

• 研究构想(Conceptual Framework) •

## 奖赏对海洛因成瘾者执行功能的影响机制<sup>\*</sup>

杨 玲<sup>1</sup> 王 莎<sup>1</sup> 苏波波<sup>1,2</sup> 李少玫<sup>1</sup> 曹 华<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>西北师范大学心理学院, 兰州 730070) (<sup>2</sup>喀什大学教育科学学院, 喀什 844000)

**摘要** 一些研究发现海洛因成瘾者奖赏失调表现为: 对海洛因相关线索的注意偏向、渴求感增加, 对金钱奖赏表现出“即时收益优先”的高风险决策模式和对长时收益的敏感性降低。另一些研究发现海洛因成瘾者的执行功能存在障碍。奖赏失调和执行功能障碍在成瘾物质使用的维持和复吸中起着重要作用。双重竞争模型认为奖赏和执行功能的交互作用决定着行为的结果, 但是奖赏对海洛因成瘾者执行功能的影响机制还不清楚。因此, 拟使用事件相关电位技术来考察海洛因相关线索和金钱奖赏对不同戒断期成瘾者执行功能的影响机制, 短期(1~3个月)、长期(18个月以上)海洛因戒断者和健康对照组被比较。这不仅有助于构建完善的成瘾理论体系, 还有助于确定临床戒断后复吸的风险因素和不同戒断期的治疗目标。

**关键词** 执行功能; 奖赏失调; 成瘾物质相关线索; 金钱诱因; 海洛因成瘾者

**分类号** B845

### 1 研究背景

毒品是人类社会的公敌, 不仅给成瘾者自身造成严重的精神和躯体危害, 而且还会带来严重的社会经济和公共卫生问题。“截止 2015 年底, 全国累计登记吸毒人员 234.5 万名, 其中, 滥用海洛因等阿片类毒品人员 98 万名, 占 41.8%, 滥用合成毒品人员 134 万名, 占 57.1%, 滥用其他毒品 2.5 万名, 占 1.1%”(中国国家禁毒委员会办公室, 2016)。而参照国际上通用的吸毒人员显性与隐性比例进行换算, 实际吸毒人数超过 1110 万。尽管当前国家投入大量人力、物力和财力用于毒品防治工作, 但毒品形势依然严峻, 而海洛因依然是主要被滥用的毒品之一。

成瘾物质通常从法律的角度也被分为非法成瘾物质(即毒品, 包括海洛因、可卡因、冰毒、大麻等)和合法成瘾物质(包括香烟、酒精等)。物质成瘾被认为是一种奖赏失调和执行功能障碍(Morie, De Sanctis, Garavan, & Foxe, 2014)。长期

使用成瘾物质会导致个体包括奖赏系统在内的大脑结构和功能的持久改变, 这被认为是物质成瘾发展和维持的基础(Blum et al., 2000; Koob & Volkow, 2010; Noël, Brevers, & Bechara, 2013; Robinson & Berridge, 1993)。大多数成瘾物质的药理作用主要表现为物质摄入后在伏隔核(nucleus accumbens, NAc)区域多巴胺(dopamine, DA)水平的快速上升, DA 是一个多层次的神经递质, 涉及运动和认知功能的调节, 凸显性归因和注意调整, 奖赏和动机调节(Baler & Volkow, 2006)。诱因-易感化理论(Robinson & Berridge, 1993)认为反复的物质使用会造成个体 NAc 等脑结构的功能改变和 DA 神经递质的传递减弱, 这个过程被称为神经敏化。神经敏化使得物质相关线索获得诱因动机特征, 变得尤其凸显, 同时会降低对自然奖赏的敏感性。因此, 成瘾者表现出对物质相关诱因的偏好和对非物质使用行为的兴趣降低, 这种奖赏失调无疑是个体对成瘾物质产生依赖的重要原因之一(杨玲等, 2015)。此外, 物质成瘾也被认为与个体前额叶系统等脑区有关的高阶执行功能障碍有关(Field & Cox, 2008; Goldstein & Volkow, 2002, 2011; Jarmolowicz et al., 2013; Wiers & Stacy, 2006; Wiers et al., 2007)。长期的成瘾物质使用和不同认

收稿日期: 2016-12-15

\* 国家自然科学基金(31360233, 31660276)资助。

通讯作者: 苏波波, E-mail: subobopsy06@163.com

知缺陷模式之间的关系有两种:一方面,认知缺陷是特定物质对前额脑环路影响的一种结果;另一方面,存在认知缺陷的个体更有可能倾向于滥用物质(Field & Cox, 2008; Fishbein et al., 2007; Perry & Carroll, 2008)。

因此,奖赏失调和执行功能障碍在物质成瘾行为中起着重要的作用,然而两者的关系在海洛因成瘾中还不清楚。从心理学角度研究奖赏对执行功能的影响机制,不仅有助于探索物质滥用“心瘾难戒”的深层次原因,构建更全面的物质成瘾理论,还有助于形成认识和理解物质成瘾的知识体系,为物质滥用防治的实践工作提供科学依据。

## 2 国内外研究现状

### 2.1 海洛因成瘾者的奖赏功能研究

对奖赏功能的研究涉及不同类型的奖赏诱因,在物质成瘾领域奖赏诱因包括成瘾物质奖赏和非成瘾物质奖赏两类:成瘾物质奖赏主要包括成瘾物质和物质相关线索,通过与成瘾物质使用的反复匹配,物质相关线索获得了诱因凸显性特征(Robinson & Berridge, 1993)。非成瘾物质奖赏即自然奖赏,一般分为初级奖赏(食物、水等)和次级奖赏(金钱、权力等)。由于初级奖赏与机体状态的密切关系(如饥、渴等),其诱因价值不太稳定(Lutz & Widmer, 2014),而金钱诱因是一种更具代表性和更易操纵的次级奖赏(Knutson & Greer, 2008)。因此,非成瘾物质奖赏常用金钱作为诱因刺激。

