

# 正常儿童视觉空间注意 ERP 的研究

陈小奕<sup>1</sup>, 孟平<sup>1</sup>, 董选<sup>1</sup>, 刘小军<sup>2</sup>, 王苏弘<sup>1</sup>, 徐枫<sup>1</sup>

(1.常州市第一人民医院, 江苏 常州 213003; 2.苏州大学附属第二医院, 江苏 苏州 215004)

【摘要】 目的: 研究正常儿童空间视觉注意刺激诱发的事件相关电位(Event-Related Potentials ERP)的特征。方法: 采用有效提示、无效提示刺激模块(即 Posner Cue)对 30 名 8 岁儿童进行检测。刺激信号同步触发, 数字化脑电图(EEG)同步记录, 使用德国的 Besa 软件从中提取 ERP 进行分析。结果: 同一导联脑枕后部同一导联有效提示的 N1、P2 波幅大于无效提示( $P < 0.05$ ), 潜伏期无差异( $P > 0.05$ ); 脑顶前部有效提示的 P1 波幅大于无效提示, N1 波幅则小于无效提示( $P < 0.05$ ), 潜伏期无差异( $P > 0.05$ ); 脑顶前部导联的 N1 潜伏期长于枕后部导联( $P < 0.05$ )。结论: 处理有效刺激的投入大收益也大, 处理无效刺激的投入小收益也小, 但儿童易受差异信息的干扰使得收益发生改变; 二者的处理时程相似。

【关键词】 空间视觉注意; 事件相关电位; 儿童

中图分类号: R395.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2006)03-0289-03

## An Event-Related Potentials Study of Children's Visual-Spatial Attention

CHEN Xiao-yi, MENG Ping, DONG Xuan, et al

The First People's Hospital of Changzhou, Changzhou 213003, China

【Abstract】 Objective: To study the characteristic of children's Event-Related Potentials by visual-spatial attention stimuli. Methods: 30 8-year-old healthy children were examined with two lists of visual-spatial attention stimuli (valid and invalid). While the stimulus information was shown to participants, EEG was recorded simultaneously. Results: In the occipital region, the N1 and P2 components were enhanced by validly cued stimuli; In the frontal and central regions, the P1 component was enhanced by validly cued stimuli and the N1 component was enhanced by invalidly cued stimuli. The latencies of the N1 in the occipital region were significantly shorter than those in the frontal and central regions. Conclusion: There is an enhanced efficiency of sensory-perceptual processing for attended location stimuli (validly cued stimuli), but children's target performance is affected by the mere variation of information in non-target channels.

【Key words】 Visual-spatial attention; Event-Related Potentials; Children

注意是心理活动对一定事物的指向与集中, 它从多个方面影响着人类认知活动。以往对儿童注意认知功能的研究均借助于心理学量表, 随着认知神经科学的崛起, 一些心理生理学的方法如事件相关电位(Event-Related Potentials ERP)正逐步得到应用。本课题研究了 8 岁正常儿童注意认知 ERP 的特征。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

对象来自于常州市一所普通小学, 随机抽取 30 名小学二年级学生, 男 16 名, 女 14 名, 平均年龄 8.26 岁, 智商 85, 讲普通话, 纠正视力大于 1.0, 无神经系统疾病, 无特殊学习困难及语言障碍, 均为右利手, 并取得知情者同意。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 刺激方法及程序 采取 Posner Cue<sup>[1-3]</sup>刺激模

式, 基本实验模式为:“注视点 提示 靶”。首先视野中央出现一个“十”信号作为注视点, 持续 500 ms 并间歇 500 ms 后在注视点出现一个箭头作为提示。该箭头随机指向左、右、上、下, 各自的机率相等, 呈现时间 200ms, 间歇 600~800ms 后出现靶——直径为 3cm 的圆球, 呈现时间 1500ms。有效提示(Valid): 箭头指向与靶出现的位置一致, 占 75%。无效提示(Invalid): 箭头指向与靶出现的位置不一致, 占 25%。所有的刺激都以黑底白形呈现于一台由奔腾型微电脑控制的 SONY 彩色液晶显示器。受试儿童距显示屏为 80cm, 水平和垂直视角为 4.5°, 应要求对有效提示右手按键作答而无效提示则不必。检测前均常规描记脑电图 2~3 分钟, 再播放指导语, 进行预试验, 完全理解后正式开始。

