

# 跨期选择的心理机制

彭友青

西南大学心理学部, 重庆  
Email: 1426368886@qq.com

收稿日期: 2021年3月18日; 录用日期: 2021年4月16日; 发布日期: 2021年4月29日

## 摘要

跨期选择是指对发生于不同时期的成本与收益进行权衡的决策行为。无论是政府、集体还是个人都需要持续不断进行此类决策。跨期选择研究以来, 产生了时间折扣和非时间折扣两种不同的解释模型。时间折扣模型用“时间折扣率”来描述跨期选择行为, 围绕“时间折扣率”是否恒定以及时间折扣率和其他心理因素的影响展开了一系列的研究。非时间折扣模型认为个体在属性之间做比较, 且关注认知在跨期选择中的作用。未来的研究需要借助时间相关电位技术或者功能核磁共振成像技术整合不同的理论, 同时关注损失情境中的跨期选择。

## 关键词

跨期选择, 时间折扣, 非时间折扣, 属性比较

# Psychological Mechanism Intertemporal Decision Making

Youqing Peng

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing  
Email: 1426368886@qq.com

Received: Mar. 18<sup>th</sup>, 2021; accepted: Apr. 16<sup>th</sup>, 2021; published: Apr. 29<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Intertemporal decision making refers to the psychological process to weigh and choose profits and losses of the different time points. Whether it is the government, the collective or the individual, it is necessary to make such decisions continuously. Since the intertemporal decision-making research, two different explanatory models of Intertemporal decision making have been produced: time discounting model and non-time discounting model. The time discounting model uses “time

discounting rate” to describe intertemporal decision-making behavior, and a series of studies have been carried out on whether the “time discounting rate” is constant or not and the influence of time discounting rate and other psychological factors. The non-time discounting model considers individuals to compare attributes and pay attention to the role of cognition in intertemporal decision making. Future research needs to use ERP technology or functional MRI technology to integrate different theories, and pay attention to intertemporal choices in loss condition.

## Keywords

Intertemporal Decision Making, Time Discount, Non-Time Discount, Attribute Comparison

Copyright © 2021 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. 引言

跨期选择(intertemporal choice)是指人们对发生在不同时间点的成本和收益进行权衡,进而做出判断和选择的过程(Loewenstein, Read, & Baumeister, 2003; 何清华, 李丹丹, 2020; 任天虹, 胡志善, 孙红月, 刘扬, 李纾, 2015)。这类决策发生在人们生活的各个方面,小到日常家庭的消费或者储蓄的选择,大到国家各种政策的制定,都需要人们对当前和未来选项做出权衡和选择。跨期选择的概念最早由英国经济学家 John Rae 在《资本的社会理论》中提出,并且聚焦于社会经济问题如利率变化、通货膨胀等(引自 Loewenstein & Prelec, 1992)。在早期经济学家的观点中,跨期选择被认为是不同心理动机的融合,心理学家的介入使得个体的时间知觉、风险偏好等心理特征被不断地纳入到跨期选择过程之中(Ainslie, 1975; Takahashi, 2005)。

个人对未来的态度会强烈影响他们当前对储蓄、投资和创业活动的决策,从而影响金融发展(Ghosh, Parab, & Sahu, 2020)。正如亚当·斯密在《国富论》中明确指出的那样:跨期选择研究的重要性在于,跨期选择小到与个体的身体健康、家庭幸福等方面息息相关,大到与国家的宏观发展取向和经济发达程度密切相关(Frederick, Loewenstein, & O'Donoghue, 2002)。因此,近年来跨期选择的研究越来越得到经济学和心理学学者的关注。

跨期选择研究产生了不同的理论模型,比较有代表性的是“时间折扣家族模型”和非折扣模型。折扣模型以时间折扣为基础,以不同的折扣函数形式对人们的跨期决策行为进行拟合,以分析式的决策策略对时间进行折扣;非折扣模型认为,决策者受限于认知加工能力等因素的影响,不存在折扣模型所假设的折扣计算过程(刘洪志, 江程铭, 饶俪琳, 李纾, 2015; 张阳阳, 周蕾, 游旭群, 李纾, 梁竹苑, 2018)。非折扣模型大体可以分为两大类,一类为基于维度比较的模型,被称为“单维占优家族模型”,该模型认为跨期选择过程通过比较维度间的差别,以差别最大的单一维度作为决策依据,其本质是认为决策者会按照启发式原则,将有限的认知资源集中在单一维度上进行决策;另一类则更关注跨期选择中的认知和心理属性(Ericson, White, Laibson, & Cohen, 2015; 刘洪志, 江程铭, 饶俪琳, 李纾, 2015; 杨权, 尹述飞, 胡兴, 2020)。

