

情绪对两可图认知加工影响的ERP研究

林瑾^{1,2}, 何胜昔³, 尹文刚^{1,2}

1. 中国科学院心理研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100101; 3. 深圳市计生中心, 广东 深圳 518036

【摘要】目的:采用事件相关电位(ERP)技术探讨情绪对两可图认知加工的影响。**方法:**通过成功-失败操纵(SFM)诱发情绪,考察两可图观察任务的脑电活动变化。**结果:**①刺激产生的ERPs各成分(N140、N200、P300、N400)明显。②负性情绪组N140、N200潜伏期显著延迟,波幅显著减小。③负性和中性情绪组P300波幅显著大于正性情绪组。④负性情绪组N400潜伏期显著长于中性情绪组,负性和中性情绪组波幅均显著大于正性情绪组。**结论:**①N140和N200可能反映两可图物理刺激的感知;P300和N400则可能反映两可图的命名及含义转换。②N140和N200潜伏期显著延迟,波幅显著减小,说明负性情绪可能导致被试脑活动呈现抑制状态,活动水平降低。③P300和N400波幅显著增大,可能是受高趋近动机影响,被试对任务投入更多心理资源,故负性情绪反而提高了激活水平。

【关键词】成功-失败操纵;情绪;两可图;认知加工;事件相关电位

【中图分类号】B842.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2016)08-0855-06

Event-related potential study of emotion on cognitive processing of ambiguous figure

LIN Jin^{1,2}, HE Sheng-xi³, YIN Wen-gang^{1,2}

1. Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. Shenzhen Family Planning Center, Shenzhen 518036, China

Abstract: Objective To discuss on the impact of different emotions on ambiguous figure processing by using event-related potential (ERP) technology. **Methods** The success-failure manipulation was used to induce different emotions. The changes of brain electric activity affected by the ambiguous figure processing were observed. **Results** The ERPs components (N140, N200, P300, N400) produced by stimuli were significant. The latency of N140, N200 in negative emotion group was significantly delayed, and the amplitude significantly decreased. The amplitude of P300 in negative and neutral emotion groups was significantly larger than that in positive emotion group. The latency of N400 in negative emotion group was significantly longer than that in neutral emotion group, and the amplitude in negative and neutral emotion groups was significantly greater than that in positive emotion group. **Conclusion** In the ambiguous cognition processing, N140 and N200 may reflect the perception of ambiguous physical stimuli, while P300 and N400 may reflect the process of ambiguous figure naming and the conversion of meaning. The latency of N140, N200 in negative emotion state is significantly delayed, and the amplitude significantly reduces, which indicates that the negative emotion may induce the state of suppression and lower level of brain activity. The amplitudes of P300 and N400 are significantly greater, which may be due to high approach motivational effects of the task. Participants invest more psychological resource in the task, and the negative emotion increases the activation level.

Key words: success-failure manipulation; emotion; ambiguous figure; cognitive processing; event-related potential

前言

情绪和认知是相对独立的心理过程,它们既有

自己独特的发生机制和变化规律,同时二者又有着密切的联系。有研究表明情绪对认知活动具有组织的作用,正性情绪如愉快、兴趣等,对认知活动起协调、促进的作用,负性情绪如担忧、沮丧等,则起干扰的作用^[1]。以往对情绪和认知关系的研究,多采用情绪性的刺激材料(图片、音频、视频或音频视频结合等)对被试先行情绪诱发,后续根据作业任务的绩效及完成任务时的神经生理指标进行相关研究^[2-4]。此

【收稿日期】2016-03-25

【基金项目】深圳市福田区教育局教育科研项目(FTJY15012)

