

家庭社会经济地位与学生科学成绩的关系

——科学认知信念和科学自我效能感的作用

海春生^{1,2} 彭艺博^{1,2} 张玮玮^{1,2} 朱莉琪^{1,2}

(中国科学院行为科学重点实验室, 中国科学院心理研究所, 北京 100101)¹

(中国科学院大学心理学系, 北京 100049)²

[摘要] 青少年科学素质提升行动是全民科学素质建设的重要内容。本研究采用学生能力国际评价项目的部分公开科学试题测量学生科学成绩, 并将其作为学生科学素质指标, 考察了 651 名中学生 (16.17 ± 0.54 岁) 的科学认知信念和科学自我效能感在家庭社会经济地位影响学生科学成绩中的链式中介作用。结果显示: (1) 家庭社会经济地位、科学认知信念、科学自我效能感、学生科学成绩相互之间正相关; (2) 家庭社会经济地位分别正向影响科学认知信念和科学自我效能感; (3) 科学认知信念和科学自我效能感在家庭社会经济地位影响学生科学成绩中具有链式中介作用。研究提示, 可以通过提升科学认知信念和科学自我效能感促进社会经济状况弱势学生科学成绩和科学素质的提高。

[关键词] 家庭社会经济地位 科学成绩 科学认知信念 科学自我效能感 链式中介效应

[中图分类号] B844; N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.02.012

近年来, 国家密集出台有关科普和科学素质建设的政策文件与规划, 显示出国家在战略层面更加重视全民科学素质提升的顶层设计, 彰显了科学素质提升对中国式现代化建设和创新驱动发展的重要性。《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》指出, 提升科学素质对于增强国家自主创新能力和文化软实力、建设社会主义现代化强国, 具有十分重要的意义。科学素质, 即解决科学相关问题和科学思维的能力, 是可以通过学习获得的一系列技能^[1]。青少年时期是科学素质

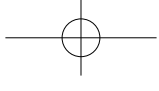
提升的重要时期, 青少年科学素质提升行动是全民科学素质建设的重要组成部分。如何有效提升青少年学生的科学素质是当前国内外教育研究的焦点之一, 也是我国基础课程和科学教学改革的重要内容。

PISA 测评是目前国际科学教育领域最具权威的学生科学素质评测项目之一, 学生在测评中取得的科学成绩代表学生的科学素质水平^[2]。科学教育是提升学生科学素质的主要途径^[3], 科学素质包括但不限于科学成绩, 出于实证研究需要, 本文以学生的科学学科

收稿日期: 2022-11-07

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“文化比较视域下中西思维方式差异性研究”(19ZDA021)。

作者简介: 海春生, 中国科学院心理研究所硕士研究生, 研究方向: 认知发展与社会行为, E-mail: 183009475@qq.com。朱莉琪为通讯作者, E-mail: zhulq@psych.ac.cn。



成绩即科学成绩作为学生科学素质的操作定义,在本研究中一体考虑其影响因素。PISA 的测评结果和测评理念对我国的科学教育具有重要的借鉴意义。目前,我国参与 PISA 测评项目的区域和学校分布并不广泛,同时,我国组织的针对青少年学生科学素质状况的调查测评和相关实证研究也尚显不足^[4],有必要对 PISA 等国际科学素质测评项目及其结果进行更多探索,进而为我国青少年科学素质的提升提供借鉴和参考。

1 文献回顾

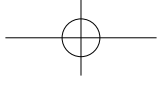
1.1 影响学生科学成绩的因素

影响学生学业成绩的因素包括个人因素和社会环境因素^[5],这些因素构成一个包括个体、家庭、班级、学校和社会 5 个子系统的复杂大系统^[6]。其中,家庭社会经济地位 (Socioeconomic Status, SES) 是家庭子系统中的一个重要因素,其对于学生学业成绩的影响已经得到了很多研究的证实^[7-8]。瓦尔贝格 (Walberg) 通过大规模调查的元分析和计量分析,概括出影响学生学业成绩的因素包括 3 组和 9 个维度内容的研究模型,其中包括家庭 SES、个人能力倾向等因素,提出了教育生产力心理学理论 (A Psychological Theory of Educational Productivity),并用此理论来解释学生的学业成绩差异^[9]。在科学教育和科学素质领域,家庭 SES 较低的学生往往在经济状况、社会地位、竞争能力、发展条件等方面处于弱势^[10],此外,家庭 SES 较低的学生通常表现出更低的科学兴趣,科学成绩或科学素质水平也更低^[11]。以往研究也在个体层面探讨了影响学生科学成绩的因素,包括记忆、注意、推理能力等认知因素^[12],以及动机、兴趣、意志、信念等非认知或非智力因素^[13]。其中,科学认知信念和科学自我效能感对学生科学成绩具有直接或间接作用^[1-2]。

