

基于CNKI和Web of Science数据库的数学焦虑研究知识图谱分析

李丹阳¹, 王步遥^{2*}, 张晶晶¹

¹新疆师范大学心理学院, 新疆 乌鲁木齐

²北京中医药大学东方学院, 河北 沧州

Email: 1342744110@qq.com, *1033054037@qq.com

收稿日期: 2021年1月3日; 录用日期: 2021年1月26日; 发布日期: 2021年2月8日

摘要

本文基于Citespace可视化文献分析工具, 选取中国知识资源总库CNKI和全球最大的科技引文索引Web of Science核心合集(WOS), 着重对国内外2001~2020年公开发表的关于数学焦虑研究文献进行分析, 绘制出关键词共现、聚类、关键词突现的科学知识图谱。旨在帮助相关研究者了解这一领域的研究热点、重点文献期刊及前沿演进, 希望为推动相关领域研究的发展提供支持。

关键词

数学焦虑, Citespace, 知识图谱

Knowledge Graph Analysis of Mathematics Anxiety Research Based on CNKI and Web of Science Database

Danyang Li¹, Buyao Wang^{2*}, Jingjing Zhang¹

¹School of Psychology, Xinjiang Normal University, Urumqi Xinjiang

²Beijing University of Chinese Medicine Dong Fang College, Cangzhou Hebei

Email: 1342744110@qq.com, *1033054037@qq.com

Received: Jan. 3rd, 2021; accepted: Jan. 26th, 2021; published: Feb. 8th, 2021

Abstract

Based on the CiteSpace visual literature analysis tool, this paper selected CNKI, the general data-
*通讯作者。

文章引用: 李丹阳, 王步遥, 张晶晶(2021). 基于CNKI和Web of Science数据库的数学焦虑研究知识图谱分析. *心理学进展*, 11(2), 352-359. DOI: 10.12677/ap.2021.112040

base of knowledge resources in China, and the Web of Science Core Collection (WOS), the world's largest Science citation index, to analyze the research literatures on math anxiety published from 2001 to 2020, and draw the scientific knowledge map of keyword co-occurrence, clustering and keyword emergence. The aim is to help relevant researchers to understand the research hot spots, key literature journals and cutting-edge evolution in this field, and to provide support for the development of research in this field.

Keywords

Mathematics Anxiety, Citespace, Knowledge Graph

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

数学焦虑(mathematics anxiety)是指个体在日常或学习时遇到数学相关或是解决数学问题时感受到的恐惧、紧张和忧虑等不良情绪(Ashcraft, 2002)。研究表明,高数学焦虑水平个体在进行数学相关的认知任务时,其心率、神经激活和皮质醇等生理反应也会受到影响(Ramirez, Shaw, & Maloney, 2018),例如数学焦虑程度较高的学生会表现出心率加快的现象(Faust, 1992)。而当提示即将进行的数学任务时,他们表现出的神经活动与个体经历身体疼痛时的神经活动相似(Lyons & Beilock, 2012)。在参与2012年国际学生评估项目(PISA)的65个国家和经济体中,33%的15岁学生报告说,他们在解决数学问题时感到无助(OECD, 2013)。

高数学焦虑个体在一般性的思维和认知任务中表现正常,但数学认知能力显著下降,包括计算、数学问题解决等复杂数学加工(Ashcraft & Krause, 2007),还包括数量加工等基础数学加工,因此他们会回避上数学课或与数学有关的活动,选择与数学无关的职业或专业,会由于自己较弱的数学能力和不太理想的数学学习成就而产生消极的情绪体验等。由于其高发生率与其深刻的影响,数学焦虑成为教师教学中不可避免的议题,也逐步成为教育学界与心理学界的研究重点。

