

# 样例学习条件下的因果力估计\*

王墨耘<sup>1,2</sup> 傅小兰<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院心理研究所,北京 100101) (<sup>2</sup>华南师范大学心理学系,广州 510631)

**摘 要** 在逐个呈现因果样例的条件下,考察单一因果关系因果力估计的特点,同时检验联想解释,概率对比模型,权重 P 模型,效力 PC 理论和 pCI 规则。实验让 65 名大学生被试估计不同化学药物影响动物基因变异的能力。实验结果表明:(1)对产生原因的因果力估计符合权重 P 模型;(2)对预防原因的因果力估计较多符合效力 PC 理论;(3)因果力估计具有复杂多样性,难以用统一的模式加以描述和概括。

**关键词** 因果力估计,概率对比模型,效力 PC 理论,权重 P 模型,pCI 规则,逐个呈现样例。

**分类号** B842

## 1 前 言

发现或获得因果关系的因果归纳是人类的主要认知活动之一,在人的生存和适应中具有重要的意义。而因果归纳的一个基本方面就是,对单一因果关系(即一个原因和一个结果相结合的情况)的因果力估计(即对原因产生结果或原因预防结果的能力的估计)。对人们在单一因果关系情况下的因果力估计,存在一些相互竞争的不同描述和解释,它们可以分为两大类:联想理论和计算理论。

联想理论认为,人们的因果印象是基于因果事件的时空相邻依从性而形成的联想(association),因果之间的联想强度随结果(effects)与原因(causes)的相邻结合的重复出现而加强,随原因与结果的独立发生而削弱,因而具有渐变性<sup>[1]</sup>。联想过程不记忆因果事件的频次。最具代表性的联想解释是 Rescorla - Wagner 模型(RWM)<sup>[2]</sup>。该模型用来描述因果联想强度变化的公式是:

$$V_C = c \cdot E \cdot (V - V) \quad (1)$$

公式中的  $V_C$  表示每次样例学习所引起的因果联想强度的变化量,  $c$  表示反映原因突出性的学习参数,  $E$  表示反映结果突出性的学习参数,  $V$  表示最大联想强度,  $V$  表示当前联想强度的总和。

尽管 RWM 可以说明许多因果学习现象,但它却不能解释因果协变值  $P$ (见下文)固定时因果力

估计随结果基率改变而改变的实验现象<sup>[3]</sup>。所以联想理论并不是一种描述简单因果学习的有效理论。

计算理论认为,人们的因果力估计是使用某种规则的统计计算过程,具有对因果事件频次的情景记忆功能,对计算的要求比较高<sup>[4]</sup>。标准计算理论以某种理论标准来描述人的因果归纳活动,例如概率对比模型(Probabilistic Contrast Model)<sup>[5]</sup>,效力 PC 理论(the Power Probabilistic Contrast Theory)<sup>[6]</sup>和 pCI 规则<sup>[7]</sup>。

概率对比模型<sup>[5]</sup>认为,人们的因果力估计是在心理上比较两种概率的差异值的结果,用公式表示为

$$P = P(E|C) - P(E|\sim C) \quad (2)$$

其中, $P(E|C)$ 是结果随目标原因而出现的条件概率; $P(E|\sim C)$ 表示结果基率(base rates of effects),是目标原因未出现时而结果出现的条件概率; $P(E|C)$ 与  $P(E|\sim C)$ 的对比差异值  $P$ ,表示结果随原因而出现的协变值(covariation coefficient)。概率对比模型认为,人们的因果力估计值在大小顺序上应能反映协变值  $P$  的变化方向,即表现出与  $P$  同方向的变化。这种现象称为  $P$  效应。Allan<sup>[8]</sup>指出,尽管多数研究结果表明被试的因果力估计与实际的协变值  $P$  存在高的相关,但是也有不少研究表明存在与  $P$  规则系统偏离的现象,即当  $P$  固定不变时因果力估计随结果基率变化而变化<sup>[8~11]</sup>。概率对

收稿日期:2003-12-24

\*国家自然科学基金项目(30270466)、中国科技部项目(2002CB312100)和中国科学院心理研究所创新重点项目(0302037)。

通讯作者:王墨耘,Email:wangmyun@yahoo.com.cn

比模型也未能区分协变相关与实际的因果联系。显然,协变相关并不等于因果联系。

Cheng<sup>[6]</sup>在修正概率对比模型的基础上,提出了效力 PC 理论。效力 PC 理论认为人们对因果力的估计是协变值 P 和结果基率 P(E|~C) 的联合函数。产生原因条件下的因果力估计是基于公式(3),其中的 p 是对原因 C 产生结果能力的测量。当 P 固定不变时,因果力 p 随结果基率 P(E|~C) 增加而增加。而预防原因条件下的因果力估计是基于公式(4),其中的 p 是对原因 C 预防结果出现能力的测量。当 P 固定不变时,因果力 p 随结果基率 P(E|~C) 增加而减少。

$$p = P / [1 - P(E|~C)] \quad (3)$$

$$p = P / P(E|~C) \quad (4)$$

Cheng<sup>[6]</sup>和 Shanks<sup>[10, 13]</sup>的研究表明,在逐个呈现样例的情况下,当 P 固定不变时,对于产生原因,人们的因果力估计随结果基率 P(E|~C) 增加而增加;对于预防原因,人们的因果力估计随结果基率 P(E|~C) 增加而减少。此时,在 P 固定为非 0 值时,这种变化趋势符合效力 PC 理论的预测,而不符合概率对比模型和联想理论的预测(此时因果力估计应保持与 P 一致而不变);但是,在 P 固定为 0 时(此时因果力也为 0),这种变化趋势既不符合效力 PC 理论的预测,也不符合概率对比模型和联想理论的预测,此时三种理论预测的结果都是应接近因果力 0 值而保持不变。所以效力 PC 理论并不能统一解释当 P 固定不变时因果力估计随结果基率变化而变化的现象。此外,Shanks<sup>[10, 13]</sup>的研究表明,在逐个呈现样例的情况下,无论是产生原因还是预防原因,当 p 固定,同时变化 P 和结果基率 P(E|~C) 时,被试的因果力估计与 P 的变化是相一致的,出现了 P 效应,符合概率对比模型的预测;而与因果力 p 是不相一致的,因而不符合效力 PC 理论的预测。上述相互矛盾的实验结果表明,在逐个呈现样例的条件下,人们可能并不必然按效力 PC 理论所描述的方式进行因果力估计。

White 提出因果力估计的 pCI 规则<sup>[7]</sup>,认为因果力估计倾向随因果信息中肯定因果关系的证据对否定因果关系的证据的比例增加而增加。pCI 表示肯定性样例的比例(the proportion of confirmatory instances),可用公式(5)(产生原因条件)表示。pCI 规则预测,因果力估计的变化方向与 pCI 的变化方向一致。

$$pCI = (a + d - b - c) / (a + b + c + d) \quad (5)$$

其中 a、b、c 和 d 表示结果是否随目标原因出现而出现的四种情况的频次,如图 1 所示:

