, 1996, 39:1119—1133.
- [4] Warner CB, Judla JF, Koshino H. Voluntary allocation versus automatic capture of visual attention [J]. Percept Psychophys, 1990, 22:54—62.
- [5] Lu ZL, Doshier BA. Spatial attention: different mechanisms for central and peripheral temporal precues[J]? J Exp Psychol Hum Percept Perform,2000, 26(5):1534—1548.
- [6] Luo YJ, Greenwood PM, Parasuraman R. Dynamics of the spatial scale of visual attention revealed by brain event-related potentials[J]. Cogn Brain Res,2001,12: 371—381.
- [7] Luo YJ, Wei JH. Cross-modal selective attention to visual and auditory stimuli modulates endogenous ERP components [J]. Brain Res, 1999, 842: 30—38.
- [8] Hillyard SA, Anllo-Vento L. Event-related brain potentials in the study of visual selective attention [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1998, 95: 781—787.
- [9] Fu SM, Fan SL, Chen L, et al. The attentional effects of peripheral cueing as revealed by two event-related potential studies[J]. Clinical Neurophysiology,2001, 172—185.
- [10] Song WQ, Gao Y, Luo YJ. Early scale effect and hemisphere superiority on the visual spatial attention: From the electrophysiological evidence of ERP[J]. Progress in Natural Science, 2004,14 (10): 875—879.
- [11] 宋为群, 宋为明, 罗跃嘉, 等. 老化视觉空间注意等级效应脑机制的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2004,19(11):835—838.
- [12] Doshier BA, Liu SH, Blair N, et al. The spatial window of the perceptual template and endogenous attention [J]. Vision Res, 2004,44(12):1257—1271.
- [13] Mulder G, Wijers AA, Lange JJ, et al. The role of neuroimaging in the discovery of processing stages [J]. Acta Psychologica, 1995, 90, 63—79.
- [14] Jude FM, Gene RS, Mazyar Fallah, et al. Reynolds attentional selection of superimposed surfaces cannot be explained by modulation of the gain of color channels [J]. Vision Research, 2003,(43) :1323—1328.
- [15] Geoffrey FP, Don M, Tucker. Frontal evaluation and posterior representation in target detection[J]. Cognitive Brain Research, 2001, 11: 147—156.

## 中国康复医学会运动疗法专业委员会 第八届全国学术会议征文通知(第二轮)

会议主题: 提高康复治疗技术, 规范专科操作技能。会议专题及征文范围: 1.运动疗法新进展和新技术; 2.康复评定新进展及其临床应用; 3.运动疗法基础研究; 4.运动疗法在各类疾病康复治疗中的应用; 5.步态分析; 6.表面肌电图及其临床应用; 7.矫形器的临床应用; 8.康复医学教育; 9.康复医学学科发展及管理模式; 10.全民健身运动。

征文要求: 论文必须具有科学性、先进性和实用性, 未在公开发行人物或全国性学术会议上交流的文章。征文以 1000 字论文摘要为限, 格式按科技期刊的要求, 文责自负; 用 word 文档打印, 附个人简历, 包括作者姓名、工作单位、详细地址、邮编和通讯方式。欢迎通过电子邮件投递, 邮寄请附软盘。

论文截止日期: 2006 年 1 月 10 日, 以邮戳为准, 过期者不载入会议论文汇编。无文章参加会议者, 请寄本人简历。

来稿请寄: 广东省广州市沿江西路 107 号(中山二院)广东省康复医学会, 邮编: 510120; E-mail: garm@vip.163.com; 电话/传真: 020-81332880; 手机: 13710371064(周医生)。

会前拟举办学习班(操作性技术培训): 1.颈椎病关节松动技术; 2.表面肌电图操作技术; 3.吞咽障碍评定与治疗技术; 4.肉毒素治疗技术; 5.神经肌肉电刺激技术; 6.其他(见最后通知)。

专业设备展示: 欢迎与康复医学、运动医学、群众性健身锻炼有关的药商、医疗器械厂家参展, 详情与广东省康复医学会联系。

会议时间及地点: 2006 年 2 月 17 日—21 日(2 月 17 日全天报到), 地点为珠海市珠海宾馆。请经常浏览中国康复医学会网站: www.carm.org.cn。