1.2 家庭 SES 与学生科学成绩的关系

以往研究显示,家庭对学生学业成绩的影响可能比学校和社区更重要^[7-8]。摩根 (Morgan) 等对美国 7 757 名儿童进行纵向抽样分析的结果表明,低家庭 SES 的学生和高家庭 SES 的学生在其发展的较早阶段就已表现出科学学业成绩的差异,且这一差异持续存在^[14]。张文宏和韩钰分析了代表我国参加 PISA 2015 测评的中国四省 (市) (北京、上海、江苏、广东) 的学生数据,显示家庭 SES 对学生科学成绩具有直接正向影响,同时可以通过父母的学业支持、学校选择、课外辅导、学习态度和习惯等中介影响学生科学成绩^[15]。由此可见,家庭因素对学生科学成绩具有重要影响,家庭 SES 较低的学生在科学学业上面临的挑战值得重视。

PISA 测评把家庭 SES 指标位于调查总人数的下四分位组 (百分位 $\leq 25\%$) 的学生称为社会经济状况弱势学生 (以下简称“弱势学生”),把位于上四分位组的学生称为社会经济状况优势学生 (以下简称“优势学生”)。PISA 2015 报告显示,研究表明,相对于优势学生,弱势学生的科学成绩更可能达不到基线水平,具有较低的科学成绩,学生个体心理与行为、家庭 SES、教师教学、学校的条件和氛围等因素可能在产生这些差异中起到作用^[16]。弱势学生也可以取得较高的科学成绩,成为抗逆学生 (resilient student)。抗逆学生指的是弱势学生中科学成绩排名前 25% 的学生。一些研究者关注促进弱势学生提升科学成绩和转化为抗逆学生的因素。PISA 2015 结果表明,OECD 国家平均有 29.2% 的弱势学生取得好的科学成绩,成为抗逆学生;而 PISA 2015 中国四省 (市) 学生中的该比例为 45.3%,居于 72 个参测国家 (地区) 的第 8 位^[17]。本研究关注家庭 SES 通过哪些学生本人的内在、可控、可干预的心理因素影响其科学成绩,



从而为帮助更多的弱势学生成为抗逆学生提出教育建议。

1.3 科学自我效能感的作用

学业自我效能感是影响学业成绩的重要因素,与学业成绩间存在正相关关系^[18]。科学自我效能感是指学生对自己是否有能力运用科学知识解决实际问题的推测和判断,既与学生科学成绩相关,也会受到父母、教师、同学及重要他人评价和反馈的影响,是 PISA 2015 测评中一项重要的学生指标。PISA 2015 结果表明,科学成绩高的学生往往科学自我效能感也高,而具有低科学自我效能感的学生在取得科学成绩方面存在高风险;对于同一个国家的学生,科学自我效能感与科学成绩正相关^[2167]。很多研究发现,科学自我效能感是影响学生科学成绩的关键因素之一^[19]。2011 年的 PISA 报告也显示,抗逆学生的科学自我效能感指数高于弱势学生 0.8 标准差^[16],科学自我效能感可以正向预测抗逆学生的科学成绩^[20]。

1.4 科学认知信念的作用

认知信念是个体对知识的性质、组织、来源及其证明标准的表征^[21],它可能直接影响学业成绩,也可能通过作用于成就动机、学习方式等来影响学业成绩^[22]。研究表明,认知信念与自我效能感和学业成绩呈正相关关系^[23],而且从小学一直到研究生教育,认知信念与学业成绩都呈正相关关系^[24]。

科学认知信念指学生对科学知识本质的信念以及对科学探究方法作为一种认知来源的有效性的信念,也是 PISA 2015 测评中一项重要学生指标,与学生科学自我效能感一起构成学生的科学信念^[2167]。科学认知信念已经被证明与学生获得新科学知识的能力以及他们的科学成绩直接相关;发展学生的科学认知信念,可以产生高效的学习方法,促进学生成绩目标的实现,从而能够提升学生的科

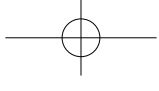
学成绩^[25]。PISA 2015 结果显示,不同国家学生的科学认知信念与科学素质的相关程度有所不同但倾向基本一致,学生的科学认知信念指数越高,科学成绩越高。

2 问题提出

赫梅莱夫斯基 (Chmielewski) 考察了 1964—2015 年 50 多年间包括 PISA 测评在内的 30 项国际大规模评估,样本包含了 100 个国家约 580 万名学生,计算学生的父母教育、父母职业和家庭藏书三个家庭 SES 指标的 90% 和 10% 之间的学生学业成绩的差距,发现在所考察的三个家庭 SES 变量中,虽然在家庭 SES 影响学生学业成绩的增长规模方面存在巨大的跨国差异,但大多数样本国家不同家庭 SES 的学生成绩差距都在增加,研究揭示了学生的认知技能是世界范围内教育分层的一个越来越重要的维度^[26]。研究结果提示,在科学教育领域和推进科学素质建设中,进一步探讨科学认知信念、科学自我效能感等学生个人心理变量在影响学生科学成绩中的作用以及在减小不同家庭 SES 学生科学成绩差距中的作用,也显得很有必要。

