

## 强迫症决策功能的研究进展

郭其辉 范青

200030 上海交通大学医学院附属精神卫生中心

通信作者: 范青, Email: fanqing\_98@vip.sina.com

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2023.01.012

**【摘要】** 决策功能缺陷在强迫症认知功能异常中扮演着重要的角色, 研究强迫症的决策功能对将来进一步理解强迫症的成因和开展临床应用都具有重要的价值。现梳理该领域的主要研究理论和研究结果, 按照风险偏好理论、目标导向理论、证据积累理论和元认知理论4个部分进行综述。

**【关键词】** 强迫症; 决策; 风险偏好; 目标导向; 证据积累; 元认知; 综述

**基金项目:** 上海交通大学“交大之星”计划医工交叉研究基金重点项目(YG2021ZD28); 国家自然科学基金(81771460)

**Research progress of decision making in obsessive-compulsive disorder** Guo Qihui, Fan Qing  
Shanghai Mental Health Center, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200030, China  
Corresponding author: Fan Qing, Email: fanqing\_98@vip.sina.com

**【Abstract】** Defects of decision-making play an important role in cognitive dysfunction of obsessive-compulsive disorder (OCD). Researching decision making function of OCD is very meaningful, which can not only improve further understanding of OCD, but also provide valuable references for future clinical treatment. The main research theories and research results of decision making function of OCD are reviewed in this article, which is divided into four parts: risk preference theory, goal-oriented theory, evidence accumulation theory and metacognition theory.

**【Key words】** Obsessive-compulsive disorder; Decision making; Risk appetite; Goal oriented; Evidence accumulation; Metacognition; Review

**Fund programs:** Shanghai Jiao Tong University "Star of Jiaotong University" Medical Engineering Cross Research Fund Key Project (YG2021ZD28); National Natural Science Foundation of China (81771460)

强迫症(obsessive-compulsive disorder)是一类以反复出现的强迫思维和强迫动作为基本特征的精神障碍, 普通人群的终生患病率为2%~3%, 是精神科临床的常见病和多发病, 被WHO评为世界十大致残疾病之一<sup>[1]</sup>。强迫症的发病机制至今尚不明确。早期通过认知风格的特点解释强迫症的病因, 例如对客观现实的夸大、难以忍受不确定的情景、过于追求完美主义以及对负性想法的顽固观念<sup>[2-5]</sup>。但这些解释比较宽泛也不易量化, 且每个风格概念之间也有重叠, 例如“难以忍受不确定的情景”中也有“完美主义”的倾向在起作用, 因此这种病因解释存在较大的局限性。近年来, 研究人员从认知功能异常的角度解释强迫症的病因。已有研究表明, 与健康人相比, 强迫症患者从认知功能方面存在广泛异常, 例如执行控制功能异常<sup>[6]</sup>、记忆功能异常<sup>[7]</sup>、注意异常<sup>[8]</sup>。

决策功能是执行功能的重要组成部分, Tranel等<sup>[9]</sup>将执行功能分为计划、决策、判断和自我觉知4个部分。决策是结合意愿和经验做出行动方针的过程<sup>[10-11]</sup>。在强迫症患者中, 决策功能表现出明显的异常。2000年, 一项研究发现强迫症患者在决策中表现出明显异常的怀疑和犹豫<sup>[12]</sup>。此后越来越多的证据表明, 决策功能缺陷在强迫症认知功能异常中扮演重要的角色<sup>[13-14]</sup>。由此, 研究强迫症患者的决策功能特点对于进一步理解强迫症的机制具有重要意义。决策是复杂的, 在决策过程中存在多种策略<sup>[15]</sup>, 因而关于强迫症决策功能的研究也有着多种理论。

### 一、风险偏好理论

决策风险是决策中的热门话题, 特别是在经济学研究领域, 对决策风险的估计和衡量非常重要。风险是伴随决策而来的副产品, 处理决策风险是决策中的重要部分。根据对风险的确认程度, 可将决策

分为风险模糊决策和风险明确决策两种情景<sup>[14, 16]</sup>。风险模糊是指对风险大小不明确, 需要根据决策结果的反馈进行学习。风险明确则是对风险大小掌握清楚, 只需做出利益最大化的决策<sup>[17-18]</sup>。例如去新的理发店理发, 能否获得理想的发型, 风险是不可知的, 这是风险模糊决策; 而彩票抽奖, 中奖概率是明确的, 这反映的是风险明确决策的情景。