1.2.2 脑电反应的即时记录 采用加拿大 32 道 Stellate 数字化无纸脑电图仪及诱发电位系统, 通过并口方式将自行设计的注意刺激软件与数字化脑电图仪连接, 实现刺激信号与脑电信号的同步触发、记录。采用国际脑电图学会标准 10/20 系统法, 记录电

极  $FP_1$ 、 $FP_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ 、 $O_1$ 、 $O_2$ 、 $F_7$ 、 $F_8$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$ 、 $F_z$ 、 $C_z$ 、 $P_z$ 、 $O_z$ ，参考电极  $A_1$ 、 $A_2$ ， $FP_z$  接地，眼动(EOG)记录电极分别位于左眼上、右眼下各 2cm 处，电阻小于 5K $\Omega$ ，使用德国的 Besa 软件进行 ERP 的提取与测量，数据采集时间为靶刺激前 200ms 至靶后 2000ms，滤波通频带 0.16-35Hz，同时记录按键平均反应时间和按键正确率，由系统软件自动完成。

1.2.3 ERP 的测量及统计分析 主要测量  $F_z$ 、 $C_z$ 、 $P_z$ 、 $O_z$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ 、 $O_1$ 、 $O_2$  各导联 ERP 的 P1、N1、P2 的波幅(Amplitude)及潜伏期(Latency)，采用 SPSS12.0 软件，对 ERP 的 Amp 和 Lat 应用两样本 t 检验进行比较分析。

## 2 结 果

### 2.1 枕后部导联 ERP 特征

脑枕后部导联( $P_z$ 、 $O_z$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ 、 $O_1$ 、 $O_2$ )记录的有效提示产生的 N1 与 P2 波幅明显大于无效提示产生的 N1 与 P2 波幅， $P < 0.05$ ；二者的潜伏期比较  $P > 0.05$ 。见表 1。

表 1  $O_z$  导联有效提示与无效提示诱发的 P1、N1 波幅和潜伏期比较 ( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=30$ )

		有效提示	无效提示	t 值	P 值
波幅	N1	5.33 $\pm$ 2.12	3.86 $\pm$ 2.17	2.654	$P < 0.05$
	P2	5.28 $\pm$ 2.55	3.78 $\pm$ 2.29	2.397	$P < 0.05$
潜伏期	N1	153.06 $\pm$ 33.78	161.59 $\pm$ 46.63	0.811	$P > 0.05$
	P2	212.53 $\pm$ 38.06	205.33 $\pm$ 44.96	0.669	$P > 0.05$

### 2.2 顶前部导联 ERP 特征

脑顶前部导联( $F_z$ 、 $C_z$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ )记录的有效提示产生的 P1 波幅明显大于无效提示产生的 P1 波幅，N1 波幅前者明显小于后者， $P < 0.05$ ；二者的潜伏期比较  $P > 0.05$ 。见表 2。

### 2.3 前后部导联 ERP 特征

比较脑顶前部导联( $F_z$ 、 $C_z$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ )记录到的 N1 波潜伏期长于脑枕后部导联( $P_z$ 、 $O_z$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ 、 $O_1$ 、 $O_2$ )的 N1 波潜伏期，以  $O_z$  与  $C_z$  两电极为例， $t_1=15.719$ (有效提示)， $t_2=15.062$ (无效提示)， $P < 0.05$ 。

表 2  $C_z$  导联有效提示与无效提示诱发的 P1、N1 潜伏期和波幅比较 ( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=30$ )

