

· 抑郁症专题 ·

眼动追踪范式在抑郁症评估中的研究进展

杨晓帆 丰雷 冯媛 王刚

100088 首都医科大学附属北京安定医院 国家精神心理疾病临床医学研究中心 精神疾病
诊断与治疗北京市重点实验室

通信作者:王刚, Email: gangwangdoc@ccmu.edu.cn

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2020.05.006

【摘要】探索抑郁障碍的生物标志物一直是研究的热点。眼动追踪技术主要用于研究抑郁症患者的情绪调节、情绪信息处理和精神运动障碍。现主要综述探究性眼动、眼跳范式和自由观看范式三种眼动追踪范式在抑郁症评估中的应用,及其临床实践中的可能价值,对将来的研究方向进行探讨。

【关键词】抑郁症; 眼动追踪范式; 认知功能; 临床评估; 综述

基金项目:北京市科技计划项目(Z181100001718124)

Advances in study of the eye movement tracking technology in depression assessment Yang Xiaofan,
Feng Lei, Feng Yuan, Wang Gang

The National Clinical Research Center for Mental Disorder, Beijing Anding Hospital, Capital Medical
University, Beijing 100088, China

Corresponding author: Wang Gang, Email: gangwangdoc@ccmu.edu.cn

【Abstract】To explore the biological indicators of depression has always been a hot research topic. Eye movement tracking technology has been used to study mood regulation, emotional information processing and mental movement disorders in patients with depression. This paper mainly reviews the application of exploratory eye movement, saccadic eye movements and free-view task in depression assessment, as well as its possible value in clinical practice, and discusses the future research direction.

【Key words】Depressive disorder; Eye movement tracking technology; Cognitive function; Clinical assessment; Review

Fund program: Beijing Municipal Science and Technology Project (Z181100001718124)

抑郁症已成为我国疾病负担排名第二的疾病, 在各类精神心理疾病总负担中高居首位^[1]。抑郁症的核心症状除了包括情绪低落、兴趣丧失、精力下降等, 还包括思维迟缓、注意力不集中、记忆和注意偏向等认知功能障碍。抑郁症的病因尚不完全清楚, 临床诊断和评估多以主观评估为主, 缺乏客观的、量化的指标。近年来, 眼动追踪技术的发展为抑郁症群体眼动轨迹的客观评估提供了一种可能。眼动追踪技术有助于探索抑郁症患者的认知功能障碍及其病理生理方面的异常, 从而更好地为抑郁症的早期识别、评估和临床干预提供参考依据。

一、眼动与眼动追踪范式

眼球运动分为3种方式: 注视(fixation)、眼跳(saccade)和平稳跟踪(smooth pursuit)。眼球的运动在视知觉中起着重要的作用, 对其进行分析可以揭示知觉过程的大量事实。在不同的试验范式中,

眼动不仅提供了任务加工的信息, 而且提供了眼动控制方面的信息, 例如速度、持续时间和眼跳轨迹。不同的眼动追踪范式通过测试不同的眼动指标来反映视觉信息的选择模式, 揭示人类认知加工过程以及认知加工缺陷^[2]。在抑郁症人群中, 主要使用的眼动追踪范式有探究性眼动(exploratory eye movement, EEM)、眼跳范式和自由观看范式(free-view task)。

二、EEM在抑郁症评估中的应用

EEM是记录受试者在随意注意静止图像时出现的眼球运动轨迹, 通过眼球的活动来反映受试者的精神状态和认知功能。感知周期理论^[3]认为人类感知事物的过程包括预期和确认。视觉认知发展过程中的一个关键是预期阶段的延长, 反映了患者呆滞、反应迟钝、记忆和思维能力下降、注意和认知功能障碍, 在精神分裂患者的临床诊断上使用较