	有结果	无结果
有目标原因	a	b
无目标原因	c	d

图 1 结果是否随目标原因出现而出现的四种情况

White<sup>[7]</sup>分别使用样例列举程序、系列呈现程序和总和呈现程序进行实验,其结果都支持 pCI 规则的预测,而不支持联想模型、概率对比模型和效力 PC 理论。但是,在等组条件(原因出现的概率为 0.5)下,pCI 值等于 P,此时 pCI 规则的预测与概率对比模型的预测是一致的。所以,pCI 规则与概率对比模型一样,也不能解释当 P 固定不变时因果力估计随结果基率变化而变化的现象。

总之,上述介绍的模型都面临一个共同的困难是,不能圆满地解释在 P 固定不变时因果力估计随结果基率变化而变化的现象。

对此现象,可用人们对因果四格信息的权重差异来解释。Mandel 研究<sup>[14]</sup>表明,对产生原因而言,人们在做因果力估计时对因果四格信息的权重是不同的,对四格信息的权重大小顺序是 a > b > c > d,一般最注重直接支持肯定因果关系的充分信息 a 格部分(即 P(E|C) 部分),这部分信息对人们的因果力估计具有最大的影响,而 c 格部分即结果基率部分的权重影响要小得多。对于产生原因而言,当 P 是固定不变时,伴随结果基率 P(E|~C) 的增加,直接支持因果关系的充分信息部分 P(E|C) 也相应增加,由于 P(E|C) 部分信息对人们的因果力估计具有最大的影响,所以此时因果力估计就会随 P(E|C) 部分的增加而增加,出现 P(E|C) 效应;而结果基率部分表示目标原因未出现时结果出现的概率,是产生因果关系的否定证据部分,所以这部分增加不是增强人们的因果联系而是削弱人们的因果联系,所以结果基率的增加并不能直接解释因果力估计的增加。因此,在 P 固定不变时,因果力估计伴随结果基率增加而增加的实质可能是,因果力估计随 P(E|C) 部分的增加而增加所同时伴随的一个副现象。

用公式(6)表示的权重 P 模型<sup>[8, 15]</sup>,对于产生原因取 P(E|~C) 的权重小于 P(E|C) 的权重,符合上述权重差异,也能解释上述 P(E|C) 效应。虽然权重 P 模型早在 1993 年就已提出,但在以后并没有受到足够的重视,也缺乏对该模型的系统检验。

$$P_w = w_1P(E|C) - w_2P(E|~C) \quad (6)$$

在产生原因条件下,通常对  $P(E|C)$  的权重  $w_1$  为 1,而对  $P(E|\sim C)$  的权重  $w_2$  小于 1。此时,作者对

上述公式做如下推衍:

$$\begin{aligned} P_w &= P(E|C) - w_2 P(E|\sim C) \\ P_w &= (1 + w_2 - w_2) P(E|C) - w_2 P(E|\sim C) \\ P_w &= (1 - w_2) P(E|C) + w_2 (P(E|C) - P(E|\sim C)) \\ P_w &= (1 - w_2) P(E|C) + w_2 P \end{aligned} \quad (7)$$

公式(7)清楚地表明,对于产生原因,在  $P$  固定不变的情况下,作为因果力估计的权重  $P_w$  会随  $P(E|C)$  增加而增加,出现  $P(E|C)$  效应。因此,权重  $P$  模型能够解释  $P(E|C)$  效应。公式 7 包含  $P$  因素,因此,能够解释,在  $P(E|C)$  固定不变时因果力估计会随  $P$  增加而增加,即  $P$  效应。

公式 7 将  $P$  效应和  $P(E|C)$  效应整合统一到同一模型中,因此能解释这两种效应。根据公式 7,因果力估计的主要影响因素是  $P$ ,  $P(E|C)$  和  $w_2$ ,因果力估计是这三个因素的联合函数。

根据权重  $P$  模型推衍公式(7)可以假设,对于产生原因,在  $w_2$  小于 1 的情况下,在影响因果力估计的主要因素是  $P$  和  $P(E|C)$  两个因素,因果力估计是  $P$  和  $P(E|C)$  两因素的联合函数。对于一对配对比较题目,当  $P$  和  $P(E|C)$  的变化方向相反时,因果力估计的变化方向取决于  $P$  的变化幅度和  $P(E|C)$  变化幅度的相对大小竞争,由变化幅度大的一方的决定:如果  $P(E|C)$  变化幅度小而  $P$  的变化幅度大(同时  $P(E|\sim C)$  的变化也大),则因果力估计的变化方向主要由  $P$  的变化决定,会出现  $P$  效应;如果  $P(E|C)$  变化幅度大而  $P$  的变化幅度小,则因果力估计的变化方向主要由  $P(E|C)$  的变化决定,会出现  $P(E|C)$  效应;如果  $P(E|C)$  变化幅度与  $P$  的变化幅度相等而变化方向相反,则因果力估计的变化方向由双方联合决定,会出现两个效应的综合平衡,此时比较题目的因果力估计值不会出现差异。在上述 Shanks<sup>[10, 13]</sup> 的研究中,当因果力  $p$  固定,同时变化  $P$  和结果基率  $P(E|\sim C)$  时,被试的因果力估计与  $P$  的变化是相一致的。这是由于在 Shanks 的实验设计中,因果力  $p$  采用大的固定值,此时  $P(E|C)$  变化幅度小而  $P$  的变化幅度大,所以出现了  $P$  效应。

而对于预防原因,可以做类似的假设,只是把公式(7)中的  $P(E|C)$  换成预防原因的  $P(\sim E|C)$ ,因为  $P(\sim E|C)$  是直接支持预防能力的肯定证据,在评估预防能力时得到的权重最大。可以假设,对预防能

力的估计是  $P$  和  $P(\sim E|C)$  两因素的联合函数,当  $P$  和  $P(\sim E|C)$  二者变化方向相反时,其变化方向取决于  $P$  的变化幅度和  $P(\sim E|C)$  变化幅度的相对大小竞争,由变化幅度大的一方决定:如果  $P(\sim E|C)$  变化幅度小而  $P$  的变化幅度大,则因果力估计的变化方向主要由  $P$  的变化决定,会出现  $P$  效应;如果  $P(\sim E|C)$  变化幅度大而  $P$  的变化幅度小,则因果力估计的变化方向主要由  $P(\sim E|C)$  的变化决定,会出现  $P(\sim E|C)$  效应;如果  $P(\sim E|C)$  变化幅度与  $P$  的变化幅度相等而变化方向相反,则因果力估计的变化方向由双方联合决定,会出现两个效应的综合平衡,此时比较题目的因果力估计不会出现差异。