早在20世纪50年代心理学界和教育学界就开始以青少年为研究对象开展与数学焦虑相关的研究,之后逐步扩展到小学与大学阶段。其中最为有力的研究成果之一便是数学焦虑与数学学习成就的降低有着明显的关系(何慧华,高原,2019)。与之相关的传统理论框架有干扰理论(Disruption Account)及能力减退理论(Reduced Competency Account)。其中,干扰理论认为,高数学焦虑是由于其工作记忆资源被处理相关负面情绪占用,导致数学能力下降,数学成就降低;能力减退理论则提出数学焦虑与数学成就降低均为数学能力差产生的结果。可以看到,这两个理论为数学焦虑的干预方案产生截然不同的两个思路,前者会强调将消除焦虑作为干预方向和工作目标,后者则会认为训练个体的数学相关技能才能有效降低个体数学焦虑水平(Ramirez, Shaw, & Maloney, 2018)。值得注意的是,这两个理论并不完全是相互矛盾的,有研究表明,数学焦虑和数学能力之间的关系很可能是双向的。例如Young, Wu和Menon(2012)对数学任务中数学焦虑较高和较低的儿童之间大脑激活差异的进行了fMRI研究,结果同时支持干扰理论和能力减退理论。在任务过程中,高数学焦虑儿童在与处理负面情绪和威胁刺激相关的脑区(即杏仁核)表现出更多的激活,而在与工作相关的脑区(即背外侧前额叶皮层和后顶叶)表现出较少的激活;此外,数学焦虑程度较高的儿童还表现出后顶叶皮层区域的激活减少,这些区域在数字和数学认知中起着关键作用。而低数学焦虑的学生在认知控制区和数字处理区都表现出活跃,这一发现表明数学焦虑既是数学能力差的原因,也是数学能力差的结果。

我国的教育心理学界对数学焦虑的研究起步相对西方较晚,研究对象除了包括初、高中等普通中学的学生外,还涉及中等职业学校的学生和师范专业学生等(何慧华,高原,2019)。研究表明,中国学生同样存在数学焦虑问题,较高的数学焦虑水平会对其数学能力和学习成就产生严重的不良后果。在 CNKI 中检索关键词“数学焦虑”,得到来源为核心期刊或 CSSCI 期刊的文献为 57 条,相较 Web of Science 中检索“math anxiety OR mathematics anxiety”的 777 条检索结果,国内相关研究成果较少,“数学焦虑”相关领域还有很大的本土化研究空间,因此,本文选用 Citespace 作为文献可视化工具,对基于 CNKI 和 WOS 两个数据库的数学焦虑研究相关的优质文献进行图谱分析,旨在帮助相关研究者了解这一领域的研究热点、重点文献及前沿演进,希望为推动相关领域研究的发展提供支持。

2. 基于 CNKI 的关键词分析

领域的研究热点往往表现在某一阶段该领域文献出现的高频次、高中心性以及高突现强度的关键词。关键词共现分析的具体操作如下,在 CNKI 中,将“数学焦虑”设为检索主题,检索时间设置为 2001~2020 年,得到 557 条检索结果,为保证可视化分析数据来源的学术价值及可靠性,筛除其中的学位论文、会议、报纸和特色期刊,仅选用文献来源为核心期刊和 CSSCI 数据库收录期刊的高质量文献共 57 篇。下载选中文献的 Refworks 的 txt 格式,导入 Citespace5.6 R3 中,并将其利用 data 中的转换功能,转换为 Citespace 可用的文献格式,在软件设置上,将时间跨度选为 2001 年~2020 年,由于文献量较少,将设置时间为每 1 年一个阶段关键词来源可选择 title、abstract、author keywords、author plus,网络节点选择 keyword,修正算法选择最小生成树精简算法,其他选项选择默认状态,而后调整节点形状字体大小及关键词阈限值等,得到 CNKI 数据库中相关文献关键词共现图谱,如下图 1 所示。

