

概率奖赏任务及其在中国大学生样本中的应用研究

范乐佳¹, 张蓓¹, 欧阳紫榕¹, 罗兴伟¹, 李欢欢², 张江华³, 熊燕³, 罗伏生⁴, 王湘¹

(1.中南大学湘雅二医院医学心理中心,长沙 410011;2.中国人民大学心理学系,北京 100872;3.中南大学学生工作部;4.中南林业科技大学学生工作部)

【摘要】 目的:本研究首次在中国健康大学生样本中应用概率奖赏任务(Probabilistic Reward Task, PRT),并对其奖赏强化学习行为的机制进行探讨。**方法:**127名健康大学生被试完成计算机汉化版的概率奖赏任务(长短嘴版本,300试次),采用重复测量方差分析对反应偏向、鉴别力、准确率、反应时等指标进行统计。**结果:**反应偏向与鉴别力的组块主效应显著($F(2, 252)=20.05, P<0.001$; $F(2, 252)=13.02, P<0.001$),随操作次数增多,反应偏向与鉴别力逐渐提高。反应时和准确率的刺激类型主效应显著($F(1, 126)=84.09, P<0.001$; $F(2, 126)=143.08, P<0.001$),奖多刺激(获奖赏机率高的刺激)的反应时显著低于奖少刺激(获奖赏机率低的刺激),奖多刺激的准确率显著高于奖少刺激($P<0.001$)。反应时和准确率的组块和刺激类型的交互作用均显著($F(2, 252)=14.15, P<0.001$; $F(2, 252)=17.79, P<0.001$)。在奖多刺激条件下,反应时组块1>组块2=组块3($P<0.05$),准确率组块3>组块2>组块1(均 $P<0.001$);而奖少刺激条件下,三个组块之间的反应时及准确率均没有显著差异。**结论:**中国大学生群体在PRT任务操作过程中,表现出明显的追求更高机率奖赏的动机与欲望,并存在渐进累积的奖赏学习效应。

【关键词】 概率奖赏任务; 奖赏学习; 积极强化

中图分类号: R395.1

DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2017.01.001

Introduction of Probabilistic Reward Task and Its Preliminary Application in Chinese Undergraduate Students

FAN Le-jia¹, ZHANG Bei¹, OU YANG Zi-rong¹, LUO Xing-wei¹, LI Huan-huan²,
ZHANG Jiang-hua³, XIONG Yan³, LUO Fu-sheng⁴, WANG Xiang¹

¹Medical Psychological Center, The Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China; ²Department of Psychology, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

³Student Affairs Department, Central South University, Changsha 410011, China; ⁴Student Affairs Department, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410011, China

【Abstract】 Objective: Based on the first application of Probabilistic Reward Task(PRT) in Chinese undergraduate students, this study introduced the PRT paradigm per se and the reward reinforcement learning mechanism it illustrated. **Methods:** Totally 127 healthy undergraduate students completed computer-based PRT including 300 trials. **Results:** Significant main effects of block on response bias and discriminability were observed. A significant main effect of stimulation type was also detected on the reaction time. The RTs for the rich stimulus(higher possibility for rewarding) was significantly shorter than that for lean stimulus(lower possibility for rewarding), The discriminability for the rich stimulus was significantly higher than that for lean stimulus. A significant interaction between block and stimulation type was found on RTs, showing that significant differences among three block on RTs were presented for the rich stimulus type, but not for the lean stimulus type. Additionally, there was significant interaction between block and stimulation type on accuracy, showing that significant differences among three block on accuracy were presented for the rich stimulus type, but not for the lean stimulus type. **Conclusion:** Through the performance of PRT, Chinese undergraduate students show obvious motivation and desire to pursuit high probability of rewarding. Additionally, they show enhanced reward learning effect along with the gradual accumulation of experiences.

