

Drug Addicts' Decision Making Deficits: Behavioral Performance, Underlying Reasons and Interventions

Yang Liu, Hongwen Song, Juan Kou, Zhiling Zou*

Department of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: liuyang198908@hotmail.com, *zouzl@swu.edu.cn

Received: Oct. 9th, 2014; revised: Oct. 16th, 2014; accepted: Oct. 30th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Drug addiction has become an urgent issue in our society. To some extent, the emergency of addiction is attributed to an individual's decision making deficits. Specifically speaking, the drug abusers would prefer to choose the option that brings immediate profit at the expense of long-term lose in terms of physical, psychological and social functions. Besides, they could not learn from their former choice and insisted on the sub-optimal decisions. Through reviewing relative articles, we summarized the drug addicts' decision making performance, the underlying reasons, and then provided some interventions, which could shed light on the research of addiction theoretically and practically.

Keywords

Drug Addiction, Decision Making Deficits, Underlying Reasons, Intervention Methods

物质成瘾者决策障碍： 行为表现、原因探究及其干预

刘 洋, 宋洪文, 寇 娟, 邹枝玲*

西南大学心理学部, 重庆
Email: liuyang198908@hotmail.com, *zouzl@swu.edu.cn

*通讯作者。

收稿日期：2014年10月9日；修回日期：2014年10月16日；录用日期：2014年10月30日

摘要

物质成瘾在我国已经成为一个严峻的社会问题。在一定程度上成瘾被归结为决策障碍(decision deficits)。具体表现为成瘾者以长期的身体、心理和社会功能损失为代价去寻求即时享乐；不能根据之前决策的结果灵活调整策略等。本文总结了国内外有关成瘾者决策缺陷的研究。主要包括物质成瘾者决策障碍的一般表现，原因探究和相关的干预方法。对于我们深入了解成瘾者决策障碍提供了理论和实践指导。

关键词

物质滥用，决策障碍，原因探究，干预方法

1. 引言

根据 Koob 等人(2005)年的定义，物质成瘾是一个长期慢性的复发性障碍。其特点是，一、强迫性地寻求和吸食毒品。二、对于限制吸食失去控制。三、当无法吸食毒品时出现负性情绪状态(如烦躁不安、焦虑、易怒)。在临床上，偶尔的、限制性地使用毒品从而具有成瘾风险的情况与已经出现的成瘾状态是不同的。目前，近 70 万的中国人注册为海洛因成瘾(占到总成瘾人数的 78.3%) (Li, Zhang, Zhou, Zhang, Wang, & Shen, 2013)。与网络成瘾、赌博成瘾等非物质成瘾不同，物质成瘾一般会使成瘾者的大脑产生结构及功能的变化，从而产生器质性的改变。鉴于物质成瘾与非物质成瘾存在的明显差异，在本文中我们仅仅总结了物质成瘾者(包括酗酒和各种毒品滥用)的决策障碍。

虽然每种物质都有作用于大脑的特殊机制，但纵观中外关于成瘾的研究一致地发现，无论是单一的毒品滥用者还是多种毒品混合使用的人都会出现不同程度的决策障碍(decision deficits)。成瘾者的高冲动性水平使得他们加工信息及负性结果的能力降低，从而以牺牲自己长期的利益为代价，选择立即吸食毒品所带来的快感。这可能是成瘾者首次吸食毒品、截断困难，不断复吸的根本原因。

研究成瘾人群的决策障碍具有重要的理论及实践意义。在理论上，从决策的角度来研究人们的成瘾行为，有助于我们对成瘾的发生、发展、戒断、复发的本质有更深入的了解。在实践上，探索物质滥用者决策障碍的原因，有助于我们确定除了药物治疗以外的，更加科学合理的干预手段。帮助成瘾者提高决策水平，从而降低复吸的可能性。下文我们将从成瘾者决策障碍的行为表现、原因探究和干预三个方面展开。

2. 物质成瘾者决策障碍的行为表现

物质成瘾者存在的决策障碍主要表现为：一、短视，即以自己长期的身体、精神、家庭、事业为代价，去寻求即时的、吸食毒品带来的快乐。二、不能根据自己之前的决策反馈调整策略，每次决策之间是相互独立的。三、延迟满足能力下降，不能很好控制自己的欲望。目前用来研究成瘾者决策障碍的范式主要有爱荷华博弈任务(IGT)和延迟折扣任务(DDT)。

