

# 中性框架与医疗决策框架下博弈实验测量医生利他性的比较研究

李心言\* 林 兴 滕佳利 张高源 韩优莉  
首都医科大学公共卫生学院 北京 100069

**【摘要】**目的:比较两种框架下利用博弈实验测量医生利他性的异同,为利他性测量方法选择和量化分析提供参考依据。方法:分别运用中性框架与医疗决策框架博弈实验两种方式测度个体利他性,招募162名医学生在两种框架下进行决策。中性框架下基于社会偏好模型计算利他参数,医疗决策框架下包含竞争和不竞争实验场景,基于随机效用模型与固定效应模型计算利他参数。结果:受试者利他性存在一定异质性。中性框架下40%的受试者利他参数大于0.5;医疗决策框架下混合logit模型与条件logit模型利他参数(边际替代率)估计结果具有一致性,不竞争(竞争)场景下48.6%(94.5%)医生利他参数大于1,说明受试医学生相对于个人(医生)利润更重视他人(患者)效益。中性框架和医疗决策框架下不竞争场景测度利他参数显著正相关(Spearman's  $\rho=0.2917, P<0.001$ )。结论:两种框架下测量的医学生均有较高的利他性,中性框架医生利他性相对稳定,医疗决策框架下实验场景的变化显著影响利他参数的数值。

**【关键词】**利他性;偏好;实验室实验;中性框架;医疗决策框架  
中图分类号:R197 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1674-2982.2023.07.007

## A comparative study of game experiments measuring physicians' altruism under neutral and medical decision-making frameworks

LI Xin-yan, LIN Xing, TENG Jia-li, ZHANG Gao-yuan, HAN You-li  
School of Public Health, Capital Medical University, Beijing 100069, China

**【Abstract】** Objective: To compare the similarities and differences between two frameworks for calculating physicians' altruism in game experiments, and to provide a reference for the selection of altruistic measurement and quantitative analysis. Methods: The neutral framework and the medical decision-making framework game experiment were used to measure individual altruism, and 162 medical students were recruited to make decisions under the two frameworks. Altruistic parameter was calculated based on social preference model under the neutral framework, and competition and non-competition experimental scenarios are included in the medical decision-making framework, and altruistic parameters are calculated based on stochastic utility model and fixed-effect model. Results: There was heterogeneity in subjects' altruism. 40% of subjects' altruism under the neutral framework was greater than 0.5. The estimation results of the altruistic parameters (marginal substitution rate) of the mix logit model and the conditional logit model in the medical decision-making framework were consistent, 48.6% (94.5%) of physicians' altruism in the non-competitive (competitive) scenario was greater than 1, representing that the tested medical students valued the benefits of others (patients') more than personal (physicians') profits. The altruistic parameter calculated by the neutral framework is significantly and positively correlated with the MRS in the non-competitive scenario calculated in the decision-making framework (Spearman's  $\rho=0.2917, P<0.001$ ). Conclusion: Medical students measured under both frameworks demonstrated high altruism, the altruism in neutral framework was relatively

\* 基金项目:国家自然科学基金项目(72174129);中华医学会医学教育分会2020年度医学教育研究课题(2020-N03220)  
作者简介:李心言(1994年—),女,博士研究生,主要研究方向为卫生经济与政策。E-mail:leexinyan121@163.com  
通讯作者:韩优莉。E-mail:hanyouli@cemu.edu.cn

stable, and variations in the experimental scenarios under the medical decision-making framework affected the values of the altruistic parameter significantly.

**【Key words】** Altruism; Preference; Laboratory experiment; Neutral framework; Medical decision-making framework

## 1 研究背景

行为经济学和实验经济学以“有限理性人”作为基本假设,认为个体不仅关注自身收益,同时关注其他相关的参照对象<sup>[1]</sup>,牺牲自身利益增进别人福利的行为即为利他行为<sup>[2]</sup>。基于这一认识,独裁者博弈实验被应用于利他性的测量。Andreoni 和 Miller<sup>[3]</sup>通过大量的独裁者博弈实验,证实一般性显示偏好公理 (Generalized Axiom of Revealed Preference, GARP),当包含利他性的效用函数是连续单调的凸函数时,利他性是可以被量化研究的。

基于实验的利他性测量可分为中性框架 (Neutral Frame) 与医疗决策框架 (Medical decision-making Frame)。中性框架下,实验任务未设定于固定情景,且受试者不具备角色标签。<sup>[4]</sup>以独裁者博弈实验为基础发展起来的利他性测量可用于不同研究对象利他性的测量,也较多地用于医学相关人才的利他性分析。如 Li 等人将修正的独裁者博弈实验和社会偏好模型应用于美国医学生的利他性测量。<sup>[5-7]</sup>