## 2. 折扣家族模型

折扣模型认为,决策者会通过折扣函数来整合关于每个选项的奖励和时间的信息来权衡不同时间点

的主观价值(杨权, 尹述飞, 胡兴, 2020; 张阳阳, 周蕾, 游旭群, 李纾, 梁竹苑, 2018)。人们总是倾向于赋予当前或近期的损益更大的权重, 而赋予未来的损益更小的权重, 这一现象叫做时间折扣(time discounting) (Frederick, Loewenstein, & O'Donoghue, 2002)。随着收益兑换的时间延迟, 个体对于收益的主观价值会降低, 进而会倾向于选择能更快兑现的收益选项(索涛, 张锋, 赵国祥, 李红, 2014), 比如, 与“立即获得 10 元”相比, 个体对“5 天之后获得 10 元”的价值评估会大打折扣。

1937 年, 经济学家 Paul Samuelson 基于期望效用理论(Expected utility theory)提出了一个理性模型——折扣效用(Discounted utility, DU)模型, 用以解释时间折扣问题(Samuelson, 1937)。该理论假设, 人们会将将来不同时间点的效用按照指数函数形式, 用同一比率进行折扣:  $V(D) = A \exp(-kD)$ , 其中  $V$  是奖赏的主观价值,  $A$  是客观价值,  $D$  是延迟的时间,  $k$  是折扣率。该模型最大的特点是简单性和通用性。但是该模型假定折扣率稳定不变, 因此无法解释跨期选择的一些异常现象, 如符号效应、动态不一致效应等。

Ainslie (1975)最早对折扣效用模型提出质疑, 随后 Mazur (1987)提出双曲线模型指出: 人们在不同时间点的折扣率是不一样的。主观价值与时间延迟之间呈双曲线关系:  $V(D) = A/(1 + jD)^s$ ,  $j$  和  $s$  都是自由参数, 当  $j = 1$  时, 这个函数就是简单的双曲线函数。按照双曲线方程式对延迟的奖励进行拟合称为“双曲线折扣”。 $J$  和  $s$  越大, 对奖赏的折扣越大。指数折扣和双曲线折扣的显著区别在于折扣的时间过程, 定义为  $(dV/dD)/V$ 。具体来说, 在双曲线折扣中, 折扣率是延迟的递减函数, 导致“偏好反转”, 而在指数折扣中, 贴现率与延迟无关, 并且保持恒定。

时间折扣是人类决策的一个基本特征(Frederick et al., 2002), 它反映了个体如何看待未来或者过去事物的价值, 如金钱、生命等(Kawakami et al., 2020; 梁竹苑, 刘欢, 2011), 可以预测个体的教育成就、收入和死亡率(Lergetporer, Sutter, Angerer, & Gltzle-Rützler, 2014)和犯罪行为(Åkerlund, Golsteyn, Grönqvist, & Lindahl, 2016); 更有趣的是, 个体的社交媒体行为如点赞帖子和时间折扣率也存在相关关系(Ding, Bickel, & Pan, 2019)。时间折扣率反映了对结果的延迟降低其价值的程度(Amlung, Petker, Jackson, Balodis, & MacKillop, 2016)。延迟奖励的过度折扣常常等同于冲动或自我控制的缺乏, 是一个人延迟满足的认知能力的指标(Barlow, Reeves, McKee, Galea, & Stuckler, 2016)。作为一种选择冲动(MacKillop et al., 2016), 时间折扣和个人的决策风格、赌博(Steward et al., 2017)、肥胖(Amlung, Petker, Jackson, Balodis, & MacKillop, 2016; Bickel, Moody, Koffarnus, Thomas, & Wing, 2018)、物质使用障碍(Snyder, DeHart, Epstein, & Bickel, 2019)等不良行为紧密相关。此外一些特殊被试如阿尔茨海默症或轻度认知障碍以及注意缺陷/多动障碍患者也存在跨期选择障碍, 倾向于选择时的较小的奖赏(Geng et al., 2020; Jackson & MacKillop, 2016)。