2.1. 物质成瘾者的短视行为——来自爱荷华博弈任务的证据

爱荷华博弈任务(the Iowa Gambling Task, IGT)中包含不确定性、奖赏、惩罚，很好地模拟了人们日

常生活中的决策，是最常用的决策任务。无论是最初的以纸牌游戏的形式进行的 IGT 任务还是在计算机上完成的版本，都包括四叠牌，A、B、C、D，每叠牌有 40 张。每次被试可以从中抽取一张，并得到有关输赢的反馈。其中，A、B 每张牌的收益为\$100，C、D 每张牌的收益为\$50。但是，在获益的同时，每副牌也都存在一定的损失风险：A、B 中每选 10 张牌损失为\$1250，C、D 中每选 10 张牌损失为\$250。A、B 之间，C、D 之间的差别在于损失的频率不同。因此，从长远来看，A、B 牌是不利牌，C、D 是有利牌(Patterson, Holland, & Middleton, 2006)。

很多关注物质滥用者决策的研究都表明，成瘾者在 IGT 任务上存在决策缺陷，也就是他们会选择带来短期更多利益的 AB 牌，即便这些牌会在积累了一定次数以后会带来更多的负性结果。这反映了成瘾者的短视行为——以长期的损失为代价来换取立即的满足。同时也反映了成瘾者缺乏决策灵活性，不能从反馈信息中习得反应规则，一直重复自己之前的非最优选择(Fishbein, et al., 2005)。也有研究表明，成瘾者的这种决策缺陷可能是因为 IGT 任务中同时涉及了奖赏与惩罚。比如说，那些行为抑制有问题的人(反社会的人)，在只涉及到奖赏或者惩罚的任务中就会跟控制组表现地一样好，但是在同时涉及两种刺激的任务中，就会比控制组表现差。所以说，毒品成瘾者可能是在奖励刺激同时呈现时，对惩罚刺激变得不敏感(Grant, Contoreggi, & London, 2000)。

2.2. 物质成瘾者的低延迟满足能力——来自延迟折扣任务的证据

延迟折扣(Delay Discounting Task, DDT)是指与一个立即可得的强化物相比较，一个延迟一段时间才可以得到的强化物的价值会打折扣。最初的延迟折扣任务的是用来研究，儿童的延迟满足能力是否能预测他们成人之后的作为。结果表明，那些为了在实验结束后得到两块糖果而忍住不吃当前这颗糖果的儿童在学业上有更加突出的表现。而 35 年之后，那些没有忍住吃糖欲望的人有更高的体重指数并且存在成瘾问题(Mischel, Shoda, & Rodriguez, 1989)。这个实验说明了自我控制能力对人们终身发展的重要性。经典的延迟折扣任务是让被试反复在一个立即的或短期内可以得到的小的奖赏(如，今天得到\$2)和将来可以得到的大的奖赏(如，两周以后得到\$10)之间进行选择。通过设定不同的延迟奖赏的数目和得到的时间，我们可以计算出被试的延迟折扣率，折扣率越高说明被试的自我控制能力越差(Mazur & Vaughan, 1987)。

在针对成瘾人群的研究中，我们可以对该范式进行改变，将金钱强化物变为毒品，如，让被试选择现在得到较少克数的毒品还是一周之后得到较多克数的毒品。结果发现，与控制组健康被试相比，成瘾者会更加倾向于选择立即的奖赏。而且对毒品的折扣率大于对金钱的折扣率。说明了成瘾者的自我控制能力更差，特别是针对毒品而言(Madden, Bickel, & Jacobs, 1999)。

Gottdiener 等人(2008)的一项元分析对冲动性与药物成瘾的关系进行了研究。在所收集的 10 项利用 DDT 任务对比物质滥用者和控制组的决策研究中，发现无论是吸食海洛因、阿片类、还是酗酒，多种物质混用的药物成瘾者，都一致地表现为折扣率高于控制组。

