

# 驾驶疲劳对视觉非随意注意影响的 ERP研究

宋国萍<sup>1</sup>, 张侃<sup>2</sup>

(1. 陕西师范大学 教育科学学院, 西安 710062;  
2. 中国科学院心理所 工程心理学实验室, 北京 100101)

**摘要:**目的: 探讨驾驶疲劳对于视觉非随意注意的影响。方法: 采用组间对照, 对照组为 12名充分休息的出租车司机, 实验组为 15名连续驾驶 10h的司机。采用视觉 Oddball范式, 标准刺激: 正立三角形, 70%; 靶刺激: 倒立三角形, 15%; 新异刺激: 乱线条, 15%。共 2个 block, 每个 block有 300个刺激, 刺激间隔 (SOA) 900 - 1000ms, 刺激呈现时间 50ms。要求被试对靶刺激进行按键反应。结果: 疲劳引起新异刺激额区 P170幅值显著降低, 枕区 N1幅值显著降低; 新异刺激产生明显的额中央区分布的 N2和 P3a, P3a无明显的疲劳效应, 疲劳组 N2幅值的显著降低。结论: 驾驶疲劳引起对视觉新异刺激的早期认知障碍, 并且视觉非随意注意能力下降。

**关键词:** 驾驶疲劳; 视觉; 非随意注意; 事件相关电位

中图分类号: B845.66; U491.2<sup>+</sup>54 文献标识码: A

## Effects of Driving Fatigue on Visual Involuntary Attention : An ERPs Study

SONG Guo - ping<sup>1</sup>, ZHANG Kan<sup>2</sup>

(1. Department of Psychology, Shanxi Normal University, Xi 'an 710062, China  
2. Lab of Engineering Psychology, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Objective: To investigate effects of driving fatigue on visual involuntary attention. Method: Comparison between groups was used. The control group included 12 taxi drivers after adequate rest while the fatigue group included 15 taxi drivers who had been driving for 10 hrs. Visual oddball pattern was adopted. The standard stimulus was erect triangle, probability 70%; target stimulus was inverted triangle, probability 15%; novel stimulus was disordered line, probability 15%. There were 2 blocks, each block 300 stimulus. SOA was 900 - 1000ms. Duration of each stimulus was 50ms. Subjects were asked to press the mouse upon seeing the target stimulus. Results: Amplitude of P170 by novel stimulus was significantly declined in frontal middle area and amplitude of N1 was significantly declined in occipital lobe. N2 and P3a were distributed in frontal middle area. And amplitude of N2 was significantly declined while amplitude of P3a didn't change. Conclusion: After driving fatigue, the ability of visual involuntary attention declines and early cognition hindrance aroused.

**Key words:** driving fatigue; visual; involuntary attention; ERP

### 1 引言

驾驶疲劳是重要的交通问题之一, 并且是重

大交通事故发生的直接或间接原因<sup>[1,3]</sup>, 大量有关交通事故的数据表明, 疲劳的影响多集中在晚

**致 谢:** 本研究完成于第四军医大学心理学教研室, 感谢苗丹民教授、吕静博士、李靖硕士

**基金项目:** 国家自然科学基金 (30500159)

**作者简介:** 宋国萍 (1972 - ), 女, 河北石家庄人, 副教授, 博士, 研究方向: 职业健康心理学, 职业工效学, (电话) 13772105776 (电子信箱) gpsong@126.com。

间或长时间驾驶时。有关疲劳驾驶的研究表明, 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<sup>[4]</sup>。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<sup>[5]</sup>, 比如不能够将注意力集中在路面和交通信号上, 因此, 注意力很容易受疲劳的影响。

P3a研究的是注意研究中的早期成分, 由新异刺激引起, 潜伏期较短, 最大波幅在额叶后部, 比反映了注意过程的 P3b明显靠前, 是朝向反应的主要标志, 是刺激物获得注意资源的过程, 是非注意向注意转化的过程、注意开启的过程, 属于非意识向意识转化的过程, 反映注意开启完成。

很多研究已经表明睡眠缺失、驾驶疲劳后注意能力<sup>[7,8]</sup>的改变, 但是有关非随意注意的研究还较少, 本文试图通过 P3a的变化考察出租车司机连续驾驶 10h前后对视觉新异刺激的反应, 从而探讨驾驶疲劳对视觉非随意注意的影响。