【作者简介】林瑾,主要从事青少年情绪与认知能力研究, E-mail: mu-mu_linjin@163.com

【通信作者】尹文刚,教授,博士生导师,研究方向:心理和认知障碍的神经心理机制, E-mail: yinwg@psych.ac.cn

类方式对情绪诱发的有效性往往不高,情绪稳定性、持续性及生态性较差,而这很有可能是导致实验结论难以达成一致的原因之一。随着研究的深入,成功-失败操纵(SFM)作为自豪情绪诱发方法中一个较为理想的选择引起了研究者的兴趣。国内外研究人员将SFM运用在自豪诱发研究中,他们让被试进行一项难以确切判断作业成绩的任务,随后通过给予积极反馈进行自豪情绪的诱发,结果表明与控制组相比,这一操纵诱发了强烈的自豪情绪,并对其后的认知过程产生了影响^[5-6]。受此启发,我们选用两可图作为认知加工的刺激信号。两可图也称双关图、两歧图,是指在图片本身没有任何变化的情况下,因个体知觉加工的过程中会发生选择性注意转换,在不同的时间内被知觉成两种不同对象的图形^[7]。被试对这种难以确切判断作业成绩的两可图完成图片含义的选择任务,且在每次任务后给予被试由主试有意操纵的“正”、“误”反馈,而被试对实验的真实目的并不知情。这样的设计将情绪刺激和认知任务结合在一起,同时记录完成作业时的脑电活动变化。

在已有认知研究中,两可图相关大脑加工机制的研究尚不多见,而通过高时间分辨率的事件相关电位(Event-Related Potential, ERP)技术考察不同情绪对两可图认知加工影响的脑机制的研究,尚未见报道。鉴于此,本研究选用两可图作为实验材料,通过SFM诱发被试的情绪,探究不同情绪状态下两可图加工的脑电活动变化情况,以期进一步理解两可图加工机制,并丰富情绪对认知影响的相关研究。

1 研究方法

1.1 被试

深圳市某小学在校学生71名,年龄范围9~12岁,平均年龄11岁;身心健康;右利手;视力正常或矫正后正常。所有被试均由其监护人签署知情同意书,实验结束后获得了小礼物作为报酬。

1.2 实验材料

彩色两可图片60幅,图片均来自互联网,经调整后统一像素为600×450。本实验采用的部分两可图见图1。



图1 实验所用部分两可图

Fig.1 Some ambiguous figures used in experiment

1.3 实验设计

刺激材料用E-Prime 2.0控制呈现。实验采用的是两可图命名任务,由“两可图-备选答案-按键作答-反馈结果”4个阶段构成一个实验单元。将被试随机

分为3组:组1为负性情绪组(27人),组2为正性情绪组(21人),组3为中性情绪组(23人)。在被试完成每次的两可图辨认任务后,对其回答进行正误反馈,诱发3组被试分别产生积极、消极、中性情绪,被试在

相应的情绪状态下继续进行下一试次的两可图命名任务。在此过程中,通过ERP记录3组被试过程中的脑电活动变化情况。本实验是以情绪为自变量(包含消极、积极、中性3个水平),两可图观察及辨识为作业任务的被试间实验设计。

1.4 实验流程

实验在安静的ERP实验室中进行。被试坐于距显示屏50 cm处。首先,呈现指导语,并向其讲解实验过程、任务要求,然后进行练习,确保被试理解实验任务后,进入正式实验。正式实验的具体实验流

程见图2。首先,屏幕中央呈现注视点“+”500 ms,紧接着呈现一幅两可图1500 ms,随后是对该两可图含义描述的选项(1和2),要求被试根据观察结果进行按键选择,选择1用左手按“D”键,选择2用右手按“K”键,然后屏幕呈现对被试答案的“反馈”(“×”或“√”或空屏)800 ms,最后是空屏600 ms。鉴于情绪诱发的需要,负性情绪组被试无论作何选择,均得到90%的“×”反馈,10%的“√”反馈;正性情绪组被试无论作何选择,均得到90%的“√”反馈,10%的“×”反馈;中性情绪组被试不被给予任何反馈。

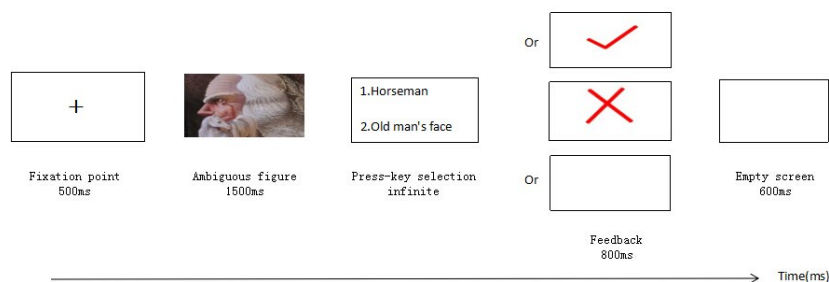


图2 实验流程示意图

Fig.2 Schematic diagram of experimental process

1.5 数据处理及分析

1.5.1 EEG记录参数 采用德国Brain Products公司的ERP记录与分析系统,按国际10-20系统扩展的64导电极帽记录EEG,以FCZ为参考,后期数据分析转换为双侧乳突平均作为参考电极,AFz作为地极,右眼外眼角距眼睛1 cm处安置电极记录水平眼电(HEOG),左眼下方1 cm处安置电极记录垂直眼电(VEOG)。每个电极处的头皮电阻保持在5 kΩ以下。