以往研究显示,学生学业自我效能感受家庭 SES 的影响^[27],家庭 SES 也可以通过学业自我效能感直接或间接地影响学业成绩^[28]。有研究者发现,学业自我效能感在家庭 SES 与学业成绩关系中存在中介效应^[29]。然而,学业自我效能感具有学科领域特殊性,对不同学科成绩有不同的影响^[30],而对于科学学科领域的学习,研究探讨科学自我效能感在家庭 SES 和学生科学成绩间的作用具有现实意义。因此,本文将探讨在学生科学学科领域中科学自我效能感的独特作用。

认知信念受家庭和教育背景的影响,与家庭 SES 有关^[31]。研究发现,家庭 SES 较低的学生相比家庭 SES 较高的学生具有更低水平的认



知信念^[32]，科学认知信念与科学学习动机和科学成绩都呈显著正相关关系^[33]。同时，科学认知信念还与科学自我效能感正相关，在内隐科学能力对科学自我效能感和科学成绩的影响中起中介作用^[34]。然而国内鲜有研究同时关注科学认知信念和科学自我效能感对科学成绩或科学素质的影响，以及这两个因素在家庭 SES 影响学生科学成绩中所起的作用。虽然我国参加 PISA 2015 测评学生的科学认知信念中，一些指标处于较高水平，但科学自我效能感较低等因素构成了我国学生存在的相对弱势，需要受到高度重视和加强^{[2]67}。已有研究发现，学生科学成绩与家庭 SES、科学认知信念和科学自我效能感有关，家庭 SES 对科学认知信念和科学自我效能感也可能存在影响关系，但尚未发现有研究探讨后三者的一体关系及其与学生科学成绩可能存在的共同影响的研究。

本研究旨在通过实证研究，考察科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 影响学生科学成绩中的作用，期望通过可控、可干预的内在心理因素的研究，发现能激发学生提升科学成绩的内在动力和内生力量，为提升青少年学生科学成绩和科学素质的教育实践提供科学依据。

3 研究设计

依据前文文献，本研究参考 PISA 2006 和 PISA 2015 的公开试题及 PISA 2015 学生调查问卷编制《学生调查问卷和科学题答卷》，在被试所在学校的支持下，采用以班级为单位集体施测的方式收集数据。由经过培训的班主任、科学老师或心理老师向学生讲解指导语，发放调查问卷和科学题答卷。学生完成后，由负责老师统一收取并交回研究者，研究者据实录入系统后使用 SPSS 23.0 软件进行

统计分析。

3.1 数据和变量

本研究选取来自广东省中山市不同类型的 6 所学校中的部分高中学生作为被试，共有 675 名学生参加测试，获得 651 份有效数据样本 ($N=651$ ，平均年龄为 16.17 ± 0.54 岁)，问卷有效率 96.44%。其中男生 301 人，占比 46.24% (2 人未报性别)。样本包括 1 所国家级示范性高中 (109 人)、3 所普通高中 (295 人)、1 所职业中学和 1 所中等职业技术学校 (247 人)，占比分别为 16.75%、45.31% 和 37.94%。调查问卷中学生父母职业、父母最高受教育程度、家庭财产 3 项数据中有 2 项以上 (含 2 项) 缺失，科学题答卷中反应项低于 6 项 (含 6 项)，在录入数据中发现明显是随意或有规律填写的视为无效样本。有效样本中的缺失值按照本项所有被试平均值或中数插补^[35-36]。

3.1.1 学生科学成绩测量

本研究从 PISA 2006 和 PISA 2015 的公开试题中选取的科学题包含了 9 个场景、24 道科学题目小题，题目在科学情境、科学知识和科学能力方面的结构和类型基本与 PISA 2015 测试题的构成比例一致，每小题计 6 分、全卷总分为 144 分。对照标准答案由科学老师协助评分，用以考查学生的科学成绩。学生的科学题答卷的克隆巴赫系数 (Cronbach's alpha) 为 0.86。

3.1.2 家庭 SES 评定

通过学生调查问卷收集学生参与者的父母受教育程度、父母职业、家庭财产等信息^[2, 37]。参考以往文献中的方法，将父母的最高受教育程度、父母职业的最高地位、家庭财产这三项指标数值标准化并进行主成分分析 (principal component analysis, PCA)，获取每个指标的因素负荷，按以下公式计算每个学

生的家庭 SES 变量值 (β_1 、 β_2 、 β_3 为因素负荷, ϵf 为第一个因子的特征值): 家庭 SES = $(\beta_1 \times Z_{\text{最高受教育程度}} + \beta_2 \times Z_{\text{职业最高地位}} + \beta_3 \times Z_{\text{家庭财产}}) / \epsilon f$ 。

