

范围提示下视空间注意老龄化的事件相关电位研究

宋为群 宋为明 杜巨豹 陈真 潘钰 吴东宇 王茂斌 罗跃嘉

【摘要】 目的 采用“提示-目标”的视觉实验模式,以范围提示不同等级的搜索范围,通过事件相关电位(ERP)技术,研究视觉注意老龄化脑机制。方法 用青年人和老年人各 16 名为健康受试者,背景由 3 个同心黑色圆形线条组成,提示为大、中、小不等的 3 个圆圈组成,刺激材料是随机选取的大写英文字母,组成 3 个同心圆圈。当大圈提示时,靶刺激 T 可出现在 3 个圈;中圈提示时,靶刺激 T 出现在中和小圈;当小圈提示时,靶刺激 T 出现在小圈。结果 随着提示等级的增大,两组反应时均逐渐延长,早期 ERP 成分 P1 与 N1 波幅均减小,与青年组相比,老年组反应时更长,且后部 P1 显著增强和 N1 明显抑制,老年组 P2 成分受到显著抑制,这种抑制不仅表现在波幅上,还表现在波形的不规则和不稳定。结论 老年组 ERP 的 P2 成分显著抑制,表明老年人对靶刺激的评估识别能力降低,提示可能导致视觉空间注意(非随意注意)的前脑区功能缺陷。

【关键词】 视觉; 注意力; 诱发电位; 衰老

Study of event-related potential on the visual attention of aging under region cues SONG Wei-qun, SONG Wei-ming, DU Ju-bao, CHEN Zhen, PAN Yu, WU Dong-yu, WANG Mao-bin, LUO Yue-jia, Department of Rehabilitation, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China

【Abstract】 Objective To investigate the brain mechanisms of aging of the visual attention.

Methods Through the precue-target visual search paradigm using the event-related potentials technique, 16 young and 16 elderly subjects participated the electrophysiological experiment. The background was comprised of three homocentric black circles and eight English capital letters consisted of each circle. The letter "T" was designed as the target stimulus. T was a target only when it located the circle clued to the same size of the precue. For example, when the cue was the "large", "T" may appear within 3 circles. When the cue was the "median", "T" may appear within either the median or small circles. When the cue was small, the target "T" may appear only within the small circle.

Results The reaction time of the two groups of subjects became quick with the reduction of the cue scale, while the amplitudes of P1 and N1 components of event-related potentials increased with the decrease of the cue scale. Old subjects showed longer response time than did young subjects, and the posterior P1 component was enhanced significantly and N1 component was inhibited obviously. The P2 component was manifested as significantly inhibitory effect not only in the amplitude but also in the abnormal and unstable waveform. **Conclusions** The cognitive function of elderly subjects declines in the research of target stimuli, which suggests that the age-related changes could lead to deficit in the posterior area of the brain to visual spatial attention (involuntary attention).

【Key words】 Vision; Attention; Evoked potentials; Aging

行为研究表明,范围提示条件下,当受试者的注意资源被应用到别处,提示效应仍然存在,注意

的外源性转移是快速的。范围提示(如区域闪光)引起的外源性注意系统,可以自动地引导注意,即使转移注意的提前动机线索不存在。一些研究利用 Posner 和 Cohen 的空间提示模式去评估注意功能的老齡化问题^[1]。普遍认为,基于外源性提示的注意转换没有受到影响。Baxter 和 Voytko^[2,3] 研究发现,猴子的老齡化对外源性提示的注意转换未产生影响,他们认为这种注意功能的保持与在动物身上表现出来的学习和记忆缺陷是相反的。

基金项目:国家自然科学基金(30540058,30370489);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

作者单位:100053 北京市,首都医科大学宣武医院神经康复科(宋为群、杜巨豹、陈真、潘钰、吴东宇、王茂斌);北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室 中国科学院心理健康重点实验室(罗跃嘉);北京大学第三医院耳鼻喉科(宋为明)

Andrea 等^[4]用提示-靶模式的研究也表明,随年龄的增长,注意功能的变化不大或没有变化。然而,应用其他的实验模式(如视觉搜索)结果表明,老年人的注意功能发生障碍。

我们对 2003 年 5 月至 2004 年 5 月来我院体检的健康老年人和大学生,利用固定位置提示的实验模式,进行了干扰刺激条件下老年人和青年人视觉空间注意范围特征的比较研究。