上述介绍表明,对人们在单一因果关系情况下的因果力估计的描述和解释,仍然是争议颇多,没有明确的结论。因此,本研究拟进一步考察逐个呈现样例条件下单一因果关系因果力估计的特点,检验上述提出的假设,同时检验上述的几个主要理论(Rescorla-Wagner 模型、概率对比模型、检验效力 PC 理论,  $p$ CI 规则和权重  $P$  模型)作为人们因果力估计描述模型的合适性。

对于产生原因的因果力估计,根据上述分析和假设,以及  $p$ ,  $P$  和  $P(E|C)$  三者大小变化结合的规律,提出本研究的具体假设如下:

假设 1:当  $P$  固定不变,而变化  $P(E|C)$  时,因果力估计会出现  $P(E|C)$  效应:当  $P$  为非零固定值时,因果力  $p$  随  $P(E|C)$  变大而变大,因果力估计随  $P(E|C)$  变大而变大的同时也随  $p$  的变大而变大,从而也会得出符合效力 PC 理论预测的结果;而当  $P$  固定为零时,因果力  $p$  也保持为零而不改变,此时因果力估计随  $P(E|C)$  变大而变大,这与  $P$  和因果力  $p$  都固定为零是不相符合的,既不符合符合概率对比模型的预测结果,也不符合效力 PC 理论的预测结果。

假设 2a:当  $P(E|C)$  固定不变,而  $P$  变化足够大时,因果力估计随  $P$  做同方向的变化,会出现  $P$

效应,此时因果力  $p$  与  $P$  变化方向相同,所以因果力估计也随  $p$  做同方向的变化;假设 2b:而当  $P$  变化不够大时,人们难以知觉到  $P(E|C)$  和  $P(E|\sim C)$  的差别,因果力估计主要由  $P(E|C)$  决定,应基本保持不变,不会出现  $P$  效应,也不随因果力  $p$  的变化而变化,不符合效力 PC 理论的预测结果。

假设 3:因果力  $p$  是大的固定值时, $P(E|C)$  必大,因而  $P(E|C)$  的变化必小,而  $P$  变化可大可小;此时如  $P(E|C)$  变化幅度小而  $P$  的变化幅度大,因果力估计会出现  $P$  效应,不符合  $p$  的固定不变,从而得出不符合效力 PC 理论预测的结果。

假设 4:因果力  $p$  是小的固定值时, $P(E|C)$  可大可小,此时  $P$  必小和变化必小;此时如  $P(E|C)$  变化幅度大于  $P$  的变化幅度,且二者变化方向相反,因果力估计会出现  $P(E|C)$  效应,不符合  $p$  的固定不变,也不符合  $P$  的变化方向,得出既不符合概率对比模型也不符合效力 PC 理论预测的结果。

假设 5:因果力  $p$  固定为中等(如为 0.5)时, $P(E|C)$  最小值为 0.5,  $P$  的最大值为 0.5;此时,如  $p$  固定为 0.5,  $P$  和  $P(E|C)$  二者变化方向相反,二者变化幅度也基本一致,即变化幅度同时变大或者同时变小,此时可以同时考察  $P$  和  $P(E|C)$  两个效应的竞争权衡,可能是两个效应的总和是基本相等的,这与因果力的固定不变相符合,因而也符合效力 PC 理论预测的结果。

总的假设为,因果力估计的变化方向取决于  $P$  效应和  $P(E|C)$  效应的竞争结果,取决于  $P$  和  $P(E|C)$  中变化幅度大的一方;如果二者的变化方向相反而变化幅度是平衡的,则两个效应的总和可能基本相等。

而对于预防原因,可以做类似产生原因的假设,只是把产生原因的  $P(E|C)$  换成预防原因的  $P(\sim E|C)$ ,别的都保持不变。其总的假设为,因果力估计的变化方向取决于  $P$  效应和  $P(\sim E|C)$  效应的竞争结果,取决于  $P$  和  $P(\sim E|C)$  中变化幅度大的一方;如果二者的变化方向相反而变化幅度是平衡的,则两个效应的总和可能基本相等。其具体假设如下:

假设 1:当  $P$  固定不变,而变化  $P(\sim E|C)$  时,则会出现  $P(\sim E|C)$  效应:当  $P$  为非零固定值时,因果力  $p$  随  $P(\sim E|C)$  变大而变大,因果力估计随  $P(\sim E|C)$  变大而变大的同时也随  $p$  的变大而变大,从而也会得出符合效力 PC 理论预测的结果;而当  $P$  固定为零时,因果力  $p$  也保持为零而不变,此时

因果力估计随  $P(\sim E|C)$  变大而变大,这与  $P$  和因果力  $p$  都固定为零是不相符合的,既不符合概率对比模型的预测结果,也不符合效力 PC 理论的预测结果。

假设 2a:当  $P(\sim E|C)$  固定不变,而  $P$  变化足够大时,因果力估计会出现  $P$  效应,此时因果力  $p$  与  $P$  变化方向相同,所以因果力估计也随  $p$  做同方向的变化;假设 2b:而当  $P$  变化不够大时,人们难以知觉到  $P(\sim E|C)$  和  $P(E|C)$  的差别,因果力估计主要由  $P(\sim E|C)$  决定,应基本保持不变,不会出现  $P$  效应,也不随因果力  $p$  的变化而变化,不符合效力 PC 理论的预测结果。

假设 3:因果力  $p$  是大的固定值时, $P(\sim E|C)$  必大,因而  $P(\sim E|C)$  的变化必小,而  $P$  变化可大可小;此时如  $P(\sim E|C)$  变化幅度小而  $P$  的变化幅度大,因果力估计会出现  $P$  效应,不符合  $p$  的固定不变,从而得出不符合效力 PC 理论预测的结果。

假设 4:因果力  $p$  是小的固定值时, $P(\sim E|C)$  可大可小,此时  $P$  必小和变化必小;此时如  $P(\sim E|C)$  变化幅度大于  $P$  的变化幅度,且二者变化方向相反,因果力估计会出现  $P(\sim E|C)$  效应,不符合  $p$  的固定不变,也不符合  $P$  的变化方向,得出既不符合概率对比模型也不符合效力 PC 理论预测的结果。

假设 5:因果力  $p$  固定为中等(如为 0.5)时, $P(\sim E|C)$  最小值为 0.5,  $P$  的最大值为 0.5;此时,如  $p$  固定为 0.5,  $P$  和  $P(\sim E|C)$  二者变化方向相反,二者变化幅度也基本一致即变化幅度同时变大或者同时变小,此时可以同时考察  $P$  和  $P(\sim E|C)$  两个效应的竞争权衡,可能是两个效应的总和是基本相等的,这与因果力的固定不变相符合,因而也符合效力 PC 理论预测的结果。