1.5.2 EEG数据离线处理 实验共记录了71名被试的行为及脑电数据,其中3名被试因未按要求进行观察任务而被剔除,其余68名被试数据进入统计分析。数据滤波带通为0.01~70.00 Hz,采样频率为500 Hz/导。自动校正VEOG和HEOG,波幅超过 $\pm 50 \mu V$ 均视为伪迹。以两可图呈现前200 ms作为基线,对呈现前200 ms至呈现后1000 ms的脑电进行分段分析。刺激产生的ERPs各成分明显。根据ERPs总平均图,各成分测量的时间窗口分别为头皮前部N140(100~200 ms),P300(200~400 ms),N400(300~500 ms);头皮中部N140(100~200 ms),N200(150~250 ms),P300(200~400 ms),N400(300~500 ms);头皮后部N200(150~250 ms),P300(200~400 ms)。

1.6 统计学处理

将所有实验数据导入统计软件SPSS19.0进行统计分析。描述性数据以平均数 \pm 标准误($Mean \pm SE$)的方式呈现。显著性水平为0.05。本实验的自变量为

情绪,包含3个水平(负性情绪、正性情绪、中性情绪),因变量为头皮中线上有代表性的电极点的ERP成分波峰、波潜伏期值。采用单因素ANOVA分析,并使用Greenhouse-Geisser矫正ANOVA分析结果。同时,对组间变量进行多重比较的 F 值检验。

2 结果

2.1 行为结果

鉴于本研究重点考察情绪对两可图加工的影响,加之两可图含义选择本身无正误之分,故不对备选答案呈现之后的按键操作反应进行详细报告。负性情绪组(组1)的平均反应时间2061.42 ms,正性情绪组(组2)的平均反应时间1733.52 ms,两组存在显著差异($F=4.525, P<0.05$),被试在“×”反馈后对选项作出判断时耗时更长、反应更慢。

2.2 ERP结果

两可图加工较一般图形、图像的加工更为复杂,其加工过程需激活头皮包括视觉、言语、选择性注意在内的各个功能,同时参考以往研究,选择头皮中线前、中、后部有代表性的电极点作为本研究考察的电极点(前部:Fpz、Fz,中部:CPz,后部:Pz、Oz)。

2.2.1 各成分分布位置、平均潜伏期及平均波幅 不同情绪条件下各成分的分布位置、平均潜伏期及平均波幅见表1。两可图刺激出现后,可观察到清楚、稳定的N140、N200、P300、N400等波形形态。对各成分的潜伏

表1 各成分的分布位置、平均潜伏期及平均波幅($\bar{x} \pm s$)Tab.1 Location, mean latency and mean amplitude of components ($Mean \pm SE$)

