

# 事件相关电位评估反应抑制功能的研究进展

汪孟然 司翠平 闫中瑞

【关键词】 反应抑制； 事件相关电位； Go/Nogo； 综述文献

doi: 10.3969/j.issn.1009-6574.2017.09.013

**Research progress of event related potentials in assessing response inhibition** WANG Meng-ran, SI Cui-ping, YAN Zhong-rui. *The First People's Hospital of Ji'ning Affiliated to Shandong Academy of Medical Sciences, Ji'ning 272011, China*

【Key words】 Response inhibition; Event related potentials; Go/Nogo; Reviews

反应抑制是指要求抑制与当前任务无关但具有支配性的想法或行为的能力,是执行功能的核心组成部分。反应抑制一般被分为3类:抑制无关刺激的激活,制止已经被激活但与当前任务无关的行为准备状态,抑制优势反应<sup>[1]</sup>。事件相关电位(Event Related Potentials, ERP)是观察脑活动过程的窗口,能够反映一定的心理活动(即事件)引起的脑电位变化,与信号感知、注意、辨别分析、工作记忆等认知过程相关<sup>[2]</sup>,其中Go/Nogo范式用于反应抑制的检测,涉及对冲突的监控、行为选择、认知控制等反应抑制过程。本文主要就Go/Nogo范式在神经疾病及精神疾病中对抑制控制功能的评估做一综述。

## 1 Go/Nogo 范式的ERP

Go/Nogo范式是指靶刺激的概率等于或大于非靶刺激的概率,被试者需要对靶刺激做出反应(Go刺激),而对非靶刺激不做反应(Nogo刺激)<sup>[2]</sup>。被试者对信息加工首先要对刺激进行辨别,判断是否需要反应,然后进行反应选择,最后是行为执行。当反应选择为反应操作时,被试者需要对已处于激活状态的行为作出反应;当反应选择为抑制操作时,被试者需要抑制优势反应和已激活的运动准备<sup>[3]</sup>。

与反应抑制有关的两个主要的ERP成分,一个是Nogo N2,另一个是Nogo P3。Nogo N2主要分布在额中央区,在Nogo刺激出现后200~300 ms出现,反映了一种自上而下的反应抑制机制,也与抑制过程中的早期冲突监测有关<sup>[4]</sup>。Nogo P3在刺激出现后

300~500 ms呈现,主要分布于前额叶及前扣带回,是抑制性加工晚期阶段的指标,可能反映晚期运动或前运动皮质中或其附近的抑制过程<sup>[5]</sup>。Go/Nogo任务行为学结果最常用的3个指标是Go刺激的平均反应时间(Mean Reaction Time, MRT),遗漏错误率(Omission Errors, OEs;对Go刺激没有做出反应)和错误反应比例(Commission Errors, CEs;对Nogo刺激进行错误反应)。MRT测量被认为反映了各种认知过程,但主要是警觉性和决策速度。OEs被认为是反映了注意力缺陷或脱离任务。CEs一般认为与反应失控或冲动有关,是最常用的抑制指数,但任务速度和准确性之间相互影响,当任务的刺激呈现时间变短时,CEs增加<sup>[6]</sup>。

## 2 ERP在神经科评估反应抑制功能的应用

### 2.1 轻度认知功能障碍与反应抑制功能

Cid-Fernández等<sup>[7]</sup>选取30例遗忘型轻度认知功能障碍(Mild Cognitive Impairment, MCI)患者和63例健康人,发现遗忘型MCI患者的行为学结果较对照组差,Nogo N2波幅小于对照组,Nogo P3两组之间无明显差异,提示MCI患者早期反应抑制加工过程存在异常。也有学者对MCI的Nogo P3进行了研究,López等<sup>[8]</sup>发现,MCI患者在Go/Nogo任务中准确性较对照组差,反应时间在两组无明显差异,MCI患者在两个任务条件下P3波幅降低,然而,Nogo N2波幅和潜伏期两组之间无明显差异,提示MCI患者在检测目标刺激和晚期抑制控制加工过程中受到损害。以上两个研究的差异可能是由实验范式的不同引起的,Cid-Fernández等采用的是混合Go/Nogo任务分心听觉Oddball范式,分心任务可能影响与抑制控制相关的ERP结果,影响MCI患者早期决策过程和反应计划过程,但并没有影响运动反应阶段;López等的研