对象和方法

一、对象

青年组:20 名在校大学生作为有偿受试者,男女各半,年龄 19~24 岁,平均 21 岁,有 4 名受试者由于实验中不能按照实验要求进行操作及脑电图中的干扰太大而剔除,用于结果分析的为 16 名受试者(男 9 名,女 7 名);老年组:16 名老年人作为有偿受试者,男女各半,年龄 65~73 岁,平均 68 岁。所有受试者身体基本健康,简易精神量表(MMSE)测试成绩均大于 27 分,右利手,视力正常或矫正后正常,均签署知情同意书。

二、方法

1. 实验模式:刺激在电脑显示屏上呈现,刺激

序列为“背景-提示-靶刺激”。背景由 3 个同心黑色圆形线条组成。刺激材料是随机选取的大写英文字母,组成 3 个同心圆圈。每个圆圈上有 8 个字母,任意相邻的两个字母之间的距离都相同,指定 T 为靶刺激。每个圈上的 8 个字母被屏幕的垂直平分线分成左右两个视野。大、中、小 3 个圆圈的视角分别为 8.6°、5.7°、2.9°。所有的字母都是黑色,背景为白色。屏幕的正中有 1 个黑色点在整个实验中作为注视点。提示为大、中、小不等的 3 个圆圈组成,当大圈提示时,靶刺激 T 出现在大圈,2 个干扰刺激 T 分别呈现在对侧视野的中圈和小圈;中圈提示时,靶刺激 T 出现在中圈,2 个干扰刺激 T 分别呈现在对侧视野的大圈和小圈;当小圈提示时,靶刺激 T 出现在小圈,2 个干扰刺激 T 分别呈现在对侧视野的中圈和大圈(图 1)。

2. 事件相关电位(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,记录 64 导脑电,同时记录水平眼电(HEOG)和垂直眼电(VEOG),滤波带为 0.05~70.00 Hz,采样频率为每导 500.00 Hz,头皮电阻小于 5 k Ω 。分析时程为 1200 ms,含基线 200 ms,自动矫正眨眼等伪迹,波幅大于 $\pm 100 \mu V$

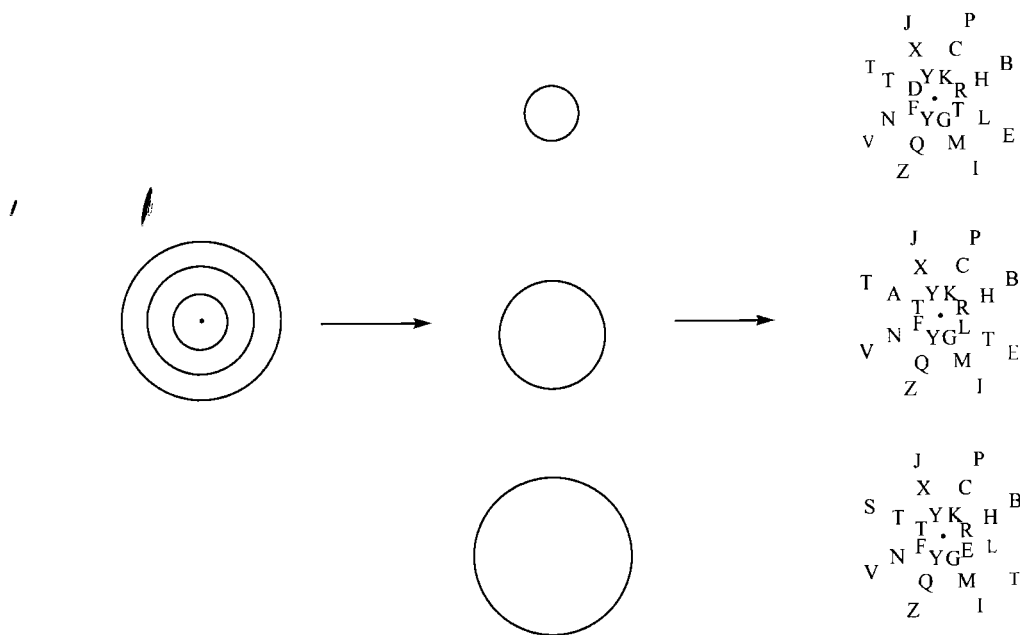


图 1 实验模式示意图

者在叠加中被自动剔除。

3. 程序和任务:首先出现背景 300 ms,然后呈现提示线索 300 ms,最后出现由 24 个字母排成 3 个圆圈的靶刺激,呈现时间 1500 ms。提示与靶刺激之间的间隔(ISI)是随机的 400~600 ms。受试者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。要求受试者尽快准确地反应。例如:提示为大圈时,受试者对大圈左视野或右视野的“T”分别按左键或右键。靶刺激“T”在 2 个视野以等概率出现。另有 10%的刺激材料没有靶刺激和干扰刺激。

