

阈上和阈下奖励对有意识和无意识的反应抑制的影响^①

郑 艳¹, Cody Ding^{1,2}, 刁留亭¹, 杨 东¹

1. 西南大学 心理学部, 重庆 400715; 2. 密苏里大学 圣路易斯分校, 美国 圣路易斯 63121

摘要: 为比较阈上奖励和阈下奖励对有意识和无意识反应抑制的影响, 实验 1 将奖励启动范式与传统的 go/no-go 任务相结合, 探讨阈上和阈下奖励对有意识的反应抑制的影响, 发现阈上高奖励和阈下高奖励均能够提高个体的有意识的反应抑制; 实验 2 将奖励启动范式和掩蔽版的 go/no-go 任务相结合, 比较阈上奖励和阈下奖励对有意识的反应抑制和无意识的反应抑制的影响, 实验 2 的结果重复了实验 1 结果, 并且进一步发现阈上高奖励能够提高个体的无意识的反应抑制, 而阈下奖励对其并没有影响. 研究表明: 阈上奖励和阈下奖励对有意识的反应抑制的影响是相同的, 而对无意识反应抑制的影响是不同的.

关键词: 阈上奖励; 阈下奖励; 无意识加工; 反应抑制

中图分类号: B842

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)08-0148-07

奖励被认为是最重要的动机因素之一^[1]. 有研究表明, 不仅阈上呈现的奖励能够增强个体的注意、工作记忆和认知控制^[2-4], 阈下呈现的奖励信息也能影响个体的认知和行为, 个体对奖励信息的有意识察觉并非奖励影响行为的必要条件^[5-7]. Pessiglione 等人^[8]提出一种新颖的奖励启动范式, 该范式采用高奖励和低奖励 2 种奖励线索, 通过操纵奖励刺激和掩蔽刺激的呈现时间, 使部分奖励刺激以阈下的方式呈现, 从而将阈上奖励和阈下奖励纳入同一实验范式来比较这 2 种奖励对个体任务表现的影响, 实验结果表明阈下奖励和阈上奖励都通过提高个体的努力程度来提高任务表现.

反应抑制是指个体对优势反应、已经计划或正在进行的反应的抑制能力^[9]. 传统观念认为执行控制功能的产生需要意识的参与, 是“有意识的执行控制功能”, 然而有研究发现, 意识阈限之下的刺激也能诱发出高级的执行控制功能^[10-12]. 例如, Van Gaal 等人^[13]采用掩蔽版的 go/no-go 任务观察到无意识刺激诱发的反应抑制现象^[13], 随后该研究进一步证明, 这种由无意识刺激诱发的反应抑制与传统反应抑制在神经机制上有密切的关系.

前人对阈上奖励和阈下奖励效应的研究主要集中在 2 种奖励对个体的心理努力和工作记忆的影响是否相同方面, 很少有研究探讨阈上奖励和阈下奖励对个体高级执行控制功能的影响是否相同. 因此, 我们在实验 1 中探讨阈上奖励和阈下奖励对反应抑制的影响, 随着对无意识执行控制功能的研究的深入, 我们尝试进一步探讨奖励对与有意识反应抑制密切相关的无意识反应抑制的影响. 因此, 我们在实验 2 中比较阈上奖励和阈下奖励对有意识的反应抑制和无意识反应抑制的影响.

① 收稿日期: 2015-06-01

基金项目: 教育部人文社会科学研究一般项目(11XJC190003); 中央高校基本科研业务费专项资金重大培育项目(SWU1509110).

作者简介: 郑 艳(19-), 女, 四川南充人, 硕士研究生, 主要从事奖励与认知研究.

通信作者: 杨 东, 教授.

1 方 法

1.1 实验 1

1.1.1 被 试

随机选取西南大学 30 名本科生作为被试(男生 12 名,女生 18 名),平均年龄 22.3 岁.被试无神经系统或精神疾病史,视力或矫正视力正常,均为右利手.所有被试在实验前签署知情同意书,实验后根据被试的任务表现给予相应的实验报酬.

1.1.2 实验仪器

戴尔电脑 6 台,屏幕为 20 英寸,分辨率为 1 024×768,屏幕刷新率为 60 Hz.实验程序用 E-prime V1.x 软件编写.

