



遮掩效应的统计分析框架及其应用

刘振亮¹ 刘田田² 沐守宽¹

(¹ 闽南师范大学教育科学学院, 漳州 363000)

(² 安徽师范大学教育科学学院, 芜湖 241000)

摘要 遮掩效应是指在虚无假设为真的前提下, 第三变量(遮掩变量)对自变量与因变量关系的遮掩(或抑制)作用。在心理学研究中, 自变量与因变量之间无相关关系或自变量对因变量的影响不显著的现象常常是困扰研究者的一个问题。此文系统地介绍了遮掩效应的基本原理、与中介效应的异同、分析逻辑以及研究示例。最后, 文章围绕遮掩效应的相关问题展开讨论并分析了其在心理学研究中的应用与意义, 为未来研究中可能存在的混淆厘清思路和指明方向。

关键词 遮掩效应; 中介效应; 虚无假设; 研究困境

分类号 B849

DOI: 10.16842/j.cnki.issn2095-5588.2021.10.004

在心理学研究中, 当自变量 X 与因变量 Y 或预测变量与结果变量之间无关时, 研究者通常会放弃继续探讨变量间的关系, 如此决策符合传统的研究逻辑, 但此时, 研究者也在主观上拒绝了 X 与 Y 存在额外关系的可能, 更不会去继续探索 X 与 Y 之间无关的潜在原因。Horst (1941) 首次使用遮掩 (Suppression) 概念回答了变量间不存在显著关系的问题。他认为, X 与 Y 之间不存在显著关系很可能是受到第三变量的遮掩或影响, 其中, 第三变量被称为遮掩变量 (Suppression Variable), 这种现象被命名为遮掩效应 (Suppression Effect) (Mackinnon, Krull, & Lockwood, 2000; MacKinnon & Lamp, 2021)。遮掩效应主要回答为什么感兴趣的变量关系不显著的问题 (温忠麟, 刘红云, 2020; Shrout & Bolger, 2002)。自 Horst (1941) 提出遮掩概念以来, 经过 80 年的发展演变, 许多学者已经重新对它进行了界

定与完善 (Conger, 1974; MacKinnon, 2008; MacKinnon et al., 2000; MacKinnon & Lamp, 2021; McFatter, 1979; Muniz & MacKinnon, 2021; Murgui & Jiménez, 2013; Tzelgov & Henik, 1991), 但他们主要在理论上和方法学上讨论遮掩概念, 很少关注遮掩概念如何帮助研究者扩展研究思路, 解决研究困境——自变量与因变量无关的情况。

由于遮掩效应能够提供解决研究困境的新思路, 因此, 越来越多的研究者们已经注意到它的实践价值并将其应用到实证研究中。在中国知网 (期刊数据库) 中, 以“中介”和“遮掩”为搜索词在“篇关摘”中进行搜索, 发现 73 篇中文文献中报告了遮掩效应。同样, 在 Scopus 数据库中, 以“mediation”和“‘suppression effect’ or ‘suppressor’ or ‘suppressor variabl’”为搜索词在“篇关摘”中进行搜索, 发现 312 篇外文文献中报告了遮掩效应, 且相关文献量正在呈逐年上升趋势。

基金项目: 国家社会科学基金西部项目 (19XSH016)。

通讯作者: 沐守宽, E-mail: msk1967@163.com

可见,越来越多的研究者开始接受虚无假设为真的情况,并探讨这种不显著背后的潜在原因。但遗憾的是,由于遮掩效应常常被视为中介效应的一种特例,其作用往往被弱化与忽视。因此,本文的主要目的是,系统地介绍遮掩效应的基本原理、分析逻辑以及在实际研究中的应用,为研究者们打破研究困境提供一个替代性思路。

