

延迟贴现任务的适配模型选择:四种贴现模型的对比研究

陈贵^{1,2}, 蔡太生², 肖水源¹

(1.中南大学公共卫生学院社会医学与卫生事业管理系,长沙 410078;

2.中南大学湘雅二医院医学心理学研究所,长沙 410011)

【摘要】 目的:对四种延迟贴现模型(两个单参数贴现模型:指数衰减模型和双曲线模型;两个双参数模型:类双曲线模型和幂函数模型)进行比较,选择最优模型用于贴现数据拟合。**方法:**分别用四种贴现模型对61名青少年被试的延迟贴现数据进行拟合,比较它们在群组水平和个体水平的拟合情况。**结果:**①无论是在群组水平还是在个体水平,双参数模型对贴现数据拟合的有效性、适配性均优于单参数贴现模型;②两双参数模型的参数 s 均显著小于1,其增加合理。**结论:**双参数模型优于单参数模型。

【关键词】 延迟贴现;延迟奖赏;贴现模型;青少年;金钱;食物

中图分类号: R395.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2014)05-0768-06

Fitting Model Selection for Delay Discounting

CHEN Gui, CAI Tai-sheng, XIAO Shui-yuan

Medical Psychological Institute, Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China

【Abstract】 Objective: The present study compared four discounting models(two one-parameter models: the exponential decay model and the hyperbola model, and two two-parameter models: the hyperboloid-like model and the power exponential function model) in order to select an optimal fitting discounting model. **Methods:** The delay discounting data of sixty-one adolescents were fitting separately into the four discounting models, and the fitting indexes in the four models were compared at both group and individual levels. **Results:** ①Two-parameter models were more better-fitting than one-parameter models both on data fitting validity and parameter estimates. ②The parameter s of both two-parameter models were significantly less than 1.0, and its increase was reasonable. **Conclusion:** Two-parameter models provides more-to-excellent fits than one-parameter models for the delay discounting.

【Key words】 Delay discounting; Delay rewards; Discounting models; Adolescent; Money; Food

同样奖赏,可立即获取,或等待一段时间后获得,毫无疑问,典型行为取向应是前者。吃惊的是,即使增加等待后的份量,一定份量之内人们仍会选择立即获得。行为经济学假设认为未来奖赏的价值会随收获时间增长而贬值,这种现象被称为延迟贴现,或称为延迟折扣、时间贴现,心理学研究中常用延迟贴现任务对其进行测量。延迟贴现任务的实验范式一般设置多个延迟时间,固定延迟奖赏值,调节即时奖赏的大小,让被试在即时奖赏和延迟奖赏之间做出选择^[1-3]。当即时奖赏减少到一定份量时,被试的选择发生逆转,此时的即时奖赏即为无差异点(indifference point),反应被试在此延迟时间上对延迟奖赏的主观价值。在每个延迟时间上均可确定一个无差异点,由此得一组数据反应被试的延迟贴现能力。

一直以来,经济学家和心理学家都在努力寻找主观价值随延迟时间变化的最优函数关系,以便更好地对延迟贴现数据进行描述。经济学领域,Samu-

elson 基于标准贴现效用提出了指数衰减模型,此函数最先用于贴现任务描述^[4,5]。

$$V=Ae^{-kD} \quad (\text{方程式1})$$

其中 V 代表延迟奖赏贴现后的主观价值, A 代表延迟奖赏值, k 为贴现率参数, D 代表延迟时间(下同)。该模型认为延迟奖赏贴现的主要原因是等待过程存在着风险因素,贴现可在一定程度上抵消这种风险。指数衰减模型预测个体选择独立于奖赏价值且具有时间一致性偏好,即无论延迟奖赏的设定是大或小,延迟时间如何变化,延迟奖赏的主观价值均按照固定比例下降, k 值固定不变。

被试虽偏好即时奖赏,但当即时奖赏由较短延迟等待变为稍长延迟等待时,被试可能偏好延迟奖赏^[6-8],如:被试会选择在今天获得100元而不愿意等待1年后得200元,而当两个选项都延迟相同时间,假设是三个月,被试可能选择等待1年3个月后获得200元,而不是三个月后得到100元。方程式1能较好预测被试的时间一致性偏好,但无法就时间不一致性以及偏好逆转做出解释,随着研究的深入,方程式1受到了广泛质疑,进而提出了双曲线模型^[9,10]:

第一通讯作者:蔡太生,caitigers@sina.com

第二通讯作者:肖水源,xiaosy@live.com

$$V=A/(1+kD) \quad (\text{方程式2})$$

经验主义结果表明,方程式2与方程式1相比,短期延时方程式2的曲线下降的速度快于方程式1,但长期延时其下降速度要慢于方程式1。多项研究结果也证明被试k值恒定的假设是错误的,被试的贴现率会随延迟奖赏的价值变化而发生改变。方程式2中的k值存在着数量效应,与延迟奖赏价值呈负相关^[11-13],且斜率预测可大于1.0^[6,10,14],区别于方程式1中k值恒定。方程式2无差异函数(indifference function)的斜率预测特性可解释延迟贴现选择偏好逆转,也可解释时间不一致偏好^[15],这是方程式1所不具备的。此外,用方程式2拟合的适配参数也多高于方程式1^[16]。鉴于上述优点,目前普遍采用方程式2拟合贴现数据。

方程式2作为贴现研究中的通用数学模型,描述中也同样存在着明显缺陷,主要是因为它倾向于在短期延迟时高估主观价值,在长期延迟时却容易低估主观价值^[17,18]。为进一步解决这一问题,研究者从实证依据出发增加参数对曲线变化进行调节^[19,20],提出了类双曲线模型:

$$V=A/(1+kD)^s \quad (\text{方程式3})$$

此模型通过增加参数s将方程式2中的分母变为指数形式。一般认为参数s是反应个体对延迟时间或延迟奖赏刻度变化敏感性差异的自由参数^[12,20,21],受个体自身因素影响,不随延迟奖赏设定值变化发生改变。参数s的增加有效调节了方程式2的曲线形状,特别是当s<1时,曲线会随延迟时间增加成水平拉伸,更为平坦。方程式3解决了对主观价值预测偏高或偏低的缺点,方差变量解释量(R²)与前两种模型相比也显著增加^[16,21-23],对贴现行为描述更精确。

Rachlin提出了另一双参数模型——幂函数模型,此模型符合函数的广义匹配法则,也符合常系数替代(constant-elasticity-of-substitution)效用功能的最大化原则^[24]。

$$V=A/(1+kD)^s \quad (\text{方程式4})$$

与方程式3一样,二者都来源于Steven的心理幂定律。根据Rachlin的研究假设,参数s反应个体贴现行为对延迟时期变化的敏感性,与方程式3中s的含义不同。方程式3和方程式4对群组数据拟合的R²统计量均大于单参数模型^[16,21-24],多项研究证明两个双参数模型中的参数s是显著偏离1.0(当s=1时,即为方程式2),这些研究结论多数仅限于群组数据结论^[17,21-23,25],极少研究从个体层面进行分析。

一个好心理模型不仅应较好的去描述群组情况,也应对个体数据做出较好描述。群组水平以所有被试主观价值的中位数为估计值,用贴现模型对群组数据进行非线性拟合得出结论,其模型适配性良好的结论并不反应模型对所以被试的适配性均良好。另外,群组数据分析所得出研究结论易使犯I类错误的概率增大,造成参数(s与k)与统计量(R²)组内、组间差异未达显著的却接受了显著性差异的错误。因此,最佳适配模型的证明需要进一步基于个体数据进行比较和分析。

1 对象与方法

1.1 被试

通过学校心理咨询室发布心理游戏体验信息,共招募了73名被试。主试与被试一对一完成测试任务,主试对操作要求进行详细说明并对被试的疑问进行耐心解释。1名被试中途退出,另外主观价值无变化(6人)或高低起伏(5人)者排除在分析数据之外,最后剩下61份有效数据。被试平均年龄14.02±2.03岁,男生39人,女生22人。任务完成后发放10元现金以作酬劳。