本研究中的家庭 SES 得分范围在: -2.71~2.67, 得分越高表示家庭 SES 越高。

3.1.3 科学自我效能感测量

采用 PISA 2015 的科学自我效能感量表测量学生的科学自我效能感^{[2]67}。问卷共有 8 个题目, 每个问题的回答按利克特量表 4 级标准计分, 有“可以轻松做到”“可以花一点力气做到”“自己很难做到”“自己做不到”4 个选项, 分别赋值 4 分、3 分、2 分、1 分。将学生对 8 个题目的得分相加并将数据标准化, 创建学生科学自我效能感变量值, 得分越高表明学生科学自我效能感越高, 对科学的学习更有信心。本研究中科学自我效能感问卷的克隆巴赫系数为 0.87。

3.1.4 科学认知信念测量

采用 PISA 2015 的科学认知信念量表测量学生的科学认知信念^{[2]69}。问卷要求学生回答 6 个问题, 每个问题有“非常同意”“同意”“不同意”“非常不同意”4 个回答, 按利克特量表 4 级标准分别赋值 4 分、3 分、2 分、1 分。将学生回答 6 个问题的得分相加并标准化, 得到学生的科学认知信念变量值, 得分越高表明学生有更高的科学认知信念, 对科学本质和科学的来源认识越积极, 科学思维能力水平越高。本研究中, 科学认知信念问卷的克隆巴赫系数为 0.88。

3.2 研究方法和模型

本研究按前文所述数据处理规则, 依据实证评定和测量的家庭 SES、科学认知信念、科学自我效能感和学生科学成绩变量指标, 使用 SPSS 23.0 软件进行描述和相关、单因子方差、独立样本 t 检验及 Process v2.16.3 链式中介效应等统计分析。

依据前人文献, 本研究基于变量类型和问卷统计分析实务, 分析研究变量间的影响关系, 提出如下假设和研究模型 (见图 1)。

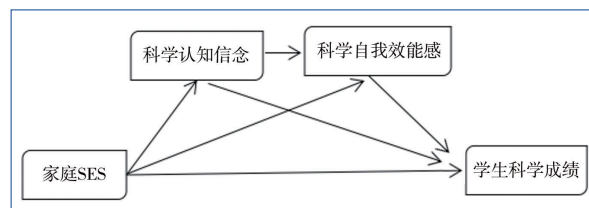


图 1 科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 与学生科学成绩间的假设模型

假设 1: 学生科学成绩与家庭 SES、科学认知信念、科学自我效能感之间两两正相关。

假设 2: 科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 影响学生科学成绩间具有链式中介作用。

4 实证分析结果

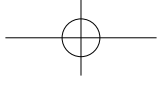
4.1 共同方法偏差检验

使用哈曼 (Harman) 单因子模型检验数据中单个因子对方差的贡献程度, 结果表明, 在把所有变量输入程序后, 按主成分分析法提取出 24 个特征值大于 1 的因子, 第 1 个因子解释的方差为 10.56%, 远小于临界值 40%, 说明各个变量不存在严重的同源偏差^[38]。

4.2 各变量的描述性统计分析

4.2.1 社会经济状况弱势学生和优势学生

本研究参考 PISA 测评方法, 按家庭 SES 值划分弱势学生和优势学生。把被试的科学题答卷得分标准化, 得分位于最高四分之一标准, 也就是得分在 75% 以上的学生为科学成绩高水平学生; 得分位于最低四分之一标准, 也就是得分在 25% 以下的学生为科学成绩低水平学生。能够克服自身所处的不利成长环境, 具有较高科学成绩, 也就是科学题答卷得分能够达到高水平学生标准的弱势学生, 被称为抗逆学生; 得分位于低水平学生标准的弱势学生被称为弱势低成绩



学生^{[2]15}。

独立样本 t 检验的分析表明,弱势学生的科学成绩 ($M=80.67 \pm 24.03$) 显著低于优势学生 ($M=91.56 \pm 28.50$), $t_{(315)}=-3.72, p<0.001$ 。同时,弱势学生的科学自我效能感 [$t_{(323)}=-4.24, p<0.001$] 和科学认知信念 [$t_{(320)}=-3.64, p<0.001$] 均显著低于优势学生。

4.2.2 性别差异比较

采用独立样本 t 检验法对学生在各变量上的性别差异进行分析。女生、男生在家庭 SES [$t_{(647)}=0.35, p=0.73$] 和科学认知信念 [$t_{(647)}=0.07, p=0.94$] 指标上的性别差异不显著;但在科学自我效能感 [$t_{(647)}=-2.41, p=0.02$, Cohen's $d=0.01$]、科学成绩 [$t_{(647)}=-3.96, p<0.001$, Cohen's $d=0.02$] 两个变量上存在显著性别差异,女生在科学自我效能感和科学成绩指标上低于男生。

