

不同范围提示下儿童视觉空间注意的 ERP 研究

孙延超, 李秀艳, 高卫星, 许桂春, 杨海英, 刘晓芹

(潍坊医学院, 山东 潍坊 261042)

【摘要】 目的:研究儿童在不同范围提示下视觉空间注意的事件相关电位(ERP)特征。方法:采用“提示-目标”的视觉实验范式,以圆圈提示不同等级的搜索范围,对 14 名儿童进行检测。通过 ERP 技术分析儿童不同空间注意等级的早成分。结果:随提示范围的减小,反应时加快,后部 P1 和 N1 波幅增大,前部 P2 波幅减小。结论:在空间注意加工的早期阶段,儿童依赖提示等级的有效性调动脑资源;而晚期阶段需要额外的脑资源。

【关键词】 视觉空间注意;范围提示;ERP 早成分;儿童

中图分类号: R395.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2011)05-0582-03

An ERP Study of Children's Visual Spatial Attention to Different Spatial Scaling Cues

SUN Yan-chao, LIU Xiu-yan, GAO Wei-xing, XU Gui-chun, YANG Hai-ying, LIU Xiao-qin

Weifang Medical College, Weifang 261042, China

【Abstract】 Objective: To study the characteristic of children's Event-Related Potentials(ERP) by visual spatial attention to different spatial scaling cues. **Methods:** The “cue-target” experimental paradigm was adopted, and the attended range was cued by different circles. The subjects included fourteen health children. **Results:** The reaction time became shorter with the decrease of the cue scale, while P1 and N1 components amplitudes increased, P2 components amplitudes decreased. **Conclusion:** In the early stages of processing of spatial attention, children rely on the effectiveness of prompt mobilization of the brain resources; and the later stages of the brain requires additional resources.

【Key words】 Visual spatial attention; Spatial scaling cues; Early component of event-related potentials; Children

选择性视觉空间注意是视觉信息加工研究的一个重要方面。有研究表明,识别提示下靶刺激的反应时要快于无提示靶刺激的反应时,并且准确率也大于无提示靶刺激时的准确率^[1,2]。视觉空间注意的 ERP 研究发现,与视觉注意加工有关的早成分包括 P1、N1 和 P2 等^[3,4]。罗跃嘉等人使用不同范围提示材料研究视觉空间注意的等级效应,结果发现,ERP 早成分的 P1 波幅在大提示时最大,N1 波幅则在小提示时最大。其结论是,不同注意空间等级的改变调节了早期视皮层的神经活动,不同注意范围与早期 P1、N1 成分有关^[5]。儿童与成人相比,在注意、记忆、理解能力等各方面都有其自身的特点^[6-8],视觉空间注意在儿童期虽然已发育得相对成熟^[9],但是儿童的注意控制机制相对于成人来说仍有欠缺,表现为 ERP 成分在头皮导联分布、潜伏期、波形极性上的多态性^[6,10]。不同范围提示下,儿童视觉空间注意的特点是否与成年人相同?本研究采用固定位置提示方法^[5],研究不同范围提示等级对儿童 ERP 早成分的影响,进而探讨其脑活动机制。

1 对象与方法

1.1 被试

【基金项目】 山东省自然科学基金项目(ZR2009CL043)

通讯作者:李秀艳

年龄、家庭背景、教育背景及学习成绩方面大体一致的被试 14 名,男女各半。年龄 9~11 岁,平均年龄 10 岁,皆首次参加 ERP 实验,全部为右利手;视力或矫正视力均在 1.0 以上。

1.2 实验材料

实验材料为不同大小的圆圈(提示刺激)和英文字母(目标刺激),刺激出现方式为背景-提示-目标刺激。背景为黑色屏幕布,中间有白色小十字作为注视点,提示为 3 种直径不同的白色线条圆圈(直径分别为:12cm/7.96cm/4.05cm),圆心均在屏幕中点。刺激材料是随机选取的大写英文字母,组成与提示圆圈相同的 3 个同心圆圈。每个圆圈上有等距分布的 8 个字母,靶刺激为字母 T。大、中、小 3 个圆圈的视角分别为 8.6°,5.7°和 2.9°。所有字母、线条均为白色,背景为黑色。目标刺激出现在提示范围之内。