1.2 食物-金钱延迟贴现任务

该任务用flash语言编写,在测试过程中由14.1英寸显示屏手提电脑呈现。任务设置三种不同奖赏刺激:价值100元的食物、100元和1000元,延迟时期均设置7个水平:1天、2天、7天、14天、30天、182天和365天。任务主观价值的测定采用滴定序列流程(titrating sequence procedure)进行测量,每一延迟时期的即时选项从总刺激值的中值开始,之后根据被试选择情况自行调整选项,选择延迟选项,即时奖赏增加,选择即时选项,即时奖赏下降,本研究即时奖赏的变化量设定为总刺激值的1/20,食物延迟贴现任务中规定食物价值为5元/份,即时选项变化量设定为1份。被试的选择在即时选项和延迟选项之间发生交替时,交替前的即时选项值为主观价值,接着进入下一个延迟时期的任务选择。每一延迟时期(自变量)均会确定一个主观价值(应变量)与之相对应,形成一组原始贴现数据。被试内设计研究结果表明滴定序列流程和固定(升序或降序)序列流程(fixed sequence procedures)之间并不存在系统差异^[26],滴定序列流程可大大减少被试选择步骤数。

1.3 实验程序

被试在测量身高、体重后,参加延迟贴现任务测试。首先要求被试自己阅读指导语,正式测试之前

设置一个施测阶段,被试在测试员的指导下完成100元延迟贴现任务前两个延迟时期的选择,在选项呈现时,测试员询问被试:如有100元的奖励,你是愿意现在拿走X元,还是愿意等待X天后拿走100元?要求被试根据自己意愿做出选择,并指导其完成任务操作。确保被试弄清选择要领后,被试填写基本信息资料进入正式测试。

每个被试按固定顺序完成三个分任务,依次是:食物,100元,1000元。考虑到食物变质问题会给被试选择带来顾虑,将食物份数设置为对应份数食物券,并虚拟被试可以随时兑换的情境。被试在即时选项和延迟选项之间做出选择后,两个选项立即做出数字调整,下方按钮将消失2秒钟,控制点击速度,整个任务需要20分钟左右。

1.4 统计分析

用Origin 8.0软件对贴现数据进行四种贴现模型的非线性拟合,用SPSS 17.0对四种模型之间的拟合参数进行差异性比较。

2 结果

2.1 群组水平的分析

贴现任务规定短期延迟时被试的主观价值不能大于延迟奖赏值,长期延迟时其主观价值不能小于0,且假定主观价值的贴现程度会随延迟时期增加增大。因此,在每一延迟时间上所有被试的主观价值均呈典型偏态分布,模型拟合后所得参数也将呈偏

态分布,此时,中位数是其平均情况的最好反映量。以所有被试主观价值的中位数为群组水平的主观价值,分别用四种模型对三种延迟贴现任务的群组贴现数据进行非线性拟合,拟合参数见表1,拟合曲线见图1(左列)。图1右列是对左列图中X轴(延迟时期)取自然对数值后的拟合曲线图,拉大点与点之间距离以便清楚观察点与线之间关系。相同奖赏刺激情况下,方程式3和方程式4的方差变异解释量($R^2 > 0.900$)均高于方程式1和方程式2的方差变异解释量($R^2 < 0.900$)。在三种延迟刺激情况下,两单参数模型的拟合曲线在短期延迟时位于主观价值的上方,在长期延迟时位于主观价值的下方。主观价值到双参数模型拟合曲线的距离要远小于单参数模型拟合曲线,双参数模型拟合降低了高估或低估主观价值的系统误差。

表1 三种强化刺激条件下四种贴现模型非线性拟合的参数值

延迟贴现模型	100元价值的食物			100元钱			1000元钱		
	k	s	R^2	k	s	R^2	k	s	R^2
方程式1	-0.059	—	0.706	-0.006	—	0.280	-0.003	—	0.591
方程式2	0.098	—	0.867	0.022	—	0.651	0.005	—	0.698
方程式3	0.568	0.380	0.968	0.332	0.237	0.974	0.171	0.187	0.960
	0.338	0.427	0.922	0.255	0.289	0.898	0.239	0.194	0.912
方程式4	0.233	0.614	0.965	0.114	0.517	0.941	0.057	0.527	0.939
	0.222	0.615	0.926	0.078	0.558	0.903	0.048	0.515	0.900

注:“—”代表参数值缺失,斜体数据是方程式3和方程式4个体数据拟合后各参数的中位数,方程式1和方程式2在三种延迟刺激情况下对部份个体数据不能有效拟合,故无此项列出。