爱荷华博弈任务(Iowa gambling task, IGT)是模拟风险模糊决策情景的经典范式<sup>[19-20]</sup>。IGT任务将100张牌分成A、B、C、D共4个牌堆, A、B牌堆能马上获得奖励, 但从长远的概率来看是不利的; 而C、D牌堆则相反, 任务开始时被试不知道具体奖励和概率。2021年的一项文献综述和元分析研究发现, OCD患者在IGT方面的表现明显差于健康对照<sup>[14]</sup>。

骰子任务(game of dice task, GDT)和剑桥赌博任务(cambridge gambling task, CGT)是模拟风险明确决策情景的经典范式<sup>[14, 20]</sup>。在GDT任务中, 计算机掷出一枚骰子, 被试提前选择骰子的点数(1~6), 但可以选择多个点数, 奖励多少和选择的数量呈负相关, 例如只选择6, 有1/6的概率获得1 000元; 选择1、2、3, 则有1/2的概率获得200元。被试需要在获奖概率和奖励多少之间进行权衡。大量研究发现, 在风险明确决策情景中强迫症患者的表现和健康被试的表现无差异<sup>[11, 19, 21-25]</sup>。

对比强迫症患者在两种情景中的表现, 可以发现强迫症患者在风险模糊情景中的表现存在异常, 处理模糊决策风险的能力更弱。

## 二、目标导向理论

传统的强化学习认为, 人们是依据刺激和行为的关联(S-R)选择行为, 即被强化的刺激表征着相应的行为, 接受强化的次数和频率决定了面对刺激的行为模式, 这也被称为习惯学习(habitual learning)<sup>[26]</sup>, 例如糖果机按白色按键有70%的概率出糖果, 按黑色按键有30%的概率出糖果, 多次尝试后能学会要多按白色按键。但随着对学习过程的进一步了解, 研究发现传统的强化原则只能对学习行为做出部分解释<sup>[27]</sup>。人也能够根据行为与结果之间的关联(R-C)做出行为选择, 即能够预知到行为产生的潜在结果, 做出行为选择, 这被称为目标导向学习(goal-directed learning)<sup>[26]</sup>, 例如如果知道了糖果机的概率分布, 则不用试错就能学会多按白色按键。根据机器学习的概念, 这两种学习策略也叫做模型自由学习(model-free learning)和模型依赖学习(model-based learning)<sup>[28]</sup>。两者的区别在于一个是从单纯

的结果反馈进行决策, 另一个则是从宏观利弊方面进行决策。在人的决策过程中, 这两种学习策略共同存在, 通常目标导向学习成分越多, 说明学习能力越强, 在生活中应对复杂决策的能力也越强。

Gillan等<sup>[29]</sup>首次证实了强迫症患者存在目标导向能力受损, 其设计了“神奇的水果游戏任务(the fabulous fruit game task), 该任务会呈现3个盒子, 1个为刺激盒子, 里面装着梨、香蕉、苹果等水果中的其中1种; 2个为判断盒子, 放在刺激盒子的左右两边, 只有其中1个盒子放有水果, 被试选到有水果的盒子可以获得奖励。在任务中, 被试需要学习水果和左右选项的匹配关系, 规避错误的选项, 努力做出有价值的选择, 尽可能多地获得积分奖励。在这个任务中, 被试需要用到目标导向学习和习惯学习两种学习策略, 如果能够很快把握到水果与奖励的对应关系, 被试就会减少试错行为, 即降低习惯学习的比例, 从而提高成绩。此研究发现, 强迫症被试较健康被试表现出更多的试错行为, 这表明强迫症患者更加缺乏目标导向, 过度依赖习惯进行决策<sup>[29]</sup>。

然而上述任务并不能量化目标导向和习惯在行为决策中所占的具体比例。Daw等<sup>[27]</sup>设计的两步序贯学习任务(two-step sequential learning task)对此进行了改进, 将此任务与计算模型相结合, 量化目标导向和习惯的比例。在两步序贯学习任务中, 1个试次需要进行两步决策, 第1步决策中呈现两张带有无意义符号的绿色卡片, 每张对应着固定的概率进入第2步的蓝色或粉色卡片组, 例如右边的卡片有70%的概率进入蓝色卡片组, 有30%的概率进入粉色卡片组, 左边则相反, 被试选择其中1张并进入第2步决策; 第2步决策中也是呈现类似的符号卡片, 根据第1步选择的概率呈现蓝色或粉色卡片组, 被试再次进行二选一决策, 两张卡片对应奖励的概率为25%~75%。

