

# 创伤后应激障碍患者驾驶相关认知能力研究

崔陈福<sup>1,2,3</sup>, 孙向红<sup>1,2</sup>, 张侃<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院 心理研究所 北京 100101; 2. 脑与认知科学国家重点实验室 北京 100101; 3. 中国科学院 研究生院 北京 100039)

**摘要:**以往研究表明,创伤后应激障碍(Posttraumatic Stress Disorder, PTSD)患者存在着一定的认知障碍,这些认知障碍可能对于患者的驾驶成绩产生一定的影响。本文从注意广度、空间记忆广度、多目标追踪、视觉搜索以及速度估计五个方面对 PTSD 患者的驾驶相关能力进行了研究。实验采用对照组研究范式,对比了 PTSD 患者与正常被试的驾驶相关能力。结果发现 PTSD 患者的空间记忆广度受到了影响,显著的差于正常被试,但是在多目标追踪能力上, PTSD 患者反而优于正常对照组。而注意广度、视觉搜索以及速度估计则没有显著差异。研究结果为 PTSD 患者的诊疗与干预提供了理论依据。

**关键词:** PTSD; 驾驶; 认知能力; 空间记忆广; 多目标追踪

**中图分类号:** X45 **文献标识码:** A

## The Study of Posttraumatic Stress Disorder on the Driving Related Cognitive Abilities

CUI Chen - fu<sup>1,2,3</sup>, SUN Xiang - hong<sup>1,2</sup>, ZHANG Kan<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Psychology, CAS, Beijing 100101, China;  
2. State Key Laboratory of Brain and Cognitive Sciences, Beijing 100101, China;  
3. Graduated School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

**Abstract:** The previous studies had showed that the Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) patients were impaired in cognitive abilities, which may have some impacts on driving performance. The present study assessed the effects of visual search, attention span, spatial working memory span, multi-target tracking and speed estimated on driving-related abilities of the PTSD patients. Using the control group experimental paradigm, we compared the driving-related abilities between PTSD patients and normal subjects. The results showed that the PTSD patients, impaired in spatial memory span, were also actually significantly worse than normal subjects on spatial working memory span test, while performed significantly better than normal subjects in multi-target tracking test. And there were no difference in attention span, visual search and speed estimated performance between these two groups. The results of this study provide a theoretical basis for the PTSD patients' treatment and intervention.

**Key words:** PTSD; driving; cognitive abilities; spatial memory span; multi-target tracking

### 1 前言

驾驶是与人类生产生活息息相关的一项活动,并且关系到人们的生命财产安全。对以往大量的交通事故分析发现,其中人为造成的因素占到了 80% 左右。研究者对交通事故中的人因进行进一步统计,结果表明感知错误是造成交通事

故的主要原因,占此类事故数的 48.1%,另外,判断错误造成的事故占 36.0%,操作错误及其他因素则仅占 15.9%<sup>[1]</sup>。这说明,良好的认知能力是预测驾驶员安全性的重要指标,其中,感知觉、注意、记忆等因素是较为关键的指标<sup>[2]</sup>。

Anderson 等人<sup>[3]</sup>针对老年人交通事故多发

基金项目:国家自然科学基金(90924017),国家自然科学基金(30670701)

作者简介:崔陈福(1984 - )男,福建宁德人,硕士研究生,研究方向:工程心理学与人因学,(电话) 18967789350 (电子邮箱) cuichenfu@gmail.com。

的特点,研究了老年人的认知能力与安全驾驶的关系。他们的实验以55岁以上的老年驾驶员为研究对象(包括70名轻度老年痴呆以及132名认知功能正常者),采用模拟驾驶与认知测验相关的范式,实验结果发现视觉空间与视觉运动能力、注意、记忆以及执行功能等认知能力与模拟驾驶成绩相关。但是在Anderson等人的实验中被试需要在完成认知测验的同时完成模拟驾驶,这可能会增加被试的认知负荷从而影响到结果。于是Innes等人<sup>[4]</sup>在2007年的实验中采用认知测验与模拟驾驶分开进行的方式对老年脑功能异常者进行了测试,同时他们还对认知测验进行一定的改进,使得这些测验的表面效度更高,他们的实验结果也发现,注意、视觉搜索、决策等认知能力与驾驶成绩显著相关。另外他们的实验还发现这些认知能力测验能够很好的预测驾驶成绩,预测精度达到了86%。另外的一些学者也在不同的实验中发现了感知觉、注意、记忆等认知能力与驾驶的相关。