医疗决策框架下,实验任务采用具体的医疗决策背景,且受试者具有医生这一既定角色与任务。<sup>[8]</sup>医疗服务市场具有垄断性<sup>[9]</sup>、医患双方信息不对称等特点<sup>[10]</sup>。医生作为患者的代理人,其从患者健康和福利角度考虑的利他性就显得尤为重要。<sup>[11]</sup>Ellis 和 Mcguire 将患者效益引入医生效用函数<sup>[12]</sup>,医生在关注个人利润的同时也关注患者的利益体现利他性,为医疗决策情境下医生利他性的测量提供了基础。在此理论模型的基础上,学者通过实验经济学方式研究了医学生和医生的利他性,Godager 等<sup>[13]</sup>基于 Henning-Schmidt 等实验数据<sup>[14]</sup>通过随机效用模型计算医生利润和患者健康效益边际替代率的方式测量医生利他性。

两种框架下对于医生利他性的测量均有应用,也各有特点。中性框架实验方法易于操作,可用于对不同研究对象的比较,也可用于比较同一研究对象对不同资金分配对象(一般人群、同学、贫困人群、患者等)利他性的差异。<sup>[6, 15]</sup>医疗决策框架下通过其

决策行为运用医生效用函数计算医生收益和患者福利的替代关系(边际替代率)获得利他参数<sup>[8, 13, 16]</sup>,更接近医生医疗决策的实际情景。但是,Zhang 等发现单一与混合支付方式间医学生利他参数存在显著差异,这可能与单一向混合支付方式转变,参数设定不同带来的权衡范围变化有关。<sup>[17]</sup>Attema 等发现德国医学生利他性在不同时期具有波动性,这可能与医学生所处医学教育不同阶段有关。<sup>[18]</sup>医疗决策情景下利他参数的波动性是由于外部环境影响或情景参数设定的差异带来,还是由于医学生本身的利他偏好发生了变化,尚需进一步的探讨。如要分离外部环境与情景设定带来的影响,还需要与中性框架下利他性研究进行比较。目前,学者已从不同的视角,针对单一框架效应的众多影响因素进行深入研究<sup>[19]</sup>,但同一研究对象同时使用两种框架测量利他性的研究尚缺乏。

本研究中同一被试者既采用中性框架下实验,也采用医疗决策框架下实验进行利他性测量。同时,医疗决策框架下区分竞争和不竞争场景,探究中性与医疗决策框架下利他性的稳定性、波动性及相关性,为后续医生利他性测量方法选择和利他性量化分析提供参考。

## 2 实验设计

### 2.1 中性框架实验设计

中性框架实验设计参考 Fisman 等<sup>[15]</sup>,Li 等<sup>[5]</sup>基于网络图形界面测量利他性的独裁者博弈实验,设置 10 条不同的预算线 (Budget Line)  $p_s \pi_s + p_o \pi_o = 1$ ,预算线上的点所对应横纵坐标轴表示为  $(\pi_s, \pi_o)$ ,  $\pi_s$  代表分配给自己的代币数,  $\pi_o$  代表分配给同时做实验的另外一位同学的代币数。预算线与 x 轴相交于  $(randx, 0)$ , 与 y 轴相交于  $(0, randy)$ ,  $p_o = 1/randx$ ,  $p_s = 1/randy$ 。预算线的斜率为相对价格  $p = p_o/p_s$ 。题目顺序参考 Andreoni<sup>[3]</sup>方式,随机安排相对价格呈现相同规律(题目 1 \* 题目 2 = 1, 题目 3 \* 题目 4 = 1, ... 依此类推)的预算线,最终按照题目 1 ~ 10 进行实验。本研究在医疗决策框架实验前后各安排一次

中性框架实验,预算线安排见表1。

被试者根据决策线图形,在实验界面下方输入框内填入分配给自己的代币数,之后系统根据既定函数自动计算并输出与其随机匹配的另外一位同学的代币数,被试确认无误方可进入下一题目。

表1 预算线安排

问卷	题目	$p = p_o/p_s$	randx	randy
问卷1	1	3.00	20	60
	2	0.33	60	20
	3	2.00	30	60
	4	0.50	60	30
	5	2.00	37	74
	6	0.50	74	37
	7	1.00	30	30
	8	1.00	60	60
	9	4.00	20	80
	10	0.25	80	20
问卷2	1	3.00	25	75
	2	0.33	75	25
	3	2.00	35	70
	4	0.50	70	35
	5	2.00	37	74
	6	0.50	74	37
	7	1.00	40	40
	8	1.00	60	60
	9	4.00	25	100
	10	0.25	100	25

### 2.2 医疗决策框架实验设计

本研究基于 Brosig-Koch<sup>[20]</sup>、Han<sup>[21]</sup> 的实验,设计按项目付费(FFS)与按人头付费(CAP)支付方式,区分不竞争(No-competition, NC)与竞争场景(Competition, C)的医疗决策情景实验。两种实验场景下,相同支付方式的医生利润参数和患者健康效益参数保持一致。支付方式与实验场景的随机交叉设计下组合为8个实验局,实验局I、III、V、VII为CAP,实验局II、IV、VI、VIII为FFS,每名被试被随机分配至一个实验局(表2)。每实验局共分为两部分实验,每部分实验进行15轮。每轮的患者数量与类型保持不变,患者顺序为先重病(z)后轻病(x)。