【Key words】 Probabilistic reward task; Reward learning; Positive reinforcement

概率奖赏任务(probabilistic reward task, PRT)是 Pizzagalli 等人在2005年依据信号检测原理所开发的

评估个体奖赏相关强化学习行为的标准实验室测量方法^[1]。PRT范式源于实验室动物研究中测量强化学习能力的行为实验范式^[2,3],主要考察个体先前的奖赏体验对其行为调节倾向性的影响^[3]。研究表明PRT的各项指标达到测量学要求,是测量奖赏相关强化学习过程的有效工具^[3,4],近年来在正常人及具

【基金项目】 国家自然科学基金(31671144,81401120);教育部人文社会科学研究规划基金(13YJA190015);新世纪优秀人才支持计划(NCET-12-0557)

通讯作者:王湘, E-mail: wang0916xia@gmail.com

有奖赏与决策障碍的患者中得到了逐步推广与应用。

根据强化学习理论,个体可通过不断尝试错误,从环境中得到奖惩的方法来自主学习在不同状态下哪些操作具有最大的价值,从而发现或不断趋近能够得到最大奖励的行为策略^[5]。PRT任务的设计就基于上述强化学习理论,并采用与传统的信号检测法类似的方法,设置了两类刺激,相互难以辨别,但获得奖赏的机率有所不同^[6]。然后要求被试不断对这两种刺激做出反应,最终探测到个体对更有可能获得奖赏的刺激(奖多刺激)产生反应倾向性的程度,即行为被个体先前的强化体验调节的程度^[3]。这一类型的奖赏相关信号检测任务最初多用于动物的实验室研究中,但在综合相关动物学研究结果与人类奖赏学习/趋近性动机的行为学研究结果时,往往因范式差异难以直接进行比较。PRT的出现解决了这一难题,使这一领域的跨物种评估和数据解释的横向比较得以进行,同时也验证了PRT有较强的聚合效度^[7,8]。例如,Michele运用相同版本的PRT对尼古丁戒断的人和老鼠进行研究,发现其在奖赏反应中均表现出了对奖多刺激的反应偏向降低,而且这一钝化的奖赏反应与随后的复吸行为相关^[7]。

如前所述,正常个体存在着对奖赏的偏向,先前的强化体验会影响被试对后续行为调节的倾向性,PRT的研究证实了这一点:Pizzagalli等的研究表明,正常被试在组块2中对更可能获得奖赏的刺激产生的反应偏向显著高于组块1^[3]。而在存在奖赏相关障碍的病理人群当中PRT也表现出了较强的测量敏感性,无论是具有抑郁症状的个体^[3,9,10],未服药的重性抑郁患者^[11],缓解期的重性抑郁患者^[1],稳定期的双相情感障碍患者^[12]及精神分裂症患者^[13]均存在钝化的奖赏反应(对奖多刺激的反应偏向降低)。这一特征性改变也同时出现在尼古丁戒断的个体^[7]与处于应激状态的个体^[11,14]当中。近年来应用PRT对奖赏相关缺陷人群开展的研究越来越多,PRT逐渐成为这一领域的经典研究范式之一。2009年,美国国立精神卫生研究所(NIMH)启动研究领域标准计划(Research domain Criteria, RDoC)^[15],对研究框架和策略做了重新定义,假设个体的特定行为过程(或者症状)比基于症状学的诊断分类更有可能与某一特殊的生物学成分相关,并推荐采用一系列的标准化的范式对各个研究维度及其下级结构的机制进行研究^[16]。PRT则位于RDoC正性效价系统“强化学习”结构所推荐的标准化范式的首位。然而直至目

前,国内尚未见利用PRT范式对个体奖赏强化学习领域的正常或异常机制进行探讨的研究报导。

本研究首次在中国健康大学生样本中应用PRT,并对其奖赏强化学习行为的机制进行探讨,为其下一步临床应用提供实证依据。根据以往研究结果,假设健康大学生在PRT任务中对奖多刺激表现出明显的反应倾向性,且在3个任务组块(block)中有渐进的奖赏学习效应(反应偏向逐渐增强)。