时间折扣家族模型植根于经济学经典理论——理性选择理论。该理论认为人是完全理性的, 在决策行为中, 会使用推理来做出利己行为, 追求效益的最大化。对于完全理性的个体而言, 所有信息都是确定的, 即便存在不确定的因素, 也可以通过对结果的分析推断出其概率分布情况。基于此, 当人们面临跨期选择时, 以理性的方式对延迟的奖赏进行折扣。权衡选项里的所有属性得出结果。这种选择结果具有描述不变性、程序不变性以及传递性。然而, 在现实生活中, 个体并未完全按照一套精密的计算公式做出跨期选择, 跨期选择还受情绪、认知等因素的影响。美国学者西蒙认为人们的决策行为“满意度原则”, 而不是最优的结果。在跨期选择研究领域, 尽管其结果数据能被传统的时间折扣家族模型所解释。但是一旦涉及到个体的跨期选择过程, 传统的时间折扣家族模型就显得无能为力。非折扣模型考虑到跨期选择时人的认知因素, 弥补了时间折扣模型的不足, 越来越受到研究者的关注。

### 3. 非折扣家族模型

跨期选择研究以来, 出现了很多折扣模型无法解释的“异像”。如“符号效应”: 人们对收益的折

扣率要大于对损失的折扣率；量级效应：对大数目金额的贴现率要小于对小数目金钱的折扣率；时期/时间跨度效应：对于某个时期而言，如果用该期的期末日来标定它而不是用该期的时间跨度来标定它，那么被试的折扣率就会变小。非时间折扣模型如属性比较模型(Attribute-Comparison Model) (Cheng, Liang, & Janssen, 2018)，齐当别模型(Equate-to-Differentiate Model) (Su et al., 2013)和权衡模型(Tradeoff Model) (Krajbich, Lu, Camerer, & Rangel, 2012; Peters & D'Esposito, 2020) 都是在试图解决折扣模型的“异像”(anomalies)基础之上发展来的。

### 3.1. 单维占优模型

国内学者刘洪志等人(2015)采用加工分离程序(PDP)范式考察分析系统和启发系统在跨期选择中的策略贡献率的变化来检验跨期选择中的决策策略，在操纵了决策目标、认知负荷以及策略启动之后发现在跨期选择的过程中，人们更又能采用启发式的单维占优策略而不是分析系统的时间折扣策略。Zhou 等人(2016)采用路径扫描分析研究个体在风险选择中的选择模式，发现个体可能采用一种相对灵活的策略来做出有风险的选择，而不是像预期模型所规定的那样使用单一的效用最大化策略。有学者指出，基于属性比较的权衡模型和比例差异模型比双曲线模型更好地模拟数据(Cheng & González-Vallejo, 2016; Scholten, Read, & Sanborn, 2014)。研究者基于风险决策具有随机性和动态性的特点，将个体的反应时和选择同时纳入到模型之中，提出跨期选择的基于属性的随机动态模型。Dai 和 Busemeyer (2014)基于“决策场”理论(decision field theory)提出“基于属性的直接差异扩散模型”认为：个体在不同的奖赏和延迟时间等属性上进行抽样，不断收集证据或积累偏好，直到找出证据或达到偏好阈值进而做出决策，这个模型为解释跨期选择的延迟间隔效应、动态不一致效应、数量效应提供了一个总体的框架。后面的研究基于不同的理论如“词典编纂理论”(lexicographic semiorde model)和“差别阈限随机效用模型”(random-utility-with-discrimination-threshold)提出不同的动态模型。“决策场”理论认为，个体的选择是基于两个属性间的比较和权衡并且是一种补偿的模式；“词典编纂理论”假设相关属性按照特定的顺序逐个处理，并且每次在一个属性内比较选项，当给定属性上的选项之间的差异超过某个阈值时，检查过程停止，否则，决策者将转向下一个属性，决策是非补偿模式的；“差别阈限随机效用模型”和“决策场”理论最大的区别在于，决策的随机性是由于被试对时间和延迟主观价值的不确定，而不是注意力之间的转移。基于不同理论的动态模型都可以很好地描述个体的决策过程，并且不同的个体可能适用于不同的模型(Dai, Pleskac, & Pachur, 2018)。Amasino 等(2019)使用多属性漂移扩散模型(DDM)和眼动研究表明，个人在决策过程中考虑到数量比时间早，决策过程根据时间信息对数量进行排序，基于属性的比较比基于选项的比较更能代表跨期选择过程。

