

幼儿语言能力与数学能力发展的关系

——一项国际文献的系统综述

瞿玉洁

温州大学教育学院, 浙江 温州

收稿日期: 2024年11月5日; 录用日期: 2024年12月4日; 发布日期: 2024年12月12日

摘要

语言能力是早期数学学习的基础, 与早期数学能力之间的关系紧密, 并且在之后的正式学校教育中对幼儿的数学发展起着持续作用。本文通过整理与评析国外相关的研究, 梳理了幼儿语言能力的结构、幼儿语言能力对数学能力的影响、数学能力对语言能力的关系、二者发展的影响因素等几部分内容。综合研究结果发现, 幼儿语言能力与数学能力发展存在较强的相关性, 但二者的作用机制并不明确, 缺乏更为系统的研究来提供支撑。未来应加强研究两者之间的交互关系, 并且采用追踪研究的方法考察语言能力对数学能力的预测作用, 加强研究数学语言对幼儿数学能力与数学教育的独特作用, 同时关注家庭情境中的亲子互动对于语言与数学教育的影响, 为幼儿的语言教育与数学教育提供更为准确的指导方向。

关键词

幼儿语言能力, 幼儿数学能力, 系统综述

The Relationship between Early Childhood Language Skills and Mathematical Abilities

—A Systematic Review of International Literature

Yujie Qu

College of Education, Wenzhou University, Wenzhou Zhejiang

Received: Nov. 5th, 2024; accepted: Dec. 4th, 2024; published: Dec. 12th, 2024

Abstract

Language ability serves as the foundation for early mathematical learning and is closely related to early mathematical abilities, playing a continuous role in the mathematical development of young

children during formal school education. This paper organizes and evaluates relevant foreign research to outline the structure of early childhood language ability, the impact of language ability on mathematical ability, the impact of mathematical ability on language ability, and the influencing factors of their development. The synthesis of research findings reveals a strong correlation between early childhood language ability and mathematical ability development, but the mechanisms of their interaction are not clear, and there is a lack of more systematic research to provide support. Future research should strengthen the study of the interactive relationship between the two, use longitudinal methods to examine the predictive role of language ability on mathematical ability, enhance the study of the unique role of mathematical language in early childhood mathematical ability and mathematical education, and pay attention to the impact of parent-child interaction in the family context on language and mathematical education. This will provide more accurate guidance for language and mathematical education for young children.

Keywords

Early Childhood Language Ability, Early Childhood Mathematical Ability, Systematic Review

Copyright © 2024 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. 问题提出

个体早期数学技能或是语言技能都会通过各种机制影响着个体的认知发展。早期语言技能通过早期语言接触、处理速度和执行功能等机制影响着认知结果[1][2]；早期数学技能与个体一般认知能力相互影响[3]，除了对于认知发展的重要性外，幼儿的早期数学技能也是日后学业成功的重要预测因素[4]，其中的数学认知过程如处理速度、工作记忆、注意力行为等过程被认为是重要的影响过程[5]，也为日后的数学技能奠定了基础[6]-[8]。早期数学能力在个体的学业成功、经济成就乃至社会发展等方面有着不可忽视的作用[9]。可见，幼儿早期数学能力的培养具有深远的意义。然而，幼儿数学技能的学习与获得并不是孤立进行的，数学能力与幼儿在各个领域的学习技能都息息相关[10]。其中，语言对数学学习的作用正逐渐受到研究者的关注，语言能够通过支持数学思维的表达和数学概念的理解，帮助儿童学习数学[11]。因此，语言技能在幼儿数学认知经验的同化顺应过程中可能起着关键作用。此外，研究发现数学学习障碍与阅读障碍的共存以及大脑处理计算与语言任务时的共同神经通路，同样证明了语言与数学之间的持续相关[12][13]。

现有研究表明了语言能力是早期数学学习的基础，与早期数学能力之间的关系紧密，并且在之后的正式学校教育中对幼儿的数学发展起着持续作用。因此探究语言能力与数学能力发展之间的关系，对于早期数学教育干预有着一定的启示作用。已有研究大多从不同的视角探索语言能力与数学能力之间的关系，包括一般语言的影响、数学语言的影响、家庭环境语言的影响等等。然而，研究涉及面虽广却缺乏系统性，语言能力有哪些具体结构对数学能力产生影响？数学能力是否会对语言同样产生影响？还有哪些研究空白？为了解上述状况，本文希望通过整理与评析国外相关的研究，梳理语言能力影响数学能力的具体机制，从而为早期数学教育拓展干预的视角，主要包括以下内容：幼儿语言能力的结构、幼儿语言能力对数学能力的影响、数学能力对语言能力的影响、二者发展的影响因素。