## 2 方 法

### 2.1 被试

65 名大学生,年龄在 17 岁至 22 岁之间。产生原因组 34 人(18 男,16 女),预防原因组 31 人(16 男,15 女)。

### 2.2 实验设计

本实验为混合设计,包括产生原因组和预防原因组。组间自变量是原因种类(产生原因和预防原因两水平),组内自变量是组内各配对题目参数设置的变化模式(如下各配对比较题目的参数设置变化)。因变量是被试对不同化学物质产生或预防某

种动物基因变异的因果力大小的估计值。

每组的实验刺激包括一个练习题目和 8 个正式的题目,练习题目是关于药物 M 对老鼠基因变异影响实验,共有 40 只老鼠,其  $P$  为零, $P(E| \sim C)$  和  $P$

( $E|C$ ) 均为 0.5。

对于产生原因组,正式题目的参数设置和配对比较情况如表 1 所示。

表 1 产生原因组实验刺激参数设置和结果的描述统计

题目	$p$	$P$	$P(E C)$ (a)	$P(E  \sim C)$ (c)	因果力估计	
					$M$	$SD$
1 狗	0.75	0.3	0.9(18)	0.6(12)	59.36	26.62
2 猫	0.75	0.6	0.8(16)	0.2(4)	77.26	10.47
3 兔子	0.50	0.5	0.5(10)	0(0)	49.59	13.68
4 青蛙	0.50	0.2	0.8(16)	0.6(12)	48.06	28.53
5 鸡	0.33	0.3	0.4(8)	0.1(2)	35.88	14.08
6 麻雀	0.33	0.1	0.8(16)	0.7(14)	44.32	29.06
7 老鼠	0	0	0.4(8)	0.4(8)	24.62	18.45
8 鸭子	0	0	0.8(16)	0.8(16)	43.56	32.95

题目 7 和 8 配对比较与题目 1 和 5 配对比较检验假设 1:7 和 8 两题的  $P$  和  $p$  都固定为 0,两题的  $P$  的变化幅度(0)小于  $P(E|C)$  的变化幅度(题 8 比题 7 大 0.4);1 和 5 两题的  $P$  固定为 0.3,变化幅度为 0,而题 1 的  $P(E|C)$  比题 5 的  $P(E|C)$  大 0.5。两题的  $P(E|C)$  变化幅度大于  $P$  的变化幅度,根据假设 1 预测,因果力估计的变化方向取决于  $P(E|C)$  的变化方向,题 1 的估计值会大于题 5 的估计值,题 8 的估计值会大于题 7 的估计值,出现  $P(E|C)$  效应。

题目 2 和 4 配对比较与题目 5 和 7 配对比较检验假设 2a:两对比较题目的  $P(E|C)$  固定不变(分别为 0.8 和 0.4),而  $P$  变化足够大(题 2 比题 4 大 0.4,题 5 比题 7 大 0.3),根据假设 2a 预测,因果力估计的变化方向取决于  $P$  的变化方向,题 2 的估计值要比题 4 的估计值大,题 5 的估计值要比题 7 的估计值要大,出现  $P$  效应,;题目 4、6 和 8 相互配对比较检验假设 2b:配对比较题目的  $P(E|C)$  固定不变(三题均为 0.8),而  $P$  变化不大(三题分别为 0.2,0.1 和 0),但是因果力变化大(三题分别为 0.5,0.33 和 0),根据假设 2b 预测,三题因果力估计主要由  $P(E|C)$  决定,应基本保持不变,不会出现  $P$  效应,也不随因果力的变化而变化。

题目 1 和 2 配对比较检验假设 3:两题的  $p$  固定为 0.75,两题的  $P$  的变化幅度(题 2 比题 1 大 0.3)大于  $P(E|C)$  的变化幅度(题 1 比题 2 大 0.1),根据假设 3 预测,因果力估计的变化方向取决于  $P$  的变化方向,题 2 的估计值会大于题 1 的估计值,出现  $P$  效应。

题目 5 和 6 配对比较检验假设 4:两题的  $p$  固定为  $1/3=0.33$ ,两题的  $P$  的变化幅度(题 5 比题 6 大 0.2)小于  $P(E|C)$  的变化幅度(题 6 比题 5 大 0.4),且二者变化方向相反,根据假设 4 预测,因果力估计的变化方向取决于  $P(E|C)$  的变化方向,题 6 的估计值会大于题 5 的估计值,会出现  $P(E|C)$  效应,得出既不符合  $P$  规则也不符合效力 PC 理论预测的结果。

题目 3 和 4 配对比较检验假设 5:两题的  $p$  固定为 0.5,两题的  $P$  的变化幅度(题 3 比题 4 大 0.3)等于  $P(E|C)$  的变化幅度(题 3 比题 4 小 0.3),并且两题  $P$  和  $P(E|C)$  的变化方向相反,根据假设 5 预测,此时两题  $P$  效应和  $P(E|C)$  效应的总和是基本相等的,两题估计值不会出现差异,因而得出符合效力 PC 理论预测的结果。

对于预防原因组,正式题目的参数设置和配对比较情况如表 2 所示。预防原因组题目的  $p$  和  $P$  在绝对值上等于产生原因组相应题目的  $p$  和  $P$ ,预防原因组题目的  $P(\sim E|C)$  等于产生原因组相应题目的  $P(E|C)$ 。预防原因组的题目配对比较情况类似于上面产生原因组的题目配对比较,只是把产生原因组的  $P(E|C)$  换成预防原因组的  $P(\sim E|C)$ 。

题目 7 和 8 配对比较与题目 1 和 5 配对比较检验假设 1:7 和 8 两题的  $P$  和  $p$  都固定为 0,两题的  $P$  的变化幅度(0)小于  $P(\sim E|C)$  的变化幅度(题 8 比题 7 大 0.4),根据假设预测会出现  $P(\sim E|C)$  效应,题 8 的估计值会大于题 7 的估计值;1 和 5 两题的  $P$  固定为 0.3,变化幅度为 0,而题 1 的  $P(\sim E|$

C)比题5的 $P(\sim E|C)$ 大0.5,两题的 $P(\sim E|C)$ 变化幅度大,根据假设预测,则会出现 $P(\sim E|C)$ 效应,题1的估计值会大于题5的估计值。

表2 预防原因组实验刺激参数设置和结果的描述统计

题目	p	P	$P(\sim E C)$ (b)	$P(E \sim C)$ (c)	因果力估计	
					M	SD
1 狗	0.75	0.3	0.9(18)	0.4(8)	66.35	22.61
2 猫	0.75	0.6	0.8(16)	0.8(16)	67.89	20.56
3 兔子	0.50	0.5	0.5(10)	1.0(20)	49.87	22.63
4 青蛙	0.50	0.2	0.8(16)	0.4(8)	49.28	26.33
5 鸡	0.33	0.3	0.4(8)	0.9(18)	36.10	21.21
6 麻雀	0.33	0.1	0.8(16)	0.3(6)	42.42	24.02
7 老鼠	0	0	0.4(8)	0.6(12)	18.76	18.78
8 鸭子	0	0	0.8(16)	0.2(4)	42.77	30.55

