

驾驶疲劳对随意注意影响的 ERP研究

宋国萍¹, 张侃²

(1. 陕西师范大学 教育科学学院心理系 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:基于事件相关电位(ERP)来探讨驾驶疲劳对于随意注意的影响。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。采用听觉及视觉Oddball范式,要求被试对靶刺激进行按键反应。结果:听觉、视觉P300以中央顶区为主,驾驶疲劳后靶刺激引起的P300潜伏期没有显著变化,幅值显著降低。结论:驾驶疲劳后听觉、视觉随意注意能力下降。

关键词:驾驶疲劳;随意注意;事件相关电位

中图分类号:B845.66;C1491.2⁺54 **文献标识码:**A

Effects of 10 h Driving Fatigue on Voluntary Attention: An ERPs Study

SONG Guo - ping¹, ZHANG Kan²

(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 voluntary attention based on an ERPS study. Method: Between groups control design 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 10h. Visual and auditory oddball pattern was adopted. Subjects were asked to press the mouse upon hearing or seeing the target stimulus. Results: Auditory and visual P300 was mainly around the middle part and peak lobe. The amplitudes of auditory and visual P300 were evidently lowered after driving fatigue while duration of P300 had no change. Conclusions: After driving fatigue, the ability of auditory and visual voluntary attention declines.

Key words: driving fatigue; voluntary attention; ERP

1 引言

驾驶疲劳^[1]是指驾驶员在连续行车后所产生的生理、心理机能及驾驶操作效能下降的现象,是重大交通事故发生的直接或间接原因^[2~4],大量有关交通事故的数据表明,疲劳的影响多集中在晚间或长时间驾驶时。当司机疲劳时,往往报告在需要注意的任务上集中注意的能力下降^[5]。

ERP中的P300是一种内源性成分,其产生

取决于被试的主动注意过程^[6],主要同刺激的特性、被试的状态、任务的类型有关。ERP的振幅在注意的条件下,随着觉醒水平的提高而增加^[7],在习惯化、睡眠剥夺^[8]的情况下,振幅下降。

本研究试图采用脑诱发电位技术探讨驾驶疲劳后听觉和视觉随意注意功能特点,并试图为驾驶疲劳后注意功能的评估提供依据。

2 研究方法

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)gp.song@126.com。

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),驾龄(6.15 ± 1.76),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

听觉 Oddball模式:(1)标准刺激:800Hz,概率 80%;(2)靶刺激:1000Hz,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(标准刺激 240个,靶刺激 30个,新异刺激 30个),刺激间隔(SOA)1000ms,刺激呈现时间 100ms,刺激强度为 80dB SPL。Block之间休息几分钟。

视觉 Oddball模式:(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尽可能准确地按鼠标反应。

2.4 EEG记录

采用美国 NeuroScan公司生产的 ESI-128 导脑电记录系统,从头皮位置利用 Ag/AgCl电极帽记录 EEG,电极按国际 10-20 系统放置。参考电极置于左耳乳图处,接地点在 Fpz和 Fz的中点。另有两个电极分别位于左眼下方向和左眼的眉骨上方,以记录垂直眼电。记录水平眼动的电极,分别位于两眼外侧。

2.5 数据分析

连续记录原始脑电,然后离线叠加,用 Scan 4.3 软件分析 EEG数据。-200ms至 0ms的电压均值为基线,分析时程(epoch)为 1200ms。信号相关法去除眼电伪迹,波幅大于 ±100μV 视为伪迹。

以靶刺激为触发,得到听觉和视觉靶刺激的 ERP波形图。确定 300-400ms分析时窗,分别对峰值和潜伏期进行 2因素方差分析,疲劳(2水平:疲劳和不疲劳),靶刺激电极(9水平:C3、Cz、C4、CP3、CPz、CP4、P3、Pz、P4)。