## 2 研究方法

### 2.1 被试

本研究采用组间对照研究。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, 在倒休那天早上 8:00到实验室, 共 12人。实验组为早 7:00接车到 17:00交车, 大约有 10h驾驶的出租车司机, 交车后到实验室进行测试, 共 27人, 其中 12人为对照组中的。被试均为男性, 汉族, 年龄 (33.03 ± 5.26岁), 驾龄 (6.15 ± 1.76年), 共 27人。文化: 大专 23.1%; 高中/中专/职高 65.4%; 初中 11.5%。婚姻: 已婚 69.2%; 未婚 30.8%。均为右利手, 视力 (裸眼或矫正) 正常, 听力正常, 身体健康。

### 2.2 实验材料

采用视觉 oddball实验: (1)标准刺激: 正立三角形, 70%; (2)靶刺激: 倒立三角形, 15%; (3)新异刺激: 乱线条, 15%。共 2个 block, 每个 block有 300个刺激 (标准刺激 240个, 靶刺激 30个, 新异刺激 30个), 刺激间隔 (SOA) 900 - 1000ms, 刺激呈现时间 50ms。Block之间休息几分钟。

### 2.3 实验程序

电极安装完毕后, 被试坐在隔音电磁屏蔽室内的椅子上, 舒适坐位, 右手在鼠标上, 平视前方 100cm处的计算机显示屏, 在试验过程中尽量少

眨眼。首先是预试验, 保证被试能够区分靶刺激, 然后开始正式试验, 要求被试对靶刺激尽快准确地按鼠标反应。

### 2.4 脑电记录

采用美国 NeuroScan公司生产的 ESI-32导脑电记录系统, 用 Ag/AgCl电极帽记录脑电, 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 Fpz和 Fz的中点。另有两个电极分别位于左眼下方和左眼的眉骨上方, 以记录垂直眼电。记录水平眼动的电极, 分别位于两眼外侧。电极与皮肤接触阻抗小于 5 $\Omega$ , 记录带宽为 0.05 ~ 100 Hz, 采样率为 500 Hz/导。脑电数据存入硬盘, 离线分析。

### 2.5 数据分析

用 Scan 4.3软件分析脑电数据。信号相关法去除眼电伪迹, 分析时程 (epoch)为 1200ms, 含刺激前 200ms为基线矫正, 波幅大于  $\pm 100\mu V$  视为伪迹。以新异刺激为触发, 得到新异刺激的 ERP波形图。确定 300 - 400ms分析时窗, 分别对峰值和潜伏期进行 2 ANOVA, P3a: 疲劳 (2水平: 疲劳和不疲劳), 电极 (9水平: F3、Fz、F4、FC3、FCz、FC4、C3、Cz、C4), 方差分析使用 Geisser - Greenhouse P值校正。

## 3 结果

疲劳引起新异刺激 P170额区幅值显著降低 ( $F(1, 13) = 8.75, P < 0.05$ ; FCz: 疲劳前 5.5 $\mu V$ , 疲劳后 2.8 $\mu V$ ), 枕区 N1幅值显著降低 ( $F(1, 13) = 10.01, P < 0.01$ ; Oz: 疲劳前 - 6.9 $\mu V$ , 疲劳后 - 3.8 $\mu V$ ), 表明疲劳引起对视觉新异刺激的早期认知障碍, 具体见图 1。