1 方 法

1.1 被试

全部被试来自长沙两所高校大一新生,共127人,其中男性79(62.2%)人,女性48(37.8%)人,年龄 19.17 ± 2.12 岁。排除严重神经精神疾病史,重大躯体疾病史,有两系三代精神疾病家族史者,经知情同意后自愿参与研究。在测试前所有被试都进行了利手10项标准检查^[17],全部被试都为右利手。

1.2 概率奖赏任务(Probabilistic reward task, PRT)

本研究所用的概率奖赏任务(PRT)实验程序由范式开发者哈佛医学院McLean医院的Diego Pizzagalli提供,对程序中的英文单词进行了汉化。PRT的实验设计与传统的信号检测法研究^[4]类似,包含两类刺激,这两类刺激本身的差异很小,很难进行区分。再运用一个不对称的强化列表,将两类刺激分别对应于不同的奖赏机率,要求被试对两类刺激进行辨别(如判断鼻子/嘴的长短分类),并给予伪随机的奖赏反馈。而被试在PRT范式中的操作情况主要通过反应偏向(response bias, RB)和鉴别力(discriminability, Dis)两个指标反映(具体计算公式如下)。反应偏向指个体对刺激识别的倾向性^[18],可反映个体行为被强化体验调节的程度,是强化学习能力的客观测量指标。这一指标既受信号物理性质,对被试反应奖惩方式的影响,也受到被试个性特点的影响。但在PRT实验当中,如果被试对奖多刺激正确识别的比例高,对奖少刺激正确识别的比例低(即把奖少刺激当成奖多刺激的次数多),那么个体对奖赏就具有高反应偏向,因而这一指标主要反映了个体对任务的动机和态度。鉴别力是衡量被试对刺激感受性的变量,反映了个体区分两类刺激的鉴别能力以及任务的难度。除反应偏向和鉴别力指标外,反应时和准确率也是PRT范式的行为统计指标。

$$\text{Response Bias: } \log b = \frac{1}{2} \log \left(\frac{\text{Rich}_{\text{correct}} * \text{Lean}_{\text{incorrect}}}{\text{Rich}_{\text{incorrect}} * \text{Lean}_{\text{correct}}} \right)$$

$$\text{Discriminability: } \log d = \frac{1}{2} \log \left(\frac{\text{Rich}_{\text{correct}} * \text{Lean}_{\text{correct}}}{\text{Rich}_{\text{incorrect}} * \text{Lean}_{\text{incorrect}}} \right)$$

注: $\text{Rich}_{\text{correct}}$ 为正确辨别奖多刺激的次数, $\text{Rich}_{\text{incorrect}}$ 为错误辨别奖多刺激的次数。 $\text{Lean}_{\text{correct}}$ 为正确辨别奖少刺激的次数, $\text{Lean}_{\text{incorrect}}$ 为错误辨别奖少刺激的次数。

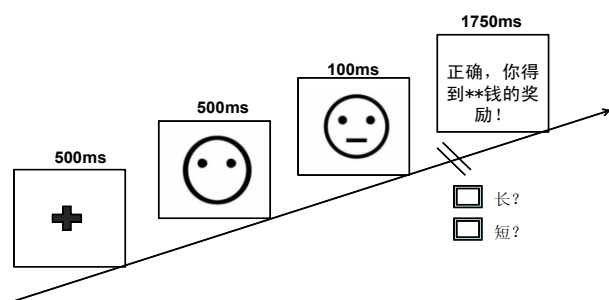


图1 概率奖赏任务实验范式流程图

PRT有两个独立的实验版本,分别采用鼻子和嘴作为实验材料,本研究中采用长短嘴的版本。实验为重复测量设计,实验流程如图1所示。指导语要求被试又快又准地判断嘴的长短类别,来获得更多的金钱奖励。屏幕正中首先会出现“+”号作为注视点(持续500ms);然后出现无嘴的面孔(持续500ms),随后以100ms的时间呈现长/短嘴刺激;要求被试判断是长嘴还是短嘴,并分别用左右手食指按键表示(长短嘴所对应键盘的两个按键间进行平衡),对判断的时间没有限制。实验前通过练习程序让被试对PRT任务的要求达到完全理解。在正式实验共需完成300个试次(trial),分成3个组块。每一个组块中,被试所有的正确反应中有40次会给予奖赏反馈,出现“正确,你得到**钱的奖励”的反馈并持续1500ms。其中一类刺激的正确反应给予30次奖赏反馈(如长嘴),则这一刺激为奖多刺激;而另