Daw等<sup>[27]</sup>对健康人群应用两步序贯学习任务的研究发现, 在模型中目标导向学习和习惯学习的比例能够预测决策中的行为表现, 初步证明了该实验范式的有效性。Voon等<sup>[28]</sup>将此范式应用于暴食症、物质依赖和强迫症3类患者中, 发现对习惯的依赖可能是强迫或刻板行为的重要基础, 也是患者意识到错误但还是要重复错误的重要原因。Gillan等<sup>[30]</sup>通过两步序贯学习任务进行的一项大样本在线研究也发现目标导向缺失与强迫行为和侵入性想法存在显著相关性, Gillan等<sup>[31]</sup>的一项横向对比研究也指出目标导向与强迫症状程度密切相关。

然而2021年的一项研究则对两步序贯学习任务提出了质疑,该研究对比了两个不同情景的两步序贯学习任务,发现对情景的简单更改就能使健康人更多地应用目标导向;此外,当被试应用错误的目标导向时,分析模型会更多地归为习惯或者混合因素,因此该任务并不能很好地区分习惯和目标导向两种学习策略<sup>[32]</sup>。对目标导向简单的二分原则并不能解释决策的复杂性,例如缺乏动机会使目标导向行为表现得像习惯行为一样<sup>[33]</sup>。因此,目前这一理论尚存在一些争论,需要进一步的研究进行验证。

### 三、证据积累理论

关于强迫症决策证据积累的研究证据来自概率推理任务(probabilistic reasoning tasks)。信息抽样任务(information sampling task)是概率推理的经典范式之一,在任务中会给被试呈现25个封闭的盒子,每个盒子里装着1个色块,总共有两种颜色的色块,被试每次可查看1个盒子,然后需要推测哪个颜色的色块更多<sup>[34]</sup>。需要查看的盒子越多,代表所需积累的证据越多,以此对证据积累过程进行量化。早期虽有一些研究得出强迫症和健康对照在此任务表现方面存在差异的结论<sup>[35-36]</sup>,但后期的研究都表明强迫症和健康对照在这类任务中不存在明显的差异<sup>[37-38]</sup>。

强迫症的症状更符合知觉决策的特点,例如判断脏不脏、整不整齐等均属于知觉决策范畴,而非推理任务。因此,关于强迫症的决策证据积累的研究开始转向知觉决策领域。漂移扩散模型(drift

diffusion model)是知觉决策理论中重要的模型,可以细致地描述和解释二选一决策任务中的行为<sup>[39]</sup>,在描述知觉决策表现方面具有十分重要的作用<sup>[40]</sup>,模型示意图见图1。

该模型假设决策是一个根据信噪比积累证据的过程,当证据积累到决策边界(decision boundary)时,就能做出决策选择,证据积累的速率被称作漂移率(drift rate)。决策过程中有两个决策边界,即高决策边界和低决策边界。低决策边界的值一般为0,高决策边界与低决策边界之间的间距称为决策任务的阈限(threshold)。随机点运动决策任务(random-dot motion task)是如今研究知觉决策的重要范式,该任务会呈现一个点阵,一部分点向同一方向运动,其余点随机向不同方向运动,被试需要判断点的运动方向<sup>[41]</sup>。通过控制共同运动的点的比例可以模拟证据积累过程中的信噪比,该任务结合计算模型和贝叶斯统计理论可以很好地对知觉决策过程进行分析。

强迫行为对应的是一种证据积累行为<sup>[42-43]</sup>,例如通过多次检查从噪音中获取证据信号,达到决策边界后才能放弃强迫检查行为。在健康人群的研究中,高强迫特质的人群被发现决策漂移率偏低,在证据积累速度上显著慢于低强迫特质的被试<sup>[44]</sup>。Banca等<sup>[41]</sup>发现,强迫症患者在不确定性的情景中的决策阈限更高,即需要较健康对照积累更多的证据。儿童强迫症患者也被发现在知觉决策任务中的证据积累速度更慢,决策更加小心<sup>[45]</sup>。