基金项目:山东省自然科学基金项目(ZR2015HL039)

作者单位:272011 山东省医学科学院附属济宁市第一人民医院(汪孟然、司翠平、闫中瑞);济南大学山东省医学科学院医学与生命科学学院(汪孟然)

通讯作者:闫中瑞 Email: zhongruiy@163.com

究无分心任务,更关注运动的反应抑制过程<sup>[8]</sup>。

**2.2 痴呆与反应抑制功能** 有学者采用Go/Nogo任务对轻度阿尔茨海默病患者进行评估,发现阿尔茨海默病患者的Go/Nogo P3波幅较对照组低。提示阿尔茨海默病患者反应抑制功能存在异常<sup>[9]</sup>。近期,有学者对额颞叶痴呆患者的反应抑制功能进行评估,发现额颞叶痴呆患者Nogo N2、P3较对照组明显减弱,更重要的发现是西酞普兰相对于安慰剂组增强了患者Nogo P3波幅,提示可通过增加5-羟色胺能神经传递,恢复一部分行为异常额颞叶痴呆患者反应抑制功能<sup>[10]</sup>。

**2.3 帕金森病与反应抑制功能** 研究显示,Nogo N2与运动前的抑制过程相关,即进行抑制和修改实际运动前的运动计划,黑质-纹状体系统参与了运动前的抑制过程。帕金森病患者在Go/Nogo任务中,Nogo N2波幅减小,Go N2波幅增大,在健康对照组中Nogo N2与Go N2之间存在差异,但这种差异在帕金森病患者中消失;提示帕金森病患者的运动前抑制作用增强<sup>[11]</sup>。Bokura等<sup>[12]</sup>研究发现,帕金森病患者的Nogo P3波幅明显减小,潜伏期明显延长,且Nogo P3波幅与威斯康星卡片分类测验相关,威斯康星卡片分类测验需要定势转换过程,其与额叶皮质功能和抑制功能相关;提示帕金森病患者存在额叶损害。

**2.4 颅脑外伤与反应抑制功能** 吴汝洪等<sup>[13]</sup>对急性期轻度颅脑外伤(mild Traumatic Brain Injury, mTBI)患者的执行控制功能进行研究,发现mTBI患者Go刺激的正确率、OEs、MRT与对照组相比有明显差异;mTBI患者的Go N2/P3、Nogo N2波幅较对照组低。提示mTBI患者早期的冲突监测功能存在损害,可能与前扣带回的激活异常有关。此外,创伤后应激障碍的患者的CEs较对照组高,反应抑制功能存在损害<sup>[14]</sup>。

**2.5 神经系统其他疾病与反应抑制功能** 2014年刘茜等<sup>[15]</sup>发现高血压病患者与对照组相比,行为学表现无明显差异,但高血压组的Nogo N2波幅、潜伏期差异边缘性显著,提示高血压病患者早期冲突监控功能受到损害。Beste等<sup>[16]</sup>发现亨廷顿病患者的CEs较对照组高,Nogo N2与对照组相比无明显差异,Nogo P3的波幅较对照组明显下降;标准化低分辨率电磁断层扫描术显示Nogo P3波幅的下降与前扣带回及上额叶皮质区有关;此外,Nogo P3的下降与遗传相关的CAG指数相关,说明亨廷顿病患者的反应抑制功能下降与基因相关。

### 3 ERP在精神科评估反应抑制功能的应用

#### 3.1 成瘾行为与反应抑制功能

##### 3.1.1 吸烟与反应抑制功能

起尼古丁依赖,也就是吸烟成瘾,ERP有助于了解吸烟成瘾的心理因素和行为机制。吸烟者和非吸烟者的Go/Nogo任务研究结果不一致。有学者发现吸烟者比非吸烟者表现出更差的反应抑制行为<sup>[17]</sup>,吸烟者的CEs较非吸烟者高,两组间MRT与OEs无明显差异。然而,也有研究发现,吸烟者与非吸烟者的行为学表现无明显差异<sup>[18]</sup>。Zhao等<sup>[6]</sup>发现吸烟者与非吸烟者的行为表现与刺激呈现时间相关,与Nogo刺激的百分比和性质无关。吸烟者随着任务要求的增加(刺激呈现时间变短或低Nogo概率),反应速度相应增快,导致更多错误的发生。以上行为学研究结果不同可能与尼古丁依赖程度、实验前禁止吸烟的时间、刺激呈现时间有关。尽管行为学表现不同,但吸烟者的Nogo N2明显小于非吸烟者,Nogo P3组间差异无统计学意义,因此Nogo N2是反应抑制功能较敏感的指标<sup>[6,17]</sup>。

