

수학학습부진아 지도방법에 따른 학업성취도 향상에 대한 메타연구

김홍겸(안산광덕고등학교, 교사)

Meta analysis on the improvement of academic performance by the teaching method for underachievers of learning mathematics

Kim, Hong-Kyeom(Kwangdeok High School, kimhk35@ajou.ac.kr)

초록

시대적 흐름과 정부의 정책 시행 노력에도 불구하고 수학학습에 어려움을 호소하는 학생들이 많이 늘어나고 있다. 이를 반영하여 수학교육에서 수학학습부진아와 관련된 연구가 많이 시행되었다. 하지만 이러한 연구들의 대부분은 수학학습부진아의 원인을 밝혀내거나 교수학적 처치를 시행하고 그 효과를 알아보는 실험연구가 대부분이었다. 따라서 본 연구에서는 학위논문 및 학술지 논문 49편을 메타분석하여 수학학습부진에 대한 교수학적 처치가 학업성취도 향상에 얼마나 큰 효과크기를 갖는지 분석하였다. 이러한 분석의 결과 수학학습부진아에게 교수학적 처치는 전반적으로 중간 정도의 효과크기를 갖는다는 것을 알게 되었다. 또한 여러 중재요인을 분석하여 어떠한 환경에서 가장 큰 효과를 거둘 수 있는지에 대한 제안점도 얻을 수 있었다.

Abstract

Despite the trend of the times and the government's efforts to implement policies, a number of students, having difficulties in learning math, are still growing. Reflecting this, many studies related to underachiever of learning mathematics were conducted in the field of mathematics education. Most of these studies, however, were intended to find the cause of underachievers of learning mathematics or experimental studies that applied the specific teaching procedures to the underachievers of learning mathematics and found their effectiveness in terms of academic achievement, compared it beforehand. Thus, in this study, 49 studies, from including theses and published journal papers from 2001, were meta-analyzed to find out how effective the teaching treatment for underachievers of learning mathematics has improved academic performance. As a result of this analysis, we found that teaching treatment generally have moderate effect sizes for children with having difficulties in learning mathematics. It was also possible to analyze the effect of various interventions and to obtain some suggestions on which circumstances the greatest effect could be achieved. Teaching treatments for underachiever of learning mathematics could have greater effectiveness in elementary school level, institution certified testing tool was used, targeted for each individual, taught by peer student, lasted for at least 8 weeks, and using teaching aids and ICT tools.

* 주요어 : 수학학습부진아, 교수학적 처치, 메타분석, 효과크기(ES)

* **Key words** : underachiever of learning mathematics, teaching treatment, meta-analysis, effect size

* **Address** : Kwangdeok High School, Sunhwan-ro 532, Ansan-si, Kyunggi-do, Korea

* **ZDM Classification** : C74, D74

* **2000 Mathematics Subject Classification** : 97D99

* **Received**: December 23, 2019 **Revised**: January 28, 2020 **Accepted**: February 8, 2020

I. 서론

4차 산업혁명이 진행되면서 많은 국가에서 이 변화의 핵심을 이루는 인공지능(AI)과 빅데이터 시장을 선점하기 위한 노력들을 하고 있다. 이러한 노력의 움직임은 교육분야도 예외는 아니다. 많은 나라에서 4차 산업혁명의 핵심인재를 양성하기 위해 소프트웨어 교육 및 수학 교육을 강화하는 정책을 수행하고 있다. 우리나라의 경우도 이러한 변화를 반영하여 현재 학교 현장에서 시행되고 있는 2015개정교육과정에서 정보교과를 중학교와 고등학교에서 필수교과로 지정하여 가르칠 수 있도록 했다(Ministry of Education, 2015a). 또한 국가수리과학연구소는 소프트웨어 교육과 같은 4차 산업혁명 시대에 필요한 지식을 습득하기 위해서는 고차원적인 수학적인 사고가 필요하다고 이야기하고 있으며 이러한 지식습득을 하기 위해서는 수학교육이 강화되어야 한다고 주장한다(2019.09.16., Chosunbiz).