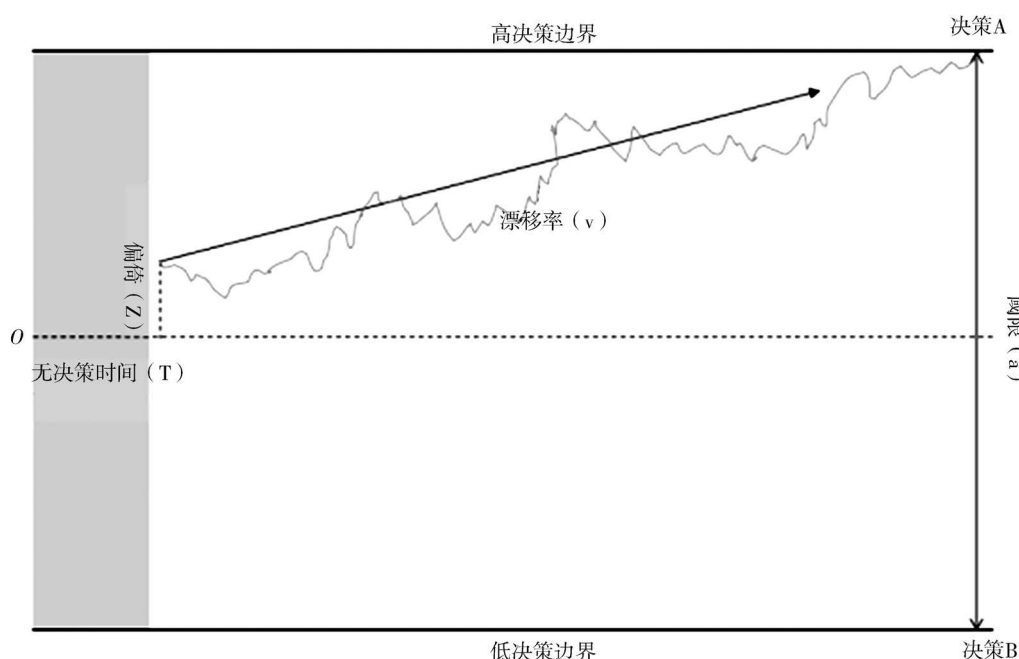


图1 漂移扩散模型示意图

#### 四、元认知理论

元认知是指对认知的认知,例如对记忆容量、信心的估计。元认知是一种高级认知,对行为有显著的影响,例如当信心估计不足时会表现出回避或补偿行为。强迫症患者的一些侵入性想法在普通人中也会出现,例如担心不干净会导致生病;但普通人却不会感到过高的焦虑感,原因可能是普通人对这些侵入性想法的信心较低,对威胁程度估计也没有过分夸大;而强迫症患者则对这些侵入性想法的可靠性和可能导致的结果表现出过高的信心估计<sup>[46]</sup>,所以需要做出强迫行为缓解焦虑。对想法的可靠性或信心进行估计就是元认知的一种表现,健康人和强迫症患者在信心估计方面的差异表明强迫症患者在元认知方面可能存在异常。

目前,强迫症的元认知异常被发现在知觉、注意力和记忆等方面广泛存在<sup>[47]</sup>,而决策过程通常伴随着元认知的的作用,起着对决策进行监督和修正的作用<sup>[48]</sup>。有关强迫症决策元认知的研究目前主要关注决策信心,而决策信心是指对决策正确率的一种内在估计。决策信心被发现与决策正确率之间呈显著的正相关,决策信心越高意味着决策准确率越高<sup>[49-51]</sup>。但有时决策信心与决策正确率之间并不匹配,会出现信心过度和不足的情况,这两种情况都不利于准确进行决策。决策信心与决策正确率的关系被称为决策信心校准<sup>[52]</sup>,而决策信心校准是决策的重要元认知过程。

决策信心校准能力的研究方法也是应用知觉决策任务和漂移扩散模型,只是在任务范式方面增加了对决策信心的评估过程。Hauser等<sup>[44]</sup>要求被试在随机点运动决策范式中完成点运动方向判断后,需要进行0~100分的决策信心评估,其研究发现高强迫特质的被试存在明显的元认知缺陷,在监控知觉表现和评估证据信心方面表现更差<sup>[44]</sup>,即决策信心校准能力存在异常。但目前也有结论认为决策信心并没有异常,而是信心和行为之间的联系出现了问题。Vaghi等<sup>[53]</sup>发现,强迫症患者能够根据信息变化及时更新信心评估,但行为更新却滞后于健康对照者,表现出了信心和行为的分离。