**3.1.2 饮酒与反应抑制功能** 有学者证实,酒精依赖(Alcohol Dependence, AD)患者的行为学结果较对照组差,AD患者对刺激的正确反应数较对照组少,错误反应数明显增多<sup>[19]</sup>。2014年Smith等<sup>[20]</sup>的一项荟萃分析也在行为学表现上证实AD患者的反应抑制功能受到损害。在神经加工水平上,有研究显示AD组Nogo N2波幅较对照组降低,潜伏期延长,提示AD患者冲突监测加工过程存在异常,排除与任务无关信息的能力下降;AD组Nogo P3波幅较对照组降低、潜伏期延长,提示抑制性加工晚期阶段存在异常;健康人Nogo N2波幅大于Go N2波幅,但这种差异在AD患者中消失,表明AD患者不论任务难易,均对刺激辨别困难<sup>[3]</sup>。

然而,Boelema等<sup>[21]</sup>进行了一项大型的纵向研究,调查饮酒是否能预测青春期执行功能的差异,研究纳入2 230名青少年,评估11~19岁青少年的4种基本执行功能,其中包括抑制功能,结果显示青春期定期大量饮酒并不影响执行功能。2017年IHA等<sup>[22]</sup>通过行为学和ERP方法也证实了青少年大量饮酒与主要的认知控制受损无关。以上研究结果不同可能与饮酒者的年龄有关,青少年饮酒者的代偿功能较其他年龄的饮酒者强,不容易呈现反应抑制功能的损害。

**3.1.3 网络成瘾与反应抑制功能** 有学者发现网络游戏成瘾者在游戏相关刺激Go/Nogo任务中较对照组有更高的CEs,但在原来的Go/Nogo任务无明显差异。对照组在游戏相关任务下与网络游戏成瘾组相比,更多的激活了背外侧额叶(DLPFC)和上顶叶,网络游戏成瘾组在游戏下反应抑制功能受损,无法激活右侧DLPFC和上顶叶,以保持反应抑制功能的认知控制和注意力分配<sup>[23]</sup>。另外,Dong等<sup>[24]</sup>发现网

络成瘾者在早期冲突检测阶段显示出较低的激活,这使得完成行为抑制任务的后期阶段需要投入更多的精力。Chen等<sup>[25]</sup>发现过度使用智能手机组与正常使用组在行为水平上无明显差异,Nogo N2比正常使用组更大。研究提示在抑制处理早期阶段,过度使用智能手机者经历更多的冲突,并表现出不依赖于智能手机相关提示的普遍缺陷。

**3.2 精神分裂症与反应抑制功能** 目前,Go/Nogo任务能较好地反映精神分裂症患者的执行功能,特别是反应抑制功能的电生理变化。Ertekin等<sup>[26]</sup>研究发现,精神分裂症患者的行为学表现更差;精神分裂症患者的总体P3幅度在Nogo试验中下降更为突出。中央区和顶叶中Nogo P3波幅下降更多,但在前额区P3的减少在Nogo和Go试验中相似。提示与神经活动有关的Go和Nogo P3在精神分裂症中都受到影响,中央区和顶叶NoGo P3受影响最严重。N2成分的研究结果不尽一致,有研究发现在听觉刺激下,精神分裂症患者的Go/Nogo任务的N2均不受影响<sup>[27]</sup>,也有研究报道,在视听双通道刺激下,精神分裂症患者在Go/Nogo任务下N2波幅均降低<sup>[28]</sup>。研究结果不一致可能与刺激通道不同相关。

**3.3 抑郁与反应抑制功能** 采用Go/Nogo范式评估抑郁症患者反应抑制功能的结果不一致。Katz等<sup>[29]</sup>发现老年抑郁者(平均年龄73.4岁)的Nogo N2明显减少。此外,也有学者发现部分缓解的抑郁症患者(平均年龄40.1岁)Nogo P3明显减少,Nogo N2不受影响<sup>[30]</sup>。2016年Zhang等<sup>[31]</sup>对不同年龄抑郁症受试者抑制控制加工进行研究,年轻抑郁症患者在额区、中央区和顶叶的P3振幅较年轻对照组降低,老年抑郁症患者P3振幅只在额叶较老年对照组减低。提示抑郁症患者的年龄影响抑制控制过程。以上研究结果不一致可能是与年龄、服用药物的不同,采用的实验范式不同和抑郁严重程度有关,需要进一步调查。