4.3 主要研究变量均值、标准差和相关系数

对主要研究变量及家庭 SES 组成因素进行描述分析,并检验变量间的相关关系,结果见表 1,4 个变量间呈现两两显著正相关。

此外,家庭 SES、科学认知信念、科学自我效能感三个预测变量间的关系没有高度相关(相关系数小于 0.70),不形成多元共线性关系,说明具备下一步进行影响因素回归分析和中介分析的前提^[36]。

表 1 主要研究变量均值、标准差和相关系数 ($N=651$)

初始文本	M	SD	4	5	6	7
1. 父母最高教育程度	4.38	1.44				
2. 父母最高职业	5.46	2.13				
3. 家庭物品和藏书	25.93	5.92				
4. 家庭 SES	0.00	1.00	1			
5. 科学自我效能感	21.78	4.53	0.17**	1		
6. 科学认知信念	18.90	2.75	0.16**	0.12**	1	
7. 学生科学成绩	82.58	26.84	0.16**	0.19**	0.24**	1

注: * p 表示 <0.05 , ** p 表示 <0.01 , *** p 表示 <0.001 (下同)。

4.4 科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 与学生科学成绩间的链式中介效应

检验科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 影响学生科学成绩中的链式中介效

应。控制学生性别、年龄和就读学校,把变量分别带入 Process v2.16.3 插件模型 6,结果显示:家庭 SES 直接显著正向预测科学认知信念 [$R^2=0.03, F_{(4\ 636)}=4.94^{***}; \beta=0.15, t=3.82^{***}$], 95%CI 均不包含 0。

家庭 SES 和科学认知信念共同显著正向预测科学自我效能感。其中,家庭 SES 对科学自我效能感显著正向影响 ($\beta=0.14, t=3.61^{***}$);科学认知信念对科学自我效能感正向影响 ($\beta=0.09, t=2.37^*$)。而此时 $R^2=0.05, F_{(5\ 635)}=6.14^{***}$,表明科学自我效能感的 5.00% 可以被家庭 SES 和科学认知信念共同解释。

家庭 SES、科学认知信念和科学自我效能感可以共同正向显著影响科学成绩 [$R^2=0.27, F_{(6\ 634)}=39.03^{***}$],说明科学成绩的 27.00% 可以被家庭 SES ($\beta=0.04, t=1.00^+$)、科学认知信念 ($\beta=0.19, t=5.40^{***}$) 和科学自我效能感 ($\beta=0.13, t=3.80^{***}$) 解释,表明科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 影响学生科学成绩中具有链式中介效应,链式中介作用成立。

分析数据表明,家庭 SES 与学生科学成绩间总效应显著, $\beta=0.09, p<0.05$;但由于控制性别、年龄、就读学校等变量,直接效应不显著, $\beta=0.04, p>0.05$,说明在家庭 SES 与学生科学成绩间,科学认知信念和科学自我效能感起完全中介作用。

家庭 SES 通过科学认知信念、科学自我效能感影响学生科学成绩有三条路径。表 2 显示了各路径系数,三条路径的 95% 置信区间 (95%CI) 均不包含 0,表明模型中的各路径系数都是显著的。同时计算各路径间接效应占总效应比例的 95%CI,也都不包含 0,结果显著。

对以上三条路径的中介效应进行差异显著性检验。C1 (ln d_1 ~ln d_2) 为路径一和路径二的差值, C3 (ln d_2 ~ln d_3) 为路径二和路径

三的差值, 95%CI 均不包含 0, 差异显著; 而 C2 (lnd1~lnd3) 为路径一与路径三的差值, 95%CI 包含 0, 差异不显著。分析结果显示出不同路径的中介作用不同。

表 2 家庭 SES 影响学生科学成绩的链式中介效应模型路径分析

路径	β	Boot SE	LLCI	ULCI	占总效应比例 (%) / 95%CI
lnd1	0.03	0.01	0.01	0.06	33.59 / [0.11, 1.65]
lnd2	0.002	0.00	0.00	0.01	2.22 / [0.00, 0.15]
lnd3	0.02	0.01	0.01	0.04	22.49 / [0.07, 1.26]
总间接效应	0.05	0.01	0.03	0.08	58.30 / [0.25, 2.87]
直接效应	0.04	0.04	-0.03	0.10	41.70
总效应	0.09	0.04	0.01	0.15	100.00
C1: lnd1-lnd2	0.03	0.01	0.01	0.05	
C2: lnd1-lnd3	0.01	0.01	-0.01	0.04	
C3: lnd2-lnd3	-0.02	0.01	-0.04	-0.01	

注: CI= 置信区间; LLCI= 置信区间下限; ULCI= 置信区间上限。lnd1: 家庭 SES → 科学认知信念 → 科学成绩; lnd2: 家庭 SES → 科学认知信念 → 科学自我效能感 → 科学成绩; lnd3: 家庭 SES → 科学自我效能感 → 科学成绩。

