

年老化视觉空间注意等级效应脑机制的研究*

宋为群¹ 宋为明² 罗跃嘉^{3,4} 秦延京¹ 凌 锋¹ 王茂斌¹ 施建农³

摘要 目的:应用“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并设置干扰,通过事件相关电位技术研究视觉注意年老化脑机制。方法:用青年和老年人各16名为受试对象,背景由三个同心圆组成,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,“T”不是唯一的,受试对象按照提示搜索提示范围上的靶刺激,忽略其它范围里的“T”。结果:随着提示等级的减小,两组反应时均加快,而早期ERP成分P1与N1波幅均增大,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,老年组前部P2成分亦受到显著抑制,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:老年受试对象随任务的复杂度增加需要消耗更多的资源,与老龄化的“复杂度效应”一致。老年组P2成分的显著抑制为首次发现,表明老年组受试对象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注意的前脑区功能缺陷。

关键词 年老化;视觉注意;提示等级;复杂度效应;P2成分;事件相关电位

The scale effect of brain mechanism of aging on visual spatial attention/SONG Weiqun, SONG Weiming, LUO Yuejia, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2004, 19(11): 835—838

Abstract Objective: Using the visual experimental search model paradigm “precue-target”, and that the research attentive range could be affected by different scale interference, the aging brain dynamic mechanisms on the visual attention were investigated through ERP technique. **Method:** 16 young and 16 old subjects participated the electrophysiological experiment. The background was comprised of three homocentric black circles and eight English capital letters filled in each circle. The letter “T” was designed as the target stimulus. However, Two or more T letters were presented simultaneously. T was the only target when it located in the circle clued to the same size of the precue. **Result:** The response 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. Old subjects showed longer response time than 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. **Conclusion:** Elderly subjects need consume more resources with increasing task complexity, which was in accordance with age-related complexity effect. We demonstrated for the first time that the P2 component was manifested as significantly inhibitory effect, which indicated that the elderly subjects showed decline in the cognitive research to target stimuli and suggested that the age-related changes could lead to deficit in the posterior area of the brain in visual spatial attention (voluntary attention).

Author's address Dept. of Rehabilitation, Xuanwu Hospital, Capital University of Medical Science, Beijing, 100053

Key words aging; visual spatial attention; cue scale; complexity effect; P2 component; event-related potential

一直以来, Posner^[1]的空间提示范式经常被用来研究年老化对视觉空间注意的影响,但研究结果并不完全一致。一些研究认为,年老化对汉字提示引导的注意的影响比范围提示要大,但也有相反的报道^[2]。汉字提示被认为激活了内源性注意系统,诱发缓慢的、受控制的和随意的注意分配。以往的实验结果发现,内源性提示与外源性提示下视觉靶刺激事件相关电位(event-related potential, ERP)早期成分有不同的表现,表明二者引导的注意早期脑机制是不同的。有研究表明符号提示条件下,与年龄相关的注意缺陷在短SOA时比长SOA表现的更为明显。Folk等^[3]发现在中央小箭头提示下,老年人

的有效性提示效应比青年人要弱,而大箭头时无组间差异。

Andrea等^[4]用提示-靶范式的研究也表明,随年龄的老化,注意功能的变化不大或没有变化。然而,应用其他的实验范式(如视觉搜索)进行检查却发现

* 基金项目:国家自然科学基金(30370489);国家杰出青年基金(30325026);中国科学院重要方向项目(KSCX2-SW-221);国家科技部重大项目专项(2002CCA0100)

1 首都医科大学宣武医院神经康复科,北京宣外长椿街,100053

2 北京大学第三医院耳鼻喉科

3 中国科学院心理健康重点实验室,100101

4 通讯作者

作者简介:宋为群,女,博士,副主任医师

收稿日期:2004-07-01

老年人的注意功能发生障碍。

迄今为止, 未见有关视觉空间注意范围的老化特征的研究报道, 也未见有干扰刺激对视觉空间注意影响的年轻化问题的研究。本研究利用固定位置提示的实验范式, 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, 目的是探讨年轻化对注意功能影响的脑机制, 为老年病人的认知康复提供理论基础。

1 资料与方法

1.1 受试对象

青年组: 20名在校大学生作为有偿受试对象, 男女各半, 年龄19—24岁, 平均为21岁。有4名受试对象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例受试对象(男9例, 女7例)。

老年组: 16例老年人作为有偿受试对象, 男女各半。年龄65—73岁, 平均为68岁。所有受试对象身体基本健康, 右利手, 视力正常或矫正后正常。

1.2 刺激材料

本实验采用不同等级搜索范围范式^[5], 刺激材料在电脑显示屏上呈现, 刺激序列为“背景-提示-靶刺激”。背景由三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、小三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。屏幕的正中有一个黑色点在整个实验中作为注视点。提示由三个汉字“大”、“中”、“小”组成。当“大”提示时, 靶刺激“T”出现在大圈, 两个干扰刺激“T”分别呈现在对侧视野的中圈和小圈; “中”提示时, 靶刺激“T”出现在中圈, 两个干扰刺激“T”分别呈现在对侧视野的大圈和小圈; 当“小”提示时, 靶刺激“T”出现在小圈, 两个干扰刺激“T”分别呈现在对侧视野的中圈和大圈。

