

汉字提示下视空间注意年老化的事件相关电位研究*

宋为群¹, 宋为明², 罗跃嘉³, 凌 锋¹, 王茂斌¹, 秦延京¹

(1. 首都医科大学宣武医院神经康复科, 北京 100053; 2. 北京大学第三医院耳鼻喉科, 北京 100083; 3. 中国科学院心理健康重点实验室, 北京 100101)

摘要:目的 采用“提示-目标”的视觉实验范式,以汉字提示不同等级的搜索范围,通过事件相关电位(ERP)技术研究早期视觉注意年老化脑机制。方法 以青年和老年人各16名为被试,背景由3个同心圆组成,提示为汉字“大”、“中”、“小”,刺激材料是随机选取的大写英文字母,组成3个同心圆。“T”为靶刺激,被试按照提示搜索提示范围上的靶刺激。结果 与青年组相比,老年组反应时更长;老年组后部 P_1 显著增强和 N_1 明显抑制;老年组前部 P_2 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 年老化引起视觉空间随意注意功能的降低,其视觉分析的最早期阶段亦受到年老化的影响,而且老年组被试对靶刺激的评估识别能力降低,提示年老化可能导致视觉空间随意注意的前脑区功能缺陷。

关键词:事件相关电位;年老化;视觉空间注意;靶刺激;提示等级

中图分类号:R338.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0837(2004)05-0377-04

Aging Study of Event-related Potential on Visual Spatial Attention Precued by Chinese Words. SONG Wei-qun, SONG Wei-ming, LUO Yue-jia, LING Feng, WANG Mao-bin, QIN Yan-jing. Space Medicine & Medical Engineering, 2004, 17(5): 377 ~ 380

Abstract: Objective Based on the visual experimental paradigm “precue-target”, the search range should be affected by different Chinese characters and the dynamic mechanisms of aging in the brain on the visual attention were investigated. **Method** 16 young and 16 old subjects participated the experiment. Cue was comprised of three Chinese words “Large”, or “Median” or “Small”. The letter “T” was designed as the target stimulus. 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 and small circles. When the cue was small, the target “T” may appear only within the small circle. **Result** The reaction time (RT) of the two groups of subjects became quick with the reduction of the cue size, while amplitudes of the P_1 and N_1 component of ERPs increased with the decrease of the cue scale. Old subjects showed longer RT than young subjects did. The posterior P_1 was enhanced significantly and the N_1 was inhibited obviously in the old group. The P_2 was manifested as significantly inhibitory effect not only in the amplitude but also in the abnormal and unstable waveform. **Conclusion** The cognitive function of elderly subjects declined in the task of visual spatial attention. We demonstrated for the first time that the P_2 was manifested as significantly inhibitory effect, which suggested that the age-related reduction could lead to disfunction in the anterior scalp to visual spatial attention (voluntary attention).

Key words: event-related potential; aging; visual spatial attention; target stimulus; cue scale

Address reprint requests to: LUO Yue-jia. Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100000, China.

在空间注意的认知神经科学研究中,选择性注意引起事件相关电位(event-related potentials, ERP)的 P_1 和 N_1 等早期成分的波幅增大,两侧枕部 P_1 代表视觉加工被空间注意提示所调节的最早阶段^[1]。对 P_1 的脑成像研究发现,该成分头皮分布主要在外侧纹状视觉皮质^[2]。大

量利用空间提示范式进行的研究表明,内源性提示注意转换的年老化效应不明确,而应用其他的实验范式(如视觉搜索)却报告老年人的注意功能发生障碍^[3-6]。Greenwood^[6]等研究发现,内源性提示可以对老年被试产生更大的提示效应,但这种表现只在很长的提示-靶刺激间隔才有所体现。而在一项任务难度对视觉空间注意影响的研究中,老年被试未表现出注意功能的差异^[3]。在老年痴呆病人的视空间注意的研究中,范围提示引导的注意转换受到严重影响,而中央内源性

收稿日期:2004-07-20

通讯作者:罗跃嘉 luoyj@psych.ac.cn

* 基金项目:国家杰出青年科学基金(30325026);中国科学院重要方向项目(KSCX2-SW-221);国家科技部基础研究重大项目前期研究专项基金(2002CCA01000)资助

