

# 拖延和跨期选择认知机制及神经基础的异同研究综述

郭悦凡

武汉大学发展与教育心理研究所, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年3月12日; 录用日期: 2023年4月19日; 发布日期: 2023年4月28日

## 摘要

拖延和跨期选择都属于时间认知与决策领域的议题, 两者具有相似的神经基础, 都和认知控制网络以及预期想象网络有着紧密的联系。两者的区别之处在于, 拖延更多和情绪调节网络相关, 而跨期选择更多和价值评估网络相关。个体在进行拖延或跨期选择的决策时, 核心的动机可能有所不同, 拖延行为更多关注对执行任务带来负性情绪的回避, 出于回避动机; 跨期选择更多关注如何获得最大化利益的奖赏, 出于趋近动机。

## 关键词

拖延, 跨期选择, 自我控制, 预期想象

## A Review on the Similarities and Differences of Cognitive Mechanism and Neural Basis between Procrastination and Intertemporal Choice

Yuefan Guo

Institute of Development and Educational Psychology, Wuhan University, Wuhan Hubei

Received: Mar. 12<sup>th</sup>, 2023; accepted: Apr. 19<sup>th</sup>, 2023; published: Apr. 28<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Both procrastination and intertemporal choice belong to the domain of temporal cognition and decision-making. Both of them have similar neural basis and are closely related to cognitive con-

trol network and anticipation imagination network. The difference between the two is that procrastination is more related to the emotion regulation network, while intertemporal choice is more related to the value assessment network. The core motivation may be different when individuals make the decision of procrastination or intertemporal choice, and procrastination is more concerned with the avoidance of negative emotion, which is the motive of avoidance. Intertemporal choice focuses more on how to maximize the benefits of reward, out of proximity motivation.

## Keywords

Procrastination, Intertemporal Choice, Self-Control, Anticipation Imagination

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 拖延和跨期选择的概念

拖延是指人们尽管预料到不做一件事情会带来不好的后果，仍然自愿推迟某一项已经计划好的工作或任务(Steel, 2007)。国内外大量的研究显示，拖延问题普遍存在，70%以上的学生存在学业上的拖延行为(楚翘，肖蓉，林倩，2010; Esteban & Ramirez, 2014); 50%的学生有着持续性拖延的困扰，并认为拖延行为是有害的，希望能减轻拖延的程度(Day, Mensink, & O'Sullivan, 2000; Onwuegbuzie, 2004); 其余普通民众中也有 15%~20%饱受拖延的困扰，想要摆脱这样的现象(Harriott & Ferrari, 1996)。拖延会带来诸多不利的影响，例如降低人们学习、工作的效率，使人们学业表现和社会成就受损；产生自我否定、后悔自责等负面的情绪，陷入精神内耗的泥潭，主观幸福感降低并损害到人们的身心健康(Sirois, 2006; Stead et al., 2010; Chen et al., 2020)。

而跨期选择是指个体在对当下的利益与未来可能的利益之间做出权衡评价后，进而做出的选择和判断(Frederick et al., 2002)。也就是说，收益会随着时间的推移而变化，我们需要选择，在哪一个时间节点获取收益。比如说，现在我们手头有一万元钱，可以选择现在花掉，那么就对应着一万块的价值；也可以选择以 4%的年化率存在银行，那么一年以后就对应着一万零四百块的价值。总结来说，决策者需要在 一个更小更快(smaller-sooner, SS)和更大更晚(larger-later, LL)的利益选项之间进行选择 and 判断。以往的研究常常将更小更快的奖赏视为相对来说不好的那个选项，贫穷、消极情绪、自尊低下、自我控制水平低下，以及精神分裂、抑郁症等精神疾病(Haushofer & Fehr, 2014; Muraven, Baumeister, & Tice, 1999; 程玉茹, 2020; Ahn et al., 2011; Dombrovski et al., 2011)都和时间折扣率呈现出显著的正相关关系，即这些情况下人们更多偏好选择较小的即时奖赏。

## 2. 拖延和跨期选择的异同总览

拖延和跨期选择都属于时间认知与决策领域的议题。结合先前的研究，拖延和跨期选择存在密切联系的原因之一是或许两者都指向缺乏自我控制的能力。当面对一个长期目标时，拖延者通常会倾向于选择推迟能够带来更大长远利益的目标行为，转而去 做可以给他带来短期快乐和利益的一系列行为(Steel, 2007; Steel & Klingsieck, 2016)，这恰好与跨期选择的概念不谋而合，拖延行为对应着跨期选择中选择较小的即时奖赏。缺乏自我控制能力导致这样的短视行为，个体无法控制住对代表短期小利益的诱惑刺激的追逐，从而会倾向于选择抛弃长期目标转向即时享乐(Ferrari, 2001; Pychyl, Lee, Thibodeau, & Blunt,

