

# 金钱激励延迟任务下抑郁症自杀者的神经电生理特征及其与心理痛苦的关系

宋巍<sup>1</sup>, 李欢欢<sup>1</sup>, 郭婷<sup>1</sup>, 王湘<sup>2</sup>, 王淼<sup>1</sup>

(1.中国人民大学心理学系, 北京 100872; 2.中南大学湘雅二医院医学心理学研究所, 长沙 410011)

**【摘要】 目的:**探索心理痛苦,特别是痛苦逃避预测重症抑郁症患者自杀的潜在神经电生理指标。**方法:**选取被试62人,包括抑郁自杀未遂组(MDD-SA, N=9)、抑郁自杀意念组(MDD-SI, N=24)和健康控制组(HC, N=29)。所有被试填写BDI-II(贝克抑郁量表第二版)、TDPPS(三维心理痛苦量表)、BSI-W(贝克自杀意念量表-最严重时)和BSI-C量表(贝克自杀意念量表-最近一周),并采用金钱激励延迟(Monetary Incentive Delay, MID)范式对被试进行ERP检测,关注结果反馈阶段所诱发的FRN和LPP波幅。**结果:**MDD-SA组的BSI-W、BSI-C、TDPPS总分和痛苦逃避维度分显著高于MDD-SI和HC组。奖励条件下接受负反馈时所诱发的FRN波幅值与痛苦体验得分显著负相关,接受正反馈所诱发的LPP与BDI-II得分显著负相关。中性条件下接受正反馈所诱发的LPP与BDI-II、TDPPS总分、痛苦体验和痛苦逃避得分显著负相关。接受正反馈时:MDD-SA组惩罚条件所诱发的LPP波幅>中性条件;MDD-SI组奖励条件所诱发的LPP波幅>惩罚和中性条件,但惩罚和中性条件之间差异不显著;HC组奖励条件诱发的LPP波幅>中性>惩罚条件。**结论:**痛苦逃避得分可作为区分高自杀风险重症抑郁症患者的行为学指标。惩罚条件下的LPP的波幅可能是与痛苦加工过程密切相关的神经电生理指标。

**【关键词】** 心理痛苦; 自杀未遂; 自杀意念; 金钱激励延迟

中图分类号: R395.1

DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2018.06.001

## The Event-related EEG Responses of MDD Patients with Suicide Attempts to Monetary Incentive Delay Tasks and Its Relationship with the Three-Dimensional Psychological Pain

SONG Wei<sup>1</sup>, LI Huan-huan<sup>1</sup>, GUO Ting<sup>1</sup>, WANG Xiang<sup>2</sup>, WANG Miao<sup>1</sup>

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

**【Abstract】 Objective:** To explore the neural correlates of the three-dimensional psychological pain, especially the active pain avoidance underlying the suicidality among patients with major depressive patients. **Methods:** All participants were divided into three groups: patients with major depressive disorder with a history of suicide attempt(MDD-SA, N=9), patients with major depressive disorder without a history of suicide attempt (MDD-SI, N=24) and healthy controls(HC, N=29). All participants completed the Beck Scale for Suicide Ideation, Beck Depression Inventory, and Three-Dimensional Psychological Pain Scale, and performed an even-related potential based analogue of the monetary incentive delay task. **Results:** Scores of the BSI-W, BSI-C, the total TDPPS and pain avoidance subscale in the MDD-SA group were significantly higher than those of the MDD-SI and HC groups. As for the reward condition, FRN elicited by negative feedbacks were negatively correlated with the scores of painful feeling, whereas LPP elicited by positive feedback were negatively correlated with the BDI scores. Further, LPP induced by positive feedback under the punitive condition in the MDD-SA group were higher than those under the neutral condition. LPP induced by positive feedback under the reward condition were higher than those induced by the punitive and neutral conditions in the MDD-SI group. LPP induced by positive feedback under the punitive condition were lower than those under the neutral condition in the HC group. LPP induced by the neutral condition were negatively correlated to the BDI, total TDPPS, painful feeling and pain avoidance subscale scores. **Conclusion:** LPP elicited by the punitive condition may be a neuro-electrophysiological biomarker associated with psychological pain.

**【Key words】** Psychological Pain; Monetary Incentive Delay Tasks; Suicide attempt; Suicidal ideation

全球每年约有80万人死于自杀,自杀已经成为国际社会亟待解决的难题<sup>[1]</sup>。在我国,自杀位列第五

大死因,每10万人中有7.7人自杀;自杀也是全国大学生除意外伤害外的第二大死因<sup>[2-4]</sup>。美国国家精神卫生研究所(National Institute Of Mental Health, NIMH)的自杀预防中心将自杀分类为:自杀意念、自杀未遂及自杀完成。全球自杀意念和自杀未遂的终生发生率分别为9.2%和2.7%<sup>[5]</sup>。

**【基金项目】** 国家自然科学基金青年项目(81401120);教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(16JJD190006);中国科学院心理健康重点实验室开放课题重点项目(KLMH2018K01)

通讯作者:李欢欢, E-mail: psylih@ruc.edu.cn

流行病学数据显示,约50%的自杀完成者、20~48%的自杀未遂者为抑郁症患者<sup>[6-8]</sup>,2.2%-6.2%的抑郁症患者最终完成自杀<sup>[9]</sup>。因此,重性抑郁症(Major Depressive Disorder, MDD)患者多为自杀研究的靶向人群。然而,在控制患病个体的自杀意念水平后,抑郁对于自杀未遂的预测力很低<sup>[10]</sup>,可能的原因是:抑郁与自杀未遂的关系中存在着重要的中介因素—心理痛苦(Psychological Pain or Psychache)<sup>[11,12]</sup>。Shneidman<sup>[11,13,14]</sup>等人提出,心理痛苦是一种由心理需要受阻或没有实现引起的被羞辱、内疚、愤怒、孤独以及绝望等状态。当心理痛苦的程度超过个体所能承受的最大限度,且个体将自杀视为逃避痛苦的唯一方式时,自杀就会发生。研究发现,在非临床样本和抑郁症患者中,心理痛苦对于自杀意念和自杀未遂的预测力显著高于抑郁<sup>[11,15]</sup>。近年来,Li等<sup>[12]</sup>提出心理痛苦三因素模型,包含痛苦唤起、痛苦体验和痛苦逃避维度,并发现痛苦逃避在大学生样本和MDD患者中对自杀意念和自杀未遂的预测效能显著高于抑郁<sup>[16-18]</sup>。