单维占优模型也不是完善的，该模型尚无法满意解释或预测“落花悖论”“延迟-提前不对称”效应、序列效应、多结果的跨期决策问题等(刘洪志, 江程铭, 饶俪琳, 李纾, 2015)。因此今后的研究或应发展完善单维占优模型，以更好地解释跨期决策行为。

### 3.2. 认知和心理属性

#### 3.2.1. 解释水平理论

解释水平理论(Construal Level Theory)认为自动获取的心理距离通过改变人们在心理上表征未来事件的方式来改变人们对未来事件的反应(Trope & Liberman, 2010)。人们倾向于用更抽象的心理模型，即更高水平的识解，来表征距离远的事物；用更具体的心理模型，即更低水平的识解，来表征距离近的事物(陈海贤, 何贵兵, 2014)，使得个体更在意心理距离近者的得失(高娟, 高鹏, 王晓田, 孙倩, 刘永芳, 2020)。

在解释水平理论中, 时间距离也是一种心理距离, 当个体感知到的事件发生的时间与自身的距离发生变化时, 人们的解释水平就会发生变化。在跨期选择中, 需要个体在发生在两个不同时间点的奖励中做出选择, 未来发生的事时间距离远、容易变化且无细节信息, 因此人们只能用抽象的, 相对稳定的高水平识解来表征。识解水平的思维定式会通过影响时间和金额在决策中的相对权重对跨期选择产生影响, 高识解水平下, 金额权重比较高, 时间权重比较低, 被试在高识解水平下更愿意等待或冒险(陈海贤, 何贵兵, 2014)。与抽象解释相比, 具体解释未来导致了对未来结果的偏好增加, 并减少了延迟折扣(Yi, Stuppy-Sullivan, Pickover, & Landes, 2017)。其中时间心理距离在前瞻性决策中起着基础性作用, 在不同的文化中, 那些把未来描绘得更遥远的人, 对未来的回报折扣得更强(Croote et al., 2020)。研究者认为, 在高水平识解水平下, 个体会更强的自控力, 从而使个体抵制眼前的诱惑(Fujita & Roberts, 2010)。

### 3.2.2. 自我控制理论

自我控制是个体为了实现预定目标, 对自己的心理和行为活动进行自主调节的过程和结果, 包含了一系列的决策过程(Vohs & Baumeister, 2004)。有研究者把自我控制作为一种稳定的人格特质, 高特质自我控制的个体能够更好的控制自己的冲动行为, 如成功减重者的自控力显著强于失败者(Bickel, Moody, Koffarnus, Thomas, & Wing, 2018)。

跨期选择包含两个过程: 价值评估与价值选择, 在价值评估阶段, 个体会综合等待时间和奖励两个维度上的信息; 在价值选择阶段, 根据估计的价值, 选择价值较大的那一个选项(Liu & Feng, 2012)。在价值选择阶段, 自我控制矛盾识别, 自我控制预期价值计算和执行控制三种认知过程相互影响(关元, 何嘉梅, 尚俊辰, 2018)。个体可能高估一个较小的较早的奖赏, 低估较大的较晚的奖赏, 但是由于自我的控制能力, 个体可能选择较大的较晚的奖赏(Figner et al., 2010; Hare, Camerer, & Rangel, 2009; 刘雷, 赵伟华, 冯廷勇, 2012)。背外侧前额叶可能会影响价值评估区域(如 MPFC)中的价值信号(Hare, Hakimi, & Rangel, 2014; Peters & Buchel, 2011)。

自我控制资源模型认为自我控制的执行需要自控资源, 自控资源是一种有限的资源(Muraven & Baumeister, 2000), 在参与自控任务后会出现自我损耗, 导致后续自控失败(Wagner, Altman, Boswell, Kelley, & Heatherton, 2013)。何贵兵和晏祥辉(2015)分别研究了自然条件下以及双任务范式下自我控制资源对跨期选择的影响, 发现在两种条件下自我控制资源水平越低的被试, 越偏好选择 SS 选项, 自我资源比较低的情况下, 个体会更看重现在、高估延迟时间或者低估延迟收益的价值评估(何贵兵, 晏祥辉, 2015)。索涛等(2018)进一步比较了状态自控和特质自控对跨期选择的影响, 发现高自控者在高自我损耗和地自我损耗的状态下都倾向于选择延迟收益, 而低自控者明显地受自控资源损耗程度的影响, 自我损耗使低自控者更倾向于选择较小的即时收益(索涛, 顾本柏, 张辰炎, 刘雷, 2018)。因此, 不管是状态性自控还是特质性自控, 都对跨期选择起着重要作用。