Component	Location	Negative emotion group		Positive emotion group		Neutral emotion group	
		Latency/ms	Amplitude/ μV	Latency/ms	Amplitude/ μV	Latency/ms	Amplitude/ μV
N140	Fpz	162.17 \pm 4.65	-7.94 \pm 1.29	151.86 \pm 5.22	-9.83 \pm 1.56	145.70 \pm 3.87	-13.43 \pm 1.90
	Fz	158.13 \pm 7.32	-7.60 \pm 1.08	147.57 \pm 7.05	-9.99 \pm 1.61	141.26 \pm 3.47	-10.12 \pm 0.74
	CPz	128.17 \pm 5.30	-0.62 \pm 1.37	132.81 \pm 5.34	-5.14 \pm 1.13	139.43 \pm 4.32	-4.93 \pm 1.36
N200	CPz	205.46 \pm 5.18	-3.99 \pm 1.43	207.38 \pm 5.91	-8.44 \pm 1.20	195.57 \pm 5.66	-7.64 \pm 1.71
	Pz	209.00 \pm 6.22	5.30 \pm 1.33	207.33 \pm 7.27	-0.19 \pm 1.22	188.00 \pm 7.50	2.67 \pm 2.11
	Oz	210.50 \pm 6.24	9.41 \pm 1.50	216.76 \pm 8.58	12.38 \pm 1.66	194.09 \pm 7.38	12.79 \pm 1.62
P300	Fpz	214.75 \pm 7.74	-6.53 \pm 1.03	233.81 \pm 9.43	-5.42 \pm 1.40	222.61 \pm 5.89	-7.82 \pm 1.32
	Fz	202.46 \pm 9.95	-6.22 \pm 1.04	206.00 \pm 12.58	-7.59 \pm 1.37	226.04 \pm 8.95	-6.82 \pm 1.36
	CPz	284.58 \pm 9.67	0.67 \pm 1.47	276.57 \pm 7.47	-5.57 \pm 1.11	275.91 \pm 9.78	-2.78 \pm 1.77
	Pz	268.42 \pm 11.60	9.09 \pm 1.96	283.95 \pm 12.99	2.49 \pm 1.28	278.74 \pm 10.50	7.74 \pm 2.00
	Oz	268.46 \pm 12.34	11.92 \pm 1.74	245.14 \pm 10.56	12.00 \pm 1.73	261.39 \pm 9.46	14.27 \pm 1.75
N400	Fpz	396.04 \pm 11.08	-14.30 \pm 1.38	370.62 \pm 15.12	-10.34 \pm 1.45	346.39 \pm 11.35	-11.65 \pm 1.13
	Fz	368.08 \pm 12.44	-16.55 \pm 1.74	356.33 \pm 14.82	-12.48 \pm 1.27	369.83 \pm 15.98	-13.49 \pm 1.14
	CPz	393.08 \pm 10.78	-4.66 \pm 1.85	369.29 \pm 10.39	-7.57 \pm 1.10	385.09 \pm 11.37	-8.73 \pm 1.87

期和波幅逐一进行ANOVA分析和多重比较,结果显示:

N140的潜伏期在Fpz点的组间效应显著($F=3.418, P<0.05$),不同情绪组被试潜伏期具有显著差异;进一步两两比较,负性情绪组的N140潜伏期显著长于中性情绪组($P<0.05$)。N140的波幅在Fpz点的组间效应边缘显著($F=3.137, P=0.05$),在CPz点的组间效应显著($F=3.914, P<0.05$),两两比较显示Fpz、CPz点负性情绪组的N140波幅均显著小于中性情绪组($P<0.05$)。

N200的潜伏期在Pz点,负性情绪组的潜伏期显著长于中性情绪组($P<0.05$),在Oz点,正性情绪组的N200潜伏期显著长于中性情绪组($P<0.05$)。N200的波幅在CPz点和Pz点,负性情绪组的N200波幅均显著小于正性情绪组($P<0.05$)。

P300的潜伏期未检测到显著的组间效应。但P300的波幅在CPz点的组间效应显著($F=4.347, P<0.05$),两两比较发现,负性情绪组的P300波幅显著大于正性情绪组($P<0.01$)。P300的波幅在Pz点组间效应显著($F=3.588, P<0.05$),两两比较发现,负性情绪组和中性情绪组的P300波幅显著大于正性情绪组($P<0.05$)。

N400的潜伏期在Fpz点的组间效应显著($F=4.112, P<0.05$),两两比较发现,负性情绪组的N400潜伏期显著长于中性情绪组($P<0.01$)。N400的波幅在Fpz、Fz点未检测到显著的组间效应,但两两比较

发现,在Fpz点和Fz点,负性情绪组的N400波幅均显著大于正性情绪组($P<0.05$)。

2.2.2 各电极点ERP总平均波形图 不同情绪条件下各点ERP总平均波形图见图3。

3 讨论

3.1 两可图加工的成分

人对图形的识别不仅依赖于当前输入的信息,而且依赖于人们已有的知识和经验以及刺激物间的联系和关系^[8]。两可图的表征具有建构性。在对两可图命名的过程中,被试需要根据当前知觉信息(对图像的感知觉信息)、已有知识经验(记忆中储存的知识经验)作出推理(高级认知加工)^[9],从而实现“图形”和“背景”的分离,形成对两可图某一知觉对象的确认。同时,在选择性注意的控制下,被试逆转“图形”和“背景”,再次根据对图像的感知觉信息及已有知识经验,完成对两可图另一知觉对象的确认。

根据本研究记录的两可图相关电位波形来看,刺激后可观察到清楚、稳定的N140、N200、P300、N400波形形态。N140、N200都是短潜伏期成分。一般认为,短潜伏期成分属外源性(生理性)成分,受刺激物理特性影响。根据以往研究,N200是由视觉刺激诱发的识别电位^[10],有报告称选择性注意以及视觉刺激的可辨认性是其产生条件^[11]。据此推断,在两可图认知加工过