1 遮掩效应的基本原理

在心理学研究中,普遍使用的中介分析方法是由 Baron 和 Kenny (1986) 提出的逐步检验法 (Causal Steps Approach), 以线性回归方程为基础检验自变量 X 、因变量 Y 以及中介变量 M 之间的关系。检验遮掩效应的方法和原理与中介效应的逐步检验法的基本原理类似。因此,本文以 XS 三变量模型为基础,在忽略截距项和中心化等问题的前提下,借用逐步检验法的三个回归方程,对自变量 X 、因变量 Y 以及遮掩变量 S 三者之间的关系展开推演。本文假设所有涉及变量均为连续变量,涉及分类变量的相关模型和处理方法请参见相关文献,此处不再另行论述。检验遮掩效应涉及的三个回归方程如下:

$$Y = cX + \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$S = aX + \varepsilon_2 \quad (2)$$

$$Y = c'X + bS + \varepsilon_3 \quad (3)$$

在方程 (1) 中, c 是 X 对 Y 的总效应回归系数; 在方程 (2) 中, a 是 X 对 S 的直接效应回归系数; 在方程 (3) 中, c' 和 b 分别是 X 和 S 对 Y 的直接效应回归系数; $\varepsilon_1 - \varepsilon_3$ 是各个方程的残差。在此方法中,如果 c 不显著,但 a 和 b 显著,说明遮掩效应成立,即变量 S 在自变量 X 和因变量 Y 间起遮掩效应。此时,遮掩效应等于间接效应,用系数乘积 ab 表示。在检验遮掩效应的过程中,涉及的主要系数存在如下关系:

$$c = c' + ab \quad (4)$$

其中,直接效应 c' 与间接效应 ab 的符号方向是相反的,二者之和的总效应 c 值接近于 0,因此,在系数检验时, c 不显著。在遮掩效应中, X 与 Y 的关系被认为是由相关部分和无关部分组成,遮掩变量的加入是在总效应中减去无关部分,突

显相关部分 (McFatter, 1979), 所以,结果的表象是直接效应增强,即 $|c| < |c'|$ 。此时,在不考虑其他变量的前提下, c 不显著有两种可能: 一是 c' 显著,它与显著的间接效应值大小接近、方向相反,以至于二者之和相互抵消; 二是 c' 不显著,但它减少了显著的间接效应的效应值以至于总效应不显著。

从以上基本原理可知,遮掩效应有三个明显特点: (1) 当不考虑遮掩变量时,自变量与因变量之间无相关关系或自变量对因变量的影响不显著,这是遮掩效应成立的前提 (温忠麟, 叶宝娟, 2014; Mackinnon et al., 2000); (2) 当加入遮掩变量后,自变量对因变量影响的间接效应显著且与直接效应的方向相反 (Mackinnon et al., 2000)。由于两种效应的方向相反,因此,二者作用彼此之间相互抵消,这解释了为什么在遮掩效应中自变量对因变量影响的总效应不显著的本质; (3) 当加入遮掩变量后,自变量与因变量的关系程度会有所增加 (Conger, 1974; MacKinnon & Lamp, 2021)。这种变化源于加入遮掩变量后,自变量与因变量的关系由总效应向直接效应的转变,因此,自变量与因变量的关系程度会表现出增强的现象。

2 遮掩效应与中介效应的异同

遮掩效应与中介效应关系密切,有学者把遮掩效应视为广义的中介效应 (温忠麟, 刘红云, 2020), 之所以如此,是因为二者之间有很多共通之处。它们均是间接效应的一种 (温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 刘红云, 2004; Mathieu & Taylor, 2006), 共同探讨第三个变量在自变量与因变量的关系间起到的连接作用,它们有着相同的数学表达式,即系数乘积项 ab 。更重要的是,检验中介效应的方法也同样适用于遮掩效应,如逐步检验法和 Bootstrap 法等。

尽管两种效应有很多相近之处,但它们之间有四点明显的不同。

第一,研究问题不同。中介效应解决的问题是,什么因素或变量解释了自变量与因变量之间的显著关系,而遮掩效应则恰恰相反,回答的问题是为什么自变量与因变量之间的关系不显著

(温忠麟, 叶宝娟, 2014; Shrout & Bolger, 2002)。

第二, 前提不同。中介效应要求 X 对 Y 的总效应 c 是显著的, 而遮掩效应则正好相反, 强调 c 是不显著的。在这一点上, 一些学者认为没有必要纠结于 c 显著与否的前提, 因为无论 c 是否显著, 间接效应 ab 都可能是显著的, 如果直接效应与间接效应方向相反或两个中介效应方向相反, 都可能导致总效应不显著 (Preacher & Hayes, 2008; Shrout & Bolger, 2002; Zhao, Lynch Jr, & Chen, 2010)。