一类刺激的正确反应只给予10次奖赏反馈(如短嘴),这一刺激就为奖少刺激。实验前被试被告知最后会出现被试累计得到的总钱数,然后开始正式实验。完成每一个组块大约需要8分钟,每完成一个组块后休息1-2分钟,整个实验共计约30分钟。

1.3 数据分析

根据手册要求,在原始数据分析时剔除所有反应时大于2500ms,或小于150ms的trial,以保证实验结果的准确和有效性。然后,将每个被试的反应时转换为自然对数后,均值加减三个标准差之外的trial作为异常值处理。

采用SPSS 17.0进行统计分析。反应偏向和鉴别力进行组块(1、2、3)的单因素重复测量方差分析,准确率(正确反应的百分比)和反应时进行组块(1、2、3)和刺激类型(奖多、奖少)的两因素重复测量方差分析。当球形检验未通过时采用Greenhouse-Geisser校正。报告偏 η^2 效应量。

2 结果

被试在PRT任务中反应偏向指标的统计结果如表1所示。单因素重复测量方差分析表明:组块主效应显著 [$F(2, 252) = 20.05, P < 0.001$ (partial $\eta^2: 0.14$)]。事后检验表明组块3的反应偏向显著高于组块2 ($P = 0.005$),组块2的反应偏向显著高于组块1 ($P < 0.001$),组块3的反应偏向也显著高于组块1 ($P < 0.001$)。

被试在PRT任务中鉴别力指标的统计结果如表1所示。单因素重复测量方差分析表明:组块主效应显著 [$F(2, 252) = 13.02, P < 0.001$ (partial $\eta^2: 0.09$)]。事后检验表明组块3的鉴别力显著高于组块2 ($P = 0.01$),组块2的鉴别力显著高于组块1 ($P < 0.001$),组块3的鉴别力也显著高于组块1 ($P < 0.001$)。

表1 大学生概率奖赏任务四个指标的重复测量方差分析(M \pm SD)

指标	组块1		组块2		组块3		组块主效应	刺激主效应	组块*刺激
	奖多	奖少	奖多	奖少	奖多	奖少			
反应时	5.24 \pm 1.62	5.39 \pm 1.66	5.06 \pm 1.34	5.54 \pm 1.49	4.95 \pm 1.26	5.39 \pm 1.42	1.56	84.09***	14.15***
准确率	0.75 \pm 0.10	0.67 \pm 0.11	0.79 \pm 0.85	0.66 \pm 0.13	0.82 \pm 0.88	0.65 \pm 0.14	6.45**	143.08***	17.79***
反应偏向	0.09 \pm 0.17		0.16 \pm 0.18		0.20 \pm 0.22		20.05***	—	—
鉴别力	0.41 \pm 0.17		0.45 \pm 0.19		0.49 \pm 0.19		13.017***	—	—

注: N=127, *表示P值小于0.05, **表示P值小于0.01, ***表示P值小于0.001

被试在PRT任务中反应时的统计结果如表1所示。两因素重复测量方差分析表明:组块主效应不显著 [$F(2, 252) = 1.56, P = 0.21$] ,刺激类型主效应显著 [$F(1, 126) = 84.09, P < 0.001$ (partial $\eta^2: 0.40$)],奖多刺

