

# 青少年工作记忆的年龄差异: 脑事件相关电位研究

张林<sup>1</sup>, 刘昌<sup>2</sup>

(1.中国传媒大学南广学院新闻传播系, 江苏 南京 211172; 2.南京师范大学教育科学学院, 江苏 南京 210017)

【摘要】 目的: 通过脑事件相关电位(ERP)技术来探讨青少年工作记忆的脑电信号是如何随年龄增长而变化。方法: 以 14~22 岁的 52 名健康学生为被试, 完成两种难度水平的空间和词语工作记忆任务。结果: 被试的反应时随年龄增长而逐渐变快, 正确率在明显提高; P200 潜伏期没有年龄主效应, 初中组在额区的 P200 峰值明显大于大学组; 初中组在枕区的 P100 峰值和潜伏期都是显著大于大学组; 初中组在枕区的 N160 波峰明显小于大学组, 初中组在其潜伏期上显著长于大学组; 初中组在顶区的 P300 平均幅值明显低于其它两个组。结论: 青少年工作记忆的年龄差异是呈不均衡变化。

【关键词】 工作记忆; 脑事件相关电位(ERP); n-back 范式; 年龄效应

中图分类号: B884.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2006)05-0542-05

## Effects of Age on Teenager's Working Memory: Related An Event-related Potential Study

ZHANG Lin, LIU Chuang

Department of Journalism and Communication, Communication University of China Nanjing Broadcast College,

Nanjing 211172, China

【Abstract】 Objective: The article analyzed how neurophysiological signals of adolescent's working memory (WM) change with increasing age. Methods: We recorded ERP from 52 healthy subjects aged from 14 to 22 years old in three groups. Our experiment consisted of 4 subexperiments and had two types of working memory tasks: spatial working memory and verbal working memory tasks, furthermore, every task included two levels of difficulty. Results: Reaction time was faster with increasing age, there was significant difference in accuracy of complicated tasks in different age groups with junior high school group significantly lower than others; There was significant difference between junior high school group and college group in frontal P200 amplitude and its latency had no significant difference in the three groups; Occipital P100 amplitude was descending when age was increasing and there had significant difference in latency between junior high school group and college group; Occipital N160 amplitude was increasing with age and the latency was descending with age and there was significant difference between junior high school group and college group; Average amplitude of parietal P300 was increasing with age and junior high school group's was significantly lower than the other two groups'. Conclusion: Teenager's working memory changes unevenly with age.

【Key words】 Working memory; ERP; n-back paradigm; Effect of age

工作记忆(working memory)是指在认知活动中对信息进行暂时性储存和控制的容量有限的记忆系统<sup>[1]</sup>。工作记忆这一概念最早由 Baddeley 和 Hitch 等人在短时记忆基础上对这个术语进行了明确的界定,随后 Baddeley 将其进一步完善<sup>[2]</sup>。Baddeley 认为工作记忆包括一个中央执行系统(the central executive system)和两个子系统——语音回路(phonological loop)与视觉空间模板(visuospatial sketch pad)。工作记忆具有明显的年龄敏感性和个体差异,可以认为工作记忆能力是年龄和个体差异的一项重要指标<sup>[3, 4]</sup>。

工作记忆脑机制的早期研究多采用高空间分辨率的 fMRI 和 PET 技术来确定支持工作记忆各功能成分的脑区组织,但由于 fMRI 和 PET 的时间分辨率不高,不能把工作记忆的加工进程精确的表现出

来,毫秒级时间分辨率的 ERP 技术可以区分不同的认知过程。在工作记忆的年龄特征的事件相关电位研究中,国内的研究很少,国外也是主要集中在老年化的研究,McEvoy 等人采用倒数 n 项作业范式的老年化研究发现,N160 成分的最大值在顶枕区,随着年龄的增长老年被试 N160 潜伏期在逐渐延长;P200 潜伏期没有年龄差异,但老年被试所诱发的 P200 波幅比青年被试明显要大,并且主要分布在额区;三个年龄组的 P300 波幅的最大值都在顶区且在此区所诱发的 P300 波幅老年被试较小,P300 潜伏期随着年龄增长而延长<sup>[5]</sup>。Luciana 等人采用 Sternberg 项目再认作业研究工作记忆老年化研究发现,随着年龄的增长,听觉任务诱发的 P100 幅值和视觉任务诱发的 P145 幅值也随着增加<sup>[6]</sup>。