提示引导的注意转换却无显著变化^[4]。Curran^[7]等发现内源性提示下年老化引起视觉刺激同侧的 P_1 和双侧 N_1 的峰值潜伏期延长,而对侧 P_1 的波幅和潜伏期未受影响,作者认为视觉信息分析加工的最早阶段(从视网膜到对侧视皮层)不受年老化的影响。迄今为止,尚未见有关于视觉空间注意范围的老化特征的研究,也未见采用汉字提示对视觉空间注意影响的年老化问题的研究,汉字作为一种高级的抽象符号,用它来研究注意范围脑机制能够更加突出符号性提示引起的注意加工特点;同时文字作为符号性提示还可以减弱提示物本身带来的物理刺激效应,用它作为提示研究空间注意,更能深入客观地阐明视觉空间注意的脑机制及其年老化的影响。本研究利用固定位置提示的实验范式^[2,8],进行了汉字提示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。

方 法

被试者 青年组:20 名在校大学生作为有偿被试,男女各半,年龄范围在 19 ~ 24 岁,平均为 21 岁,有 4 名被试由于实验中不能按照实验要求进行操作以及 EEG 中的干扰太大而剔除,所以用于结果分析的为 16 名被试(男 7,女 9)。老年组:16 名老年人作为有偿被试,男女各半。年龄范围在 65 ~ 73 岁,平均为 68 岁,被试身体基本健康,右利手,视力正常或矫正后正常。

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”。背景由 3 个同心黑色圆形线条组成。屏幕的正中有 1 个黑色点在整个实验中作为注视点。提示由 3 个汉字“大”、“中”、“小”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,指定 T 为靶刺激,任意 2 个字母之间的距离都相同。每个圈上的 8 个字母被屏幕的垂直平分线分成左右 2 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,背景是白色。当大提示时,靶刺激 T 可能会出现在大、中或小圈内;中提示时, T 可能会出现在中、小圈内;当小提示时, T 只出现在小圈内(图 1)。

程序 and 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 1 500 ms。提示与靶刺激之间的间隔(ISI)是随机的 400 ~ 600 ms。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。要求被试尽可能快而准确地反应,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。

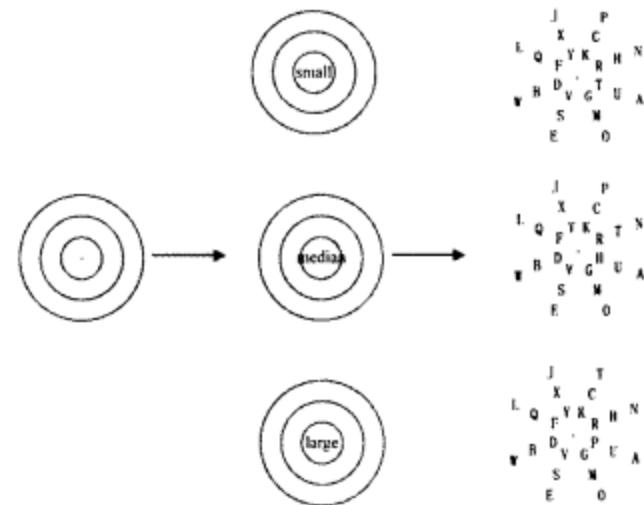


图 1 实验范式示意图

Fig. 1 Sketch map of the experimental model

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),滤波带通为 0.05 ~ 70 Hz,采样频率为 500 Hz/导,头皮电阻小于 5 k Ω 。分析时程为 1 200 ms,含基线 200 ms,自动矫正眨眼等伪迹,波幅大于 $\pm 100 \mu\text{V}$ 者在叠加中被自动剔除。

统计分析 对所得脑电数据采用 Woldorff 的相邻成分滤波(Adjar)方法^[7],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。

按提示范围对每组被试的靶刺激 EEG 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(PO_2 、 PO_3 、 PO_4 、 PO_5 、 PO_6 、 PO_7 和 PO_8)和前部(F_2 、 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5 、 F_6)共 14 个电极点作为分析对象。时间分析窗口,头皮后部 P_1 为 50 ~ 160 ms、 N_1 为 161 ~ 220 ms;前部 N_1 、 P_2 分别为 90 ~ 180、181 ~ 70 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。

结果

行为数据 反应时表现出明显的年龄主效应 $F_{1,30} = 23.11, P < 0.001$, “小”和“中”提示下,老年组靶刺激识别的反应时[小:(902.31 ± 31.66) ms;中:(969.58 ± 21.26) ms]均显著长于年轻组[小:(671.46 ± 13.09) ms;中:(787.65 ± 21.03) ms],而“大”提示下与青年组相近[老年:(970.24 ± 33.76) ms,青年:(922.43 ± 19.85) ms]。青年组不同提示下的反应时主效应差异显著 $F_{2,60} = 9.31, P < 0.01$,随提示范围的增加呈显著递增趋势,而老年组的反应时也表现出不同提示范围之间的显著差异($F_{2,60} = 7.02, P < 0.01$),“中”和“大”提示的反应时相近,均显著长于“小”提示(表1)。