激的反应时显著低于奖少刺激 ($P < 0.001$)。组块和刺激类型的交互作用显著 [$F(2, 252) = 14.15, P < 0.001$ (partial $\eta^2: 0.10$)]。简单效应分析表明在每个组块中,奖多刺激的反应时均显著小于奖少刺激(均 $P <$

0.001)。在奖多刺激条件下,组块3的反应时显著小于组块1($P=0.044$),组块2的反应时显著小于组块1($P=0.005$),但组块2和组块3之间没有显著差异。在奖少刺激条件下,三个组块之间的反应时没有显著差异。

被试在PRT任务中准确率的统计结果如表1所示。两因素重复测量方差分析表明:组块和刺激类型的主效应显著[$F(2, 252)=6.45, P=0.002$ (partial η^2 : 0.05); $F(2, 126)=143.08, P<0.001$ (partial η^2 : 0.53)],组块和刺激类型的交互作用也显著[$F(2, 252)=17.79, P<0.001$ (partial η^2 : 0.12)]。简单效应分析表明在每个组块中,奖多刺激的准确率均显著高于奖少刺激(均 $P<0.001$)。在奖多刺激条件下,准确率组块3>组块2>组块1(均 $P<0.001$);而在奖少刺激条件下,三个组块之间的准确率没有显著差异。

3 讨 论

本研究是首次将概率奖赏任务(PRT)应用于中国健康大学生样本的研究,对其奖赏强化学习行为机制的探讨将为其下一步临床应用提供实证依据,也有助于PRT范式的进一步完善和推广。研究结果表明,大学生在PRT任务中反应偏向与鉴别力指标的组块主效应显著,且呈现组块3>组块2>组块1的等级变化规律,即随着实验次数的增多,被试对奖多刺激表现出更为显著的反应倾向性,也对两类刺激表现出了更高的鉴别能力。此外,奖多刺激的反应时显著低于奖少刺激,组块3和组块2的反应时显著小于组块1,组块2和组块3之间无显著差异(组块1>组块2=组块3);而准确率显著高于奖少刺激;奖多刺激条件下各组块间的准确率存在显著差异(组块3>组块2>组块1),表现出明显的奖赏学习效应,奖少刺激条件下则无这一规律,也支持了上述结论。

本研究发现正常个体存在着显著的追求更高机率的奖赏的反应偏向性,这与前人的研究结果是一致的:Pizzagalli等人最初研究编制PRT范式时,也发现正常人会表现出明显的对更高机率奖赏刺激的反应偏向^[1,3]。与奖少刺激相比较,奖多刺激有可能更加激发了个体追逐金钱的趋近性动机和积极的情绪体验。因此,本研究结果支持了个体在PRT任务中的表现与基于奖赏学习的动机有关^[19],同时也支持了通过PRT范式中的正性强化可以有效地建立起一个具有倾向性的反应。在不同组块的反应偏向之间两两存在显著差异,则表明正常个体均具有较

强的奖赏强化学习能力,因而在3个组块的操作过程中,出现了渐进累积的奖赏学习效应。

概率奖赏任务不仅能反映个体对金钱奖赏的强化学习能力,而且能反映个体对任务的敏感性。Pizzagalli最初在编制PRT测验时,通过控制不同的强化列表来给与奖励反馈,可以改变个体对刺激的敏感性,并引起预期的行为趋向效果。本研究结果也对此进行了进一步的验证:大学生群体展现了组块之间显著的鉴别力差异,表明通过练习和强化,个体增强了对刺激的敏感性和熟悉度。在操作中,个体对奖多刺激的反应更快,准确率更高,而且在奖多刺激条件下,准确率随操作次数的增多逐渐升高,反应时则在组块2与组块3显著短于组块1,奖少刺激条件下三个组块之间的反应时及准确率则没有显著差异,表明所施加的强化反馈增加了个体将刺激判断为奖多刺激的倾向性,也就是说,大学生个体根据强化经验调节了他们的行为。