一方面,使用金钱作为诱因刺激的研究显示,海洛因成瘾者对金钱奖赏的延迟折扣率高于正常人(Kirby, Petry, & Bickel, 1999; 张锋, 水仁德, 周艳艳, 梁君英, 沈模卫, 2009; 张锋, 周艳艳, 李鹏, 沈模卫, 2008; 周艳艳, 蒋文山, 李平, 朱晨, 张锋, 2007; 周艳艳, 张锋, 蒋文山, 李平, 2008),电生理层面的研究发现海洛因成瘾者在金钱奖赏加工任务中存在异常的脑电变化(周平艳等, 2014)。另一方面,使用成瘾物质作为诱因刺激的研究显示,海洛因成瘾者对海洛因奖赏的延迟折扣率显著高于金钱奖赏(Madden, Petry, Badger, & Bickel, 1997; 张锋等, 2009)。这些研究表明海洛因成瘾者存在“即时收益优先”高风险决策模式和对长时收益的敏感性降低,以及对海洛因奖赏的高度敏感性。因此,不论是金钱还是海洛因奖赏,海洛因成瘾者的奖赏加工都存在异常。

奖赏失调还表现为对海洛因相关线索存在显著的优势注意加工。在行为层面上,研究发现,相比中性线索,成瘾者对海洛因相关线索有更多的注意偏向,如 Stroop 任务中对海洛因图片存在更长的反应时(Franken, Kroon, Wiers, & Jansen, 2000; 沈模卫, 朱海燕, 张锋, 李鹏, 2006; 张锋, 沈模卫, 朱海燕, 周星, 2005; 朱海燕, 沈模卫, 殷素梅, 2005)和点探测任务中对替换海洛因相关图片的目标探测存在更短的反应时(Lubman, Peters, Mogg, Bradley, & Deakin, 2000);在脑电层面上,无论是在注意加工的早期阶段(early posterior negativity, EPN) (Yang, Zhang, & Zhao, 2015)还是晚期阶段(P300; late positive potential, LPP) (Lubman, Allen, Peters, & Deakin, 2007, 2008),海洛因相关图片(相比中性图片和对照组)会诱发成瘾者更大的脑电位变化;在脑成像层面上,研究发现相比非海洛因相关线索,相关线索能更大程度地激活扣带回、海马、舌回、梭回等与奖赏机制相关的脑区(曾红, 苏得权, 姜醒, 陈骐, 叶浩生, 2015),以及腹侧背盖区(ventral tegmental area) (Zijlstra, Veltman, Booij, van den Brink, & Franken, 2009)和双侧额下回(inferior frontal cortex, IFC) (Xiao et al., 2006)等与渴求感和注意加工有关的脑区。另有研究使用比较生态化的推/拉任务(Pull/Push Task)发现,相比中性线索,海洛因戒断者对海洛因相关线索表现出更多的接近倾向(Pull)以及更少的回避倾向(Push) (Zhou et al., 2012)。这些研究都表明反复的海洛因使用与增强的海洛因线索反应相关,而异常的线索反应是促进成瘾行为发展和导致物质成瘾者戒断后复吸的重要因素(Lubman et al., 2009; Goldstein & Volkow, 2002; Marissen et al., 2006)。

### 2.2 海洛因成瘾者的执行功能研究

执行功能(executive functions),也叫执行控制或者认知控制功能,是人类的高级认知功能,能够对各种认知过程进行调控,实现对行为自上而下的调节(Baddeley, 1996; Jarmolowicz et al., 2013; 李红, 高山, 王乃弋, 2004; Perner & Lang, 1999; 周雅, 2013)。Baddeley (1996)将执行功能定义为在完成复杂的认知任务时,对各种认知过程进行协调,从而保证认知系统以灵活、优化的方式实行对特定目标的一般性控制机制。其本质是对其他认知过程进行控制和调节,根本目的是产生协调有序的、具有目的性的行为。研究者普遍

认为执行功能涉及三个最基本的子功能：任务转换(shifting between tasks or mental sets), 工作记忆表征的刷新(updating and monitoring of working memory representations)和优势反应的抑制(inhibition of prepotent responses) (Jarmolowicz et al., 2013; Miyake et al., 2000; Perner & Lang, 1999)。

海洛因成瘾人群的执行功能障碍被大量研究证实(Al-Zahrani & Elsayed, 2009; Fishbein et al., 2007; Fu et al., 2008; Hekmat, Alam Mehrjerdi, Moradi, Ekhtiari, & Bakhshi, 2011; Lee et al., 2005; Mehrjerdi, Bakhshi, Jafari, Moradi, & Ekhtiari, 2011; Ornstein et al., 2000; Yang, Zhang, et al., 2015; 杨波等, 2009; 杨闯, 周家秀, 2004; 杨玲, 张更生, 赵鑫, 2014; 朱千, 孟景, 位东涛, 陈红, 2014), 使得成瘾者的行为调控能力降低, 从而产生持续用药、戒断后复吸以及一些犯罪活动等。以往的研究主要集中在抑制功能方面, 在行为水平上, 研究发现海洛因成瘾者在 Stroop 任务中的反应时更长和错误率更高(Hekmat et al., 2011; 杨闯, 周家秀, 2004)。脑电层面上, 有研究使用 Stroop 任务发现正常人在不一致条件下诱发相比一致条件显著更大的 N2 和正慢波(slow positive potential, SP), 而这种效应在海洛因戒断者中消失, 并且海洛因戒断者在不一致条件下相比正常组存在显著更小的 N2、SP 波幅(朱千等, 2014)。研究者认为这表明了海洛因戒断者可能存在早期冲突监控障碍和晚期反应冲突解决加工异常。有两项脑电研究还发现在等概率 Go/Nogo 任务中, 海洛因戒断者的反应抑制受损表现在冲突监控阶段降低的 N2 波幅和行为抑制阶段延长的 P3 潜伏期(Yang, Xu, et al., 2015; 杨波等, 2009)。脑成像的研究表明, 无论是处于戒断期(Fu et al., 2008)还是非戒断期(Lee et al., 2005), 在反应抑制任务中海洛因成瘾者的前额皮层等认知控制相关的脑结构激活减弱。然而, 相对于抑制功能, 执行功能中的其他子功能研究相对较少, 但研究也发现了海洛因成瘾者在认知灵活性、注意、转换、决策、工作记忆等任务上存在缺陷(Al-Zahrani & Elsayed, 2009; Fishbein et al., 2007; Hekmat et al., 2011; Mehrjerdi et al., 2011; Ornstein et al., 2000)。