3. 物质成瘾者决策障碍原因探究

在一定程度上，成瘾是一个脑部疾病，物质成瘾会导致多重回路受损。主要包括定位于伏隔核(nucleus accumbens)和腹侧苍白球(ventral pallidum)的奖赏系统。定位于眶额皮层(orbitofrontal cortex)和胼胝体下皮层(sub corpus callosum cortex)的动力驱动系统。定位于杏仁核(amygdala)和海马(hippocampus)的记忆和学习系统。以及定位于前额皮层(prefrontal cortex)和前扣带回(anterior cingulate cortex)的控制系统(Volkow, Fowler, & Wang, 2003)。其中，决策障碍主要涉及到控制系统的神经机制受损。严万森等人(2011)的一篇综述中总结了成瘾者在执行决策任务时，会在前额的一些区域出现普遍的激活异常。但是除了前额皮层，物质成瘾者决策缺陷可能还涉及到更多脑区。另外，社会因素及人格特征也是物质成瘾者决策障碍的重

要决定因素。

3.1. 物质成瘾者决策障碍的神经机制

3.1.1. vmPFC

腹内侧前额皮层 vmPFC (ventral medial Prefrontal Cortex)是标示结果价值的重要脑区,在决策任务中,人们需要调用 vmPFC 来最大化结果的金钱收益。近来功能性磁共振成像(fMRI)的研究表明,物质依赖的人在这些区域的激活确实存在异常(Yücel, Yücel, & Lubman, 2007)。

首先,物质成瘾者在 vmPFC 区域存在的功能障碍会使得他们忽视将来的结果,而选择立即的奖赏,这一点可以很好地通过他们在爱荷华博弈任务(IGT)上的表现体现出来。IGT 任务最初用于研究 vmPFC 受损患者的决策缺陷,可以评估情绪加工对决策的影响。当我们采用物质成瘾的被试来完成这个任务时发现这两类人群在 IGT 任务上有类似的表现,也就是说物质成瘾者在 vmPFC 区域存在一定的功能障碍。而这很可能是他们从偶然接触毒品转变到强迫性吸食的主要原因之一(Bechara et al., 2001; Bechara & Damasio, 2002)。

其次,在风险决策及模糊决策情境中,物质成瘾被试也会表现出与 vmPFC 激活不足伴随的决策缺陷,如做出更加冒险的决策,不能根据之前决策的结果改变策略等(Clark et al., 2008; Tanabe et al., 2007)。

3.1.2. OFC

毒品成瘾一般与 OFC 结构和功能的变化有关,比如说,针对成瘾者的脑成像研究结果表明,成瘾者在 OFC 区域表现出持续的血流异常,酗酒和可卡因成瘾者表现出戒断之后 OFC 基线激活水平降低。由于 OFC 对于结果预期很重要,缺乏这种信号可以解释成瘾者持续地寻求毒品的倾向,也就是说他们不能将这些结果预期整合到自己的决策过程中去(Schoenbaum, Roesch, & Stalnaker, 2006)。同时,Dom 等人(2005)的一篇综述中总结了 45 个关于物质滥用者决策缺陷的行为及脑成像的研究。发现无论是在 IGT 任务中,还是在罗杰斯剑桥博弈任务(RCGT)中,利用神经成像的研究一致地显示,脱毒之后 OFC 区域的激活水平降低。

最近,邱迎伟等人(2013)的研究探讨了海洛因成瘾者眶额皮层(OFC)与其他脑区功能连接的变化与他们冲动性决策的关系。结果发现,海洛因成瘾患者眶额皮层与右侧顶下小叶(rIPL)功能连接显著低于控制组,且与他们在 IGT 任务上的评分呈显著负相关。这提示我们 OFC-rIPL 功能连接降低,可能是海洛因成瘾者情感决策障碍的神经基础。