多,测量的主要眼动指标包括凝视点数(number of eye fixation, NEF)和反应探索评分(responsive search score, RSS)。NEF作为精神分裂症患者诊断的生物学重要标志^[4],而RSS可用来评估疗效^[5]。有研究表明,EEM的主要眼动指标同样可以用来评估抑郁症患者认知功能的损害程度^[6]。穆俊林团队探讨了EEM和听觉事件相关电位(event related potentials, ERP)P300成分^[7]以及交感神经皮肤反应(sympathetic skin respons, SSR)^[8]对抑郁症患者的诊断价值。发现抑郁症组的NEF、RSS明显低于对照组,且异常率与(ERP)P300、SSR测定的异常率吻合度较高。同时测定EEM指标和其他电生理指标,可以更准确地反映抑郁症患者认知功能损害的特点,显示EEM指标和(ERP)P300、SSR可以作为抑郁症患者的潜在诊断指标应用于临床。

为了进一步探讨EEM在抑郁症患者临床诊断评估中的价值,张宁等^[9]检测了药物治疗前后首发抑郁症患者眼动指标的变化特点。与健康对照组相比,治疗前首发抑郁症患者组凝视点数较少和反应探索评分分值较低,表明抑郁症患者可能存在注意功能方面损害。使用氟西汀治疗后,患者组的EEM测定的异常率显著降低,抑郁症状得到明显的改善。患者组的眼动指标的改善程度与抑郁症状的减轻程度呈显著正相关。表明NEF和RSS可作为评估抗抑郁剂治疗改善抑郁情绪和认知功能的潜在指标,可对抑郁症患者的诊治提供值得参考的客观依据。

三、眼跳范式在抑郁症评估中的应用

朝向眼跳和反扫视任务是评估执行抑制功能的有力工具,已被用于评估前额叶系统的高级执行功能^[10-11]。朝向眼跳任务可以用来评估眼球运动的速度、潜伏期和准确性等基本特征。反扫视任务能够检测抑制眼球自动朝向出现在外围视野的目标的能力。与其他任务相比,反扫视任务在评估抑制功能方面更可靠,其中反扫视眼跳的潜伏期(reaction time, RT)和错误率(error rates, ER)可以量化抑制功能的缺陷^[12]。在Harris等^[13]的研究中发现,抑郁症与健康对照组相比存在反扫视眼动指标的异常,即ER明显升高和RT明显延长,这表明抑郁症患者的确存在抑制功能的缺陷。

在临床上,扫视任务可以用来评估抑郁症患者的症状严重程度,并可能作为预测疗效的指标。在一项老年抑郁症患者的研究中,受试者共完成了朝向眼跳和反扫视两项任务,在这两项任务中,抑郁症患者的反扫视眼跳的ER和RT明显高于健康对照

组,反映老年抑郁症患者认知障碍中的抑制加工缺陷^[14]。并且ER增加和RT延长均与受试者的抑郁严重程度有关。在抑郁症患者临床疗效的评估中,Crevits等^[15]探讨了抑郁症患者在重复经颅磁刺激(rTMS)治疗前后眼动指标的变化。发现治疗后患者组反扫视眼跳的潜伏期明显短于治疗前,与抑郁患者症状的改善呈显著正相关。在抑郁症的疗效预测中,Malsert等^[16]对8例难治性抑郁症患者进行了随访研究,探讨疗效[rTMS和(或)文拉法辛]和基线期反扫视指标是否相关,结果表明,基线期反扫视眼跳的错误率越低,经过治疗后抑郁量表减分率越高,提示治疗更有效。因此有学者认为,反扫视眼跳任务中的眼动指标是抑郁症的状态标志物,在一定程度上可以作为抑郁症临床上症状评估以及疗效预测的工具^[16]。