目前,在国内外很少有报告关于工作记忆在儿

童或青少年发展方面的 ERP 研究, 本论文通过 ERP 技术初步探讨青少年工作记忆的年龄差异。

## 1 方 法

### 1.1 被试

来自南京某中学和大学的 14~22 岁健康被试 52 名, 把被试分成三个年龄组, 其中 14~15 岁的初二学生 19 名组成初中组, 平均年龄为  $14.4 \pm 0.6$  岁 (男 9 名, 女 10 名); 17~18 岁的高二学生 15 名组成高中组, 平均年龄为  $17.4 \pm 0.6$  岁 (男 7 名, 女 8 名); 19~22 岁大二学生 18 名组成大学组, 平均年龄为  $20.6 \pm 0.9$  岁 (男 8 名, 女 10 名)。所有被试无神经精神疾病或脑部损伤史, 裸视或矫正视力正常, 均为右利手, 被试完成实验后给予一定报酬。

### 1.2 刺激材料

刺激在 17 英寸彩色显示器上呈现, 本实验的刺激材料为大写的“A”、“B”、“C”、“D”四种字母, 每个字母有上、下、左和右 4 种空间位置, 在 Genqpt 软件中, 上、下、左、右的坐标分别设为 (0, 300)、(0, -300)、(-200, 0)、(200, 0)。字母刺激的编辑是在 Stim 程序中的 Image word 软件进行的, 采用粗体的黑体字, 大小为 48 号, 字母颜色为蓝色, 黑色背景; 另外在屏幕中央有一字号为 12 红色大写的提示刺激“X”。

### 1.3 实验程序

在正式实验开始前, 进行利手调查和标准瑞文智力测试, 然后被试进行相同设计但刺激材料呈现顺序不同的序列练习以熟悉实验程序。认知任务的刺激呈现的时间进程如图 1。本实验采取的是 n-back 范式。有空间任务和词语任务两种类型, 每种类型中有两种难度水平 (即 0-back 和 2-back), 且四组实验的刺激材料是相同的, 每个任务有 80 个单元 (即 80 个 trials) 组成, 每组实验中的匹配刺激和不匹配刺激都是 50%。在空间任务中, 要求被试忽略言语信息判断空间位置; 在词语任务中要求被试忽略空间位置判断字母的匹配性。被试使用反应盒按键, 考虑到利手影响按键要求在被试间平衡, 即在每个年龄组中有一半被试对匹配刺激按“1”键, 不匹配刺激按“4”键, 另一半则要求相反。此外, 所有被试都是先进行简单任务后进行复杂任务, 但空间任务和词语任务的顺序进行被试间平衡。

### 1.4 脑电记录

实验仪器为美国 NeuroScan 公司的 32 导 ERP 工作站和分析系统。按国际 10~20 系统扩展的 32

导电极帽来记录 EEG。以双乳突为参考电极, 分别记录垂直眼电 (VEOG) 与水平眼电 (HEOG)。脑电放大 75000 倍, 眼电放大 22500 倍。电极与头皮之间的电阻小于 5 千欧。滤波带宽 0.01Hz 到 100Hz, 采样频率为 1000Hz/导。记录脑电数据以做离线分析。