然而在多种病理人群中,已有的研究表明,其奖赏反应存在特定的损害。例如,高主观应激的个体相较于低主观应激个体在奖赏反应中表现了更低的朝向奖多刺激的反应倾向和更高的快感缺失症状,并且在控制苦恼和焦虑症状后,主观应激量表分预测了降低的奖赏反应^[11];双向情感障碍临床稳定期的患者在要求融合概率奖赏相关信息时延迟和降低了对奖多刺激的反应倾向,总的奖赏学习(组块3和组块1的反应偏向之差)与抑郁和快感缺失呈负相关^[12];有抑郁症状的个体表现出奖赏反应的钝化并表现了更高的快感缺失^[3];在精神分裂症患者中则发现阴性症状水平可有效预测PRT范式所测得的奖赏反应水平,阴性症状水平较低的患者表现出更高的朝向奖多刺激的反应倾向^[20]。各种神经精神类疾病的临床症状和应用评估方式虽然不一样,但都表现出了对奖赏的钝化,极有可能它们底层的机制是一样的,这支持了RDoC所提出的“不同疾病诊断的患者可能具有某一特定维度的从分子到行为的共同损害”的思想,对未来研发有针对性的干预药物也具有重要的意义,目前已有利用PRT任务作为对精神分裂症及抑郁症进行特异性药物干预前后疗效评估的初步报导^[20,21]。因此,PRT范式的应用不仅有助于了解临床神经精神类疾病的生理病理机制,也为开发新的针对性治疗措施提供了可靠的临床评估手段。

随着研究的深入,越来越多的研究者探讨PRT任务执行缺陷的潜在的深层生理机制。有研究表

明,反应偏向和纹状体^[22]以及多巴胺的功能^[23]有关,多巴胺在奖赏学习^[24]和奖赏期待过程^[25]中扮演着重要的角色。多巴胺水平低的个体依据过去行为反应的反馈来调节当前决策的能力下降^[26]。而运用多巴胺激动剂普拉克索(Pramipexole)来改变正常个体的多巴胺释放量,多巴胺释放量相对较低的被试在PRT任务中表现出奖赏反应钝化^[2],即相比正常被试,他们在组块2和组块3表现出朝向奖多刺激的反应偏向显著较低。事实上,在与多巴胺系统异常有关的各类神经精神疾病,如抑郁,精神分裂症,物质成瘾和帕金森病中^[27-29],均发现了PRT任务操作的异常。但PRT任务所探测的奖赏行为异常与疾病所致神经环路及神经生化机制异常之间的特定关系,还有待于进一步深入研究。