정부에서도 수학교육의 중요성을 인식하고 지난 2012년도부터 수학교육선진화 방안을 실시하였고 이를 더 심화시켜 2015년부터는 제2차 수학교육 종합계획을 세우고 실천하고 있다. 제2차 수학교육 종합계획은 수학교육 패러다임 변화추진, 수요자 참여중심 수학교육 지원, 범국가적 수학교육지원 체제 구축을 세부 정책방향으로 설정했다(Ministry of Education, 2015b). 특별히 수요자 참여중심 수학교육 지원과 관련해서는 학습부진 학생을 위한 맞춤형 수학멘토링을 수행하는 계획을 세우고 이를 실천하고 있다. 즉, 다양한 멘토링 그룹(동학년 학생, 선배학생, 예비교사 및 퇴직교원 등)을 활용하여 수학학습부진을 지원하고 이를 통해서 수학에 대한 관심과 동기유발을 촉진하는 방향으로 운영하고 있다. 이러한 사회적 분위기 및 정책적 실현에도 불구하고 아직도 수학학습에 있어서 어려움을 겪는 수학학습부진아들이 많아지고 있는 것이 현실이다. 실제로 매년 실시되는 국가수준학업성취도 평가에서 기초학력미달 학생의 비율을 보면 중학교 3학년의 경우 2016년 4.6%에서 2018년 11.1%로 대폭 증가했다. 또한 고등학교 2학년의 경우에도 2016년 5.3%에서 2018년 10.4%로 역시 대폭 증가했음을 볼 수 있다(Result of Academic achievement, 2019).

수학교과와 다른 교과와는 다르게 논리적으로

위계가 잘 잡혀있는 교과로서 어느 부분에서의 선행지식을 잘 이해하지 못하면 다음의 학습에 어려움을 겪는 경우가 많이 있으며(Park, 1989; Ko, 2002), 학생 자신의 원인이나 교사 변인 등으로 인해서 여러 가지 어려움을 겪는 학생들이 있다(Kim & Ko, 2018). 즉 아직까지 우리나라에서는 수학학습과 관련하여 많은 어려움을 겪는 학생들이 많이 있는 것이 현실이다.

수학교과에 있어서 수학학습부진아는 오랜 연구 주제의 하나이다. 1990년대 이래로 수학학습부진아를 지도하는 방법 및 원인과 관련된 연구(Lee, 2001; Kang, 2009; Choi, 2011)와 수학학습부진을 개선하기 위한 교수학적 처치를 수행하고 이 수행의 결과가 인지적 영역 혹은 정의적 영역에서의 개선효과가 있는지를 살펴보는 실험연구 바탕의 논문(Lee, 2001; Hong & Cho, 2003; Seok, 2003; Na, 2009; Lee & Kim, 2016)이 대부분이었다.

이를 조금 더 구체적으로 예를 들어보면 연산을 학습시키거나(Moon, H. S., 2003) 마인드맵을 활용하거나(Seok, 2003) 쓰기를 지도(Na, 2009)하는 등의 방법이 활용이 되었다. 또한 동료멘토링을 활용하거나(Kim, 2008) 교구나 ICT도구를 활용하는 방법(Park, 2008; Lee, 2017)도 활용되고 있다. 이러한 연구들은 대부분 교수학적 처치에 대한 효과성을 검증하는 수준에 머물러 있다. 따라서 조금 더 구체적으로 수학학습부진아와 관련해서는 어떠한 방법이 효과적인지 그리고 어떠한 대상이나 어떠한 상황에서 효과적으로 수학학습부진아의 학업성취도가 향상될 수 있는 지를 대해서는 논의가 부족하며 이와 관련된 전반적인 논의가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 2001년부터 지금까지 국내에서 수행된 수학학습부진아와 관련된 실험연구들을 메타분석하여 어떠한 방법이 효과적으로 학업성취도를 향상시킬 수 있는지를 분석해보고자 한다. 특별히 2001년을 연구의 시작점으로 삼은 이유는 2001년이 제7차 교육과정이 본격적으로 학교 현장에 도입되고 수학교과에서는 수준별 교육과정이 운영되어 수학학습부진아에 대한 논의가 본격적으로 시작된 시기이기 때문이다(Ministry of Education, 1997). 따라서 이 연구를 위해서 다음과 같은 연구문제를 설정하고 이를 분석해보고자 한다.