2000), 进而产生拖延行为。两者都和冲动性有着非常大的联系, 元分析结果表明, 冲动性和拖延行为之间存在高度正相关的关系(Steel, 2007), 甚至认为拖延是冲动性的副产物(Gustavson et al., 2014); 而倾向于选择较小的即时奖赏是选择性冲动能力差的标志, 这类个体往往表现出不能等待而出现冲动行为。另外, 自我控制能力也和冲动性有着密切的关联(Baumeister, 2002; Spinella, 2004), 自我控制能力较弱的个体常常会出现冲动性的行为, 比如说物质滥用(Bechara, 2005)、酒精依赖(Fox, Hong, & Sinha, 2008)以及冲动性购物(Rose, 2007; Vohs & Faber, 2007)等。因此, 在对拖延和跨期选择异同的探讨中, 我们应该关注自我控制和二者之间的关系。

两者存在紧密联系的原因还包含了它们都会受到预期想象的影响。通过自由建构法考察预期想象对拖延行为影响的研究发现, 对目标任务正性结果和正性过程的预期想象和执行任务的意愿呈显著的正相关关系, 而对目标任务负性结果和负性过程的预期想象则和拖延意愿有着正相关的关系(杨雅琪, 2021)。而在情绪对跨期选择的影响研究中证明, 想象积极的前景可以降低时间折扣率, 使被试更加偏好延迟的较大奖赏; 而想象消极的前景则会提高时间折扣率, 个体更倾向于选择较小的即时奖励(刘雷, 苏缙, 彭娟, 郭逸群, 冯廷勇, 2014; Bulley & Gullo, 2017), 并且想象越生动这种影响会越大(Zhang et al., 2019; Bulley et al., 2016), 个体主观的预期想象决定了时间折扣率的大小。

最新的研究模型中显示出两者具有非常相似的神经基础, 证实了拖延和跨期选择都与认知控制网络以及预期想象网络有着密切的关联。Peters 和 Büchel (2011)总结提出跨期选择存在三个核心的脑网络: 价值评估网络(主要包括腹侧纹状体、腹内侧前额叶、后扣带回等脑区)、认知控制网络(主要包括背外侧前额叶和前扣带回等脑区)以及预期想象网络(主要包括杏仁核、海马、腹内侧前额叶、内侧眶额叶等脑区)。冯廷勇等人(2021)则通过行为-脑、脑-行为和机器学习的联合分析, 揭示了拖延行为的三重神经结构拓扑网络: 认知控制网络、情绪调节网络(以脑岛和眶额叶为核心)以及预期想象网络。

两者的区别之处在于, 跨期选择更多和价值评估网络相关(腹内侧前额叶、纹状体起到重要的作用), 而拖延行为更多和情绪调节网络相关(脑岛起到重要的作用)。以往的研究显示, 对奖赏的渴求通常可以通过腹内侧前额叶和腹侧纹状体的激活来表征(Grabenhorst & Rolls, 2010; Bhanji & Delgado, 2014), 而对损失的厌恶和排斥则往往通过脑岛的激活来表征(Kuhnen & Knutson, 2005)。一项运用正电子发射层扫描技术(PET)的研究通过模拟人们付出努力以获取回报的情景, 发现个体大脑腹内侧前额叶和左侧纹状体中的多巴胺浓度可以正向预测个体付出努力想要追求奖赏的程度, 而双侧脑岛中多巴胺浓度则和拖延的倾向呈正相关关系(Treadway et al., 2012)。这意味着个体在进行跨期选择或拖延的决策时, 关注的侧重点可能是不一样的, 跨期选择中个体更关注可能获得的奖赏, 核心动机是追求最大化的利益, 是一种趋近动机; 而拖延行为中个体更关注的可能是对执行任务带来的负性情绪的回避, 核心动机是最小化情绪上的耗竭, 是一种回避动机。

### 3. 认知机制

拖延的时间决策模型是最新提出的有阐述拖延行为认知决策机制的模型, 整合了时间动机理论模型(Steel & König, 2006)以及时间-动机双维模型(Strunk et al., 2013)的优势, 试图阐释拖延行为中决定“现在做还是以后做”这个根本的决策问题的认知机制: 首先, 是否拖延的根本取决于拖延动机和行动动机的竞争; 其次, 这种动机的竞争可以进一步简化为行为负性过程和正性结果之间的价值权衡评估; 再次, 拖延的核心目的是通过主动推迟使负性过程发生延迟折扣; 最后, 即使做出了价值判断, 是否产生拖延行为还会受到自我控制能力的调控(杨雅琪, 2021; 冯廷勇, 王雪珂, 苏缙, 2021)。目前, 跨期选择领域还没有与之类似的认知决策过程模型, 根据上述神经基础的异同描述, 我们可以尝试对应描述跨期选择的决策过程: 首先, 跨期选择的根本是寻求奖赏动机和延迟满足动机之间的竞争; 其次, 这种动机的竞