四、自由观看范式在抑郁症评估中的应用

贝克的抑郁障碍认知理论认为,抑郁症患者的心理模式包括失落、分离、失败、无价值和被拒绝等负面的主题,因此抑郁症患者选择性关注和处理环境中的消极刺激并直接过滤掉积极刺激,这种认知功能障碍在抑郁症发病及维持方面有着重要的作用^[17]。Hermans等^[18]基于视觉点探测任务(评估负性注意偏向的经典试验范式)提出了一种新的范式,即自由观看任务。在这个试验范式中通过显示多种视觉刺激来吸引受试者的注意力,其呈现的时间较长,受试者可以来回扫视不同的刺激,通过测量对负性图片的总注视时间、注视频次、平均注视时间以及首次注视点来衡量注意力偏向。Eizenman等^[19]和Kellough等^[20]在自由观看任务中发现抑郁症患者对于消极图像的总注视时间、注视频次明显多于健康对照组。即使存在其他情绪刺激,抑郁症患者对焦虑信息的注意偏向也会持续较长的时间。Leyman等^[21]将视觉刺激换成具有不同情绪内容的面部表情,与情绪场景图片相比,面部表情可能更容易引起抑郁症患者的注意。结果显示患者在悲伤和中性的面部表情中注视的时间更长,而对照组在快乐的人脸图像上凝视点数明显增多,停留的时间明显更长。说明抑郁症的发病和维持与对负面信息进行长时间的注意加工有关。有研究显示,抑郁症状也与将注意力从负性相关刺激中分离困难有关^[22-23]。Sanchez等、Godara等和Allard等^[24-26]在自由观看范式的基础上,添加了参与脱离任务,测试抑郁症患者将注意力从情绪材料上转移所需的时间。结果显示,与健康对照组相比,抑郁症患者明显需要更长

的时间才能从与抑郁相关的刺激中解脱出来(如悲伤的表情),表明在负面刺激上的注意力转移困难可能是抑郁症的重要特征。

1. 自由观看范式可用于评估抑郁症状的严重程度:在对不同严重程度的抑郁症患者的评估中发现,抑郁症状越严重的患者对于负性刺激的注意偏向性越大,与量表分值呈显著正相关。Almudena等^[27]和Lu等^[28]以不同严重程度的抑郁症患者和健康对照为受试者,发现贝克抑郁量表(BDI- II)评分越高的患者在自由观看任务中对悲伤面孔的首次注视时间和总注视时间越长,且对开心面孔的注视时间越短。Isaac等、徐西良等、李文敬等和Li等^[29-32]以抑郁症缓解期患者为主要研究对象,结果显示抑郁症缓解组对悲伤面孔的总注视次数和首视点与抑郁组相比明显减少,因此推测缓解期患者的负性注意偏向可能随着抑郁症状的改善有所恢复。

2. 在抑郁症药物疗效评估中的作用:为了评估使用抗抑郁药物治疗的抑郁症患者的注意偏向,Wells等^[33]对47例重度抑郁症患者(21例接受药物治疗,26例未接受药物治疗)进行研究。在自由观看任务中发现,在抑郁严重程度无差异的情况下,药物治疗组的眼动指标偏向正常化,即对积极刺激凝视次数增多和注视时间长,对悲伤刺激的注视次数减少。张晶^[34]对62例抑郁症患者进行了自由观看任务的眼动评估测试,随后使用盐酸文拉法辛对抑郁症患者进行治疗,比较治疗前后患者的负性注意偏向分数(即对负性面孔的注视次数)的变化。结果表明抑郁症患者在治疗后负性注意偏向分数显著降低,且与汉密尔顿抑郁量表(HAMD)分数呈显著正相关。以上两项研究均表明患者的注意偏向可通过药物治疗偏向正常化,眼动指标可在一定程度上反映患者抗抑郁药物治疗前后症状的改善程度。

3. 在抑郁症认知训练疗效评估中的作用:有研究表明,抑郁症患者通过注意训练可以使抑郁症患者的注意朝向中性或者正性刺激,通过改善负性注意偏向,从而改善抑郁症状^[35]。自由观看范式是评估注意训练疗效的重要工具。将眼动追踪技术用于注意训练疗效的临床评估,可以更加直观地体现注意偏向的纠正与抑郁症状改善程度之间的相关性。已有研究表明,训练注意力远离负性刺激(焦虑图片、悲伤图片)可能减轻抑郁症状。Krejtz等^[36]对70例抑郁症患者进行双盲、随机、安慰剂对照研究。受试者分别接受14 d有效的注意训练和伪注意训练。结果发现在经过有效的注意训练后,与