첫째, 수학학습부진아에 대한 교수학적 처치는 학업성취도 향상에 어느 정도의 효과크기(ES)가 있는가?

둘째, 수학학습부진아와 관련된 교수학적 처치의 학업성취도 향상에 있어 여러 중재변인들에 의한 효과크기(ES)에는 차이가 존재하는가?

II. 이론적 배경

1. 수학학습부진아의 정의 및 특징

수학학습부진도 학습부진의 한 형태이다. Kirk, Bateman(1962)은 학습부진을 정상적인 지능을 가지고 있으면서도 학교 교육과정을 따라가는데 행동의 장애, 정서적 장애, 심리적 결함, 뇌 장애등으로 어려움을 겪는 학생을 학습부진아로 보았다.

국내의 연구를 살펴보면 Seo(1971)는 보통 자신의 지능에 비해서 학업성적이 기대되는 수준만큼 달성하지 못하는 학생을 학습부진아로 정의하였고 Jung(1979)는 비슷한 의미로써 개인의 지능에 비추어 학업성취가 뒤떨어지는 학생을 학습부진아로 보았다. 또한 Korea Institute for Curriculum and Evaluation(KICE, 1998)의 정의에 따르면 정상적인 학교수업을 할 수 있는 잠재 능력이 있으면서도 환경이나 또는 환경에 의하여 달라질 수 있는 개인의 성격이나 태도, 학습습관 등의 요인으로 인하여 선수학습의 결손이 발생하고 그로 인하여 최저학업 성취 수준에 도달하지 못한 학습자를 학습부진아로 보고 있다.

위에서 언급한 학습부진의 개념을 반영하여 수학교과에 있어서도 수학학습부진과 관련해서도 선행연구들에서도 다양한 정의를 하고 있다. Seo(2001)는 수학학습부진아의 경우도 수학교육과정에서 요구하는 최저학업성취수준에 도달하지 못하는 학업저성취아 중에서 특수교육대상자를 제외한 것으로 정의했다. Korea Institute for Curriculum and Evaluation(KICE, 1999)는 수학학습부진아를 저성취아(low achiever)라는 용어를 활용하여 나타냈으며 정상적인 학교 학습을 할 수 있는 능력을 지니고 있지만 환경요인 및 그것에 영향을 받은 개인의 성격과 태도 및 학습 습관 등의 요인으로 인해서 기초 학습 능력이 부족하거나 교육과정상에서 설정된 교육목표에 도달하지 못하는 학생이라고 정의했다. 또한 Lau,

Chan(2001)은 저성취아를 대부분 지능이 보통이거나 그 이상인 학습자가 자신이 지닌 능력보다 더 훨씬 낮은 수준의 학습수행을 하는 학습자라고 정의하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 선행연구의 정의를 바탕으로 수학학습부진아를 '지적인 능력은 정상이지만 여러 가지 원인으로 인하여 수학학습에 어려움을 겪거나 성취가 낮은 학생'으로 정의하였으며 선천적인 생물학적 문제로 인해 학습저하가 나타나는 특수교육대상자를 대상으로 한 연구물은 본 연구의 분석대상에서 제외하였다.

수학학습부진아의 특징과 관련해서도 많은 선행연구들이 있다. Cho(1992)에 따르면 주의력이 산만하고 집중력이 부족하며 반응속도가 낮고 자료를 판단하거나 자기를 통제하는 능력이 부족하다고 이야기하고 있다. 또한 Winebrenner(1996)은 수학학습부진아의 특성으로 수에 대한 직관적인 이해의 부족과 부족한 수 감각(number sense), 패턴과 관계를 알아차리지 못함, 문제를 해결하는 것에 충분한 에너지를 활용하지 못함, 문제를 해결함에 있어서 반복적으로 같은 해결법 활용, 주의집중을 하지 못함으로 들고 있다.

또한 Noh(2000)에 따르면 수학학습부진아의 경우 지능은 정상범위에 속하지만 잠재적인 능력에 비해서 학업성취가 낮으며 낮은 집중력과 기억력을 지니고 있다고 보았다. 이상의 논의를 종합해 볼 때, 수학학습부진아들은 선수학습의 결손이나 계산문제와 같은 인지적 영역의 문제와 낮은 집중력과 흥미와 같은 정의적 영역에서의 문제를 함께 지니고 있는 것으로 드러났다.