争可以进一步简化为未来获得更大奖赏的正性结果和等待更大奖赏的负性过程之间的价值权衡评估；再次，选择的核心目的是使自己获得最大的期望效用；最后，自我控制能力也在价值权衡的过程中起到调控作用。

面临诱惑时的拖延决策模型更加符合实际的现实情况，个体做出是否拖延的决策可能需要进行两次权衡(侯滔, 2021)。第一次是对行为负性过程和正性结果之间的价值进行权衡。如果预期中行为的负性过程要大于预期中行为可能带来的正性结果，那么权衡结束，个体倾向于把任务拖延到以后再去做。而如果预期中行为可能带来的正性结果要大于预期中行为的负性过程，那么个体有当下执行任务的意愿，接下来会在这个差值和诱惑刺激的水平之间进行比较。如果两者的差值大于诱惑刺激的水平，个体就会在当下执行任务；而如果两者的差值大于0但是小于诱惑刺激的水平，那么个体依然会倾向于产生拖延行为，去做有诱惑刺激的事情。比如说，个体想要进行论文的写作，预期中论文写完后会带来学术水平提升、能够毕业的正性结果，但是写论文的过程可能面临着查找文献、不断修改等负性过程，这种负性过程的预期要大于正性结果，于是个体会不断地拖延。随着截止时间的迫近，负性过程的效用大致呈水平趋势，而正性结果的效用会陡然增加，直到超过让人感到痛苦的阈值。于是个体会把这种差值和玩手机、追剧等诱惑刺激进行比较，当这个差值要大于诱惑刺激的时候，个体便会开始论文的写作。

如果诱惑刺激对应着较小的即时奖赏，这也更贴合跨期选择的决策过程，个体权衡延迟满足带来的正性结果和延迟满足的负性过程之间的价值，如果差值大于0的话，则进一步将这个差值与即时奖励的诱惑进行比较。可能在金钱领域这样的决策过程并不明显，因为等待金钱奖励并不需要付出很多额外的代价，负性过程并不凸显，但是在健康、环境领域这样的特质便会显示出来。比如说，一个人为了长久的健康这样较大的延迟获益可能需要付出很多辛劳、承受很多代价，本来也不是每个人都会为了未来的健康而愿意忍受这些过程的痛苦；而当个体倾向于选择延迟满足的时候，又面临着和甜食等诱惑刺激的即时奖励之间的价值权衡。

两者之间的差别可能是，拖延行为中更多关注执行任务的负性过程，而跨期选择中更多关注延迟奖赏的正性结果。这也意味着，如果个体在进行拖延决策时，把是否拖延看作是在眼前诱惑刺激的小奖赏和执行任务带来的未来较大收益之间进行选择，或者是在考虑是否拖延时更多去关注正向的结果，那么拖延可能可以被看成是另一种形式的跨期选择，也许和跨期选择有更加多的相似之处，后续还需要神经基础研究的进一步证实。

#### 4. 神经环路基础

如上文所述，拖延和跨期选择都与认知控制网络以及预期想象网络有着密切的关联。Peters 和 Büchel (2011)认为，跨期选择还和个体的价值评估网络息息相关，而拖延行为还涉及到个体的情绪调节网络(冯廷勇, 王雪珂, 苏缙, 2021)。下文将具体叙述拖延和跨期选择在这些脑区网络系统作用的神经机制，进一步对比它们的异同。

价值评估网络：主要包括腹侧纹状体、腹内侧前额叶、后扣带回等脑区(Peters & Büchel, 2011)。任务态 fMRI 研究的结果显示：当个体选择即时小奖赏的时候，纹状体的激活会更强烈(刘佩伟, 2018)。正常个体前额叶与纹状体白质纤维的完整性越低，腹内侧前额叶与左半球腹侧纹状体的白质纤维连接性越强，对应的时间折扣率越大，个体越偏好选择较小的即时奖赏(Peper et al., 2013; Hampton et al., 2017)，这说明在个体的跨期选择中腹内侧前额叶和纹状体占据着非常重要的位置。

认知控制网络：主要包括背外侧前额叶和前扣带回等脑区(Peters & Büchel, 2011)。背外侧前额叶是和个体自我控制有关的关键脑区，背外侧前额叶的参与会加强个体自上而下的认知控制能力。在跨期选择领域的研究认为，背外侧前额叶的激活会使个体表现出更少的冲动倾向，更偏好于选择较大的延迟奖