第三, 结果表现不同。在中介变量的影响下, 自变量与因变量之间的原有关系强度有所减弱, 而在遮掩变量影响下, 自变量与因变量的关系强度有所增强 (Conger, 1974; Mackinnon et al., 2000)。

第四, 直接效应与间接效应的方向不同。在中介效应中, 直接效应与间接效应的方向相同, 总效应大于直接效应, 而在遮掩效应中, 直接效应与间接效应的方向相反, 总效应小于直接效应。表 1 总结了两种效应的异同点。

表 1 中介效应与遮掩效应的对比

相同点	不同点	
	中介效应	遮掩效应
(1) 均是间接效应	(1) c 显著	c 不显著
(2) 检验方法类似	(2) $ c > c' $	$ c < c' $
(3) 有相同的数学表达式: ab	(3) ab 和 c 同号	ab 和 c' 异号
(4) 均是探讨第三变量在自变量与因变量关系间的作用	(4) 为什么变量间存在 显著关系	为什么变量间 不存在显著关系

从以上的异同点中不难发现, 中介效应和遮掩效应适用于不同的研究情境。当自变量与因变量之间存在显著关系时, 第三变量起到中介作用, 主要解释了这种显著关系的原因, 如社会支持对社会幸福具有正向预测作用, 此时, 希望和孤独感解释了这种预测作用 (姚若松, 郭梦诗, 叶浩生, 2018)。而当自变量与因变量之间不存在显著关系时, 第三变量则起到遮掩作用, 主要回答为什么自变量不影响因变量或自变量只能通过遮掩变量间接影响因变量的问题, 如心理控制源中的“外控”不能预测个体的求职行为, 但当加入“职业成熟度”之后, “外控”可以通过“职业成熟度”间接影响求职行为 (杨林会, 张瑾, 王滔, 2019)。

3 遮掩效应的示例分析

本文通过研究示例来进一步介绍遮掩效应的数据分析步骤以及结果解读。示例来自 Murayama 和 Elliot (2012) 的研究 1, 它从个人层面探讨了

特质竞争 (即与他人竞争的倾向性) (Elliot, Jury, & Murayama, 2018) 与学业成绩之间的关系以及成就目标在其中的遮掩效应。Murayama 和 Elliot (2012) 发现, 特质竞争不能预测学业成绩, 需要通过成就目标起间接作用。原文将成就目标区分为趋近目标与回避目标。为了分析逻辑清晰, 此处通过逐步检验法和路径分析法分别对研究数据进行演示分析。

3.1 逐步检验法

在逐步检验法中, 简化了分析变量, 只选取回避目标作为遮掩变量, 通过 SPSS 进行分析演示。此时, 特质竞争为预测变量, 学业成绩为结果变量, 回避目标为遮掩变量。逐步检验法的具体分析步骤如下 (见表 2):

首先, 检验特质竞争对学业成绩的总效应 c 。结果显示, $c = 0.02, p = 0.682$, 表明特质竞争对学业成绩预测不显著, 即遮掩效应的前提成立。

其次, 检验特质竞争对回避目标的回归系数 a 。结果显示, $a = 0.24, p < 0.001$, 表明特质竞争

正向预测回避目标。

再次, 检验特质竞争与回避目标对学业成绩的回归系数 c' 和 b 。结果显示, $b = -0.13$, $p = 0.037$; $c' = 0.06$, $p = 0.377$, 表明回避目标负向预测学业成绩但特质竞争对学业成绩预测不显著。在总效应 c 不显著的前提下, 回归系数 a 与 b 均显著, 且二者的乘积项 ab 与 c' 方向相反, 说明遮掩效应成立。