其他的理论如生命史理论(Mamerow, Frey, & Mata, 2016; Sproten, Diener, Fiebach, & Schwierer, 2018)、查询理论(Shadlen & Shohamy, 2016; Weber et al., 2007)、进化理论(Robson, 2002)、情绪理论(Loewenstein, 2011)等都是试图探析个体在决策中的认知加工过程, 为人类理解跨期选择提供了独特的视角。

时间折扣作为一个描述性模型(Frederick, Loewenstein, & O'Donoghue, 2002), 试图捕捉观察数据中的结构, 允许对行为做出预测, 但缺乏心理加工内容(Story, Vlaev, Seymour, Darzi, & Dolan, 2014)。简而言之, 时间折扣家族模型主要围绕对时间折扣现象的解释不断发展, 其最终目的是找出一个能够较好地拟合跨期选择行为数据的折扣函数公式, 而非时间折扣家族目的是探讨个体真实的决策过程(刘洪志, 江程铭, 饶俪琳, 李纾, 2015; 王大伟, 郝垒垒, 胡艺馨, 时勘, 2017)。单维占优模型认为, 参与者不会对

每个选项计算一个总价值,而是基于奖赏维度和延迟时间维度进行比较,选择维度中比较占优势的选项,如果在某个维度上的两个选项差异很小,那么参与者将不赋予这个维度决策权重或者赋予比较小的决策权重。关注认知和心理属性的研究旨在探索跨期选择的内在认知过程和影响因素。有研究认为对未回报表现出或多或少折扣的人可能在权衡选择时使用了不同的心理过程,导致他们在做出选择时寻找并结合不同的信息(Reeck, Wall, & Johnson, 2017)。此外经验证据表明,不同的模型可能适合不同的人群(Wulff & van den Bos, 2017)。在跨期选择的信息搜集过程中,有两种常见的搜索策略:比较搜索,即个体通过选项比较关于一个特征的信息;综合搜索,即个体通过多个特征获取关于一个选项的信息(Reeck, Wall, & Johnson, 2017),不同的个体采用的策略是有差异的。因此时间折扣家族和非时间折扣家族不是对立的,而是相互补充共同解释人类复杂的决策行为。

#### 4. 展望

跨期选择时基于属性还是基于选项一直都是这个领域的争论热点,但是到目前为止,这个争论并没有明确答案。在行为层面,已有研究者借助眼动技术支持跨期选择是基于属性比较的过程,但并没有神经影像上的支持,因此未来可以借助时间相关电位技术或者功能核磁成像技术整合不同的理论。

大多数研究都是以虚拟的金钱和等待时间为实验材料,但是现实生活中的决策更加复杂,在研究跨期决策时需要考虑到不同的背景,提高实验的生态效度,因此,在真实金钱的条件下,人们的选择模式是基于选项,对不同时间点选项加以折扣还是基于维度比较,也是值得我们探究的。此外人们不仅需要收益的情境下对发生在不同时间的奖励进行选择,还需要在当前损失和未来损失当中做出决策,如个体是选择现在支付较小金额罚单还是延迟一段时间支付较大金额的罚单。损失情境中的跨期选择也越来越收到研究者的关注,因此,未来研究可以综合收益和损失两个情境,或许对理解跨期选择的心理机制有帮助。