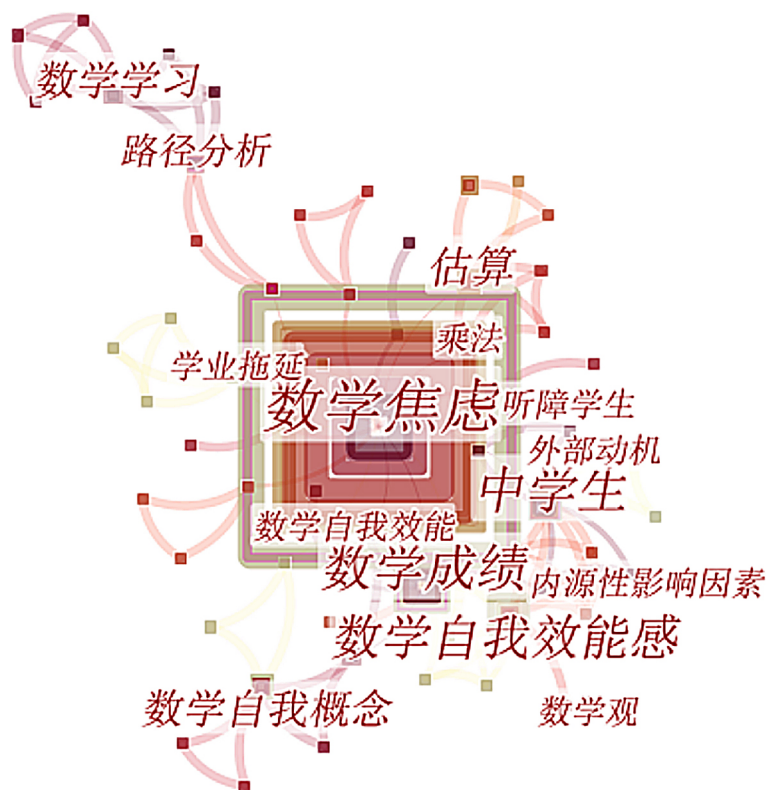


Figure 1. Keywords co-occurrence diagram based on CNKI
图 1. 基于 CNKI 的关键词共现图

关键词是科学计量研究的重要指标, 可根据关键词出现频次高低来了解国内外对某一研究领域的研究热点, 在关键词共现网络中, 关键词字体越大代表该关键词中心性越强, 表明其在相关研究领域的共现网络中的影响力较大; 颜色由亮到暗代表研究年份由远及近。关键词共现图谱中节点大小代表研究的热度。除检索词“数学焦虑”外, 从关键词共现图中可以得到出现频率最高的 5 个关键词及对应的中心性分别为: 数学成绩(0.13), 数学自我效能感(0.07), 中学生(0.12), 数学自我概念(0.04), 估算(0.07)。

由于文献量较少, 并未生成有分析价值的聚类, 也未出现 Burst 突现词。由上图可知, 近年来国内围绕数学焦虑的研究热点主要为数学焦虑与数学成绩、数学自我效能感、数学自我概念之间的关系, 研究对象多为中学生, 但尚未成体系, 未形成子领域的簇状发展。根据上述的高频关键词, 对国内相关研究的主要刊载期刊及研究方法进行图表梳理如表 1 所示。

Table 1. Analysis of hot research topics on math anxiety in China

表 1. 国内数学焦虑研究热点分析

高频关键词	中心性	主要刊载期刊	主要研究方法
数学成绩	0.13	数学教育学报	问卷调查法
		心理行为与研究	
		教育研究与实验	
数学自我效能	0.07	教育科学研究	问卷调查法
		基础研究	文献综述
数学自我概念	0.04	民族教育研究	问卷调查法
估算	0.07	心理学报	ERP 研究
初中生	0.12	全球教育展望	比较研究

国内对于数学焦虑的主要研究还是在于对于数学焦虑的成因及影响, 研究方法主要为问卷调查法及比较研究, 近年来认知心理学领域还有学者进行数学焦虑个体数学认知能力的 ERP 研究(司继伟, 徐艳丽, 封洪敏, 许晓华, 周超, 2014; 刘洁, 李瑾琪, 申超然, 胡小惠, 赵庭浩, 关青等, 2020)。此外, 还有因为关键词不统一而阈值较低未呈现在共现图表中的研究重点, 如数学焦虑相关工作记忆的行为实验研究(崔吉芳, 李嫩晓, 陈英和, 2011), 数学元认知与数学焦虑的相关研究(张婕, 黄碧娟, 司继伟, 官冬晓, 2018)等。