最后, 使用 Bootstrap 法检验遮掩效应系数 ab 的显著性。在此方法中, 如果 95% 的置信区间包括 0, 说明 ab 不显著, 反之, 说明显著。结果显示, $ab = -0.03$, 95% $CI = [-0.068, -0.004]$, 表明遮掩效应系数 ab 显著。以上结果表明, 特质竞争与学业成绩并不是没有关系, 而是需要通过回避目标建立起联系, 回避目标在其中起到了遮掩作用。

表 2 遮掩效应的逐步检验法分析示例

分析步骤	标准化回归方程	系数符号	SE	t	p
第一步	$Y = 0.02X$	c	0.93	0.41	$= 0.682$
第二步	$S = 0.24X$	a	0.11	4.21	< 0.001
第三步	$Y = 0.06X$	c'	0.98	0.89	0.377
	$-0.13S$	b	0.54	-2.09	0.037

3.2 路径分析法

在路径分析法中, 选择趋近目标和回避目标两个遮掩变量, 通过 SPSS 的 Process (v3.3) 插件 (Hayes, 2018) 演示较为复杂但常见的遮掩效应情况。Process 插件的优势在于可以一次性输出遮掩效应的所有相关统计值, 不需要额外计算, 但其明显的缺点是无法对潜变量的遮掩效应进行检验。如果读者在实际使用中涉及潜变量的遮掩分析, 可以在 Mplus 等结构方程模型软件中实现 (Valente, Rijnhart, Smyth, Muniz, & MacKinnon, 2020)。

本例以 Process 的模型 4 检验遮掩效应。模型 4 主要用于单一或多重平行中介效应的检验 (最多允许 10 个中介变量)。在此分析示例中, 输入趋近和回避目标变量作为遮掩变量。图 1 为标准结果示意图。特质竞争对学业成绩的总效应不显著 ($\beta = 0.02$, $SE = 0.95$, $p = 0.701$)。在加入趋

近和回避目标后, 特质竞争对学业成绩的直接效应不显著 ($\beta = -0.03$, $SE = 1.04$, $p = 0.65$); 特质竞争分别正向预测趋近目标 ($\beta = 0.43$, $SE = 0.10$, $p < 0.001$) 和回避目标 ($\beta = 0.24$, $SE = 0.11$, $p < 0.001$); 趋近目标与回避目标分别正向和负向预测学业成绩 ($\beta = 0.32$, $SE = 0.80$, $p < 0.001$; $\beta = -0.34$, $SE = 0.77$, $p < 0.001$)。遮掩效应分析结果显示, 特质竞争→趋近目标→学业成绩的间接 (遮掩) 效应显著 ($\beta = 0.14$, $SE = 0.04$, 95% $CI = [0.06, 0.23]$); 特质竞争→回避目标→学业成绩的间接 (遮掩) 效应显著 ($\beta = -0.08$, $SE = 0.03$, 95% $CI = [-0.15, -0.04]$); 总遮掩效应不显著 ($\beta = 0.05^{\text{①}}$, $SE = 0.03$, 95% $CI = [-0.01, 0.12]$)。在总效应不显著的前提下, 各遮掩效应间相互抵消, 总遮掩效应系数与直接效应系数符号相反, 说明趋近目标和回避目标共同遮掩了特质竞争与学业成绩之间的关系。

① 总遮掩效应系数等于两个平行遮掩效应的系数之和, 即 $0.14 + (-0.08) = 0.06$, 这与此处给出的总效应系数 0.05 有出入。实际上, 前两个系数值是四舍五入后的结果, 若保留四位小数的结果为 0.1373 和 -0.0841, 二者之和便是此处给出的结果 0.0532。