虽然心理痛苦三因素模型对自杀预测的行为学证据逐渐累积,但仍需要从生理指标上为该模型预测自杀提供进一步证据。课题组前期研究发现,在高自杀风险的抑郁症患者中,情感激励延迟任务(Affective Incentive Delay, AID)可以较好地分离痛苦唤醒、痛苦逃避和痛苦体验的加工过程,其惩罚条件与中性条件的反应时差值与痛苦逃避维度分、自杀意念得分成显著负相关<sup>[19]</sup>。采用情绪图片作为激励材料的AID任务由金钱激励延迟任务(Monetary Incentive Delay, MID)<sup>[20]</sup>发展而来。来自脑功能影像学证据显示,在期待阶段,MDD患者右侧眶额皮层和胼胝体激活程度显著低于健康对照组<sup>[21]</sup>;有蓄意性自我伤害行为的青少年在奖励期待阶段双侧杏仁核、纹状体和眶额皮层激活程度显著低于健康对照组<sup>[22]</sup>。MID任务中奖励条件下的线索提示阶段,健康被试的快乐中枢(壳核和伏隔核)有显著激活;并且奖励条件的击中反馈能显著激活被试的皮层下感觉中枢丘脑<sup>[23]</sup>。Smoski等<sup>[21]</sup>将AID和MID任务进行对比,结果发现,与情绪图片相比,反馈阶段时金钱刺激能显著激活健康人内侧前额叶、扣带回等脑区,提示MID比AID任务引发更强的决策、动机和冲突监控环路的神经活动。考虑到奖励和惩罚作为条件可反馈指导未来行为,并与动机以及享乐过程关系密切<sup>[24]</sup>,抑郁症患者对奖励反馈不敏感,但对惩罚反馈过度敏感,提示患者可能存在潜在的动机环路缺陷,这些缺陷可能是患者自杀潜在的神经基础。

然而,采用MID任务考察抑郁症自杀者神经电生理特征的ERP研究相对缺乏。Broyd等<sup>[25]</sup>以健康人为被试进行MID的ERP研究,在反馈阶段诱发出显著的反馈相关负波(Feedback-Related Negativity, FRN)和晚期正成分(Late Positive Potential, LPP)。FRN被认为是由前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)所发出的早期负成分<sup>[26,27]</sup>,在接受反馈后250ms左右达到峰值,代表完全的预期错误<sup>[28]</sup>。被试接受失钱反馈后所诱发的FRN显著大于中性条件下不得钱的反馈<sup>[24]</sup>,提示FRN能作为反映个体对于惩罚等负性信息产生痛苦体验的神经电生理指标。此外,LPP在接受反馈后300到400ms左右达到峰值,对期待的效价<sup>[27]</sup>和强化刺激的强度<sup>[29]</sup>敏感,并会因诸如奖励等动机或情绪突显性的刺激所诱发。赢钱和成功避免失钱的反馈所诱发的LPP则显著大于中性条件<sup>[25]</sup>,提示LPP可能反映了个体追求奖励、逃避惩罚的动机加工过程。

综上,本研究将FRN和LPP作为心理痛苦三因素模型的神经生理学指标进行考察,通过对有无自杀未遂史的抑郁症患者采用MID任务进行ERP研究,考察相关脑电成分与心理痛苦三因素模型的关系,为抑郁自杀个体存在痛苦逃避动机和痛苦体验加工异常提供进一步的神经电生理证据。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

病例组均来自中南大学湘雅二医院,根据DSM-5标准,经精神科医师诊断为重性抑郁症患者共33人。根据有无自杀未遂史分为抑郁自杀未遂组(Major Depressive Disorder with Suicide Attempts, MDD-SA)共9人,抑郁自杀意念组(Major Depressive Disorder with Suicidal Ideation, MDD-SI)共24人。病例组入组标准为:年龄18-45岁;BDI-II $\geq$ 17分;IQ $>$ 80;受教育年限 $>$ 9年;右利手;视力或者矫正视力正常;所服用的抗抑郁药剂量在实验前6周内保持稳定。MDD-SA组以往有自杀未遂史,MDD-SI组既往无自杀未遂史,且BSI-C得分 $<$ 2分,BSI-W小于16分。排除标准为:有脑外伤或脑器质性病变;当前或既往有重大身体或神经系统疾病;当前或既往合并其他轴1精神障碍,如精神分裂症、双相障碍等;接受过电休克治疗。

健康对照组(Healthy Control, HC)共29人均来自中南大学,入组标准为:年龄18-45岁;BDI-II得分 $\leq$

10分;BSI-C得分<2分且BSI-W小于16分;IQ>8分;受教育年限>9年;右利手;视力或者矫正视力正常。排除标准为:有当前或既往精神疾病史;有精神疾病家族史;有脑外伤史或脑器质性病变;有既往或现今重大躯体疾病;有自杀未遂史。本研究通过中南大学湘雅二医院伦理委员会审批,所有被试于实验前签署知情同意书。

## 1.2 方法

1.2.1 测量工具 贝克抑郁量表第二版(The Beck Depression Inventory-II, BDI-II),共21个条目,每个条目根据个体知觉到的症状严重程度从0(无此症状)到3(十分严重)计分,用于评估个体近两周抑郁症状。本研究采用贝克抑郁量表中文修订版(The Chinese version of The Beck Depression Inventory-II, BDI-II-CV),其广泛应用于中国样本<sup>[30]</sup>,具有良好的信效度。

三维心理痛苦量表(Three-dimensional Psychological Pain Scale, TDPPS)<sup>[17]</sup>。该量表由17个条目组

成,包含“痛苦唤起”、“痛苦体验”、“痛苦逃避”三个分量表。每个条目Likert 5点计分,得分越高,表明心理痛苦水平越高。量表具有良好的信效度<sup>[18]</sup>。

贝克自杀意念量表(The Beck Suicide Ideation Inventory, BSI),共19个条目,分为“最近一周”(current suicidal ideation, BSI-C)和“最严重时”(suicidal ideation at one's worst point, BSI-W)两个分量表,用于评估个体的自杀意念。所有条目均为3点计分,0表示“一点也不”,2表示“非常符合”。该量表的中文修订版(The Chinese version of BSI, BSI-CV)具有良好的信效度<sup>[31]</sup>。

1.2.2 实验任务 本研究采用金钱激励延迟任务(The Monetary Incentive Delay task, MID),为3(条件:奖励、惩罚、中性)\*3(组别:健康控制组、抑郁自杀意念组、抑郁自杀未遂组)两因素混合实验设计。实验程序由Eprime2.0呈现,共4个block,每个block中包含15个奖励试次、15个惩罚试次、15个中性试次(见图1)。