赏。Figner 等人(2010)使用经颅磁技术(rTMS)的实验证实了这一点,在刺激个体的左背外侧前额叶后,被试的时间折扣率显著降低了。在大脑连接结构上,背外侧前额叶与背侧纹状体的白质纤维连接性和时间折扣率呈正相关关系,连接性越强的个体越偏好选择较小的即时奖励;而右背外侧前额叶与内侧纹状体的白质纤维连接性和时间折扣率呈负相关关系,连接性越强的个体越偏好选择较大的延迟奖赏。而在大脑功能的连接上,背外侧前额叶与腹内侧前额叶的功能连接越强,个体控制冲动的能力越强,更加偏好选择较大的延迟奖赏(Hare et al., 2009),后续的研究中也得到相似的结论(Richter et al., 2015),于是研究者猜测价值评估网络可能和认知控制网络在纹状体中发生相互作用。个体纹状体与杏仁核的正性功能耦合强度越大,时间折扣率也会越大;而时间折扣率较小的个体则表现为纹状体与背外侧前额叶的负性功能耦合强度增加(van den Bos et al., 2014)。跨期选择的偏好可能是由纹状体与背外侧前额叶、以及杏仁核的连接共同调节的,因为纹状体与背外侧前额叶功能连接的强度在纹状体与背外侧前额叶的白质纤维连接强度和个体延迟折扣率之间起到完全中介的作用;纹状体与杏仁核的功能连接强度在纹状体与杏仁核的白质纤维连接强度和个体延迟折扣率之间也起到完全中介的作用(van den Bos et al., 2014)。

拖延行为方面的研究发现,背外侧前额叶和拖延也有着密切的关联,形态学分析发现,背外侧前额叶的灰质体积可以负向预测拖延行为(刘佩伟, 2018)。静息态 fMRI 研究显示,拖延和背外侧前额叶的激活呈现出显著的负相关关系(Zhang et al., 2016)。在大脑功能连接上,背外侧前额叶和腹内侧前额叶以及背侧前扣带回和腹内侧前额叶之间的功能连接越强,拖延倾向则越小,这也意味着高拖延个体中与自我控制有关的脑网络连接确实比低拖延者要弱(Wu et al., 2016)。

情绪调节网络:主要包括脑岛、眶额叶等脑区(冯廷勇, 王雪珂, 苏缙, 2021)。在拖延行为的领域,全脑静息态相关分析发现,拖延和左侧脑岛的低频振荡振幅信号存在显著的负相关关系(刘佩伟, 2018)。大脑的功能连接上,在对照实验中拖延组扣带脑岛网络和额顶网络之间的连接要显著弱于正常组(Zhang et al., 2016; 苏缙等, 2019),同时左侧脑岛和右侧舌状回的功能连接水平可以正向预测拖延的倾向。

预期想象网络:主要包括杏仁核、海马、腹内侧前额叶、内侧眶额叶等脑区(Peters & Büchel, 2011)。在跨期选择的领域,大脑结构功能方面的研究发现,预期想象有可能受到腹内侧前额叶与腹侧纹状体之间超连通性的干扰,使个体的时间折扣率增大,更加偏好较小的即时奖赏(Hampton et al., 2017)。杏仁核同样是跨期选择中预期想象的关键脑区, van den Bos 等人(2015)发现杏仁核与纹状体的白质纤维连接性和延迟折扣呈正相关关系,连接性越强的个体越偏好选择较小的即时奖赏。而在大脑功能的连接上,当被试启动对未来情景的积极想象时,前扣带回与海马、以及杏仁核的功能连接都会增强(Peters & Büchel, 2010)。特质性焦虑和时间折扣率呈显著的正相关关系,特质性焦虑越强的个体越倾向于选择较小的即时奖赏,研究发现特质性焦虑可能是通过右侧顶下小叶与右侧旁海马、以及右侧小脑之间的功能连接影响到跨期选择的偏好(张荣, 陈志毅, 冯廷勇, 2018)。

而在拖延方面,脑成像研究说明,高拖延者确实预期想象相关的脑区(如海马、旁海马)与正常个体存在差异,旁海马和眼眶叶的灰质体积可以正向预测拖延的倾向。正性结果的预期想象与左侧背外侧前额叶皮层的灰质体积呈显著正相关关系,而负性过程的预期想象与右侧海马的灰质体积呈显著正相关关系(Hu et al., 2018; Liu & Feng, 2017)。Zhang 等人(2020)认为,拖延和特质性焦虑具有共同的神经基础,因为负责预期想象的右侧海马体完全中介了特质性焦虑和拖延,特质性焦虑可能是通过右侧海马影响到拖延行为。通过静息态功能磁共振的研究发现,腹内侧前额叶和拖延倾向之间存在显著正相关的关系,而前侧额叶和拖延之间存在显著负相关的关系。前侧额叶与前内侧前额叶、以及前侧额叶与后扣带回之间的功能连接能够正向预测个体的拖延程度;而腹内侧前额叶与背内侧前额叶、前扣带回、以及与双侧下前额叶的功能连接越强,个体的拖延倾向越小(张顺民, 2017; Wu et al., 2016),这些结论显示出腹内侧前额叶在拖延行为中扮演了举足轻重的角色。腹内侧前额叶也可能是预期想象网络的关键脑区(Jenkins