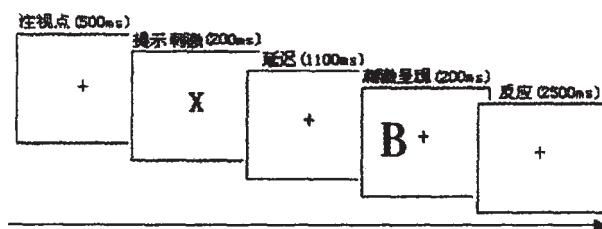


图 1 工作记忆任务的刺激呈现的时间进程

### 1.5 数据分析

ERP 分析时程 (epoch) 是 -200ms~1000ms, 即字母刺激呈现前 200ms 到字母刺激呈现后的 1000ms。计算每个被试的 8 个平均值, 分别是: 简单匹配空间任务的 ERP, 简单不匹配空间任务的 ERP, 简单匹配词语任务的 ERP, 简单不匹配词语任务的 ERP, 复杂匹配空间任务的 ERP, 复杂不匹配空间任务的 ERP, 复杂匹配词语任务的 ERP 及复杂不匹配词语任务的 ERP。反应错误的和未未来得及反应的均不参与平均。如图 3 所示, 本实验研究发现有年龄差异的 ERP 成分, 在头皮前部诱发的 P200; 在头皮后部有 N160 和 P100; 还有就是头皮中部和顶区的 P300。根据前人研究经验、本实验的总平均波形图主要测量分析额区 F3、FZ、F4 的 P200 成分, 枕区 O1、OZ、O2 的 N160 和 P100 成分, 顶区 P3、PZ、P4 的 P300 成分。其中 P100、P200 和 N160 波峰明显, 故测量其峰值和潜伏期, P300 峰值个体差异较大, 有些被试无明显波峰, 故对其平均幅值进行分析, 根据叠加结果和前人研究经验, 选取 250ms-500ms 作为测量窗口。用 SPSS10.0 进行多因素重复测量方差分析, 方差分析的 P 值采用 Greenhouse-Geisser 法校正。

## 2 结 果

### 2.1 行为结果

平均反应时和平均正确率在任务类型上均没有主效应, 两种任务类型条件在平均反应时和平均正确率上的年龄特征, 见附表。

空间任务和词语任务在平均反应时上都有任务难度和刺激类型的主效应。都是随任务难度的增加, 被试平均反应时显著增加, 分别是  $F(1,49)=90.52$ ,  $P<0.001$  和  $F(1,49)=59.93$ ,  $P<0.001$ ; 呈现匹配刺激要比不匹配刺激时被试的平均反应短, 分别是  $F(1,49)$

=61.64,  $P<0.001$  和  $F(1,49)=39.74$ ,  $P<0.001$ 。年龄和其它因素均无交互作用。

空间任务和词语任务在平均正确率上都有任务难度和刺激类型的主效应。随任务难度的增加,被试平均正确率明显下降,分别是  $F(1,49)=25.53$ ,  $P<0.001$  和  $F(1,49)=32.47$ ,  $P<0.001$ ; 被试的平均正确率在呈现匹配刺激明显要比不匹配刺激时低, 分别是  $F(1,49)=19.81$ ,  $P<0.001$  和  $F(1,49)=21.28$ ,  $P<0.001$ 。在两种任务类型条件下年龄和任务难度均有显著交互作用, 分别是  $F(2,49)=6.60$ ,  $P<0.005$  和  $F(2,49)=5.14$ ,  $P<0.01$ , 表现为简单任务中, 年龄没有主效应; 在复杂任务中, 都是初中组明显低于其它两个组, 分别是  $F(2,49)=6.10$ ,  $P<0.005$  和  $F(2,49)=6.72$ ,  $P<0.005$ 。