Anstey等人<sup>[2]</sup>在回顾了以往相关方面的研究后指出,注意、视觉能力、加工速度以及反应时、跟随能力及执行功能、记忆这些认知能力是与驾驶相关的。但是以往的这些研究大多都是以老年人或者脑损伤患者为被试,而对于正常的年轻被试却很少研究,一方面可能由于年轻被试在这些认知方面的差异都不是很大,由此导致的驾驶成绩下降不多。因此Wang等人<sup>[5]</sup>在这些研究的基础上,从注意、空间记忆、多目标追踪以及速度估计四个方面对中国年轻驾驶者进行测试,所得到的结果也很好的支持了前人的研究。

PTSD是指个体经历异乎寻常的威胁性或灾难性应激事件或情景后,而导致延迟出现和长期存在的精神障碍,这种症状主要表现为再体验、回避以及高唤醒等。2008年5月,在我国四川省境内发生了强烈地震,造成了大量的人员伤亡,同时造成了大量PTSD患者,而其中青少年的患病率达到了14.79%<sup>[6]</sup>。

Pineles等人<sup>[7]</sup>对57位越战老兵(30位高PTSD得分,27位低PTSD得分)进行了研究,在实验中要求他们在完成视觉搜索任务的同时完成词汇判断任务,实验结果发现,高PTSD得分的越战老兵对威胁相关言语刺激表现出注意干扰,也即这些越战老兵的注意很难从威胁刺激中脱离开。因此,在日常生活中,当注意需要被重新定位到新的事物上时,就可能会出现困难,如红

绿灯变化时。

除了对注意造成一定的损伤外,PTSD还对其他的一些认知能力造成了损伤,Leskin等人<sup>[7]</sup>对PTSD大学生的研究发现,由于受到PTSD的影响,这些大学生执行功能受到了损伤,而空间工作记忆与执行功能是紧密相关的。Koso等人<sup>[9]</sup>则发现受到PTSD的影响,患者在启动和抑制条件下均比控制组花费了更多时间,不仅言语反应慢,而且难以抑制习惯性反应;另外,他们还发现这些老兵的视觉扫描和认知灵活性都显著地慢于正常控制组。陈文锋等人<sup>[10]</sup>在回顾了以往PTSD患者的注意、记忆及执行功能的相关研究后指出,PTSD患者在注意编码、注意保持以及注意执行时存在着一定的缺陷,另外这些患者对创伤相关信息表现出更多的注意偏向和应激反应。那么PTSD患者的驾驶相关能力是否也受到损害了呢?如果有,又是哪些方面呢?本文将从以下几个实验研究中,尝试回答这些问题。

## 2 研究方法

### 2.1 被试与器材

实验的被试为北川职业技术学校学生30位。实验组的15名被试PCL\_C量表得分超过45分,并且经过专业临床心理师诊断为PTSD患者;对照组的15名被试PCL\_C量表得分低于30分。实验组平均年龄 $16.20 \pm 0.91$ 岁,对照组平均年龄为 $15.93 \pm 0.77$ 岁。所有的被试都没有相关的驾驶经验。

所有的实验在14英寸宽屏笔记本上进行,屏幕的刷新率为60Hz,实验程序采用E-prime程序编写。

### 2.2 实验任务

本研究主要由以下五项任务组成。

#### 2.2.1 注意广度任务

本实验测试被试能够同时注意的图片的数量。首先,在屏幕上出现一张由数枚交通标志(如图1)组成的图片,100毫秒后图片消失,被试需要判断出现的标志数量并输入相应的数字进行反应。交通标志的数量范围为4~12,每个数量水平的图片出现3次,出现的顺序随机,总共需要进行27次判断。

#### 2.2.2 空间工作记忆任务

本实验测试被试能够识记的空间运动广度。首先,被试将会看到横竖各9条直线把屏幕分为81个栅格,屏幕中心的栅格内有一辆小车。而后,小车四周随机出现一个红点,这个红点可能