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, 记录64导脑电, 同时记录水平眼电和垂直眼电, 滤波带通为0.05—70Hz, 采样频率为500Hz/导, 头皮电阻小于5kΩ。分析时程为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

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3个圆圈的靶刺激, 呈现时间1500ms。提示与靶刺激之间的间隔(ISI)是随机的400—600ms。受试对象的任务是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。要求受试对象尽快准确地反应。例如: 提示为大圈时, 受试对象对大圈左视野或右视野的“T”分别按左键或右键。靶刺激“T”在两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。

1.5 统计学分析

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对象的靶刺激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(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—160ms、N1为161—220ms; 前部N1、P2分别为90—180、181—270ms。

对行为数据进行一个组间因素(年龄: 青年组和老年组2个水平)与一个组内因素(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一个组间因素(年龄: 2水平)和二一个组内因素(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。

2 结果

2.1 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均显著长于年轻组, 而“大”提示下与青年组相近。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。见表1。

2.2 靶刺激ERP

2.2.1 老年组。

前部N1成分的波幅有显著的提示范围主效应($F_{2,60}=10.68$, $P<0.01$), 表现为“小”提示($F_z: -3.90 \pm 0.4\mu V$)时的波幅高于“中”提示($F_z: -3.8 \pm 0.4\mu V$), 而“中”提示高于“大”提示($F_z: -2.95 \pm 0.4\mu V$)。潜伏期没有等级主效应。

前部 P2 无明显峰值。

不同提示时, 头皮后部 P1 波幅的主效应显著 ($F_{2,60}=17.39, P<0.001$), 大提示的 P1 波幅 (POZ: $5.10\pm 0.42\mu V$) 大于中提示 (POZ: $3.07\pm 0.91\mu V$) 和小提示 (POZ: $3.04\pm 0.63\mu V$)。P1 潜伏期的提示主效应不显著。

后部 N1 的波幅和潜伏期均无提示范围主效应。见表 2。

2.2.2 青年组。

前部 N1: 波幅有显著的提示范围主效应 $F_{2,60}=13.29, P<0.001$, “小”提示下的靶刺激诱发的 N1 波幅最高 ($F_z: -3.40\pm 0.68\mu V$), “中”提示次之 ($-2.58\pm 0.53\mu V$), “大”提示最低 ($-1.61\pm 0.84\mu V$)。N1 的潜伏期等级主效应 ($F_{2,60}=6.31, P<0.05$) 主要表现在中线和左额区, 即“小”提示的 N1 潜伏期显著短于“中”和“大”提示, 而“中”和“大”提示下的靶刺激 ERPs 的 N1 潜伏期无明显区别 (表 3)。

前部 P2: 该成分的等级主效应显著 $F_{2,60}=8.23, P<0.01$, 即“小”提示与“中”提示条件下的前部 P2 波幅相近, 均明显高于“大”提示条件。潜伏期无等级效应。

后部 P1: P1 波幅有提示范围主效应 ($F_{2,60}=11.67, P<0.001$), 潜伏期亦表现出明显的等级效应 ($F_{2,60}=5.97, P<0.05$), 即“大”提示下的潜伏期 ($PO4: 96\pm 5.77ms$) 明显短于“小”提示 ($108\pm 6.81ms$)。

后部 N1: 该成分的提示范围效应不显著, 仅表现为明显的电极主效应 ($F_{6,180}=7.21, P<0.01$)。

表 1 青年组和老年组的反应时和正确率

提示刺激	反应时 (ms)		正确率 (%)	
	青年组	老年组	青年组	老年组
小提示	777.65±38.45	885.76±32.66	80.54±14.61	78.56±11.23
中提示	829.18±29.14	982.91±41.67	89.12±11.538	6.15±9.08
大提示	982.32±36.83	990.45±33.58	83.03±9.34	79.23±12.3

表 2 老年组汉字提示下靶刺激 ERP 各成分的最大幅值和潜伏期

ERP成分	小提示		中提示		大提示	
	波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)
前部 N1	-3.76±0.51	100±5.0	-3.69±0.4	100±3.3	-2.65±0.4	108±6.3
后部 P1	3.04±0.63	99±6.3	3.07±0.91	101±6.2	5.10±0.42	98±3.1
后部 N1	1.0±0.3	200±8.2	1.1±0.6	200±7.0	0.9±0.5	200±2.82

表 3 青年组汉字提示下靶刺激 ERP 各成分的最大幅值和潜伏期

ERP成分	小提示		中提示		大提示	
	波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)	波幅(μV)	潜伏期(ms)
前部 N1	-3.40±0.68	100±5.0	-2.58±0.53	112±6.3	-1.61±0.84	111±7.0
前部 P2	3.41±0.91	224±8.9	3.75±1.1	210±6.3	3.01±0.78	225±9.3
后部 P1	4.63±0.6	108±6.81	3.75±0.54	100±5.8	3.81±0.48	96±5.77
后部 N1	-2.0±0.71	189±9.1	-1.8±0.68	191±5.6	-2.1±0.84	189±4.2