#### 参考文献

- 陈海贤, 何贵兵(2014). 心理距离对跨期选择和风险选择的影响. *心理学报*, 46(5), 677-690.
- 高娟, 高鹏, 王晓田, 孙倩, 刘永芳(2020). 得失情境下他人参照点及心理距离对自我-他人利益权衡的影响. *心理学报*, 52(5), 633-644.
- 关元, 何嘉梅, 尚俊辰(2018). 跨期决策中自我控制的加工机制. *心理研究*, 11(3), 195-203.
- 何贵兵, 晏祥辉(2015). 自我控制资源水平及其变化对跨期选择的影响. *心理科学*, 38(6), 1445-1451.
- 何清华, 李丹丹(2020). 中国儿童青少年跨期决策的发展与脑发育机制. *心理科学进展*, 28(3), 381-389.
- 梁竹苑, 刘欢(2011). 跨期选择的性质探索. *心理科学进展*, 19(7), 959-966.
- 刘洪志, 江程铭, 饶俪琳, 李纾(2015). “时间折扣”还是“单维占优”?——跨期决策的心理机制. *心理学报*, 47(4), 522-532.
- 刘雷, 赵伟华, 冯廷勇(2012). 跨期选择的认知机制与神经基础. *心理科学*, 35(1), 56-61.
- 任天虹, 胡志善, 孙红月, 刘扬, 李纾(2015). 选择与坚持: 跨期选择与延迟满足之比较. *心理科学进展*, 23(2), 305-315.
- 索涛, 顾本柏, 张辰炎, 刘雷(2018). 不同特质自控者在跨期选择中自我损耗后效的差异. *心理科学*, 41(6), 1443-1449.
- 索涛, 张锋, 赵国祥, 李红(2014). 时间感知差异对跨期选择倾向的影响作用. *心理学报*, 46(2), 165-173.
- 王大伟, 郝垒垒, 胡艺馨, 时勤(2017). 结果与过程: 时间折扣模型与随机动态模型之比较. *山东师范大学学报*, 62(3), 117-126.
- 杨权, 尹述飞, 胡兴(2020). 跨期选择中的年龄差异及其机制. *心理科学进展*, 28(6), 987-993.
- 张阳阳, 周蕾, 游旭群, 李纾, 梁竹苑(2018). 跨期决策是否基于“折扣计算”: 来自双分离范式的证据. *中国科学: 生命科学*, 48(5), 592-608.
- Ainslie, G. (1975). Specious Reward: A Behavioral Theory of Impulsiveness and Impulse Control. *Psychological Bulletin*, 82, 463-496. <https://doi.org/10.1037/h0076860>