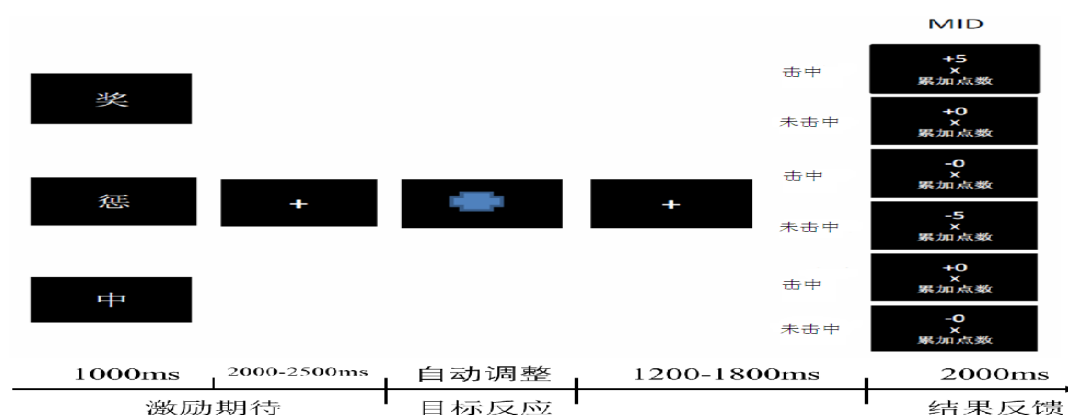


图1 实验流程图

1.2.3 EEG数据采集与处理 根据扩展的国际10-20系统,使用美国NeuroScan 4.3(Neurosoft, Inc. Sterling, USA)多导脑电诱发电位工作站的64导电极帽的Ag/AgCl表面电极记录电生理学信号。数据采集时以单侧乳突(M1)作为参考,对侧乳突(M2)为记录电极采集电生理资料,然后以双侧乳突为参考电极进行数据分析。使用位于左眼上下1cm处放置的电极记录垂直眼电(VEOG),双眼外侧2cm处放置的电极记录水平眼电(HEOG)。头皮与记录电极之间的阻抗小于5kΩ。使用AC采集脑电,0.05-100Hz带通滤波器在线滤除脑电数据,采样频率1000Hz/导,经放大器放大,记录连续EEG。使用Scan 4.3软件(Compumedics, El Paso, TX, USA)对采集的脑电数据进行离线(off-line)分析,排除伪迹过多的脑电事件,

通过EOG相关法消除眼电干扰,剔除幅值超出 $\pm 100\mu V$ 的脑电波。使用零相移30Hz(24dB/oct)低通数字滤波器进行滤波。结果反馈阶段的EEG分别按照三种条件下的正(击中)、负反馈(未击中)进行叠加与总平均。ERP平均波幅的叠加需要至少30个trials。但由于实验程序特点,并基于以往研究,负性反馈条件只需要满足最少20个trials的叠加即可。结果反馈阶段,ERP分段从反馈刺激出现前200ms,至反馈刺激出现后800ms。该阶段FRN和LPP分别定义为反馈出现后220-290ms和340-390ms时间窗内的最大峰值。

1.2.4 数据分析 数据分析使用SPSS24.0。行为学和ERP数据均剔除 $M \pm 3.0$  SD以外的数值进行后续分析。人口统计学变量的分析采用卡方检验和单



因素方差分析。MID任务的击中率与反应时采用3(条件:奖励、惩罚、中性)\*3(组别:HC、MDD-SA、MDD-SI)两因素重复测量方差分析。结果反馈阶段的脑电平均波幅采用2(反馈类型:正反馈/负反馈)\*3(条件:奖励、惩罚、中性)\*3(组别:HC、MDD-SA、MDD-SI)三因素重复测量方差分析。变量间的相关分析采用Pearson积差相关。由于年龄存在显著组别差异,因此将其纳为协变量进行分析。若违反球形性假设, $P$ 值经过Greenhouse-Geisser校正。多重比较时, $P$ 值经Bonferroni矫正。所有统计检验均以双侧 $P<0.05$ 作为差异具有统计学意义的标准。

## 2 结 果

### 2.1 行为学数据

MDD-SA和MDD-SI、HC三组被试在受教育年限、性别比例、IQ得分上无显著差异( $P>0.05$ ),而年龄差异显著( $P<0.01$ )。事后分析发现,MDD-SA组和MDD-SI组年龄显著大于HC组( $P<0.01$ ),但病例组年龄差异不显著( $P>0.05$ )。

三组BDI-II、BSI-W、BSI-C、TDPPS总分及其分

量表得分差异显著。事后分析发现,MDD-SA组和MDD-SI组BDI-II得分显著高于HC组( $P<0.001$ ),但病例组得分无显著差异( $P>0.05$ )。MDD-SA组在BSI-W和BSI-C两个量表上得分显著高于MDD-SI组和HC组( $P<0.001$ ),但MDD-SI组和HC组无显著差异( $P>0.05$ )。MDD-SA组和MDD-SI组TDPPS量表总分及各分量表得分均显著高于HC组( $P<0.001$ )。两组病人“痛苦唤起”、“痛苦体验”分量表得分无显著差异( $P>0.05$ ),但MDD-SA组TDPPS量表总分( $P<0.05$ )和“痛苦逃避”分量表( $P<0.001$ )得分均显著高于MDD-SI组(见表1)。

三组被试击中率差异不显著( $P>0.05$ )。而总反应时 $[F(2,59)=2.66, P=0.08]$ 、奖励条件反应时 $[F(2,59)=2.67, P=0.08]$ 和惩罚条件反应时 $[F(2,59)=2.74, P=0.07]$ 组间差异边缘显著,中性条件反应时以及奖惩与中性条件差异反应时无显著组别差异。事后分析发现,MDD-SA组与其余两组无显著差异,而MDD-SI组总RT( $P=0.07$ )、奖励条件RT( $P=0.06$ )和惩罚条件RT( $P=0.07$ )显著大于HC组(见表2)。