& Hsu, 2017), 该脑区损伤的患者对未来结果不敏感(Bechara & Damasio, 2002)。

通过上述内容可以看出, 拖延和跨期选择确实具有一部分共同的神经基础, 背外侧前额叶的激活会使个体表现出更少的冲动倾向, 倾向于选择更大的延迟奖赏, 也对应着更少的拖延倾向, 都指向个体的自我控制能力; 海马、旁海马等对应预期想象网络的脑区灰质体积和激活程度也会对拖延和跨期选择都造成影响。跨期选择中, 纹状体等对奖赏敏感的脑区更多产生激活、发生作用; 而在拖延行为中, 脑岛等和负性情绪、损失厌恶关联更大的脑区产生了更多激活。同时, 在大脑结构连接和大脑功能连接上两者存在一定的差异, 不同系统之间相互作用的方式是精细而复杂的, 决策行为不能简单的归结到某一个脑区的作用。

## 5. 问题及未来展望

因为目前对跨期选择的研究主要都采取在获益情境之中的研究范式, 我们对损失情境下跨期选择的认知机制和神经基础仍然知之甚少(Bickel et al., 2009; Xu et al., 2008; Yi, Mitchell, & Bickel, 2010), 因此上述认知机制和神经基础的异同都基于获益情境下跨期选择的研究。但是近年来也偶有研究探索损失情境下跨期选择的神经机制, 核磁共振实验显示, 损失情境下, 左侧前扣带回、双侧中扣带回以及双侧脑岛的灰质体积与时间折扣率呈显著负相关的关系(包文莉, 2016), 这和之前 Xu 等人(2008)的研究结论是一致的, 脑岛在损失情境中产生了激活, 这和拖延行为有着共同的神经基础。而在获益情境下脑岛并没有产生这样的作用, 未来我们可能还需要进一步探索损失情境下拖延行为和跨期选择认知机制及神经基础的异同。

综上所述, 我们可以看出拖延和跨期选择确实存在许多相似的认知机制和神经基础, 也许未来可以尝试把它们放在一个更大的共同框架下来进行比较和研究, 即个体在面对一个行为对应的当期结果和延期结果的时候, 究竟会怎样进行决策。当期结果和延期结果都有可能是正性或负性的, 这两个时间节点之间经历的预期过程也有可能是正性或负性的, 大小程度也有很多种可能, 不同的组合搭配、不同的关注重点可能分别对应着不同的决策行为。比如在面临诱惑时的拖延决策模型中, 拖延行为便对应着当期较小的正性结果(投入娱乐活动等诱惑刺激, 也有可能有的个体本身就饱受拖延的痛苦, 拖延的当期结果也是负性的), 延期较大的正性结果(执行任务所带来的收益, 也有可能有的个体畏惧执行任务后可能会有延期的负性结果), 以及负性的预期过程(执行任务过程的痛苦, 也有可能有的个体不感到这个过程痛苦), 个体侧重于关注负性的预期过程。但是也有可能拖延当期本身就令个体产生痛苦, 拖延行为更多出于对执行任务后可能的负性结果的畏惧, 而不是对执行任务负性过程的预期, 一些特殊情况在更大的框架下或许可以得以解释。而跨期选择常常对应的状态是, 当期较小的正性结果(在损失情境下也有可能是负性结果), 延期较大的正性结果(在损失情境下也有可能是负性结果), 以及负性的预期过程(也有可能有时候等待不被视为是负性的过程), 个体侧重于关注如何获得最大化利益。这也可以解释跨期选择中存在的一些特殊情况, 比如说负折扣现象, 就是对等待的过程抱有正性情绪的预期(Areni & Black, 2015; Di Cagno et al., 2019)。当建构一个更大的共同框架时, 或许可以更好地解释一些反常的现象, 也可以更好地厘清不同概念之间的区别与相似之处, 进一步探索和时间认知有关的决策行为背后的认知机制和神经基础。

## 参考文献

- 包文莉(2016). *跨期选择的认知机制与神经基础: 从获益情境到损失情境*. 硕士学位论文, 重庆: 西南大学.
- 程玉茹(2020). *自尊、损益情境对大学生跨期选择的影响*. 硕士学位论文, 天津: 天津职业技术师范大学.
- 楚翘, 肖蓉, 林倩(2010). 大学生拖延行为状况与特点研究. *中国健康心理学杂志*, 18(8), 970-972.  
<https://doi.org/10.13342/j.cnki.cjhp.2010.08.044>
- 冯廷勇, 王雪珂, 苏缙(2021). 拖延行为的发展认知机制及神经基础. *心理科学进展*, 29(4), 586-596.