1.1.3 实验程序

实验 1 分为练习实验、正式实验以及后测实验 3 个部分.练习实验为正式实验中随机抽取的一个组块,正式实验包括 48 个组块,每个组块都包含一个奖励刺激和 32 个 go/no-go 任务试次.4 种奖励刺激(阈上高奖励、阈上低奖励、阈下高奖励、阈下低奖励)随机分配到 48 个组块中(图 1A).在 go/no-go 任务中,白色正方形为 go 信号,白色菱形为 no-go 信号,go 信号和 no-go 信号以 3:1 的比例随机呈现(图 1B).实验要求被试看到白色正方形用右手食指又快又准地按“m”键,看到白色菱形不按键.被试只有做对全部 32 个试次才能得到前面出现的硬币作为奖励.每个组块的任务完成后屏幕会呈现被试累计获得的奖励(图 1C).实验中,我们将 go 信号和 no-go 信号在被试间进行了平衡.

被试完成正式实验之后,还需要完成一个后测实验来检测阈上和阈下呈现的奖励刺激的可见性.后测任务由 48 个试次组成,每个试次由掩蔽刺激和奖励刺激(图 1A)组成,随后呈现一个选择屏.被试的反应时间不受限制,被试按键之后才会开始下一个试次.

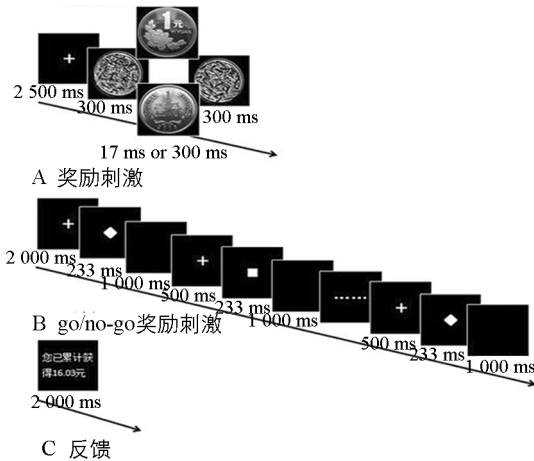


图 1 实验 1 流程图

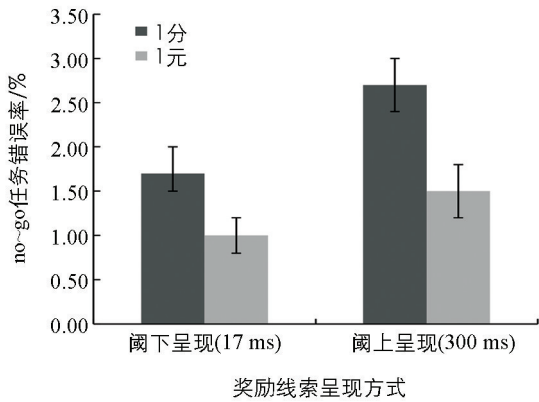


图 2 no-go 任务错误率

1.1.4 实验结果

1.1.4.1 奖励刺激的辨别力测验以及奖励效应是否消退的检验

当奖励阈上呈现时,被试能看到 99.6%($SD=0.012$)的奖励刺激,表明被试能正确区分阈上呈现的奖励刺激.所有的被试都报告他们不能区分阈下呈现的奖励值,被试对阈下奖励反应的正确率与随机水平之间差异无统计学意义($M=49.1\%$, $SD=0.11$, $t(29)=-0.46$, $p=0.65$).同时,辨别力指数 d' 分数与 0 的差异无统计学意义($d'=0.01$, $SD=0.64$, $t(29)=-0.22$, $p=0.83$).这些结果表明被试能正确区分阈上呈现的奖励,而不能正确区分阈下呈现的奖励.

1.1.4.2 no-go 任务的错误率

对 no-go 任务的错误率进行 $2(\text{奖励价值: 1 元或 1 分}) \times 2(\text{奖励呈现方式: 阈上或阈下呈现})$ 重复测量方差分析, 结果表明, 奖励价值的主效应显著, $F_{(1, 29)} = 20.22, p < 0.001, \eta^2_p = 0.41$; 奖励呈现方式的主效应显著, $F_{(1, 29)} = 7.77, p < 0.01, \eta^2_p = 0.21$; 奖励值和呈现时间的交互作用不显著. 进一步的事后检验发现, 当奖励刺激阈上呈现时, 相较于低奖励, 被试在高奖励条件下的 no-go 任务的错误率更低, $F_{(1, 29)} = 7.801, p < 0.01, \eta^2_p = 0.13$; 当奖励阈下呈现时, 这种奖励效应依然存在, $F_{(1, 29)} = 4.34, p < 0.05, \eta^2_p = 0.07$ (图 2). 上述结果表明, 无论奖励阈上还是阈下呈现, 高奖励都能提高被试在反应抑制上的任务表现, 即阈上奖励和阈下奖励都能够影响个体有意识刺激诱发的反应抑制.