对照组相比,试验组注意力明显转向正向刺激,医院焦虑抑郁量表(Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS)和焦虑特质量表(State-Trait Anxiety Inventory, STAI)评分明显降低,眼动注意偏向指标的改善与抑郁症状的减轻呈显著正相关。

五、小结与展望

综上所述,抑郁症患者在不同眼动范式中都表现出眼动指标的异常。在探索性眼动的任务中,与对照组相比,抑郁症患者凝视点数较少,探索性评分较低,表明其存在注意力集中障碍。在扫视任务中,抑郁症患者的扫视错误率更高,扫视纠正的潜伏期更长,表明其抑制功能受损。而近年来,抑郁症患者的眼动追踪技术主要集中于评估抑郁症患者负性注意偏向方面的认知功能损害。自由观看任务的眼动指标已逐渐显示出在抑郁症状严重程度评估中的优越性。最近的一项Meta分析中考察了眼动指标分析对于抑郁症患者和双相情感障碍患者的鉴别作用,发现在不同的眼动范式任务在抑郁症的鉴别诊断和双相情感障碍的早期诊断中具有重要的研究价值^[37]。视觉信息处理依赖于遗传因素和脑生理学,可以构成抑郁症病理生理过程的敏感性分析载体^[38-39]。因此,未来可以进一步探索抑郁症和其他精神障碍认知损害之间的差异与联系,找出在不同的眼动范式中,可以和其他精神障碍疾病相互鉴别的特异性眼动指标。

近年来,部分研究通过眼动追踪范式收集到的眼动指标和生理信号(瞳孔直径)作为分类特征,采用算法分类器对于抑郁人群的进行识别研究,但是采用这种方法进行研究普遍获得的分类准确率略低^[40-42]。因此,面对本领域目前的指标单一、测量技术准确性低等实际现状,在最新的研究中需要开发多维度的眼动指标,在后期的数据分析上采用更加精准的眼动数据分析方法和算法分类技术,或者将眼动测评与其他更加方便易用的测评方式相结合形成新的测评技术。

通过对各研究的比较,未来的研究应关注以下几个方面:第一,应加强对抑郁症患者眼动脑机制的研究,联系与眼动指标相关的皮质区域(尤其是前额叶背外侧区DLPF和杏仁核^[43-44])和脑电生理^[45]等方面的指标进行综合分析,进一步提高对抑郁症眼动指标的特异性和神经生理机制的理解。为眼动追踪技术在抑郁症临床诊断的应用中提供更有力的客观指标。第二,应多开展抑郁症患者眼动指标的纵向研究。现阶段基于眼动追踪范式在抑郁症中的

诊断性研究和随访研究较少,眼动指标作为抑郁症症状评估和疗效预测工具的证据还不充分。在进一步完善眼动技术的同时,应增加对抑郁症全程的眼动追踪随访研究。建立不同严重程度抑郁症状患者的眼动发展的轨迹模型。在治疗前用眼动追踪技术来评估患者的认知损害程度,以确定与抑郁症严重程度相关的因素,将有利于抑郁症患者的个性化治疗^[46]。并探索出在药物治疗层面,药物种类对于抑郁症状改善和眼动指标纠正率的相关性,从而对不同的药物选择建立一套完善的复合眼动指标的预测模型。