1.3 ERP 记录

实验仪器为 NeuroScan ERP 工作站。参考电极置于左右乳突,前额发际下 1 厘米接地,同时记录水平眼电和垂直眼电。滤波带通 0.05~40HZ,采样率 1000HZ/导,头皮电阻小于 5 千欧。EEG 记录部位为国际 10-20 系统,用标准化 32 导电极帽记录脑电。

1.4 实验程序

刺激呈现在电脑显示屏上,提示线索呈现时间

500ms,提示消失之后呈现目标刺激 2000ms,提示线索与目标刺激之间的时间间隔在 400~600ms 之间。要求被试判断靶刺激出现左边还是右边,按键作出反应。另有 10%的刺激材料没有靶刺激。正式实验前进行练习,要求被试熟悉实验程序。记录被试的反应时和正确率。

1.5 数据分析与统计

按提示范围对目标刺激进行分类叠加,实际叠加次数范围为 37~46 (平均 41)次。伴有眨眼、眼动、肌电等伪迹的数据均被排除。EEG 的分析窗口为-200~1200ms,用-200~0 作为基线进行矫正。通过分类叠加,可得到三类不同提示范围下目标刺激诱发的 ERP。根据本实验目的和总平均图的波形特征,选头皮后部 (P7、P8、P3、P4、PZ、O1、OZ、O2)8 个电极和头皮前部 (C3、C4、CZ、FC3、FC4、FCZ、F3、F4、FZ)9 个电极点作为分析部位的代表点。在头皮后部 P1 的分析时间窗口为 50~130ms,N1 的分析时间窗口为 130~230ms,头皮前部 N1 的分析时间窗口为 70~150ms,P2 的分析时间窗口为 150~260ms,采用峰振幅和峰潜伏期的测量方法。对结果用 30Hz 的低通零相位滤波。用 SPSS 统计软件对上述各段波幅、潜伏期分别进行两因素的重复测验方差分析,两个组内因素为提示范围和电极位置(提示范围:三个水平;电极位置:后部 8 个水平、前部 9 个水平)。用 Greenhouse-Geisser 法校正 P 值。

2 结 果

2.1 行为数据

被试反应的正确率与反应时见附表。被试正确率在三种提示线索下差异显著, $F(2,39)=10.26,P<0.01$,事后检验结果显示,三种提示水平下的正确率都存在显著差异 $P<0.05$;反应时的差异也显著, $F(2,39)=15.979,P<0.01$,事后检验结果显示,大提示和小提示、中提示和小提示下的反应时差异显著 $P<0.01$ 。

2.2 不同提示等级效应

2.2.1 不同提示等级下目标刺激诱发的后部 P1、N1 波幅和潜伏期 不同提示等级下后部 P1 波幅存在显著等级效应, $F(2,26)=4.52,P<0.05$,波幅随提示范围的增大而减小,其波幅分别为:小提示 $(10.01\pm2.58)\mu V$,中提示 $(9.28\pm2.98)\mu V$,大提示 $(8.47\pm2.71)\mu V$ 。电极位置主效应显著, $F(7,91)=12.44,P<0.001$,最大波幅位于右侧 P4 $(16.83\pm4.97)\mu V$ 。P1 潜伏期的提示等级和电极位置主效应均不

显著,二者的交互作用也不显著。不同提示等级下后部 N1 波幅存在显著等级效应, $F(2,26)=4.02,P<0.05$,小提示诱发较大的 N1 波幅,其波幅分别为:小提示 $(-4.62\pm3.43)\mu V$,中提示 $(-2.42\pm3.61)\mu V$,大提示 $(-2.79\pm2.82)\mu V$ 。N1 潜伏期的提示等级和电极位置主效应均不显著,二者的交互作用也不显著 $P>0.05$ 。