2. 幼儿语言能力的结构

语言是儿童心理发展过程中重要的内容之一。依据现代语言学的观点，语言是由语音结合的词汇和

语法共同构建的体系，语言内部可分为语音、语法和语义三大部分。目前没有形成对幼儿语言能力结构的统一定义，研究者们大都从各自的研究视角出发，对幼儿的语言能力进行探讨。

儿童语言发展实际上是指儿童的言语发展，一般来说，儿童的语言能力主要包括语言感知、语言理解和语言表达三个方面[14]。还有学者认为幼儿语言能力包括语音能力、语句能力以及词汇[15]，其中语音能力主要是指语音使得语言成为可以被人们感知的东西；语句能力主要指语句理解与表达的程度，包含正确性、丰富性、生动性三种特性；词汇同样是语言能力的重要组成部分，幼儿的词汇水平应当包含质与量两个方面，即词汇的深度与广度[16]。此外，叙事能力也是语言能力的重要组成部分，体现了幼儿的语言组织与表达能力。

总的来说，幼儿语言能力的几个方面主要包括了语言的理解与产生的过程，虽然各个学者的研究视角不同，不论是从语言学、心理学还是教育学的角度出发，幼儿语言能力大致囊括了语言感知、理解与表达三个方面。进一步的，下文将基于幼儿语言能力的不同结构，探讨语言能力的各个组成部分对于幼儿数学能力的影响。

3. 幼儿语言能力对数学能力的影响

语言技能对于成功掌握早期数学技能非常重要，许多研究表明儿童的一般语言能力与数学能力之间有着密切的关系。先前的研究者认为评价儿童语言能力时应按照其理解与产生的过程入手[17]，换言之，探讨儿童语言能力对数学能力的影响机制时，也可从语言的感知、理解和表达入手，结合上文对于语言能力结构的剖析，本文将从语言能力中的词汇、语言理解和叙述能力出发来梳理其对数学能力的影响。

3.1. 词汇与数学能力的关系

一项纵向研究结果强调了语言在儿童数学能力发展中的作用，并且发现普通词汇是儿童新兴数词知识的基础，而数词知识又能预测儿童日后的数学能力[18]。幼儿的词汇水平包含着质与量两个方面。从量的水平来看，有研究发现与词汇量较小的儿童相比，词汇能力发达的儿童可能更好地推断和理解与数学相关的新含义[19]。2岁半至5岁儿童的一般词汇量与数词知识之间存在密切联系[20]。因此，学前儿童认识的单词种类越多，他们就越能利用已有的单词和概念知识来理解新的数学相关含义，并建立对早期算术概念的理解[21]。

从质的水平来看，词汇尤其可以帮助幼儿学习早期算术概念，因为数字单词使用能力的提高与数字心理表征能力的提高有关[22]。在日常语言学习中，幼儿会利用已有的词汇知识，即他们已经知道与理解的词汇，来推断和学习新的词义和概念[23]，这也有助于他们学习新的早期算术概念。从概念上讲，计算能力和语言在发展过程中是相互联系的，因为语言技能会支持计算能力的发展，尤其是其中的数字词汇，能够帮助幼儿完善他们对数量的理解[24]。此外，一种关于自然数理解能力发展的理论认为，对高阶数字概念的理解取决于语言，因为幼儿学习的数词和量化的名词短语能促进对数的理解[25]。例如，在使用复数标记语言的文化中(如英语)比在使用无复数标记语言文化(如日语)中的幼儿能够更快地获取与理解“1”的概念[26]。

总的来说，幼儿语言能力中的词汇水平，不论是从广度还是深度的层面，更丰富的词汇量会影响幼儿对于基础数学概念的掌握，并且其中有关特定数学词汇的掌握可能影响更深。

3.2. 语言理解与数学能力的关系

研究表明，了解句子的语法结构能够提高学前儿童理解和构建早期算术概念的能力。语法-数字假设(The grammatical-number hypothesis)认为，幼儿会将表示数量的句子结构元素作为语言线索来建构基本概念。语言理解能力除了能够支持早期算术概念的建构以外，也有助于提高幼儿参与数学教学以及其他