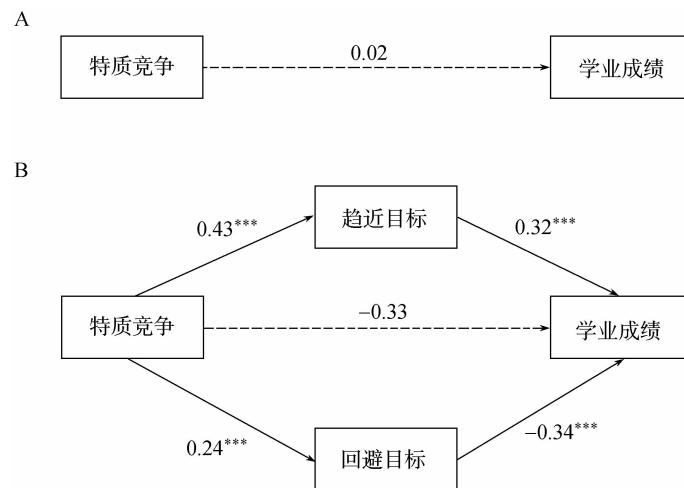


图1 双遮掩变量分析示例

1A: 特质竞争对学业成绩的总效应; 1B: 趋近与回避目标在特质竞争与学业成绩之间的遮掩效应。图上系数均为标准化路径系数。注: *** $p < 0.001$

4 总结与讨论

本文系统地介绍了遮掩效应,并将其与中介效应加以区分,明确了二者各自的用途,最后,通过具体事例说明其在实际研究中如何加以应用。本文的主要贡献并非理论深度上的探讨,而是体现在实际应用价值上。本文的主要观点是,当研究结果显示自变量与因变量之间无关时,它并不意味着研究的结束,它或许意味着,研究中可能存在遮掩变量能够解释自变量与因变量之间的无关系。换言之,遮掩效应为打破研究僵局、解决研究困境提供了一个新的思路。

4.1 虚无假设为真,遮掩效应成立的前提

研究者是否能够拒绝或接受虚无假设受制于许多因素,如样本(包括样本量)、研究设计以及测量工具(或实验任务)等。同一个研究主题,不同的研究者在这些因素的影响下,很可能得出不同或相反的结论。假设研究者想要探讨竞争是否能够增加冒险行为,虚无假设是竞争不影响或减少冒险行为,备择假设是竞争能够增加冒险行为。一个研究发现,竞争能够增加个体的冒险行为(Liu, Liu, & Mu, 2021),而另一个研究发现,竞争不会影响个体的冒险行为(Hangen, Elliot, & Jamieson, 2016)。前者拒绝了虚无假设,而后者

接受了虚无假设,并在此基础上进一步探讨了其遮掩机制。但问题是,这些研究是否犯了I型错误(即虚无假设为真,但拒绝了)或II型错误(即虚无假设为假,但接受了)呢?从单一的研究中,我们很难来回答这些问题。一个可行的办法是选择恰当的样本量并在相同或不同群体中重复验证研究假设。另一个可行的方法是通过元分析进行系统的文献梳理和科学统计来揭示变量间的真实关系,避免由于个别研究的误差导致的错误结论。总之,在控制I型错误或II型错误之后,当虚无假设为真且被接受时,研究者探讨遮掩效应才有意义。

4.2 虚无假设为假,是否存在遮掩效应?

Conger (1974)重新界定了Horst (1941)提出的遮掩变量的概念,他认为,在回归方程中,能够使自变量对因变量的预测效用(即标准化回归系数 β)增强的新变量便是遮掩变量。扩展后的遮掩变量,不再受制于虚无假设为真的前提。一些研究者也在实际使用中报告了类似的现象(Gignac, 2018; Shao, Xie, & Zhu, 2020; Tzelgov & Henik, 1991; Yun, Li, Yan, Zhang, & Chen, 2019)。那么,为什么基于Conger的定义,研究者可以忽略总效应显著的结果,直接判断某一变量起到遮掩作用呢?这是因为,Conger的遮掩概念

主要关注原有变量的预测作用是否得到增强,并不关心原有变量间的关系是否显著以及遮掩变量是否起到“中介作用”。但在中介模型中,将这种增强现象解释为遮掩效应是没有意义的(McFatter, 1979),因为此时遮掩变量的作用已经转变成分解不显著总效应的组成部分,探讨其起到的间接效应。因此,在中介模型中分析遮掩效应不仅要满足遮掩变量的增强现象,还要满足总效应不显著的前提。早期的研究者已经在中介分析过程中注意到了Conger界定的遮掩现象(Baron & Kenny, 1986; Judd & Kenny, 1981),但并未将其排除在中介分析之外。这是因为,当总效应 c 显著时,即便某一变量增强了 X 对 Y 的预测作用,它揭示的机制依然是中介效应,而不是遮掩效应。而遮掩机制主要回答的问题是 X 为什么不影响 Y 。这也解释了为什么逐步检验法将总效应 c 不显著作为中介效应的排除标准。总之,在虚无假设为假的前提下,即便某一变量增强了原有变量的预测作用,其起到的作用依然是中介机制,而不是遮掩机制。

4.3 中介变量与遮掩变量同时并存?