- 侯滔(2021). *任务厌恶对拖延行为的影响*. 硕士学位论文, 重庆: 西南大学.
- 刘雷, 苏缙, 彭娟, 郭逸群, 冯廷勇(2014). 延迟折扣的认知与神经机制: 特质性与状态性研究取向. *心理科学进展*, 22(7), 1047-1061.
- 刘佩伟(2018). *拖延和冲动性的共同性与差异性*. 硕士学位论文, 重庆: 西南大学.
- 苏缙, 郭逸群, 陈志毅, 张顺民, 黄希庭, 冯廷勇(2019). 拖延的脑机制: 基于大尺度脑网络的分析. *中国科学: 生命科学*, 49(1), 77-88.
- 杨雅琪(2021). *预期想象影响拖延行为的认知神经机制*. 硕士学位论文, 重庆: 西南大学.
- 张荣, 陈志毅, 冯廷勇(2018). 特质焦虑影响跨期选择的神经机制: 右侧旁海马-右侧顶下小叶、右侧小脑-右侧顶下小叶的作用. 见 *第二十一届全国心理学学术会议摘要集*(pp. 341-342). 出版者不详.
- 张顺民(2017). *拖延决策的认知神经机制*. 硕士学位论文, 重庆: 西南大学.
- Ahn, W.-Y., Rass, O., Fridberg, D. J., Bishara, A. J., Forsyth, J. K. et al. (2011). Temporal Discounting of Rewards in Patients with Bipolar Disorder and Schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, 120, 911-921. <https://doi.org/10.1037/a0023333>
- Areni, C. S., & Black, I. (2015). Consumers' Responses to Small Portions: Signaling Increases Savoring and Satiation. *Psychology & Marketing*, 32, 532-543. <https://doi.org/10.1002/mar.20798>
- Baumeister, R. F. (2002). Yielding to Temptation: Self-Control Failure, Impulsive Purchasing, and Consumer Behavior. *Journal of Consumer Research*, 28, 670-676. <https://doi.org/10.1086/338209>
- Bechara, A. (2005). Decision Making, Impulse Control and Loss of Willpower to Resist Drugs: A Neurocognitive Perspective. *Nature Neuroscience*, 8, 1458-1463. <https://doi.org/10.1038/nn1584>
- Bechara, A., & Damasio, H. (2002). Decision-Making and Addiction (Part I): Impaired Activation of Somatic States in Substance Dependent Individuals When Pondering Decisions with Negative Future Consequences. *Neuropsychologia*, 40, 1675-1689. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(02\)00015-5](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00015-5)
- Bhanji, J. P., & Delgado, M. R. (2014). The Social Brain and Reward: Social Information Processing in the Human Striatum. Wiley Interdisciplinary Reviews. *Cognitive Science*, 5, 61-73. <https://doi.org/10.1002/wcs.1266>
- Bickel, W. K., Pitcock, J. A., Yi, R., & Anguaco, E. J. C. (2009). Congruence of BOLD Response across Intertemporal Choice Conditions: Fictive and Real Money Gains and Losses. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 29, 8839-8846. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5319-08.2009>
- Bulley, A., & Gullo, M. J. (2017). The Influence of Episodic Foresight on Delay Discounting and Demand for Alcohol. *Addictive Behaviors*, 66, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2016.11.003>
- Bulley, A., Henry, J., & Suddendorf, T. (2016). Prospection and the Present Moment: The Role of Episodic Foresight in Intertemporal Choices between Immediate and Delayed Rewards. *Review of General Psychology*, 20, 29-47. <https://doi.org/10.1037/gpr0000061>
- Chen, Z. Y., Zhang, R., Xu, T. et al. (2020). Emotional Attitudes towards Procrastination in People: A Large-Scale Sentiment-Focused Crawling Analysis. *Computers in Human Behavior*, 110, Article ID: 106391. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106391>
- Day, V., Mensink, D., & O'Sullivan, M. (2000). Patterns of Academic Procrastination. *Journal of College Reading and Learning*, 30, 120-134. <https://doi.org/10.1080/10790195.2000.10850090>
- Di Cagno, D., Farina, F., & Ashtiani, A. Z. (2019). Anticipatory Feelings in Intertemporal Choice on Consumption: A Dynamic Experiment. *Psychology Research and Applications*, 1, 89. <https://doi.org/10.22606/pr.2019.14002>
- Dombrowski, A. Y., Szanto, K., Siegle, G. J., Wallace, M. L., Forman, S. D. et al. (2011). Lethal Forethought: Delayed Reward Discounting Differentiates High- and Low-Lethality Suicide Attempts in Old Age. *Biological Psychiatry*, 70, 138-144. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.12.025>
- Esteban, R. C., & Ramírez, A. (2014). Procrastination and Demographic Characteristics Associated with College Students. *Tehran University Medical Journal*, 72, 113-120.
- Ferrari, J. R. (2001). Procrastination as Self-Regulation Failure of Performance: Effects of Cognitive Load, Self-Awareness, and Time Limits on "Working Best under Pressure". *European Journal of Personality*, 15, 391-406. <https://doi.org/10.1002/per.413>
- Figner, B., Knoch, D., Johnson, E. J., Krosch, A. R., Lisanby, S. H. et al. (2010). Lateral Prefrontal Cortex and Self-Control in Intertemporal Choice. *Nature Neuroscience*, 13, 538-539. <https://doi.org/10.1038/nn.2516>
- Fox, H. C., Hong, K. A., & Sinha, R. (2008). Difficulties in Emotion Regulation and Impulse Control in Recently Abstinent Alcoholics Compared with Social Drinkers. *Addictive Behaviors*, 33, 388-394. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2007.10.002>