在不竞争场景,每名医生独立从0~10个服务项目中选择一个整数,代表对每名患者提供的医疗服务量,医生决策决定个人收益和患者健康效益。在竞争场景,采用两名医生角色(医生1和医生2)同时竞争有限患者(4名)的设计,医生1、医生2各自的决策 $q_i$ ,不仅决定各自收益 $\pi(q_1, q_2)$ 和患者效益 $B(q_1, q_2)$ ,同时影响各自吸引到的患者数量,患者健

康效益等级越高的医生将获得更多的患者 $n(q_1, q_2)$ 。参考课题组实验参数<sup>[22]</sup>,FFS下每单位服务价格 $p=2$ ,CAP下医生支付额 $R=10$ ,成本参数 $c(q)=0.1 * q_2$ 。患者健康效益 $B(q)$ 设计采用对称式设计, $B_0$ 为初始的健康效益, $B_0^x=7, B_0^z=3$ 。患者健康效益最优服务量 $q^*=q^x=3, q^*=q^z=7$ ,最佳患者健康效益 $B_1=10$ 。通过实验模拟不同支付方式与不同场景下的医生决策,利用组间比较分析不同支付方式结合竞争机制对医生利他参数的影响。

表2 医疗决策框架实验局(N=162)

实验局	支付方式	第一部分实验场景	第二部分实验场景	实验人数
I	CAP	不竞争	不竞争	21
II	FFS	不竞争	不竞争	21
III	CAP	竞争	竞争	20
IV	FFS	竞争	竞争	20
V	CAP	不竞争	竞争	20
VI	FFS	不竞争	竞争	20
VII	CAP	竞争	不竞争	20
VIII	FFS	竞争	不竞争	20

### 2.3 实验方案

实验采用在线实验形式进行。实验对象为三年级及以上临床专业为主的本科生和研究生(66%),其包括口腔医学、药学、基础医学等方向。医学生是未来医疗工作的主要从业者,具有理解实验任务的能力,参与实验具有较高的依从性。<sup>[23]</sup>根据预实验数据通过G \* power3.1.9.7软件计算确定效应量Effect Size  $d_z = 0.9304$ ,进一步得出每实验局被试人数等于12人(双侧 $\alpha = 0.05$ )可以使检验效力Power = 0.8。<sup>[24]</sup>目前每实验局被试人数均大于12人,满足较高检验效力,实验数据具有代表性。

实验员首先发放实验材料介绍实验目的与实验任务,之后进行先导实验,先导实验题目完全正确后方可开始正式实验。为了比较两种框架下的利他性,每名被试首先进行中性框架问卷1,之后进行医疗决策框架实验,最后进行中性框架问卷2,实验共获得162个有效样本。两套问卷中预算线安排存在一定差异,但共同点为随机安排代币分配题目,保证被试在利己与利他之间权衡度量利他性,具有一定可比性。

为保证决策的匿名性,实验对被试序号进行随机编码。实验过程中保证独立的决策环境,规定被试之间不能交流。为了保证被试充分理解实验内

容,提前对实验流程进行讲解和操作演示。正式实验前,设置实验界面的操作步骤详解。每场实验设 2 名监督员,进行录屏与问题解答。

实验过程中个人(他人)收益、医生收益和患者效益均以代币(Taler)表示,实验结束后按照一定折算比例转换成人民币支付给受试者和捐赠慈善机构。顺利完成实验后,每名被试获得 30 元基础费用,外加实验决策产生的实验报酬。实验结束后,被试分配给自己的代币合计将按照比例(30:1)转化为人民币作为其实验报酬;分配给另外一位同学的代币将按相同比例转化支付。本研究每场平均实验时间 120 分钟,受试者平均实验报酬累计 129 元。

### 3 理论模型与估计

#### 3.1 中性框架利他参数估计

本研究中性框架下测量利他参数理论基于社会偏好模型与一般性显示偏好公理(GARP),为了避免受试者在决策过程中因操作出错,进而影响最终实验结果,在测度利他性前需要检查个体决策是否满足显示偏好公理。因此,研究引入关键成本效率指数(Critical Cost Efficiency Index, CCEI),通过 CCEI 值可以判断被试决策与 GARP 的符合程度,即个体选择是否符合效用最大化原则。<sup>[15]</sup>当 CCEI 越接近 1 (大于 0.8)时,代表所有违规行为所需要的预算限制的扰动越小,此时数据就越接近于满足 GARP。Li 等<sup>[5]</sup>文章中参数代表相对于他人,分配给自己代币所占权重即利己程度。为了便于利他参数分析比较,本研究根据利他性定义和参数取值范围,对 Li 等文章的社会偏好模型进行调整。修正后的社会偏好模型下医生不变弹性效用函数(Constant Elasticity of Substitution, CES)为:

$$u(\pi_s, \pi_o) = [(1-\alpha)(\pi_s)\rho + \alpha(\pi_o)\rho]^{1/\rho}$$

CES 效用函数最大化,衍生出支出函数(Expenditure Function) $p_s \pi_s = \frac{g}{\left(\frac{p_o}{p_s}\right) + g}$ 。那么根据被试  $n$  的  $i$  个决策,支出函数为:

$$p_{s,n}^i \pi_{s,n}^i = \frac{g_n}{(p_{o,n}^i p_{s,n}^i)^{r_n} + g_n} + \varepsilon_n^i \quad i = 1, 2, \dots, 10$$