### 2.3 奖赏与执行功能的交互作用

一些物质成瘾理论认为成瘾者的奖赏失调(如, 注意偏向)受到执行功能的调控, 而执行功

能障碍会进一步增强奖赏失调(Field & Cox, 2008; Goldstein & Volkow, 2002, 2011; Wiers & Stacy, 2006; Wiers et al., 2007)。有研究发现可卡因成瘾者对可卡因相关线索的注意偏向与随后的抑制任务中的错误率显著正相关(Liu et al., 2011), 研究者推测反应抑制缺陷是成瘾者产生注意偏向的认知基础。但是该研究的结果是不同任务中成瘾者表现的相关关系, 并不能确定因果关系。对该研究的结果还存在另一种可能的解释, 由于可卡因相关线索具有诱因凸显性和情绪唤醒的特点, 从而干扰了成瘾者的认知功能(Muraven & Shmueli, 2006; Ryan, 2002)。

基于大量神经影像学研究的双重竞争模型(Pessoa, 2009)认为情绪和动机与执行控制的交互作用决定了行为结果, 情绪和动机会影响感知和执行水平的竞争。其中动机对执行功能的影响通过两种途径: 其一, 增强的动机通过影响注意的定向和再定向导致执行功能的增强。如, 研究发现奖赏能够增强个体的冲突适应(Braem, Verguts, Roggeman, & Notebaert, 2012); 其二, 为了实现奖赏最大化, 动机能再分配执行功能的认知资源。如, 研究发现金钱奖赏导致 Stop-signal 任务中个体的抑制能力降低(Padmalal & Pessoa, 2010)和工作记忆任务中注意转换代价增加(Braem et al., 2012)。因此, 近年来一些研究开始关注物质成瘾人群特定于奖赏诱因情境的执行功能。

一些研究发现物质相关线索会降低或者干扰成瘾人群的抑制功能, 例如, 可卡因成瘾者(DiGirolamo, Smelson, & Guevremont, 2015; Pike, Marks, Stoops, & Rush, 2015; Pike, Stoops, Fillmore, & Rush, 2013), 酒精使用者(Kreusch, Vilenne, & Queremont, 2013; Noël et al., 2007; Petit, Kornreich, Noël, Verbanck, & Campanella, 2012; Weafer & Fillmore, 2012)。另一些研究还发现物质相关线索会干扰成瘾者的其他认知功能。例如, 研究发现酒精相关线索会干扰社交性饮酒者的冲突适应(Nikolaou, Field, & Duka, 2013), 吸烟相关线索会减弱吸烟者的错误后减慢(post-error slowing)和错误加工相关的脑电活动(Luijten, van Meel, & Franken, 2011), 以及可卡因相关线索会降低成瘾者高工作记忆负荷条件下的任务表现并伴随着 IFC 增加的血氧水平信号(Hester & Garavan, 2009)。此外, 还有研究考察了暴露于海洛因相关线索后成瘾者的脑功能连接, 结果发现

眶额皮层(orbital frontal cortex)、前扣带皮层(anterior cingulate cortex, ACC)、背侧前额皮层和补充运动区(supramarginal motor area)等与自我控制和抑制有关的功能连接减弱(Liu et al., 2009)。

也有脑成像研究使用了金钱诱因 Go/Nogo 任务, 该任务会对 Nogo 刺激的抑制错误进行金钱惩罚。结果发现, 相比正常组, 可卡因成瘾者存在更多的抑制失败和降低的错误后减慢; 并且在受到金钱惩罚的抑制失败条件下, 可卡因成瘾者的背侧 ACC、右脑岛和右侧前额区并没有变化, 而正常组则显示出这些区域血氧活动的增加(Hester, Bell, Foxe, & Garavan, 2013), 这表明奖赏诱因对成瘾者执行功能的调节出现异常。这些研究证据意味着奖赏功能与执行功能相互作用, 协同工作, 共同影响着成瘾者的行为(如, 物质寻求和使用)。

总之, 尽管已经有一些其他物质成瘾研究开始探索奖赏与执行功能之间的相互作用, 但是也存在一些不一致的研究结果。例如, 有两项 ERP 研究发现物质相关线索并不会影响吸烟者(Luijten, Littel, & Franken, 2011)和轻度饮酒者(Petit et al., 2012)的反应抑制, 但是会影响重度饮酒者的反应抑制, 表现为 Go/Nogo 任务中重度饮酒者在酒精相关线索下增加的 Nogo 错误率和延迟的 P300 (Petit et al., 2012)。未来的研究需要考虑以下两个方面: 首先, 成瘾严重程度。例如, 有研究也发现轻度饮酒者不存在对酒精相关图片的注意偏向(Cox, Blount, & Rozak, 2000; Lusher, Chandler, & Ball, 2004)。其次, 戒断时长。例如, 神经脑成像研究发现海洛因和可卡因戒断者在 Go/Nogo 任务中并不存在反应抑制相关的行为表现、脑电活动和脑区激活异常, 研究者把这一结果归因于长期戒断导致的认知功能恢复(Bell, Foxe, Ross, & Garavan, 2014; Morie, Garavan, et al., 2014)。有研究还发现与短期戒断的海洛因成瘾者相比, 长期戒断后成瘾者的戒断症状减轻并且海洛因相关线索诱发的背侧纹状体、脑岛等活动降低, 表明长期戒断会降低海洛因相关线索的凸显性(Lou, Wang, Shen, & Wang, 2012)。

### 3 问题的提出

#### 3.1 海洛因相关线索对成瘾者执行功能的影响机制?

暴露于海洛因相关线索会增加成瘾者的心理

渴求感(Franken et al., 2000; Lubman et al., 2007, 2008), 诱发戒断后的复吸(Lubman et al., 2009; Marissen et al., 2006)。然而这种线索的诱发效应会受到执行功能的调节, 如, 保持注意脱离物质相关线索, 抑制线索诱发的心理渴求, 控制成瘾物质寻求和使用等(Field & Cox, 2008; Goldstein & Volkow, 2002, 2011; Wiers & Stacy, 2006; Wiers et al., 2007)。研究已经表明海洛因成瘾者的执行功能存在异常(Al-Zahrani & Elsayed, 2009; Fishbein et al., 2007; Fu et al., 2008; Hekmat et al., 2011; Lee et al., 2005; Mehrjerdi et al., 2011; Ornstein et al., 2000; Yang, Xu, et al., 2015; 杨波等, 2009; 杨闯, 周家秀, 2004; 朱千等, 2014), 但是这些研究仅仅考察了海洛因成瘾者的一般执行功能。执行功能还会受到环境中具有情绪唤醒或者动机趋力的刺激影响, 例如, 物质相关线索(DiGirolamo et al., 2015; Kreusch et al., 2013; Noël et al., 2007; Petit et al., 2012; Pike et al., 2015, 2013; Weafer & Fillmore, 2012)等。很少有研究考察海洛因相关线索对成瘾者执行功能的影响。