表2 个体水平双参数模型参数s的t比率统计检验结果

	食物刺激		100元刺激		1000元刺激	
	四分位差范围	个案数 $s < 1^a(\%) / s(t) < 1^b$	四分位差范围	个案数 $s < 1^a(\%) / s(t) < 1^b$	四分位差范围	个案数 $s < 1^a(\%) / s(t) < 1^b$
方程式3	0.16 ~ 1.72	34(55.74%)/34	0.11 ~ 0.55	43(70.49%)/42	0.12 ~ 0.76	44(72.13%)/44
方程式4	0.40 ~ 1.15	42(68.85%)/34	0.35 ~ 0.84	41(67.21%)/37	0.36 ~ 0.81	46(75.41%)/41

注:a为s值小于1;b为s的t比率统计检验结果显著小于1。

2.2 个体水平拟合有效性及适配性比较

用四种贴现模型对所有被试的原始贴现数据进行拟合,单参数模型对部分个体数据不能有效拟合,食物:16例不能用方程式1拟合,14例不能用方程式2拟合;100元:21例不能用方程式1拟合,14例不能用方程式2拟合;1000元:15例不能用方程式1拟合,12例不能用方程式2拟合。三种刺激条件下,两双参数模型实现了所有个体数据的有效拟合,且均达显著性,各参数的中位数值见表1。就个体水平的平均 R^2 值而言,方程式3的高于方程式4的,但Wilcoxon秩和检验并没有发现方程式3和方程式4的 R^2 值存在明显差异性($Z_{食物} = -0.542, P = 0.588 >$

0.05 ; $Z_{100元} = -1.104, P = 0.269 > 0.05$; $Z_{1000元} = -1.735, P = 0.083 > 0.05$)。Friedman检验结果表明两双参数模型组内不同刺激任务的 R^2 统计量均不存在显著差异性,方程式3($\chi^2 = 2.576, df = 2, P = 0.276 > 0.05$)和方程式4($\chi^2 = 3.119, df = 2, P = 0.210 > 0.05$)对食物、100元钱、1000元钱三个分贴现任务均表现出一致性拟合效果。因此,就 R^2 而言,方程式3和方程式4的适配性差异不显著。

2.3 双参数模型参数S的合理性分析

评估双参数模型中参数S增加的合理性,评估方法由t比率统计(t-ratio statistic)来实现,检测s是否显著偏离于1.0。此方法由Myerson和Green首次

提出的,用1减去参数 s 的估计值,再除以 s 的标准误, t 比率的结果有 $(n-p)$ 个自由度, n 为数据点个数, p 为模型中的参数估计个数^[17,27],本研究0.05水准, t 值大于2.201;0.01水准, t 值大于3.106。群组水

平,方程式3和方程式4对三个分任务拟合后的参数 s 均显著小于1,同类延迟刺激条件下,方程式3的参数 s 小于方程式4,见表1。个体水平的评估结果见表2。两双参数模型的参数 s 显著偏离1,增加合理。