活动的过程质量[27]。而语法理解能力发达的幼儿可以很快理解口语句子的意思,识别与领域相关的短语,并在头脑中形成相关概念[28]。

此外,一些研究者从数学领域自身的特殊角度出发,探讨了一般语言与数学语言对早期算术技能的影响差异,研究结果发现,虽然一般语言成绩最初对计算成绩有显著的预测作用,但当数学语言和一般语言都被纳入模型时,只有数学语言对计算成绩有显著的预测作用。先前的研究还确定,对数学语言的理解是预测干预后幼儿园学生数学成绩增长的最大因素[29]。这种相关关系很有可能是由于理解数学专用的术语或概念(例如:多和少)是幼儿完成基本数学任务必不可少的因素[30]。事实上,已有研究发现,数学语言在一般语言和早期计算技能之间的关系中起着显著的中介作用。

除了研究数学语言理解对数学能力的影响之外,研究者还关注到了数学语言中的特定语言领域。一项研究通过对 192 名 3 岁儿童的空间语言理解、空间技能、数学技能等进行测试,分析后发现,空间语言理解能力与空间技能与数学成绩之间的关系密切,并且存在一定的性别差异,即空间语言理解能力在女孩的空间技能和数学成绩之间的联系起着中介作用[31]。

此外,一些研究者在探讨词汇与语言理解能力对儿童数学能力的作用的基础上,进一步讨论了其中的作用机制,研究者发现词汇和语言理解能力可通过以下三种方式促进早期算术能力的发展:1) 帮助儿童使用他们所知道的词汇来学习新的数学相关含义和构建新的早期算术概念;2) 促进儿童进行数学思考和数学表达的能力;3) 幼儿可以通过它来理解和积极参与早期数学教学活动。美国国家数学教师委员会和美国国家幼儿教育协会共同指出,幼儿“必须在理解的基础上学习数学,积极地从经验和已有知识中构建新知识”[32]。

总的来说,幼儿的语言理解能力可以通过对复杂句子和语法规则的理解来促进数学的逻辑推理、关系推理能力。同样的,其中对于特定的数学语言的理解可能更能够提高幼儿的数学概念、数学思考与数学表达。

3.3. 言语表达与数学能力的关系

在一项针对 3~6 岁儿童的纵向研究中,发现了早期叙事和数学能力之间的预测性联系。例如,O'Neill 等人(2004)发现,3~4 岁的孩子使用无字图画书引出的叙事能力表现,可以显著预测他们 2 年后的数学表现[33]。当研究者将叙述能力和早期读写能力被纳入多元回归分析时发现,只有叙述能力是数学表现的重要预测因素。研究者认为,因果、逻辑和关系推理的技能是叙事能力的关键组成部分,并且与数学关系的推理有关,这些技能同样与幼儿在研究中的数学表现有关,并显著地预测了儿童的数学表现。

Feagans 等人(1986)进行的另一项研究,研究者以 6 岁和 7 岁的语言发展迟缓儿童为样本,也证明了叙事和数学技能之间的独特联系[34]。具体来说,研究者发现,在学业成就和智商得分方面落后 6 个月的儿童,却在语言技能方面有一定的特征,即他们的叙事技能强于词汇和句法技能,并且在之后的标准化学术能力测试的数学子测试中表现更好。因此,研究者认为这项研究提供了额外的证据,尽管是在一个特定的无序样本中,也表明数学和叙事技能是相关的,也许与同龄人相比,叙事技能更高的孩子可能具有认知或语言优势,同样也与较好的数学表现相关。

此外,还有研究者通过探讨语言与数学技能的共同深层结构来研究二者的关系,Collins 等人的研究显示符号映射(symbolic mapping,包括字母识别、数字识别、字母-声音知识和数字-数量知识)和关系推理(symbolic mapping,包括字母识别、数字识别、字母-声音知识和数字-数量知识)是与早期识字和数学的共同基本认知过程,即识字和数学所涉及的过程在结构上有很深的相似之处[35]。该研究在微观层面上为语言与数学二者的关联提供了证据,同时也为数学与语言领域的教学活动提供了新的干预视角。

