

连续 10 h 驾驶对听觉非随意注意影响的 ERPs 研究*

宋国萍¹, 赵 仑^{2,3,4}, 张 侃¹

(1. 中国科学院心理所工程心理学实验室, 北京 100101; 2. 江苏省语言科学与神经认知工程重点实验室, 江苏徐州 221116; 3. 徐州师范大学语言研究所, 江苏徐州 221116; 4. Department of Psychology, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel)

摘要:目的 探讨驾驶疲劳对于听觉非随意注意的影响。方法 采用组间对照, 对照组为 13 名充分休息的出租车司机, 驾驶疲劳组为 13 名连续驾驶 10 h 的出租车司机。采用听觉 Oddball 范式, 以 800 Hz 纯音为标准刺激(概率 80%), 1 000 Hz 纯音为靶刺激(概率 10%), 计算机产生的噪声或其他声音为新异刺激(概率 10%)。要求被试者对靶刺激进行按键反应。结果 对照组新异刺激产生的 P3a 以额中央区分布为主; 与对照组相比, 驾驶疲劳组的 P3a 幅值显著降低。结论 驾驶疲劳后听觉非随意注意能力下降。
关键词: 事件相关电位; 驾驶疲劳; 非随意注意; P3a

中图分类号: R338. 8; R395. 1 文献标识码: A 文章编号: 1002-0837(2006)02-0147-03

Effects of 10 h Continuous Driving on Auditory Involuntary Attention: An ERPs Study. SONG Guo-ping, ZHAO Lun, ZHANG Kan Space Medicine & Medical Engineering, 2006, 19(2): 147~ 149

Abstract: Objective To investigate effects of driving fatigue on auditory involuntary attention. **Method** Between-groups design was used. The control group included 13 taxi drivers after adequate rest while the fatigue group included 13 taxi drivers who had been driving for 10 h. Auditory oddball pattern was adopted. The standard stimulus was 800 Hz, probability 80%; target stimulus was 1 000 Hz, probability 10%; novel stimulus was sound generated by computer or other sound, probability 10%. Subjects were asked to press the mouse upon hearing the target sound. **Result** The distribution of P3a was mainly around the frontal-central area of the subjects in control group; the amplitude of P3a was evidently lowered in subjects after driving fatigue. **Conclusion** The ability of auditory involuntary attention declines after driving fatigue.

Key words: event-related potentials(ERPs); driving fatigue; involuntary attention; P3a

Address reprint requests to: SONG Guo-ping, Lab of Engineering Psychology, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

驾驶疲劳在当前社会中普遍存在, 往往是交通事故发生的直接或间接原因之一^[1]。研究发现, 交通事故多发生在夜间和长时间驾驶后, 这往往都同注意力水平下降有一定关系^[2]。注意包括随意注意和非随意注意。既往研究往往只关注疲劳后随意注意的改变, 缺乏有关非随意注意的研究。非随意注意指的是注意对象原本不是心理活动的指向者, 只是由于突发刺激具有足够的强度和特异性, 心理活动被动地被它所吸引, 是非随意的、主观不能控制的, 使个体能够知觉与应对不测事件, 从而对机体有保护作用。司机在驾驶过程中, 如果能够迅速地将非随意注意对象变成瞬间注意的对象, 那么就能够迅速觉察到危险信号,

因此研究驾驶疲劳对于非随意注意的影响有着重要的意义和价值。事件相关电位(event-related potentials, ERPs)指的是与一定心理活动(即事件)相关联的脑电位变化, 已成为研究大脑认知过程的重要方法和手段^[3]。本实验利用 ERPs 技术, 旨在探讨驾驶疲劳对听觉非随意注意能力的影响。

方 法

被试者 本研究采用组间对照研究, 对照组和驾驶疲劳组各 13 名被试者, 均为男性出租车司机。对照组年龄(33.03 ± 5.26)岁, 驾龄(6.15 ± 1.76)年, 疲劳组年龄(32.86 ± 5.17)岁, 驾龄(6.02 ± 1.82)年, 无显著差异。对照组为倒休的出租车司机, 保证头一天晚上有很好的睡眠。驾驶疲劳组为早 7:00 接车到 17:00 交车, 大约有

收稿日期: 2005-11-20

通讯作者: 宋国萍 songgp@psych.ac.cn

* 基金项目: 国家自然科学基金(30500159); 中国博士后科学基金资助(2004035423)