**3.4 注意缺陷多动障碍与反应抑制功能** Grane等<sup>[32]</sup>发现注意缺陷多动障碍(Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD)患者与健康对照组相比,Nogo N2无明显差异。这表明ADHD患者的抑制过程中的冲突监测功能正常。然而,ADHD患者的Go P3和Nogo P3幅度相对于对照组减弱,表明涉及反应抑制过程的注意资源分配减少。也有学者对学龄前期ADHD患者进行研究,结果显示ADHD组Nogo N2、P3与对照组相比无明显差异,Go N2波幅低于对照组。提示学龄早期ADHD儿童出现注意执行功能受损趋势,但反应抑制功能缺陷尚不明显,这可能与儿童抑制认知未发育完善有关<sup>[33]</sup>。

**3.5 强迫症与反应抑制功能** 研究显示,强迫症

(Obsessive-Compulsive Disorder, OCD)患者的反应抑制功能较对照组差,主要表现为停止信号反应时间延长,这可能与OCD患者运动控制的注意力缺陷有关,即通常需要投入更多的注意资源给非目标事件<sup>[34-35]</sup>。Lei等<sup>[35]</sup>发现未服用药物的强迫症患者Nogo N2的振幅较健康对照组大,无论是停止信号反应时间还是Nogo N2的振幅,与OCD患者整体症状的严重程度无关,提示反应抑制功能受损可能是强迫症患者的普遍特征。

**3.6 焦虑与反应抑制功能** Grillon等<sup>[36]</sup>对焦虑状态和焦虑障碍两种类型与反应抑制功能的关系进行研究,发现高焦虑状态促进了反应抑制功能,CEs下降,停止运动反应的能力提高。焦虑障碍与过度反应抑制有关,OEs增高,这与自身防卫机制的过度活化有关,从而提高了过度反应抑制趋势。焦虑相关的人格特点(如焦虑敏感性和特质性焦虑)调节与认知控制过程相关的电生理反应,Nogo N2主要受特质性焦虑的影响,Nogo P3与焦虑敏感性相关<sup>[37]</sup>。以上研究表明,焦虑对反应抑制功能的影响应考虑焦虑的类型以及焦虑相关的人格特点。

**3.7 精神系统其他疾病与反应抑制功能** 研究显示,人格障碍患者的反应抑制功能受到损害,主要表现为CEs增加,Nogo N2/P3波幅下降,提示早期的冲突监测和晚期的抑制加工过程均受到损害<sup>[38]</sup>。Yano等<sup>[39]</sup>发现摄食障碍患者存在反应抑制功能障碍,且不同亚型之间没有明显差异。

## 4 小结及展望

ERP为反应抑制功能评估提供了一种可靠且具有可重复性客观指标,特别是对反应抑制功能损害的早期识别具有重要的临床意义。目前,ERP评估反应抑制功能的研究结果尚存在争议,这可能与研究者采用的实验范式的复杂程度不同有关,包括有无分心任务、Go/Nogo刺激各占的比例、刺激呈现时间、刺激性质。强迫症患者的反应抑制功能与疾病的严重程度无关,但在其他疾病中尚未进行相关研究,此外,还应考虑到研究对象的年龄。由于缺乏健康人及相关疾病人群的参考指标,因此将ERP应用于临床诊断面临巨大的挑战,需要大样本、多中心的研究进一步探索出更好的实验范式以及判断指标。相信随着深入研究,ERP不仅应用于神经机制的基础研究,也会应用于临床诊断,促进神经科学认知加工进程的发展。

## 参 考 文 献

- [1] Naim-Feil J, Fitzgerald PB, Bradshaw JL, et al. Neurocognitive deficits, craving, and abstinence among alcohol-dependent individuals following detoxification[J]. Arch Clin Neuropsychol,