3.1.3. ACC

前扣带回 ACC 主要涉及到错误监测。近来很多研究都表明,ACC 涉及到风险决策,在 ACC 区域分布有很多多巴胺感受器,而且 ACC 与 OFC 和杏仁核相互联系。研究表明,毒品使用会增加释放多巴胺的细胞的敏感性。这些效果会增加愉悦唤醒度。从而取代了更加适应的决策加工。在现实生活中,这些倾向会表现为对毒品使用的奖赏方面的高度敏感性(Saal, Dong, Bonci, & Malenka, 2003)。Fishbein 等人(2005)使用罗杰斯决策任务(RDMT)研究了物质滥用者风险决策的特征。发现与控制组一样,物质滥用者也会在前额叶区域出现显著的激活。但是差异表现在物质滥用者 ACC 膝部(pregenual ACC)的激活显著低于控制组。也就是说物质滥用者更难在 RDMT 任务中形成良好的策略(因为 ACC 标记错误困难)。所以被试在做每一次选择时都是相互独立的,仅仅根据哪个选项有最大的收益进行选择。这些物质依赖者 ACC 功能效率低可能是多巴胺能的变异,在短期戒断以后还会持续存在。还有一种可能的解释是,ACC 在表现监控中具有重要的作用,而不仅仅是错误监控,对于毒品成瘾者来说,那些具有高奖赏的选项最具有吸引力,而他们会不会考虑潜在的惩罚。

3.1.4. Limbic System

成瘾行为的核心方面是决策异常。决策首先涉及到对于选项的奖赏和惩罚的评估，其次涉及到对最优选项的选择。但是 PFC 不是单独起用的，特别是腹侧纹状体和杏仁核，他们是涉及到动机加工和目标驱动行为的延展的神经网络。杏仁核受损同时也会损害被试在 IGT 任务上的表现。杏仁核在加工刺激的诱因价值中有重要作用，但是惩罚也会使该区域激活，那么杏仁核的不平衡就会导致这种决策缺陷 (Clark & Robbins, 2002)。

边缘系统中另一个重要的区域脑岛(insular)也参与到人们的决策认知过程。前脑岛的一个重要的作用，就是将原始的生理信号转化为人们的主观体验，比如说，欲望、预期或迫切。Paulus 等人(2004)认为，脑岛、DLPFC、杏仁核和顶叶的连接，使我们能够预期消极的躯体表征，有能力加工决策之后的消极结果。对于成瘾者来说，他们做出风险决策的次数与右侧脑岛的激活正相关。那么这种正相关可能说明了在成瘾者人群中这些区域功能连接的分离(Fishbein et al., 2005)。

3.2. 物质滥用者决策障碍的个体因素

虽然与正常健康被试相比，物质滥用者普遍存在决策障碍。但是成瘾者在决策任务上的表现还受到一系列因素的影响，如吸食毒品的类型、戒断的时间、滥用的年限、复吸和接受治疗的次数。Grant, Contoreggi 和 London(2000)发现安非他明使用者比鸦片滥用者在 IGT 任务上有更差的表现。同时他还指出，成瘾者在 IGT 任务上的表现说明了物质滥用本身可能不是决策表现差的唯一或者主要原因，人们在使用毒品之前的病原学原因，或者并发症，如反社会人格障碍可能也有同样重要的作用。

另外，成瘾者的精神病态也是造成他们决策差异的一个因素。精神病与物质滥用障碍紧密相关，几乎四分之一的物质滥用者会出现精神病态。Vassileva 等人(2007)测试了 78 个当前戒断海洛因的男性被试，发现精神病态会加重他们的决策障碍。与非精神病态的海洛因成瘾者相比，精神病态的人会在 IGT 任务上有更多的不利决策，可能是这类人存在冲动控制障碍。

同时人格因素也在一定程度上影响物质滥用者的决策水平。Lemenager 等人(2011)对比了 46 个吸食鸦片的门诊病人和 46 个控制组的病人的决策表现及有关的人格变量。使用 Zuckerman 的感觉寻求问卷，状态、特质焦虑问卷和贝克抑郁问卷调查了他们的人格特质和情绪状态，用 IGT 任务测量决策表现。结果表明，鸦片成瘾者在 IGT 任务上明显差于控制组，但是当我们控制了特质焦虑、状态焦虑、抑郁状态和终身酒精使用以后这种差异就消失了。特质焦虑，状态焦虑和自主能力(self-directedness)与 IGT 分数显著相关。进一步分层回归分析的结果表明，自主能力调节了焦虑变量和 IGT 任务表现的关系。所以，鸦片成瘾者和健康被试的决策差异也可能是因为其他人格特质差异、情绪症状和酒精使用情况造成的。