表1 被试的人口统计学特征和临床量表的得分

	健康控制组(N=29)	抑郁自杀意念组(N=24)	抑郁自杀未遂组(N=9)	$F(df=2)$ Or $\chi^2(df=1)$	$P$
年龄(年)	20.66(3.14)	24.71(4.61)	26.00(7.86)	7.27	0.00
受教育水平(年)	13.10(1.63)	13.67(2.90)	13.78(1.72)	0.56	0.58
性别				1.03	0.31
男性	15(48.4%)	12(48.0%)	2(22.2%)		
女性	16(51.6%)	13(52.0%)	7(77.8%)		
IQ	118.39(7.78)	114.12(9.36)	114.40(13.63)	1.54	0.22
MDD	0	24	9		
SA	0	0	2.11(1.76)	40.64	0.00
BDI-II	3.52(3.39)	30.58(7.06)	34.89(5.28)	217.00	0.00
BSI-C	0.07(0.26)	0.63(0.71)	17.22(9.51)	88.13	0.00
BSI-W	0.97(2.76)	2.42(3.08)	27.00(6.73)	185.39	0.00
TDPPS	27.03(7.65)	55.13(9.95)	63.78(9.97)	92.65	0.00
痛苦唤起	9.72(3.09)	21.25(4.73)	23.44(3.36)	77.78	0.00
痛苦体验	14.17(4.92)	26.25(3.93)	28.56(5.25)	59.50	0.00
痛苦逃避	3.14(0.44)	7.63(3.23)	11.78(3.42)	52.30	0.00

注:数据表示为平均数(标准差)或次数(%).BDI-II,贝克抑郁量表第二版;BSI-W,贝克自杀意念量表-最严重时;BSI-C,贝克自杀意念量表-最近一周;TDPPS,三维心理痛苦量表。

表2 MID行为学数据

	击中率(%)			反应时(ms)		
	HC(N=29)	MDD-SI(N=24)	MDD-SA(N=9)	HC(N=29)	MDD-SI(N=24)	MDD-SA(N=9)
总平均	65.38(1.54)	65.83(2.11)	65.06(1.83)	224.60(36.95)	243.66(24.75) <sup>△</sup>	237.50(16.18)
奖励	65.23(2.01)	65.35(2.60)	64.63(2.32)	216.79(42.33)	238.29(25.73) <sup>△</sup>	229.78(18.25)
惩罚	65.63(2.01)	66.39(2.89)	64.63(3.89)	219.62(42.98)	241.42(28.64) <sup>△</sup>	238.11(18.95)
中性	65.29(2.40)	65.69(2.55)	65.93(2.37)	237.45(28.81)	251.25(25.73)	244.33(20.59)
奖-中	—	—	—	-19.97(21.10)	-12.68(17.16)	-14.56(19.62)
惩-中	—	—	—	-17.06(20.60)	-9.16(21.28)	-6.22(15.90)

注:HC,健康控制组;MDD-SI,抑郁自杀意念无自杀未遂组;MDD-SA,抑郁自杀未遂组。<sup>△</sup>表示SI组与HC组差异边缘显著。

所有量表得分均呈显著正相关。自杀意念量表得分与自杀未遂次数、BDI-II、TDPPS总分及其分量表得分显著正相关。自杀未遂次数与BDI-II、

TDPPS总分及其分量表得分显著正相关。总反应时、各条件反应时、反应时差值与各量表均无显著相关(见表3)。

表3 问卷与反应时相关

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.SA次数	—												
2.BDI-II	0.39**	—											
3.TDPPS	0.43**	0.89**	—										
4.痛苦唤起	0.35**	0.88**	0.96**	—									
5.痛苦体验	0.39**	0.83**	0.96**	0.86**	—								
6.痛苦逃避	0.53**	0.80**	0.88**	0.78**	0.78**	—							
7.BSI_C	0.75**	0.45**	0.51**	0.45**	0.42**	0.64**	—						
8.BSI_W	0.74**	0.47**	0.50**	0.43**	0.45**	0.60**	0.90**	—					
9.总反应时	-0.01	0.20	0.26*	0.27*	0.26*	0.16	-0.04	0.04	—				
10.奖励反应时	-0.03	0.18	0.25*	0.26*	0.26*	0.16	-0.04	0.02	0.97**	—			
11.惩罚反应时	0.01	0.21	0.25*	0.27*	0.24	0.17	0.02	0.09	0.97**	0.91**	—		
12.中性反应时	-0.02	0.16	0.23	0.22	0.25	0.14	-0.11	-0.01	0.92**	0.83**	0.83**	—	
13.奖励-中性	-0.02	0.11	0.13	0.15	0.11	0.09	0.08	0.05	0.45**	0.64**	0.48**	0.09	—
14.惩罚-中性	0.04	0.17	0.14	0.18	0.10	0.11	0.18	0.17	0.50**	0.52**	0.68**	0.14	0.72**

注: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ 。

## 2.2 ERP数据

2.2.1 FRN FRN最大峰值结果见表4。对其进行的2(反馈类型:正反馈/负反馈)\*3(条件:奖励、惩罚、中性)\*3(组别:HC、MDD-SA、MDD-SI)三因素重复测量方差分析发现:反馈类型主效应边缘显著[ $F(1, 58)=3.69$ ,  $P<0.10$ ],但条件、组别主效应不显著且三类变量无显著两两交互或三重交互作用。事后分析发现,MID负反馈所诱发的FRN( $9.66\pm 8.7\mu V$ )显著大于正反馈( $7.73\pm 0.63\mu V$ )(见图2)。

表4 三组被试反馈阶段脑电最大峰值

脑电指标	HC(N=29)	MDD-SI(N=24)	MDD-SA(N=9)
FRN_奖励条件负反馈	8.34±6.17 $\mu V$	8.36±6.15 $\mu V$	8.22±5.31 $\mu V$
FRN_惩罚条件负反馈	9.60±6.74 $\mu V$	9.64±7.77 $\mu V$	7.78±7.40 $\mu V$
FRN_中性条件负反馈	8.25±7.50 $\mu V$	8.23±6.25 $\mu V$	6.61±7.48 $\mu V$
FRN_奖励条件正反馈	7.96±5.51 $\mu V$	7.55±5.52 $\mu V$	4.88±6.49 $\mu V$
FRN_惩罚条件正反馈	7.13±5.29 $\mu V$	6.29±4.46 $\mu V$	4.31±5.49 $\mu V$
FRN_中性条件正反馈	5.99±6.22 $\mu V$	6.81±4.96 $\mu V$	5.25±7.44 $\mu V$
LPP_奖励条件负反馈	11.90±5.04 $\mu V$	14.58±8.23 $\mu V$	13.33±5.55 $\mu V$
LPP_惩罚条件负反馈	12.95±7.09 $\mu V$	11.58±5.09 $\mu V$	12.49±5.74 $\mu V$
LPP_中性条件负反馈	14.13±7.40 $\mu V$	11.41±7.14 $\mu V$	11.37±5.57 $\mu V$
LPP_奖励条件正反馈	17.69±7.66 $\mu V$	13.43±7.55 $\mu V$	14.36±5.28 $\mu V$
LPP_惩罚条件正反馈	10.73±5.57 $\mu V$	12.74±5.87 $\mu V$	15.17±6.41 $\mu V$
LPP_中性条件正反馈	15.91±6.92 $\mu V$	11.66±5.31 $\mu V$	12.00±4.23 $\mu V$