虽然脑成像研究发现暴露于海洛因相关线索后执行功能相关脑区连接减弱, 并认为该结果表明了海洛因相关线索会降低成瘾者的执行功能(Liu et al., 2009)。但是该研究中并没有采用中性线索条件作为参照, 这一结果还无法排除存在一般执行功能异常的可能。执行功能涉及三个相对独立的子成分: 转换, 刷新, 抑制(Jarmolowicz et al., 2013; Miyake et al., 2000; Perner & Lang, 1999)。同时, 抑制又可以分为反应抑制和冲突抑制(Brydges et al., 2012)。并且不同执行功能的子成分在调节个体行为中所起的作用是不同的(Miyake et al., 2000)。因此, 本项目想考察海洛因相关线索对成瘾者执行功能不同子成分的影响机制。

#### 3.2 金钱奖赏对海洛因成瘾者执行功能的影响机制?

以往研究也发现执行功能会受到自然奖赏的影响(Braem et al., 2012; Padmala & Pessoa, 2010)。正常个体的行为经常会受到自然奖赏的调节, 例如受到奖赏的行为倾向于更多出现, 受到惩罚的行为倾向于更少出现, 这代表了个体正常的奖赏功能。海洛因成瘾者则表现出对自然奖赏敏感性异常(张锋等, 2008, 2009; 周平艳等, 2014; 周艳艳等, 2007)。然而, 金钱奖赏对海洛因成瘾者执行

功能的影响还不清楚。仅有一项脑成像研究发现金钱惩罚会调节正常组的抑制功能，但是不会影响可卡因成瘾者的抑制功能(Hester et al., 2013)。因此，本项目还想考察金钱奖赏对海洛因成瘾者执行功能不同子成分的影响机制。

### 3.3 奖赏对海洛因成瘾者执行功能的影响随着戒断时间的变化情况？

戒断时间的长短作为物质使用有关的脑结构和功能损伤恢复的一个重要因素，很少被研究者作为一个重要变量纳入研究中。例如，研究发现戒断可能会改善物质成瘾者的执行功能(Bell et al., 2014; Morie, Garavan, et al., 2014)，或者降低物质相关线索的诱因凸显性(Lou et al., 2012)。以往海洛因成瘾者执行功能的研究没有区分“是、否”戒断或者戒断时间“长、短”。本项目在探讨前两个问题时，还将戒断时间这一因素纳入研究，考察奖赏对海洛因成瘾者执行功能的影响随着戒断时间延长的动态变化。

## 4 研究构想

基于以上研究现状综述和问题分析。由于事件相关电位(event-related potentials, ERP)技术具有较高的时间分辨率，能有效探索认知加工的不同心理过程。本项目采用 ERP 技术，分两个研究八个实验来解决本项目的关键问题：(1)海洛因相关线索对不同戒断期成瘾者执行功能的影响机制；(2)金钱奖赏对不同戒断期成瘾者执行功能的影响机制。

### 4.1 海洛因相关线索对不同戒断期成瘾者执行功能的影响机制

本研究的目的是想考察海洛因相关线索对成瘾者执行功能的不同子成分包括转换、刷新、反应抑制和冲突抑制功能的影响以及随着戒断时间的变化情况。研究通过横断的方式，选取短期(1~3个月)、长期戒断(18个月以上的)的海洛因成瘾者，此外还选取了年龄匹配的正常人作为对照组。成瘾组被试主要的滥用物质为海洛因，两组成瘾被试在年龄、过去物质滥用状况等方面进行匹配。筛选标准：无精神病史、智力障碍、学习障碍及较严重的头部损伤史。

### 实验 1 海洛因相关线索对不同戒断期成瘾者转换功能的影响

实验材料为 20 张中性图片来自国际情绪图

片库(Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008)和 20 张海洛因相关图片来自网络剪辑。中性图片和海洛因相关图片在人类和非人类场景上进行了匹配，对所有图片的唤醒度和效价进行了评定(Yang, Zhang, et al., 2015)。实验任务采用线索性任务转换范式(cued task-switching paradigm)，并对实验任务进行了调整。为了实验目的，将中性图片和海洛因相关图片分别作为转换条件和重复条件的背景。以往研究发现转换条件会诱发显著的 P2、N2 和 P3 波幅增大，这与转换功能有关(Kieffaber & Hetrick, 2005; Swainson, Jackson, & Jackson, 2006; Tieges, Snel, Kok, Plat, & Ridderinkhof, 2007)。因此，实验选取的转换相关的脑电指标包括 P2、N2 和 P3 成分。

### 实验 2 海洛因相关线索对不同戒断期成瘾者刷新功能的影响

实验材料同实验 1，实验任务采用 n-back 范式，并对实验任务进行了调整。为了实验目的，将中性图片和海洛因相关图片分别作为 n-back 任务线索的背景。以往研究发现 P2、N2 和 P3 成分是与刷新功能有关(Dong, Reder, Yao, Liu, & Chen, 2015; Missonnier et al., 2005)，有研究发现相比正常人，轻微脑损伤病人在 0-back、1-back 和 2-back 条件下表现出延迟的 P2 和 N2 潜伏期，以及更小的 P3 波幅(Missonnier et al., 2005; Zunini et al., 2016)。因此，实验选取的刷新相关的脑电指标包括 P2、N2 和 P3 成分。

### 实验 3 海洛因相关线索对不同戒断期成瘾者反应抑制的影响

实验材料同实验 1，实验任务采用经典的 Go/Nogo 范式，并对实验任务进行了调整。为了实验目的，将中性图片和海洛因相关图片分别作为 Go 和 Nogo 刺激的背景。该任务中 Nogo 刺激会诱发相比 Go 刺激更大的 N2 和 P3 波幅，这两个成分反映了反应抑制过程的不同阶段(Bokura, Yamaguchi, & Kobayashi, 2001; Falkenstein, Hoormann, & Hohnsbein, 1999; Kopp, Mattler, Goertz, & Rist, 1996)，更小的 N2 和 P3 是和冲动性群体的反应抑制功能受损有关(Buzzell, Fedota, Roberts, & McDonald, 2014; Kamarajan et al., 2005)。因此，实验选取的反应抑制相关的脑电指标包括 N2 和 P3 成分。