3.3. 成瘾者决策障碍的社会学原因

在我们考虑什么因素可以最好地预测物质成瘾者决策表现时，是否有带来收入的工作也应该考虑在内。一般的人口学变量，如性别、年龄和受教育程度不能预测人们在 IGT 任务上的表现，有趣的是，是否能维持一个带来收益的工作可以很好地预测人们的表现。对于这些有工作的人来讲，他们并没有出现决策障碍，所以，寻求毒品本身不一定会带来问题，直到导致吸食者社会的，心理的，身体的损伤(Bechara, Dolan, Denburg, Hindes, Anderson, & Nathan, 2001)。

4. 物质成瘾者决策缺陷干预

目前关于物质滥用者的决策质量是否可以通过戒断自行得到缓解还存在争议。王焯等(2013)采用海洛因戒断者 124 名(短期、中期、长期、戒断)，正常控制组 43 人，使用 DDT 任务和 IGT 任务对此问题进行了研究。结果发现，海洛因成瘾者在这两个任务上的表现与戒断期的长短无关。这与我们上文提到的

毒品成瘾会伴随成瘾者脑区的结构和功能的改变是一致的，这种不可恢复性我们应该在干预过程中考虑在内。但是，Kirby 和 Petry(2004)的研究得到了相反的结论。他们比较了当前正在使用和处于戒断期的多种物质成瘾者的 DDT 表现(戒断至少两周)，发现对于海洛因戒断者，他们有更少的折扣率。可能是戒断时间，成瘾严重程度、样本量大小等因素导致了这样的不一致。但可以肯定的是，即便是戒断之后，与正常健康人相比，成瘾者还是存在决策障碍。近期，来自心理学和精神病学的研究成果为我们寻求人为干预提供了新的视角。

4.1. 药物治疗

物质成瘾者表现出的抑制控制功能障碍和决策缺陷在一定程度上是由长期毒品作用所引起的。而这些功能障碍又会导致复吸，持续用药，从而加深这些功能的破坏程度，形成了恶性循环。这也是成瘾者难以戒除毒瘾的重要因素。药理学上，增强物质滥用者认知功能的药物具有治疗物质成瘾的作用。如，儿茶酚胺能激动剂莫达非尼(Modafinil)可增加 PFC 的胞外多巴胺水平，目前已被用于治疗可卡因成瘾(Anderson et al., 2009)。之前就有研究发现 Modafinil 可以通过改善成瘾者的认知功能来改善他们在 Stroop 任务及工作任务中的表现(Ersche & Sahakian, 2007)。楼忠泽, 周晓黎和周文华(2013)也发现经典的改善认知的药物胆碱酯酶(cholinesterase)抑制剂可以限制海洛因觅药行为，进一步说明了，改善物质滥用者认知的药物可以有效干预成瘾者的觅药行为，从而提升决策质量。

4.2. 认知训练

Bechara 和 Martin (2004)用 IGT 范式测量了被试的决策表现，用延迟非匹配样本任务测量被试的工作记忆。发现有 11%的正常健康被试选择了高立即奖赏的选项，虽然会带来长期的损失。在成瘾者身上，这一比例高达 61%。而在工作记忆任务上，无论是否表现出决策障碍的成瘾组被试都比控制组的表现差。说明了工作记忆和决策受损往往是同时发生的。而 Houben 等人(2011)通过指导被试进行工作记忆训练，成功地降低了问题酗酒者的酒精摄入。这为我们通过工作记忆训练提升被试的决策质量提供了理论依据。

Alfonso 等人(2011)对比了七周的目标管理训练(goal management training)和正念冥想(mindfulness meditation)结合相比于单纯的标准化治疗对于降低酗酒和多种物质滥用门诊病人的决策损伤的效果。发现训练组在工作记忆、stroop 任务和 IGT 任务上的表现都有了提升，而单纯的标准化治疗组没有出现以上改变，说明了目标管理训练和正念冥想训练相结合对于降低多种物质成瘾者的执行和决策缺陷是有效的。

4.3. 社会环境

在一定程度上成瘾能否戒断取决于人们生活的社会环境。比如从越南回来的对海洛因成瘾的美国士兵，对于他们来说戒断毒瘾比在美国本土成瘾的人容易的多。因为当他们回到美国以后，在周围的环境中很少出现与毒品相关的线索。所以，如果我们将成瘾看作一个典型的具有重要的生物、行为和社会环境成分的神经生物学疾病，那么我们的治疗方案也应该包括生物的、行为的和社会环境的成分。不仅仅要对潜在的脑部疾病进行治疗，同时也要解决行为和社会线索问题(Leshner, 1997)。对于成瘾者来说，离开最初吸食毒品的环境，切断与毒品有关的线索，避免唤起与毒品有关的记忆是帮助他们成功脱毒，改善决策的重要方法之一。