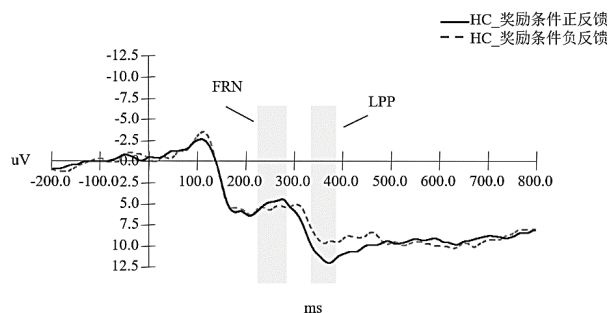
注: 数据表示为平均数±标准差。HC, 健康对照组; MDD-SI, 抑郁自杀意念无自杀未遂组; MDD-SA, 抑郁自杀未遂组。

2.2.2 LPP 对LPP最大峰值(结果见表4)的分析发现:组别、反馈类型和条件的主效应均不显著;组别和反馈类型交互作用显著[ $F(2, 58)=4.04$ ,  $P<0.05$ ];组别和条件交互作用显著[ $F(4, 116)=5.39$ ,  $P<0.01$ ];

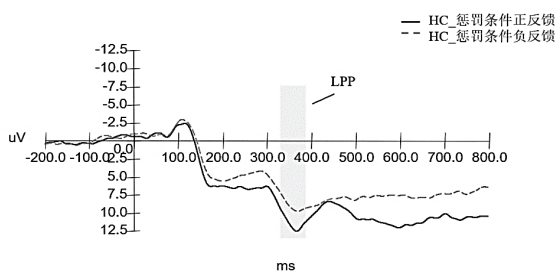
组别、反馈类型和条件交互作用显著[ $F(4, 116)=5.80$ ,  $P<0.001$ ]。事后分析显示:①病例组正负反馈所诱发的LPP无显著差异;HC组接受正反馈所诱发的LPP波幅( $P<0.001$ )显著大于负反馈所诱发的LPP波幅(见图1)。②接受正反馈时,奖励(见图2a)和中性条件下(见图2c)MDD-SA( $P<0.05$ )和MDD-SI组( $P<0.05$ )所诱发的LPP均显著小于HC组,但两病例组无显著差异;惩罚条件下(见图2b)MDD-SA组所诱发的LPP大于HC组( $P=0.08$ ),呈边缘显著,但MDD-SI组与其余两组无显著差异。接受负反馈时,三组被试在三种条件下均无显著差异。③MDD-SA组接受正反馈时,奖励条件( $P<0.05$ )和中性条件( $P<0.01$ )所诱发的LPP显著小于惩罚条件,而奖励条件小于中性条件( $P=0.08$ ),呈边缘显著(见图3c);接受负反馈时,三种条件下所诱发的LPP无显著差异。④MDD-SI组在接受正反馈时,奖励条件所诱发的LPP波幅显著大于中性条件( $P<0.001$ ),而惩罚条件与其余两个条件无显著差异(见图3b);接受负反馈时奖励条件所诱发的LPP显著大于惩罚和中性条件(均为 $P<0.01$ ),而惩罚和中性条件无显著差异。⑤HC组接受正反馈时,奖励条件和中性条件下所诱发的LPP显著大于惩罚条件( $P<0.001$ ),而奖励条件也显著大于中性条件( $P<0.001$ )(见图3a);接受负反馈时,三种条件诱发的LPP波幅值无显著差异。

2.2.3 脑电峰值与问卷相关分析 结果显示,在反

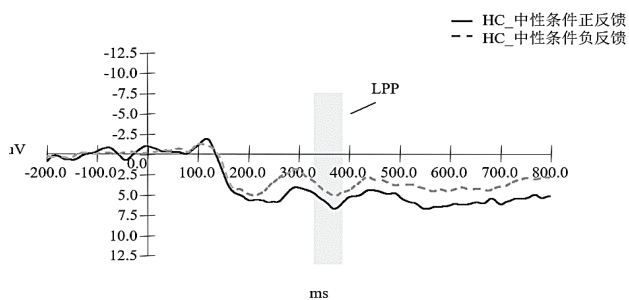
馈阶段,奖励条件下接受负反馈时所诱发的FRN波幅值与痛苦体验得分显著负相关。奖励条件下接受正反馈所诱发的LPP与BDI-II得分显著负相关;中性条件下接受正反馈所诱发的LPP与BDI-II、TDPPS总分、痛苦体验和痛苦逃避得分显著负相关(见表5)。