1.2 实验 2

1.2.1 被 试

另外选取在校大学生 30 名(男生 15 名, 女生 15 名), 平均年龄 21.8 岁. 其余条件与实验 1 相同.

1.2.2 实验仪器

同实验 1.

1.2.3 实验任务和程序

实验 2 的实验程序除了认知任务与实验 1 不同之外, 其余程序均与实验 1 相同. 实验 2 采用了 Van Gaal 等人^[13]的掩蔽版的 go/no-go 任务. 这个范式包含 4 种试次类型(弱掩蔽 go 试次、弱掩蔽 no-go 试次、强掩蔽 go 试次和强掩蔽 no-go 试次), 每种试次类型的数量各占总数的 25%, 所有试次均随机呈现(图 3). 任务要求被试看到白色圆环, 又快又准地按“m”键, 看到白色菱形先于白色圆环出现也按“m”键, 看到白色正方形先于白色圆环出现则不按键. 与实验 1 相同, 在实验 2 中我们也将 go 信号和 no-go 信号在被试间进行了平衡.

被试完成正式实验之后还需要完成 2 个后测任务来检验奖励刺激和任务刺激的可见性. 第一个后测任务流程和要求与实验 1 的后测实验相同; 第二个后测任务要求被试完成 4 个组块, 每个组块包括 32 个试次, 其中强掩蔽 go 试次和 no-go 试次各 16 个, 刺激呈现的流程与正式实验强掩蔽条件下的实验流程相同. 每个试次后面有一个选择屏, 要求被试看到白色正方形按“v”键, 看到白色菱形按“n”键, 如果看不清楚, 就猜测并按键. 反应没有时间限制, 被试按键之后选项消失, 然后开始下一个试次.

1.2.4 实验结果

1.2.4.1 奖励刺激和任务刺激的辨别力测验以及奖励效应是否消退的检验

当奖励阈上呈现时, 被试能够看到 98.9%($SD = 0.02$)的奖励刺激, 表明被试能区分阈上呈现的奖励. 所有的被试都报告他们不能区分阈下呈现的奖励值, 被试对阈下奖励反应的正确率与随机水平之间差异无统计学意义($M = 49.87\%, SD = 0.08, t(29) = -0.09, p = 0.93$). 同时, 辨别力指数 d' 分数与 0 的差异无统计学意义($d' = -0.17, SD = 1.79, t(29) = -0.53, p = 0.6$). 这些结果表明, 被试能正确区分阈上呈现的奖励, 而不能区分阈下呈现的奖励.

所有被试都报告他们不能区分强掩蔽条件下的 go 信号和 no-go 信号. 数据分析结果显示, 被试的平均正确率与随机水平差异无统计学意义(平均正确率率 = 48.85%, $SD = 0.07, t(29) = -0.96, p = 0.35$); 同时辨别力指标 d' 分数与 0 之间差异无统计学意义($d' = 0.1, SD = 1.45, t(29) = 0.4, p = 0.69$). 这些结果表明被试不能区分强掩蔽条件下的 go 和 no-go 信号.

1.2.4.2 弱掩蔽条件下 no-go 任务的错误率

对弱掩蔽条件下 no-go 任务的错误率进行 $2(\text{奖励价值: 1 元 & 1 分}) \times 2(\text{奖励呈现方式: 阈上或阈下呈现})$ 的 2 因素重复测量方差分析, 结果发现, 只有奖励价值的主效应显著, $F_{(1, 29)} = 22.05, p < 0.001, \eta^2_p = 0.43$. 进一步事后检验发现, 当奖励线索阈上呈现, 被试在 no-go 任务上的错误率差异具有统计学意义, $F_{(1, 29)} = 1.07, p = 0.3, \eta^2_p = 0.018$; 奖励线索阈下呈现时, 被试在 no-go 任务上的错误率差异具有统计学意义, $F_{(1, 29)} = 4.62, p < 0.05, \eta^2_p = 0.07$ (图 4). 上述结果表明, 不论奖励阈上呈现还是阈下

呈现, 相对于低奖励条件, 被试在高奖励条件下在 no-go 任务上的错误率都更低. 实验 2 的结果与实验 1 的结果相一致.