除了上述的单一决策,重复决策是另一类与强迫症元认知缺陷联系密切的决策情景。在生活中,相同的决策往往反复出现<sup>[54]</sup>,而当前的决策不可避免地会受到之前决策的影响。比如在知识竞赛中,主持人只是多问一句是否确认,在没有接受到任何新的信息的情况下,选手可能就会改变答案,出现

前后决策不一致的现象。这种决策不一致也体现在强迫症的反复怀疑和检查中<sup>[54-56]</sup>,例如患者洗完手过一会后,再次看到自己的手会觉得刚刚洗的可能不够干净,对先前决策的信心不足,所以要再次洗涤。Solway等<sup>[54]</sup>通过对健康人群的大样本研究发现,在重复决策情景中,高强迫特质的被试内隐记忆传递效率更低,进而影响了后续决策证据的信心评估,即对先前决策的可靠程度估计存在异常,决策信心校准不足。

#### 五、总结与展望

强迫症的病因是复杂的,从以往认知风格的归纳到如今认知功能缺陷的研究,是人们对其探索的逐步深化。研究表明,决策功能缺陷与强迫症状之间存在显著的关联,可能是进一步理解强迫症的重要途径,对未来强迫症的诊断和临床应用都具有潜在的价值。决策的复杂性决定了强迫症决策功能研究的复杂性,研究人员从不同的角度提出了不同的理论,目前这一领域的研究还处于快速发展之中。

结合国内外研究现状,未来强迫症决策功能的研究可从以下几个方面进行拓展:(1)在风险偏好理论方面,强迫症对风险模糊情景的回避已得到广泛认可,是强迫症比较稳定的一个特征,未来可以加强关于其神经机制和临床应用的研究;(2)在目标导向理论方面,由于目前的目标导向和习惯二分模型受到比较大的质疑,因此未来构建更具有普遍性的模型是研究重点;(3)在证据积累理论方面,目前已经发现强迫症在DMM的许多参数方面存在异常,未来可对这些参数之间的关系和机制进行研究;(4)在元认知理论方面,目前的研究仍比较少且观点存在一些差异,未来需要更多的大样本病例对照研究证实决策的元认知缺陷,特别是决策信心校准缺陷。

**利益冲突** 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

**作者贡献声明** 构思设计、文献调研整理和论文撰写为郭其辉,论文修订为范青

#### 参 考 文 献

- [1] Kugler BB, Lewin AB, Phares V, et al. Quality of life in obsessive-compulsive disorder: the role of mediating variables[J]. *Psychiatry Res*, 2013, 206(1): 43-49. DOI: 10.1016/j.psychres.2012.10.006.
- [2] Foa EB, Sacks MB, Tolin DF, et al. Inflated perception of responsibility for harm in OCD patients with and without checking compulsions: a replication and extension[J]. *J Anxiety Disord*, 2002, 16(4): 443-453. DOI: 10.1016/s0887-6185(02)00128-7.
- [3] Tolin DF, Abramowitz JS, Brigidi BD, et al. Intolerance of