三、统计学方法

对所得脑电数据采用 Woldorff 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。

按提示范围对每组受试者的靶刺激脑电图分别进行分类叠加,实际叠加次数范围为 45~68 次,平均 55 次。选取后部(POZ、PO3、PO4、PO5、PO6、PO7 和 PO8)和前部(FZ、F1、F2、F3、F4、F5、F6)共 14 个电极点作为分析对象。时间分析窗口,头皮后部 P1 为 50~160 ms、N1 为 161~220 ms;前部 N1、P2 分别为 90~180 ms、181~270 ms。

对行为数据进行 1 个组间因素(年龄:青年组和老年组 2 个水平)与 1 个组内因素(提示范围:大、中、小 3 个水平)的方差分析;对靶刺激 ERP 成分的潜伏期和波幅采用 1 个组间因素(年龄:2 水平)和 2 个组内因素(提示范围:3 水平;记录部位:前后部位各 7 水平)的 ANOVA 分析。均用 Greenhouse-Geisser 法校正 P 值^[5,6]。

结 果

一、行为数据

反应时有显著的年龄差异,老年组靶刺激识别

的反应时显著长于青年组($P<0.001$)。年龄组的反应时差异主要反映在小、中范围提示[其差异值分别为(231.00±22.21)ms 和(182±19.67) ms],见表 1。正确率亦有显著的年龄差异,老年组靶刺激识别的正确率显著低于年轻组($P<0.001$)。老年组在不同提示下反应时表现出提示主效应 $P<0.05$,中圈和大圈提示的反应时相近,均显著长于小圈提示;青年组的反应时随提示范围的增加呈显著递增趋势($P<0.01$);另外,青年组大、小范围提示下的反应时差异值(251.5±12.30)ms 明显长于老年组(68.71±14.17)ms。

表 1 青年组和老年组的反应时和正确率比较

组别	例数	范围提示	反应时(ms)	正确率(%)
老年组	16	大圈	970.24±33.76	76.31±8.21
		中圈	969.58±21.26	83.98±9.05
		小圈	902.31±31.66	85.82±7.26
青年组	16	大圈	922.43±19.85	81.18±10.23
		中圈	787.65±21.03	90.67±8.09
		小圈	671.46±13.09	93.13±11.12

二、老年组和青年组靶刺激 ERP 比较

老年组和青年组均产生了明显的前部 N1 及后部 P1 和 N1 成分,老年组的 P2 成分缺如。

统计结果显示,前部 N1 峰值在年龄组间差异无统计学意义,但表现出一定的变化趋势,即随提示范围的增加,N1 的年龄组间差异增大;老年组左脑区的 N1 比青年组略高;右脑区的 N1 则表现为老年组 N1 幅值降低(表 2)。

前部 P2 成分幅值的年龄组间差异非常明显。与青年组相比,老年组前部 P2 的波形平坦或峰值不明显,受到严重抑制,P2 幅值的年龄差异在左脑区表现的更为突出。

后部 P1、N1 的波幅有显著的年龄主效应(P1:

表 2 老年组与青年组范围提示下靶刺激 ERP 各成分的比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	范围提示	前部 N1		后部 P1		后部 N1	
			波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)
老年组	16	大圈	-3.65±0.32	108±6.81	3.28±0.35	97±6.06	-2.30±0.82	190±8.34
		中圈	-2.2±0.6	100±7.23	3.12±0.54	99±8.76	-1.79±0.76	181±6.79
		小圈	-3.98±0.41	100±3.17	3.07±0.36	98±3.39	-2.62±0.32	180±4.53
青年组	16	大圈	-3.61±0.53	108±76.03	2.98±0.81	100±4.26	-2.88±0.64	189±3.83
		中圈	-2.21±0.91	100±5.12	2.81±1.37	99±4.08	-2.73±0.69	185±7.15
		小圈	-4.22±0.38	100±7.17	3.06±0.50	99±5.68	-3.03±0.49	188±4.75

$P < 0.001$; $N1: P < 0.001$), 潜伏期无年龄主效应。年龄与提示等级之间 $P1$ 、 $N1$ 的交互作用显著 ($P < 0.001$, $P < 0.001$)。