利益冲突 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

作者贡献声明 论文撰写为杨晓帆,论文修订为丰雷、冯媛、王刚

参 考 文 献

- [1] Holden C. Mental health. Global survey examines impact of depression[J]. *Science*, 2000, 288(5463): 39-40. DOI: 10.1126/science.288.5463.39.
- [2] 李丹,朱春燕,汪凯,等. 注视方向影响社交焦虑个体对情绪面孔加工的眼动研究[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2013, 22(8): 716-718. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1674-6554.2013.08.013.
Li D, Zhu CY, Wang K, et al. Gaze direction affects the processing of emotional faces among socially anxious individuals: an eye-tracking study[J]. *Chin J Behav Med & Brain Sci*, 2013, 22(8): 716-718.
- [3] Dawson G, Watling R. Interventions to facilitate auditory, visual, and motor integration in autism: a review of the evidence[J]. *J Autism Dev Disord*, 2000, 30(5): 415-421. DOI: 10.1023/a:1005547422749.
- [4] 项志清,陈月敏,颜文伟. 探索性眼球活动试验在精神分裂症诊断中的价值[J]. *上海精神医学*, 2004, 16(5): 263-266, 300. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0829.2004.05.002.
Xiang ZQ, Chen YM, Yan WW. A study on exploratory eye movements in the diagnosis of schizophrenia[J]. *Shanghai Archives of Psychiatry*, 2004, 16(5): 263-266, 300.
- [5] Kojima T, Matsushima E, Nakajima K, et al. Eye movements in acute, chronic, and remitted schizophrenics[J]. *Biol Psychiatry*, 1990, 27(9): 975-989. DOI: 10.1016/0006-3223(90)90035-z.
- [6] Zhang T, Xu Y, Li Y, et al. The prospects for the clinical application of exploratory eye movement among patients with psychotic disorders[J]. *Shanghai Archives of Psychiatry*, 2016, 28(4): 218-221. DOI: 10.11919/j.issn.1002-0829.216029.
- [7] 穆俊林,吕路线,李恒芬,等. 抑郁症患者的探究性眼动与听觉事件相关电位研究[J]. *临床神经电生理学杂志*, 2006, 15(5): 275-277. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8972.2006.05.004.
Mu JL, LV LX, Li HF, et al. Study on exploratory eye movement and auditory event-related potentials in patients with depression[J]. *Journal of Clinical Electroneurophysiology*, 2006, 15(5): 275-277.
- [8] 朱金富,穆俊林,孙敏,等. 抑郁症患者的探究性眼动分析与交感神经皮肤反应研究[J]. *新乡医学院学报*, 2009, 26(6): 571-573.
Zhu JF, Mu JL, Sun M, et al. Study on exploratory eye movement and sympathetic skin response in patients with depression[J]. *Journal of Xinxiang Medical College*, 2009, 26(6): 571-573.
- [9] 张宁,穆俊林,杨庆南,等. 抑郁症患者治疗前后探究性眼动特征[J]. *中国心理卫生杂志*, 2009, 23(2): 117, 148. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2009.02.009.
Zhang N, Mu JL, Yang QN, et al. The Exploratory Eye Movement to before and after Treatment with Depression Patients[J]. *Chin Mental Health J*, 2009, 23(2): 117, 148.
- [10] Pierrot-Deseilligny C, Müri RM, Ploner CJ, et al. Decisional role of the dorsolateral prefrontal cortex in ocular motor behaviour[J]. *Brain*, 2003, 126(6): 1460-1473. DOI: 10.1093/brain/awg148.
- [11] Curtis CE, Connolly JD. Saccade preparation signals in the human frontal and parietal cortices[J]. *J Neurophysiol*, 2008, 99(1): 133-145. DOI: 10.1152/jn.00899.2007.
- [12] Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis[J]. *Cogn Psychol*, 2000, 41(1): 49-100. DOI: 10.1006/cogp.1999.0734.
- [13] Harris MSH, Reilly JL, Thase ME, et al. Response suppression deficits in treatment-naïve first-episode patients with schizophrenia, psychotic bipolar disorder and psychotic major depression[J]. *Psychiatry Res*, 2009, 170(2): 150-156. DOI: 10.1016/j.psychres.2008.10.031.
- [14] Carvalho N, Noiret N, Vandel P, et al. Saccadic eye movements in depressed elderly patients[J]. *PLoS One*, 2014, 9(8): e105355. DOI: 10.1371/journal.pone.0105355.
- [15] Crevits L, Van den Abbeele D, Audenaert K, et al. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on saccades in depression: a pilot study[J]. *Psychiatry Res*, 2005, 135(2): 113-119. DOI: 10.1016/j.psychres.2003.10.008.
- [16] Malsert J, Guyader N, Chauvin A, et al. Antisaccades as a follow-up tool in major depressive disorder therapies: a pilot study[J]. *Psychiatry Res*, 2012, 200(2/3): 1051-1053. DOI: 10.1016/j.psychres.2012.05.007.
- [17] Disner SG, Beevers CG, Haigh EAP, et al. Neural mechanisms of the cognitive model of depression[J]. *Nat Rev Neurosci*, 2011, 12(8): 467-477. DOI: 10.1038/nrn3027.
- [18] Hermans D, Vansteenwegen D, Eelen P. Eye Movement Registration as a Continuous Index of Attention Deployment: Data from a Group of Spider Anxious Students[J]. *Cogn Emot*, 1999, 13(4): 419-434. DOI: 10.1080/026999399379249.
- [19] Eizenman M, Yu LH, Grupp L, et al. A naturalistic visual scanning approach to assess selective attention in major depressive disorder[J]. *Psychiatry Res*, 2003, 118(2): 117-128. DOI: 10.1016/s0165-1781(03)00068-4.
- [20] Kellough JL, Beevers CG, Ellis AJ, et al. Time course of selective attention in clinically depressed young adults: an eye tracking study[J]. *Behav Res Ther*, 2008, 46(11): 1238-1243. DOI: 10.1016/j.brat.2008.07.004.
- [21] Leyman L, De Raedt R, Vaeyens R, et al. Attention for emotional facial expressions in dysphoria: an eye-movement registration study[J]. *Cogn Emot*, 2011, 25(1): 111-120. DOI: 10.1080/02699931003593827.
- [22] Greimel E, Piechaczek C, Schulte-Rüther M, et al. The role of attentional deployment during distancing in adolescents with major depression[J]. *Behav Res Ther*, 2020, 126: 103554. DOI: 10.1016/j.brat.2020.103554.