综合看来, 国内研究以数学焦虑为中心成扩散状, 其他节点中我们还可以看到国内相关领域研究已经涉及到听障学生这个特殊群体。这是我国特殊教育领域的学者对于特殊群体面临学习及适应社会问题的敏锐洞察力的表现。我们知道, 数学焦虑会影响个体在日常及学习环境中处理数学相关问题能力, 当然也会影响到个体适应生活中各种与数字相关的活动, 例如预估时间到达约定地点、使用货币购物等。而对于听障儿童来说, 适应生活便是最大的教育目标, 因此对于听障儿童数学焦虑的研究极具社会价值。在海南省自然科学基金支持下, 北京师范大学教育学部与海南师范大学教育与心理学院合作, 探讨了数学焦虑对听障学生数学成绩的影响, 以及数学自我效能感在其中的中介作用(陈丽兰, 王雁, 2018)。该研究采用数学自我效能感量表和数学焦虑量表对 250 名 3~9 年级听障学生进行调查, 结果发现: 数学焦虑中的课堂焦虑与听障学生数学成绩呈显著负相关; 数学焦虑(考试焦虑、课堂焦虑)与听障学生数学自我效能感呈显著负相关; 数学自我效能感总体及各维度与听障学生数学成绩呈显著正相关。该研究结果为听障学生的数学教学课堂设置及特殊教育教学方式改良具有重要意义。

3. 基于 WOS 的关键词分析

基于 WOS 的关键词分析具体操作如下, 在 WOS 中, 将数据库来源设定为 web of science 核心合集, “数学焦虑” 设为检索主题, 检索时间设置为 2001~2020 年, 文献类型选为 ARTICLE, 得到 777 条检索结果, 在软件设置上, 将时间跨度选为 2001 年~2020 年, 由于文献量较大, 将设置时间为每 2 年一个阶段, 将时间跨度分为个 10 时间段处理。Term source 全选, 网络节点选择 keyword, 修正算法选择最小生成树精简算法, 数据抽取对象改为 TOP30, 其他选项选择默认状态, 而后调整节点形状字体大小及关键词阈值等, 得到 WOS 数据库中相关文献关键词共现图谱, 如下图 2 所示。

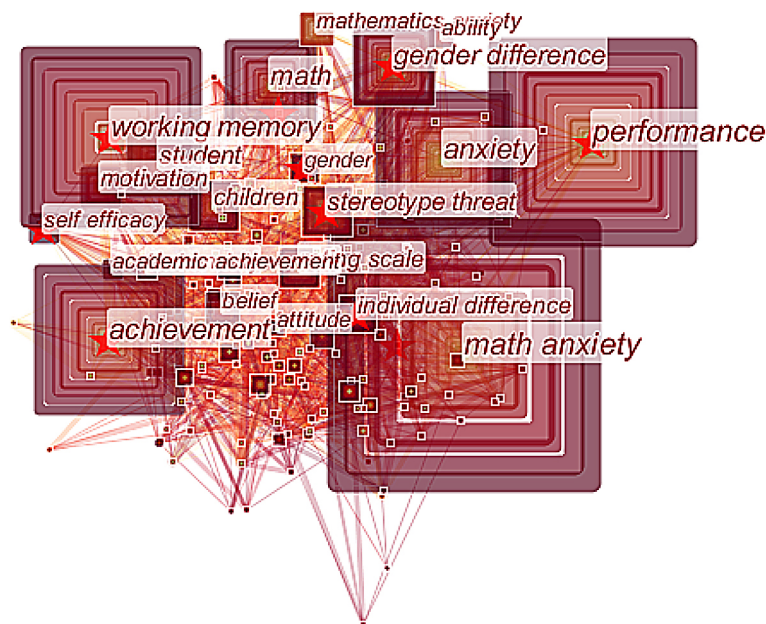


Figure 2. Keyword co-occurrence diagram based on WOS database
图 2. 基于 WOS 数据库的关键词共现图

将“math”与“mathematic”合并后, 除去检索词“math anxiety”外, 从关键词共现图中可以得到出现频率最高的 10 个关键词及对应的频次分别为: Performance (275)、working memory (230)、achievement (206)、gender difference (133)、stereotype threat (101)、motivation (70)、individual difference (66)、self efficacy (60)、gender (57)、test anxiety (52)。其中, 成绩、自我效能感、动机、能力等都与图一有重合部分, 可以看到, 国内外对于数学焦虑领域聚焦的方向大体是一致的, 当然, 对于西方心理学界与教育学界来说, 关于数学焦虑的研究周期更长, 研究成果因而更为丰硕, 研究内容也已具有一定的体系和方向性。其研究内容从图 2 中肉眼可见具有聚类分析的价值。我们在生成关键词共现图的基础上, 选择 find clusters 后调整 cluster labels, 得到基于 WOS 关键词聚类簇图, 如图 3 所示。