不同年龄的ERP比较 前部 N_1 有明显的年

龄差异($F_{1,30} = 8.23, P < 0.01$),主要表现在右脑区,即与青年组相比,老年组 N_1 波幅显著降低[老年组(-1.0 ± 0.5) μV ,青年组:(-3.4 ± 0.68) μV]。

前部 P_2 成分波幅的年龄差异显著。与青年组相比,老年组前部 P_2 的波形平坦, P_2 的年龄组间差异在中线和左脑区更为突出。

“中”和“大”提示范围条件下,靶刺激ERP中后部 P_1 的波幅均有显著的年龄差异,但以“大”提示时年龄差异最为明显($F_{1,30} = 18.76, P < 0.001$),表现为老年组的后部 P_1 [(5.1 ± 0.4) μV]显著高于青年组[(3.81 ± 0.48) μV]。“小”提示下尽管老年组后部 P_1 [(4.0 ± 0.6) μV]比青年组略低[(4.63 ± 0.6) μV],但未达统计显著性。

后部 N_1 的表现形式为老年组比年轻组明显增强,且在“大”提示下更为突出($F_{1,30} = 23.71, P < 0.01$) [波幅:青年为(-2.2 ± 0.63) μV ,老年为(0.89 ± 0.3) μV]。(分析了14导均具有相同的趋势,由于篇幅所限,现图中仅列出4导)。

表1 青年组和老年组的反应时和正确率比较
Table 1 Comparison of response time and accuracy between young and old groups

item	response time(ms)		correct rate(%)	
	young group	old group	young group	old group
small	871.5 ± 13.1	1102.3 ± 31.7	90.13 ± 11.12	83.82 ± 7.26
median	987.7 ± 21.0	1189.6 ± 21.3	90.67 ± 8.09	84.98 ± 9.05
large	1022.4 ± 19.9	1270.2 ± 33.8	81.18 ± 10.23	76.31 ± 8.21