		有效提示	无效提示	t 值	P 值
波幅	P1	7.78 $\pm$ 4.03	5.83 $\pm$ 3.14	2.091	$P < 0.05$
	N1	3.57 $\pm$ 3.81	6.28 $\pm$ 3.43	2.895	$P < 0.05$
潜伏期	P1	155.00 $\pm$ 52.50	158.25 $\pm$ 60.52	0.222	$P > 0.05$
	N1	689.19 $\pm$ 183.73	723.75 $\pm$ 199.04	0.699	$P > 0.05$

## 3 讨 论

在个体应对外界刺激的过程中，注意是一个贯穿始终的中心机制<sup>[4,5]</sup>。在儿童认知功能发育的研究中，注意认知功能占有举足轻重的位置，本研究中我们选择了经典的视觉空间注意模式—Posner Cue，这种模式着重于空间定位信息对视觉注意选择的影响，与此有关的 ERP 成分是 P1、N1 与 P2。

本研究模式中屏幕中央的箭头起着对注意方位的空间提示作用，在头皮后部记录到的 ERP 结果表明有效提示产生的 N1 和 P2 的波幅大于无效提示，二者的潜伏期无显著性差异，这与对成人所做的研究结果相一致。大多数学者将此解释为有效提示花费的成本大，收益也大；无效提示花费的成本小，收益也小<sup>[6]</sup>。其中有效提示的 ERP 减去无效提示的 ERP 得到的一个持续时间较长的差异负波被称为加工负波(Processing Negativity PN)，是不含刺激的物理因素的内源性成分，属纯心理波。在视觉选择实验中该波被定义为 Selective Negativity，简称 SN。该波反映了有关任务与非任务信息的早期处理水平，最大值出现于枕部<sup>[7]</sup>。

在头皮前部记录到的 ERP 结果则与成人不同：有效提示产生的 N1 波幅小于无效提示。此外有效提示或者无效提示，两种模式头皮前后部位记录到的 N1 潜伏期都出现了极大的差异。以往的研究表明 P1 与 N1 反映着不同的空间视觉注意加工过程，二者的效应可因知觉负荷而分离。两侧枕部 P1 代表视觉加工被空间注意提示所调节的最早阶段，N1 则反映了注意焦点内的识别过程。当提示范围增大时(如本研究)，可引起识别减慢，从而导致 N1 延搁并减小；并且 N1 的发生源也比较复杂：通过独立成分分析法<sup>[8]</sup>(Independent Component Analysis ICA)可将其分解为五个短暂的、局部重叠的亚成分即 N1a1、N1a2、N1b、P2a 和 P3f。由于前额叶在注意机制中具有高级统率作用<sup>[9]</sup>，这就有可能会造成头皮前部电极记录到的 N1 潜伏期延长及有效提示产生的 N1 波幅降低。

其次，Garner 干扰效应<sup>[10]</sup>不容忽视，即对靶刺激的反应受到来自于非靶刺激细小差异信息的影响可随年龄增长而减小，在成人这种表现则完全消失。因此本研究中受试儿童不可避免地受到了非靶刺激即小概率无效提示的干扰。任一视野的刺激均可引起最大波形出现于中后部电极的双侧正相波 P2a<sup>[10]</sup>，同时由于非靶刺激的出现并没满足受试儿童完成受试

任务的愿望, 出于对任务的期待而不由自主地为后续定向刺激的处理做好充分的心理准备, 反映这一心理过程的则是 N2<sup>[11]</sup>成分, 最大值出现于头皮前中部。在这二者影响下, 就有可能会出现后枕部无效提示的 N1 波幅减小, 前中部的则波幅增大、潜伏期延长。

当然, 全部电极记录到的 P1、N1 及 P2 的潜伏期均长于成人, 这都早已为既往的实验所证实: 各 ERP 成分的潜伏期随年龄而变化, 成年期最短, 儿童期随年龄增长而缩短, 老年期随年龄增长而延长<sup>[12]</sup>。