3 种提示范围条件下, 靶刺激诱发的 ERP 成分中, 老年组的后部 $P1$ 显著高于青年组, 但以大范围提示最为明显 (3.28 ± 0.35) μV 。

后部 $N1$ 的表现形式与后部 $P1$ 相反, 年轻组的后部 $N1$ 比老年组明显增强, 而老年组则表现为幅值的明显降低及波形的不规则, 且在大圈提示下更为突出; 后部早期 ERP 各成分幅值的年龄区别均以右脑区差异更大。

讨 论

本研究的结果表明, 范围提示引导的非随意注意能力随增龄而有所下降, 即神经系统从背景刺激中觉察偏差刺激的有效性降低。引起这些变化的一个可能原因是皮质下和皮质区域的神经联系和髓鞘磷脂的广泛缺失, 这些变化在功能水平上影响早期信息加工。尽管 ERP 的年龄效应受提示注意范围等级(干扰类型)的影响, 但 ERP 各成分的基本变化趋势是一致的。

增龄引起后部 $P1$ 的显著增强和 $N1$ 的明显抑制, 后部 $P1$ 和 $N1$ 通常被认为反映了早期知觉加工的活动。研究发现, $P1$ 的有效提示效应在简单反应(速度觉察)和双选择反应(区分反应)任务中均有所体现, 但 $N1$ 的有效提示效应仅在区分反应任务中表现出来, 因此, $P1$ 反映了比 $N1$ 更早的视觉信息分析早期阶段的加工, 而 $N1$ 反映了视觉信息鉴别区分加工。 $P1$ 的起源在外纹状体视皮质, 而 $N1$ 的起源尚不确定, 但由于 $N1$ 的注意效应与 $P1$ 相似, 均为视觉通道所特有, 因此 $N1$ 可能起源于视皮质。

本实验中, 青年组与老年组的刺激完全一致, 基于 ERP 的正成分主要来自抑制性突触后电位、负成分来自兴奋性突触后电位的理论, 视觉空间注意中, 增龄对早期视皮质活动产生了显著影响, 表现为抑制性突触活动增强, 兴奋性突触活动减弱。仔细分析 ERP 波形, 可以看出, $P1$ 之前的 ERP 波

形亦表现出一定的差异, 因此老年受试者与青年受试者是否存在传导通路上的差异, 而这种可能的差异对信息加工的影响如何, 有待于进一步研究确定。

老龄化引起前部 $N1$ 和 $P2$ 的显著变化, 尤为突出的是老年组 $P2$ 成分的显著抑制, 这种抑制不仅表现在波幅上, 还表现在波形的不规则和不稳定。以往的研究中发现, 内部干扰引起 $P2$ 的明显抑制, 认为干扰刺激条件下受试者对靶刺激识别需要耗费更多的资源。Potts 和 Tucker 等^[7] 研究发现, 视觉特征选择和空间选择的靶刺激产生相似的额区分布的 $P2a(P2)$ 成分, 认为该成分反映了靶刺激的评估, 其功能区为前脑区。本研究结果表明, 老年组受试者对靶刺激的评估识别能力降低, 基于前脑区在视觉空间注意的重要作用, 提示老龄化可能导致视觉空间注意(非随意注意)的前脑区功能缺陷。

参 考 文 献

- 1 Posner MI, Cohen Y. Components of visual orienting. In attention and processing: limits on loss. San Diego: Academic Press, 1984. 115-141.
- 2 Baxter MG, Voytko ML. Spatial orienting of attention in adult and aged rhesus monkeys. Behav Neurosci, 1996, 110:898-904.
- 3 Voytko ML, Olton DS, Richardson RT, et al. Basal forebrain lesions in monkeys disrupt attention but not learning and memory. J Neurosci, 1994, 14: 167-186.
- 4 Andrea T, Janice LM, Anthony B, et al. Spatial shifts in visual attention in normal ageing and dementia of the Alzheimer type. Neuropsychol, 2002, 40: 2000-2012.
- 5 Song WQ, Gao Y, Luo YJ. Early scale effect and hemisphere superiority on the visual spatial attention: From the electrophysiological evidence of ERP. Pro Nat. l Sci, 2004, 14 : 875-879.
- 6 Song WQ, Luo YJ. Effects of early ERP components by of the scaling of the focus of visuospatial attention. NeuroImage, 2003, 19: 530.
- 7 Potts GF, Tucker DM. Frontal evaluation and posterior representation in target detection. Cognit Brain Res, 2001, 11:147-156.

(收稿日期:2005-08-03)

(本文编辑:刘季蓉)