### 实验 4 海洛因相关线索对不同戒断期成瘾者冲突抑制的影响

实验材料同实验 1, 实验任务采用 Flanker 范式并对实验任务进行了调整。为了实验目的, 将中性图片和海洛因相关图片分别作为 Flanker 刺激的背景。以往研究发现 Flanker 任务中不一致条件会诱发比一致条件更大的 N2 波幅, 这体现了冲突干扰加工过程(Kopp, Rist, & Mattler, 1996), 更小的 N2 波幅是和海洛因成瘾者冲突抑制能力受损有关(朱千等, 2014)。因此, 实验选取的冲突抑制相关的脑电指标为 N2 成分。

#### 4.2 金钱奖赏对不同戒断期成瘾者执行功能的影响机制

本研究的目的是想考察金钱奖赏对海洛因成瘾者执行功能的不同子成分包括转换、刷新、反应抑制和冲突抑制功能的影响以及随着戒断时间的变化情况。被试选择同研究一。四个实验中所用的实验范式与研究一类似, 只是为了实验目的, 做了不同的调整。将“有或无”奖赏这一因素加进去改进了实验任务。每种任务中的脑电指标同研究一。

总之, 由于目前相关的前期研究并不多, 本项目更多的是探索性的研究而非验证性研究。我们预期执行功能子成分以及奖赏对海洛因成瘾者执行功能子成分的影响将会随着戒断时间的延长会有部分的改善。而确认哪些认知障碍的改善或保持正是本项目使用更为精确的 ERP 技术所要达到的研究目的。

### 5 理论建构

从理论建构的角度看, 本项目从更为生态化的角度去探讨不同诱因情境中海洛因成瘾者的执行功能。一些单一的物质成瘾理论包括诱因-易感化理论(Robinson, & Berridge, 1993)和认知加工理论(Franken, 2003)等关注了外在因素(主要是成瘾物质和相关线索)在成瘾行为中的作用, 主要强调了由于反复的与成瘾物质使用匹配, 使得物质相关线索获得了诱因动机特征, 从而诱发渴求感, 捕获注意力, 驱动物质寻求和使用。另一些整合的理论包括双重过程模型(Wiers & Stacy, 2006; Wiers et al., 2007), 反应抑制受损和突显性归因模型(Goldstein & Volkow, 2002), 以及注意偏向的整合模型(Field & Cox, 2008)还关注了个体内在因素(执行功能)的重要性, 强调了物质相关线索的诱发反应会受到执行功能的调节作用。但是由

于当时相关研究的缺乏, 这些成瘾理论忽视了奖赏诱因对执行功能的影响。

为了构建更为完善的成瘾理论, 本项目从以下几个方面进行了考虑: 首先, 探讨了海洛因相关线索对成瘾者执行功能的影响。由于海洛因相关线索具有情绪唤醒和动机凸显性, 将这类线索整合到经典执行功能范式中。为了区分执行功能和特定于奖赏诱因情境的执行功能, 还增加了中性线索条件作为参照。本项目关注了内在认知功能受外在诱因的影响, 即在面对海洛因相关线索时成瘾者执行功能的状况, 这有助于理解物质相关线索诱发反应(渴求感, 冲动性物质寻求和使用等)的内在机制。其次, 探讨了金钱奖赏对成瘾者执行功能的影响。物质成瘾者对物质相关奖赏的高敏感性似乎是以非物质相关奖赏的敏感性降低为代价的, 非物质奖赏诱因在成瘾者的正常生活中有重要作用。因此, 本项目还关注了非物质相关奖赏诱因。最后, 探讨了奖赏对执行功能的影响随戒断时间的变化。物质成瘾者的执行功能异常的可逆性问题一直备受关注和争议。研究设计中选取了长、短不同戒断期的海洛因成瘾者。这有助于理解海洛因成瘾者执行功能和特定于奖赏诱因情境执行功能的可逆性。

**致谢:**感谢审稿专家在论文撰写中给予的宝贵意见以及雍琳博士和 Grace Wang 博士提供的热情帮助!

### 参考文献

- 李红, 高山, 王乃弋. (2004). 执行功能研究方法评述. *心理科学进展*, 12, 693–705.
- 沈模卫, 朱海燕, 张锋, 李鹏. (2006). 海洛因戒除者对相关线索和负性生理线索的注意偏向. *心理科学*, 29, 1287–1290.
- 杨波, 杨苏勇, 赵仑, 应柳华, 刘旭, 安莎莎. (2009). 海洛因成瘾者抑制控制加工异常的电生理证据. *中国科学 C 辑: 生命科学*, 39, 601–610.
- 杨闯, 周家秀. (2004). 海洛因依赖者执行功能的对照研究. *中国心理卫生杂志*, 18, 682–684.
- 杨玲, 苏波波, 张建勋, 柳斌, 卫晓芸, 赵鑫. (2015). 物质成瘾人群金钱奖赏加工的异常机制及可恢复性. *心理科学进展*, 23, 1617–1626.
- 杨玲, 张更生, 赵鑫. (2014). 海洛因依赖者抑制控制功能的损伤机制及其可逆性. *心理科学进展*, 22, 439–447.
- 曾红, 苏得权, 姜醒, 陈骐, 叶浩生. (2015). 不同药物相关线索反应下感觉-运动脑区的激活及作用. *心理学报*,