题目2和4配对比较与题目5和7配对比较检验假设2a:两对比较题目的 $P(\sim E|C)$ 固定不变(分别为0.8和0.4),而P变化足够大(题2比题4大0.4,题5比题7大0.3),根据假设会出现P效应;题目4、6和8相互配对比较检验假设2b:配对比较题目的 $P(\sim E|C)$ 固定不变(三题均为0.8),而P变化不大(三题分别为0.2,0.1和0),但是因果力变化大(三题分别为0.5,0.33和0),根据假设,三题因果力估计主要由 $P(\sim E|C)$ 决定,基本保持不变,不会出现P效应,也不会随因果力的变化而变化。

题目1和2配对比较检验假设3:两题的p固定为0.75,两题P的变化幅度(题2比题1大0.3)大于 $P(E|C)$ 的变化幅度(题1比题2大0.1),根据假设预测会出现P效应,题2的估计值会大于题1的估计值。

题目5和6配对比较检验假设4:两题的p固定为 $1/3=0.33$ ,两题P的变化幅度(题5比题6大0.2)小于 $P(\sim E|C)$ 的变化幅度(题6比题5大0.4),且二者变化方向相反,根据假设预测会出现 $P(\sim E|C)$ 效应,题6的估计值会大于题5的估计值,得出既不符合概率对比模型也不符合效力PC理论预测的结果。

题目3和4配对比较检验假设5:两题的p固定为0.5,两题P的变化幅度(题3比题4大0.3)等于 $P(\sim E|C)$ 的变化幅度(题3比题4小0.3),并且两题P和 $P(\sim E|C)$ 的变化方向相反,根据假设预测,此时两题P效应和 $P(\sim E|C)$ 效应的总和是基本相等的,两题估计值不会出现差异,因而得出符合效力PC理论预测的结果。

### 2.3 实验材料和程序

实验材料是用逐个呈现样例的方式呈现虚构的国外某些动物研究所研究不同化学物质对动物基因变异影响作用的实验数据。每个题目就是一个实验,每个实验用一种动物,共有8种动物(如表1所示)。在每个实验中,从40只某种动物中随机地抽取一部分注射某种化学物质,而对另一部分不注射这种化学物质。实验材料的呈现通过E-prime程序在电脑上实现。

实验材料包括测试指导语和题目。指导语中明确说明实验任务的程序和被试的任务(产生原因组部分)如下:

假如你是动物学家,用实验研究不同化学物质使各种动物发生基因变异的能力效果。每一个实验中,把一定数量的某种动物随机分成两部分,对其中一部分动物注射某种药物,而对另一部分动物不注射某种药物;然后观察所有动物基因变异的情况。一共有8个独立的实验,每个实验研究一种化学物质(用大写字母来表示)使某种动物(如兔子、老鼠、鸭子等)产生基因变异的能力效果。

在每个实验中,有40个动物;你将会依次看到每个动物是否被注射某种药物,和是否出现基因变异的情况。身上插有注射器的动物个体表示注射了某种化学物质,身上没插有注射器的动物个体表示没有注射某种化学物质;出现基因变异的动物个体用内有阴影的动物图表示,而没有出现基因变异的动物个体用没有阴影的动物图表示。

当你观察完一个动物的情况时,请按空格键,接着观察下一个动物的情况。

你的任务是,在观察完每个实验的动物系列后,

对某种化学物质使某种动物产生基因变异的能力大小做出估计,估计用从 0 到 100 的数值来表示: 0 表示完全不能产生基因变异,100 表示必然能产生基因变异;数值越大表示产生基因变异的能力越大。

在实验中请不要用笔做任何记录。

读完和理解上述内容后,请按“1”键开始。首先完成一个练习任务,熟悉实验过程内容;然后依次完成上述 8 个实验的估计任务。

在每个实验中,40 个动物的呈现顺序是随机的,每次呈现一个动物的图片,图片下方注有对图片内容的相应文字说明,如“这只狗注射了药物,没有出现基因变异。”8 个实验题目的呈现顺序也是随机的。

被试完成电脑任务的时间约为 15 分钟到 40 分钟。被试完成电脑任务后,接着完成下面的书面问

0      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

| - - - | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - | - - - |

完全不必要 十分重要

A 类动物的数目(    ); B 类动物的数目(    ); C 类动物的数目(    ); D 类动物的数目(    )

二、请你有条理地、详细明确和真实地说明,你在完成各题时,是如何得出你的大小估计值的?

### 3 结果

#### 3.1 产生原因组的结果

各题目的因果力估计分数的描述统计结果(见表 1 最后 2 列)如图 2 所示。

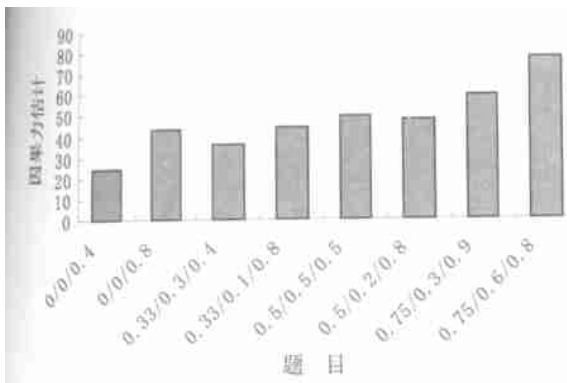


图 2 产生原因组各题目的因果力估计  
注:横坐标表示各题目的  $p/P/P(E|C)$ 。

对各对配对题目的因果力估计平均数差异进行配对样本  $t$  检验结果如表 3 所示。

题 1 的估计平均数 (59.36) 非常显著大于题 5 的估计平均数 (35.88)。题目 8 的估计平均数 (43.56) 非常显著大于题目 7 的估计平均数

卷,报告他们推理过程的有关信息。

一、在上述研究不同化学物质对几种动物基因变异的影响作用时,结果都有四种情况:A、未注射药物且无基因变异的动物;B、未注射药物且出现基因变异的动物;C、注射药物且无基因变异的动物;D、注射药物且出现基因变异的动物。这四种情况分别提供了四类信息:A 类动物数量,B 类动物数量,C 类动物数量,D 类动物数量。请根据你已完成的实验,回答下列问题。

1、请你用下面所示的 0 至 10 分制量尺,对上面 A、B、C 和 D 四类信息在你完成上述各题估计药物产生动物基因变异能力大小中的重要性做出评分。其中,最小值 0 分表示这类信息完全不必要,最大值 10 分表示十分重要,分值越大,表示越重要。请将你的评分写在每一项后面的括号里。