广东省康复医学会供稿

## 不同提示条件下视空间注意的事件相关电位研究

(正文见第 646 页)

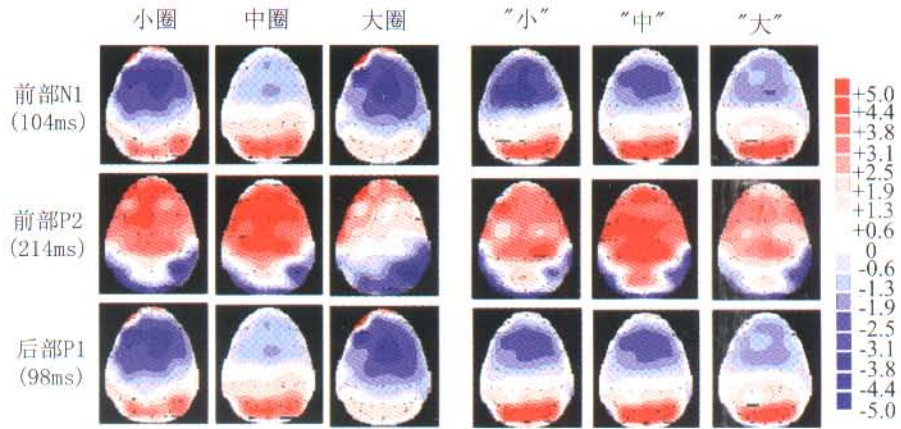


图 3 范围提示和汉字提示下靶刺激 ERP 成分的电压地形图

## 同种异体骨髓间质干细胞移植联合 VEGF 基因转染治疗心肌梗死的实验研究

(正文见第 654 页)

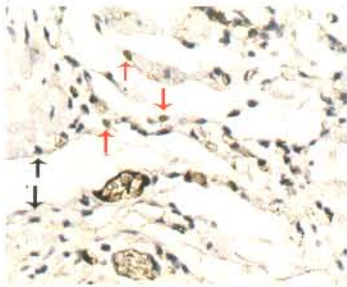


图 1 移植的 BMSCs BrdU 染色  
阳性细胞呈棕黄色, 宿主心肌细胞呈蓝色(×200)



图 2 DMEM 注射处 HE 染色  
被染色成均质淡红色(×200)

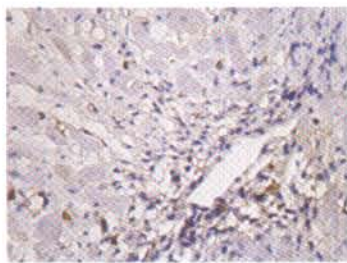


图 3 组 I 示大量血管增生  
VIII 因子染色(×200)

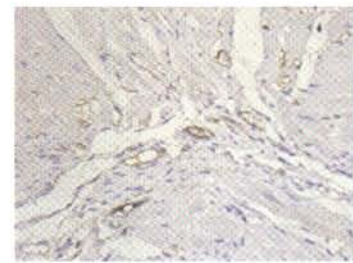


图 4 组 II 示血管增生较少  
VIII 因子染色(×200)

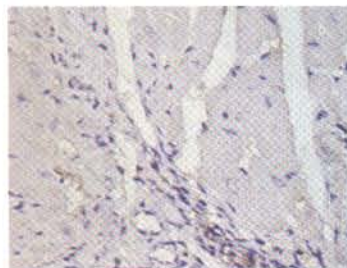


图 5 组 III 示血管增生较多  
VIII 因子染色(×200)

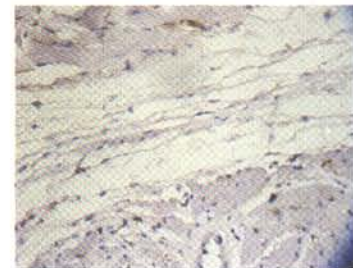


图 6 组 IV 未见明显血管增生  
注射区为纤维组织所代替 VIII 因子染色(×200)