2. 수학학습부진의 원인

수학학습에 있어서 학습부진이 발생하는 원인으로는 여러 가지 요인이 있을 수 있다. 그 동안 많은 선행연구들을 통해서 수학학습에 있어서 부진이 발생하는 원인을 분석하였다(Cooney, Davis, & Henderson, 1975; Park, 1989; Kim & Choi, 2006; Nam & Park, 2008). 수학학습부진아는 여러 가지 원인으로 현재 주어진 수학의 내용을 이해할 수 있는 능력은 갖추고 있으나 낮은 성취도를 보이며 독해능력이나 자신의 능력을 수학적으로 표현하는 것에 있어서도 많은 어려움을 지니고 있는 것으로 드러났다(Lee & Kang, 1996).

Ryu(1999)는 수학학습부진을 초래하는 이유를 개인적

인 측면과 환경적인 측면의 두 가지 분야로 나누어 접근을 했다. 그리고 각각의 차원을 지적 요인과 정서적 요인, 사회적 요인, 그리고 교육적 요인으로 나누어서 제시하였다. Kim(2005)은 수학과와 관련된 특성, 직관보다 논리를 중요시하는 것, 추상화, 일반화, 특수화를 하는 습관의 결여로 인해 수학학습에 어려움을 겪는다고 이야기했다. 특별히 수학학습부진아와 관련하여 Kim, Ko(2018)는 기존의 선행연구들을 분석하여 수학학습에 있어서 부진아가 나타나는 이유를 수학교과 특성에 기인한 요인, 학습자의 내재적 원인, 교사 및 수업활동상의 원인으로 분류하였다.

이를 조금 더 자세히 살펴보면 수학학습부진이 발생하는 원인으로 가장 먼저 수학교과가 지니고 있는 논리성이나 체계성에 기인한다고 밝혀졌다. 즉 수학이 지니고 있는 논리적인 구조나 어려운 용어를 이해하는 것에서의 어려움(Park, 1989) 때문에 수학학습에 어려움을 겪는다. 또한 Moon, H. Y.(2003)은 수학이 지니고 있는 개념 간의 위계관계로 인해 학습에 어려움을 겪는다고 이야기했다. 즉 이전의 학습내용이 잘 정착되지 못한 채로 다음 단계의 지식을 배우기 때문에 이전 지식과 현재의 지식을 잘 연결시키지 못하고 어려움을 겪게 되는 것이다.

두 번째로 학습자 내부에 기인한 요인은 대개 정의적인 요인과 연결된다. 특별히 학습자가 수학과목과 관련하여 갖는 자신감이나 불안감이 많은 영향을 미친다. 많은 선행 연구들에 있어서 특정한 교과에 관계없이 학습에 있어서 자신감이 중요하다고 밝히고 있다(Wood & Locke, 1987; Zarch & Kadiva, 2006). 이러한 자신감 부족은 수학교과에 대한 부정적인 인식을 갖게 하고 불안감을 초래하는 원인으로 보고되고 있다(Lee, 1994; Moon, H. Y., 2003; Cho, 2010).

마지막으로 교사 및 수업활동 상의 원인으로 인해 수학학습에 어려움을 겪는다고 이야기하고 있다. 즉 교사의 교수학습방식이 학생들과 잘 맞지 않는다거나(Moon, H. Y., 2003), 교사와 학생들간의 부정적인 관계가 학생들의 수학학습에 있어서 부정적인 영향을 주고 있다고 이야기 하고 있다(Lee, 2003). 또한 Chae(2001)는 획일적인 수업진행과 개별화 학습의 부재, 교사의 태도 및 교사의 학생에 대한 기대 및 자각이 학생들의 수학학습을

어렵게 하는 원인이라고 이야기 하고 있다.