## 2.2 ERP 结果的基本特征

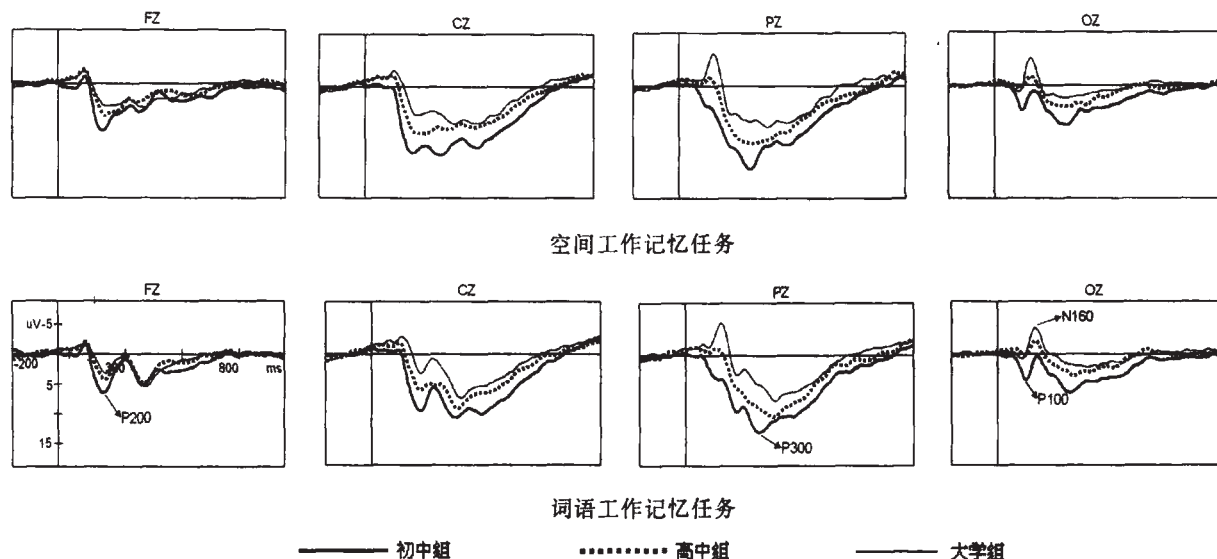


图2 空间任务和词语任务总平均图的年龄特征

## 2.3 年龄效应的 ERP

在空间和词语任务条件下比较 ERP 成分的年龄差异。用 3(年龄)  $\times$  2(任务难度)  $\times$  2(刺激类型)  $\times$  3(电极位置) 进行三因素重复测量四因素混合设计对有年龄特征 ERP 各成分的潜伏期、峰值或平均峰值利用 SPSS10.0 软件包进行方差统计分析。

**2.3.1 额区 P200 成分** P200 潜伏期在空间和词语任务中均没有年龄差异; 年龄和其它因素也没有交互作用。P200 峰值在空间任务条件下有年龄效应, 表现为初中组的 P200 峰值明显长于大学组 (三组分别为: 7.91 $\mu$ v, 5.92 $\mu$ v, 4.17 $\mu$ v),  $F(2,49)=6.66$ ,  $P<0.01$ ; 在空间任务中, 在简单任务中比在复杂任务中的明显要小,  $F(1,49)=7.56$ ,  $P<0.01$ 。在词语任务中, 没有年龄差异; 两种条件下年龄和电极位置均有交互作用, 分别是  $F(4,49)=2.85$ ,  $P<0.05$  和  $F(4,49)=4.61$ ,  $P<$

总体观察 ERP 曲线有着相似的年龄特征, 它们诱发相同的 ERP 成分。如图 2 所示, 在额区的 P200、枕区的 P100 和 N100、中央区和顶区的 P300 (顶区所诱发的 P300 最大) 都有着明显的年龄差异。但各成分的潜伏期和波峰的大小的情况不尽相同。

附表 空间任务和词语任务在平均反应时和平均正确率的年龄特征

	平均反应时 (ms)			平均正确率 (%)		
	初中组	高中组	大学组	初中组	高中组	大学组
空间任务	671(198)	644(137)	624(128)	88.2(9.5)	94.1(3.7)	93.9(7.1)
F 值		$F=0.28$			$F=3.94^*$	
词语任务	681(151)	681(145)	587(151)	86.1(12.4)	94.0(6.5)	95.7(3.8)
F 值		$F=1.62$			$F=6.07^{**}$	

注: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$

0.01。

**2.3.2 枕区 P100 和 N160 成分** 在两种条件下 P100 潜伏期都有着明显的年龄差异。在空间任务中, 初中组和高中组明显比大学组要长 (依次为 123ms, 111ms, 98ms),  $F(2,49)=11.42$ ,  $P<0.001$ ; 在简单任务中比在复杂任务中的明显要小,  $F(1,49)=4.70$ ,  $P<0.05$ ; 年龄和刺激类型有交互作用,  $F(1,49)=3.61$ ,  $P<0.05$ 。在词语任务中, 初中组的 P100 潜伏期明显比大学组的要长 (依次为 121ms, 108ms, 102ms),  $F(2,49)=6.298$ ,  $P<0.01$ 。在两种条件下 P100 峰值都有着明显的年龄差异。在空间任务中, 初中组的明显大于另两个组 (依次为 4.752 $\mu$ v, 2.28 $\mu$ v, 2.16 $\mu$ v),  $F(2,49)=5.24$ ,  $P<0.01$ ; 呈现匹配刺激明显要比不匹配刺激时大,  $F(1,49)=9.16$ ,  $P<0.01$ 。在词语任务中, 也是初中组的明显大于另两个组 (依次为 5.38 $\mu$ v, 1.84 $\mu$ v,