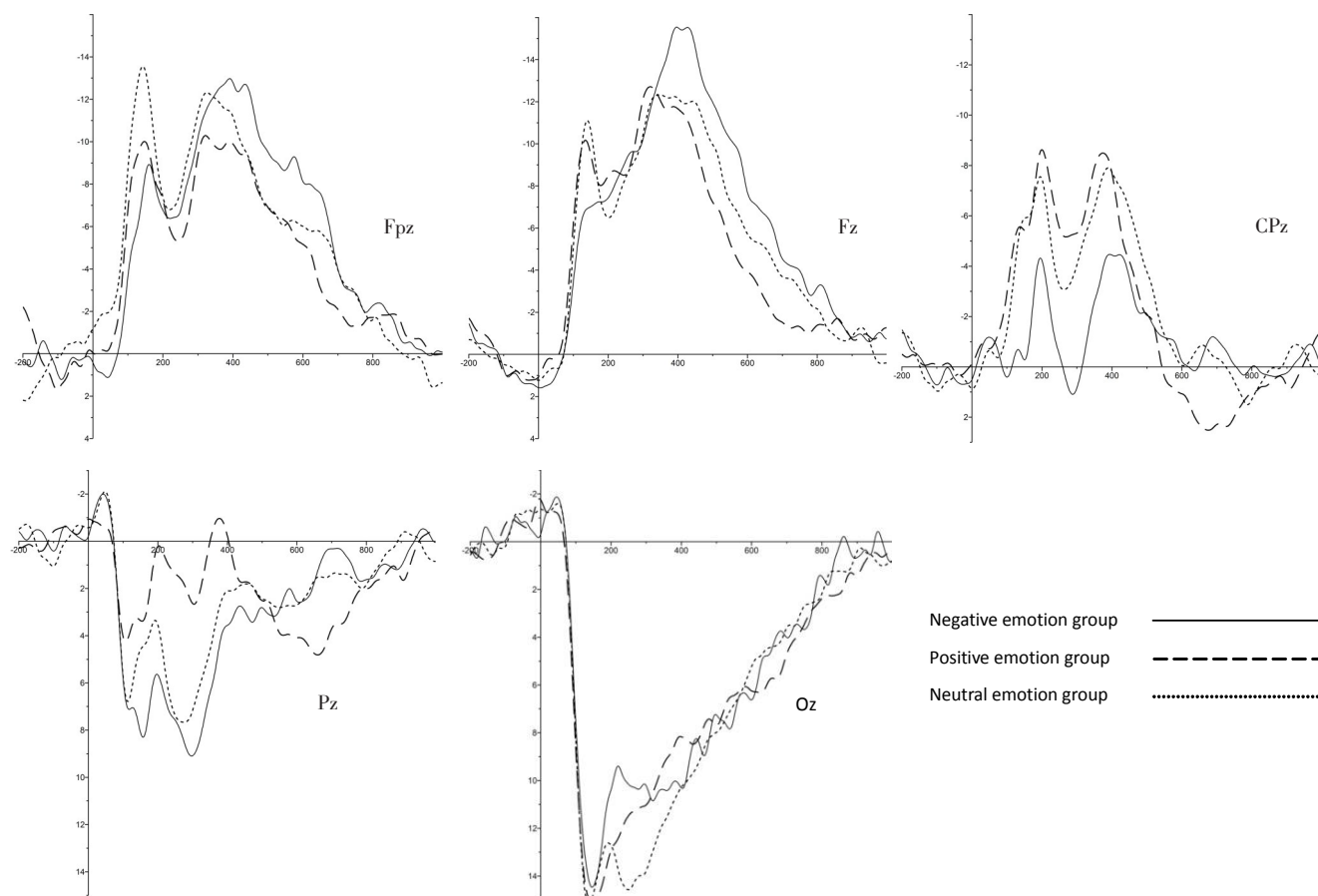


图3 不同情绪条件下各点ERP总平均波形图

Fig.3 General average waveform of each event-related potential point in different emotion states (X-axis: t/ms; Y-axis: Voltage/ μ V)