a



b

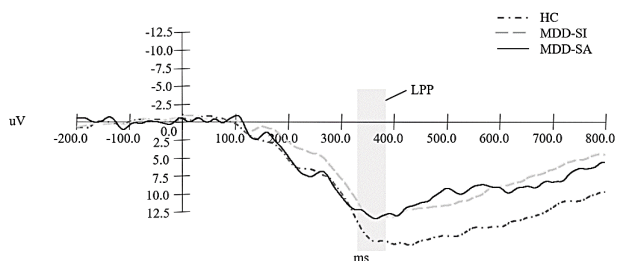


c

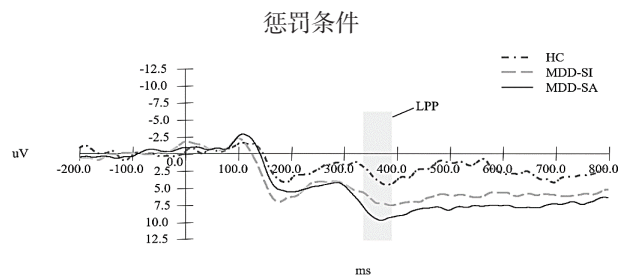
注:阴影部分为各脑电成分的分析时间窗,电极点为FZ点

图2 HC组接受正负反馈时总平均波形比较

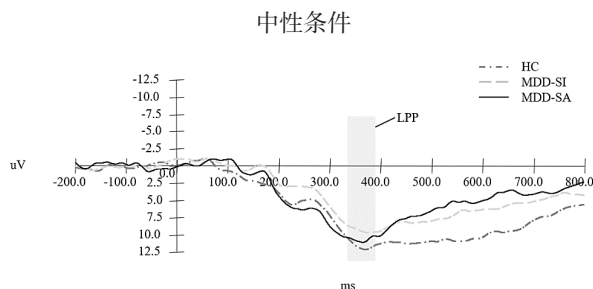
奖励条件



a



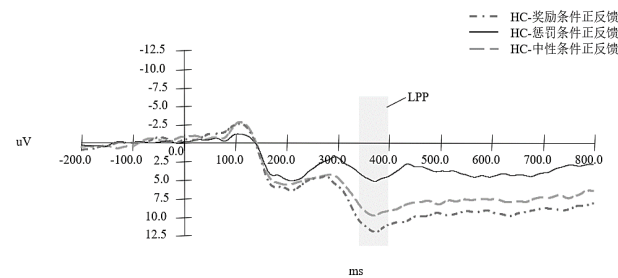
b



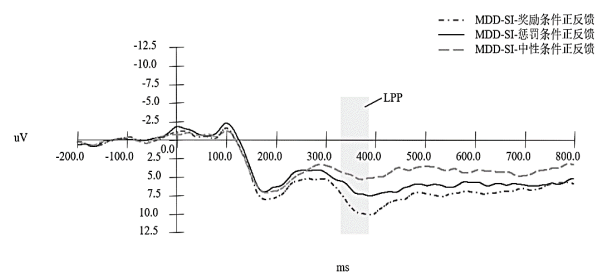
c

注:阴影部分为各脑电成分的分析时间窗;电极点为PZ点

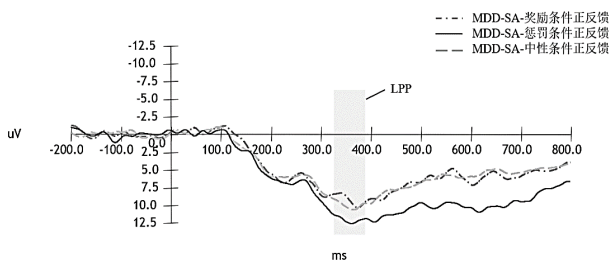
图3 三种条件下接受正反馈时三组被试总平均波形比较



a



b



c

注:阴影部分为各脑电成分的分析时间窗;电极点为FZ点

图4 三组被试不同条件下接受正反馈时总平均波形比较

表5 脑电最大峰值与量表得分相关

	BDI-II	TDPPS	痛苦唤起	痛苦体验	痛苦逃避	BSI_C	BSI_W
FRN_奖励正反馈	-0.16	-0.14	-0.10	-0.13	-0.05	-0.11	-0.15
FRN_惩罚正反馈	-0.09	-0.24	-0.21	-0.21	-0.18	-0.20	-0.10
FRN_中性正反馈	-0.07	-0.10	-0.02	-0.05	0.04	-0.07	-0.08
FRN_奖励负反馈	-0.11	-0.21	-0.20	-0.25*	-0.13	-0.20	-0.13
FRN_惩罚负反馈	-0.14	-0.12	-0.08	-0.12	-0.02	-0.12	-0.14
FRN_中性负反馈	-0.10	-0.11	-0.04	-0.07	0.05	-0.15	-0.10
LPP_奖励正反馈	-0.28*	-0.21	-0.18	-0.23	-0.17	-0.08	-0.11
LPP_惩罚正反馈	0.15	0.11	0.12	0.08	0.13	0.20	0.20
LPP_中性正反馈	-0.31*	-0.29*	-0.25	-0.29*	-0.27*	-0.08	-0.14
LPP_奖励负反馈	0.14	0.11	0.10	0.14	0.05	-0.01	0.03
LPP_惩罚负反馈	-0.11	-0.10	-0.06	-0.12	-0.13	0.07	-0.00
LPP_中性负反馈	-0.21	-0.19	-0.16	-0.18	-0.21	-0.02	-0.10

注: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ 。

### 3 讨 论

本研究以重性抑郁症患者为研究对象,考察MDD-SA组、MDD-SI组和HC组在MID任务中反馈阶段三种条件下的神经电生理活动差异。控制年龄为协变量后,两组病例的BDI-II得分无显著差异,抑郁自杀未遂组的TDPPS量表总分和痛苦逃避分显著高于抑郁自杀意念组和健康对照组,表明三维心理痛苦量表,尤其是痛苦逃避维度对抑郁自杀未遂个体有良好的区分效度。此外,MID任务中,FRN对负性反馈更敏感,而LPP成分对正性反馈更敏感。惩罚条件下,MDD-SA组诱发的LPP最大峰值大于HC组,呈边缘显著,但MDD-SI组与MDD-SA、HC组无显著差异。MDD-SA组接受正反馈时,奖励条件和中性条件所诱发的LPP最大峰值显著小于惩罚条件;而奖励条件小于中性条件,差异呈边缘显著,提示LPP可能是涉及痛苦加工过程的神经电生理指标。

控制年龄之后,三组被试在所有量表上的得分均差异显著。与以往研究一致<sup>[12,19]</sup>。TDPPS总分、痛苦逃避分与BSI得分显著正相关,表明个体的心理痛苦程度越高,逃避痛苦的动机越强烈,自杀意念水平越高。值得注意的是,MDD-SA组在BSI和痛苦逃避得分显著高于MDD-SI组与HC组,但MDD-SI组与HC组无显著差异;抑郁量表得分在MDD-SA和MDD-SI组无显著差异;痛苦逃避得分与自杀未遂次数、BSI得分显著正相关。一项元分析发现,抑郁虽然是自杀意念强有力的预测因素,但将自杀未遂者与自杀意念者相比时,抑郁预测的效应量几乎降为零<sup>[32]</sup>。结合本研究结果,提示与抑郁相比,痛苦逃避得分能更有效区分有无自杀未遂史的MDD患者。

本研究中,MID击中率在三组被试中差异不显

著,与之前的研究结果一致<sup>[19]</sup>,表明所有被试均完全理解MID的实验要求。然而,反应时结果与之前研究<sup>[19]</sup>不同。本研究中三组被试在总反应时、奖励条件反应时和惩罚条件反应时比较的组间差异边缘显著。事后分析发现,MDD-SA组与其余两组RT无显著差异,而MDD-SI组总RT、奖励条件RT和惩罚条件RT显著大于HC组。可能的原因是:由于MDD-SI组相较于HC组存在快感缺失的症状,对奖惩信息不敏感造成反应时较长;而MDD-SA组相较于MDD-SI组存在更为强烈痛苦逃避动机,反应时虽快于MDD-SI组,但未达到统计学意义上的显著。