综上所述,国外研究者从语言能力的多个角度证实了其与其幼儿数学能力发展发展的关系,幼儿的词

汇水平、语言理解能力与言语表达能力能够促进幼儿掌握早期数学概念、参与数学活动，提高幼儿的数学问题解决能力。值得一提的是，在国外相关的研究中，同样都关注到了数学语言对于幼儿数学能力提升的特殊作用，由此可见，数学语言可能是早期数学教育的一个新的干预途径，这也启示研究者在今后的研究中可以关注学校或家庭等不同情境中的数学语言对幼儿数学能力的影响。

4. 二者交互关系的影响因素

在探讨幼儿的语言能力与数学能力之间的关系时，我们必须认识到，除了这两种能力本身之外，还有其他外部因素可能会影响它们之间的交互关系。现有研究中影响因素主要包括家庭背景、教育干预以及幼儿自身的发展阶段。

4.1. 家庭背景环境

家庭背景对于幼儿的学术和认知发展起着至关重要的作用。家庭社会经济地位(SES)、家庭教育环境、家长的教育环境、家庭互动模式等因素均会对二者的交互关系有着不同程度的影响。

首先，家庭中的学习环境(如书籍的数量、家长与孩子的阅读时间等)与幼儿的语言和数学发展紧密相关。家庭提供的丰富语言环境可能有助于孩子更好地掌握数学概念。研究结果表明，当父母在家中让幼儿参与以数学为重点的活动时，幼儿就能学会计算技能。家庭算术环境是这种早期发展的日常环境，父母为儿童提供的资源和活动可促进儿童早期算术技能的发展，如数数、比较大小、理解“多”和“少”等概念[36]。在数学语言更为丰富的语言环境中，他们的数学技能比在支持性较弱的环境中的同龄儿童成长得更快[37]。

其次，家长的教育背景通常与幼儿的学术表现正相关。具有高学历的家长往往能更好地支持孩子的学习，帮助他们发展语言和数学技能。一项研究探讨了数学语言表现中与年龄和父母教育程度相关的差异。研究结果与其他研究结果一致，都强调了社会经济地位中，尤其是父母的教育对数学领域的语言和概念发展的关键影响，指出父母的教育程度是干预儿童学业前景的关键[18]。

此外，家长与幼儿的互动方式，如讲故事、问答和日常对话，也在一定程度上会影响孩子的语言能力发展和数学认知。DiStefano 等人(2023)通过观察、编码评分等方法，了解 40 对亲子之间的数学家庭作业的互动情况以及父母、子女自身的数学成绩、数学焦虑与互动质量之间关系，研究结果表明，数学任务的表现与亲子互动质量呈正相关，并且互动质量与父母和子女的数学成绩、孩子的数学焦虑存在相关关系[38]。Schnieders 等人(2022)通过梳理前人研究提出，导致儿童早期算术技能个体差异的因素除了儿童参与家庭算数体验的频率之外，还应将在这些家庭算数体验中发生的互动考虑在内，应关注这其中父母与子女是如何互动的，这可能会影响儿童从中所获得的东西[39]。

布朗芬布伦纳的生态系统理论认为，家庭环境是促进儿童发展的基本环境。儿童发展是一个复杂的关系系统，受到不同层次(微观、中观、外观、宏观和时间系统)的影响。微观系统是儿童的直接环境，它包括儿童的家庭、学校或幼儿园及邻里环境。就作为微观系统一部分的家庭而言，它捕捉了父母与子女之间的环境互动，在这种情况下，父母通过活动、态度和家庭中的可用资源(例如，与家庭社会经济地位相关的资源、父母的教育程度等等)来培养子女的数学能力与语言能力。总的来说，上述研究中涉及的家庭教育环境、家长教育背景、亲子互动模式等等因素都是家庭微观系统中的一部分，这也启示研究者，在今后的研究中要关注家庭因素对幼儿发展的影响。

4.2. 教育干预的影响

使用不同的教学方法和策略可能会对幼儿的语言和数学能力产生不同的影响。现有的干预研究大多使用故事书(story book)来作为干预工具，研究结果表明对于学前儿童而言，使用故事书作为媒介对于其