2.2.3 老年组与青年组比较。

前部 N1 和 P2: 前部 N1 有明显的年龄差异 ($F_{1,30}=8.23, P<0.01$), 这种差异主要表现在右脑区, 即与青年组相比, 老年组 N1 幅值显著降低。前部 P2 成分幅值的年龄差异显著。与青年组相比, 老年组前部 P2 的波形平坦, P2 的年龄组间差异在中线和左脑区更为突出。由于老年组前部 P2 无明显峰值, 因此未进行峰值潜伏期的统计分析。

后部 P1 和 N1: “中”和“大”提示范围条件下, 靶刺激 ERP 中后部 P1 的幅值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 P1 显著高于青年组。“小”提示下尽管老年组后部 P1 比青年组略低, 但未

达统计显著性。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, 且在“大”提示下更为突出 ($F_{1,30}=23.71, P<0.01$)。见图 1。

3 讨论

大量利用空间提示范式进行的研究表明, 内源性提示的注意转换的老龄化效应不明确。Greenwood 等^[6]研究发现, 内源性提示可以对老年受试对象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, 老年受试对象未表现出注意功能的差异。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, 而中央性

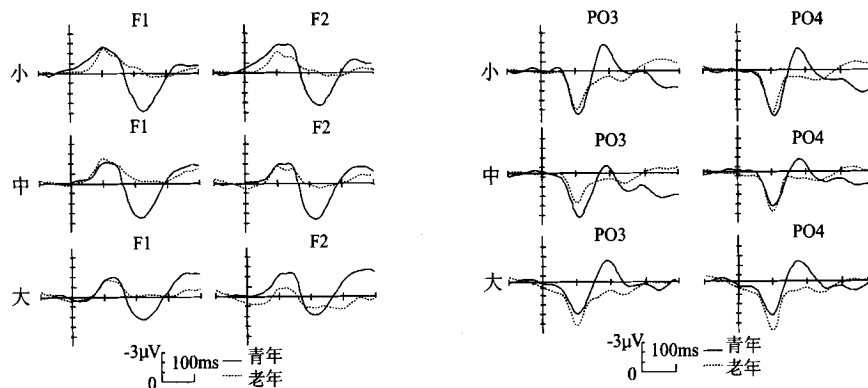


图1 汉字提示下老年组与青年组靶刺激 ERP 的比较(左图:前脑区,右图:后脑区)

提示引导的注意转换却无显著变化。Curran 等^[7]发现汉字提示下老化引起视觉刺激同侧的 P1 和双侧 N1 的峰值潜伏期延长,而对侧 P1 的幅值和潜伏期未受影响,他们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)不受老化的影响。

与外源性注意系统(非随意注意)不同,汉字提示激活内源性注意系统(随意注意),诱发缓慢的、受控制的和随意的注意分配。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,结果发现视觉搜索中的靶刺激识别的行为数据和 ERP 的早期成分也具有明显的年龄老化效应:随提示范围的增加,即外部干扰→内部干扰,老化对 ERP 早期成分的影响越大;与青年组相比,老年组的反应时均显著延长,正确率降低,表明老化引起视觉空间随意注意功能的降低;老化引起后部 P1 的显著增强和 N1 的明显抑制,由于 P1 源于外侧视皮层以及 N1 可能源于视皮层,表明视觉分析的最早期阶段亦受到老化的影响,因此,本结果不支持 Curran 等的结论;老化引起前部 P2 成分的显著抑制,Potts 等^[8](2001)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,因而,对于老年病人康复中不应忽视其空间注意功能障碍。

参考文献

- [1] Posner MI, Cohen Y. Components of visual orienting. In Attention and Processing: Limits on Loss [J]. San Diego: Academic Press, 1984, 115—141.
- [2] Salthouse TA. The processing-speed theory of adult-age differences in cognition [J]. Psychol. Rev., 1996, 103: 403—428.
- [3] Folk CL, Hoyer WJ. Aging and shifts of visual spatial attention [J]. Psychol. Aging, 1992, 7: 453—465.
- [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, 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 [J]. J Progress Nature, 2004, 14(10) 875—879.
- [6] Greenwood PM, Parasurman R. Scale of attentional focus in visual search [J]. Percept Psychophys, 1999, 61: 837—859.
- [7] Curran T. The electrophysiology of incidental and intentional retrieval: ERP old/new effects in lexical decision and recognition memory [J]. Neuropsychologia, 1999, 37: 771—785.
- [8] Potts GF, Tucker DM. Frontal evaluation and posterior representation in target detection [J]. Cognitive Brain Research, 2001, 11: 147—156.

欢迎订购《中国康复医学杂志》2004 年上半年合订本

本刊发行部现出售 2004 年上半年合订本,每本 80 元,欢迎订购。

地址:北京中日友好医院《中国康复医学杂志》发行部;邮编:100029;电话及传真:(010)64206649、64218095;联系人:杨洪强。