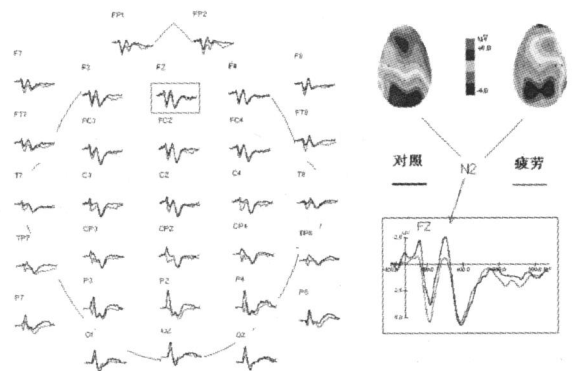


图 1 驾驶疲劳前后视觉 N2、P3a总平均图和电压地形图  
从总平均图和电压地形图 (图 1) 可以看到, 新异刺激产生明显的额中央区分布的 N2和 P3a

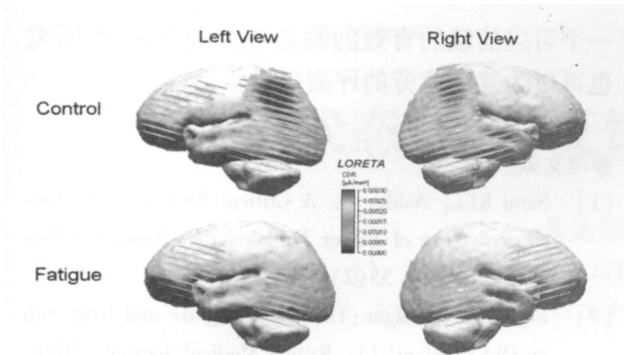
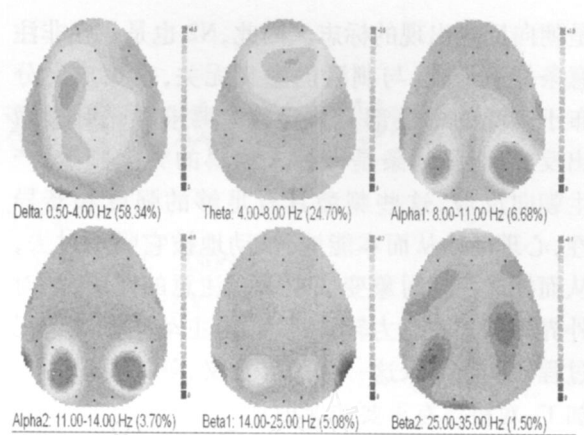
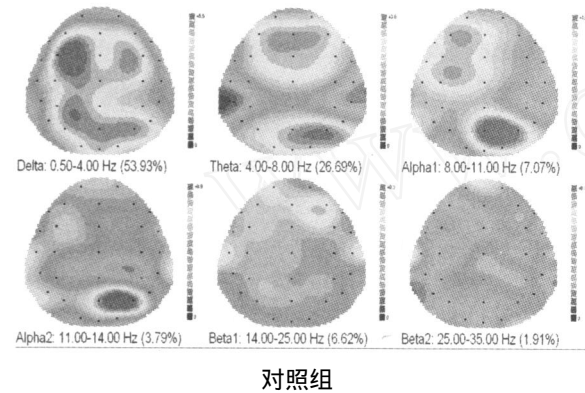


图 2 驾驶疲劳前后视觉 N2 皮层电流密度



疲劳组

图 3 驾驶疲劳前后视觉 N2 功谱分析

从总平均图和电压地形图、N2 皮层电流密度图及功率谱分析,都可以看到 N2 幅值疲劳后显著降低。2 因素方差分析:疲劳 (2 水平:疲劳和对照组),电极 (9 水平: F3、Fz、F4、FC3、FCz、FC4、C3、Cz、C4)。P3a 无明显的疲劳效应,疲劳组 N2 幅值的显著降低 ( $F(1, 13) = 6.71, P < 0.05$ ),潜伏期无显著变化。

表 1 视觉新异刺激潜伏期 (ms) ( $\bar{x} \pm s$ )

	C4	FC4	F4	Cz	FCz	Fz	C3	FC3	F3
对照组	264.0 ± 23.4	266.0 ± 19.9	272.0 ± 31.2	278.0 ± 22.1	274.0 ± 18.2	276.0 ± 30.1	276.0 ± 19.7	272.4 ± 17.8	274.0 ± 26.4
疲劳组	270.0 ± 31.1	268.0 ± 26.1	272.0 ± 22.9	280.0 ± 26.7	274.0 ± 20.6	272.0 ± 33.3	282.0 ± 26.4	274.0 ± 23.5	270.0 ± 29.7

表 2 视觉新异刺激 N2 峰值 (μV) ( $\bar{x} \pm s$ )

	C4	FC4	F4	Cz	FCz	Fz	C3	FC3	F3
对照组	-1.4 ± 0.3	-1.9 ± 0.7	-2.1 ± 0.4	-1.3 ± 0.3	-2.6 ± 0.5	-2.6 ± 0.4	-0.7 ± 0.3	-0.8 ± 0.2	-2.2 ± 0.5
疲劳组	0.4 ± 0.1	-1.2 ± 0.5	-1.2 ± 0.4	-0.2 ± 0.2	-1.0 ± 0.3	-0.7 ± 0.3	1.1 ± 0.4	0.5 ± 0.3	0.6 ± 0.3

注:同对照组比较,疲劳组均有显著差异 ( $p < 0.05$ )

#### 4 讨论和结论

驾驶疲劳是一种渐进的累积过程<sup>[5]</sup>,由于长时间驾驶造成一种心理生理状态,有主观和客观的各种表现。以往研究<sup>[6]</sup>已表明连续驾驶 10h 后,司机有明显的疲劳感受,我们可以认为本实验中 ERP 的变化为驾驶疲劳的结果。