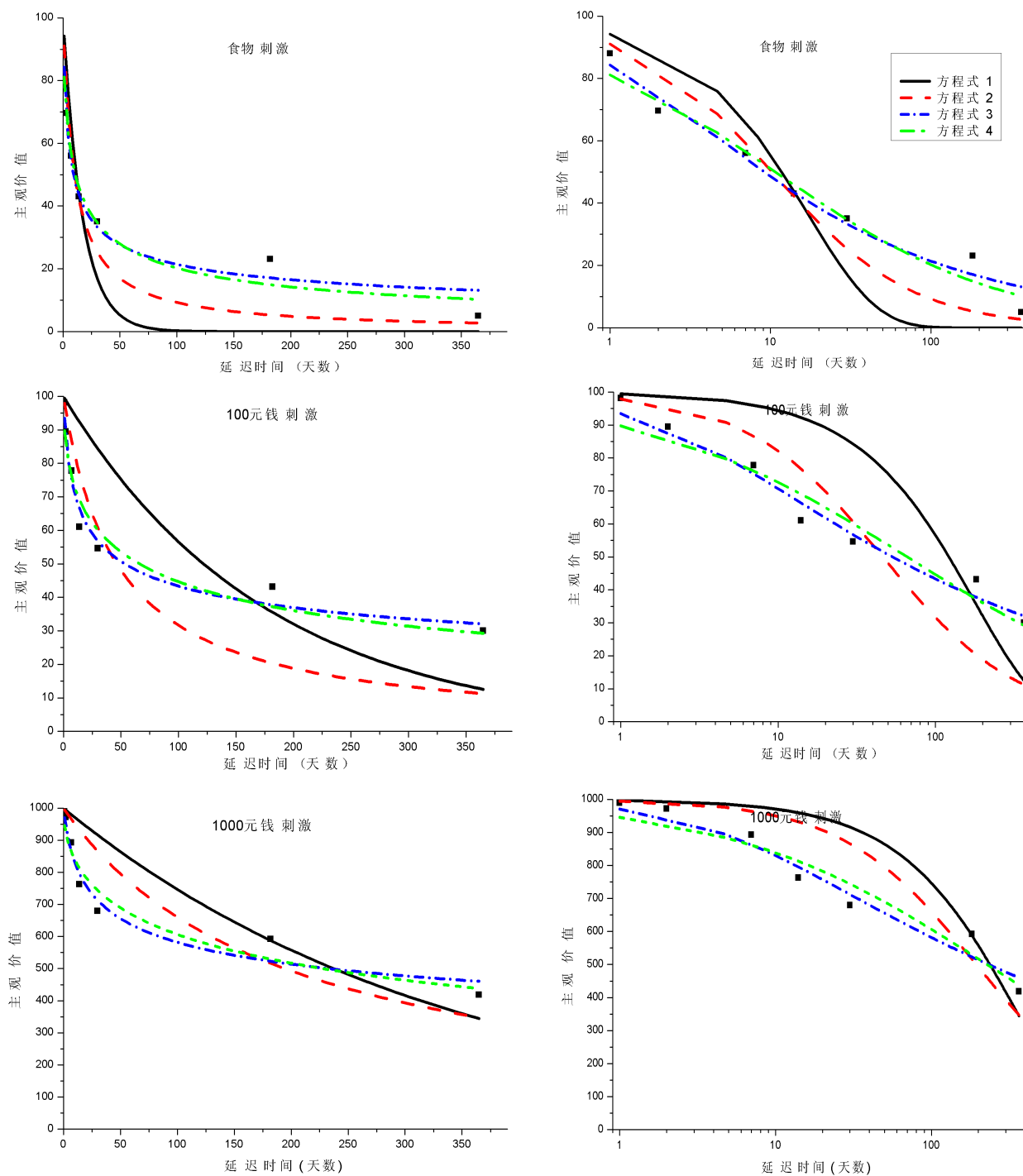


图1 群组水平四种延迟贴现模型在三类延迟刺激下的曲线拟合图

3 讨 论

本研究采用自编“食物-金钱延迟贴现任务”获得贴现数据,从群组水平和个体水平对四个贴现模

型的数据拟合情况进行了比较,旨在用实证数据比较四个贴现模型的优劣性,这将为今后贴现数据的有效性描述提供良好理论基础。研究结果表明用双参数模型对贴现数据进行拟合要比以往单参数模型

拟合更优。本研究通过对比发现两单参数模型无论在群组水平还是在个体水平上其拟合结果均不理想,具体表现为:两单参数模型群组水平 R^2 比以往研究结果要偏低^[5,10,21],方程式2的 R^2 要高于方程式1;个体水平拟合时,两单参数模型均存在部分数据不能拟合的情况,其中方程式1不能拟合的个案多于方程式2。两双参数模型在群组水平拟合的 R^2 均达显著水平,主观价值点距离其贴现曲线非常接近,表现出良好适配性,与McKerchara等人的研究结果一致^[23]。群组水平两双参数模型虽均表现出良好适配性,但存在着细小的差异,方程式3在三种刺激条件下的 R^2 统计量都大于方程式4的,方程式3的拟合曲线也比方程式4的拟合曲线更接近各延迟时间上的主观价值,似方程式3表现出更优适配性,但之后个体水平层面的分析并没发现二者之间有明显差异性存在。双参数模型的 R^2 在三种延迟刺激之间的Firedman检验结果表明,两个双参数模型对三种不同延迟刺激的贴现数据均表现出一致性拟合效果,避免了偶然因素的影响。