- uncertainty in obsessive-compulsive disorder[J]. *J Anxiety Disord*, 2003, 17(2): 233-242. DOI: 10.1016/s0887-6185(02)00182-2.
- [4] Moretz MW, McKay D. The role of perfectionism in obsessive-compulsive symptoms: "not just right" experiences and checking compulsions[J]. *J Anxiety Disord*, 2009, 23(5): 640-644. DOI: 10.1016/j.janxdis.2009.01.015.
- [5] Wells A, Papageorgiou C. Relationships between worry, obsessive-compulsive symptoms and meta-cognitive beliefs[J]. *Behav Res Ther*, 1998, 36(9): 899-913. DOI: 10.1016/s0005-7967(98)00070-9.
- [6] Penadés R, Catalán R, Rubia K, et al. Impaired response inhibition in obsessive compulsive disorder[J]. *Eur Psychiatry*, 2007, 22(6): 404-410. DOI: 10.1016/j.eurpsy.2006.05.001.
- [7] Fontenelle L, Mendlowicz M, Mattos P, et al. Neuropsychological findings in obsessive-compulsive disorder and its potential implications for treatment[J]. *Curr Psychiatry Rev*, 2006, 2(1): 11-26. DOI: 10.2174/157340006775101454.
- [8] Fan J, Gan J, Liu W, et al. Resting-state default mode network related functional connectivity is associated with sustained attention deficits in schizophrenia and obsessive-compulsive disorder[J]. *Front Behav Neurosci*, 2018, 12: 319. DOI: 10.3389/fnbeh.2018.00319.
- [9] Tranel D, Anderson SW, Benton A. Development of the concept of "executive function" and its relationship to the frontal lobes[J]. *Handbook of Neuropsychology*, 1994, 9: 125-148.
- [10] Hastie R. Problems for judgment and decision making[J]. *Annu Rev Psychol*, 2001, 52: 653-683. DOI: 10.1146/annurev.psych.52.1.653.
- [11] Zhang L, Dong Y, Ji Y, et al. Trait-related decision making impairment in obsessive-compulsive disorder: evidence from decision making under ambiguity but not decision making under risk[J]. *Sci Rep*, 2015, 5: 17312. DOI: 10.1038/srep17312.
- [12] Okasha A, Rafaat M, Mahallawy N, et al. Cognitive dysfunction in obsessive-compulsive disorder[J]. *Acta Psychiatrica Scand*, 2000, 101(4): 281-285. DOI: 10.1111/j.1600-0447.2000.tb10926.x.
- [13] Chamberlain SR, Blackwell AD, Fineberg NA, et al. The neuropsychology of obsessive compulsive disorder: the importance of failures in cognitive and behavioural inhibition as candidate endophenotypic markers[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2005, 29(3): 399-419. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2004.11.006.
- [14] Nisticò V, De Angelis A, Erro R, et al. Obsessive-compulsive disorder and decision making under ambiguity: a systematic review with Meta-analysis[J]. *Brain Sci*, 2021, 11(2): 143. DOI: 10.3390/brainsci11020143.
- [15] Dolan RJ, Dayan P. Goals and habits in the brain[J]. *Neuron*, 2013, 80(2): 312-325. DOI: 10.1016/j.neuron.2013.09.007.
- [16] Brand M, Labudda K, Markowitsch HJ. Neuropsychological correlates of decision-making in ambiguous and risky situations[J]. *Neural Netw*, 2006, 19(8): 1266-1276. DOI: 10.1016/j.neunet.2006.03.001.
- [17] da Rocha FF, Alvarenga NB, Malloy-Diniz L, et al. Decision-making impairment in obsessive-compulsive disorder as measured by the Iowa Gambling Task[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2011, 69(4): 642-647. DOI: 10.1590/s0004-282x2011000500013.
- [18] 周月, 金海燕, 孙伯民, 等. 强迫症决策功能的神经机制和评估[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2017, 37(7): 1042-1045. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8115.2017.07.029.