图 1 交通标志图

在与小车所在栅格相邻的上、下、左、右栅格内出现,被试需要使用方向键对这个红点的方向进行反应,如红点出现在小车下方,则需要按下方向键进行反应。每按一次方向键,这个红点就会运动到下一个相邻的栅格,运动的方向随机(上、下、左、右中任意一个),被试需要持续使用方向键控制小汽车跟随红点进行运动,同时记住刚才小汽车走过的路线。当跟随任务结束后,红点消失,被试需要使用方向键,在没有任何提示的情况下,重复一遍之前走过的路线。每次实验尝试中,需要跟随的步数为 4~15 不等,每个不同步数重复 2 次,总共需要进行 18 次实验尝试。

2.2.3 多目标追踪任务

本实验测试被试追踪多个目标的能力。在每个实验开始时,屏幕上呈现一个十字路口,同时在十字路口的上、下、左、右四个方向上各有两辆小汽车,这八辆车中的任意三辆被红色的圆圈圈住,被试需要判断这三辆车在随后的运动中速度有没有发生变化,是按 F 键,否按 J 键。所有的八辆车都是以相同的速度直线向前运动,例如,路口上方的小车均向下运动,直到其中的任一汽车速度发生了变化。速度的变化发生在实验开始后 2500~3500 毫秒之间,整个运动持续 5000 毫秒。目标在运动的过程中速度发生变化的概率为 50%。实验包含 28 次尝试。

2.2.4 视觉搜索任务

本实验测试被试视觉搜索的能力。在每个 trial 实验尝试开始的时候,在屏幕中央出现一个白色十字,背景为黑色,要求被试注视这个十字,1000 毫秒后被试会听到“叮”的一声进行提示,再经过“叮”声 1000 毫秒后在屏幕上出现 30 张图标,图标随机分布于屏幕中的各个位置,其中将会出现 1 张目标为左转弯或右转弯的交通标志即目标物指标,其余 29 张均为干扰图标,要求被试需要尽快对目标物进行搜索在看到目标物体

的时候尽快按下相应的键进行反应,左转按左方向键、右转按右方向键。实验包含 30 个序列次尝试。

2.2.5 速度估计任务

本实验测试被试对速度的估计能力。首先,在屏幕的左侧呈现一辆红色小车,在屏幕的右侧呈现蓝色不透明长条形掩蔽物,在掩蔽物中有一红色障碍如竖线位置所示(如图 2)。小车匀速从屏幕左侧向右运动,当小车进入掩蔽物后,被试将不能看见小车,当他们估计到小车撞上障碍物时就需要尽快按空格键进行反应。为了避免练习效应的影 响,小车的速度以及障碍物每次所在位置都不同。



图 2 速度估计

2.3 实验程序

被试到达后先完成知情同意书的填写,并在主试的介绍下熟悉实验过程以消除紧张感。在每个实验开始前被试都必须先进行练习以熟悉实验的操作,完成所有的实验大概需要 30 分钟,每个实验之间根据需要可进行 1~2 分钟的休息。

2.4 数据处理

注意广度以及空间记忆广度的数量通过如下公式进行计算<sup>[5]</sup>:

$$\begin{cases} \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \\ \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \\ L_{XX} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \\ L_{YY} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \\ L_{XY} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \end{cases} \quad (1)$$

$$Span = (0.5 - \bar{Y} * L_{XY} / L_{XX}) / (L_{XY} / L_{XX}) \quad (2)$$

X 指每一水平的变量数(在注意广度实验中指图片的数量,在空间记忆广度实验中则指移动步数) Y 指每一水平的正确率, n 指水平数。如果被试在最低水平上的正确率为 0,则被试的成绩以最低水平计算。

多目标追踪任务用被试的正确率来表示被试的成绩。

视觉搜索任务用被试正确反应的时间作为被试搜索能力的指标。

在速度估计任务中,被试的速度估计能力使用估计错误来表示,速度估计错误指小车停止的位置与障碍物之间的距离,由于距离有正负,因此在计算速度估计错误时采用如下公式:

$$E = \frac{\sum \sqrt{(X - Y)^2}}{N} \quad (3)$$

$E$  指速度估计错误量,  $X$  指小车所停位置,  $Y$  指障碍物所在位置

所有的实验数据采用 EXCEL2007 以及 SPSS15.0 处理。

### 3 实验结果

由于每个实验任务都是单独进行数据采集的, 因此对实验中异常值的处理都是在不同的实验任务条件下进行分析的, 而不是把某个被试的所有数据都删除, 所以不同实验有效的数据是不同的。由于实验被试量较少, 因此在统计时采用非参数检验方法 Mann - Whitney U 对各组均值进行比较。实验结果发现, 在注意广度、视觉搜索反应时以及速度估计三个实验中, PTSD 组与对照组并无显著差异。