$\varepsilon_n^i$  服从 IID 极值分布。 $\hat{g}_n, \hat{r}_n$ , 参数利用 Tobit 模型极大似然估计,并遵循内尔德米德单纯形法(Nelder-Mead Simplex Metho),进一步,通过  $\rho = r / (r - 1) \alpha = 1 / (g^{r-1} + 1)$  得出被试  $n$  个体水平利他参

数  $\alpha(0 \leq \alpha \leq 1)$  代表分配权衡的利他相对权重,当  $\alpha \in (0.5, 1]$ , 表示相对于分配给自己,分配给其他人的代币占较大权重。反之,则表示分配给自己的代币占较大权重。敏感性系数  $\rho$  代表被试在公平与效率间的权衡,或在给定相对价格,预算配置给  $p_s/p_o$  的敏感性。 $\rho \in (0, +\infty)$  代表个人的分配注重效率; $\rho \in (-\infty, 0)$  代表个人的分配注重公平。

#### 3.2 医疗决策框架利他参数估计

医疗决策框架下,本研究采用随机效用模型中的混合 logit 与条件 logit 模型估计利他参数。混合 logit 模型具有灵活性,广泛包含离散分布及连续分布的混合分布。条件 logit 模型作为随机效用模型中的固定效应检验形式,假设医生对个人利润偏好固定,通过个体编号与患者健康效益的交互项识别个体水平偏好异质性与患者健康效益的交互作用。

##### 3.2.1 混合 logit 模型

混合 logit 模型估计中,可将医生  $N$  面对每个患者的服务量选择视为一个选项集  $k \in [1, 2]$ , 服务量取值  $q \in [0, 10]$ , 可理解为 11 个替代方案  $j \in [0, 10]$ , 每个方案包含医生利润和患者健康效益两个属性。

在医疗决策框架实验下,医生效用函数可表示为:

$$U_{nj} = \beta_n' x_{nj} + \varepsilon_{nj}, \quad n = 1, 2, 3 \dots N, j = 1, 2, 3 \dots J, k = 1, 2, 3 \dots K$$

$x_{nj}$  可理解为医生利润和患者健康效益的向量,系数向量  $\beta_n$  为两者的边际效用( $\delta_n$  - 医生利润,  $\gamma_n$  - 患者健康效益)。利用计算支付意愿<sup>[25]</sup>(Willingness To Pay, WTP)的命令,计算患者健康效益与医生利润边际替代率  $\gamma_n/\delta_n$  代表利他性。

##### 3.2.2 条件 logit 模型

当混合 logit 只包含属性变量时,条件 logit 模型属于混合 logit 模型的特殊形式,将医生利润系数向量( $\delta_n$ )固定,由于每名被试在每个选项集重复 15 轮,可通过患者健康效益与医生决策异质性的交互作用,计算医生利润和患者健康效益系数向量的比值,进而获得个体固定的边际效应。

通过受试者对患者健康效益的重视程度与个体决策异质性交互作用确定患者健康效益系数  $\gamma_n = u\omega_n$ ,  $u$  为  $(1 \times N)$  个体  $n$  的哑变量,  $n = 1$  表示个体  $n$  的观测值,  $n = 0$  表示  $N-1$  个个体的观测值。 $\omega_n$  为交互项的系数向量,此时利他参数表示为  $u \hat{\omega}_n / \hat{\delta}_n$ 。

医生效用函数下利他参数计量详细步骤可参见 Hole<sup>[25]</sup>, Godager 等<sup>[13]</sup>, 张悦等<sup>[8]</sup> 文章。

## 4 分析结果

### 4.1 中性框架利他参数估计

根据关键成本效率指数 (CCEI) 以及 Tobit 模型估计结果, 问卷 1 共获得 129 名医学生的有效数据 (其中 CCEI < 0.8, 排除 2 名, 31 名被试利他参数无法通过 Tobit 模型拟合), 问卷 2 共获得 121 名医学生的有效数据 (CCEI < 0.8, 排除 1 名, 40 名被试无法拟合利他参数)。

对比问卷 1 与问卷 2 敏感性  $\rho$  和利他参数  $\alpha$ , 并未发现统计学差异 ( $P > 0.68$ , 双侧 Kolmogorov-Smirnov 检验), 两变量的 Spearman 秩相关系数为正, 均具有统计学意义 ( $P < 0.001$ , 敏感性相关系数  $\rho =$