- 2014, 29(1): 26–37.
- [ 2 ] 赵仑. ERPs 实验教程 [ M ]. 南京: 东南大学出版社, 2010.
- [ 3 ] 杜好瑞, 穆俊林, 王传升, 等. 酒依赖患者反应抑制功能及事件相关电位研究 [ J ]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2015, 24 (10): 904–907.
- [ 4 ] Falkenstein M. Inhibition, conflict and the Nogo-N2 [ J ]. Clin Neurophysiol, 2006, 117(8): 1 638–1 640.
- [ 5 ] Dimoska A, Johnstone SJ, Barry RJ. The auditory-evoked N2 and P3 components in the stop-signal task: indices of inhibition, response-conflict or error-detection? [ J ]. Brain Cogn, 2006, 62 (2): 98–112.
- [ 6 ] Zhao X, Liu X, Zan X, et al. Male Smokers' and Non-Smokers' Response Inhibition in Go/No-Go Tasks: Effect of Three Task Parameters [ J ]. PLoS One, 2016, 11(8): e0 160 595.
- [ 7 ] Cid-Fernández S, Lindín M, Díaz F. Effects of amnesic mild cognitive impairment on N2 and P3 Go/NoGo ERP components [ J ]. J Alzheimers Dis, 2014, 38(2): 295–306.
- [ 8 ] López ZRA, Knoefel F, Lord C, et al. P300 amplitude alterations during inhibitory control in persons with Mild Cognitive Impairment [ J ]. Brain Res, 2016, 1 646: 241–248.
- [ 9 ] Saito H, Yamazaki H, Matsuoka H, et al. Visual event-related potential in mild dementia of the Alzheimer's type [ J ]. Psychiatry Clin Neurosci, 2001, 55(4): 365–371.
- [ 10 ] Hughes LE, Rittman T, Regenthal R, et al. Improving response inhibition systems in frontotemporal dementia with citalopram [ J ]. Brain, 2015, 138(Pt 7): 1 961–1 975.
- [ 11 ] Beste C, Willemsen R, Saft C, et al. Response inhibition subprocesses and dopaminergic pathways: basal ganglia disease effects [ J ]. Neuropsychologia, 2010, 48(2): 366–373.
- [ 12 ] Bokura H, Yamaguchi S, Kobayashi S. Event-related potentials for response inhibition in Parkinson's disease [ J ]. Neuropsychologia, 2005, 43(6): 967–975.
- [ 13 ] 吴汝洪, 李跃池, 董博, 等. 轻度颅脑外伤患者提示性持续操作任务行为学及事件相关电位研究 [ J ]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2015, 24(12): 1 083–1 086.
- [ 14 ] Swick D, Honzel N, Larsen J, et al. Impaired response inhibition in veterans with post-traumatic stress disorder and mild traumatic brain injury [ J ]. J Int Neuropsychol Soc, 2012, 18(5): 917–926.
- [ 15 ] 刘茜, 闫中瑞, 程文静, 等. 高血压患者抑制控制加工异常的 ERP 研究 [ J ]. 癫痫与神经电生理学杂志, 2014, 23(3): 152–155; 172.
- [ 16 ] Beste C, Saft C, Andrich J, et al. Response inhibition in Huntington's disease—a study using ERPs and sLORETA [ J ]. Neuropsychologia, 2008, 46(5): 1 290–1 297.
- [ 17 ] Luijten M, Littel M, Franken IH. Deficits in inhibitory control in smokers during a Go/NoGo task: an investigation using event-related brain potentials [ J ]. PLoS One, 2011, 6(4): e18 898.
- [ 18 ] Buzzell GA, Fedota JR, Roberts DM, et al. The N2 ERP component as an index of impaired cognitive control in smokers [ J ]. Neurosci Lett, 2014, 563: 61–65.
- [ 19 ] Kreuzsch F, Quertemont E, Vilenne A, et al. Alcohol abuse and ERP components in Go/No-go tasks using alcohol-related stimuli: impact of alcohol avoidance [ J ]. Int J Psychophysiol, 2014, 94(1): 92–99.
- [ 20 ] Smith JL, Mattick RP, Jamadar SD, et al. Deficits in behavioural inhibition in substance abuse and addiction: a meta-analysis [ J ]. Drug Alcohol Depend, 2014, 145: 1–33.
- [ 21 ] Boeema SR, Harakeh Z, van Zandvoort MJ, et al. Adolescent Heavy Drinking Does Not Affect Maturation of Basic Executive Functioning: Longitudinal Findings from the TRAILS Study [ J ]. PLoS One, 2015, 10(10): e0 139 186.