非随意注意是对非意识的新异刺激自动觉察的功能,是自下而上激发的。这种心理活动的指向性是不随意的、主观不能控制的。引起注意

的新异刺激是一种未预料到的突然的刺激,朝向反应使机体觉知与应对不测事件,使之优先进入认知加工,对机体有保护意义。现已公认 ERP 中 P3a 成分是朝向反应的主要标志。

本实验中,视觉新异刺激是乱线条,相对靶刺激和标准刺激而言是新异刺激。视觉 P3a 的变化并不明显,视觉主要以 N2 为主,也是只在注意条件下出现,并且与“朝向反应”有关<sup>[9]</sup>,它通常与 P3a 同时出现,称为 N2 - P3a 复合体,而 P3a

是朝向反应出现的标志。因此, N2也是只在非注意条件下出现,与刺激的意义无关,在头皮上分布于广泛的中央部<sup>[9]</sup>。实验中要求对靶刺激做出反应,而乱线条是一种未预料的突然刺激,产生朝向反应,这些刺激具有足够的强度和新异性,心理活动从而本能地、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,是对外界刺激的注意力转移过程,与主动注意及记忆过程无关。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。

尽管目前缺乏 P3a和驾驶疲劳的研究,但是有关睡眠及睡眠剥夺的 P3a研究<sup>[10]</sup>表明在睡眠质量不够好的情况下, P3a幅值下降。而本实验证实了连续工作后会有同睡眠剥夺同样的效果,表明驾驶疲劳后对于突然出现的新异刺激反应性下降,从而增加了出现交通事故的可能性。也就是在驾驶过程中,如果出现意外事件,被试的反应性明显降低。很有意思的是,本实验并没有发现明显的潜伏期改变,意味着对于新异刺激的觉察速度并没有下降。所以,我们认为,在驾驶疲劳的研究中,可以将视觉 N2的波幅作为一个评价指标。

我们认为,长时间驾驶耗费大量心理资源,对于脑干的影响就是唤醒水平下降<sup>[11]</sup>,进而影响丘脑的感觉、知觉加工,因此出现了早期认知障碍,表现为疲劳引起新异刺激 P170额区幅值显著降低和枕区 N1幅值显著降低。在对靶刺激加工过程中,虽然出现新异刺激,疲劳后心理资源不足够应对新异刺激,从而出现了 N2幅值的降低。

总之,本研究表明,驾驶疲劳后视觉非注意能力下降,表现为 N2幅值的下降,因此,司机在驾驶疲劳后对于危险信号的觉察判断能力下降,从而增加了驾驶危险性。另外目前为止,尚没有

一个可以信赖的有效的测量疲劳的方法,本研究也可以为驾驶疲劳的评测提供依据。

#### 参考文献:

- [1] Saroj KLL, Ashley C. A Critical Review of the Psychophysiology of Driver Fatigue [J]. *Biological Psychology*, 2001, 55 (2): 173 - 194.
- [2] Feyer AM, Fatigue: Time to Recognise and Deal with an Old Problem [J]. *British Medical Journal*, 2001, 322 (4): 808 - 809.
- [3] 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 (4): 761 - 770.
- [4] Mascord DJ, Heath RA. Behavioral and Physiological Indices of Fatigue in a Visual Tracking Task [J]. *J Safety Res*, 1992, 23 (1): 19 - 25.
- [5] Brown D. Driver Fatigue [J]. *Human Factors*, 1994, 36 (2): 298 - 314.
- [6] 宋国萍,张侃. 驾驶疲劳对情绪的影响 [J]. *中国临床心理学杂志*, 2006, 14 (2): 248 - 250.
- [7] 宋健,苗丹民,李靖等. 出租车司机驾驶疲劳前后事件相关电位 P300 比较 [J]. *中国行为医学科学*, 2006, 15 (11): 1023 - 1024.
- [8] 宋国萍,赵仑,苗丹民等. 不同时间的睡眠剥夺对视觉 P300的影响 [J]. *人类工效学*, 2006, 12 (4): 1 - 4.
- [9] Loveless NE. Potentials Evoked by Temporal Deviance [J]. *Biol Psychol*, 1986, 22 (1): 149 - 167.
- [10] Salmi J, Huotilainen M, Pakarinen S, et al. Does Sleep Quality Affect Involuntary Attention Switching System [J]. *Neuroscience Letters*, 2005, 390 (1): 150 - 155.
- [11] Sanders AF. Towards a Model of Stress and Human Performance [J]. *Acta Psychol*, 1983, 53 (1): 61 - 97.

[收稿日期] 2008 - 03 - 24

[修回日期] 2008 - 06 - 17