10 h 驾驶的出租车司机。两组被试均在疲劳组交车后进行实验。两组被试均为右利手, 视力(裸眼或矫正)正常, 听力正常, 身体健康。

实验材料 1) 标准刺激: 800 Hz, 概率 80%; 2) 靶刺激: 1 000 Hz, 概率 10%; 3) 新异刺激: 计算机产生的噪声或其他声音(铃声、狗吠声、流水声等), 概率 10%。共 2 个 block, 每个 block 有 300 个刺激, 刺激间隔(SOA) 1 000 ms, 刺激呈现时间 100 ms, 刺激强度为 80 dB SPL。block 之间休息几分钟。

实验程序 被试者舒适坐位, 平视前方 100 cm 处的计算机显示屏, 要求被试者对靶刺激尽快、准确地按键反应(左右手在被试间交叉平衡)。

EEG 记录 采用 NeuroScan 32 导脑电记录系统, Ag/AgCl 电极帽记录 32 导 EEG, 电极按国际 10-20 系统放置。参考电极为双侧乳突连线, 接地点在 F_{pz} 和 F_z 的中点。记录垂直和水平眼电。电极与皮肤接触阻抗小于 5Ω , 记录带宽为 0.05~100 Hz, 采样率为 500 Hz/导。离线分析脑电数据。

数据分析 用 Scan 4.3 软件分析 EEG 数据。相关法去除眨眼伪迹, 分析时程(epoch)为 1 200 ms, 含刺激前 200 ms 为基线矫正, 剔除波幅大于 $\pm 100 \mu V$ 的脑电数据。基于本研究的目的,

只对新异刺激产生的 ERP 进行分析。测量额-中央区 P_{3a} 的峰值和潜伏期, 以 280~420 ms 为分析时窗, 进行二维方差分析(2 ANOVA): 疲劳(2 水平: 对照组和疲劳组) \times 电极(9 水平: F_3 、 F_z 、 F_4 、 FC_3 、 FC_z 、 FC_4 、 C_3 、 C_z 、 C_4), 使用 Geisser-Greenhouse 进行 P 值校正。

结果与讨论

对照组对靶刺激反应的正确率为 97.12 ± 2.23 , 反应时为 (374.24 ± 16.39) ms; 驾驶疲劳组正确率为 95.87 ± 3.11 , 反应时为 (372.71 ± 20.25) ms, 统计上没有显著差别。

如图 1 所示, 两组被试者新异刺激引起的 ERP 波形相似, 除潜伏期 140 ms 的 N_1 外, 在刺激后 350 ms 左右均产生了明显的 P_{3a} 成分。从电压地形图分布可以看出, 对照组的 P_{3a} 以额中央区分布为主, 以 FC_z 记录的电压幅值最大 ($8.58 \mu V$), 而疲劳组 P_{3a} 的头皮分布明显比对照组靠后, 以 C_z 记录的电压幅值最大 ($6.05 \mu V$)。