0.66, 利他参数相关系数  $\rho = 0.72$ ), 中性框架下利他性测量相对稳定, 后续分析主要针对问卷 1 的数据分析。

敏感性方面, 51 名被试 (40%)  $\rho \in (0, +\infty)$ ; 78 名被试 (60%)  $\rho \in (-\infty, 0)$ , 排除 18 名被试敏感性极值影响,  $\rho$  平均值为 -0.38 (标准差: 1.24), 中位数为 -0.16, 代表被试整体更注重公平, 相对价格  $p = p_o/p_s$  增加时, 分配给其他人的代币数增加。

78 名被试 (60%) 利他参数  $\alpha \in [0, 0.5]$ ; 36 名被试 (27.9%)  $\alpha = 0.5$ , 15 名被试 (11.6%)  $\alpha \in (0.5, 1]$ , 利他参数平均值为 0.36 (标准差: 0.23), 50% 的医学生利他参数大于 0.39, 利他参数最大值 0.99; 最小值为 0.00。个体水平的敏感性及利他参数累计百分比, 显示出不同个体利他性的异质性 (图 1)。

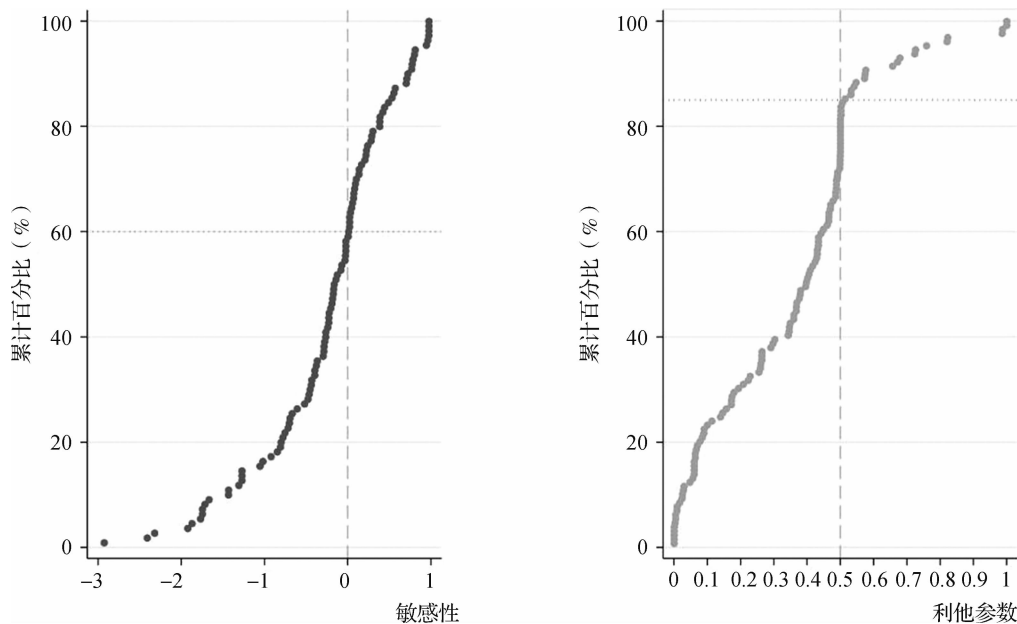


图 1 敏感性和利他参数累计频率图

### 4.2 医疗决策框架利他参数估计

医疗决策框架下实验数据显示, 各部分实验相同实验场景、相同支付方式下平均医疗服务量差异均不显著 ( $P > 0.315$ , 双侧 Mann-Whitney U 检验)。但是, 各部分实验不同实验场景、相同支付方式下医疗服务量出现统计学差异 ( $P < 0.001$ , 双侧 Mann-Whitney U 检验)。因此, 研究区分实验场景 (NC/C), 将每部分实验数据作为观察值分别计算边际替代率 (MRS) 代表利他参数。

#### 4.2.1 混合 logit 模型

通过混合 logit 模型对于受试者整体利他性进行

测量, 结果显示不同实验场景下, 医生利润与患者健康效益变量估计系数为正数且差异具有统计学显著性 ( $P < 0.001$ ), 变量估计系数的标准差显著且具有统计学意义 ( $P < 0.001$ ), 表明不同实验场景下, 不同被试之间对自身利润和患者健康效益的偏好具有异质性 (表 3)。

患者健康效益的系数大于医生利润系数, 说明医生决策时更重视患者健康效益。进一步通过计算支付意愿 (WTP) 公式计算边际替代率为 5.73 (竞争场景) > 1.09 (不竞争场景) > 1, 表明受试者整体在决策时相对于自身利润给予了患者健康效益更大的权重。

表 3 不同实验场景边际替代率混合 logit 分析

变量	不竞争场景 NC			竞争场景 C		
	系数(标准误)	标准差(标准误)	边际替代率 (95% 置信区间)	系数 (标准误)	标准差 (标准误)	边际替代率 (95% 置信区间)
医生利润	3.92*** (0.31)	12.52*** (0.38)		0.75*** (0.31)	0.41*** (0.86)	
患者健康效益	4.29*** (0.34)	12.37*** (0.22)	1.09 (1.05,1.13)	4.31*** (0.34)	2.15*** (0.16)	5.73 (4.56,6.89)
样本量		122			120	
观测值		54 120			52 800	
对数似然比		-5 902.22			-1 964.71	
对数似然比 $\chi^2$		5 071.65			1 654.10	
Prob > $\chi^2$		0.00			0.00	
赤池信息准则 AIC		11 812.43			3 937.43	
贝叶斯信息准则 BIC		11 848.04			3 972.92	