- Zhou Y, Jin HY, Sun BM, et al. Neural mechanism and evaluation of decision-making function in obsessive-compulsive disorder[J]. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Medical Science)*, 2017, 37(7): 1042-1045.
- [19] Kim HW, Kang JI, Namkoong K, et al. Further evidence of a dissociation between decision-making under ambiguity and decision-making under risk in obsessive-compulsive disorder[J]. *J Affect Disord*, 2015, 176: 118-124. DOI: 10.1016/j.jad.2015.01.060.
- [20] Grassi G, Pallanti S, Righi L, et al. Think twice: Impulsivity and decision making in obsessive-compulsive disorder[J]. *J Behav Addict*, 2015, 4(4): 263-272. DOI: 10.1556/2006.4.2015.039.
- [21] Watkins LH, Sahakian BJ, Robertson MM, et al. Executive function in Tourette's syndrome and obsessive-compulsive disorder[J]. *Psychol Med*, 2005, 35(4): 571-582. DOI: 10.1017/s0033291704003691.
- [22] Starcke K, Tuschen-Caffier B, Markowitsch HJ, et al. Skin conductance responses during decisions in ambiguous and risky situations in obsessive-compulsive disorder[J]. *Cogn Neuropsychiatry*, 2009, 14(3): 199-216. DOI: 10.1080/13546800902996831.
- [23] Starcke K, Tuschen-Caffier B, Markowitsch HJ, et al. Dissociation of decisions in ambiguous and risky situations in obsessive-compulsive disorder[J]. *Psychiatry Res*, 2010, 175(1/2): 114-120. DOI: 10.1016/j.psychres.2008.10.022.
- [24] Morein-Zamir S, Pappmeyer M, Pertusa A, et al. The profile of executive function in OCD hoarders and hoarding disorder[J]. *Psychiatry Res*, 2014, 215(3): 659-667. DOI: 10.1016/j.psychres.2013.12.026.
- [25] Zhang L, Dong Y, Ji Y, et al. Dissociation of decision making under ambiguity and decision making under risk: a neurocognitive endophenotype candidate for obsessive-compulsive disorder[J]. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2015, 57: 60-68. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2014.09.005.
- [26] Balleine BW, O'Doherty JP. Human and rodent homologies in action control: corticostriatal determinants of goal-directed and habitual action[J]. *Neuropsychopharmacology*, 2010, 35(1): 48-69. DOI: 10.1038/npp.2009.131.
- [27] Daw ND, Gershman SJ, Seymour B, et al. Model-based influences on humans' choices and striatal prediction errors[J]. *Neuron*, 2011, 69(6): 1204-1215. DOI: 10.1016/j.neuron.2011.02.027.
- [28] Voon V, Derbyshire K, Rück C, et al. Disorders of compulsivity: a common bias towards learning habits[J]. *Mol Psychiatry*, 2015, 20(3): 345-352. DOI: 10.1038/mp.2014.44.
- [29] Gillan CM, Pappmeyer M, Morein-Zamir S, et al. Disruption in the balance between goal-directed behavior and habit learning in obsessive-compulsive disorder[J]. *Am J Psychiatry*, 2011, 168(7): 718-726. DOI: 10.1176/appi.ajp.2011.10071062.
- [30] Gillan CM, Kosinski M, Whelan R, et al. Characterizing a psychiatric symptom dimension related to deficits in goal-directed control[J]. *Elife*, 2016, 5: e11305. DOI: 10.7554/eLife.11305.
- [31] Gillan CM, Kalanthroff E, Evans M, et al. Comparison of the association between goal-directed planning and self-reported compulsivity vs obsessive-compulsive disorder diagnosis[J]. *JAMA Psychiatry*, 2020, 77(1): 77-85. DOI: 10.1001/jamapsychiatry.2019.2998.