1.93 $\mu$ v),  $F(2,49)=8.15$ ,  $P<0.001$ 。另外, 年龄和其它因素在 P100 潜伏期和峰值都没有交互作用。在空间任务中, 初中组 N160 潜伏期明显比另两组要长(依次为 175ms, 162ms, 161ms),  $F(2,49)=5.28$ ,  $P<0.01$ ; 呈现匹配刺激明显要比不匹配刺激时大,  $F(1,49)=5.15$ ,  $P<0.01$ 。在电极位置 O1 的 N160 潜伏期比 O2 上要长,  $F(2,49)=9.15$ ,  $P<0.01$ 。在词语任务中, N160 潜伏期没有年龄效应; 在简单任务中比复杂任务的明显要长,  $F(1,49)=4.51$ ,  $P<0.05$ 。年龄和其它因素在 N160 潜伏期和峰值都没有交互作用。在空间和词语任务条件下 N160 波峰均有明显的年龄差异而在其它因素上没有任何主效应以及年龄和其它因素没有明显交互作用。在空间和词语任务条件下, 都是初中组 N160 波峰明显低于大学组, 分别为  $F(2,49)=7.42$ ,  $P<0.01$ ;  $F(2,49)=8.19$ ,  $P<0.001$ 。

**2.3.3 顶区 P300 成分** 由于在顶区诱发的 P300 最大, 本论文只对该区的 P300 进行具体分析。在空间

任务中, 随年龄增长, P300 平均幅值明显减小(分别是 10.48 $\mu$ v, 7.98 $\mu$ v, 5.39 $\mu$ v),  $F(2,49)=16.78$ ,  $P<0.001$ , 三组内两两间均有显著差异性; 简单任务中的 P300 平均幅值要比复杂任务明显要大,  $F(1,49)=7.87$ ,  $P<0.01$ ; 呈现匹配刺激的明显要比不匹配刺激的大,  $F(1,49)=10.42$ ,  $P<0.01$ 。在词语任务中, 初中组和高中组明显比大学组要大(依次为 10.53 $\mu$ v, 8.32 $\mu$ v, 4.96 $\mu$ v),  $F(2,49)=13.79$ ,  $P<0.001$ ; 简单任务中的 P300 平均幅值要比复杂任务明显要大,  $F(1,49)=7.27$ ,  $P<0.01$ ; 呈现匹配刺激的明显要比不匹配刺激的大,  $F(1,49)=29.98$ ,  $P<0.001$ 。在两种任务条件下, 年龄和其它因素在 P300 平均幅值上都没有交互作用。

## 2.4 地形图分析

在对 250-500ms 间隔 50ms 的地形图分析发现, 不管是空间工作记忆任务还是词语工作记忆任务, 三个年龄组在顶区的激活程度随着年龄的增长依次下降。见图 3。