综上, 假设 1 和假设 2 均得到验证。科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 与学生科学成绩间的链式中介作用模型见图 2。

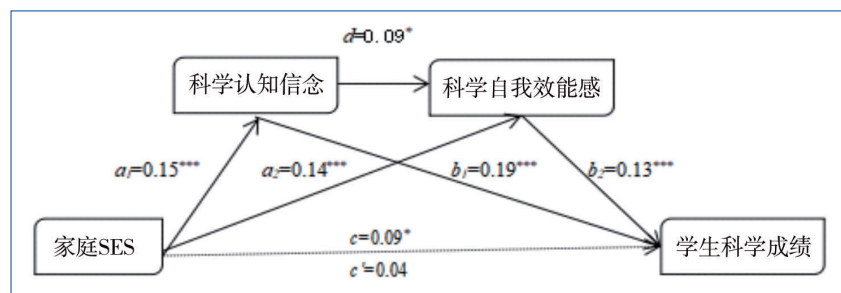


图 2 科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 与学生科学成绩间的链式中介作用

5 研究结论和讨论

本研究考察了科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 与学生科学成绩关系中的作用, 研究得到如下结论: (1) 家庭 SES、科学认知信念、科学自我效能感和学生科学成绩相互之间正相关; 社会经济状况弱势学生的科学认知信念、科学自我效能感和科学成绩显著低于优势学生; (2) 家庭 SES 分别正向影响科学认知信念和科学自我效能感, 女生的科学自我效能感和科学素质低于男生; (3) 科学认知信念和科学自我效能感在家庭 SES 影响学生科学成绩中具有链式中介作用。

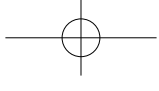
本研究中得出家庭 SES 与学生科学成绩正相关的结论与以往的研究文献结论基本一致。家庭 SES 影响学生的教育机会, 包括学校的选择、学生在家中的学习环境、学生参与各种课

外科学学习的条件等; 影响学生家长对科学教育的参与态度和行为, 包括家长对学生的支持与鼓励; 影响学生自身科学学习习惯的养成、科学兴趣的培养、对科学的态度等, 最终影响学生科学成绩, 造成社会经济状况弱势学生的科学成绩低于优势学生。本研究在控制了性别、年龄和学校类别后回

归分析, 科学认知信念、科学自我效能感分别在家庭 SES 与学生科学成绩间起完全中介作用; 同时, 科学认知信念和科学自我效能感一起在家庭 SES 与学生科学成绩间也起完全链式中介作用, 这可能是由于不同类学校一般是按学业成绩标准招收学生的, 而学生科学成绩和学业成绩一样受家庭 SES 影响。

本研究中被试的科学自我效能感指标与 PISA 2015 测评中中国四省 (市) 学生的数据基本一致; 而女生的科学自我效能感又低于男生, 科学素质也比男生低。这表明我国学生科学自我效能感还有很大的提升空间, 需要得到重视, 同时要更加重视女生在科学学习方面自我效能感和科学成绩的提升。值得注意的是, 有研究也发现了女生比男生的科学自我效能感更强, 这一结果与本研究有所差异^[39], 这可能由不同文化背景或环境导致, 未来的研究可以进一步比较不同文化背景下科学自我效能感的性别差异。

对于科学认知信念, 本研究中学生科学认知信念水平普遍较高, 且性别差异不显著, 与



PISA 2015 的结论一致^{[2]69}。研究结果显示,弱势学生的科学自我效能感和科学认知信念水平与优势学生差异显著,反映了家庭 SES 对学生科学自我效能感和科学认知信念的预测作用。

科学认知信念和科学自我效能感是重要的心理因素,相对于外部因素,属于可以控制并干预的主观因素。已有研究表明,科学认知信念和科学自我效能感可以通过教育而改变^[31, 39],本研究也发现家庭 SES 对科学认知信念和科学自我效能感的正向影响,科学认知信念和科学自我效能感对学生科学成绩的正向影响以及二者在家庭 SES 影响学生科学成绩中具有链式中介作用。因此,在实践层面,可从科学认知信念与科学自我效能感两个维度提升学生科学成绩,尤其关注社会经济状况弱势学生科学成绩的提升。

由于研究条件和调查研究期间新冠疫情等的影响,本研究样本具有一定局限性。未来研究可进一步扩大研究样本,进一步验证本研究结果,并纳入更多变量,全面考察影响学生科学成绩提升的因素,探讨更多提升学生科学素质的路径。