在讨论中介效应和遮掩效应的关系时,一个重要的问题是,在同一个模型中,是否同时存在中介变量和遮掩变量呢?Mackinnon等(2000)认为,在复杂的中介模型(如 X 通过 $M1$ 和 $M2$ 两个平行变量间接影响 Y)中,可能同时存在中介变量和遮掩变量。从中介效应和遮掩效应中直接效应与间接效应的符号关系来看,这种观点似乎是正确的。前者强调直接效应与间接效应的符号相同,而后者强调直接效应与间接效应的符号相反。如 X 对 Y 的直接效应系数符号为正,经过 $M1$ 的间接效应符号为正,而经过 $M2$ 间接效应符合为负,那么, $M1$ 为中介变量, $M2$ 为遮掩变量。但这种观点忽略了两种效应成立的前提,只有前提成立时,讨论中介与遮掩概念才有意义。中介效应的前提是总效应 c 显著,其回答的问题是为什么 X 影响 Y ,而遮掩效应的前提是总效应 c 不显著,回答的问题是 X 为什么不影响 Y 。也就是说,如果要在同一个模型中同时存在中介变量和遮掩变量,需要满足的前提是 c 既是显著的,又是

不显著的。显然,这种情况是不可能存在的。因此,在任何一个模型中,不可能同时存在中介变量和遮掩变量。

4.4 调节分析中是否存在遮掩变量

本文提出一个值得讨论的问题,即在调节分析中是否存在遮掩变量。虽然以往学者没有对调节效应的前提做出明确假设,但对其前提加以限定并区分是有必要的,正如中介效应与遮掩效应的区分一样,当 X 与 Y 无关时,再去探讨“ X 为什么影响 Y ”或“ X 对 Y 的作用机制是什么”的问题便不合适了(温忠麟,叶宝娟,2014)。同样,在调节分析中,当 X 与 Y 存在显著关系时,研究逻辑是影响这种显著关系的因素是什么,而当二者无关时,研究问题的逻辑则应是导致这种不显著关系的因素是什么。虽然这种观点还有待于进一步讨论,但从科研的实践角度而言,它是可行的。当自变量与因变量无关时,它为科研工作者提供了另一种可能,遮掩变量或许是解释这种无关系的一种潜在机制或影响因素。

4.5 遮掩效应的应用与意义

本文结合实际数据对遮掩效应进行了系统介绍。本文举例均以人格和个体差异方面的研究为例,主要目的是便于基本原理和分析逻辑的阐述。但在实际使用中,遮掩效应在心理学领域的适用范围并非仅限于此,还可以适用于传统行为实验和认知神经科学等领域(Li et al., 2018; Pirlott & MacKinnon, 2016; Yun, Wang, Fan, Yan, & Chen, 2021)。如在行为实验中,研究者发现,实验情境不能影响个体的任务表现,但可以通过影响情绪间接影响任务表现,此时,情绪在实验情境与任务表现间起到遮掩作用。再如,在脑科学研究中,实验操作并未引起研究者关注的大脑兴趣区(如 A 脑区)的激活,但激活了与研究内容有关的 B 脑区, B 脑区又与 A 脑区同时存在相关关系或因果关系,此时, B 脑区的激活很可能遮掩了实验操作与 A 脑区激活之间的关系。此外,遮掩效应的分析逻辑也同样适用于干预类或训练类的研究工作。总之,遮掩效应能够被广泛应用于心理学、行为学、社会学以及认知神经科学等众多学科和