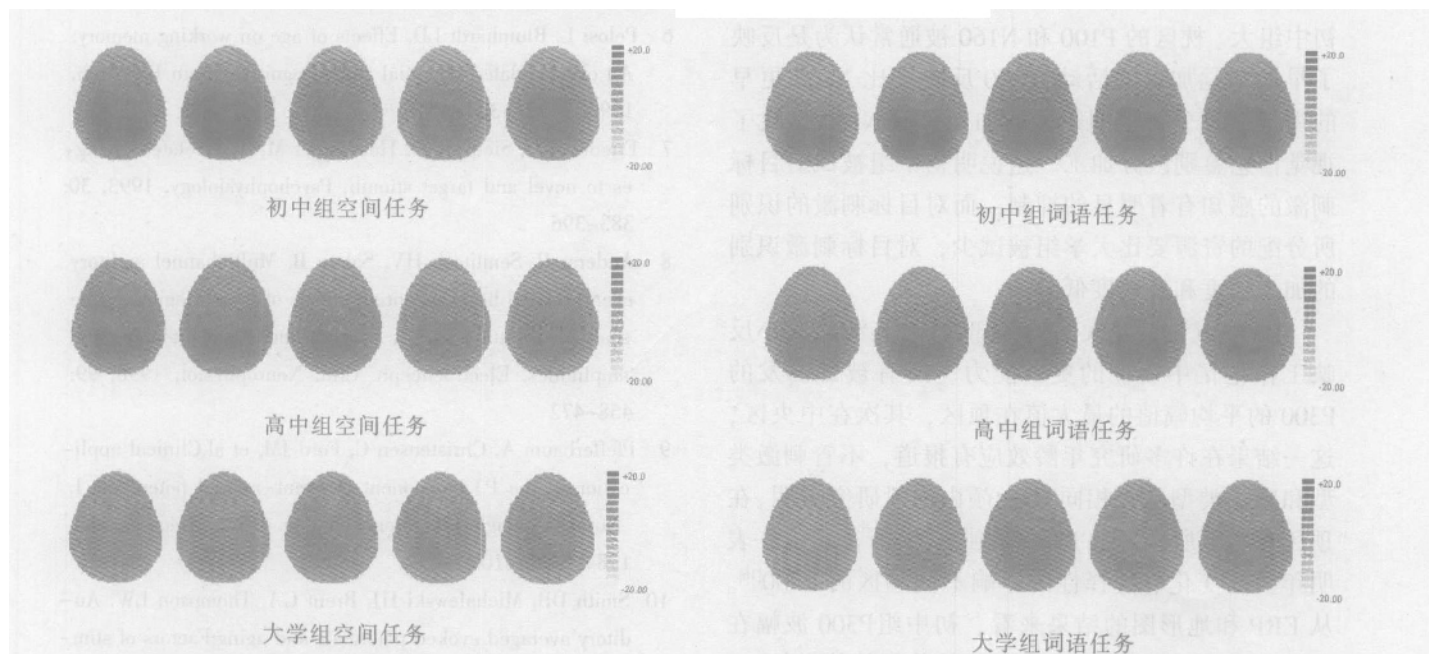


图 3 三个年龄组空间和词语任务 250-500ms 地形图

## 3 讨论

### 3.1 青少年工作记忆行为结果的年龄效应

本研究结果表明, 青少年随着年龄的增长, 行为反应在逐渐变快(但并没有达到显著性差异, 这也许是因为青少年随着年龄的增长, 在行为反应上倾向于保守。), 正确率明显变高。ERP 数据结果也和年龄有一定的关系。

### 3.2 青少年工作记忆 ERP 的年龄效应

从 ERP 结果可以看出年龄因素影响大脑的加工过程, 包括加工的开始阶段。

P200 成分的最大值在额区, 其潜伏期无年龄差异。但在空间任务中初中组 P200 峰值明显要比大学组大。额区诱发的 P200 成分反映对无关信息的抑制能力或是对目标刺激注意集中能力。初中组 P200 峰值明显要比大学组大, 这说明初中组被试对目标刺激的评估识别能力较低, 即对靶刺激识别需要耗费更多的资源, 说明青少年发展的过程中抑制无关信息的能力在增强。此外, 本实验还发现, 空间任务难度越小, 其峰值越低, 我们可以这样认为, 在青少年发展过程中的年龄的增长相当于任务难度的

降低, 所以 P200 峰值在任务水平上的主效应和年龄的主效应的结果是一致的。有文献记载在老年化听觉 Oddball 实验范式研究中, 标准刺激所诱发的 P200 峰值在老年被试中最大<sup>[6-8]</sup>。从青少年在这方面能力发展和年老在这种能力的退化上来看, 本实验结果和前人研究的结果是一致的。

在空间和词语任务中 P100 潜伏期和空间任务的 N160 潜伏期随年龄增长而明显减小。此外, 这一结果和反应时随年龄增长所变化的趋势是一致的。这也许反映了在青少年发展过程中, 其感知觉加工速度随着年龄的增长而增快。如果把青少年工作记忆发展过程和老年化的进程近似看成是相反的话, 这一现象和 McEvoy 等研究结果是一致的<sup>[9]</sup>。

尽管随着年龄的变化, P100 和 N160 潜伏期的变化趋势一致, 但它们的峰值的年龄差异却不一样。在两种任务条件下, 都是初中组的 P100 峰值明显要比其它两个组大; 大学组的 N160 波峰明显要比初中组大。枕区的 P100 和 N160 被通常认为是反映了早期知觉加工的活动, P100 反映了比 N160 更早的视觉信息分析早期阶段的加工, 而 N160 反映了视觉信息鉴别区分加工。这说明初中组被试对目标刺激的感知有着明显的抑制; 而对目标刺激的识别所分配的资源要比大学组被试少, 对目标刺激识别的加工强度和有效度低。