- [23] Sanchez-Lopez A, Koster EHW, Van Put J, et al. Attentional disengagement from emotional information predicts future depression via changes in ruminative brooding: A five-month longitudinal eye-tracking study [J]. Behav Res Ther, 2019, 118: 30-42. DOI: 10.1016/j.brat.2019.03.013.
- [24] Sanchez A, Vazquez C, Marker C, et al. Attentional disengagement predicts stress recovery in depression: an eye-tracking study [J]. J Abnorm Psychol, 2013, 122(2): 303-313. DOI: 10.1037/a0031529.
- [25] Godara M, Sanchez-Lopez A, De Raedt R, et al. Music to my ears, goal for my eyes? Music reward modulates gaze disengagement from negative stimuli in dysphoria [J]. Behav Res Ther, 2019, 120: 103434. DOI: 10.1016/j.brat.2019.103434.
- [26] Allard ES, Yaroslavsky I. Attentional Disengagement Deficits Predict Brooding, but Not Reflection, Over a One-Year Period [J]. Front Psychol, 2019, 10: 2282. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.02282.
- [27] Almudena D, Carmelo V. Double attention bias for positive and negative emotional faces in clinical depression: evidence from an eye-tracking study [J]. J Behav Ther Exp Psychiatry, 2015, 46: 107-114. DOI: 10.1016/j.jbtep.2014.09.005.
- [28] Lu SF, Xu JY, Li M, et al. Attentional bias scores in patients with depression and effects of age: a controlled, eye-tracking study [J]. J Int Med Res, 2017, 45(5): 1518-1527. DOI: 10.1177/0300060517708920.
- [29] Isaac L, Vrijns JN, Rinck M, et al. Shorter gaze duration for happy faces in current but not remitted depression: evidence from eye movements [J]. Psychiatry Res, 2014, 218(1/2): 79-86. DOI: 10.1016/j.psychres.2014.04.002.
- [30] 徐西良, 刘明矾. 复发性抑郁缓解期个体对情绪面孔注意偏向的眼动研究 [J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2015, 24(9): 824-827. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-6554.2015.09.014.
Xu XL, Liu MF. Attentional bias to emotional faces on individuals in the remitted phase of recurrent depression: an eye-tracking study [J]. Chin J Behav Med & Brain Sci, 2015, 24(9): 824-827.
- [31] 李文敬, 栗觅, 吕胜富, 等. 抑郁症缓解期情绪面孔注意加工偏向的眼动研究 [J]. 中国神经精神疾病杂志, 2015, 41(11): 698-700. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0152.2015.11.013.
- [32] Li M, Lu SF, Wang G, et al. Alleviated negative rather than positive attentional bias in patients with depression in remission: an eye-tracking study [J]. J Int Med Res, 2016, 44(5): 1072-1086. DOI: 10.1177/0300060516662134.
- [33] Wells TT, Clerkin EM, Ellis AJ, et al. Effect of Antidepressant Medication Use on Emotional Information Processing in Major Depression [J]. Am J Psychiatry, 2014, 171(2): 195-200. DOI: 10.1016/j.jad.2019.09.067.
- [34] 张晶. 抗抑郁药物对抑郁症患者情绪注意偏向的影响研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2018.