方差分析使用 Geisser-Greenhouse P值校正。

3 结果

3.1 行为数据分析

3.1.1 听觉任务 正确率:97.12 ± 2.23(驾驶疲劳前),95.87 ± 3.11(驾驶疲劳后),统计上无显著差别。

3.1.2 视觉任务 正确率:96.75 ± 3.18(驾驶疲劳前),94.42 ± 3.67(驾驶疲劳后),统计上无显著差别。

3.2 ERP分析

3.2.1 听觉任务

听觉 P300以中央顶区为主,见图 1。分别对峰值和潜伏期进行 2 ANOVA。潜伏期无明显的疲劳主效应,疲劳引起听觉 P300幅值的显著降低($F(1, 13) = 23.52, P < 0.001$),具体见表 1, 2。

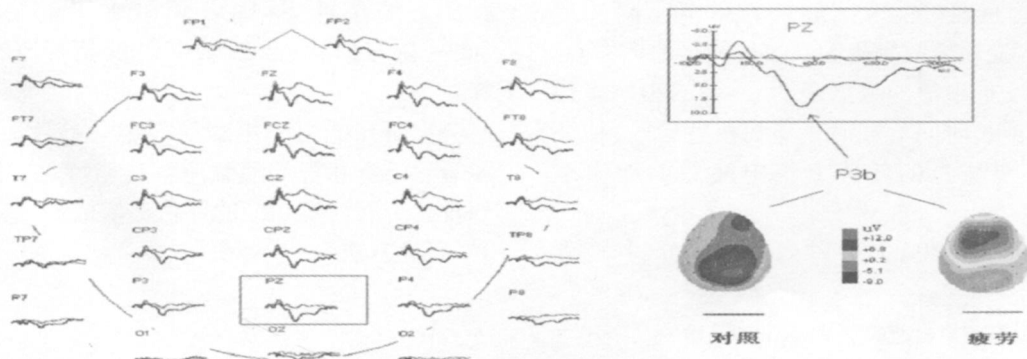


图 1 驾驶疲劳前后听觉 P300总平均图和电压地形图

表 1 驾驶疲劳前后听觉 P300潜伏期 (ms) ($\bar{x} \pm s$)

	P4	CP4	C4	Pz	CPz	Cz	P3	CP3	C3
对照组	378.0 ± 28.0	346.0 ± 29.3	346.0 ± 28.9	348.0 ± 32.3	348.0 ± 28.9	346.0 ± 37.0	348.0 ± 26.6	346.0 ± 34.5	344.0 ± 20.1
疲劳组	366.0 ± 32.1	350.0 ± 27.6	330.0 ± 30.2	356.0 ± 35.9	348.0 ± 22.7	336.0 ± 30.3	352.0 ± 26.9	352.0 ± 38.1	346.0 ± 29.5

各电极点,疲劳组和对照组相比无显著差异

表 2 驾驶疲劳前后听觉 P300峰值 (μV) ($\bar{x} \pm s$)

	P4	CP4	C4	Pz	CPz	Cz	P3	CP3	C3
对照组	6.3 ± 2.0	6.7 ± 1.7	5.3 ± 1.2	8.9 ± 2.1	7.6 ± 0.5	5.9 ± 0.5	5.4 ± 0.4	5.3 ± 0.6	3.6 ± 0.8
疲劳组	1.1 ± 0.8	-0.5 ± 0.1	-2.3 ± 1.0	1.5 ± 0.5	-0.5 ± 0.1	-4.1 ± 0.4	1.4 ± 0.6	-0.7 ± 0.7	-3.5 ± 0.5