6 结语

近年来,我国在促进教育公平均衡、推动城乡教育一体化等方面做了很多努力,科学馆等公众科普教育平台和设施持续更新,

科普教育产品不断丰富,学校科普活动室和科学专职教师配置不断完善,在很大程度上为家庭 SES 较低学生的科学成绩提升创造了一些必要条件。政府和社会还要进一步营造科学教育的氛围,更加重视科普场馆和科普阵地建设,尤其是兼顾不同经济发展条件地区的均衡,特别要关注家庭 SES 弱势学生的需求,通过各种形式加强科普宣传,为学生科学知识水平和科学实践能力的提高打下基础。学校和教育者要更加关注家庭 SES 较低学生的科学成绩状况,在科学课程学习、参加科学实践活动等方面给予他们更多的引导,激发他们科学学习的信念和效能感,并通过家长学校课堂等方式引导家长支持和鼓励学生的科学学习,并认可学生的努力,从小保护和激发学生的科学探究精神。学生要主动从科学的本质出发去理解科学知识及其来源,主动树立正确的科学认知信念;同时充分发挥学生自身学习科学的主观能动性,端正科学态度,培养科学兴趣,认识学习科学的重要性,找到适合自己的学习方法并增加科学学习时间的投入,从逐步取得的成绩中提升自己对学习科学知识和提升科学能力的自信心,提升科学自我效能感。通过国家、社会、学校、家庭和学生本人的共同努力,让外因通过内因起作用,使更多的弱势学生有机会成为抗逆学生,并实现学生科学成绩的均衡提升,为我国全民科学素质提升目标的实现贡献力量。

参考文献

- [1] OECD. PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education[M]. Paris: OECD Publishing, 2016.
- [2] 许世红,张伟民,张一平,等.中国四省市 15 岁学生 PISA 2015 基础素养研究报告[M].广州:广东高等教育出版社,2018.
- [3] 单文顶,王小英.中小学生科学学业成就的影响因素探析——基于 TIMSS2015 调查[J].外国中小学教育,2018(7):63-73.
- [4] 黄瑄,李秀菊.我国青少年科学态度现状、差异分析及对策建议——基于全国青少年科学素质调查的实证研究[J].中国电化教育,2020(12):69-77.

- [5] 易芳, 郭雅洁, 俞宗火, 等. 中小学生学习成绩主要影响因素的元分析 [J]. 心理学探新, 2017 (2): 140-148.
- [6] 潘士美, 张裕灵, 李玲. 义务教育学生科学素养及其关键影响因素研究——来自 PISA、TIMSS 和 NAEP 的国际测评经验 [J]. 外国教育研究, 2018 (10): 76-87.
- [7] White K R. The Relation Between Socioeconomic Status and Academic Achievement[J]. Psychological Bulletin, 1982, 91(3): 461-481.
- [8] Sirin S R. Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research[J]. Review of Educational Research, 2005, 75(3): 417 - 453.
- [9] Walberg H J. A Psychological Theory of Educational Productivity[M]//In Farley F H, Gordon N. Psychology and Education. Chicago: National Society for the Study of Education, 1981: 81-110.
- [10] 郑信军, 岑国桢. 家庭处境不利儿童的社会性发展研究述评 [J]. 心理科学, 2006, 29(3): 747-751.
- [11] 李忠路, 邱泽奇. 家庭背景如何影响儿童学业成就?——义务教育阶段家庭社会经济地位影响差异分析 [J]. 社会学研究, 2016(4): 121-144, 244-245.
- [12] 梁兴丽, 何津, 周佳俊, 等. 认知能力对学业成绩的影响: 有中介的调节模型 [J]. 心理发展与教育, 2020, 36(4): 449-461.
- [13] 陈昭志. 非认知因素对我国 15 岁学生综合素养能力的影响——基于 PISA 2015 调查数据 [J]. 教育学术月刊, 2017(4): 80-88.
- [14] Morgan P, Farkas G, Hillemeier M, et al. Science Achievement Gaps Begin Very Early, Persist, and Are Largely Explained by Modifiable Factors[J]. Educational Researcher, 2016, 45(1): 18-35.
- [15] 张文宏, 韩钰. 家庭背景影响学生知识素养的路径研究——基于 PISA 2015 中国四省市数据的分析 [J]. 江苏行政学院学报, 2018(2): 63-74.
- [16] 张平平, 袁玉芝. 国际教育测评项目抗逆学生研究探析 [J]. 比较教育研究, 2021, 43(6): 89-96.
- [17] 赵德成, 周瑶, 李睿森. 处境不利学生的发展及其影响因素——基于我国四省市 PISA 2015 数据的分析 [J]. 教育学报, 2020, 16(6): 85-95.
- [18] Peterson I K. Self-Efficacy and Student Success[D]. Ann Arbor: ProQuest Limited Liability Company, 2015.
- [19] Sun L, Bradley K, Akers K. A Multilevel Modelling Approach to Investigating Factors Impacting Science Achievement for Secondary School Students: PISA HongKong Sample[J]. International Journal of Science Education, 2012, 34(14): 2107-2125.
- [20] 张娜, 王玥, 范文凤. “抗逆学生”何以实现学业“逆袭”——基于 PISA 2015 中国四省市学生科学素养表现及其影响因素的分析 [J]. 中小学管理, 2018(10): 52-55.
- [21] Hofer B K, Pintrich P R. The Development of Epistemological Theories: Beliefs About Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning[J]. Review of Educational Research, 1997, 67(1): 88-140.
- [22] Cano F. Epistemological Beliefs and Approaches to Learning: Their Change Through Secondary School and Their Influence on Academic Performance[J]. British Journal of Educational Psychology, 2005, 75 (2): 203-221.
- [23] Hofer B. Epistemological Beliefs and First-year College Students: Motivation and Cognition in Different Instructional Contexts[C]. Los Angeles: Paper Presented at the Annual Meeting of the American Psychological Association, 1994.
- [24] Greene J A, Cartiff B M, Duke R F. A Meta-Analytic Review of the Relationship Between Epistemic Cognition and Academic Achievement[J]. Journal of Educational Psychology, 2018, 110(8): 1084-1111.
- [25] Mason L, Boscolo P, Tornatora M C, et al. Besides Knowledge: A Cross-sectional Study on the Relations Between Epistemic Beliefs, Achievement Goals, Self-beliefs, and Achievement in Science[J]. Instructional Science, 2013, 41(1): 49-79.
- [26] Chmielewski A K. The Global Increase in the Socioeconomic Achievement Gap, 1964 to 2015[J]. American Sociological Review, 2019, 84(3): 517-544.
- [27] 程刚, 唐昕怡, 牛娟, 等. 中学生家庭社会经济地位与学业成绩的关系: 心理素质各维度的多重中介作用分析 [J]. 心理发展与教育, 2018, 34(6): 700-706.
- [28] Caprara G V, Fida R, Vecchione M. Longitudinal Analysis of the Role of Perceived Self-efficacy for Self-regulated Learning in Academic Continuance and Achievement[J]. Journal of Educational Psychology, 2008, 100(3): 525-534.
- [29] 肖磊, 刘坚. 家庭社会经济地位对学生学业成就的影响——父母参与和学业自我效能感的中介作用分析 [J]. 教育科学研究, 2017(12): 61-66.
- [30] 张鼎昆, 方俐洛, 凌文铨. 自我效能感的理论及研究现状 [J]. 心理科学进展, 1999, 7(1): 39-43, 11.
- [31] Schommer-Aikins M. Effects of Beliefs About the Nature of Knowledge on Comprehension[J]. Journal of Educational Psychology, 1990, 82(3): 498-504.
- [32] Conley A M, Pintrich P R, Vekiri I, et al. Changes in Epistemological Beliefs in Elementary Science Students[J]. Contemporary Educational Psychology, 2004, 29(2): 186-204.
- [33] Guo J, Hu X, Marsh H W, et al. Relations of Epistemic Beliefs With Motivation, Achievement, and Aspirations in Science: Generalizability Across 72 Societies[J]. Journal of Educational Psychology, 2022, 114(4): 734.