P300 成分反映大脑的认知功能, 其波幅大小反映工作记忆中表征的更新能力。所有被试诱发的 P300 的平均幅值的最大值在顶区, 其次在中央区, 这一结果在许多研究年龄效应有报道, 不管刺激类型和感觉类型是否相同<sup>[9, 10]</sup>。颅内损毁研究表明, 在顶区和额区所诱发的 P300 是独立的<sup>[11-15]</sup>。这也许表明年龄的变化有选择性的影响不同脑区的 P300<sup>[16]</sup>。从 ERP 和地形图的结果来看, 初中组 P300 波幅在明显比大学组要大, 说明青少年随着年龄的增长, 工作记忆中表征的更新能力在逐渐下降。本实验结果还发现青少年发展的工作记忆研究和许多工作记忆老年化研究对比发现, 初中组和老年组许多反应指标是对应的, 但 P300 的波幅情况却相反, 即在青少年发展过程中, 初中组的 P300 波峰最高; 而在老化过程中, 老年组的 P300 波峰最低。这一结果告诉我们, 也许工作记忆的毕生发展并不能简单地总结为成抛物线型发展<sup>[17]</sup>, 而是动态发展的过程。

ERP 结果表明在工作记忆任务中和年龄的变化主要在额区、顶区及枕区。主要表现为: 随着年龄的增长, 青少年的感知觉的加工速度在加快, 对刺激

的识别能力在增加; 抑制无关刺激的能力在增强; 在工作记忆中表征的更新能力在下降。所以可以认为和工作记忆有关的 ERP 成分在青少年发展过程中是动态发展的。

#### 参 考 文 献

- 1 Baddeley A, Hitch G. Working Memory, in: Bower G, Recent Advances in Learning and Motivation. Academic Press, New York, 1974, 8: 47- 90
- 2 刘昌. 人类工作记忆的某些神经影像研究. 心理学报, 2002, 34(6): 634- 642
- 3 Salthouse TA. The aging of working memory. Neuropsychology, 1994, 8:535- 543
- 4 Jenkins L, Myerson J, Halle S, Fry AF. Individual and developmental differences in working memory across the life span, Psychonomic Bulletin and Review, 1999, 6:28- 40
- 5 McEvoy LK, Pellouchoud E, Smith ME. Neurophysiological signals of working memory in normal aging, Cognitive Brain Research, 2001, 11:363- 376
- 6 Pelosi L, Blumhardt LD. Effects of age on working memory: An event-related potential study. Cognitive Brain Research, 1999, 7: 321- 334
- 7 Friedman D, Simpson G, Hamberger M. Age-related changes to novel and target stimuli. Psychophysiology, 1993, 30: 383- 396
- 8 Anderer P, Semlitsch HV, Saletu B. Multichannel auditory event-related brain potential: effects of normal aging on the scalp distribution of N1, P2, N2 and P300 latencies and amplitudes. Electroenceph. Clin. Neurophysiol, 1996, 99: 458- 472
- 9 Pfefferbaum A, Christensen C, Ford JM, et al. Clinical application of the P3 component of event-related potentials. I. Normal aging. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol, 1984, 59:85- 103
- 10 Smith DB, Michalewski HJ, Brent GA, Thompson LW. Auditory averaged evoked potentials and aging: Factors of stimulus, task and topography. Biol. Psychol, 1980, 11:135- 151
- 11 Vesco KK, Bone RC, Ryan JC, Polich J. P300 in young and elderly subjects: Auditory frequency and intensity effects, Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol, 1993, 88:302- 308
- 12 Baudena P, Halgren E, Heit E, et al. Intracerebral potential to rare matching and distractor auditory and visual stimuli. Frontal cortex, Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol, 1995, 94:251- 264
- 13 Halgren E, Baudena P, Clarke JM, et al. Intracerebral potentials to rare matching and distractor auditory and visual stimuli: I. Superior temporal plane and parietal lobe, Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol, 1995, 94:191- 220

的编制者都有自己的理论构想和操作定义。从问卷的内容来看,由于研究者各自的研究目的和对象的不同,所涉及到的复原力的内容存在很大的差距。从测验的适应对象来看,国外编制的测验指向中小学生的测验比较多,也有社会成人的测量问卷,还有针对特定情景下,如老年丧偶的妇女复原力状况的测验。但是目前没有发现专门为大学生编制的复原力问卷。而大学生是一个特殊的群体,高中毕业,大多数人远离家人在异地求学,面临全新的环境和情景,面对目前严峻的就业形势,他们所面临的压力是非常大的。在这样的背景下,大学生是如何“复原”的,如何保持心理健康的呢?他们应该有不同复原力结构。