本研究发现,在结果反馈阶段诱发出明显的FRN和LPP成分。FRN可以作为评估结果与预期是否一致的指标,而LPP则对结果评估过程较为敏感,包括注意资源的分配、奖励的价值、强度和预期强度<sup>[33]</sup>。本研究中,三组被试接受负性反馈时均诱发出相较于正性反馈更大的FRN;而HC组接受正反馈时诱发出比负反馈更大的LPP,且MDD-SI组和HC组在奖励条件下诱发的LPP波幅均显著大于惩罚和中性条件,与以往研究结果一致<sup>[12,33]</sup>。表明FRN对不得钱、失钱等惩罚相关的负反馈更为敏感,可能是痛苦体验相关的神经电生理指标;而LPP则对奖励相关动机突显性信息更为敏感。此外,MDD-SA组在惩罚条件下诱发出比奖励和中性条件更大的LPP波幅,奖励和中性条件所诱发的LPP却无显著差异,提示有自杀未遂史的MDD患者对惩罚的结果评价更为敏感。MDD-SA组和MDD-SI组在赢钱和不失钱反馈下诱发的LPP显著小于HC组,而病例组之间差异不显著。提示LPP也可以作为MDD核心症状-快感缺乏的神经电生理指标。值得注意的是,MDD-SA组不仅在得钱时所诱发的LPP波幅显著小于惩



罚条件,且在两个零值条件下,即中性条件下接受正反馈时所诱发的LPP也显著小于惩罚条件。LPP幅度的差异也被解释为当前研究中动机突显性的差异,因为在所有零值条件下,发生概率,视觉特性和工作记忆负荷是可比较的<sup>[34]</sup>,MDD-SA组在回避金钱损失获得击中反馈时,会表现出更明显的动机加工相关的脑电成分<sup>[12]</sup>,提示有自杀未遂史的抑郁症患者可能存在强烈的痛苦逃避动机,LPP可能是反映个体痛苦加工过程的神经电生理指标。

### 参 考 文 献

- 1 WHO(World Health Organ.). 2014. Preventing suicide: a global imperative. Geneva: WHO. [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/131056/1/9789241564779\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/131056/1/9789241564779_eng.pdf?ua=1)
- 2 Phillips MR, Li X, Zhang, Y. Suicide rates in china, 1995-99. *lancet. Lancet*, 2002, 359(9309): 835-840
- 3 Wang CW, Chan CL, Yip PS. Suicide rates in China from 2002 to 2011: an update. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 2014, 49(6): 929-941
- 4 刘薇,黄婉,舒勃桥.大学生自杀态度与生活事件的相关研究. *高教视窗*, 2008, 5: 205-206
- 5 Nock MK, Borges G, Bromet EJ, et al. Cross-national prevalence and risk factors for suicidal ideation, plans and attempts. *Br J Psychiatry*, 2008a, 192: 98-105
- 6 Bertolote JM, Fleischmann A, De LD, Wasserman D. Suicide and mental disorders: do we know enough?. *Br J Psychiatry*, 2003, 183(183): 382-383
- 7 Oquendo MA, Lizardi D, Greenwald S, et al. Rates of lifetime suicide attempt and rates of lifetime major depression in different ethnic groups in the united states. *Acta Psychiatr Scand*, 2004, 110(6): 446-451
- 8 Slama F, Merle S, Ursulet G, et al. Prevalence of and risk factors for lifetime suicide attempts among caribbean people in the french west indies. *Psychiatry Res*, 2011, 190(2-3): 271-274
- 9 Conner KR, Bohnert AS, McCarthy JF, et al. Mental disorder comorbidity and suicide among 2.96 million men receiving care in the veterans health administration health system. *J Abnorm Psychol*, 2013, 122(1): 256-263
- 10 Klonsky ED, May AM, Saffer BY. Suicide, suicide attempts, and suicidal ideation. *Annual Review of Clinical Psychology*, 2016, 12: 307-330
- 11 李欢欢,谢蔚臻,李永娜.基于“心理痛苦”理论的眶额皮质介导抑郁症自杀机制. *心理科学进展*, 2015, 23(7): 1187-1195
- 12 Li H, Xie W, Luo XW, et al. Clarifying the role of psychological pain in the risks of suicidal ideation and suicidal acts among patients with major depressive episodes. *Suicide & Life-threatening Behavior*, 2014, 44(1): 78-88
- 13 Shneidman, Edwin S. Commentary: suicide as psychache. *Journal of Nervous & Mental Disease*, 1993, 181(3): 145-147
- 14 Shneidman ES. Further reflections on suicide and psychache. *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 1998, 28(3): 245-250
- 15 Troister T, Holden RR. Comparing psychache, depression, and hopelessness in their associations with suicidality: a test of shneidman's theory of suicide. *Personality & Individual Differences*, 2010, 49(7): 689-693
- 16 Klonsky ED, May AM. Differentiating suicide attempters from suicide ideators: a critical frontier for suicidology research. *Suicide and Life-threatening Behavior*, 2014, 44(1): 1-5
- 17 Li H, Fu R, Zou YM, Cui YY. Predictive roles of three-dimensional psychological pain, psychache, and depression in suicidal ideation among Chinese college students. *Frontiers in Psychology*, 2017, 8(1550): 1-8
- 18 Holden RR, Mehta K, Cunningham EJ, Mcleod LD. Development and preliminary validation of a scale of psychache. *Canadian Journal of Behavioral Science*, 2001, 33(4): 224-232
- 19 Xie W, Li H, Luo X, et al. Anhedonia and pain avoidance in the suicidal mind: behavioral evidence for motivational manifestations of suicidal ideation in patients with major depressive disorder. *Journal of Clinical Psychology*, 2014, 70(7): 681-692
- 20 Knutson B, Westdorp A, Kaiser E, Hommer D. fMRI visualization of brain activity during a monetary incentive delay task. *Neuroimage*, 2000, 12(1): 20-27
- 21 Smoski MJ, Rittenberg A, Dichter GS. Major depressive disorder is characterized by greater reward network activation to monetary than pleasant image rewards. *Psychiatry Research*, 2011, 194(3): 263-270
- 22 Sauder CL, Derbidge CM, Beauchaine TP. Neural responses to monetary incentives among self-injuring adolescent girls. *Development and Psychopathology*, 2016, 28(1): 277-291
- 23 Rademacher L, Krach S, Kohls G, et al. Dissociation of neural networks for anticipation and consumption of monetary and social rewards. *Neuroimage*, 2010, 49(4): 3276-3285
- 24 Holroyd CB, Krigolson OE, Lee S. Reward positivity elicited by predictive cues. *Neuroreport*, 2011, 22(5): 249-252
- 25 Broyd SJ, Richards HJ, Helps SK, et al. An electrophysiological monetary incentive delay(e-mid) task: a way to decompose the different components of neural response to positive and negative monetary reinforcement. *Journal of Neuroscience Methods*, 2012, 209(1): 40-49
- 26 Miltner WH, Braun CH, Coles MG. Event-related brain potential