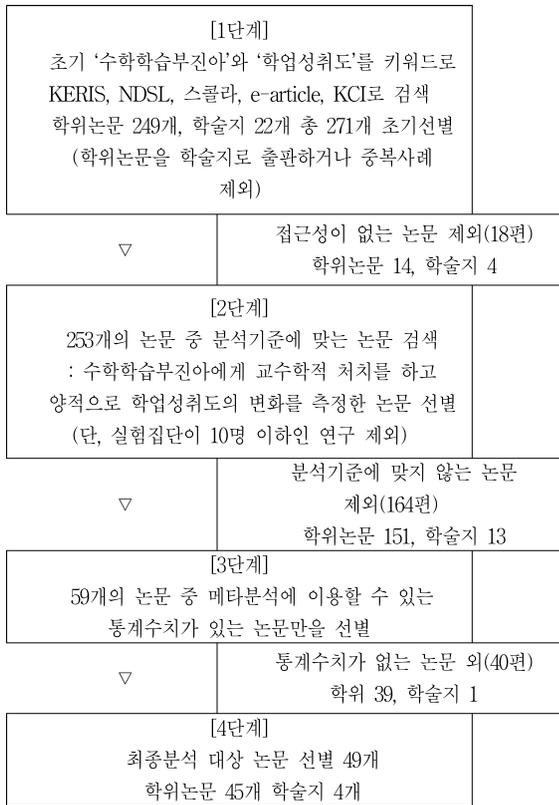
III. 연구방법

1. 자료 수집 및 선정

본 연구를 위해서 학술연구정보서비스(RISS), 교보 Scholar, NDSL, KCI의 논문 데이터베이스를 활용하여 ‘수학학습부진아’와 ‘학업성취도’를 키워드로 하여 2001년부터 2019년까지의 국내 학위논문 및 국내 학술지 논문을 검색하였다. 이 과정에 있어서 학위논문을 재편집하여 학술지 논문으로 출판한 경우를 제외하고 학위논문 249개와 학술지 논문 22개의 총 271개의 논문이 검색되었다[1단계]. 검색된 논문의 독립변인은 수학학습부진아에게 수행된 교수학적 처치, 즉 또래교수, 활동중심수업, 공격적 도구활용, 개별화학습 등이었으며 종속변인은 학업성취도 향상으로 선정했다. 특별히 수학학습부진아와 관련하여 여러 논문에서 저성취자(low achiever)와 학습부진아(underachiever)를 공통적으로 활용하고 있기 때문에 이에 대한 특별한 구별을 하지 않고 검색하였다. 이 과정에서 논문의 원문을 활용할 수 없는 없는 학술지 논문 14개와 학위논문 4개를 제외하고 접근가능한 학위논문 235개와 학술지논문 18개를 선정하여 그 내용을 살펴보기로 했다[2단계].

이 후 논문의 내용을 중점적으로 살펴보면서 논문의 내용 중에서 수학학습부진아에게 실험적으로 한 가지 방법으로 교수학적 처치를 가했으며 인지적인 영역의 학업성취도를 종속변인으로 하여 측정한 논문을 1차적으로 선정하였다. 즉 질적인 연구이거나 정의적인 영역을 탐구하거나 다중적인 처치가 이루어진 논문을 제외하였다. 또한 연구의 효과크기(ES)가 왜곡되는 현상을 막기 위해서 실험집단이 10명 미만인 연구는 분석대상논문에서 제외하였다. 이 과정에서 학위논문 151개와 학술지 논문 13개가 제외되어 학위논문 84개와 학위논문 5개를 1차 대상으로 삼았다[3단계]. 최종적으로 메타분석에 활용할 수 있는 통계치가 있는 논문만을 최종 연구대상으로 삼았다. 이 과정에서 통계수치가 없는 학위논문 39개와 학술지논문 1개를 제외하여 최종적으로 학위논문 45개와 학술지논문 4개 총 49개를 최종적인 분석대상으로 삼았다[4단계]. 지금까지 논의된 논문의 분석과정을 정리하면

[Fig. 1]과 같다.