语言与数学能力的提升有一定的正向作用。例如, Jennings 等人(1992)研究了故事书干预的效果[40]。该干预包括定量术语和数学术语,在数学词汇和数学能力测试中,故事书组的成绩均优于对照组。另一方面, Purpura 等人(2017)设计的干预措施只针对数学语言,而没有同时训练儿童的数学任务表现[41]。这项干预措施采用了对话式阅读干预。研究结果显示,干预组在数学语言和数学能力方面的表现均优于对照组。最后, Zippert 等人(2019)的研究表明,即使是非常简短的数学语言指导,也会对儿童的数学能力产生积极影响[42]。研究者将平板电脑游戏作为干预措施,干预组的家长接受数学对话指导,对照组的家长则不进行数学对话。结果表明,与对照组的家长相比,接受了额外指导以使用数学对话的家长产生了更多的数学对话。在数学对话条件下,儿童在父母的提示下也能说出更多的数学对话。

此外,还有研究表明幼儿发展阶段中自身的成熟也会对语言能力与数学能力的关联产生一定的影响。在幼儿不同的发展阶段中,语言和数学能力的关联可能会有所不同。研究表明,随着年龄的增长,儿童在计算方面的困难往往与识字和语言方面的困难同时出现[24]。这也说明幼儿语言能力与数学能力的关联会受到成熟的影响。除此之外,幼儿语言爆发期、数学概念形成的关键期以及幼儿自身发展的个体差异等等因素都可能在一定程度上影响语言能力与数学能力的关联。

上述研究中讨论的因素提供了一个较为全面的框架,帮助我们理解幼儿语言能力与数学能力之间的复杂关系。因此,在之后的研究中,尤其是进行实证研究时,应当考虑到这些因素,尽可能地确保研究结果的准确性和相关性。

5. 已有研究评析与未来研究展望

5.1. 已有研究评析

从现有研究总体来看,国外关于幼儿语言能力与数学能力关系的研究较为丰富,且综合了语言学、教育学、心理学等多领域的视角,但仍存在一定的局限:

首先,幼儿的语言能力与数学能力的发展是一个持续的过程,那么研究语言能力对数学影响的能力时,应从幼儿语言的过程出发,关注与幼儿语言产生的各个因素。从现有研究的变量来看,虽然不同的研究者关注到词汇、语言理解等等不同的语言能力构成因素,但大多研究只关注到了语言能力的其中一个方面,即便研究者使用了全面的语言调查工具,但讨论时大多只关注其中的某一方面,缺乏对语言能力不同结构因素的全面考虑。此外,大多数研究了幼儿语言能力对数学能力发展的影响,但没有考虑幼儿数学能力对语言能力提升的帮助,包括数学概念的理解是否会影响幼儿的学业语言的掌握,逻辑思维的数学训练是否对幼儿的叙述与语言理解能力有影响等等。研究二者关系时,鲜少有研究能够考虑到数学能力对语言能力的影 响,考虑二者的交互关系。

第二,已有研究关注到了数学语言对数学能力的影响,特定的数学语言对于数学能力的影响更显著。但大多研究只是从数学语言总体出发,缺少对于不同领域数学语言的细分,包括数概念、空间方位等等。对于数学语言不同领域的细分,也能够帮助教育者更有针对性地对幼儿数学能力的不同方面进行帮助。

第三,幼儿数学能力有着许多方面,包括计数、数运算、问题解决等等。现有研究在对幼儿数学能力进行测查时,大多只关注幼儿的计数或算术技能,大多研究结果也都集中于语言对幼儿算术技能影响的讨论,同样地缺乏对数学能力结构的全面考虑。尤其是幼儿的问题解决能力,研究语言对幼儿的问题解决能力的不同影响,对于综合素质能力的提升有一定实践意义。

第四,幼儿时期是个体语言和数学能力发展的关键阶段,这两种能力对于社会的持续发展和个体的终身成就具有深远的影响。首先,语言不仅是交流和思维的工具,也是社会互动和文化遗产的基石。语言能力的发展对于幼儿的社会适应性、教育成就乃至未来的职业发展都至关重要。其次,数学能力是科学、技术、工程和数学(STEM)领域不可或缺的基础。数学能力的提升有助于培养幼儿的逻辑思维、问题