#### 参 考 文 献

- Posner MI. Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1980, 32: 3- 25
- Mangun GR, Hillyard SA. Modulations of sensory-evoked brain potentials indicate changes in perceptual processing during visual-spatial priming. *Journal of Experimental Psychology*, 1991, 17(4): 1057- 1074
- Koraly PE, Fox NA. A behavioral and electrophysiological study of children's selective attention under neutral and affective conditions. *Journal of Cognition and Development*, 2005, 6(1): 89- 118
- Chun MM, Wolfe JM. Visual attention. *Blackwell Handbook of Perception*, 2000, 7: 1- 66
- 刘康香, 钟燕, 等. 注意缺陷多动障碍儿童的感觉统合能力与行为问题分析. *中国临床心理学杂志*, 2005, 13(2): 196- 197
- 魏景汉, 罗跃嘉, 主编. 认知事件相关脑电位教程. 北京: 经济日报出版社, 2002
- Ridderinkhof KR, Stelt O. Attention and selection in the growing child: view derived from developmental psychophysiology. *Biological Psychology*, 2000, 54: 55- 106
- Scott M, Marissa W, et al. Functionally independent components of early event-related potentials in a visual spatial attention task. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Science*, 1999, 354: 1135- 1144
- Vogel EK, Luck SJ. The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology*, 2000, 37: 190- 203
- Shepp BE, Barrett SE. The development of perceived structure and attention: evidence from divided and selective attention tasks. *Journal of Experimental Psychology*, 1991, 51: 434- 458
- Wijers AA, Mulder G, et al. Brain potential analysis of selective attention. *Handbook of Perception and Action*, 1996, 3: 333- 387
- Curran T, Hills A, et al. Effects of aging on visuospatial attention: an ERP study. *Neuropsychologia*, 2001, 39: 288- 301

(收稿日期: 2005- 09- 28)

(上接第 288 页)

- Boaz TL, Perry NW, Raney G, et al. Detection of Guilty Knowledge with event-related potential. *Journal of Applied Psychology*, 1991, 76(6): 788- 795
- Farwell LA, Donchin E. The truth will out: interrogative polygraphy ("lie detection") with event-related brain potentials. *Psychophysiology*, 1991, 28(5): 531- 547
- 周亮, 杨文俊, 廖四照, 等. P300 用于模拟盗窃测谎的实验性研究. *中国临床心理学杂志*, 1999, 7(1): 31- 33

- 周亮, 杨文俊, 廖四照, 等. 模拟盗窃者与熟悉现场者在测谎实验中事件相关电位的比较研究. *中国临床心理学杂志*, 2000, 8(2): 86- 88
- 傅根跃, 陈昌凯, 缪伟, 等. 测谎问题中的"情绪成分"对皮肤电反应的影响. *中国临床心理学杂志*, 2005, 13(3): 321- 323
- 陈兴乐. 测谎技术的心理生理机制探讨. *刑事技术*, 2000, 4: 47- 48

(收稿日期: 2005- 09- 30)

(上接第 293 页)

- DeLisi LE, Sakuma M, Maurizio AM, et al. Cerebral ventricular change over the first 10 years after the onset of schizophrenia. *Psychiatry Res*, 2004, 130(1): 57- 70
- Dubb A, Xie Z, Gur R, et al. Characterization of brain plasticity in schizophrenia using template deformation. *Acad Radiol*, 2005, 12(1): 3- 9
- Buckley PF, Dean D, Bookstein FL, et al. Three-dimensional magnetic resonance-based morphometrics and ventricular dysmorphology in schizophrenia. *Biol Psychiatry*, 1999, 45(1): 62- 67
- Styner M, Lieberman JA, McClure RK, et al. Morphometric

analysis of lateral ventricles in schizophrenia and healthy controls regarding genetic and disease-specific factors. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2005, 102(13): 4872- 4877

- Rijsdijk FV, van Haren NE, Picchioni MM, et al. Brain MRI abnormalities in schizophrenia: Same genes or same environment? *Psychol Med*, 2005, 35(10): 1399- 1409
- Papiol S, Molina V, Desco M, et al. Ventricular enlargement in schizophrenia is associated with a genetic polymorphism at the interleukin-1 receptor antagonist gene. *Neuroimage*, 2005, 27(4): 1002- 1006

(收稿日期: 2006- 02- 14)