注:抽样次数设定为 2 000,\*\*\* 代表  $P < 0.001$ 。标准差可用于判断偏好异质性,标准误说明估计的不确定性。

4.2.2 条件 logit 模型

进一步通过条件 logit 模型对个体水平的医生利润和患者健康效益系数进行估计,之后计算每名受试者的边际替代率。结果显示,在不竞争场景边际替代率最小值为 0.09,最大值为 18.2,有 66 名被试(40.7%)的边际替代率大于 1,表明他们相对于个人收益更重视患者健康效益。其中,有 13 名被试在每轮决策始终选择患者健康效益最大的服务量,他们的边际替代率出现极值情况(大于 15),代表他们具有较高

的利他性。排除了这 13 名被试边际替代率极值累计百分比图显示 48.6% 的被试边际替代率大于 1。

在竞争场景下,边际替代率最小值为 0.38,最大值为 18.2,119 名被试边际替代率大于 1,其中 65 名被试,由于在每轮决策始终选择患者健康效益最优的服务量出现极大值(大于 15),表现出较高的利他性。排除掉 65 名被试边际替代率极大值,累计百分比图显示 94.5% 的被试在竞争场景下边际替代率大于 1。

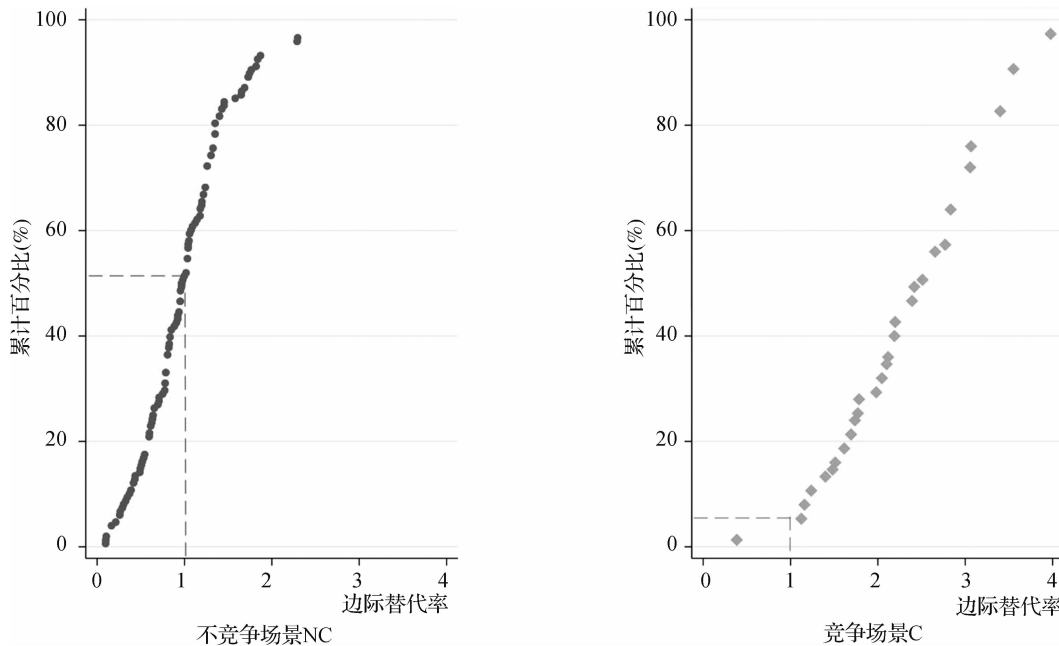


图 2 边际替代率累计频率图

4.2.3 混合 logit 模型与条件 logit 模型比较

进一步对两种模型估计的边际替代率进行稳健性检验。排除掉极大值与缺失值,分别对条件 logit

模型(不竞争场景 109 名,竞争场景 55 名)和混合 logit 模型(不竞争场景 91 名,竞争场景 45 名)计算核密度分布(Epanechnikov Kernel),两种模型分布趋

势相同呈右偏(图3),表明两模型下大多数受试者的边际替代率大于1,即相对于个人利润更重视患者健康效益。条件 logit 与混合 logit 模型的边际替代率 Spearman 秩相关系数为 0.93 ( $P < 0.001$ ) 证明两模型边际替代率具有一致性,可以相互印证与替代。