- Frederick, S., Loewenstein, G., & O'donoghue, T. (2002). Time Discounting and Time Preference: A Critical Review. *Journal of Economic Literature*, 40, 351-401. <https://doi.org/10.1257/jel.40.2.351>
- Grabenhorst, F., & Rolls, E. T. (2010). Attentional Modulation of Affective versus Sensory Processing: Functional Connectivity and a Top-Down Biased Activation Theory of Selective Attention. *Journal of Neurophysiology*, 104, 1649-1660. <https://doi.org/10.1152/jn.00352.2010>
- Gustavson, D. E., Miyake, A., Hewitt, J. K., & Friedman, N. P. (2014). Genetic Relations among Procrastination, Impulsivity, and Goal-Management Ability. *Psychological Science*, 25, 1178-1188. <https://doi.org/10.1177/0956797614526260>
- Hampton, W. H., Alm, K. H., Venkatraman, V. et al. (2017). Dissociable Frontostriatal White Matter Connectivity Underlies Reward and Motor Impulsivity. *Neuro Image*, 150, 336-343. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.02.021>
- Hare, T. A., Camerer, C. F., & Rangel, A. (2009). Self-Control in Decision-Making Involves Modulation of the vmPFC Valuation System. *Science*, 324, 646-648. <https://doi.org/10.1126/science.1168450>
- Harriott, J., & Ferrari, J. R. (1996). Prevalence of Procrastination among Samples of Adults. *Psychological Reports*, 78, 611-616. <https://doi.org/10.2466/pr0.1996.78.2.611>
- Haushofer, J., & Fehr, E. (2014). On the Psychology of Poverty. *Science*, 344, 862-867. <https://doi.org/10.1126/science.1232491>
- Hu, Y., Liu, P. W., Guo, Y. Q., & Feng, T. Y. (2018). The Neural Substrates of Procrastination: A Voxel-Based Morphometry Study. *Brain and Cognition*, 121, 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.01.001>
- Jenkins, A. C., & Hsu, M. (2017). Dissociable Contributions of Imagination and Willpower to the Malleability of Human Patience. *Psychological Science*, 28, 894-906. <https://doi.org/10.1177/0956797617698133>
- Kuhnen, C. M., & Knutson, B. (2005). The Neural Basis of Financial Risk Taking. *Neuron*, 47, 763-770. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.08.008>
- Liu, P. W., & Feng, T. Y. (2017). The Overlapping Brain Region Accounting for the Relationship between Procrastination and Impulsivity: A Voxel-Based Morphometry Study. *Neuroscience*, 360, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.07.042>
- Muraven, M., Baumeister, R. F., & Tice, D. M. (1999). Longitudinal Improvement of Self-Regulation through Practice: Building Self-Control Strength through Repeated Exercise. *The Journal of Social Psychology*, 139, 446-457. <https://doi.org/10.1080/00224549909598404>
- Onwuegbuzie, A. J. (2004). Academic Procrastination and Statistics Anxiety. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29, 3-19. <https://doi.org/10.1080/0260293042000160384>
- Peper, J. S., Mandl, R. C. W., Braams, B. R. et al. (2013). Delay Discounting and Frontostriatal Fiber Tracts: A Combined dti and mtr Study on Impulsive Choices in Healthy Young Adults. *Cerebral Cortex*, 23, 1695. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs163>
- Peters, J., & Büchel, C. (2010). Episodic Future Thinking Reduces Reward Delay Discounting through an Enhancement of Prefrontal-Mediotemporal Interactions. *Neuron*, 66, 138-148. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.03.026>
- Peters, J., & Büchel, C. (2011). The Neural Mechanisms of Intertemporal Decision-Making: Understanding Variability. *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 227-239. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.03.002>
- Pychyl, T. A., Lee, J. M., Thibodeau, R., & Blunt, A. (2000). Five Days of Emotion: An Experience Sampling Study of Undergraduate Student Procrastination. *Journal of Social Behavior and Personality*, 15, 239-254.
- Richter, A., Petrovic, A., Diekhof, E. et al. (2015). Hyperresponsivity and Impaired Prefrontal Control of the Mesolimbic Reward System in Schizophrenia. *Journal of Psychiatric Research*, 71, 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychemes.2015.09.005>
- Rose, P. (2007). Mediators of the Association between Narcissism and Compulsive Buying: The Roles of Materialism and Impulse Control. *Psychology of Addictive Behaviors: Journal of the Society of Psychologists in Addictive Behaviors*, 21, 576-581. <https://doi.org/10.1037/0893-164X.21.4.576>
- Sirois, F. M. (2006). "I'll Look after My Health, Later": A Replication and Extension of the Procrastination-Health Model with Community-Dwelling Adults. *Personality and Individual Differences*, 43, 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.11.003>
- Spinella, M. (2004). Neurobehavioral Correlates of Impulsivity: Evidence of Prefrontal Involvement. *The International Journal of Neuroscience*, 114, 95-104. <https://doi.org/10.1080/00207450490249347>
- Stead, R., Shanahan, M. J., & Neufeld, R. W. J. (2010). "I'll Go to Therapy, Eventually": Procrastination, Stress and Mental Health. *Personality and Individual Differences*, 49, 175-180. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.03.028>
- Steel, P. (2007). The Nature of Procrastination: A Meta-Analytic and Theoretical Review of Quintessential Self-Regulatory Failure. *Psychological Bulletin*, 133, 65-94. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.65>