[Fig. 1] The process of selecting papers subject to analysis

2. 데이터 입력 및 변인 코딩

[Table 1] Coding standard for each mediate variables

Variable	Coding
publication type	(1) thesis (2) journal paper
school level	(1) primary (2) middle (3) high
testing tool	(1) teacher made (2) institution certified
treatment target	(1) individual (2) group
period of treatment	(1) less than 8 weeks (2) more than 8 weeks
treatment given by	(1) treatment (2) peer student
usage of teaching aid and ict tools	(1) using (2) not using

본 연구는 수학학습부진아에게 수행된 교수학적 처치 방법에 따른 효과크기(ES)를 검증하는 것에 목적이 있다. 따라서 이에 따른 변인을 설정하여 데이터를 수집하고 입력하였다. 데이터 입력을 위해서 분석 대상 논문의 양적인 데이터를 수집한 후에 Excel 프로그램을 활용하여 기초적인 코딩을 실행하였다. Excel 프로그램의 기초적인 코딩 자료를 바탕으로 하여 메타분석 소프트웨어인 Comprehensive Meta Analysis 3.3버전에서 데이터 분석을 실시하였다. 중재변인별로 코딩을 하는 데에 활용된 기준은 아래의 [Table 1]에 제시되어 있다.

조금 더 자세히 살펴보면 첫 번째의 출간 형태는 분석대상 논문의 출처가 학위논문인지 학술지에 게재된 논문인지를 분류하는 것에 활용이 되었다. 연구대상 논문을 수집하는 과정에서 연구편향이 발생되지 않도록 하기 위해서(Cooper, 2010) 학위논문과 학술지 논문 모두를 연구의 분석 대상으로 삼았다. 다만 분석대상이 된 논문의 학위논문 전부가 석사학위논문이었기 때문에 석사학위 논문과 박사학위 논문을 따로 코딩을 하지 않았다. 또한 자료수집의 과정에서 언급한 것처럼 학위논문을 편집하여 학술지 논문으로 출판을 한 경우에는 자료수집에서 제외를 했다.

두 번째로 대상학생의 경우는 초등, 중등, 고등으로 구별을 했다. 학교 급에 따른 효과크기(ES)를 관찰함으로써 수학학습에 어려움을 지니고 있는 학생들에게 어느 시기에 교수학적 처치가 가장 큰지를 알 수 있을 것이다. 따라서 이를 바탕으로 학교 급의 특성에 따른 지도 방법을 생각해볼 수 있을 것이다.

세 번째로는 학업성취도를 측정하는 도구의 종류를 코딩하였다. 모든 연구대상 논문을 살펴본 결과 정기교사 문제(중간고사, 기말고사)를 활용하는 경우와 실험연구를 위해서 교사가 자체적으로 제작한 문제를 활용하는 경우, 교육기관(한국교육과정평가원, 한국교육개발원, 교육청)에서 만든 진단검사를 활용하는 경우가 있다. 이 경우 정기교사 문제와 실험연구를 위해 교사가 제작한 문제를 교사제작 문제로 분류했으며, 한국교육과정평가원이나 한국교육개발원에서 제작한 문제를 기관인증 문제로 분류했다. 학생들의 학업성취를 측정하는 도구의 경우 교수학적 처치가 학생들에게 어느 정도의 효과가 있는지를 알아볼 수 있는 중요한 도구이기 때문에 그 신뢰

도의 확립이 필수적이다. 따라서 어느 도구를 활용했을 때에 조금 더 효과적인지 관찰할 수 있으며 추후 연구에 대해서도 시사점을 제공할 수 있을 것으로 보인다.

넷째, 처치대상의 경우는 개인들에게 서로 다른 처치를 수행한 경우는 개인으로 집단에게 동일한 처치를 수행한 경우는 집단으로 구분하였다. 이에 있어서 또래멘토링의 경우 개별학생에게 멘토링이 수행된 것이기 때문에 개인으로 구분하였다. 교수학적 처치가 개인에게 수행되었는지 혹은 집단에게 수행되었는지는 수학학습부진아에 대한 지도형태에 대한 효과성을 볼 수 있는 것으로 보인다. 즉 개인을 위주로 하는 프로그램과 집단을 위주로 하는 프로그램 중 어느 것이 효과적인지 알 수 있다.

다섯째, 처치기간인 경우는 8주를 중심으로 8주 미만과 8주 이상으로 분류하였다. 대부분의 실험연구가 정기고사 문제를 학업성취도 측정도구로 활용했으며 대부분의 학교의 학사일정상 정기고사 시행 사이의 기간이 8주이기 때문에 8주를 처치기간 구분의 기준으로 삼았다.