领域。

自 Horst (1941) 提出遮掩概念以来已经在中介分析中得到了许多学者的广泛关注, 本文在此基础上系统地介绍了遮掩效应的基本原理、分析逻辑及其应用, 但由于虚无假设为真的前提导致其在实际应用上受到了很大阻碍。出现上述矛盾现象的主要原因是虚无假设为真的结果不利于文章发表, 多数杂志也很少愿意接收此类文章, 这种发表偏差导致的消极影响是, 很少研究者愿意报告无显著结果的工作 (Simmons, Nelson, & Simonsohn, 2011)。虚无假设为真的现象一直是困扰多数研究者的重要问题。本文的主要目的是为解决此问题提供一个新的思路, 即除了调整研究或放弃研究以外, 研究者还可以探索这种不显著关系背后的潜在机制。换句话说, 虚无假设为真并非真的代表变量间不存在关系, 它们之间或许只是需要通过遮掩变量建立联系, 遮掩变量在其中起到遮掩作用。总之, 虚无假设被拒绝与否不应该成为研究者是否继续研究的前提, 显著的变量关系应遵循显著的研究逻辑, 不显著的变量关系也应有不显著的探索视角, 一味地迎合或推崇“显著至上”, 显然不是科学的研究逻辑。而且, 明确具体的研究目标和变量间的真实因果关系也有助于减少科学问题中的不确定性、数据分析中的错误以及对结果的过度解读 (Hernán, 2018)。因此, 在科学严谨、实事求是的原则下, 我们应该接受虚无假设为真的情况, 并进一步探讨可能导致这种现象的遮掩机制。

致谢:

感谢英国 University of Reading 心理学系的 Kou Murayama 教授提供数据作为本文的示例数据。

参 考 文 献

- 温忠麟, 刘红云 (2020). 中介效应和调节效应: 方法及应用. 北京: 教育科学出版社.
- 温忠麟, 叶宝娟 (2014). 中介效应分析: 方法和模型发展. *心理科学进展*, 22 (5), 731-745.
- 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 刘红云 (2004). 中介效应检验程序及其应用. *心理学报*, 36 (5), 614-620.
- 杨林会, 张瑾, 王滔 (2019). 聋人大学生心理控制源对求职行为的影响: 职业成熟度的中介作用. *心理科学*, 42 (5), 1209-1216.
- 姚若松, 郭梦诗, 叶浩生 (2018). 社会支持对老年人社会幸福感的影响机制: 希望与孤独感的中介作用. *心理学报*, 50 (10), 1151-1158.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality & Social Psychology*, 51 (6), 1173-1182.
- Conger, A. J. (1974). A revised definition for suppressor variables: A guide to their identification and interpretation. *Journal of Educational & Psychological Measurement*, 34 (1), 35-46.
- Elliot, A. J., Jury, M., & Murayama, K. (2018). Trait and perceived environmental competitiveness in achievement situations. *Journal of Personality*, 86 (3), 353-367.
- Gignac, G., E. (2018). Socially desirable responding suppresses the association between self-assessed intelligence and task-based intelligence. *Intelligence*, 69, 50-58.
- Hangen, E. J., Elliot, A. J., & Jamieson, J. P. (2016). The opposing processes model of competition: Elucidating the effects of competition on risk-taking. *Motivation Science*, 2 (3), 157-170.
- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2nd edition). New York, NY, US: Guilford Press.
- Hernán, M. A. (2018). The C-word: Scientific euphemisms do not improve causal inference from observational data. *American Journal of Public Health*, 108, 616-619.
- Horst, P. (1941). The role of the predictor variables which are independent of the criterion. *Social Science Research Council*, 48, 431-436.
- Judd, C. M., & Kenny, D. A. (1981). Process analysis: Estimating mediation in treatment evaluations. *Evaluation Review*, 5 (5), 602-619.
- Li, S. M., He, W. B., Chen, J., Cai, Q. Q., Huang, F. F., Zhang, K., ... Huang, H. (2018). Combined blockade of renin-angiotensin-aldosterone system reduced all-cause but not cardiovascular mortality in dialysis patients: A mediation analysis and systematic review. *Atherosclerosis*, 269, 35-41.
- Liu, Z. L., Liu, T. T., & Mu, S. K. (2021). Gender differences in the effects of competition and cooperation on risk-taking under ambiguity. *Psych Journal*, 10 (3), 374-383.
- MacKinnon, D. P. (2008). *Introduction to statistical media-*