(24.62)。两对题目因果力估计的变化方向都与  $P(E|C)$  的变化方向相一致,出现了  $P(E|C)$  效应,符合假设 1 的预测结果。

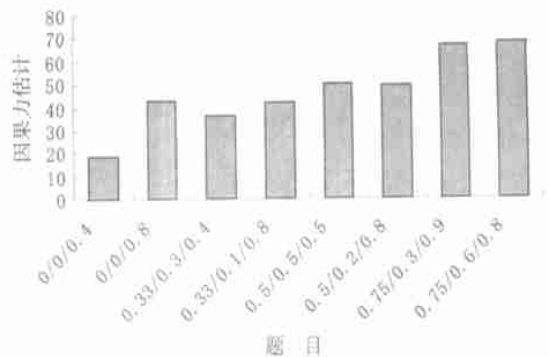


图 3 预防原因组各题目的因果力估计  
注:横坐标表示各题目的  $p/P/P(\sim E|C)$ 。

题目 2 的估计平均数 (77.26) 非常显著大于题目 4 的估计平均数 (48.06),题目 5 的估计平均数 (35.88) 非常显著大于题目 7 的估计平均数 (24.62)。两对题目的因果力估计的变化方向都与  $P$  的变化方向相一致,出现了  $P$  效应,同时也与因果力的变化相符合,符合假设 2a 的预测结果。题目 4、6 和 8 的估计平均数分别为 48.06、44.32 和

43.56,相互差异都不显著,没有出现 P 效应,也与因果力的变化不相符合,符合假设 2b 的预测结果。

题 2 的估计平均数 (77.26) 非常显著大于题 1 的估计平均数 (59.36)。因果力估计的变化方向与 P 的变化方向相一致,出现了 P 效应,符合假设 3 的预测结果。

题目 6 的估计平均数 (44.32) 显著大于题目 5 的估计平均数 (35.88),因果力估计的变化方向与 P

(E|C) 的变化方向相一致,出现了 P(E|C) 效应,符合假设 4 的预测结果。

题 3 和题 4 的估计平均数 (分别为 49.59, 48.06) 差异不显著, P 效应和 P(E|C) 效应的总和和基本相等,符合假设 5 的预测结果;由于两题的因果力是固定不变的 (均为 0.5),所以两题的估计平均数差异不显著也符合因果力的固定不变,因而也符合效力 PC 理论的预测结果。

表 3 各对配对题目的因果力估计平均数差异的 t 检验结果

原因种类	1 和 5	7 和 8	2 和 4	5 和 7	4 和 6	4 和 8	6 和 8	1 和 2	3 和 4	5 和 6
产生原因	4.32 **	4.62 **	6.79 **	3.60 **	0.88	0.83	0.23	4.73 **	0.27	2.05 *
预防原因	5.26 **	4.76 **	3.55 **	3.57 **	1.77	1.11	0.07	0.37	0.11	1.01

注: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ 。产生原因组的  $t$  值自由度为 33,预防原因组的  $t$  值自由度为 30。

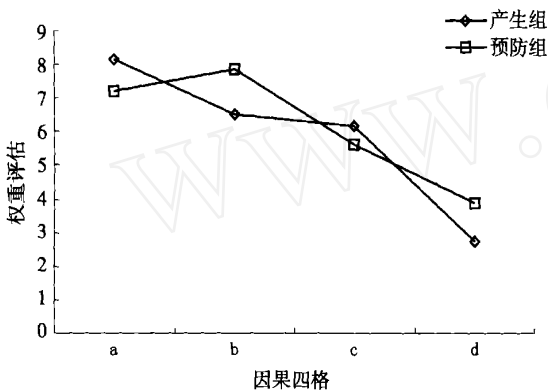


图 4 被试对因果四格信息的权重评估

图 4 显示产生组被试对因果四格信息的权重评估的平均值。由于重要性评估分数分布是非正态的,使用配对样本  $t$  检验来检验对四格信息的权重评估差异。对格 a 的平均权重 ( $M = 8.15$ ) 显著大于对格 b 的平均权重 ( $M = 6.53$ ),  $t(33) = 2.59, p < 0.05$ ;显著大于对格 c 的平均权重 ( $M = 6.15$ ),  $t(33) = 3.04, p < 0.05$ ;显著大于对格 d 的平均权重 ( $M = 2.71$ ),  $t(33) = 9.66, p < 0.001$ 。对格 c 的平均权重显著大于对格 d 的平均权重,  $t(33) = 6.02, p < 0.001$ 。对格 b 和格 c 的权重评估没有显著差异,  $t(33) = 0.43$ 。这样产生组对因果四格的权重顺序是  $a > b > c > d$ 。

### 3.2 预防原因组的结果

各题目因果力估计分数的描述统计结果 (见表 2 最后 2 列) 如图 3 所示。

对各对配对题目的因果力估计平均数差异进行配对样本  $t$  检验的结果如表 3 所示。

题 1 的估计平均数 (66.35) 非常显著大于题 5 的估计平均数 (36.1), 题 8 的估计平均数 (42.77) 非常显著大于题 7 的估计平均数 (18.76)。两对题目因果力估计的变化方向都与  $P(\sim E|C)$  的变化方向相一致,出现了  $P(\sim E|C)$  效应,符合假设 1 的预测结果。

题目 2 的估计平均数 (67.89) 非常显著大于题目 4 的估计平均数 (49.28), 题目 5 的估计平均数 (36.1) 非常显著大于题目 7 的估计平均数 (18.76)。两对题目的因果力估计的变化方向都与 P 的变化方向相一致,出现了 P 效应,同时也与因果力的变化方向相符合,符合假设 2a 的预测结果。题目 4、6 和 8 的估计平均数分别为 49.28、42.42 和 42.77,相互差异都不显著,没有出现 P 效应,也与因果力的变化不相符合,符合假设 2b 的预测结果。

题 2 的估计平均数 (67.89) 与题 1 的估计平均数 (66.35) 差异不显著。这不符合 P 的变化方向,没有出现 P 效应,不符合假设 3 的预测结果,而是与因果力 p 的固定不变 (0.75) 相一致,符合效力 PC 理论的预测结果。

题 6 的估计平均数 (42.42) 与题 5 的估计平均数 (36.1) 差异不显著。这不符合  $P(\sim E|C)$  的变化方向,没有出现  $P(\sim E|C)$  效应,不符合假设 4 的预测结果,而是与因果力 p 的固定不变 (0.33) 相一致,符合效力 PC 理论的预测结果。

题 3 和题 4 的估计平均数 (分别为 49.87, 49.28) 差异不显著。这符合假设 5 的预测结果,也与因果力 p 的固定不变 (0.5) 相一致,符合效力 PC 理论的预测结果。