마지막으로 교구 및 ICT 기술 활용은 교수학적인 처치과정에서 ICT 기술활용, 사이버상에서의 학습과 같은 공학적인 도구와 시각적인 교구가 수학학습부진아의 학업성취도 개선을 위해 활용된 연구를 분류하였다. 시각적인 도구나 ICT 기술을 활용하는 것은 특별히 수학학습부진아에게 있어서 개념형성을 돕거나 구체적인 시각적인 자료를 제공할 수 있다는 장점이 있다. 또한 여러 가지 활동들을 ICT 기술로 구현하여 활용할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 이러한 교수 및 ICT 기술이 활용이 되는 것의 효과성을 검증하고자 이를 기준으로 삼았다.

3. 메타분석 결과의 처리 및 분석

메타분석의 결과를 처리하고 분석하는 것에 있어서 가장 중요하게 쓰이는 지표가 효과크기(ES)이다. 효과크기(ES)는 실험집단의 평균과 통제집단의 평균의 차이를 통제집단의 표준편차로 나눈 값을 이야기한다(Smith & Glass, 1977, p.753). 이는 메타분석에서 분석의 단위에 해당이 되며 사회과학 분야에서는 두 변수간의 관계의 정도나 두 집단 간의 차이를 계량화하는 데에 활용된다(Hwang, 2014, p.17, 44).

메타분석의 경우 다양한 연구물들을 대상으로 전체적인 효과크기(ES)를 바탕으로 하기 때문에 연구물들이 동

일한 모집단에서 나왔는지 아니면 이질적인 집단에서 나왔는지를 판단해야 한다. 이를 위해서 동질성 검사(Q test)를 실시한다. 동질성 검사를 실시한 후 모집단의 이질성은 I^2 값으로 판단한다. I^2 값이 25미만이면 이질성의 정도가 작으며 I^2 가 50정도이면 중간 정도의 이질성을 지니며 I^2 값이 75이상이면 이질성의 정도가 크다고 이야기한다(Hwang, 2014, p.198).

또한 효과크기(ES)를 해석함에 있어서는 Cohen(1988)이 제시한 기준을 주로 활용한다. 분석 결과 나타난 효과크기(ES)의 값이 양수이면 실험적인 처치가 실험집단에 있어 정적인 효과가 있다고 분석할 수 있으며 반면 효과크기(ES)의 값이 음수이면 부적인 효과가 있다고 이야기 할 수 있으며 효과크기가 0인 경우는 효과가 없다고 이야기한다. 이와 더불어 Cohen(1988)은 효과크기(ES)의 값이 .20에서 작은 효과크기(ES)로 .50은 중간 효과크기(ES)로 .80은 큰 효과크기(ES)로 고려할 것을 권고하였다(Lee, Ko, 2015).

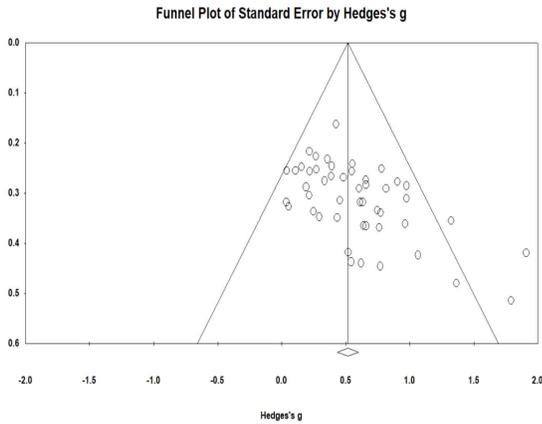
이 외에 효과크기(ES)의 좀 더 세밀한 분석을 위해서 비중복백분위지수(U3; percentiles of nonoverlap)를 활용하였다. 효과크기(ES)는 기본적으로 정규분포를 가정한다. 따라서 비중복백분위지수는 효과크기(ES)의 평균을 0으로 표준편차를 1인 누적백분위를 활용한다. 따라서 이 지수를 활용하면 실험집단이 통제집단에 비해 얼마나 효과가 있었는지 구체적으로 확인할 수 있다(Kim, 2015).