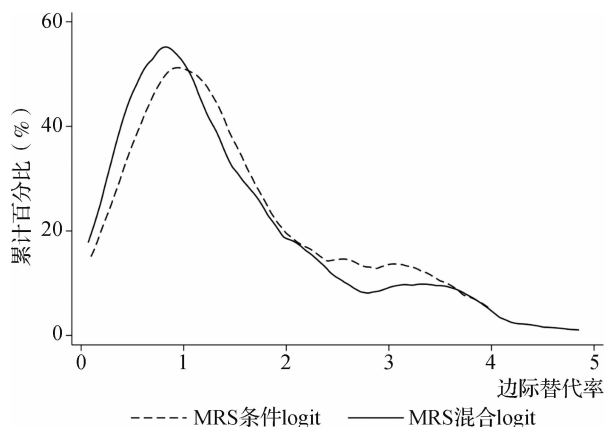


图3 混合 logit 和条件 logit 边际替代率核密度曲线图

## 5 讨论

### 5.1 医疗决策框架下支付方式间利他性比较

不竞争场景,FFS 下个体水平边际替代率平均值为 2.21 (标准差:4.30),CAP 下边际替代率平均值为 2.81 (标准差:4.81),两种单一支付方式利他性不存在统计学差异 ( $P = 0.774$ , 双侧 Mann-Whitney U 检验),这与张悦等<sup>[8]</sup> (FFS vs DRGs,  $P = 0.898$ ) 和 Godager<sup>[13]</sup> (FFS vs CAP,  $P > 0.137$ ) 研究单一支付方式下差异不显著保持一致。竞争场景,FFS 下个体水平边际替代率平均值为 9.19 (标准差:7.24),CAP 下边际替代率平均值 10.53 (标准差:7.06),两种单一支付方式利他性组间比较统计学差异不显著 ( $P = 0.306$ , 双侧 Mann-Whitney U 检验)。

Zhang 等探讨单一支付方式向混合支付方式转变时,医生利润与患者健康效益之间的权衡范围减小,由此计算的利他参数显著降低。<sup>[17]</sup> 本研究 CAP 与 FFS 支付方式参数采用对称式设计,医生决策在个人利润与患者健康效益权衡范围保持一致。当不同支付方式比较,参数设定受试权衡的医生利益和患者收益范围一致时,以边际替代率表示的利他参数受支付方式影响可能性较小。

### 5.2 两种框架利他性测量方法比较

中性框架与医疗决策框架均可测量医生个体水平利他性。中性框架下利他性测量是基于社会偏好模型,个体水平量化的利他参数可以结合敏感性  $\rho$ ,

实现患者福利—社会效率制衡的判断。医疗决策框架下基于条件 logit 模型的封闭条件设定,可得出固定效应项。对数似然比不依赖扰动项,确保估计量的一致性。通过边际替代率的估计可以判断利他性的异质性和界定利他参数,但是个体在完全利他水平决策下,边际替代率易出现极值。利他参数和边际替代率的估计受限于 logit 模型对个人利润与患者健康效益的估计系数和 Tobit 模型  $\hat{g}_n, \hat{r}_n$  估计系数,若被试全部趋向于分配给自己最高(或最低 0)代币,最终无法测度利他性。

两种框架利他性测量结果相关分析显示,中性框架和医疗决策框架下不竞争场景测度利他性显著正相关 (Spearman's  $\rho$  0.29,  $P < 0.001$ ) 原因在于中性框架下实验为独裁者博弈实验<sup>[15]</sup>,而医疗决策框架不竞争场景下医生处于完全垄断市场等同于独裁者博弈实验。但中性框架和医疗决策框架下竞争场景利他性未见相关 (Spearman's  $\rho$  0.06  $P = 0.51$ ),这提示使用社会偏好模型测量医生利他性应当结合实际市场环境。

### 5.3 两种框架利他性测量结果比较

中性框架独裁者博弈实验(问卷)分别在医疗决策实验前后发放,被试利他参数测量结果差异不明显,基于中性框架测量的利他性呈现一定稳定性。

医疗决策框架下利他性出现波动,实验场景的变化显著影响利他参数。相比于不竞争(NC)场景利他参数(1.09),竞争场景(C)利他参数(5.72)显著增加。主要原因在于竞争场景旨在通过两名医生竞争辖区有限患者的机制设计,医生为增加患者数量,会减少权衡范围,增加患者健康效益等级。医生提供服务量接近患者健康效益最佳服务量,导致整体利他参数增加。

本研究社会偏好模型计算的利他参数(0.36)略高于 Li 的全样本(0.28)计算结果<sup>[6]</sup>,但接近于 Li 研究中选择低收入工作的医学生(0.32)。Li 使用的独裁者博弈实验接受者为美国生活小组成员,以此测量美国医学生的社会偏好,而本研究接收者为做实验的另外一位同学,可能会对实验结果产生影响。研究共同发现被试个体水平估计的利他参数存在异质性。医疗决策框架不竞争场景混合 logit 模型估计的边际替代率(1.09)与张悦等<sup>[8]</sup>在单一支付方式 DRGs 和 FFS 计算的边际替代率为(1.08)接近,原因在于张悦等研究中参数设计,FFS 医生利润最大化服务量( $\hat{q} = 10$ )、DRGs ( $\hat{q} = 0$ ),这与本研究中 FFS、