解决能力和创新能力，这些都是现代社会所需的关键技能。基于此，已有研究同样缺乏幼儿语言、数学等教育的上层建筑研究，包括政策导向、课程建设、教育资源投入等等方面。

总体来说，现有研究对于研究变量的考虑并不全面，因此语言能力对数学能力的影响机制未形成明确的结论，不论是语言能力或是数学能力都是一个复杂且持续发展的过程，研究应当尽可能地考虑多种因素，并在一段时间之内考虑二者的关联，才能发现更直接有效的干预角度。

5.2. 未来研究展望

从以往研究方向出发，本文提出以下未来研究的展望：

第一，研究应考虑语言能力与数学能力两者的内部结构，从结构与过程的角度考察两者之间关系，建立两者相互关系的作用机制，加强研究两者之间是如何彼此影响与相互促进的，并且采用追踪研究的方法考察语言能力对今后数学能力的预测作用，能够助力数学教育干预手段的视角。

第二，研究应关注数学语言对数学能力的影响，并且应当关注不同情境中的数学语言对幼儿数学能力发展的作用，包括学校情境与家庭情境。除不同情景中的数学语言之外，关注数学语言的不同方面同样有其价值，包括空间数学语言、数运算数学语言等等，此类研究可以帮助研究者明确数学语言的体系，并且去探讨不同方面的数学语言是否与不同的数学能力有较强的关系，同样能够为教学实践提供更具针对性的思路，做到对症下药。

第三，研究应关注在家庭情境中的亲子互动对于幼儿语言与数学能力的影响。幼儿在进入学前教育阶段后，幼儿园与家庭是其生活的核心场景，幼儿教师与幼儿家长对于幼儿的引导是同样作用的，但幼儿家长的影响或许更加潜移默化，因此关注家庭情境中的语言教育或数学教育，既能够帮助家长及时发现问题，促进家庭教育质量的提升，也能够促进家园沟通与共育，拓宽学校和教师为家长提供科学、针对性的教育支持的新思路。

第四，研究应关注幼儿语言、数学教育的上层建筑建设，包括研究国家和地方政策的制定、实施和评估对于幼儿语言和数学教育的影响；探讨如何构建有效的幼儿语言与数学课程，不同的课程内容、教学方法和评估机制；研究不同教育资源(如信息技术等)对于幼儿发展的影响，探究如何优化资源分配以实现更好的教育成果。

参考文献

- [1] Marchman, V.A. and Fernald, A. (2008) Speed of Word Recognition and Vocabulary Knowledge in Infancy Predict Cognitive and Language Outcomes in Later Childhood. *Developmental Science*, **11**, F9-F16. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00671.x>
- [2] Zauche, L.H., Thul, T.A., Mahoney, A.E.D. and Stapel-Wax, J.L. (2016) Influence of Language Nutrition on Children's Language and Cognitive Development: An Integrated Review. *Early Childhood Research Quarterly*, **36**, 318-333. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2016.01.015>
- [3] Cowan, R., Hurry, J. and Midouhas, E. (2017) The Relationship between Learning Mathematics and General Cognitive Ability in Primary School. *British Journal of Developmental Psychology*, **36**, 277-284. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12200>
- [4] Duncan, G.J., Dowsett, C.J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A.C., Klebanov, P., et al. (2007) School Readiness and Later Achievement. *Developmental Psychology*, **43**, 1428-1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- [5] Spencer, M., Fuchs, L.S., Geary, D.C. and Fuchs, D. (2022) Connections between Mathematics and Reading Development: Numerical Cognition Mediates Relations between Foundational Competencies and Later Academic Outcomes. *Journal of Educational Psychology*, **114**, 273-288. <https://doi.org/10.1037/edu0000670>
- [6] Hill, H.C. (2001) Policy Is Not Enough: Language and the Interpretation of State Standards. *American Educational Research Journal*, **38**, 289-318. <https://doi.org/10.3102/00028312038002289>
- [7] LeFevre, J., Skwarchuk, S., Smith-Chant, B.L., Fast, L., Kamawar, D. and Bisanz, J. (2009) Home Numeracy Experiences