表 1 实验结果的描述统计

实验任务		$N$	均值	标准差
注意广度数量	对照组	15	7.54	1.76
	PTSD	13	7.44	0.97
视觉搜索反应时 (单位: 毫秒)	对照组	15	1555.04	246.64
	PTSD	14	1598.31	415.71
速度估计 (单位: 像素)	对照组	15	53.36	18.33
	PTSD	14	51.67	13.61

表 2 实验结果的 Mann - Whitney U 检验

实验任务	Mann - Whitney U 检验 P 值
注意	0.467
视觉搜索	0.949
速度估计	0.948

但是在空间工作记忆广度任务中, 对照组被试的成绩显著优于 PTSD 组。而在多目标追踪任务中, PTSD 组反而优于正常对照组, 且差异显著。

表 3 实验结果的描述统计

实验任务		$N$	均值	标准差
空间工作记忆 广度数量	对照组	13	8.30	0.73
	PTSD	15	6.69	1.75
多目标追 踪正确率	对照组	15	0.68	0.12
	PTSD	15	0.78	0.07

表 4 实验结果的 Mann - Whitney U 检验

实验任务	Mann - Whitney U 检验 P 值
空间记忆	0.004**
多目标追踪	0.020*

### 4 讨论

根据这个实验结果我们可以做出判断, PTSD 患者的与驾驶相关的短时记忆能力受到损伤, 这种分离现象的出现可能跟 PTSD 患者的临床症状表现有关: 首先, 他们的记忆能力由于心理创伤的影响受到损伤, 因此长时记忆与短时记忆的内容可能减少, 而持续时间也可能缩短, 整体成绩下降, 例如, Veltmeyer 等人 (2009) [11] 就发现 PTSD 患者在视觉工作记忆更新方面存在着一定障碍; 因此在本次任务中, PTSD 患者的空间工作记忆广度成绩相对于正常人下降。另外, 在以往的研究中发现, 他们在持续注意上存在着一定的障碍, 这样他们在追踪的过程中很容易走神, 因此就记不住跟随过的路线。这种情况在实车驾驶过程中, 首先造成的可能影响是对于路线的遗忘, 另外在预测周围车辆路线以及自身行驶路线决策时, 可能会产生不利的干扰。但以往也有研究表明, 被试在驾驶的过程中还会采用其它的一些策略来补偿某些认知能力的不足 [12, 13], 因此在有效预测 PTSD 人群的驾驶绩效时, 还需要综合考虑感知觉、注意、记忆等方面的情况 [3]。

本次实验一个意外的发现是在多目标追踪任务中, PTSD 患者的成绩优于正常对照组, 并且差异达到了显著。形成这样一个反差的一个原因可能是与实验的任务性质有关。在多目标追踪任务中, 由于实验要求被试觉察到速度变化后进行反应, 由于 PTSD 患者的高唤醒症状, 因此可能他们对于变化比正常的被试更加的敏感。这个实验也从另外一个方面证明了 PTSD 患者具有高唤醒症状。

但是驾驶相关认知能力受损并不一定意味着该患者再也不适合驾驶, 因为以往的研究表明, 这些认知能力是通过训练能够得到提高的。Marmeleira 等人 (2009) [14] 对 60 岁 ~ 82 岁的老年驾驶员进行了为期 12 周, 每周 3 天, 每天 60 分钟的运动训练, 这些运动训练主要针对他们的知觉、认知及身体能力, 如要求被试沿着不同的方向行走的同时, 使用双手完成其他动作任务等。实验结果发现, 相对于控制组被试, 这些老年被试的视觉注意、速度估计以及执行功能等都得到了显著的提高。Roemaker 等人 (2003) [15] 的研究也发现, 通过训练能够提高驾驶员的视觉加工速度。因此, 本研究中受到地震伤害的人群, 也可以通过训练再次恢复到正常人的水平, 另外, 这些患者还处于青春期, 他们的认知能力还具有非