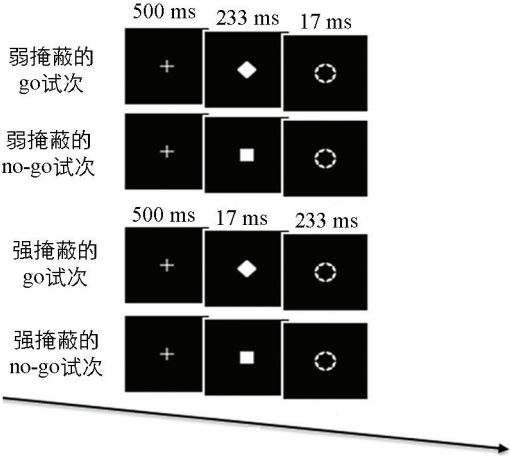


图 3 实验 2 中特殊的 go/no-go 任务流程

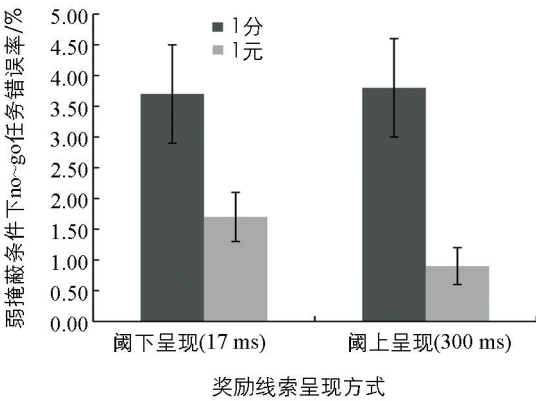


图 4 弱掩蔽条件下 no-go 任务的错误率

1.2.4.3 强掩蔽条件下 go 和 no-go 任务的反应时及反应时延迟

对强掩蔽条件下 go 和 no-go 任务的平均反应时进行 2(奖励价值: 1 分或 1 元) $\times$ 2(奖励呈现方式: 阈上或阈下呈现) $\times$ 2(试次类型: 强掩蔽的 go 试次或强掩蔽的 no-go 试次)的 3 因素重复测量方差分析. 小于 100 ms 和 大于 1 000 ms 的反应时被剔除^[11]. 结果发现, 试次类型的主效应显著, $F_{(1, 29)} = 95.34, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.77$. 被试对强掩蔽的 no-go 任务的反应时($M = 407.45$ ms, $SD = 49.86$)比强掩蔽的 go 任务的反应时($M = 393.9$ ms, $SD = 49.53$)更长(图 5), 表明所有奖励条件下都出现了无意识刺激诱发的反应抑制现象.

对反应时延迟进行 2(奖励价值: 1 分或 1 元) $\times$ 2(奖励呈现方式: 阈上或阈下呈现)的重复测量方差分析, 结果显示, 奖励价值和奖励呈现方式的主效应均不显著, 二者的交互效应显著且具有统计学意义, $F_{(1, 29)} = 14.6, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.34$. 进一步的简单效应分析发现, 当奖励阈上呈现时, 相较于低奖励条件, 被试在高奖励条件下的反应时延迟更长, $F_{(1, 29)} = 11.66, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.29$; 当奖励阈下呈现时, 高奖励和低奖励的反应时延迟差异无统计学意义($p > 0.05$)(图 6). 上述结果说明, 当奖励阈上呈现时, 高奖励能促进无意识刺激诱发的反应抑制, 提高个体的无意识抑制能力; 当奖励阈下呈现时, 个体在高低奖励条件下的表现差异无统计学意义.