各电极点,疲劳组和对照组相比, $p < 0.01$

3.2.2 视觉任务

视觉 P300的分布以中央区为主,见图 2。对视觉靶刺激 P300 的峰值和潜伏期进行

2ANOVA。潜伏期无明显的疲劳主效应,疲劳引起视觉 P300幅值的显著降低 ($F(1, 13) = 12.40, p < 0.01$),见表 3,4。

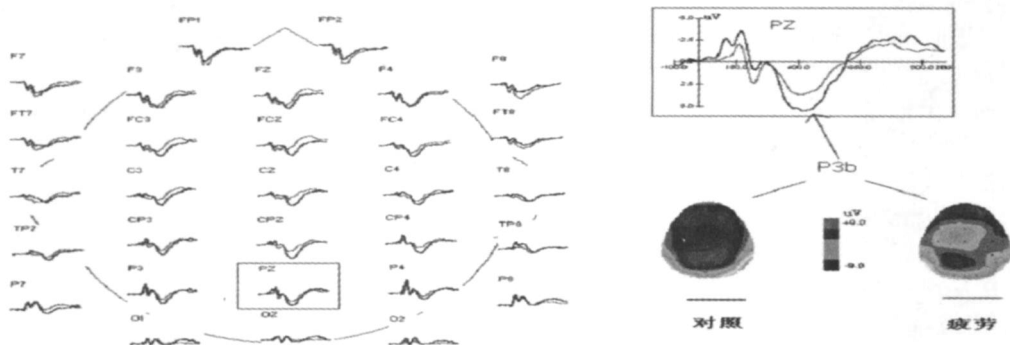


图 2 驾驶疲劳前后视觉 P300总平均图和电压地形图

表 3 驾驶疲劳前后视觉 P300潜伏期 (ms) ($\bar{x} \pm s$)

	P4	CP4	C4	Pz	CPz	Cz	P3	CP3	C3
对照组	424.0 ± 41.2	442.0 ± 37.0	444.0 ± 34.3	420.0 ± 35.8	444.0 ± 35.0	444.0 ± 30.8	454.0 ± 41.4	450.0 ± 32.9	446.0 ± 43.0
疲劳组	410.0 ± 38.0	382.0 ± 27.7	374.0 ± 31.6	410.0 ± 34.2	374.0 ± 31.0	368.0 ± 28.9	416.0 ± 30.8	420.0 ± 40.0	376.0 ± 42.1

各电极点,疲劳组和对照组相比无显著差异

表 4 驾驶疲劳前后视觉靶刺激 P300峰值 (μV) ($\bar{x} \pm s$)

	P4	CP4	C4	Pz	CPz	Cz	P3	CP3	C3
对照组	3.0 ± 0.3	4.5 ± 0.6	4.6 ± 0.4	5.5 ± 0.4	6.4 ± 0.5	4.8 ± 0.2	4.7 ± 0.1	4.8 ± 0.0	4.2 ± 0.1
疲劳组	1.6 ± 0.2	1.9 ± 0.3	3.3 ± 0.3	3.6 ± 0.4	3.4 ± 0.3	1.8 ± 0.2	2.8 ± 0.3	2.6 ± 0.2	1.9 ± 0.1

各电极点,疲劳组和对照组相比, $p < 0.05$

4 讨论

驾驶疲劳是一种渐进的累积过程^[10],由于长时间驾驶造成的一种心理生理状态,有主观和客观的各种表现。以往研究^[11]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。

人的工作能力是决定工作效率的重要因素。在人的能力中认知活动又是最基本,也是最重要的内容。利用 ERP技术,从心理生理学角度来研究人的信息加工能力,比单纯行为学更科学地说明能力高低的机制及其影响因素。在很多领域及单位,ERP都得到广泛应用。

随意注意的执行是自上而下(top-down)的,其机制是:额叶—内侧丘脑系统的指令以精确的投射方式作用于网状核,网状核也只允许指令中的信息通过,继续传入其感觉接替核,从而上行到皮质进行感觉加工;对于其它信息,网状核则加以阻断,从而得以抑制非注意感觉信息向大脑皮质的传递,其结果则表现为对感觉信息的选择性。无论听觉还是视觉实验,实验任务是一个分类任务,也就是当一个信号出现时,被试首先知觉信号的存在,发现概率较小的偏差刺激,也就是靶刺激时,同事先的分类标准比较,然后进行按键反应。