5. 展望

物质成瘾人数激增已经成为我国一代个亟待解决的社会问题，特别是越来越多的青少年深受其害。对于具有高成瘾倾向的人，利用认知训练的方法提高他们的决策质量和自我控制能力可以起到有效的预防作用。而对于那些已经吸食毒品的人，药物治疗配合认知干预可以提高他们戒断的机率。

成瘾的核心问题在一定程度上就是成瘾者的决策缺陷，也就是短视行为。但是现在决策缺陷与物质滥用的因果关系还不甚清晰。有的研究者指出，决策缺陷使得人们染上毒瘾。还有的支持，成瘾物质对大脑产生的不可逆转的作用。正是这些脑功能障碍影响了成瘾者的决策水平，从而一再地满足于即时的毒品吸食所带来的快感，难以自拔。

将来的研究除了进一步整合成瘾者决策障碍的原因之外，更需要根据这些原因制定科学可行的综合治疗方案，帮助成瘾者提高决策水平，早日戒除毒瘾。

参考文献 (References)

- 邱迎伟, 江桂华, 苏欢欢, 马晓芬, 李黎明, 田军章, 张雪林(2013). 海洛因成瘾患者眶额叶皮层功能连接异常与决策能力缺失的关系. *南方医科大学学报*, 33 期, 1117-1121.
- 严万森, 李纾, 隋南(2011). 成瘾人群的决策障碍: 研究范式与神经机制. *心理科学进展*, 5 期, 652-663.
- 王烜, 何洁, 张萌(2013). 海洛因成瘾者经过短期到长期的戒除后仍存在决策能力损伤. 第十六届中国心理学学术会议.
- Alfonso, J. P., Caracuel, A., Delgado-Pastor, L. C., & Verdejo-García, A. (2011). Combined goal management training and mindfulness meditation improve executive functions and decision-making performance in abstinent polysubstance abusers. *Drug and Alcohol Dependence*, 117, 78-81.
- Anderson, A. L., Reid, M. S., Li, S. H., Holmes, T., Shemanski, L., Slee, A., & Elkashef, A. M. (2009). Modafinil for the treatment of cocaine dependence. *Drug and Alcohol Dependence*, 104, 133-139.
- Bechara, A., Dolan, S., Denburg, N., Hindes, A., Anderson, S. W., & Nathan, P. E. (2001). Decision-making deficits, linked to a dysfunctional ventromedial prefrontal cortex, revealed in alcohol and stimulant abusers. *Neuropsychologia*, 39, 376-389.
- Bechara, A., & Martin, E. M. (2004). Impaired decision making related to working memory deficits in individuals with substance addictions. *Neuropsychology*, 18, 152.
- Clark, L., Bechara, A., Damasio, H., Aitken, M. R. F., Sahakian, B. J., & Robbins, T. W. (2008). Differential effects of insular and ventromedial prefrontal cortex lesions on risky decision-making. *Brain*, 131, 1311-1322.
- Clark, L., & Robbins, T. W. (2002). Decision-making deficits in drug addiction. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 361-363.
- Dom, G., Sabbe, B. G. C. C., Hulstijn, W., & Van Den Brink, W. (2005). Substance use disorders and the orbitofrontal cortex systematic review of behavioural decision-making and neuroimaging studies. *The British Journal of Psychiatry*, 187, 209-220.
- Ersche, K. D., & Sahakian, B. J. (2007). The neuropsychology of amphetamine and opiate dependence: Implications for treatment. *Neuropsychology Review*, 17, 317-336.
- Fishbein, D. H., Eldreth, D. L., Hyde, C., Matochik, J. A., London, E. D., Contoreggi, C., & Grant, S. (2005). Risky decision making and the anterior cingulate cortex in abstinent drug abusers and nonusers. *Cognitive Brain Research*, 23, 119-136.
- Grant, S., Contoreggi, C., & London, E. D. (2000). Drug abusers show impaired performance in a laboratory test of decision making. *Neuropsychologia*, 38, 1180-1187.
- Gottdiener, W. H., Murawski, P., & Kucharski, L. T. (2008). Using the delay discounting task to test for failures in ego control in substance abusers. *Psychoanalytic Psychology*, 25, 533-549.
- Kirby, K. N., & Petry, N. M. (2004). Heroin and cocaine abusers have higher discount rates for delayed rewards than alcoholics or non-drug-using controls. *Addiction*, 99, 461-471.
- Koob, G. F., & Le Moal, M. (2005). Plasticity of reward neurocircuitry and the “dark side” of drug addiction. *Nature Neuroscience*, 8, 1442-1444.
- Lemenager, T., Richter, A., Reinhard, I., Gelbke, J., Beckmann, B., Heinrich, M., & Hermann, D. (2011). Impaired decision making in opiate addiction correlates with anxiety and self-directedness but not substance use parameters. *Journal of Addiction Medicine*, 5, 203-213.
- Leshner, A. I. (1997). Addiction is a brain disease, and it matters. *Science*, 278, 45-47.
- Li, X., Zhang, F., Zhou, Y., Zhang, M., Wang, X., & Shen, M. (2013). Decision-making deficits are still present in heroin abusers after short-to long-term abstinence. *Drug and Alcohol Dependence*, 130, 61-67.
- Madden, G. J., Bickel, W. K., & Jacobs, E. A. (1999). Discounting of delayed rewards in opioid-dependent outpatients: Exponential or hyperbolic discounting functions? *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 7, 284-293.
- Mazur, J. E., & Vaughan, W. (1987). Molar optimization versus delayed reinforcement as explanations of choice between