参 考 文 献

- Pechtel P, Dutra SJ, Pizzagalli DA, et al. Blunted reward responsiveness in remitted depression. *Journal of Psychiatric Research*, 2013, 47(12): 1864-1869
- Pizzagalli DA, Evins AE, Schetter EC, et al. Single dose of a dopamine agonist impairs reinforcement learning in humans: behavioral evidence from a laboratory-based measure of reward responsiveness. *Psychopharmacology*, 2008, 196(2): 221-232
- Pizzagalli DA, Jahn AL, O'Shea JP. Toward an objective characterization of an anhedonic phenotype: a signal-detection approach. *Biological Psychiatry*, 2005, 57(4): 319-327
- Macmillan N, Creelman C. *Detection Theory: A User's Guide* Lawrence Erlbaum Associates. New York, 2005
- Sutton RS, Barto AG. *Reinforcement learning: An introduction*. Massachusetts Institute of Technology Press, 1998
- Hull CL. *Principles of behavior: an introduction to behavior theory*. 1943
- Pergadia ML, Der-Avakian A, D'Souza MS, et al. Association between nicotine withdrawal and reward responsiveness in humans and rats. *JAMA Psychiatry*, 2014, 71(11): 1238-1245
- Der-Avakian A, D'souza M, Pizzagalli D, et al. Assessment of reward responsiveness in the response bias probabilistic reward task in rats: implications for cross-species translational research. *Translational Psychiatry*, 2013, 3(8): e297
- Pizzagalli DA, Iosifescu D, Hallett LA, et al. Reduced hedonic capacity in major depressive disorder: evidence from a probabilistic reward task. *Journal of Psychiatric Research*, 2008, 43(1): 76-87
- Vrieze E, Pizzagalli DA, Demyttenaere K, et al. Reduced reward learning predicts outcome in major depressive disorder. *Biological Psychiatry*, 2013, 73(7): 639-645
- Pizzagalli DA, Bogdan R, Ratner KG, Jahn AL. Increased perceived stress is associated with blunted hedonic capacity: potential implications for depression research. *Behaviour Research and Therapy*, 2007, 45(11): 2742-2753
- Pizzagalli DA, Goetz E, Ostacher M, et al. Euthymic patients with bipolar disorder show decreased reward learning in a probabilistic reward task. *Biological Psychiatry*, 2008, 64(2): 162-168
- Wolf DH, Satterthwaite TD, Kantrowitz JJ, et al. Amotivation in schizophrenia: integrated assessment with behavioral, clinical, and imaging measures. *Schizophrenia Bulletin*, 2014, 40(6): 1328-1337
- Bogdan R, Pizzagalli DA. Acute stress reduces reward responsiveness: implications for depression. *Biological Psychiatry*, 2006, 60(10): 1147-1154
- Insel TR. The NIMH research domain criteria(RDoC) project: precision medicine for psychiatry. *American Journal of Psychiatry*, 2014
- Cuthbert BN, Insel TR. Toward the future of psychiatric diagnosis: the seven pillars of RDoC. *BMC Medicine*, 2013, 11(1): 261
- 李心天. 中国人的左右利手分布. *心理学报*, 1983, 15(3): 268-275
- Tripp G, Alsop B. Sensitivity to reward frequency in boys with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Child Psychology*, 1999, 28(3): 366-375
- Fletcher K, Parker G, Paterson A, et al. Anhedonia in melancholic and non-melancholic depressive disorders. *Journal of Affective Disorders*, 2015, 184: 81-88
- Dutra SJ, Stoeckel LE, Carlini SV, et al. Varenicline as a smoking cessation aid in schizophrenia: effects on smoking behavior and reward sensitivity. *Psychopharmacology*, 2012, 219(1): 25-34
- Mischoulon D, Hylek L, Yeung AS, et al. Randomized, proof-of-concept trial of low dose naltrexone for patients with breakthrough symptoms of major depressive disorder on antidepressants. *Journal of Affective Disorders*, 2017, 208: 6-14
- Santesso DL, Dillon DG, Birk JL, et al. Individual differences in reinforcement learning: behavioral, electrophysiological, and neuroimaging correlates. *Neuroimage*, 2008, 42(2): 807-816
- Vrieze E, Ceccarini J, Pizzagalli DA, et al. Measuring extrastriatal dopamine release during a reward learning task. *Human Brain Mapping*, 2013, 34(3): 575-586
- Schultz W, Dayan P, Montague PR. A neural substrate of prediction and reward. *Science*, 1997, 275(5306): 1593-1599

三种线索条件下,汉语阅读障碍儿童对左右视野呈现刺激的反应时均显著长于正常儿童。研究同时还发现,在左右两种视野条件下,汉语阅读障碍儿童的反应时长存在显著差异,具体说来,左视野反应时显著长于右视野反应时,说明汉语阅读障碍儿童在左右视野注意转换均存在显著落后的情况下,左右视野还具有空间不对称性,左视野注意转换存在更大的缺损。这可能说明,相比正常儿童,汉语阅读障碍儿童在左右顶叶均表现出显著低的激活情况下,右顶叶缺损更严重。