图 3 显示预防组被试对因果四格信息权重评估



的平均值。对四格信息的权重评估大小顺序是  $b > a > c > d$ 。由于重要性评估分数分布是非正态的,使用配对样本  $t$  检验来检验对四格信息的权重评估差异。对格  $b$  的平均权重 ( $M = 7.84$ ) 与对格  $a$  的平均权重 ( $M = 7.19$ ) 差异不显著,  $t(30) = 0.84$ 。对格  $b$  的平均权重显著大于对格  $c$  的平均权重 ( $M = 5.61$ ),  $t(30) = 2.92, p < 0.01$ ; 显著大于对格  $d$  的平均权重 ( $M = 3.90$ ),  $t(30) = 5.65, p < 0.001$ 。对格  $a$  的平均权重与对格  $c$  的平均权重差异边缘显著,  $t(30) = 1.89, p = 0.069$ ; 对格  $a$  的平均权重显著大于对格  $d$  的平均权重,  $t(30) = 4.04, p < 0.001$ 。对格  $c$  的权重评估显著大于对格  $d$  的权重评估,  $t(30) = 2.63, p < 0.05$ 。

## 4 讨论

对于产生原因组,只有题 3 和题 4 的配对比较结果,题 1 和题 5 的配对比较结果,题 2 和题 4 的配对比较结果与题 5 和题 7 的配对比较结果既符合本实验假设的预测结果,也符合效力 PC 理论的预测结果。而其余的配对题目的比较结果只符合本实验假设的预测结果,而不符合效力 PC 理论的预测结果。因此,产生原因组各对配对题目的因果力估计平均数差异的  $t$  检验结果均符合本实验相应假设的预测结果。这支持前言中的假设,对于产生原因,影响因果力估计的主要因素是  $P$  和  $P(E|C)$  两因素。因果力估计是  $P$  和  $P(E|C)$  两因素的联合函数。对于一对配对比较题目,当  $P$  和  $P(E|C)$  的变化方向相反时,因果力估计的变化方向取决于  $P$  的变化幅度和  $P(E|C)$  变化幅度的相对大小竞争综合,由变化幅度大的一方决定:如果  $P(E|C)$  变化幅度小而  $P$  的变化幅度大,则因果力估计的变化方向主要由  $P$  的变化决定,会出现  $P$  效应;如果  $P(E|C)$  变化幅度大而  $P$  的变化幅度小,则因果力估计的变化方向主要由  $P(E|C)$  的变化决定,会出现  $P(E|C)$  效应;如果  $P(E|C)$  变化幅度与  $P$  的变化幅度相等而变化方向相反,则因果力估计的变化方向由双方联合决定,会出现两个相反效应的综合平衡,此时比较题目的估计值不会出现差异。

上述变化模式既不能由概率对比模型来解释,也不能由效力 PC 理论来解释。而对于  $pCI$  规则,由于在等组条件下,  $pCI$  值等于协变值  $P$ ,  $pCI$  规则的预测与概率对比模型的预测是相同的,所以  $pCI$  规则也不能统一解释上述变化模式。这三种计算理论由于都不考虑对因果四格信息的权重差异,所以都

不能解释在产生能力的估计中被试由于对直接支持产生因果关系的充分信息部分  $P(E|C)$  的偏重而导致的  $P(E|C)$  效应。上述当  $P$  固定时因果力估计同时随  $P(E|\sim C)$  和  $P(E|C)$  的变化而变化重复了已往的实验结果,这是联想理论所不能解释的<sup>[3]</sup>。同时联想理论认为因果力估计是基于当前的因果联想强度,而不是某种计算。但本实验的大部分被试(产生组和预防组各有 29 个被试)报告是通过使用各种各样的计算策略来做估计的,这也是不支持联想理论的。

而权重  $P$  模型由于对产生原因取  $P(E|\sim C)$  的权重小于对  $P(E|C)$  的权重,则能统一描述解释上述变化模式。当  $P$  固定时,随结果基率  $P(E|\sim C)$  的增加,  $P(E|C)$  也做相同方向的相同大小的增加,而被试对  $P(E|C)$  的权重大于对  $P(E|\sim C)$  的权重,所以会出现  $P(E|C)$  效应。而当  $P(E|C)$  变化不大时,而  $P$  变化比较大(同时  $P(E|\sim C)$  的变化也比较大)时,会出现  $P$  效应。如果  $P(E|C)$  变化幅度与  $P$  的变化幅度相等而变化方向相反,则会出现两个相反效应的综合平衡,此时比较题目的估计值不会出现差异。而上述结果中对因果四格的权重评估也表明,被试对对应于  $P(E|C)$  部分的格  $a$  的权重要明显大于对对应于  $P(E|\sim C)$  部分的格  $c$  的权重。所以,本实验产生原因部分的结果直接支持权重  $P$  模型,而不支持别的模型。这表明其对产生原因部分的结果有较好的解释。

而对于预防原因组的结果可概括为:而当  $P$  固定时,配对比较题目都有显著差异,出现了  $P(\sim E|C)$  效应,对于  $P$  为大于零的固定值情况,这与因果力  $p$  的变化方向也相一致,也符合效力 PC 理论的预测结果;而对于  $P$  为等于零的固定值情况,这与因果力  $p$  的固定不变(为 0)不相一致,既不符合概率对比模型的预测结果,也不符合效力 PC 理论的预测结果;当  $P(\sim E|C)$  固定不变,而  $P$  变化足够大时,因果力估计会出现  $P$  效应,也随因果力  $p$  的变化而变化,符合效力 PC 理论的预测结果;当  $P(\sim E|C)$  固定不变,而  $P$  变化不够大时,因果力估计基本保持不变,没有出现  $P$  效应,也不随因果力  $p$  的变化而变化,不符合效力 PC 理论的预测结果;当因果力  $p$  固定时,配对比较题目都没有出现显著差异,没有出现  $P$  效应或  $P(\sim E|C)$  效应,这与因果力  $p$  的固定不变相一致,符合效力 PC 理论的预测结果。

对于预防原因组,除了检验假 1 的 7 和 8 题配对比较结果和假设 2 的 3 对题目(4 和 6 题配对,4

和 8 题配对,以及 6 和 8 题配对)比较结果不符合效力 PC 理论的预测结果,而只符合权重 P 模型假设的预测结果的,其余的 6 对题目的比较结果都符合效力 PC 理论的预测结果;而检验假设 3 和假设 4 的两对题目(1 和 2 题配对,5 和 6 题配对)的比较结果是不支持权重 P 模型预测结果的,而是支持效力 PC 理论预测结果的。这样,不论是对效力 PC 理论还是对权重 P 模型,在 5 个假设中都有三个假设得到支持,两个假设得到反对。这表明,对预防能力的估计难以用是 P 效应和  $P(\sim E|C)$  效应的相对大小竞争综合来做统一解释的,从而难以用权重 P 模型来做统一解释,也难以用效力 PC 理论来做统一的解释。效力 PC 理论和权重 P 模型都只能解释一部分而不是全部结果。这也表明,与对产生能力的估计相比,对预防能力的估计更为复杂多样,难以用统一的模式描述概括。与对产生能力的估计一般不符合效力 PC 理论的预测相比,对预防能力的估计较多符合效力 PC 理论的预测。这表明,在逐个呈现样例的条件下,对预防能力的估计与对产生能力的估计具有不同的特点,这是以前研究所缺乏的。