常高的可塑性,因此恢复的情况会更好。

本文是第一个有关 PTSD 驾驶相关认知能力的研究,研究发现,PTSD 患者的空间工作记忆受到了损伤,同时从另外一个方面证明了其具有高唤醒的症状。本研究对 PTSD 及普通人群的测验结果不仅为将来 PTSD 患者是否适合驾驶提供决策的参考依据,同时也可以为后续的 PTSD 患者脑机制的研究提供行为学数据。但是由于条件所限制,实验只对青少年学生进行了数据采集,而未对成年居民进行研究,由于青少年正处于生长发育阶段,他们的心理变化比较大,可能对实验结果产生一定的影响,因此在未来研究中可针对年龄这一变量进一步进行考虑与扩展。

## 5 结论

在本次实验研究中,PTSD 患者在空间工作记忆广度上显著差于对照组;在多目标追踪任务中,PTSD 患者的成绩则优于正常对照组,并且差异达到了显著;另外,PTSD 患者与驾驶相关的注意广度、视觉搜索以及速度估计能力与正常对照组相比并没有显著差异,这与先前的研究结果存在着一些出入,可能是由于实验任务的难度所引起的,在未来研究中可进行适当改进。

## 参考文献

- [1] 黄曙东,甘卫平,戴立操. 道路交通事故的人因失误分析[J]. 人类工效学,2006,12(03): 39-41.
- [2] Anstey K J, J Wood, S Lord, et al. Cognitive, Sensory and Physical Factors Enabling Driving Safety in Older Adults [J]. Clinical Psychology Review, 2005, 25(1): 45-65.
- [3] Anderson S, M Rizzo, Q Shi, et al. Cognitive Abilities Related to Driving Performance in a Simulator and Crashing on the Road [C]. Samoset Resort on the Ocean, Rockport, Maine, USA 2005: 27-30.
- [4] Innes C R R D, Jones J C, Dalrymple-Alford, Sensory-motor and Cognitive Tests Predict Driving Ability of Persons with Brain Disorders [J]. Journal of the Neurological Sciences, 2006, 260(1): 188-198.
- [5] Wang Y, Xue L C, Li J, et al. A Cognitive Tool to Predict Individual Accident Proneness of Vehicle Drivers [C]. In Proceedings of International Conference on Transportation Engineering 2009.
- [6] 臧伟伟,张宇迪,伍新春,汶川地震外迁学生的 PTSD 状况及其与社会支持的关系 [J]. 华南师范大学学报(社会科学版),2009,41(4): 59-64.
- [7] Pineles S, Shipherd J, Welch L, et al. The Role of Attentional Biases in PTSD: Is it Interference or Facilitation [J]. Behaviour Research and Therapy, 2007, 45(8): 1903-1913.
- [8] Leskin L, White P. Attentional Networks Reveal Executive Function Deficits in Posttraumatic Stress Disorder [J]. Neuropsychology, 2007, 21(3): 275-284.
- [9] Koso M, Hansen S. Executive Function and Memory in Posttraumatic Stress Disorder: A Study of Bosnian War Veterans [J]. European Psychiatry, 2006, 21(3): 167-173.
- [10] 陈文锋,禰宇明,刘焯,等. 创伤后应激障碍的认知功能缺陷与执行控制——5·12 震后创伤恢复的认知基础 [J]. 心理科学进展,2009,17(3): 610-615
- [11] Veltmeyer M D, Clark C R, McFarlane A C, et al. Working Memory Function in Post-traumatic Stress Disorder: An Event-related Potential Study [J]. Clinical Neurophysiology, 2009, 120(6): 1096-1106.
- [12] Ball K, Owsley C, Stalvey B, et al. Driving Avoidance and Functional Impairment in Older Drivers [J]. Accid Anal Prev, 1998, 30(3): 313-322.
- [13] Vance D E, Roenker D L, Cissell G M, et al. Predictors of Driving Exposure and Avoidance in A Field Study of Older Drivers from the State of Maryland [J]. Accid Anal Prev, 2006, 38(4): 823-831.
- [14] Marmeleira J F, Godinho M B, Fernandes O M. The Effects of An Exercise Program on Several Abilities Associated with Driving Performance in Older Adults [J]. Accident Analysis and Prevention, 2009, 41(1): 90-97
- [15] Roenker D, Cissell G, Ball K, et al. Speed-of-processing and Driving Simulator Training Result in Improved Driving Performance [J]. Human Factors, 2003, 45(2): 218-233.

[收稿日期]2010-01-17

[修回日期]2011-03-05