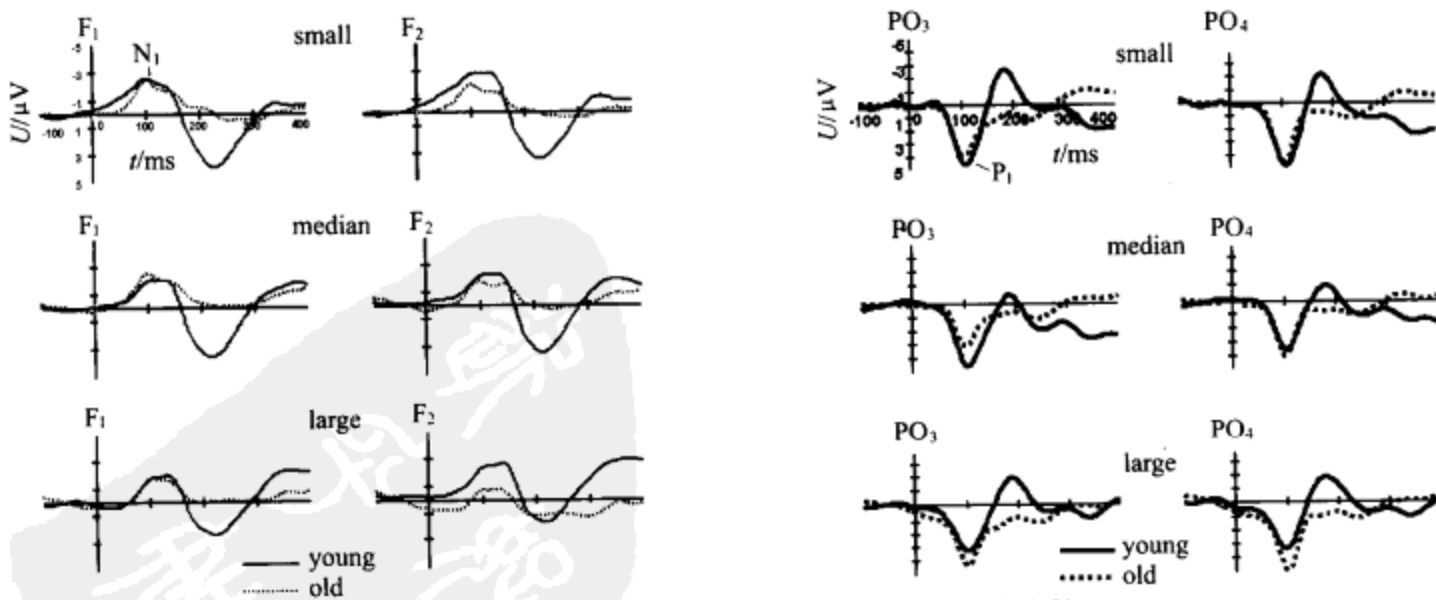


图2 汉字提示下老年组与青年组靶刺激ERP的比较

Fig. 2 Comparison of ERP to target stimuli following Chinese characters cues between old and young groups
left: anterior area, right: posterior area

讨 论

本研究利用纯化注意范围的固定区域实验模式,以汉字作为内源性提示,行为结果表明老年组被试的反应时明显比青年组长,后部 P_1 、 N_1 也比青年组显著增强,以往的研究表明,注意功能的实现,需要足够的抗干扰能力,也就是说,脑需要具有足够的抑制能力^[1,7,9]。实际上,脑高级功能障碍往往是由于这种抑制能力不足受损所造成的。本研究有力地证明了视觉分析的最早期阶段受到了年龄老化老化效应的影响,说明老化引起视觉空间随意注意功能的降低;由于 P_1 源于外侧纹状皮质^[2,8],本研究表明视觉分析的最早期阶段亦受到老化的影响,因此,不支持 Curran^[9] 等的老化对视觉加工早期阶段无影响的结论,并且随提示范围的增加,老化对 ERP 早期成分的影响越大,这一点与外源性提示^[8] 是一致的,表明提示类型(内源性和外源性)的不同不是老化效应的主要影响因素;更值得注意的是,与青年组相比,老年组引起前部 P_2 成分的显著抑制,这种抑制不仅表现在幅值 P_2 波幅上,还表现在 P_2 波形的不规则和不稳定,表明老年被试对靶刺激识别需要动员更多的兴奋性神经元,消耗更多的资源,Potts 等的研究认为^[10],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 P_2 成分,认为该成分反映了靶刺激的评估,且只反映与任务相关的加工(靶刺激的识别),其功能区为前脑区,本研究表明老化可能导致视觉空间随

意注意中的前额叶功能缺陷,进一步证明了老化对视觉空间注意的负面影响。

[参考文献]

- [1] Mangun GR. Modulations of sensory evoked brain potentials indicate changes in perceptual processing during visual-spatial priming[J]. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 1991, 17(5): 1057-1074.
- [2] Song WQ, Gao Y, Luo YJ. Early scale effect and hemisphere superiority on the visual spatial attention: from the electrophysiological evidence of ERP[J]. *J Progress Nature*, 2004, 14(6): 39-43.
- [3] Albert M. Neuropsychological and neurophysiological changes in healthy adult humans across the age range[J]. *Neurobiol Aging*, 1993, 14(6): 623-646.
- [4] Andrea Tales, Janice L. Muir, Anthony Bayer, et al. Spatial shifts in visual attention in normal ageing and dementia of the Alzheimer type[J]. *Neuropsychologia*, 2002, 40(14): 2000-2012.
- [5] Allen PA, Weber TA, Madden DJ. Adult age differences in attention: filtering or selection[J]. *J Gerontol*, 1994, 49(3): 213-222.
- [6] Greenwood PM, Parasurman R. Scale of attentional focus in visual search[J]. *Percept Psychophys*, 1999, 61(4): 837-859.
- [7] Woldorff. Visual attention with in and around the field of focal attention: a zoom lens model[J]. *Percept Psychophys*, 1986, 40(3): 225-227.
- [8] Song WQ. Early modulation mechanisms of visual spatial attention research: on ERP and behavior[D]. Dissertation of graduate student Chinese Academy of Science, 2004.
- [9] Curran T. The electrophysiology of incidental and intentional retrieval: ERP old; new effects in lexical decision and recognition memory[J]. *Neuropsychologia*. 1999, 37(10): 771-785.
- [10] Potts GF, Tucker DM. Frontal evaluation and posterior representation in target detection[J]. *Cognitive Brain Research*, 2001, 11(2): 147-156.

[作者简介:宋为群,女,副主任医师,研究方向为神经心理学]