- 47, 890–902.
- 张锋, 沈模卫, 朱海燕, 周星. (2005). 双线索竞争条件下海洛因戒除者的前注意偏向特性. *心理科学*, 28, 1047–1051.
- 张锋, 水仁德, 周艳艳, 梁君英, 沈模卫. (2009). 海洛因延迟强化物超快速折扣倾向的心理机制. *心理学报*, 41, 763–772.
- 张锋, 周艳艳, 李鹏, 沈模卫. (2008). 海洛因戒除者的行为冲动性: 基于 DDT 和 IGT 任务反应模式的探讨. *心理学报*, 40, 642–653.
- 中国国家禁毒委员会办公室. (2016). 2015 年中国毒品形势报告. 2016-12-18 取自 [http://www.nncc626.com/2016-02/18/c\\_128731173.htm](http://www.nncc626.com/2016-02/18/c_128731173.htm)
- 周平艳, 刘丹玮, 周仁来, 孙本良, 肖洁, 李松. (2014). 不同戒断期毒品戒断者对金钱奖赏敏感性的 ERP 研究. *中国临床心理学杂志*, 22, 571–576.
- 周雅. (2013). 情绪唤起对执行功能的作用. *心理科学进展*, 21, 1186–1199.
- 周艳艳, 蒋文山, 李平, 朱晨, 张锋. (2007). 收益—风险并存情境中海洛因戒除者的行为冲动性. *应用心理学*, 13, 317–322.
- 周艳艳, 张锋, 蒋文山, 李平. (2008). 延迟强化条件下不同时相海洛因戒除者的行为冲动性. *中国药物依赖性杂志*, 17, 276–281.
- 朱海燕, 沈模卫, 殷素梅. (2005). 不同康复时相戒除者对海洛因相关线索的注意偏向. *应用心理学*, 11, 297–301.
- 朱千, 孟景, 位东涛, 陈红. (2014). 海洛因戒治者执行控制功能异常的电生理证据. *心理科学*, 37, 473–477.
- Al-Zahrani, M. A., & Elsayed, Y. A. (2009). The impacts of substance abuse and dependence on neuropsychological functions in a sample of patients from Saudi Arabia. *Behavioral and Brain Functions*, 5, 48.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49, 5–28.
- Baler, R. D., & Volkow, N. D. (2006). Drug addiction: The neurobiology of disrupted self-control. *Trends in Molecular Medicine*, 12, 559–566.
- Bell, R. P., Foxe, J. J., Ross, L. A., & Garavan, H. (2014). Intact inhibitory control processes in abstinent drug abusers (I): A functional neuroimaging study in former cocaine addicts. *Neuropharmacology*, 82, 143–150.
- Blum, K., Braverman, E. R., Holder, J. M., Lubar, J. F., Monastra, V. J., Miller, D., ... Comings, D. E. (2000). The reward deficiency syndrome: A biogenetic model for the diagnosis and treatment of impulsive, addictive and compulsive behaviors. *Journal of Psychoactive Drugs*, 32(Suppl. 1), 1–112.
- Bokura, H., Yamaguchi, S., & Kobayashi, S. (2001). Electrophysiological correlates for response inhibition in a Go/NoGo task. *Clinical Neurophysiology*, 112, 2224–2232.
- Braem, S., Verguts, T., Roggeman, C., & Notebaert, W. (2012). Reward modulates adaptations to conflict. *Cognition*, 125, 324–332.
- Brydges, C. R., Clunies-Ross, K., Clohessy, M., Lo, Z. L., Nguyen, A., Rousset, C., ... Fox, A. M. (2012). Dissociable components of cognitive control: An event-related potential (ERP) study of response inhibition and interference suppression. *PLoS One*, 7, e34482.
- Buzzell, G. A., Fedota, J. R., Roberts, D. M., & McDonald, C. G. (2014). The N2 ERP component as an index of impaired cognitive control in smokers. *Neuroscience Letters*, 563, 61–65.
- Cox, W. M., Blount, J. P., & Rozak, A. M. (2000). Alcohol abusers' and nonabusers' distraction by alcohol and concern-related stimuli. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 26, 489–495.
- DiGirolamo, G. J., Smelson, D., & Guevremont, N. (2015). Cue-induced craving in patients with cocaine use disorder predicts cognitive control deficits toward cocaine cues. *Addictive Behaviors*, 47, 86–90.
- Dong, S. S., Reder, L. M., Yao, Y., Liu, Y. Q., & Chen, F. Y. (2015). Individual differences in working memory capacity are reflected in different ERP and EEG patterns to task difficulty. *Brain Research*, 1616, 146–156.
- Falkenstein, M., Hoormann, J., & Hohnsbein, J. (1999). ERP components in go/nogo tasks and their relation to inhibition. *Acta Psychologica*, 101, 267–291.
- Field, M., & Cox, W. M. (2008). Attentional bias in addictive behaviors: A review of its development, causes, and consequences. *Drug and Alcohol Dependence*, 97, 1–20.
- Fishbein, D. H., Krupitsky, E., Flannery, B. A., Langevin, D. J., Bobashev, G., Verbitskaya, E., ... Tsoy, M. (2007). Neurocognitive characterizations of Russian heroin addicts without a significant history of other drug use. *Drug and Alcohol Dependence*, 90, 25–38.
- Franken, I. H. A. (2003). Drug craving and addiction: Integrating psychological and neuropsychopharmacological approaches. *Progress in Neuro-psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 27, 563–579.
- Franken, I. H. A., Kroon, L. Y., Wiers, R. W., & Jansen, A. (2000). Selective cognitive processing of drug cues in heroin dependence. *Journal of Psychopharmacology*, 14, 395–400.
- Fu, L. P., Bi, G. H., Zou, Z. T., Wang, Y., Ye, E. M., Ma, L. F., & Yang, Z. (2008). Impaired response inhibition function in abstinent heroin dependents: An fMRI study. *Neuroscience Letters*, 438, 322–326.
- Goldstein, R. Z., & Volkow, N. D. (2002). Drug addiction