2 ANOVA 统计结果表明, P_{3a} 潜伏期无明显疲劳主效应, 而幅值表现出具有明显的疲劳主效应 [$F(1, 13) = 12.42, P < 0.01$]。与对照组相

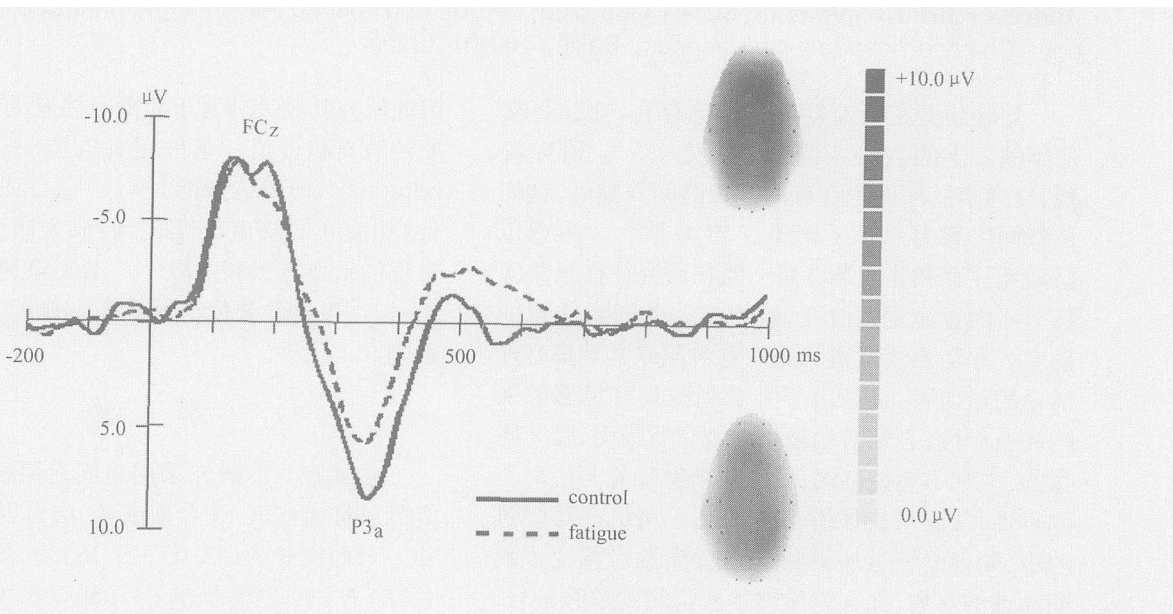


图 1 对照组和驾驶疲劳组的听觉新异刺激产生的 P_{3a} 比较

Fig 1 Grand average waveform and 2D mapping of novel P_{3a} for control group and fatigue group

比, 驾驶疲劳组引起 P3a 的波幅明显降低(FCz: 对照组为 $(8.58 \pm 2.23) \mu\text{V}$, 疲劳组为 $(5.81 \pm 1.97) \mu\text{V}$ 。

作为一个重要的交通问题, 驾驶疲劳是一种渐进的累积过程, 是由于长时间驾驶造成的一种心理生理状态, 既有体力疲劳, 也有脑力疲劳、心理疲劳等^[2,4,5]。研究表明, 驾驶疲劳后唤醒水平降低、感觉-运动系统功能下降、信息加工过程破坏、对非常规的和紧急情况处理能力下降^[6]。当司机疲劳时, 往往报告在他们需要注意的任务上集中注意的能力下降^[7]。既往有关研究多集中于驾驶疲劳对于随意注意的影响, 目前尚未见有对非随意注意影响的研究报道。

与 Oddball 范式中靶刺激产生的 P300(P3b) 不同, 新异刺激引起的 P300 被称为 P3a。大量研究表明, P3a 的潜伏期较短, 头皮分布较广泛, 最大波幅位于额叶后部, 比靶刺激 P3b 明显靠前。新异刺激不是一般的刺激或环境变化, 而是一种未预料到的突然刺激, 以产生朝向反应为特征。由于新异刺激具有足够的强度和新异性, 心理活动本能地、被动地被它吸引过去, 从而把非注意对象变成了瞬间注意的对象, 如果这一对象有意义, 就能再进一步加工, 对机体有重要的保护意义。现已公认 P3a 是非随意注意(朝向反应)的主要标志^[3,8]。

本实验中的新异刺激是计算机产生的噪声或其他声音(铃声、狗吠声、流水声等), 结果发现, 驾

驶疲劳后新异刺激产生的 P3a 幅值显著降低, 表明驾驶疲劳后对于突然出现的新异刺激的反应性下降, 非随意注意能力降低, 提示司机在驾驶疲劳后可能会对危险信号的觉察判断能力下降, 从而增加了驾驶危险性和出现交通事故的可能性。到目前为止, 尚没有一个可以信赖的有效的测量疲劳的方法, 本研究结果可以为驾驶疲劳的评测提供一定的理论和客观依据。

(致谢: 本项研究完成于西安第四军医大学心理学教研室, 特别感谢苗丹民教授、吕静博士、李靖硕士。)

[参考文献]

- [1] Williamson AM, Feyer A, Friswell R. The impact of work practices on fatigue in long distance truck drivers[J]. *Accid Anal Prev*, 1996, 28(3): 709-719.
- [2] Feyer AM, Fatigue: Time to recognise and deal with an old problem[J]. *British Medical Journal*, 2001, 322(3): 808-809.
- [3] WEI Jinghan, LU O Yuejia. Tutorial of event-related brain electricity[M]. Beijing: Economy Daily Press, 2002 32-36
- [4] Murata A, Uetake A, Takasawa Y. Evaluation of mental fatigue using feature parameter extracted from event-related potential[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2005, 35(3): 764-770.
- [5] Milder ML, Miller JC, Lipsitz JJ, et al. The sleep of long haul truck drivers[J]. *IN Engl J Afed*, 1997, 337(1): 55-61.
- [6] Mascord DJ, Heath RA. Behavioral and physiological indices of fatigue in a visual tracking task[J]. *J Safety Res*. 1992, 23(1): 19-25.
- [7] Brown ID. Driver fatigue[J]. *Hum Factors*, 1994, 36(2): 298-314.
- [8] ZHAO Lun. Experimental tutorial of ERP[M]. Tientsin: Tientsin Social Sciences Press, 2004 28-34

[宋国萍, 女, 博士后, 研究方向为工程心理学]