参 考 文 献

- 1 Scerri TS, Schulte-Körne G. Genetics of developmental dyslexia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 2010, 19(3): 179-197
- 2 Aravena S, Snellings P, Tijms J, Molen MWVD. A lab-controlled simulation of a letter-speech sound binding deficit in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2013, 115(4): 691-707
- 3 Vellutino FR, Fletcher JM, Snowling MJ, Scanlon DM. Specific reading disability(dyslexia): what have we learned in the past four decades?. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 2004, 45(1): 2-40
- 4 Stanovich KE. Matthew effects in reading: some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, 2008, 21(4): 360-407
- 5 白丽茹. 阅读障碍检测的“差异模型”与“成分模型”比较分析. *心理科学进展*, 2009, 17(2): 299-307
- 6 Goswami U, Ziegler JC, Richardson U. The effects of spelling consistency on phonological awareness: A comparison of English and German. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2005, 92(4): 345-365
- 7 Hari R, Hanna R. Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 2001, 5(12): 525-531
- 8 钟姝,刘翔平,李燕,刘晓东. 发展性阅读障碍者的注意转换缺陷研究综述. *中国特殊教育*, 2001, 3: 47-51
- 9 Andrea F, Turatto M. Asymmetrical visual fields distribution of attention in dyslexic children: A neuropsychological study. *Neuroscience Letters*, 2000, 290: 216-218
- 10 Judy B, Anne AD. Adults with dyslexia demonstrate space-based and object-based covert attention deficits: Shifting attention to the periphery and shifting attention between objects in the left visual field. *Brain and Cognition*, 2005, 57: 30-34
- 11 Nicholas AB, John HH, Janet FF. No differential attentional blink in dyslexia after controlling for baseline sensitivity. *Vision Research*, 2008, 48: 1497-1502
- 12 Helenius P, Uutela K, Hari R. Auditory stream segregation in dyslexic adults. *Brain*, 1999, 122: 907-913
- 13 买合甫来提,刘翔平,王燕. 发展性阅读障碍的跨文字一致性和特异性. *中国特殊教育*, 2010, 12: 58-62
- 14 谭雅倩,刘翔平,齐婷婷. 汉语听写困难儿童一般视觉整体和部分加工特点. *中国临床心理学杂志*, 2016, 24(2): 200-203
- 15 陈衍,白学军. 发展性阅读障碍语音缺陷的脑科学研究及对阅读教学的启示. *心理与行为研究*, 2008, 6(2): 144-149
- 16 刘议泽,钟姝,余雪,刘翔平. 汉语阅读障碍儿童的听觉注意转换延迟缺陷. *中国临床心理学杂志*, 2014, 23(5): 778-781
- 17 张厚粲,王晓平. 瑞文标准推理测验手册(中国城市修订版), 1985
- 18 王孝玲,陶保平. 小学生识字量测试题库及评价量表. 上海:上海教育出版社, 1996
- 19 Egly R, Driver J, Rafal RD. Shifting visual attention between objects and locations: evidence from normal and parietal lesion subjects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1994, 123(2): 161-177
- 20 Siok WT, Pefetti CA. Biological abnormality of impaired reading is constrained by culture. *Nature*, 2004, 431(21): 71-76
- (收稿日期:2016-06-23)
- (上接第5页)
- 25 Schultz W. Updating dopamine reward signals. *Current Opinion in Neurobiology*, 2013, 23(2): 229-238
- 26 Sevy S, Hassoun Y, Bechara A, et al. Emotion-based decision-making in healthy subjects: short-term effects of reducing dopamine levels. *Psychopharmacology*, 2006, 188(2): 228-235
- 27 Dunlop BW, Nemeroff CB. The role of dopamine in the pathophysiology of depression. *Archives of General Psychiatry*, 2007, 64(3): 327-337
- 28 Willner P. Dopaminergic mechanisms in depression and mania. *Psychopharmacology: The Fourth Generation of Progress*, 1995. 921
- 29 Barr RS, Pizzagalli DA, Culhane MA, et al. A single dose of nicotine enhances reward responsiveness in nonsmokers: implications for development of dependence. *Biological Psychiatry*, 2008, 63(11): 1061-1065
- (收稿日期:2016-11-08)