对关键词进行聚类分析后, 我们得到 6 个簇, 每个簇的标号越小, 表明聚类中包含的关键词越多。在这个聚类网络中我们需要注意两个数值, 一个是聚类模块 Q 值, 一个是聚类平均轮廓 S 值, 这两个数值表征着聚类效果的好坏。数据显示, 关于此聚类分析的聚类模块值为 0.2822, 意味着聚类结构较为显著, 聚类平均轮廓值为 0.5852, 说明该聚类合理。由聚类结果可知, 当前国外对于数学焦虑的研究主要围绕这六个热点子领域展开, 分别为 working memory (工作记忆), primary education (初等教育), assessment (评估), stereotype threat (刻板效应), math education (数学教育), math attitudes (数学态度)。结合关键词频次及簇图分析, 可以看出, 数学焦虑与工作记忆的关系为当前研究的热点与中心。无论是为数学焦虑

的传统理论框架“干扰理论”及“能力缺失理论”提供行为或神经科学水平的证据，还是探究数学焦虑对不同个体的数学能力或数学成绩的不良影响，研究者都需要探究不同数学焦虑水平下工作记忆的特质。大量研究表明，工作记忆对于数学加工起到关键的作用(Ramirez, Gunderson, Levine, & Beilock, 2013)，个体工作记忆的能力直接影响其数学任务的成绩，而数学任务的复杂度关乎个体工作记忆的负荷。从干扰理论角度来说，对于高数学焦虑个体来说，数学任务情境下的他们正在面临一个双重任务设置，除去数学加工的任务外，他们还需要足够的认知资源去处理自己的恐惧和焦虑。而从能力缺失理论来看，数学焦虑个体的近似数量加工能力等数学技能的缺失，也表明其与处理数字信息相关的工作记忆存在缺陷。

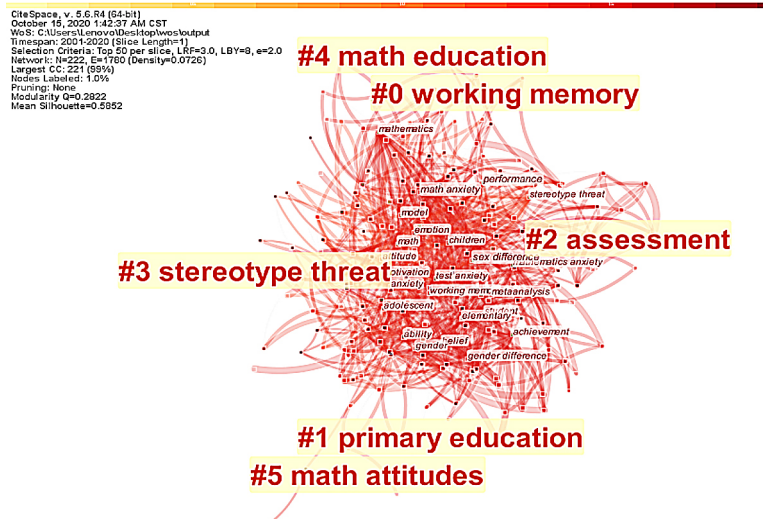


Figure 3. Keyword clustering cluster diagram based on WOS database
 图 3. 基于 WOS 数据库的关键词聚类簇图