本实验发现的在逐个呈现样例条件下的因果力估计模式不同于先前在集中呈现信息条件下的因果力估计模式<sup>[16]</sup>。先前研究表明,在集中呈现信息条件下,被试一般综合考虑因果四格信息来做因果力估计:在产生原因条件下,多数被试的估计符合概率对比模型;而在预防原因条件下,部分估计符合概率对比模型,部分估计符合效力 PC 理论。而现在的研究表明,在逐个呈现样例条件下,被试对因果四格信息权重存在明显差异,从而导致因果力估计系统背离 P 值而符合权重 P 模型。看来,逐个呈现样例的方式要求的记忆负荷大而便于统计计算,从而导致对因果四格信息的权重差异,出现因果力估计系统偏离 P 的现象;而集中呈现信息的方式要求的记忆负荷小,便于统计计算,被试能综合考虑因果四格信息,并使用明确的统计计算规则来做估计。这表明,因果信息不同的外部表征方式通过制约任务记忆负荷要求的高低,而影响因果力估计的过程机制。

本实验发现,在逐个呈现样例的条件下,对预防能力的估计(即预防原因条件下的因果力估计)与对产生能力的估计(即产生原因条件下的因果力估计)具有不同的特点。而以前在集中呈现信息条件下的实验发现,对预防能力的估计与对产生能力的估计

具有类似的差异:对产生能力的估计一般符合概率对比模型而不符合效力 PC 理论,而对预防能力的估计较多符合效力 PC 理论<sup>[16]</sup>。这种差异可能是由于:在产生原因条件下,产生作用实质上是一个由原来无结果(无基因变异)变为有结果(有基因变异)的过程;但是,人们估计产生能力时,一般更为注重有结果的信息,而容易忽视无原因无结果的信息,即  $P(\sim E|\sim C)$ <sup>[14]</sup>,因而在估计产生能力时会倾向于直接拿原因出现组和原因没有出现组中有结果的部分进行有权重差异的比较或无权重差异的比较,所以得出符合权重概率对比模型或概率对比模型的结果。而在预防原因条件下,预防作用是一个由原来有结果(有基因变异)变为无结果(无基因变异)的过程,而人们对这种由有到无的过程比较敏感,也知道预防原因所消除的某种结果是针对原来有结果的部分,因而在估计预防能力时可能直接拿结果变化减少的部分即 P 与原来有结果的部分即  $P(E|\sim C)$  相除,所以得出符合效力 PC 理论预测的结果。

## 5 结 论

本实验在逐个呈现样例的条件下,考察单一因果关系因果力估计的特点,同时检验概率对比模型,权重 P 模型,效力 PC 理论和 pCI 规则。实验结果表明:(1)在产生原因条件下的因果力估计符合权重 P 模型;(2)在预防原因条件下的因果力估计较多符合效力 PC 理论;(3)因果力估计具有复杂多样性,难以用统一的模式加以描述和概括。

## 参 考 文 献

- 1 Waldmann M R. Knowledge - based causal induction. *The Psychology of Learning and Motivation*, 1996, 34: 47 ~ 88
- 2 Rescorla R A, Wagner A R. A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In: Black A H, Prokasy W F eds. *Classical Conditioning II: Current Research and Theory*. New York: Appleton, 1972. 64 ~ 99
- 3 Buhner M J, Cheng P W. From covariation to causation: a test of the assumption of causal power. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2003, 29: 1119 ~ 1140
- 4 Baker A G, et al. Association and normative models of causal induction: reacting to versus understanding cause. *The Psychology of Learning and Motivation*, 1996, 34: 1 ~ 46
- 5 Cheng P W, Novick L R. A probabilistic contrast model of causal induction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1990, 58: 545 ~ 567
- 6 Cheng P W. From covariation to causation: a causal power theory. *Psychological Review*, 1997, 104: 367 ~ 405
- 7 White P A. Making causal judgments from the proportion of confirming

- instances: the pCI rule. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2003, 29: 710 ~ 727
- 8 Allan L G. Human contingency judgments: Rule - based or associative? *Psychological Bulletin*, 1993, 114: 435 ~ 448
- 9 Wasserman E A, et al. Causation and association. *The Psychology of Learning and Motivation*, 1996, 34: 207 ~ 264
- 10 Shanks D R, Lober K. Is causal induction based on causal power? Critique of Cheng (1997). *Psychological Review*, 2000, 107: 195 ~ 212
- 11 White P A. Perceiving a strong causal relation in a weak contingency: Further investigation of the evidential evaluation model of causal judgment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2002, 55A: 97 ~ 114
- 12 Shanks D R, et al. Distinguishing associative and probabilistic contrast theories of human contingency. *The Psychology of Learning and Motivation*, 1996, 34: 265 ~ 313
- 13 Shanks D R. Tests of the power PC theory of causal induction with negative contingencies. *Experimental Psychology*, 2002, 49: 81 ~ 88
- 14 Mandel D R, Lehman D R. Integration of contingency information in judgments of cause, covariation, and probability. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1998, 127: 269 ~ 285
- 15 Anderson J R, Sheu, C F. Causal inferences as perceptual judgments. *Memory & Cognition*. 1995, 23: 510 ~ 524
- 16 Wang M Y, Fu X L. Causal judgments in the concentrative presentation of information with different external representations. *Acta Psychologica Sinica*, 2004, 36(3): 298 ~ 306  
(王墨耘, 傅小兰. 用不同外部表征方式集中呈现信息条件下的因果力判断. *心理学报*, 2004, 36(3): 298 ~ 306)

## CAUSAL JUDGMENTS IN THE TRIAL-BY-TRIAL PRESENTATION

Wang Moyun, Fu Xiaolan

(*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*)

### Abstract

An experiment was conducted to investigate human causal judgments in the trial-by-trial presentation, and to test the associative theory, the power PC theory, the probabilistic contrast model, the weighted P model, and the pCI rule. The participants were 65 college students. It was found that causal judgments had three characteristics: (a) Causal judgments were in accord with the weighted P model in generative causes, (b) more causal judgments were in accord with the power PC theory in preventive causes, and (c) causal judgments were difficult to be described and generalized with a uniform pattern.

**Key words** estimates of causal power, the power PC theory, the probabilistic contrast model, the weighted P model, pCI rule, trial-by-trial presentation.