- [ 22 ] IHA F, Luijten M, van der Veen FM, et al. Cognitive control in young heavy drinkers: An ERP study [ J ]. Drug Alcohol Depend, 2017, 175: 77–83.
- [ 23 ] Liu GC, Yen JY, Chen CY, et al. Brain activation for response inhibition under gaming cue distraction in internet gaming disorder [ J ]. Kaohsiung J Med Sci, 2014, 30(1): 43–51.
- [ 24 ] Dong G, Zhou H, Zhao X. Impulse inhibition in people with Internet addiction disorder: electrophysiological evidence from a Go/NoGo study [ J ]. Neurosci Lett, 2010, 485(2): 138–142.
- [ 25 ] Chen J, Liang Y, Mai C, et al. General Deficit in Inhibitory Control of Excessive Smartphone Users: Evidence from an Event-Related Potential Study [ J ]. Front Psychol, 2016, 7: 511.
- [ 26 ] Ertekin E, Üçok A, Keskin-Ergen Y, et al. Deficits in Go and NoGo P3 potentials in patients with schizophrenia [ J ]. Psychiatry Res, 2017, 254: 126–132.
- [ 27 ] Weisbrod M, Kiefer M, Marzinzik F, et al. Executive control is disturbed in schizophrenia: evidence from event-related potentials in a Go/NoGo task [ J ]. Biol Psychiatry, 2000, 47(1): 51–60.
- [ 28 ] Groom MJ, Bates AT, Jackson GM, et al. Event-related potentials in adolescents with schizophrenia and their siblings: a comparison with attention-deficit/hyperactivity disorder [ J ]. Biol Psychiatry, 2008, 63(8): 784–792.
- [ 29 ] Katz R, De Sanctis P, Mahoney JR, et al. Cognitive control in late-life depression: response inhibition deficits and dysfunction of the anterior cingulate cortex [ J ]. Am J Geriatr Psychiatry, 2010, 18(11): 1 017–1 025.
- [ 30 ] Ruchow M, Groen G, Kiefer M, et al. Electrophysiological evidence for reduced inhibitory control in depressed patients in partial remission: a Go/Nogo study [ J ]. Int J Psychophysiol, 2008, 68(3): 209–218.
- [ 31 ] Zhang BW, Xu J, Chang Y. The Effect of Aging in Inhibitory Control of Major Depressive Disorder Revealed by Event-Related Potentials [ J ]. Front Hum Neurosci, 2016, 10: 116.
- [ 32 ] Grane VA, Brunner JF, Endestad T, et al. Correction: ERP Correlates of Proactive and Reactive Cognitive Control in Treatment-Naïve Adult ADHD [ J ]. PLoS One, 2016, 11(9): e0 163 404.
- [ 33 ] 浦旭姣, 董选, 沈惠娟, 等. 学龄早期注意缺陷多动障碍儿童事件相关电位和行为问题的相关性 [ J ]. 中国当代儿科杂志, 2016, 18(7): 594–598.
- [ 34 ] de Wit SJ, de Vries FE, van der Werf YD, et al. Presupplementary motor area hyperactivity during response inhibition: a candidate endophenotype of obsessive-compulsive disorder [ J ]. Am J Psychiatry, 2012, 169(10): 1 100–1 108.
- [ 35 ] Lei H, Zhu X, Fan J, et al. Is impaired response inhibition independent of symptom dimensions in obsessive-compulsive disorder? Evidence from ERPs [ J ]. Sci Rep, 2015, 5: 10 413.
- [ 36 ] Grillon C, Robinson OJ, O'Connell K, et al. Clinical anxiety promotes excessive response inhibition [ J ]. Psychol Med, 2017, 47(3): 484–494.
- [ 37 ] Sehlmeier C, Konrad C, Zwieterlood P, et al. ERP indices for response inhibition are related to anxiety-related personality traits [ J ]. Neuropsychologia, 2010, 48(9): 2 488–2 495.
- [ 38 ] Guan M, Liao Y, Ren H, et al. Impaired response inhibition in juvenile delinquents with antisocial personality characteristics: A preliminary ERP study in a Go/Nogo task [ J ]. Neurosci Lett, 2015, 603: 1–5.
- [ 39 ] Yano M, Kawano N, Tanaka S, et al. Dysfunction of response inhibition in eating disorders [ J ]. J Clin Exp Neuropsychol, 2016, 38(6): 700–708.

(收稿日期: 2017-08-01)