- [ 32 ] Feher da Silva C, Hare TA. Humans primarily use model-based inference in the two-stage task[ J ]. *Nat Hum Behav*, 2020, 4(10): 1053-1066. DOI: 10.1038/s41562-020-0905-y.
- [ 33 ] Buabang EK, Boddez Y, De Houwer J, et al. Don't make a habit out of it: impaired learning conditions can make goal-directed behavior seem habitual[ J ]. *Motiv Sci*, 2021, 7(3): 252-263. DOI: 10.1037/mot0000218.
- [ 34 ] Clark L, Robbins TW, Ersche KD, et al. Reflection impulsivity in current and former substance users[ J ]. *Biol Psychiatry*, 2006, 60(5): 515-522. DOI: 10.1016/j.biopsych.2005.11.007.
- [ 35 ] Fear CF, Healy D. Probabilistic reasoning in obsessive-compulsive and delusional disorders[ J ]. *Psychol Med*, 1997, 27(1): 199-208. DOI: 10.1017/s0033291796004175.
- [ 36 ] Pélissier MC, O'Connor KP. Deductive and inductive reasoning in obsessive-compulsive disorder[ J ]. *Br J Clin Psychol*, 2002, 41(Pt 1): 15-27. DOI: 10.1348/014466502163769.
- [ 37 ] Jacobsen P, Freeman D, Salkovskis P. Reasoning bias and belief conviction in obsessive-compulsive disorder and delusions: jumping to conclusions across disorders?[ J ]. *Brit J Clin Psychol*, 2012, 51(1): 84-99. DOI: 10.1111/j.2044-8260.2011.02014.x.
- [ 38 ] Chamberlain SR, Fineberg NA, Blackwell AD, et al. A neuropsychological comparison of obsessive-compulsive disorder and trichotillomania[ J ]. *Neuropsychologia*, 2007, 45(4): 654-662. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.07.016.
- [ 39 ] Ratcliff R, McKoon G. The diffusion decision model: theory and data for two-choice decision tasks[ J ]. *Neural Comput*, 2008, 20(4): 873-922. DOI: 10.1162/neco.2008.12-06-420.
- [ 40 ] Moreno-Bote R. Decision confidence and uncertainty in diffusion models with partially correlated neuronal integrators[ J ]. *Neural Comput*, 2010, 22(7): 1786-1811. DOI: 10.1162/neco.2010.12-08-930.
- [ 41 ] Banca P, Vestergaard MD, Rankov V, et al. Evidence accumulation in obsessive-compulsive disorder: the role of uncertainty and monetary reward on perceptual decision-making thresholds[ J ]. *Neuropsychopharmacology*, 2015, 40(5): 1192-1202. DOI: 10.1038/npp.2014.303.
- [ 42 ] Rotge JY, Clair AH, Jaafari N, et al. A challenging task for assessment of checking behaviors in obsessive-compulsive disorder[ J ]. *Acta Psychiatr Scand*, 2008, 117(6): 465-473. DOI: 10.1111/j.1600-0447.2008.01173.x.
- [ 43 ] Stern ER, Welsh RC, Gonzalez R, et al. Subjective uncertainty and limbic hyperactivation in obsessive-compulsive disorder[ J ]. *Hum Brain Mapp*, 2013, 34(8): 1956-1970. DOI: 10.1002/hbm.22038.
- [ 44 ] Hauser TU, Allen M, Rees G, et al. Metacognitive impairments extend perceptual decision making weaknesses in compulsivity[ J ]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 6614. DOI: 10.1038/s41598-017-06116-z.
- [ 45 ] Erhan C, Bulut GÇ, Gökçe S, et al. Disrupted latent decision processes in medication-free pediatric OCD patients[ J ]. *J Affect Disord*, 2017, 207: 32-37. DOI: 10.1016/j.jad.2016.09.011.
- [ 46 ] Myers SG, Wells A. Obsessive-compulsive symptoms: the contribution of metacognitions and responsibility[ J ]. *J Anxiety Disord*, 2005, 19(7): 806-817. DOI: 10.1016/j.janxdis.2004.09.004.
- [ 47 ] Hermans D, Engelen U, Grouwels L, et al. Cognitive confidence in obsessive-compulsive disorder: distrusting perception, attention and memory[ J ]. *Behav Res Ther*, 2008, 46(1): 98-113. DOI: 10.1016/j.brat.2007.11.001.
- [ 48 ] Qiu L, Su J, Ni Y, et al. The neural system of metacognition accompanying decision-making in the prefrontal cortex[ J ]. *PLoS Biol*, 2018, 16(4): e2004037. DOI: 10.1371/journal.pbio.2004037.
- [ 49 ] Kepecs A, Uchida N, Zariwala HA, et al. Neural correlates, computation and behavioural impact of decision confidence[ J ]. *Nature*, 2008, 455(7210): 227-231. DOI: 10.1038/nature07200.
- [ 50 ] Smith JD, Beran MJ, Couchman JJ, et al. The comparative study of metacognition: sharper paradigms, safer inferences[ J ]. *Psychon Bull Rev*, 2008, 15(4): 679-691. DOI: 10.3758/ptr.15.4.679.
- [ 51 ] Li HH, Ma WJ. Confidence reports in decision-making with multiple alternatives violate the Bayesian confidence hypothesis[ J ]. *Nat Commun*, 2020, 11(1): 2004. DOI: 10.1038/s41467-020-15581-6.
- [ 52 ] Yates JF, Lee JW, Shinotsuka H. Beliefs about overconfidence, including its cross-national variation[ J ]. *Organ Behav Hum Dec*, 1996, 65(2): 138-147. DOI: 10.1006/obhd.1996.0012.
- [ 53 ] Vaghi MM, Luyckx F, Sule A, et al. Compulsivity reveals a novel dissociation between action and confidence[ J ]. *Neuron*, 2017, 96(2): 348-354, e4. DOI: 10.1016/j.neuron.2017.09.006.
- [ 54 ] Solway A, Lin Z, Vинаик E. Transfer of information across repeated decisions in general and in obsessive-compulsive disorder[ J ]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2021, 118(1): e2014271118. DOI: 10.1073/pnas.2014271117.
- [ 55 ] Radomsky AS, Shafran R, Coughtrey AE, et al. Cognitive-behavior therapy for compulsive checking in OCD[ J ]. *Cogn Behav Pract*, 2010, 17(2): 119-131. DOI: 10.1016/j.cbpra.2009.10.002.
- [ 56 ] Toffolo MJB, van den Hout MA, Hooge ITC, et al. Mild uncertainty promotes checking behavior in subclinical obsessive-compulsive disorder[ J ]. *Clin Psychol Sci*, 2013, 1(2): 103-109. DOI: 10.1177/2167702612472487.

(收稿日期: 2022-05-24)

(本文编辑: 赵金鑫)