- tion analysis . New York: Lawrence Erlbaum.
- Mackinnon, D. P., Krull, J. L., & Lockwood, C. M. (2000). Equivalence of the mediation, confounding and suppression effect. *Prevention Science*, 1 (4), 173–181.
- MacKinnon, D. P., & Lamp, S. J. (2021). Aunification of mediator, confounder, and collider effects. *Prevention Science*, <https://doi.org/10.1007/s11121-021-01268-x>.
- Mathieu, J. E., & Taylor, S. R. (2006). Clarifying conditions and decision points for mediational type inferences in organizational behavior. *Journal of Organizational Behavior*, 27 (8), 1031–1056.
- McFatter, R. M. (1979). The use of structural equation models in interpreting regression equations including suppressor and enhancer Variables. *Applied Psychological Measurement*, 3 (1), 123–135.
- Muniz, F. B., & MacKinnon, D. P. (2021). Four tests for statistical suppression. *Manuscript Submitted for Publication*.
- Murayama, K., & Elliot, A. J. (2012). The competition–performance relation: A meta–analytic review and test of the opposing processes model of competition and performance. *Psychological Bulletin*, 138 (6), 1035–1070.
- Murgui, S., & Jiménez, T. I. (2013). Suppression and mediation effect in psychosocial intervention: Differences, similarities and examples. *Psychosocial Intervention*, 22 (1), 55–59.
- Pirlott, A., & MacKinnon, D. P. (2016). Design approaches to experimental mediation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 66, 29–38.
- Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods*, 40 (3), 879–891.
- Shao, W., Xie, J., & Zhu, Y. (2020). Mediation by human mobility of the association between temperature and covid – 19 transmission rate. *Environmental Research*, 194, 110608.
- Shrout, P. E., & Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, 7 (4), 422–445.
- Simmons, J., P., Nelson, L., D., & Simonsohn, U. (2011). False – positive psychology: Undisclosed flexibility in data collection and analysis allows presenting anything as significant. *Psychological Science*, 22 (11), 1359–1366.
- Tzelgov, J., & Henik, A. (1991). Suppression situations in psychological research: Definitions, implications, and applications. *Psychological Bulletin*, 109 (3), 524–526.
- Valente, M. J., Rijnhart, J. J. M., Smyth, H., Muniz, F. B., & MacKinnon, D. P. (2020). Causal mediation programs in R, Mplus, SAS, SPSS, and STATA. *Structural Equation Modeling*, 27 (6), 975–984.
- Yun, M., Li, S., Yan, Y., Zhang, T., & Chen, W. (2019). Suppression effect of body weight on the association between cigarette smoking and telomere length: The Bogalusa Heart Study. *Aging*, 11 (21), 9893–9900.
- Yun, M., Wang, X., Fan, L., Yan, Y., & Chen, W. (2021). Age–related suppression effect of current body weight on the association between birth weight and blood pressure: The Bogalusa heart study. *Pediatric Obesity*, 16 (3), e12716.
- Zhao, X., Lynch Jr, J. G., & Chen, Q. (2010). Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis. *Journal of Consumer Research*, 37 (2), 197–206.

Statistical Analysis Framework of Suppression Effect and Its Application

LIU Zhenliang¹; LIU Tiantian²; MU Shoukuan¹

(¹ School of Educational Science, Minnan Normal University, Zhangzhou 363000, China)

(² School of Educational Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract

The suppression effect refers to the fact that the third variable suppresses the relation between an independent variable (X) and a dependent variable (Y) when the null hypothesis is true. In psychological studies, researchers often encounter the common dilemma of research where there is no relationship between X and Y. The suppression effect provides an alternative route to deal with this issue and mainly answers why there is no significant relationship between the variables. This paper systematically introduces the rationale, difference from the mediation effect, analysis logic, and sample of the suppression effect. Finally, we summarize and discuss some related issues of the suppression effect as well as its application and significance, which helps researchers to solve the possible problem in future research.

Key words: suppression effect; mediation effect; null hypothesis; research dilemmas