## 参 考 文 献

- Jew CL, Green KE, Kroger J. Development and validation of a measure of resiliency. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 1999, 32: 75-90
- Masten AS. Resilience in individual development: Successful adaptation despite risk and adversity. *Educational Resilience in Inner-city American: Challenges and Prospects*, 3-25. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1994
- D'Imperio RL. Factors related to resilience for adolescents facing chronic adversity in an urban setting. Michigan: UMI, 1996
- McCubbin HI, McCubbin MA. Typologies of resilient Families: Emerging roles of social class and ethnicity. *Family Relations*, 2001, 37: 247-254
- Rutter M. Family and school influences on cognitive development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 2001, 26: 683-704
- Doll B, Lyon MA. Risk and resilience: Implications for the delivery of educational and mental health services in schools. *School Psychology Review*, 1998, 27(3): 348-364
- Polk IV. Toward a middle-range theory of resilience. *Advances in nursing science*, 1997, 19(3): 1-13
- Kaplan HB. Drugs, crime and other deviant adaptations. *Drugs, crime and other deviant adaptations: Longitudinal studies*, 3-46. New York: Plenum Press, 1995
- Bartone PT, Ursano RJ, Wright KM. The impact of a military air disaster on the health of assistance workers. A prospective study. *Journal of nervous and mental diseases*. 1989, 177(6): 317-338
- Wagnild GM, Young HM. Resilience among older women. *Image: journal of nursing scholarship*, 1990, 22(4): 252-255
- Springer JF, Philip JL. Individual protective factors index: A measure of adolescent resiliency. Folsom, CA: Emt associates, 1995
- Constantine, Benard. Measuring protective factors and resilience traits in youth: the healthy kids resilience assessment. *The healthy kids resilience assessment*, 1999, 12: 236-252
- 骆宏, 马剑虹. 大学生抑郁症状、问题解决能力与压力感知的关系分析. *中国临床心理学杂志*, 2004, 12(4): 367-368

(收稿日期: 2006-03-04)

(上接第 538 页)

## 参 考 文 献

- 黄希庭, 陈红, 符明秋. 青少年身体自我的发展特点和性别差异研究. *心理科学*, 2002, 3(25): 260-264
- Gardner RM, Sorter LT RG, Friedman BN. Developmental changes in children's body images. *Journal of social Behavior and Personality*, 1997, 12: 1019-1036
- 陈红. 身体活动提高青少年身体自尊水平机制的分析. *体育学刊*, 2003, 1: 30-32
- 郝伟主编. *精神病学*. 人民卫生出版社, 2001. 151-152
- 雷霆, 王建平, 张亮. 北京女大学生瘦身倾向的影响因素. *中国心理卫生杂志*, 2005, 19(3): 152-155

(收稿日期: 2006-06-16)

(上接第 546 页)

- Knight RT. Decreased response to novel stimuli after prefrontal lesions in man. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1984, 54: 9-20
- Knight RT, Scabini D, Woods DL. Prefrontal cortex gating of auditory transmission in humans. *Brain Res*, 1989, 54: 338-342
- Smith ME, Halgren E, Sokolik ME, et al. The intracranial topography of the P3 event-related potential elicited during auditory oddball. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*, 1990, 76: 235-248
- 李德, 刘昌, 李贵芸. 数字工作记忆广度的毕生发展及作用因素. *心理学报*, 1998, 30(2): 63-68

(收稿日期: 2006-02-24)

(上接第 549 页)

- 尹伟华, 刘春风, 罗蔚峰, 等. 帕金森病患者抑郁的相关因素. *苏州大学医学科学杂志*, 2003; 23(1): 60-63
- 尹建国. 可卡因与中枢多巴胺转运体之间关系的研究进展. *中国药理学通报*, 1998; 14(3): 206-209
- David J, Brunswick Ph.D, Jay D, et al. Greater Availability of Brain Dopamine Transporters in Major Depression Shown by [99mTc] TRODAT-1 SPECT Imaging. *Am J Psychiatry*, 2003, 160: 1836-1841

(收稿日期: 2006-01-26)