- and its underlying neurobiological basis: Neuroimaging evidence for the involvement of the frontal cortex. *American Journal of Psychiatry*, 159, 1642–1652.
- Goldstein, R. Z., & Volkow, N. D. (2011). Dysfunction of the prefrontal cortex in addiction: Neuroimaging findings and clinical implications. *Nature Reviews Neuroscience*, 12, 652–669.
- Hekmat, S., Alam Mehrjerdi, Z., Moradi, A., Ekhtiari, H., & Bakhshi, S. (2011). Cognitive flexibility, attention and speed of mental processing in opioid and methamphetamine addicts in comparison with non-addicts. *Basic and Clinical Neuroscience*, 2, 12–19.
- Hester, R., Bell, R. P., Foxe, J. J., & Garavan, H. (2013). The influence of monetary punishment on cognitive control in abstinent cocaine-users. *Drug and Alcohol Dependence*, 133, 86–93.
- Hester, R., & Garavan, H. (2009). Neural mechanisms underlying drug-related cue distraction in active cocaine users. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 93, 270–277.
- Jarmolowicz, D. P., Mueller, E. T., Koffarnus, M. N., Carter, A. E., Gatchalian, K. M., & Bickel, W. K. (2013). Executive dysfunction in addiction. In J. MacKillop & H. de Wit (Eds.), *The wiley-blackwell handbook of addiction psychopharmacology* (pp.27–61). Chichester: Wiley-Blackwell.
- Kamarajan, C., Porjesz, B., Jones, K. A., Chorlian, D. B., Padmanabhapillai, A., & Rangaswamy, M., ... Begleiter, H. (2005). Spatial-anatomical mapping of noGo-P3 in the offspring of alcoholics: Evidence of cognitive and neural disinhibition as a risk for alcoholism. *Clinical Neurophysiology*, 116, 1049–1061.
- Kieffaber, P. D., & Hetrick, W. P. (2005). Event-related potential correlates of task switching and switch costs. *Psychophysiology*, 42, 56–71.
- Kirby, K. N., Petry, N. M., & Bickel, W. K. (1999). Heroin addicts have higher discount rates for delayed rewards than non-drug-using controls. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 78–87.
- Knutson, B., & Greer, S. M. (2008). Anticipatory affect: Neural correlates and consequences for choice. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363, 3771–3786.
- Koob, G. F., & Volkow, N. D. (2010). Neurocircuitry of addiction. *Neuropsychopharmacology*, 35, 217–238.
- Kopp, B., Mattler, U., Goertz, R., & Rist, F. (1996). N2, P3 and the lateralized readiness potential in a nogo task involving selective response priming. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 99, 19–27.
- Kopp, B., Rist, F., & Mattler, U. (1996). N200 in the flanker task as a neurobehavioral tool for investigating executive control. *Psychophysiology*, 33, 282–294.
- Kreusch, F., Vilenne, A., & Quertemont, E. (2013). Response inhibition toward alcohol-related cues using an alcohol go/no-go task in problem and non-problem drinkers. *Addictive Behaviors*, 38, 2520–2528.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N. (2008). *International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual*. Technical Report A-8. Gainesville, FL: University of Florida.
- Lee, T. M. C., Zhou, W. H., Luo, X. J., Yuen, K. S. L., Ruan, X. Z., & Weng, X. C. (2005). Neural activity associated with cognitive regulation in heroin users: A fMRI study. *Neuroscience Letters*, 382, 211–216.
- Liu, J. X., Liang, J. M., Qin, W., Tian, J., Yuan, K., Bai, L. J., ... Gold, M. S. (2009). Dysfunctional connectivity patterns in chronic heroin users: An fMRI study. *Neuroscience Letters*, 460, 72–77.
- Liu, S. J., Lane, S. D., Schmitz, J. M., Waters, A. J., Cunningham, K. A., & Moeller, F. G. (2011). Relationship between attentional bias to cocaine-related stimuli and impulsivity in cocaine-dependent subjects. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 37, 117–122.
- Lou, M. W., Wang, E. L., Shen, Y. X., & Wang, J. P. (2012). Cue-elicited craving in heroin addicts at different abstinent time: An fMRI pilot study. *Substance Use & Misuse*, 47, 631–639.
- Lubman, D. I., Allen, N. B., Peters, L. A., & Deakin, J. F. W. (2007). Electrophysiological evidence of the motivational salience of drug cues in opiate addiction. *Psychological Medicine*, 37, 1203–1209.
- Lubman, D. I., Allen, N. B., Peters, L. A., & Deakin, J. F. W. (2008). Electrophysiological evidence that drug cues have greater salience than other affective stimuli in opiate addiction. *Journal of Psychopharmacology*, 22, 836–842.
- Lubman, D. I., Peters, L. A., Mogg, K., Bradley, B. P., & Deakin, J. F. W. (2000). Attentional bias for drug cues in opiate dependence. *Psychological Medicine*, 30, 169–175.
- Lubman, D. I., Yücel, M., Kettle, J. W. L., Scaffidi, A., MacKenzie, T., Simmons, J. G., & Allen, N. B. (2009). Responsiveness to drug cues and natural rewards in opiate addiction: Associations with later heroin use. *Archives of General Psychiatry*, 66, 205–212.
- Luijten, M., Littel, M., & Franken, I. H. A. (2011). Deficits in inhibitory control in smokers during a Go/NoGo task: An investigation using event-related brain potentials. *PLoS One*, 6, e18898.
- Luijten, M., van Meel, C. S., & Franken, I. H. A. (2011). Diminished error processing in smokers during smoking cue exposure. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*,