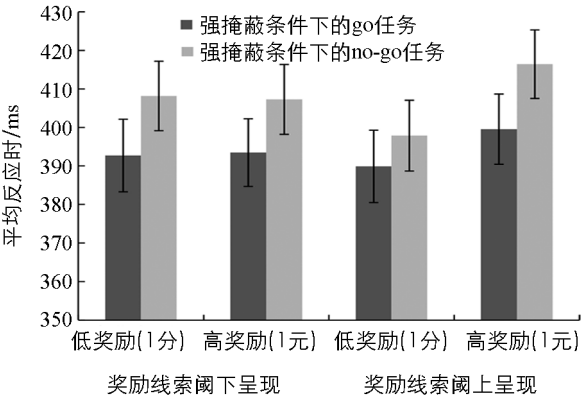


图 5 强掩蔽条件下 go 信号和 no-go 信号的反应时

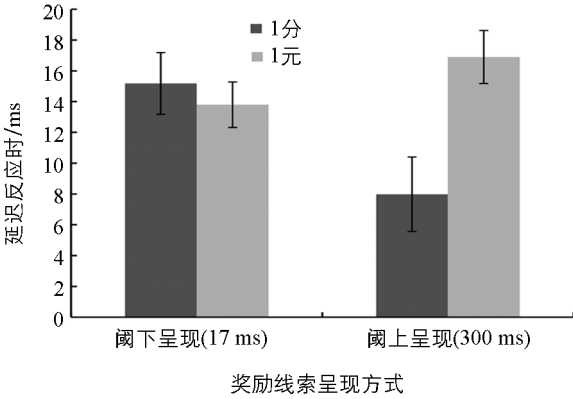


图 6 强掩蔽条件下的反应时延迟

2 讨 论

实验 1 显示, 无论奖励阈上还是阈下呈现, 高奖励都能提高被试在有意识反应抑制上的任务表现, 实

验 2 不但验证了实验 1 的结果, 而且揭示只有阈上奖励才能影响个体无意识的反应抑制. 上述结果表明, 阈上奖励和阈下奖励对有意识的反应抑制有相同的影响, 而对无意识反应抑制的影响不相同.

2 个实验中, 阈上和阈下呈现的高奖励都能提高个体有意识的反应抑制, 这与人关于阈上奖励和阈下奖励能够影响个体认知和行为研究结果相一致^[14]. 无论高奖励刺激阈上呈现还是阈下呈现, 个体都会提高努力程度以获取高奖励, 而在低奖励上则会尽量避免浪费心理资源^[15]. 脑机制结构显示, 个体在加工阈上奖励信息时会激活前额叶皮层和基底节结构(如腹侧纹状体)^[16-17], 而在加工阈下奖励信息时只会激活腹侧纹状体^[8]. 有趣的是, 个体有意识刺激诱发的反应抑制相关的脑区同样包括前额叶皮层和基底神经节结构^[18]. 因此, 基于前人的研究和实验 1 的结果, 我们推测阈上高奖励可能激活了前额叶皮层和基底神经节, 而阈下高奖励可能激活了基底神经节, 两者均促进了个体的有意识的反应抑制, 并提高了个体在任务上的表现.

实验 2 发现阈上奖励能影响无意识的反应抑制, 而阈下高低奖励之间差异无统计学意义. 实验 2 的研究结果符合 Bijlveed 等人^[19]提出的关于阈上奖励和阈下奖励加工的理论框架, 该理论认为个体对奖励信息的加工可以分为: 奖励的初步加工阶段和奖励的完全加工阶段. 奖励的初步加工阶段主要激活一些初级的脑结构(如纹状体), 阈上奖励和阈下奖励均能够进入奖励的初步加工阶段, 当个体面对较为简单的任务时, 2 种奖励都能通过提高个体在获取奖励时的努力程度而提高任务表现^[8, 20]. 2 种奖励进入初步加工阶段之后, 只有阈上奖励能够进入奖励的完全加工阶段, 并激活前额叶皮层, 包括内侧前额叶(mPFC)、前扣带回皮层(ACC)以及背外侧前额叶(dlPFC), 这些脑区与高水平的认知功能(如策略、决策、执行控制以及奖励信息的保持)密切相关^[21]. 因此, 当个体面对难度较大的认知任务时, 阈上奖励可以促使个体更好地进行认知资源策略的权衡, 进而提高任务表现^[22-23]. 与传统的 go/no-go 任务相比, 掩蔽版的 go/no-go 任务更复杂. Chiu 等^[24]的研究证实了掩蔽版的 go/no-go 任务需要特定的任务设置才能够诱发出无意识反应抑制现象(即必须将强掩蔽的 go/no-go 任务和弱掩蔽的 go/no-go 任务一起呈现). 因此, 尽管阈上奖励和阈下奖励均能够调节有意识的反应抑制, 然而对无意识反应抑制的调节需要大脑调用更多的资源进入更深层次的加工, 可能只有阈上呈现的奖励信息才能提供足够的认知资源对其进行加工. 此外, 脑机制的结果也可以为我们的研究结果提供支持. Van Gaal 等人^[11]的研究表明无意识反应抑制的激活区域集中在前额叶, 包括前辅助运动区(pre-SMA)和额下回(IFC), 这些脑区与个体对阈上奖励信息的加工所激活的脑区密切相关, 而与个体对阈下奖励信息的加工所激活的脑区并无关联.