- Steel, P., & Klingsieck, K. B. (2016). Academic Procrastination: Psychological Antecedents Revisited. *Australian Psychologist*, 51, 36-46. <https://doi.org/10.1111/ap.12173>
- Steel, P., & König, C. J. (2006). Integrating Theories of Motivation. *The Academy of Management Review*, 31, 889-913. <https://doi.org/10.5465/amr.2006.22527462>
- Strunk, K. K., Cho, Y. J., Steele, M. R., & Bridges, S. L. (2013). Development and Validation of a 2 × 2 Model of Time-Related Academic Behavior: Procrastination and Timely Engagement. *Learning and Individual Differences*, 25, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.02.007>
- Treadway, M. T., Buckholtz, J. W., Cowan, R. L. et al. (2012). Dopaminergic Mechanisms of Individual Differences in Human Effort-Based Decision-Making. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 32, 6170-6176. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.6459-11.2012>
- van den Bos, W., Rodriguez, C. A., Schweitzer, J. B. et al. (2014). Connectivity Strength of Dissociable Striatal Tracts Predict Individual Differences in Temporal Discounting. *Journal of Neuroscience*, 34, 10298-10310. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4105-13.2014>
- van den Bos, W., Rodriguez, C. A., Schweitzer, J. B. et al. (2015). Adolescent Impatience Decreases with Increased Frontostriatal Connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, E3765-E3777. <https://doi.org/10.1073/pnas.1423095112>
- Vohs, K. D., & Faber, R. J. (2007). Spent Resources: Self-Regulatory Resource Availability Affects Impulse Buying. *Journal of Consumer Research*, 33, 537-547. <https://doi.org/10.1086/510228>
- Wu, Y., Li, L., Yuan, B. K., & Tian, X. H. (2016). Individual Differences in Resting-State Functional Connectivity Predict Procrastination. *Personality and Individual Differences*, 95, 62-67. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.02.016>
- Xu, L. J., Liang, Z.-Y. et al. (2008). Neural Mechanism of Intertemporal Choice: From Discounting Future Gains to Future Losses. *Brain Research*, 1261, 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.12.061>
- Yi, R., Mitchell, S. H., & Bichel, W. K. (2010). Delay Discounting and Substance Abuse-Dependence. In G. J. Madden, & W. K. Bickel (Eds.), *Impulsivity: The Behavioral and Neurological Science of Discounting* (pp. 191-211). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/12069-007>
- Zhang, R., Chen, Z. Y., Xu, T., & Feng, T. Y. (2020). The Overlapping Region in Right Hippocampus Accounting for the Link between Trait Anxiety and Procrastination. *Neuropsychologia*, 146, Article ID: 107571. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107571>
- Zhang, S. M., Becker, B., Chen, Q., & Feng, T. Y. (2019). Insufficient Task-Outcome Association Promotes Task Procrastination through a Decrease of Hippocampal-Striatal Interaction. *Human Brain Mapping*, 40, 597-607. <https://doi.org/10.1002/hbm.24397>
- Zhang, W. W., Wang, X. P., & Feng, T. Y. (2016). Identifying the Neural Substrates of Procrastination: A Resting-State fMRI Study. *Scientific Reports*, 6, Article No. 33203. <https://doi.org/10.1038/srep33203>