- fixed-ratio and progressive-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48, 251-261.
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. I. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, 244, 933-938.
- Paulus, M. P., Feinstein, J. S., Simmons, A., & Stein, M. B. (2004). Anterior cingulate activation in high trait anxious subjects is related to altered error processing during decision making. *Biological Psychiatry*, 55, 1179-1187.
- Patterson, J. C., Holland, J., & Middleton, R. (2006). Neuropsychological performance, impulsivity, and comorbid psychiatric illness in patients with pathological gambling undergoing treatment at the CORE Inpatient Treatment Center. *Southern Medical Journal*, 99, 36-43.
- Robbins, T. W., Ersche, K. D., & Everitt, B. J. (2008). Drug addiction and the memory systems of the brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1141, 1-21.
- Saal, D., Dong, Y., Bonci, A., & Malenka, R. C. (2003). Drugs of abuse and stress trigger a common synaptic adaptation in dopamine neurons. *Neuron*, 37, 577-582.
- Schoenbaum, G., Roesch, M. R., & Stalnaker, T. A. (2006). Orbitofrontal cortex, decision-making and drug addiction. *Trends in Neurosciences*, 29, 116-124.
- Tanabe, J., Thompson, L., Claus, E., Dalwani, M., Hutchison, K., & Banich, M. T. (2007). Prefrontal cortex activity is reduced in gambling and nongambling substance users during decision-making. *Human Brain Mapping*, 28, 1276-1286.
- Vassileva, J., Petkova, P., Georgiev, S., Martin, E. M., Tersiyiski, R., Raycheva, M., & Marinov, P. (2007). Impaired decision-making in psychopathic heroin addicts. *Drug and Alcohol Dependence*, 86, 287-289.
- Volkow, N. D., Fowler, J. S., & Wang, G. J. (2003). The addicted human brain: Insights from imaging studies. *The Journal of Clinical Investigation*, 111, 1444-1451.
- Volkow, N. D., Fowler, J. S., & Wang, G. J. (2004). The addicted human brain viewed in the light of imaging studies: Brain circuits and treatment strategies. *Neuropharmacology*, 47, 3-13.
- Xiao, L., Bechara, A., Gong, Q., Huang, X., Li, X., Xue, G., & Johnson, C. A. (2013). Abnormal affective decision making revealed in adolescent binge drinkers using a functional magnetic resonance imaging study. *Psychology of Addictive Behaviors*, 27, 443-454.
- Yücel, M., Yücel, M., & Lubman, D. I. (2007). Neurocognitive and neuroimaging evidence of behavioural dysregulation in human drug addiction: Implications for diagnosis, treatment and prevention. *Drug and Alcohol Review*, 26, 33-39.