本研究扩展了传统的对于奖励、意识和执行控制功能之间关系的理解, 具有重要的理论意义. 同时, 本研究发现阈下奖励可以增强个体的反应抑制能力, 针对反应抑制能力较弱的个体(比如 ADHD 儿童), 实践中可以尝试将阈上奖励和阈下奖励相结合对其抑制控制能力进行训练. 目前已有研究利用意识和无意识刺激诱发的反应抑制来改变个体的一些与健康有关的行为习惯, 例如酒精成瘾^[25-26]. 本研究表明阈上奖励可以提高个体的有意识和无意识的反应抑制, 该结果或许对酒精成瘾的治疗有一定的帮助. 当然, 本研究也存在着一些局限, 例如, 2 个实验都没有考虑被试的人格特质对任务表现的影响, 而 Bustin 等人^[23]认为奖励对执行功能的作用会受到人格特质(如, 追求新奇)的影响, 所以, 后期研究可以通过控制人格因素进行严谨的论证.

3 结 论

本研究表明阈上奖励不仅能够影响有意识的反应抑制, 也能够影响由无意识的反应抑制; 而阈下奖励只对对意识的反应抑制有显著影响, 对无意识的反应抑制没有显著影响. 阈上奖励和阈下奖励对个体有意识执行控制功能的影响是相同的, 而对个体无意识执行控制功能的影响是不同的.

参考文献:

- [1] LEA S E, WEBLEY P. Money as Tool, Money as Drug: The Biological Psychology of a Strong Incentive [J]. Behavioral and Brain Sciences, 2006, 29(2): 161—209.
- [2] BECK S M, LOCKE H S, SAVINE A C, et al. Primary and Secondary Rewards Differentially Modulate Neural Activity Dynamics During Working Memory [J]. PloS one, 2010, 5(2): e9251.
- [3] GARAVAN H, WEIERSTALL K. The Neurobiology of Reward and Cognitive Control Systems and Their Role in Incentivizing Health Behavior [J]. Preventive Medicine, 2012, 55(S17—S23).
- [4] PADMALA S, PESSOA L. Reward Reduces Conflict by Enhancing Attentional Control and Biasing Visual Cortical Processing [J]. Journal of Cognitive Neuroscience, 2011, 23(11): 3419—3432.
- [5] AARTS H, CUSTERS R, MARIEN H. Preparing and Motivating Behavior Outside of Awareness [J]. Science, 2008, 319(5870): 1639.
- [6] AARTS H, CUSTERS R, VELTKAMP M. Goal Priming and the Affective-Motivational Route to Nonconscious Goal Pursuit [J]. Social Cognition, 2008, 26(5): 555—77.
- [7] 徐 雷, 王丽君, 赵远方, 等. 阈下奖励调节认知控制的权衡 [J]. 心理学报, 2014, 46(4): 459—466.
- [8] PESSIGLIONE M, SCHMIDT L, DRAGANSKI B, et al. How the Brain Translates Money Into Force: a Neuroimaging Study of Subliminal Motivation [J]. Science, 2007, 316(5826): 904—906.
- [9] VERBRUGGEN F, LOGAN G D. Response Inhibition in the Stop-Signal Paradigm [J]. Trends in Cognitive Sciences, 2008, 12(11): 418—424.
- [10] VAN GAAL S, RIDDERINKHOF K R, FAHRENFORT J J, et al. Frontal Cortex Mediates Unconsciously Triggered Inhibitory Control [J]. The Journal of Neuroscience, 2008, 28(32): 8053—8062.
- [11] VAN GAAL S, LAMME V A, RIDDERINKHOF K R. Unconsciously Triggered Conflict Adaptation [J]. PloS one, 2010, 5(7): e11508.
- [12] REUSS H, KIESEL A, KUNDE W, et al. Unconscious Activation of Task Sets [J]. Consciousness and Cognition, 2011, 20(3): 556—567.
- [13] VAN GAAL S, RIDDERINKHOF K R, SCHOLTE H S, et al. Unconscious Activation of the Prefrontal no-go Network [J]. The Journal of Neuroscience, 2010, 30(11): 4143—4150.
- [14] CAPA R L, BUSTIN G M, CLEEREMANS A, et al. Conscious and Unconscious Reward Cues Can Affect a Critical Component of Executive Control: (Un) Conscious Updating? [J]. Experimental Psychology, 2011, 58(5): 370—375.
- [15] ZEDELIOUS C M, VELING H, AARTS H. When Unconscious Rewards Boost Cognitive Task Performance Inefficiently: the Role of Consciousness in Integrating Value and Attainability Information [J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2012, 6: 219—229.
- [16] JIMURA K, LOCKE H S, BRAVER T S. Prefrontal Cortex Mediation of Cognitive Enhancement in Rewarding Motivational Contexts [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2010, 107(19): 8871—8876.
- [17] KOUNEIH F, CHARRON S, KOECHLIN E. Motivation and Cognitive Control in the Human Prefrontal Cortex [J]. Nature Neuroscience, 2009, 12(7): 939—945.
- [18] ARON A R, POLDRACK R A. Cortical and Subcortical Contributions to Stop Signal Response Inhibition: Role of the Subthalamic Nucleus [J]. The Journal of Neuroscience, 2006, 26(9): 2424—2433.
- [19] BIJLEVELD E, CUSTERS R, AARTS H. Human Reward Pursuit from Rudimentary to Higher-Level Functions [J]. Current Directions in Psychological Science, 2012, 21(3): 194—199.
- [20] BIJLEVELD E, CUSTERS R, AARTS H. The Unconscious Eye Opener Pupil Dilation Reveals Strategic Recruitment of Resources Upon Presentation of Subliminal Reward Cues [J]. Psychological Science, 2009, 20(11): 1313—1315.
- [21] HABER S N, KNUTSON B. The Reward Circuit: Linking Primate Anatomy and Human Imaging [J]. Neuropsychopharmacology, 2009, 35(1): 4—26.
- [22] BIJLEVELD E, CUSTERS R, AARTS H. Unconscious Reward Cues Increase Invested Effort, But do Not Change