- Åkerlund, D., Golsteyn, B. H. H., Grönqvist, H., & Lindahl, L. (2016). Time Discounting and Criminal Behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*, 6160-6165. <https://doi.org/10.1073/pnas.1522445113>
- Amasino, D. R., Sullivan, N. J., Kranton, R. E., & Huettel, S. A. (2019). Amount and Time Exert Independent Influences on Intertemporal Choice. *Nature Human Behaviour*, *3*, 383-392. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0537-2>
- Amlung, M., Petker, T., Jackson, J., Balodis, I., & MacKillop, J. (2016). Steep discounting of delayed monetary and food rewards in obesity: a meta-analysis. *Psychological Medicine*, *46*, 2423-2434. <https://doi.org/10.1017/S0033291716000866>
- Barlow, P., Reeves, A., McKee, M., Galea, G., & Stuckler, D. (2016). Unhealthy Diets, Obesity and Time Discounting: A Systematic Literature Review and Network Analysis. *Obesity Reviews*, *17*, 810-819. <https://doi.org/10.1111/obr.12431>
- Bickel, W. K., Moody, L. N., Koffarnus, M., Thomas, J. G., & Wing, R. (2018). Self-Control as Measured by Delay Discounting Is Greater among Successful Weight Losers than Controls. *Journal of Behavioral Medicine*, *41*, 891-896. <https://doi.org/10.1007/s10865-018-9936-5>
- Cheng, J., & González-Vallejo, C. (2016). Attribute-Wise vs. Alternative-Wise Mechanism in Intertemporal Choice: Testing the Proportional Difference, Trade-Off, and Hyperbolic Models. *Decision*, *3*, 190-215. <https://doi.org/10.1037/dec0000046>
- Cheng, J., Liang, S., & Janssen, C. (2018). Discounting or Intra-Attribute Comparison: A Review of Choice Mechanism in Intertemporal Choice. *Cognition, Brain, Behavior*, *22*, 111-125. <https://doi.org/10.24193/cbb.2018.22.08>
- Croote, D. E., Lai, B., Hu, J., Baxter, M. G., Montagrin, A., & Schiller, D. (2020). Delay Discounting Decisions Are Linked to Temporal Distance Representations of World Events across Cultures. *Scientific Reports*, *10*, 12913. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69700-w>
- Dai, J., & Busemeyer, J. R. (2014). A Probabilistic, Dynamic, and Attribute-Wise Model of Intertemporal Choice. *Journal of Experimental Psychology: General*, *143*, 1489-1514. <https://doi.org/10.1037/a0035976>
- Dai, J., Pleskac, T. J., & Pachur, T. (2018). Dynamic Cognitive Models of Intertemporal Choice. *Cognitive Psychology*, *104*, 29-56. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2018.03.001>
- Ding, T., Bickel, W. K., & Pan, S. (2019). Predicting Delay Discounting from Heterogeneous Social Media Data. *Social Network Analysis and Mining*, *9*, Article No. 27. <https://doi.org/10.1007/s13278-019-0574-x>
- Ericson, K. M. M., White, J. M., Laibson, D., & Cohen, J. D. (2015). Money Earlier or Later? Simple Heuristics Explain Intertemporal Choices Better Than Delay Discounting Does. *Psychological Science*, *26*, 826-833. <https://doi.org/10.1177/0956797615572232>
- Figner, B., Knoch, D., Johnson, E. J., Krosch, A. R., Lisanby, S. H., Fehr, E. et al. (2010). Lateral Prefrontal Cortex and Self-Control in Intertemporal Choice. *Nature Neuroscience*, *13*, 538-539. <https://doi.org/10.1038/nn.2516>
- 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>
- Fujita, K., & Roberts, J. C. (2010). Promoting Prospective Self-Control through Abstraction. *Journal of Experimental Social Psychology*, *46*, 1049-1054. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.05.013>
- Geng, Z., Wu, X., Wang, L., Zhou, S., Tian, Y., Wang, K. et al. (2020). Reduced Delayed Reward Selection by Alzheimer's Disease and Mild Cognitive Impairment Patients during Intertemporal Decision-Making. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *42*, 298-306. <https://doi.org/10.1080/13803395.2020.1711873>
- Ghosh, T., Parab, P. M., & Sahu, S. (2020). Analyzing the Importance of Forward Orientation in Financial Development-Economic Growth Nexus: Evidence from Big Data. *Journal of Behavioral Finance*, 1-9. <https://doi.org/10.1080/15427560.2020.1772795>
- 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>
- Hare, T. A., Hakimi, S., & Rangel, A. (2014). Activity in dlPFC and Its Effective Connectivity to vmPFC Are Associated with Temporal Discounting. *Frontiers in Neuroscience*, *8*, 50. <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00050>
- Jackson, J., & MacKillop, J. (2016). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Monetary Delay Discounting: A Meta-Analysis of Case-Control Studies. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *1*, 316-325. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2016.01.007>
- Kawakami, N., Watanabe, K., Nishi, D., Takagi, D., Hashimoto, H., & Tanaka, S. C. (2020). Time Preference and Personal Value: A Population-Based Cross-Sectional Study in Japan. *BMC Psychology*, *8*, 85. <https://doi.org/10.1186/s40359-020-00458-6>
- Krajibich, I., Lu, D., Camerer, C. F., & Rangel, A. (2012). The Attentional Drift-Diffusion Model Extends to Simple Purchasing Decisions. *Frontiers in Psychology*, *3*, 193-193. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00193>
- Lergetporer, P., Sutter, M., Angerer, S., & Gltzle-Rützler, D. (2014). *The Effects of Language on Children's Intertemporal Choices*. IZA Discussion Paper No. 9383.
- Liu, L., & Feng, T. (2012). The Neural Predictors of Choice Preference in Intertemporal Choice. *Brain Research*, *1436*,