程中,N140和N200反映的是被试对两可图物理刺激的视觉感知阶段。P300、N400属内源性成分,受自上而下的认知控制的影响。P300在注意条件下产生。大量研究表明P300是与注意、辨认、决策、记忆等认知功能有关的ERP成分,与注意资源的投入有关。N400则是经典的语义相关ERP成分。两可图形的命名本质上包含言语产生的过程^[12]。命名图片时,首先要激活客体概念,然后再经过词汇通达后引发语音的激活^[13]。因而,P300和N400有可能反映的是被试对两可图的推理以及对其含义进行转换的过程。关于两可图的知觉加工,主要存在自下而上感觉驱动、自上而下概念驱动,以及自下而上与自上而下混合驱动3种理论解释^[14-15]。显然,本研究为自下而上与自上而下混合加工理论提供了支持。

3.2 情绪对两可图加工的影响

前述行为数据的结果分析显示,被试在“×”反馈后对两可图含义选项做出判断时耗时更长、反应更慢。负性情绪对作业速度的影响,可能来自两方面原因:其一,负性反馈可能导致被试为提高正确率获得更好的作业成绩而主动减慢操作速度;其二,负性情绪可能对神经活动起抑制作用,从而减缓认知加工速度。

从脑电结果来看,负性情绪下N140、N200潜伏期显著延迟,波幅较正性和中性显著减小。现有的研究多认为波幅降低、潜伏期延长是认知损害在神经电生理方面的主要表现^[16]。这表明外源性成分除了受刺激物理特性影响外,亦受到情绪调节的影响。负性情绪导致被试呈现抑制状态,脑活动水平更低。这在一定程度上印证了行为数据的结果。

P300是一个经典的ERP成分,其潜伏期随任务难度的增加而增加^[17],波幅与所投入的心理资源量成正比。由于任务难度的一致性,P300潜伏期在不同情绪状态下未表现出显著差异。但负性情绪状态下,P300和N400的波幅均显著大于正性情绪,说明负性情绪状态较之正性情绪状态,被试对任务投入了更多的心理资源。这可能是因为,加工前期,负性情绪影响自动化加工过程,波形呈现明显的抑制状态;加工后期,因受高趋近动机影响,负性情绪反而提高了激活水平,自上而下受认知控制的加工阶段,波幅反而更高。

3.3 意义

本研究在以往研究基础上,运用ERP技术,探究两可图加工时的脑电活动变化,研究发现:N140和N200有可能反映了被试对两可图物理刺激的视觉感

知;P300和N400则可能反映了被试对两可图的推理以及对其含义进行转换的过程。丰富了两可图相关的知觉转换的理论研究,为探究人类视觉机制的基本原理提供一定的实验支持。

过去对于情绪与视觉注意关系的研究,大多停留在宏观层面,本研究则通过微观方式考察情绪对两可图认知加工的可能影响:加工前期,负性情绪影响自动化加工过程,波形呈现明显的抑制状态;加工后期,因受高趋近动机影响,负性情绪反而提高了激活水平,波幅反而更高。这对揭示情绪对视觉注意调节的内在机制是一次有益的探索。

此外,本研究以青少年为被试,研究发现情绪在知觉加工前期即可对被试脑电活动产生显著影响。这对从脑科学的角度探究青少年注意障碍^[18]及其与情绪的关系,以及青少年注意障碍的临床治疗,都有一定的现实意义和应用价值。

3.4 不足及展望

本研究中正性情绪效应不显著,可能是因为指导语要求被试完成“有关学习能力的测试”,任务本身导致被试处于被评价的紧张状态,故正性情绪的诱发受“负性情绪起点效应”影响。后续研究要进一步提高对正性情绪的诱发效度。此外,本研究未能考虑到不同效价情绪唤醒度之间的差异,以后的研究可以将情绪效价和唤醒度作为实验自变量纳入研究。

4 小结

在两可图认知加工过程中,N140和N200可能反映的是被试对两可图物理刺激的感知。P300和N400则可能反映了被试对两可图的推理以及对其含义进行转换的过程。本研究发现负性情绪下N140、N200潜伏期显著延迟,波幅较正性和中性显著减小,这表明外源性成分除了受刺激物理特性影响外,亦受到情绪调节的影响。负性情绪导致被试呈现抑制状态,脑活动水平更低。但负性情绪状态下,P300和N400的波幅均显著大于正性情绪,说明负性情绪状态较之正性情绪状态,被试对任务投入了更多的心理资源。这可能是因为受高趋近动机的影响,负性情绪反而提高了激活水平,波幅反而更高。