Myerson^[20]和Odum等人^[18]的研究发现当 s 小于1时,被试主观价值的拟合曲线将随延迟时间增加成水平方向拉伸,比方程式2的拟合曲线更为平坦。虽然 s 在两个贴现模型中的本质意义有所区别,但从曲线拟合图来看,显而易见,它们却起到了同样的调节作用,使两个双参数模型都不同程度地避免了短期延迟高估被试主观价值长期延迟低估被试主观价值的系统偏差,弥补了方程式1和方程式2拟合的不足。双参数模型的拟合曲线与方程2的拟合曲线相比,群组贴现数据更均匀的分布在曲线两侧或更多的落于曲线之上,非线性回归的残差平方和将远小于方程式2的,更小于方程式1的,其适配性更佳。当两双参数模型的参数 s 等于1时,两双参数模型就会变成简单双曲线模型,因此,从理论上而言,证明双参数模型中 s 是否显著偏离于1.0是十分必要的。本研究中,群组贴现数据和个体贴现数据经两双参数模型拟合后其参数 s 均不等于1.0,即双参数模型的敏感性参数 s 的增加具有必要性。群组水平,方程式3的 s 均小于方程式4的。在个体水平,方程3和方程式4均有多数个案的 s 值小于1.0,经 t 比率统计检验发现,其中显著小于1.0的个案占更多权重。个案数比较表明方程式3拟合会有更多个案的参数 s 显著小于1,仅见于金钱贴现任务,所以参数 s 的个案数比较不能为方程式3的适配性最佳提供充分证据,需今后进一步研究比较。

曲线拟合为延迟贴现能力的描述做出了巨大贡献,随着数学模型对实验数据描述适配性的增强,对于贴现任务中主观价值变化概括也是越来越精确,这对贴现能力反应及冲动性行为的预测具有重要意义。但也有不少研究者对此经验性的数据分析方法持否定态度,认为在利用模型对实验数据进行曲线回归时,先于结果设定曲线类型将会丢失大量有用信息。另外,实验数据以及模型拟合的参数分布都呈偏态分布,各种数据检验使用的都是非参数检验办法,其统计力度明显不如参数检验^[28]。基于模型拟合的延迟贴现研究,只是对实验数据的规律探索,而对其中的心理机制却知之甚少,未来的研究需要进一步弄清哪些主要心理因素决定了延迟贴现函数中的参数量和贴现率。

参 考 文 献

- 1 Kirby KN, Petry NM. Heroin and cocaine abusers have higher discount rates for delayed rewards than alcoholics or non-drug-using controls. *Addiction*, 2004, 99(4): 461-471
- 2 Green L, Myerson J, Shah AK, et al. Do adjusting-amount and adjusting-delay procedures produce equivalent estimates of subjective value in pigeons? *J Exp Anal Behav*, 2007, 87(3): 337-347
- 3 Madden GJ, Begotka AM, Raiff BR, et al. Delay discounting of real and hypothetical rewards. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 2003, 11(2): 139-145
- 4 Samuelson PA. A note on measurement of utility. *Review of Economic Studies*, 1937, 4: 155-161
- 5 Kirby KN, Petry NM, Bickel WK. Heroin addicts have higher discount rates for delayed rewards than non-drug-using controls. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1999, 128(1): 78-87
- 6 Green L, Fristoe N, Myerson J. Temporal discounting and preference reversals in choice between delayed outcomes. *Psychonomic Bulletin and Review*, 1994, 3(1): 383-389
- 7 Green L, Fisher EB, Perlow S, et al. Preference reversal and self control: Choice as a function of reward amount and delay. *Behaviour Analysis Letters*, 1981, 1(1): 43-51
- 8 Navarick DJ. Negative reinforcement and choice in humans. *Learning and Motivation*, 1982, 3(13): 361-377
- 9 Ainslie G. *Picoeconomics: The strategic interaction of successive motivational states within the person*. Studies in rationality and social change. New York, NY, US: Cambridge University Press, 1992.440
- 10 Mazur JE. An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. The effect of delay and of intervening events on reinforcement value. Quantitative analyses of behavior, Commons ML, Mazur JE, Nevin JA, et al, Hillsdale, NJ, England:

- Lawrence Erlbaum Associates, 1987. 5, 55-73
- 11 Raineri A, Rachlin H. The effect of temporal constraints on the value of money and other commodities. *Journal of Behavioral Decision Making*, 1993, 6(2): 77-94
 - 12 Green L, Fry AF, Joel M. Discounting of delayed rewards: A life-span comparison. *Psychological Science* January, 1994, 5(1): 33-36
 - 13 Benzion U, Rapoport A, Yagil J. Discount rates inferred from decisions: An experimental study. *Management Science*, 1989, 35(3): 270-284
 - 14 Rodriguez ML, Logue AW. Adjusting delay to reinforcement: Comparing choice in pigeons and humans. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1988, 14(1): 105-117
 - 15 Crean JP, de Wit H, Richards JB. Reward discounting as a measure of impulsive behavior in a psychiatric outpatient population. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 2000, 8(2): 155-162
 - 16 Rachlin H, Raineri A, Cross D. Subjective probability and delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1991, 55(2): 233-244
 - 17 Green L, Myerson J. A discounting framework for choice with delayed and probabilistic rewards. *Psychological Bulletin*, 2004, 130(5): 769-792
 - 18 Odum AL, Baumann AAL, Rimington DD. Discounting of delayed hypothetical money and food: Effects of amount. *Behavioural Processes*, 2006, 73(3): 278-284
 - 19 Schweighofer N, Shishida K, Han CE, et al. Humans can adopt optimal discounting strategy under real-time constraints. *PLoS Computational Biology*, 2006, 11(2): e152
 - 20 Myerson J, Green L, Hanson JS, et al. Discounting delayed and probabilistic rewards: Processes and traits. *Journal of Economic Psychology*, 2003, 24(5): 619-635
 - 21 Myerson J, Green L. Discounting of delayed rewards: Models of individual choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1995, 64(3): 263-276
 - 22 Green L, Myerson J, Ostaszewski P. Amount of reward has opposite effects on the discounting of delayed and probabilistic outcomes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1999, 25(2): 418-427
 - 23 Mcketchara TL, Greenb L, Myersonb J, et al. A comparison of four models of delay discounting in humans. *Behavioural Processes*, 2009, 81(2): 256-259
 - 24 Rachlin H. Notes on discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2006, 85(3): 425-435
 - 25 Simpson CA, Vuchinich RE. Reliability of a measure of temporal discounting. *The Psychological Record*, 2000, 50(1): 3-16
 - 26 Rodzon K, Berry MS, Odum AL. Within-subject comparison of degree of delay discounting using titrating and fixed sequence procedures. *Behavioural Processes*, 2011, 86(1): 164-167
 - 27 Ostaszewski P, Green L, Myerson J. Effects of inflation on the subjective value of delayed and probabilistic rewards. *Psychonomic Bulletin and Review*, 1998, 5(2): 324-333
 - 28 佟月华, 韩颖, 逢宇. 延迟折扣的个体影响因素. *中国临床心理学杂志*, 2012, 20(1): 108-110
- (收稿日期: 2014-03-04)
-
- (上接第767页)
- 23 James EH, Michael RH, Frank W MacMillan III, et al. Event-related potentials elicited by automatic targets: A dual-task analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1985, 11(1): 50-61
 - 24 Kramer AF, Strayer DL. Assessing the development of automatic processing: An application of dual-task and event-related brain potential methodologies. *Biological Psychology*, 1988, 26(1-3): 231-267
 - 25 Cuthbert BN, Schupp HT, Bradley MM, et al. Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 2001, 52(2): 95-111
 - 26 Dolcos F, Cabeza R. Event related potentials of emotional memory: Encoding pleasant, unpleasant and neutral pictures. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 2002, 2(3): 252-263
 - 27 Derryberry D, Tucker DM. Motivating the focus of attention. In Niedenthal PM, Kitayama S. *Heart's eye: Emotional influences in perception and attention*. New York: Academic Press, 1994. 167-196
 - 28 Schwarz N. Mood as Information: 20 Years Later. *Psychological Inquiry*, 2003, 14(3-4): 296-303
- (收稿日期: 2014-03-17)