- and Children's Math Performance in the Early School Years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, **41**, 55-66. <https://doi.org/10.1037/a0014532>
- [8] Kleemans, T., Peeters, M., Segers, E. and Verhoeven, L. (2012) Child and Home Predictors of Early Numeracy Skills in Kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, **27**, 471-477. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.12.004>
- [9] DiStefano, M., O'Brien, B., Storozuk, A., Ramirez, G. and Maloney, E.A. (2020) Exploring Math Anxious Parents' Emotional Experience Surrounding Math Homework-Help. *International Journal of Educational Research*, **99**, Article 101526. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.101526>
- [10] Kuchirko, Y.A., Coskun, L.Z., Duch, H., Castaner, M.M. and Gennetian, L.A. (2021) Light-Touch Design Enhancements Can Boost Parent Engagement in Math Activities. *Children and Youth Services Review*, **128**, Article 106133. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2021.106133>
- [11] Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R. and Tsivkin, S. (1999) Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. *Science*, **284**, 970-974. <https://doi.org/10.1126/science.284.5416.970>
- [12] Baldo, J.V. and Dronkers, N.F. (2007) Neural Correlates of Arithmetic and Language Comprehension: A Common Substrate? *Neuropsychologia*, **45**, 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.07.014>
- [13] Kung, M., Schmitt, S.A., Zhang, C., Whiteman, S.D., Yang, F. and Purpura, D.J. (2019) The Role of Mathematical Language in Mathematics Development in China and the Us. *International Journal of Educational Research*, **95**, 131-142. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.02.008>
- [14] 王苏苏. 4岁幼儿执行功能与语言能力关系研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2014.
- [15] 朱永凤. 大班幼儿音乐能力与语言能力的关系研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2020.
- [16] Wesche, M. and Paribakht, T.S. (1996) Assessing Second Language Vocabulary Knowledge: Depth versus Breadth. *The Canadian Modern Language Review*, **53**, 13-40. <https://doi.org/10.3138/cmlr.53.1.13>
- [17] 周晓林. 儿童语言能力的评价: 观点与模式[J]. 心理科学通讯, 1986, 9(6): 53-58.
- [18] Slusser, E., Ribner, A. and Shusterman, A. (2018) Language Counts: Early Language Mediates the Relationship between Parent Education and Children's Math Ability. *Developmental Science*, **22**, e12773. <https://doi.org/10.1111/desc.12773>
- [19] Méndez, L.I., Hammer, C.S., Lopez, L.M. and Blair, C. (2019) Examining Language and Early Numeracy Skills in Young Latino Dual Language Learners. *Early Childhood Research Quarterly*, **46**, 252-261. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.02.004>
- [20] Negen, J. and Sarnecka, B.W. (2012) Number-Concept Acquisition and General Vocabulary Development. *Child Development*, **83**, 2019-2027. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01815.x>
- [21] Lipton, J.S. and Spelke, E.S. (2005) Preschool Children's Mapping of Number Words to Nonsymbolic Numerosities. *Child Development*, **76**, 978-988. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00891.x>
- [22] Wynn, K. (1992) Children's Acquisition of the Number Words and the Counting System. *Cognitive Psychology*, **24**, 220-251. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90008-p](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90008-p)
- [23] Beck, I.L. and McKeown, M.G. (2007) Increasing Young Low-Income Children's Oral Vocabulary Repertoires through Rich and Focused Instruction. *The Elementary School Journal*, **107**, 251-271. <https://doi.org/10.1086/511706>
- [24] Purpura, D.J. and Reid, E.E. (2016) Mathematics and Language: Individual and Group Differences in Mathematical Language Skills in Young Children. *Early Childhood Research Quarterly*, **36**, 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.020>
- [25] Spelke, E.S. (2017) Core Knowledge, Language, and Number. *Language Learning and Development*, **13**, 147-170. <https://doi.org/10.1080/15475441.2016.1263572>
- [26] Sarnecka, B., Kamenskaya, V., Yamana, Y., Ogura, T. and Yudovina, Y. (2007) From Grammatical Number to Exact Numbers: Early Meanings of 'One', 'Two', and 'Three' in English, Russian, and Japanese. *Cognitive Psychology*, **55**, 136-168. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2006.09.001>
- [27] Hassinger-Das, B., Jordan, N.C. and Dyson, N. (2015) Reading Stories to Learn Math: Mathematics Vocabulary Instruction for Children with Early Numeracy Difficulties. *The Elementary School Journal*, **116**, 242-264. <https://doi.org/10.1086/683986>
- [28] Hanich, L.B., Jordan, N.C., Kaplan, D. and Dick, J. (2001) Performance across Different Areas of Mathematical Cognition in Children with Learning Difficulties. *Journal of Educational Psychology*, **93**, 615-626. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.615>
- [29] Hornburg, C.B., Schmitt, S.A. and Purpura, D.J. (2018) Relations between Preschoolers' Mathematical Language Understanding and Specific Numeracy Skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, **176**, 84-100. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.07.005>
- [30] Raghubar, K.P. and Barnes, M.A. (2016) Early Numeracy Skills in Preschool-Aged Children: A Review of