- 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.12.018>
- Loewenstein, G. (2011). *Out of Control: Visceral Influences on Behavior*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvcn4j8j.31>
- Loewenstein, G., Read, D., & Baumeister, R. F. (2003). *Time and Decision: Economic and Psychological Perspectives of Intertemporal Choice*. New York: Russell Sage Foundation.
- MacKillop, J., Weafer, J., C. Gray, J., Oshri, A., Palmer, A., & de Wit, H. (2016). The Latent Structure of Impulsivity: Impulsive Choice, Impulsive Action, and Impulsive Personality Traits. *Psychopharmacology*, 233, 3361-3370. <https://doi.org/10.1007/s00213-016-4372-0>
- Mamerow, L., Frey, R., & Mata, R. (2016). Risk Taking across the Life Span: A Comparison of Self-Report and Behavioral Measures of Risk Taking. *Psychology and Aging*, 31, 711-723. <https://doi.org/10.1037/pag0000124>
- Mazur, J. E. (1987). An Adjusting Procedure for Studying Delayed Reinforcement. In *The Effect of Delay and of Intervening Events on Reinforcement Value* (pp. 55-73). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Muraven, M., & Baumeister, R. F. (2000). Self-Regulation and Depletion of Limited Resources: Does Self-Control Resemble a Muscle? *Psychological Bulletin*, 126, 247-259. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.2.247>
- Peters, J. A.-O., & D'Esposito, M. (2020). The Drift Diffusion Model as the Choice Rule in Inter-Temporal and Risky Choice: A Case Study in Medial Orbitofrontal Cortex Lesion Patients and Controls. *PLoS Comput Biol*, 16, e1007615. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007615>
- Peters, J., & Buchel, C. (2011). The Neural Mechanisms of Inter-Temporal Decision-Making: Understanding Variability. *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 227-239. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.03.002>
- Reeck, C., Wall, D., & Johnson, E. J. (2017). Search Predicts and Changes Patience in Intertemporal Choice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114, 11890-11895. <https://doi.org/10.1073/pnas.1707040114>
- Robson, A. J. (2002). Evolution and Human Nature. *Journal of Economic Perspectives*, 16, 89-106. <https://doi.org/10.1257/0895330027274>
- Samuelson, P. A. (1937). A Note on Measurement of Utility. *The Review of Economic Studies*, 4, 155-161. <https://doi.org/10.2307/2967612>
- Scholten, M., Read, D., & Sanborn, A. (2014). Weighing Outcomes by Time or Against Time? Evaluation Rules in Intertemporal Choice. *Cognitive Science*, 38, 399-438. <https://doi.org/10.1111/cogs.12104>
- Shadlen, M. N., & Shohamy, D. (2016). Decision Making and Sequential Sampling from Memory. *Neuron*, 90, 927-939. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.04.036>
- Snider, S. E., DeHart, W. B., Epstein, L. H., & Bickel, W. K. (2019). Does Delay Discounting Predict Maladaptive Health and Financial Behaviors in Smokers? *Health Psychology*, 38, 21-28. <https://doi.org/10.1037/hea0000695>
- Sproten, A. N., Diener, C., Fiebach, C. J., & Schwieren, C. (2018). Decision Making and Age: Factors Influencing Decision Making under Uncertainty. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 76, 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2018.07.002>
- Steward, T., Mestre-Bach, G., Fernandez-Aranda, F., Granero, R., Perales, J. C., Navas, J. F. et al. (2017). Delay Discounting and Impulsivity Traits in Young and Older Gambling Disorder Patients. *Addictive Behaviors*, 71, 96-103. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2017.03.001>
- Story, G. W., Vlaev, I., Seymour, B., Darzi, A., & Dolan, R. J. (2014). Does Temporal Discounting Explain Unhealthy Behavior? A Systematic Review and Reinforcement Learning Perspective. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8, 76. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00076>
- Su, Y., Rao, L., Sun, H., Du, X., Li, X., & Li, S. (2013). Is Making a Risky Choice Based on a Weighting and Adding Process? An Eye-Tracking Investigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 39, 1765-1780. <https://doi.org/10.1037/a0032861>
- Takahashi, T. (2005). Loss of Self-Control in Intertemporal Choice May Be Attributable to Logarithmic Time-Perception. *Medical Hypotheses*, 65, 691-693. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2005.04.040>
- Trope, Y., & Liberman, N. (2010). Construal-Level Theory of Psychological Distance. *Psychological Review*, 117, 440-462. <https://doi.org/10.1037/a0018963>
- Vohs, K. D., & Baumeister, R. F. (2004). Self-Control. In *Encyclopedia of Applied Psychology* (Vol. 3, pp. 369-373). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B0-12-657410-3/00165-3>
- Wagner, D. D., Altman, M., Boswell, R. G., Kelley, W. M., & Heatherton, T. F. (2013). Self-Regulatory Depletion Enhances Neural Responses to Rewards and Impairs Top-Down Control. *Psychological Science*, 24, 2262-2271. <https://doi.org/10.1177/0956797613492985>
- Weber, E. U., Johnson, E. J., Milch, K. F., Chang, H., Brodscholl, J. C., & Goldstein, D. G. (2007). Asymmetric Discounting in Intertemporal Choice: A Query-Theory Account. *Psychological Science*, 18, 516-523.



<https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01932.x>

Wulff, D., & van den Bos, W. (2017). Modeling Choices in Delay Discounting. *Psychological Science*, 29, 1890-1894.

<https://doi.org/10.1177/0956797616664342>

Yi, R., Stuppy-Sullivan, A., Pickover, A., & Landes, R. D. (2017). Impact of Construal Level Manipulations on Delay Discounting. *PLoS ONE*, 12, e0177240. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177240>