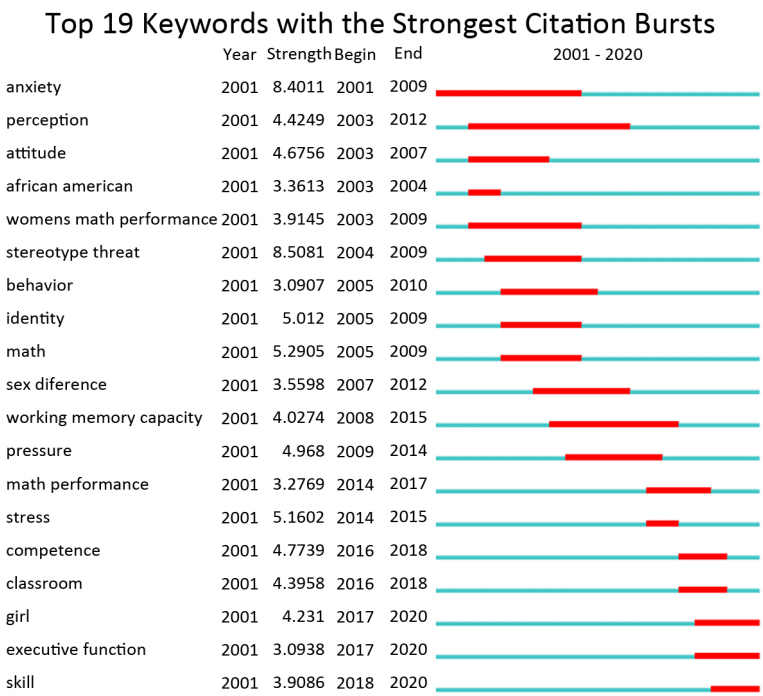


Figure 4. Keywords emergence table based on WOS database
 图 4. 基于 WOS 数据库的关键词突现表

另外, 我们看到还有刻板效应、数学态度这两个聚类为国内研究较少提及的, 为了更好的挖掘其相关信息, 找出该领域研究前沿演进, 利用 CiteSpace 中 Burst Detection 功能, 对全部文献中的关键词探测出突变词, 得到 19 个数学焦虑相关的研究突变词, 如图 4 所示。

结合关键词共现图、聚类簇图及关键词突现表, 我们可以看到国外研究中区别于国内研究最大的不同在于其对于数学焦虑的性别差异、以及与之相关的性别刻板效应的研究十分丰富, 从图 4 可以看出, 2003 年起, 对与教学焦虑对女性数学成绩的影响研究兴起, 2007 年时更有学者开始进行数学焦虑的性别差异研究, 2017~2020 年则有研究对象为女孩的数学焦虑相关研究成为研究的前沿热点。目前, 已有很多关于数学焦虑与性别的研究显示(例如来自 Else-Quest, Hyde 和 Linn 于 2010 年进行的元分析研究), 与男性相比, 女性的数学焦虑水平更高。当然, 也有研究称并未发现这种性别差异(Cooper & Robinson, 1991; Hackett, 1985)。然而, 2016 年, Stoet, Bailey, Moore 和 Geary 的一项关于数学焦虑的大规模调查研究结果显示, 数学焦虑确实存在性别差异。该研究测量了 68 个国家参加 PISA 的 761,655 名高中生的数学焦虑水平。研究显示, 总体而言, 女性高中生自我报告的数学焦虑水平高于男性高中生, 且随着国家经济发展的增加, 数学焦虑和性别差距扩大。

那么, 为什么女性比男性更容易对数学感到焦虑呢? 这个问题还没有明确的答案。当然, 已经有若干学者提出了一些假设。例如, Maloney 等人(2011)证明了数学焦虑的性别差异是由空间处理能力引起的。换句话说, 女性可能比男性更焦虑数学, 很大程度上是因为女性在空间处理方面比男性差(而空间处理是数学不可分割的一部分)。另外还有学者认为, 数学焦虑的性别差异可能是因为女性相较男性更容易报告焦虑(Ashcraft, 2002)。而这些假设中, 最受关注的便是 Beilock 等(2010)提出的性别刻板印象假说。他们结合问卷调查研究, 提出性别差异是社会刻板印象的结果。在社会文化刻板印象中, 人们总是倾向于认为男性在数学相关的领域能力强, 相较女性更容易占主导地位。这种刻板印象在教学环境中, 一旦在数学教学者或者是学习者的信念中生根发芽, 都会导致数学焦虑水平的上升。

4. 结论

本文旨在借助 citespace 这一可视化工具, 基于 CNKI 中核心期刊文献与 WOS 核心合集数据库, 综合评述国内外对于数学焦虑相关领域的研究进展, 突出当前研究的热点与前沿演进。基于关键词、刊载文献、研究方法、突现词分析以及聚类分析, 比较了国内外对于数学焦虑相关领域研究的侧重点。