- Neurocognitive Findings and Implications for Assessment and Intervention. *The Clinical Neuropsychologist*, **31**, 329-351. <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1259387>
- [31] Bower, C.A., Foster, L., Zimmermann, L., Verdine, B.N., Marzouk, M., Islam, S., *et al.* (2020) Three-Year-Olds' Spatial Language Comprehension and Links with Mathematics and Spatial Performance. *Developmental Psychology*, **56**, 1894-1905. <https://doi.org/10.1037/dev0001098>
- [32] Principles, N.C.T.M. (2000) Standard for School Mathematics. The National Council of Teachers of Mathematics.
- [33] O'Neill, D.K., Pearce, M.J. and Pick, J.L. (2004) Preschool Children's Narratives and Performance on the Peabody Individualized Achievement Test—Revised: Evidence of a Relation between Early Narrative and Later Mathematical Ability. *First Language*, **24**, 149-183. <https://doi.org/10.1177/0142723704043529>
- [34] Feagans, L. and Appelbaum, M.I. (1986) Validation of Language Subtypes in Learning Disabled Children. *Journal of Educational Psychology*, **78**, 358-364. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.78.5.358>
- [35] Collins, M.A. and Laski, E.V. (2019) Digging Deeper: Shared Deep Structures of Early Literacy and Mathematics Involve Symbolic Mapping and Relational Reasoning. *Early Childhood Research Quarterly*, **46**, 201-212. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.02.008>
- [36] Blevins-Knabe, B. (2016) Early Mathematical Development: How the Home Environment Matters. In: Blevins-Knabe, B. and Austin, A., Eds., *Early Childhood Mathematics Skill Development in the Home Environment*, Springer International Publishing, 7-28. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43974-7_2
- [37] King, Y.A. and Purpura, D.J. (2021) Direct Numeracy Activities and Early Math Skills: Math Language as a Mediator. *Early Childhood Research Quarterly*, **54**, 252-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2020.09.012>
- [38] DiStefano, M., Retanal, F., Bureau, J., Hunt, T.E., Lafay, A., Osana, H.P., *et al.* (2023) Relations between Math Achievement, Math Anxiety, and the Quality of Parent-Child Interactions While Solving Math Problems. *Education Sciences*, **13**, Article 307. <https://doi.org/10.3390/educsci13030307>
- [39] Schnieders, J.Z. and Schuh, K.L. (2022) Parent-Child Interactions in Numeracy Activities: Parental Scaffolding, Mathematical Talk, and Game Format. *Early Childhood Research Quarterly*, **59**, 44-55. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2021.10.004>
- [40] Jennings, C.M., Jennings, J.E., Richey, J. and Dixon-Krauss, L. (1992) Increasing Interest and Achievement in Mathematics through Children's Literature. *Early Childhood Research Quarterly*, **7**, 263-276. [https://doi.org/10.1016/0885-2006\(92\)90008-m](https://doi.org/10.1016/0885-2006(92)90008-m)
- [41] Purpura, D.J., Napoli, A.R., Wehrspann, E.A. and Gold, Z.S. (2016) Causal Connections between Mathematical Language and Mathematical Knowledge: A Dialogic Reading Intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, **10**, 116-137. <https://doi.org/10.1080/19345747.2016.1204639>
- [42] Zippert, E.L., Daubert, E.N., Scalise, N.R., Noreen, G.D. and Ramani, G.B. (2019) "Tap Space Number Three": Promoting Math Talk during Parent-Child Tablet Play. *Developmental Psychology*, **55**, 1605-1614. <https://doi.org/10.1037/dev0000769>