P300的一个最重要特征就是只有在被试识别靶刺激并作出反应的主动状态下才产生,因此其产生取决于被试者的主动注意过程而非物理刺激本身,并且潜伏期代表了反应速度,波幅反映了心理负荷量^[12]。

本研究发现,随着驾驶疲劳,无论视觉还是听觉 P300的波幅都有显著降低,但是潜伏期没有显著疲劳主效应。因此,驾驶疲劳后脑的功能降低,最主要影响的是心理资源的投入上,驾驶疲劳后投入的心理资源量降低,从而表现为了波幅的降低,这与被试警觉水平的下降和困倦程度的增加有关^[11,13]。潜伏期没有显著变化,说明驾驶疲劳后反应速度没有显著降低。在以往有关睡眠剥夺的实验^[8,14]中都发现了潜伏期的延长,本研究潜伏期没有变化的原因一方面可能是任务比较简单,仅是一个分类任务,导致被试在疲劳状况下也能够快速反应,但由于驾驶疲劳导致注意资源降低,从而表现出显著的波幅下降;还有一个原因就是,连续驾驶 10小时对于反应速度的影响可能没有睡眠剥夺的影响显著,因此,潜伏期没有显著变化,这同样证实了 P300是一个非常好的反映注意功能的指标。

本研究还发现了一个倾向,即听觉的变化强

于视觉,至于驾驶疲劳后对于视听信息的影响将进一步研究。

5 结论

驾驶疲劳后听觉和视觉的随意注意能力下降,表现为 P300幅值的下降,因此,驾驶疲劳导致驾驶危险性增加。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,P300幅值也可以为驾驶疲劳的评测提供依据。

参考文献

- [1] William son AM, Feyer A, Friswell R. The Impact of Work Practices on Fatigue in Long Distance Truck Drivers[J]. *Accident Anal Prev*, 1996, 28 (4): 709 - 719.
- [2] Saroj KLL, Ashley C. A Critical Review of the Psychophysiology of Driver Fatigue [J]. *Biological Psychology*, 2001, 55 (2): 173 - 194.
- [3] Feyer AM. Fatigue: Time to Recognize and Deal With an Old Problem [J]. *British Medical Journal*, 2001, 322 (4): 808 - 809.
- [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 (4): 761 - 770.
- [5] Brown D. Driver Fatigue [J]. *Human Factors*, 1994, 36 (2): 298 - 314.
- [6] Sutton S, Braren M, Zubin J, et al. Evoked - potential Correlates of Stimulus Uncertainty [J]. *Science*, 1965, 150 (12): 1187 - 1188.
- [7] Ritter W, Simson R, Vaughan HG, et al. Manipulation of Event - related Potential Manifestations of Information Processing Stages [J]. *Science*, 1982, 218 (9): 909 - 911.
- [8] Kaneda T, Nishihira Y, Hatta A, et al. Effects of 24 - hours Sleep Deprivation on Central Information Processing - examination Using Event - related Potentials (P300) [J]. *Jpn J Phys Fit Sport*, 1999, 48 (4): 477 - 483.
- [9] Chudhuri A, Behan PO. Fatigue and Basal Ganglia [J]. *J of the Neur Sci*, 2000, 179 (1): 34 - 42.
- [10] 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.
- [11] 魏景汉,罗跃嘉. 认知事件相关电位教程 [M]. 北京:经济日报出版社, 2002; 301 - 305.
- [12] Corsi CM, Arce C, De l'Rio Portilla IY, et al. Amplitude Reduction in Visual Event - related Potentials as a Function of Deprivation [J]. *Sleep*, 1999, 22 (2): 181 - 189.
- [13] 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.

[收稿日期] 2008 - 06 - 13

[修回日期] 2008 - 09 - 07