【参考文献】

- [1] 郭德俊,李燕平. 动机心理学:理论与实践[M]. 北京:人民教育出版社,2005:463-474.
GUO D J, LI Y P. Motivational psychology: Theory and practice [M]. Beijing: People Education Press, 2005: 463-474.
- [2] FRANTZIDIS C A, BRATSA S C, KLADOS M A, et al. On the classification of emotional biosignals evoked while viewing affective pictures: an integrated data-mining-based approach for healthcare

- applications[J]. Inform Tech Biomed, 2010, 14: 309-318.
- [3] PLICHTA M M, GERDES A B, ALPER G W, et al. Auditory cortex activation is modulated by emotion: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study[J]. Neuroimage, 2011, 55: 1200-1207.
- [4] ELDAR E, GANOR O, ADMON R, et al. Feeling the real world: Limbic response to music depends on related content [J]. Cereb Cortex, 2007, 17: 2828-2840.
- [5] WILLIAMS L A, DESTEN O D. Pride and perseverance: the motivational role of pride[J]. J Pers Soc Psychol, 2008, 94: 1007-1017.
- [6] 郑璞,刘聪慧,俞国良,等. 情绪诱发方法述评[J]. 心理科学进展, 2012, 20(1): 45-55.
ZHENG P, LIU C H, YU G L, et al. An overview of mood-induction methods [J]. Advances in Psychological Science, 2012, 20(1): 45-55.
- [7] CHAMBER D, REISBER G D. Can mental images be ambiguous [J]. J Exp Psychol: Hum Percept Perform, 1985, 11: 317-328.
- [8] 彭聃龄. 普通心理学[M]. 北京:北京师范大学出版社,2004:146-147.
PENG D L. General psychology [M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 2004: 146-147.
- [9] 安蓉,冯虹,阴国恩,等. 知觉信息先期呈现下两可图的命名和相似判断[J]. 心理科学, 2007, 30(2): 351-354.
AN R, FENG H, YIN G E, et al. Ambiguous figure similarity judgment and naming under perceptual priming [J]. Psychological Science, 2007, 30(2): 351-354.
- [10] 魏景汉,罗跃嘉. 事件相关电位原理与技术[M]. 北京:科学出版社,2010:69-73.
WEI J H, LUO Y J. Principle and technology of event related potential [M]. Beijing: Science Press, 2010: 69-73.
- [11] RUDELL A P, HUA J. The recognition potential and word priming [J]. Int Neurosci, 1996, 87(3-4): 225-240.
- [12] 方燕红,张积家. 汉字词和图片命名与分类的比较[J]. 心理学报, 2009, 41(2): 114-126.
FANG Y H, ZHANG J J. Asymmetry in naming and categorizing of Chinese words and pictures: Role of semantic radicals [J]. Acta Psychologica Sinica, 2009, 41(2): 114-126.
- [13] 张清芳,杨玉芳. 影响图画命名时间的因素[J]. 心理学报, 2003, 35(4): 447-454.
ZHANG Q F, YANG Y F. The determiners of picture-naming latency [J]. Acta Psychologica Sinica, 2003, 35(4): 447-454.
- [14] 张鹏. 两可图形知觉加工中的转换过程[D]. 保定:河北大学,2008:2-10.
ZHANG P. The conversion process of perceptual processing of ambiguous figures [D]. Baoding: Hebei University, 2008: 2-10.
- [15] LONG G M, TOPPINO T C. Enduring interest in perceptual ambiguity: alternating views of reversible figures [J]. Psychol Bull, 2004, 5: 748-768.
- [16] 何胜昔,于龙川,王冬梅,等. 长效纳曲酮缓释剂对阿片类药物依赖者图片再认能力的影响[J]. 中国心理卫生杂志, 2009, 22(1): 5-9.
HE S X, YU L C, WANG D M, et al. Cue-elicited potential evaluation of long-term sustained release naltrexone treatment for opioid dependence [J]. Chinese Mental Health Journal, 2009, 22(1): 5-9.
- [17] DONCHIN E. Surprise! ...surprise? [J]. Psychophysiology, 1981, 18: 493-513.
- [18] 尹文刚. 从脑科学认识注意障碍[N]. 中国教育报, 2007-12-1(1).
YIN W G. Awareness of attention disorders from the brain science [N]. China Education Newspaper, 2007-12-1(1).

(编辑:黄开颜)