- (编辑 颜 燕 袁 博)

(编辑 颜 燕 袁 博)

(编辑 颜 燕 袁 博)

open supervision mechanism for monitoring of big data technology. The possible deep reasons and the solution under the concept of public understanding science are discussed.

Keywords: big data; privacy right; public understanding of science; Weibo

CLC Numbers: G206.3 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.02.011

The Relationship between Family Socioeconomic Status and Students' Achievements in Science: The Role of Scientific Epistemological Beliefs and Scientific Self-efficacy

Hai Chunsheng^{1,2} Peng Yibo^{1,2} Zhang Weiwei^{1,2} Zhu Liqi^{1,2}

(CAS Key Laboratory of Behavioral Sciences, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)¹

(Department of Psychology, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)²

Abstract: The action to improve teenagers' scientific literacy is an important part of the whole nation's scientific literacy construction. This study investigated the chain mediating effect of scientific epistemological beliefs and scientific self-efficacy on the relationship between family socioeconomic status (SES) and students' achievements in science. Using a questionnaire adapted from the Program for International Student Assessment (PISA), we evaluated middle school students' achievements in science and relevant characteristics (N=651, 16.17 ± 0.54 years old). We know that the students' achievements in science are also used as an indicator of students' scientific literacy. The results showed that: (1) family SES, scientific epistemological beliefs, scientific self-efficacy and students' achievements in science were positively correlated with each other; (2) family SES positively affect scientific epistemological beliefs and scientific self-efficacy respectively; (3) scientific epistemological beliefs and scientific self-efficacy have a chain mediating effect on the relationship between family SES and students' achievements in science. These results suggested that improving the scientific literacy of disadvantaged students can be promoted by enhancing scientific epistemological beliefs and self-efficacy.

Keywords: family socioeconomic status; achievements in science; scientific epistemological beliefs; scientific self-efficacy; chain mediating effect

CLC Numbers: B844; N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2023.02.012