Speed-Accuracy Tradeoffs [J]. *Cognition*, 2010, 115(2): 330—335.

[23] BUSTIN G M, QUOIDBACH J, HANSENNE M, et al. Personality Modulation of (un)Conscious Processing: Novelty Seeking and Performance Following Supraliminal and Subliminal Reward Cues [J]. *Consciousness & Cognition*, 2012, 21(2): 947—952.

[24] CHIU Yu-chin, ARON A R. Unconsciously Triggered Response Inhibition Requires an Executive Setting [J]. *Journal of Experimental Psychology General*, 2014, 143(1): 56—61.

[25] HOUBEN K, NEDERKOORN C, WIERS R W, et al. Resisting Temptation: Decreasing Alcohol-Related Affect and Drinking Behavior by Training Response Inhibition [J]. *Drug and Alcohol Dependence*, 2011, 116(1—3): 132—136.

[26] JONES A, FIELD M. The Effects of Cue-Specific Inhibition Training on Alcohol Consumption in Heavy Social Drinkers [J]. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 2013, 21(1): 8—16.

The Effect of Supraliminal and Subliminal Reward Information on Conscious and Unconscious Response Inhibition

ZHENG Yan¹, Cody Ding^{1,2}, DIAO Liu-ting¹, YANG Dong¹
1. Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing400715, China;
2. University of Missouri St. Louis, Saint Louis 63121, USA

Abstract: This study systematically investigated whether supraliminally and subliminally perceived reward information could influence consciously and unconsciously triggered executive functions with two experiments. The results of Experiment 1 showed that participants elicited greater consciously triggered response inhibition for high-value reward, regardless of whether the rewards were consciously perceived. Confirming the results showed by Experiment 1, the Experiment 2 indicated that participants elicited greater unconsciously triggered response inhibition for high-value reward when rewards were presented supraliminally. However, the facilitated performance was not observed when rewards were presented subliminally. In conclusion, supraliminal and subliminal reward elicited similar effects on consciously triggered response inhibition and had distinct influence on unconsciously triggered response inhibition.

Key words: supraliminal reward; subliminal reward; unconscious processing; response inhibition

责任编辑 胡 杨