CAP 参数设计思路保持一致。但是,张悦等研究中涉及到 A、B、C 三类疾病,以及 2 型(中型)患者的讨论,且医生最大利润  $\pi(q^*)$  在同一种支付方式,不同病种间存在差异这或许会对结果产生一定影响。本研究中边际替代率大于 1 的受试者占比 48.6%,同样接近张悦等研究中 49%。

总体而言,两种框架利他测量方式均可选择使用,具有一定的互补性,均可以分析个体利他水平,即对于个人(医生)利润和他人(患者)效益偏好的替代程度及其个体间的差异。未来可以用于测度医生利他性水平,为不同利他水平下激励机制的设计提供依据,为政策改进与实践提供一定参考。

**作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。**

### 参 考 文 献

- [1] Lagarde M, Blaauw D. Physicians' responses to financial and social incentives: A medically framed real effort experiment[J]. *Social Science & Medicine*, 2017, 179: 147-159.
- [2] 王健. 利他行为的模型构造与数量分析[D]. 厦门: 厦门大学, 2009.
- [3] Andreoni J, Miller J. Giving According to GARP: An Experimental Test of the Consistency of Preferences for Altruism[J]. *Econometrica*, 2002, 70(2): 737-753.
- [4] Huck S, Lünser G, Spitzer F, et al. Medical insurance and free choice of physician shape patient overtreatment: A laboratory experiment[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2016, 131: 78-105.
- [5] Li J, Dow W H, Kariv S. Social preferences of future physicians[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017, 114(48): 1-10.
- [6] Li J. Plastic surgery or primary care? Altruistic preferences and expected specialty choice of U.S. medical students [J]. *Journal of Health Economics*, 2018, 62: 45-59.
- [7] Li J, Casalino L P, Fisman R, et al. Experimental evidence of physician social preferences [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2022, 119(28): 1-11.
- [8] 张悦, 李星, 林兴, 等. 医疗决策情景下医生利他性测量的实验经济学研究[J]. *南方经济*, 2022(2): 88-105.
- [9] 吕本友. 论大型国有医院垄断的成因和影响[J]. *卫生经济研究*, 2007(11): 18-19.
- [10] Arrow K J. Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care[J]. *American Economic Review*, 1963, 53(5): 941-973.
- [11] 韩优莉, 张悦. 医疗服务提供者利他性: 内涵、测量及对供方激励政策的启示 [J]. *中国卫生政策研究*, 2020, 13(11): 1-8.
- [12] Ellis R P, McGuire T G. Provider Behavior under Prospective Reimbursement: Cost Sharing and Supply [J]. *Journal of Health Economics*, 1986(5): 129-151.
- [13] Godager G, Wiesen D. Profit or patients' health benefit? Exploring the heterogeneity in physician altruism [J]. *Journal of Health Economics*, 2013, 32(6): 1105-1116.
- [14] Hennig-Schmidt H, Selten R, Wiesen D. How Payment Systems Affect Physicians' Provision Behavior - An Experimental Investigation [J]. *Journal of Health Economics*, 2011, 4(30): 1-25.
- [15] Fisman R, Kariv S, Markovits D. Individual Preferences for Giving [J]. *American Economic Review*, 2007, 97(5): 1859-1876.
- [16] Brosig-Koch J, Hennig-Schmidt H, Kairies-Schwarz N, et al. The Effects of Introducing Mixed Payment Systems for Physicians: Experimental Evidence [J]. *Health Economics*, 2017, 26(2): 243-262.
- [17] Zhang Y, Li X, Zhang X, et al. Physician altruism under the change from pure payment system to mixed payment schemes: experimental evidence [J]. *BMC Health Services Research*, 2023, 23(1): 111.
- [18] Attema A E, Galizzi M M, Groß M, et al. The formation of physician altruism [J]. *Journal of Health Economics*, 2023, 87: 1-23.
- [19] 马向阳. 时间压力和具体情绪对医疗决策框架的影响 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2013.
- [20] Brosig-Koch J, Hehenkamp B, Kokot J. The effects of competition on medical service provision [J]. *Health Economics*, 2017, 26: 6-20.
- [21] Han J, Kairies-Schwarz N, Vomhof M. Quality competition and hospital mergers-An experiment [J]. *Health Economics*, 2017, 26: 36-51.
- [22] 李心言, 李星, 刘文婷, 等. 家庭医生签约背景下竞争机制引入对医生行为影响的实验研究[J]. *中国卫生政策研究*, 2022, 15(10): 62-70.
- [23] 张馨元, 韩优莉, 薄云鹊, 等. 由后付制向预付制转变对医生行为影响的实验研究 [J]. *中国卫生经济*, 2020, 39(4): 28-32.
- [24] Faul F, Erdfelder E, Lang A G, et al. G \* Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences [J]. *Behavior research methods*, 2007, 39(2): 175-191.
- [25] Hole A R. Fitting mixed logit models by using maximum simulated likelihood [J]. *The Stata Journal*, 2007, 7(3): 388-401.

[收稿日期:2022-12-07 修回日期:2023-05-16]

(编辑 薛云)