- [35] Yang WH, Ding ZR, Dai T, et al. Attention Bias Modification training in individuals with depressive symptoms: A randomized controlled trial [J]. J Behav Ther Exp Psychiatry, 2015, 49(Pt A): 101-111. DOI: 10.1016/j.jbtep.2014.08.005.
- [36] Krejtz I, Holas P, Rusanowska M, et al. Positive online attentional training as a means of modifying attentional and interpretational biases among the clinically depressed: An experimental study using eye tracking [J]. J Clin Psychol, 2018, 74(9): 1594-1606. DOI: 10.1002/jclp.22617.
- [37] Carvalho N, Laurent E, Noiret N, et al. Eye Movement in Unipolar and Bipolar Depression: A Systematic Review of the Literature [J]. Front Psychol, 2015, 6: 1809. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.01809.
- [38] Arolt V, Lencer R, Nolte A, et al. Eye tracking dysfunction is a putative phenotypic susceptibility marker of schizophrenia and maps to a locus on chromosome 6p in families with multiple occurrence of the disease [J]. Am J Med Genet, 1996, 67(6): 564-579. DOI: 10.1002/(SICI)1096-8628(19961122)67:6<564::AID-AJMG10>3.0.CO;2-R.
- [39] Matthyse S, Holzman PS, Gusella JF, et al. Linkage of eye movement dysfunction to chromosome 6p in schizophrenia: additional evidence [J]. Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet, 2004, 128B(1): 30-36. DOI: 10.1002/ajmg.b.30030.
- [40] Li M, Cao L, Zhai Q, et al. Method of Depression Classification Based on Behavioral and Physiological Signals of Eye Movement Complexity, 2020, 2020(1): 1-9. DOI: 10.1155/2020/4174857.
- [41] Zhu J, Wang ZH, Gong T, et al. An Improved Classification Model for Depression Detection Using EEG and Eye Tracking Data [J]. IEEE Trans Nanobioscience, 2020, 19(3): 527-537. DOI: 10.1109/TNB.2020.2990690.
- [42] Ding XF, Yue XX, Zheng R, et al. Classifying major depression patients and healthy controls using EEG, eye tracking and galvanic skin response data [J]. J Affect Disord, 2019, 251: 156-161. DOI: 10.1016/j.jad.2019.03.058.
- [43] 杨娟, 张小崔, 姚树桥. 抑郁症认知偏向的神经机制研究进展 [J]. 中国临床心理学杂志, 2014, 22(5): 788-791. DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2014.05.052.
Yang J, Zhang XC, Yao SQ. Neural Mechanisms of the Cognitive Bias of Depression: A Literature Review [J]. Chinese Journal of Clinical Psychology, 2014, 22(5): 788-791.
- [44] Disner SG, Beevers CG, Haigh EAP, et al. Neural mechanisms of the cognitive model of depression [J]. Nat Rev Neurosci, 2011, 12(8): 467-477. DOI: 10.1038/nrn3027.
- [45] Hansenne M. The p300 cognitive event-related potential. I. Theoretical and psychobiologic perspectives [J]. Neurophysiol Clin, 2000, 30(4): 191-210. DOI: 10.1016/S0987-7053(00)00223-9.
- [46] 王刚, 马辛. 抑郁症未来的研究方向 [J]. 中华精神科杂志, 2013, 46(2): 117-118. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7884.2013.02.017.

(收稿日期: 2020-03-14)

(本文编辑: 戚红丹)