- 97, 514–520.
- Lusher, J., Chandler, C., & Ball, D. (2004). Alcohol dependence and the alcohol Stroop paradigm: Evidence and issues. *Drug and Alcohol Dependence*, 75, 225–231.
- Lutz, K., & Widmer, M. (2014). What can the monetary incentive delay task tell us about the neural processing of reward and punishment? *Neuroscience and Neuroeconomics*, 3, 33–45.
- Madden, G. J., Petry, N. M., Badger, G. J., & Bickel, W. K. (1997). Impulsive and self-control choices in opioid-dependent patients and non-drug-using control patients: Drug and monetary rewards. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 5, 256–262.
- Marissen, M. A. E., Franken, I. H. A., Waters, A. J., Blanken, P., van den Brink, W., & Hendriks, V. M. (2006). Attentional bias predicts heroin relapse following treatment. *Addiction*, 101, 1306–1312.
- Mehrjerdi, Z. A., Bakhshi, S., Jafari, S., Moradi, A., & Ekhtiari, H. (2011). The impact of hydrochloride heroin on mental flexibility, abstract reasoning, impulsivity, and attention. *Basic and Clinical Neuroscience*, 2, 27–32.
- Missonnier, P., Gold, G., Fazio-Costa, L., Michel, J. P., Mulligan, R., Michon, A., ... Giannakopoulos, P. (2005). Early event-related potential changes during working memory activation predict rapid decline in mild cognitive impairment. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60, 660–666.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Morie, K. P., De Sanctis, P., Garavan, H., & Foxe, J. J. (2014). Executive dysfunction and reward dysregulation: A high-density electrical mapping study in cocaine abusers. *Neuropharmacology*, 85, 397–407.
- Morie, K. P., Garavan, H., Bell, R. P., De Sanctis, P., Krakowski, M. I., & Foxe, J. J. (2014). Intact inhibitory control processes in abstinent drug abusers (II): A high-density electrical mapping study in former cocaine and heroin addicts. *Neuropharmacology*, 82, 151–160.
- Muraven, M., & Shmueli, D. (2006). The self-control costs of fighting the temptation to drink. *Psychology of Addictive Behaviors*, 20, 154–160.
- Nikolaou, K., Field, M., & Duka, T. (2013). Alcohol-related cues reduce cognitive control in social drinkers. *Behavioural Pharmacology*, 24, 29–36.
- Noël, X., van der Linden, M., d’Acremont, M., Bechara, A., Dan, B., Hanak, C., & Verbanck, P. (2007). Alcohol cues increase cognitive impulsivity in individuals with alcoholism. *Psychopharmacology*, 192, 291–298.
- Noël, X., Brevers, D., & Bechara, A. (2013). A neurocognitive approach to understanding the neurobiology of addiction. *Current Opinion in Neurobiology*, 23, 632–638.
- Ornstein, T. J., Iddon, J. L., Baldacchino, A. M., Sahakian, B. J., London, M., Everitt, B. J., & Robbins, T. W. (2000). Profiles of cognitive dysfunction in chronic amphetamine and heroin abusers. *Neuropsychopharmacology*, 23, 113–126.
- Padmala, S., & Pessoa, L. (2010). Interactions between cognition and motivation during response inhibition. *Neuropsychologia*, 48, 558–565.
- Perner, J., & Lang, B. (1999). Development of theory of mind and executive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 337–344.
- Perry, J. L., & Carroll, M. E. (2008). The role of impulsive behavior in drug abuse. *Psychopharmacology*, 200, 1–26.
- Pessoa, L. (2009). How do emotion and motivation direct executive control? *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 160–166.
- Petit, G., Kornreich, C., Noël, X., Verbanck, P., & Campanella, S. (2012). Alcohol-related context modulates performance of social drinkers in a visual Go/No-Go task: A preliminary assessment of event-related potentials. *PLoS One*, 7, e37466.
- Pike, E., Marks, K. R., Stoops, W. W., & Rush, C. R. (2015). Cocaine-related stimuli impair inhibitory control in cocaine users following short stimulus onset asynchronies. *Addiction*, 110, 1281–1286.
- Pike, E., Stoops, W. W., Fillmore, M. T., & Rush, C. R. (2013). Drug-related stimuli impair inhibitory control in cocaine abusers. *Drug and Alcohol Dependence*, 133, 768–771.
- Robinson, T. E., & Berridge, K. C. (1993). The neural basis of drug craving: An incentive-sensitization theory of addiction. *Brain Research Reviews*, 18, 247–291.
- Ryan, F. (2002). Detected, selected, and sometimes neglected: Cognitive processing of cues in addiction. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 10, 67–76.
- Swainson, R., Jackson, S. R., & Jackson, G. M. (2006). Using advance information in dynamic cognitive control: An ERP study of task-switching. *Brain Research*, 1105, 61–72.
- Tieges, Z., Snel, J., Kok, A., Plat, N., & Ridderinkhof, R. (2007). Effects of caffeine on anticipatory control processes: Evidence from a cued task-switch paradigm. *Psychophysiology*, 44, 561–578.
- Weafer, J., & Fillmore, M. T. (2012). Alcohol-related stimuli reduce inhibitory control of behavior in drinkers.

- Psychopharmacology*, 222, 489–498.
- Wiers, R. W., & Stacy, A. W. (2006). Implicit cognition and addiction. *Current Directions in Psychological Science*, 15, 292–296.
- Wiers, R. W., Bartholow, B. D., van den Wildenberg, E., Thush, C., Engels, R. C., Sher, K. J., ... Stacy, A. W. (2007). Automatic and controlled processes and the development of addictive behaviors in adolescents: A review and a model. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 86, 263–283.
- Xiao, Z. W., Lee, T., Zhang, J. X., Wu, Q. L., Wu, R. H., Weng, X. C., & Hu, X. P. (2006). Thirsty heroin addicts show different fMRI activations when exposed to water-related and drug-related cues. *Drug and Alcohol Dependence*, 83, 157–162.
- Yang, L., Xu, Q. Y., Li, S. F., Zhao, X., Ma, L., Zheng, Y. F., ... Li, Y. (2015). The effects of methadone maintenance treatment on heroin addicts with response inhibition function impairments: Evidence from event-related potentials. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23, 260–266.
- Yang, L., Zhang, J. X., & Zhao, X. (2015). Implicit processing of heroin and emotional cues in abstinent heroin users: Early and late event-related potential effects. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 41, 237–245.
- Zhou, Y. Y., Li, X. Y., Zhang, M., Zhang, F., Zhu, C., & Shen, M. W. (2012). Behavioural approach tendencies to heroin-related stimuli in abstinent heroin abusers. *Psychopharmacology*, 221, 171–176.
- Zijlstra, F., Veltman, D. J., Booij, J., van den Brink, W., & Franken, I. H. A. (2009). Neurobiological substrates of cue-elicited craving and anhedonia in recently abstinent opioid-dependent males. *Drug and Alcohol Dependence*, 99, 183–192.
- Zunini, R. A. L., Knoefel, F., Lord, C., Dzuali, F., Breau, M., Sweet, L., ... Taler, V. (2016). Event-related potentials elicited during working memory are altered in mild cognitive impairment. *International Journal of Psychophysiology*, 109, 1–8.

## The influencing mechanism of reward on executive function in heroin addicts

YANG Ling<sup>1</sup>; WANG Sha<sup>1</sup>; SU Bobo<sup>1,2</sup>; LI Shaomei<sup>1</sup>; CAO Hua<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> School of Psychology, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

(<sup>2</sup> School of Education science, Kashgar University, Kashgar 844000, China)

**Abstract:** Research has identified several features of heroin-related reward dysfunction, including the enhanced attentional bias for heroin-related cues, increased drug craving, preference for immediate over delayed rewards of larger value and decreased sensitivity to delayed consequences. It has also been found that heroin addicts exhibit executive dysfunction. Reward dysregulation and executive function deficits have been hypothesized to play an important role in the maintenance of drug taking and abstinence. Dual-competition model proposes that reward regulation and executive function interact with each other and directly affect goal-directed actions. However, it is not clear yet how reward influences executive function. This study aims to investigate the effect of heroin-related cues and monetary reward on executive function in heroin addicts after different periods of abstinence. The event related potentials of the heroin addicts following short-term (1~3 months) abstinence and those with long-term (above 18 months) abstinence will be compared with the healthy controls. The results will not only contribute to the development of the addiction theories, but also help to identify the risk factors and the proper objectives in different abstinent periods.

**Key words:** executive function; reward dysregulation; heroin-related cues; money incentive; heroin addicts