2.2.2 不同提示等级下目标刺激诱发的前部 N1、P2 波幅和潜伏期 不同提示等级下前部 N1 波幅等级效应不显著, $P>0.05$ 。电极位置主效应显著, $F(8,104)=3.24,P<0.05$,最大的 N1 波幅分布在额区 FCZ $(-9.32\pm3.65)\mu V$ 。前部 N1 潜伏的提示等级和电极位置主效应均不显著。前部 N1 波幅和潜伏期的提示等级与电极位置的交互效应都不显著。不同提示等级下前部 P2 波幅存在显著等级效应, $F(2,26)=3.57,P<0.05$,大提示诱发较大的 P2 波幅,其波幅分别为:大提示 $(12.48\pm5.43)\mu V$,中提示 $(11.24\pm4.62)\mu V$,小提示 $(9.41\pm3.27)\mu V$ 。电极位置主效应显著, $F(8,104)=3.09,P<0.05$ 。P2 潜伏期的提示等级主效应不显著,电极位置主效应显著, $F(8,104)=5.62,P<0.01$ 。P2 波幅和潜伏期的提示等级与电极位置的交互效应都不显著。

附表 不同范围提示等级下被试的平均正确率和反应时

	提示范围		
	大提示	中提示	小提示
正确率(%)	0.71±0.11	0.79±0.09	0.87±0.08
反应时(ms)	1556±203.44	1409±218.24	1123±196.43

3 讨 论

注意认知功能在儿童认知能力发展中占有非常重要的地位。本研究采用不同范围提示的方法,探讨了儿童视觉空间注意的脑活动特点。行为数据结果发现,随着提示等级的减小,被试的反应时逐渐加快,正确率也逐渐提高,与成人研究结果相符^[11,12],表明提示范围越大,儿童需要搜索的时间也越长。但 ERP 数据结果发现,不同提示范围下,儿童视觉空间注意的 ERP 早成分与成人的研究结果存在一定差异^[5]。表现为,后部 P1 和 N1 波幅随提示等级的减小而增大,前部 P2 随提示等级的减小而减小,进一步表明儿童的注意控制机制与成人存在差异。ERP 的波幅主要反映参加脑活动的激活的神经元数量^[13],波幅的高低与神经元激活的数量成正比,并反映信息加工时心理负荷的强度^[14]。

根据注意的聚光灯理论,视觉注意的能量是有限的,给定的视野范围越小,单一刺激物得到的注意

能量分配就越多^[1,15]。有研究发现聚光灯效应发生在信息加工的早期阶段^[11,16]。小提示诱导人们的注意力到更加有限的范围,因此表现为反应过程加快,早期 ERP 成分增大^[11]。本研究结果发现,目标刺激诱发的后部 P1、N1 波幅随提示等级的减小而增大。有关成人和儿童的空间注意研究表明,有效提示引起 P1 和 N1 等早期 ERP 波幅增大^[6,17,18],提示等级的减小,可认为是提示有效性的提高,因此本研究结果与前人是一致的,并进一步表明提示等级诱导空间注意的有效性^[11]同样适用于儿童,不同注意空间等级的改变对儿童早期视皮层的神经活动有一定调节作用。本研究结果发现 P1 随空间等级范围的增加而减小,这可能反映了儿童自上而下的控制加工与成人相比稍有不足,儿童更多的是依赖提示等级的有效性调动脑资源,进一步提示儿童在空间注意方面的脑活动与成人之间的差异。

有研究认为,前部 P2 成分反映靶特征察觉,与注意范围有关,其波幅的变化反映了视觉注意集中度的变化^[19,20]。本研究结果与成人研究结果一致^[11],P2 波幅随提示等级的增大而增大,表明在空间注意加工的晚期阶段需要额外的脑资源,注意提示范围的调节作用在儿童期就已经产生。