(下转第1090页)



- 的影响: 睡眠质量指数的中介效应. 现代预防医学, 2016, 43(8): 1425-1428
- 11 田芊, 邓士昌, 郭佳. 自我决定动机对考试焦虑的影响: 拖延行为的不同中介作用. 心理科学, 2012, 5: 1096-1101
  - 12 廖慧云, 钟云辉, 王冉冉, 等. 大学生手机成瘾倾向、自尊及羞怯与人际关系困扰的关系. 中国临床心理学杂志, 2016, 24(5): 852-855
  - 13 Chen L, Yan Z, Tang W, et al. Mobile phone addiction levels and negative emotions among Chinese young adults: The mediating role of interpersonal problems. *Computers in Human Behavior*, 2016, 55: 856-866
  - 14 姜永志, 白晓丽. 大学生手机互联网依赖对疏离感的影响: 社会支持系统的作用. 心理发展与教育, 2014, 5: 540-549
  - 15 张永欣, 孙晓军, 丁倩, 等. 儿童人格特质对孤独感的影响: 友谊质量的中介效应. 中国临床心理学杂志, 2016, 24(1): 60-63
  - 16 丁俊扬, 王美萍. 青少年期亲子依恋与抑郁: 友谊质量的中介作用. 中国临床心理学杂志, 2015, 23(2): 289-291
  - 17 李小青, 邹泓, 刘艳, 等. 中学生同伴依恋的特点及其与友谊质量的关系: 社会交往目标的中介作用. 心理发展与教育, 2009, 3: 32-38
  - 18 Yeh YC, Ko HC, Wu JY, et al. Gender differences in relationships of actual and virtual social support to Internet addiction mediated through depressive symptoms among college students in Taiwan. *CyberPsychology & Behavior*, 2008, 11(4): 485-487
  - 19 Kamibeppu K, Sugiura H. Impact of the mobile phone on junior high-school students' friendships in the Tokyo metropolitan area. *Cyberpsychology & Behavior*, 2005, 8(2): 121-130
  - 20 田录梅, 张文新. 父母支持、友谊质量对攻击-破坏行为和害羞-敏感行为的影响. 中国临床心理学杂志, 2014, 22(3): 517-521
  - 21 钟萍, 邓慧华, 张光珍, 等. 青少年友谊关系质量与社交焦虑的相互影响: 一项交叉滞后分析. 心理发展与教育, 2017, 33(6): 727-733
  - 22 陈晓, 宋欢庆, 黄昕. 中文版《独处偏好量表》的信效度检验. 中国健康心理学杂志, 2012, 20(2): 307-310
  - 23 Chen X, French DC. Children's social competence in cultural context. *Annual Review of Psychology*, 2007, 59(1): 591-616
  - 24 刘俊升, 周颖, 李丹, 等. 儿童中期和青春期早期独处偏好与心理适应之关系: 有调节的中介效应. 心理学报, 2015, 47(8): 1004-1012
  - 25 Burger JM. Individual differences in preference for solitude. *Journal of Research in Personality*, 1995, 29(1): 85-108
  - 26 Davis K. Young people's digital lives: The impact of interpersonal relationships and digital media use on adolescents' sense of identity. *Computers in Human Behavior*, 2013, 29(6): 2281-2293
  - 27 崔曦曦, 孙晓军, 牛更枫. 社交网站中的自我呈现对青少年友谊质量的影响: 积极反馈的中介作用. 心理发展与教育, 2016, 3: 294-300
  - 28 李伟, 陶沙. 大学生的压力感与抑郁、焦虑的关系: 社会支持的作用. 中国临床心理学杂志, 2003, 11(2): 108-110
  - 29 周颖, 刘俊升. 儿童中期独处偏好与抑郁的关系: 友谊质量的调节作用. 中国临床心理学杂志, 2016, 24(3): 491-494
  - 30 刘海娟, 姚德雯. 大学生手机成瘾与孤独感和自我和谐的关系. 心理与行为研究, 2016, 3: 406-410
  - 31 Nolen-Hoeksema S, Wisco BE, Lyubomirsky S. Rethinking Rumination. *Perspect Psychol Sci*, 2008, 3(5): 400-424
- (收稿日期: 2018-03-30)
- 
- (上接第 1056 页)
- entials following incorrect feedback in a time-estimation task: evidence for a "generic" neural system for error detection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1997, 9(6): 788-798
- 27 Ullsperger M, Von Cramon DY. Error monitoring using external feedback: specific roles of the habenular complex, the reward system, and the cingulate motor area revealed by functional magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, 2003, 23(10): 4308-4314
  - 28 Angus DJ, Latham AJ, Harmon-Jones E, et al. Electrocortical components of anticipation and consumption in a monetary incentive delay task. *Psychophysiology*, 2017, 54(11): 1686-1706
  - 29 Bellebaum C, Daum I. Learning-related changes in reward expectancy are reflected in the feedback-related negativity. *European Journal of Neuroscience*, 2008, 27(7): 1823-1835
  - 30 王振, 苑成梅, 黄佳, 等. 贝克抑郁量表第2版中文版在抑郁症患者中的信效度. 中国心理卫生杂志, 2011, 25(6): 476-480
  - 31 李献云, 费立鹏, 童永胜, 等. Beck 自杀意念量表中文版在社区成年人群中应用的信效度. 中国心理卫生杂志, 2010, 24(4): 250-255
  - 32 May AM, Klonsky ED. What distinguishes suicide attempters from suicide ideators? A meta-analysis of potential factors. *Clin. Psychol. Sci. Pract.* In Press, 2015
  - 33 Wu Y, Zhou X. The P300 and reward valence, magnitude, and expectancy in outcome evaluation. *Brain Research*, 2009, 1286: 114-122
  - 34 Duncan-Johnson CC, Donchin E. On quantifying surprise: The variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 1977, 14(5): 456-467
- (收稿日期: 2018-07-03)