国内多为问卷调查研究与比较研究, 研究重心为数学焦虑与数学自我效能感、数学成绩、以及数学自我概念等。近年来, 国内心理学核心期刊也有刊登对于数学焦虑相关的认知加工能力的脑机制研究, 还有对于听障儿童等特殊群体数学焦虑水平及其影响的调查研究, 这些都表明我国心理学与教育学界对于高数学焦虑群体的重视, 对于数学焦虑的机制研究及影响研究也逐渐多维化。基于 WOS 核心合集, 我们可以看到西方教育心理学界更早开始关注数学焦虑群体, 并提出了一系列的理论框架用于解释数学焦虑对于数学加工水平的影响, 而各个理论框架也已经得到诸多实证研究的支撑。对比国内外核心文献的知识图谱分析, 我们可以发现国内对于数学焦虑的研究目前尚未形成成熟体系, 且国外对于数学焦虑的性别刻板印象效应研究成果更为丰硕。诚然, 数学性别刻板印象在我国的教育环境乃至整个社会环境中也存在, 我们的研究者也许需要将更多的目光投入到数学焦虑与性别刻板效应的相关理论及实证研究中, 深入分析性别刻板效应这一社会文化环境因素与数学焦虑个体的成因、发展及影响的关系, 为教师、家长引导学生正确看待自身数学能力提供方向, 也为推进我国教育过程及教育结果的性别公平贡献力量。

参考文献

陈丽兰, 王雁(2018). 数学焦虑对听障学生数学成绩的影响: 数学自我效能感的中介作用. *基础教育*, 15(5), 98-105.

- 崔吉芳, 李嫩晓, 陈英和(2011). 数学焦虑影响儿童数学任务表现的作用机制探析. *心理发展与教育*, 27(2), 118-125.
- 何慧华, 高原(2019). 中国与美国学生数学焦虑与数学学习成就关系的比较研究. *全球教育展望*, 48(11), 116-128.
- 刘洁, 李瑾琪, 申超然, 胡小惠, 赵庭浩, 关青, 等(2020). 数学焦虑个体近似数量加工的神经机制: 一项 EEG 研究. *心理学报*, 52(8), 958-970.
- 司继伟, 徐艳丽, 封洪敏, 许晓华, 周超(2014). 不同数学焦虑成人的算术策略运用差异: ERP 研究. *心理学报*, 46(12), 1835-1849.
- 张婕, 黄碧娟, 司继伟, 官冬晓(2018). 乡镇小学生的数学焦虑与数学成绩: 数学自我效能感和数学元认知的链式中介作用. *心理发展与教育*, 34(4), 453-460.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working Memory, Math Performance, and Math Anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 243-248. <https://doi.org/10.3758/BF03194059>
- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female Teachers' Math Anxiety Affects Girls' Math Achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 1860-1863. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107>
- Cooper, S. E., & Robinson, D. A. (1991). The Relationship of Mathematics Self-Efficacy Beliefs to Mathematics Anxiety and Performance. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 24, 4-11.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-National Patterns of Gender Differences in Mathematics: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 136, 103-127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>
- Faust, M. W. (1992). *Analysis of Physiological Reactivity in Mathematics Anxiety*. Unpublished Doctoral Dissertation, Bowling Green, OH: Bowling Green State University.
- Hackett, G. (1985). Role of Mathematics Self-Efficacy in the Choice of Math-Related Majors of College Women and Men: A Path Analysis. *Journal of Counseling Psychology*, 32, 47-56. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.32.1.47>
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). When Math Hurts: Math Anxiety Predicts Pain Network Activation in Anticipation of Doing Math. *PLoS ONE*, 7, e48076. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048076>
- Maloney, E. A., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2011). The Effect of Mathematics Anxiety on the Processing of Numerical Magnitude. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64, 10-16. <https://doi.org/10.1080/17470218.2010.533278>
- OECD Organization for Economic Co-Operation and Development (2013). *PISA2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self Beliefs* (Vol. 3). Paris: Author.
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School. *Journal of Cognition and Development*, 14, 187-202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math Anxiety: Past Research, Promising Interventions, and a New Interpretation Framework. *Educational Psychologist*, 53, 145-164. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>
- Stoet, G., Bailey, D. H., Moore, A. M., & Geary, D. C. (2016). Countries with Higher Levels of Gender Equality Show Larger National Sex Differences in Mathematics Anxiety and Relatively Lower Parental Mathematics Valuation for Girls. *PLoS ONE*, 11, e0153857. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153857>
- Young, C. B., Wu, S. S., & Menon, V. (2012). The Neurodevelopmental Basis of Math Anxiety. *Psychological Science*, 23, 492-501. <https://doi.org/10.1177/0956797611429134>