参 考 文 献

- Posner MI. Orienting of attention. *Quarterly Journal Experimental Psychology*, 1980, 32(1): 3-25
- Picton TW, Lins OG, Scherg M. The recording and analysis of event-related potentials. *Handbook of Neuropsychology*, Vol 10. Amsterdam: Elsevier, 1995. 3-73
- Gao W, Wei J, Peng X, et al. Brain dynamic mechanisms on the visual attention scale with Chinese characters cues. *Chinese Science Bulletin*, 2002, 47(19): 1644-1649
- Brignani D, Guzzon D, Marzi CA, et al. Attentional orienting induced by arrows and eye-gaze compared with an endogenous cue. *Neuropsychologia*, 2009, 47(2): 370-381
- 段青,宋为群,罗跃嘉.不同范围区域性提示下视觉空间注意的早期 ERP 研究. *第四军医大学学报*, 2005, 26(3): 276-279
- 陈小奕,孟平,董选,等.正常儿童视觉空间注意 ERP 的研究. *中国临床心理学杂志*, 2006, 14(3): 289-291
- 张林,刘昌.青少年工作记忆的年龄差异:脑事件相关电位研究. *中国临床心理学杂志*, 2006, 14(5): 541-546
- 徐伟,黄车白.5-7 岁儿童特质理解的心理理论的发展. *中国临床心理学杂志*, 2010, 18(6): 739-741
- Harter MR, Anllo-Vento L. Visual-spatial attention: Preparation and selection in children and adults. In Brunia CHM, Mulder G, Verbaten MN. *Event-related brain research*. Amsterdam: Elsevier, 1991. 183-194
- Koraly PE, Nathan AF. 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
- 宋为群,高原,罗跃嘉.视觉注意的早期等级效应与晚期半球偏侧化效应——来自 ERP 的电生理学证据. *自然科学进展*, 2004, 14(6): 660-664
- Niu YN, Wei JH, Luo YJ. Early ERP effects on the scaling of spatial attention in visual search. *Progress in Natural Science*, 2008, 18(4): 381-386
- 罗跃嘉,魏景汉.注意的认知神经科学研究.北京:高等教育出版社,2004. 63-70
- Hillyard SA, Anllo-Vento L. Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1998, 95(3): 781-787
- Chales W, Eriksen, James D, et al. Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Percept Psychophy*, 1986, 40: 225-240
- 宋为群,罗跃嘉.视觉空间注意的早期 ERP 等级效应. *航天医学与医学工程*, 2003, 16(6): 452-454
- Heinze HJ, Mangun GR, Burchert W, et al. Combined spatial and temporal imaging of brain activity during visual selective attention in humans. *Nature*, 1994, 372: 543-546
- Mangun GR. Neural mechanism of visual selective attention. *Psychophysiology*, 1995, 32(1): 4-18
- 高文斌,魏景汉,彭小虎,罗跃嘉.位置提示下视觉注意范围的调控机制. *心理学报*, 2004, 36(2): 139-144
- Emier M. An ERP study of sustained spatial attention to stimulus eccentricity. *Biological Psychology*, 2000, 52(3): 205-220

(收稿日期:2011-04-11)

孤独症实用技术培训班、贝利量表评定方法讲习班招生通知

国家重点学科中南大学湘雅二医院精神卫生研究所联合台湾林口长庚医院儿童心智科举办首期孤独症实用技术培训班,培训班将由台湾最具规模、拥有近二十年孤独症儿童培训经验的长庚医院儿童心智科吴佑佑主任率领的培训团队授课,时间 2011 年 12 月 1 日至 12 月 4 日,限额报名。《婴幼儿行为发展与贝利量表评定方法讲习班》系统介绍婴幼儿行为发展的基础理论与基础知识,贝利婴幼儿发育量表评定方法,时间 2011 年 12 月 5 日至 7 日。本项目为国家级继续医学教育项目(I 类 10 分),欢迎相关专业人员报名参加。

联系电话:13574194886(黄菲)、13755013505(罗婷); E-mail:luoxr@vip.sina.com, 123850780@qq.com

中南大学湘雅二医院精神卫生研究所