IV. 결과 분석 및 논의

1. 출판편향 및 동질성 검정

본 연구에서는 수학학습부진아를 지도하여 학업성취도 향상에 어느 정도의 효과가 있는지를 분석하였다. 특별히 수학학습부진아를 지도하는 방법이 다양한 만큼 이를 메타분석에 반영하기 위해서 여러 가지 중재변인(moderator)을 설정하였다. 수학학습부진아를 지도한 총 49개의 개별연구 결과에 대한 메타분석의 결과는 [Fig. 2]와 [Table 2]에 제시되어 있다. 출판편향을 분석하기 위해서 Classic fail-safe N 분석중의 하나인 Rosenthal의 안정성 계수를 활용하였다. 본 연구의 안정성 계수는 255(=5×49+10)이며 신빙성을 확보할만한 fail-safe N값, 즉 이 분석의 결과가 효과 없음이 되기 위해 필요한 연

구의 개수인 2048보다 훨씬 작으므로 본 연구의 분석결과는 신빙성이 있다고 이야기할 수 있다.



[Fig. 2] Funnel Plot of 49 analyzed tests

[Table 2] Result of heterogeneity test for all analyzed studies

Q-Value	df(Q)	P-value	I-squared
65.366	48	0.048	26.568

[Table 2]에서 제시된 동질성 검증결과를 보면 실제 분산의 비율(I^2)의 값이 26.568로 나와서 이 분석에 활용된 논문들이 이질적이지 않은 것으로 나타난다. 즉 연구간 이질성이 그렇게 크지 않은 것으로 드러났다. 따라서 본 연구에서는 연구의 동질성 검증 결과를 바탕으로 고정효과모형(fixed effect model)을 활용하여 효과크기(ES)를 검증하고자 한다. 또한 본 연구에 있어서 효과크기(ES)를 산출하는 것에 있어서는 표본이 작은 경우 효과크기(ES)를 과대 추정하는 Cohen's d의 단점을 보완하고자 Hedges' g값을 활용하였다.

2. 수학학습부진아에 대한 교수학적 처치 전체효과크기(ES)

수학학습부진아에 대한 교수학적 처치에 대한 전체 효과크기(ES)는 [Table 3]에 제시되어 있다.

[Table 3] Overall effect size of teaching treatment for underachiever of learning mathematics

Number of studies (k)	Effect size	95% CI		U3	Q(p)
		Lower limit	Upper limit		
49	.516 (.000)	0.433	0.598	69.71	65.366 (.048)

위의 [Table 3]에 제시된 것처럼 수학학습부진아의 교수학적 처치에 대한 49편의 논문에서 분석된 전체적인 효과크기(ES)는 .516으로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)가 있는 것으로 드러났다. 또한 U3값은 69.71로 나타나 19.71%만큼의 상승효과가 있는 것으로 나타났다.

3. 각 중재변인별 효과크기(ES)

1) 학교 급별 효과크기(ES)

[Table 4]에 제시된 학교 급별 효과크기(ES)를 보면 초등학교의 경우 .650로 나타나 중간 이상의 효과크기(ES)를 나타내는 것으로 보였다. 반면 중학생의 경우에는 효과크기(ES)가 .477로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)를 나타냈으며 고등학교의 경우 .507로 나타나 역시 중간 정도의 효과크기(ES)를 나타내었다.

[Table 4] Effect size for different school levels

School level	Number of studies (k)	Effect size	95% CI		U3	Q(p)
			Lower limit	Upper limit		
primary	11	.650 (.000)	.450	.850	74.22	2.205 (.332)
middle	24	.477 (.000)	.363	.590	68.33	
high	14	.507 (.000)	.358	.656	69.39	

비중복백분위지수(U3)를 살펴보면 학교 급에 따라 초등학교의 경우 24%, 중학교의 경우 18%, 고등학교의 경우 19% 정도의 학업성취도가 향상된 것으로 보였다. 특별히 초등학교의 경우 다른 학교 급보다 높은 수준의 향상도를 보였으며 중학생들의 향상도가 가장 낮은 것으로 관찰되었다.

2) 측정도구에 의한 효과크기(ES)

[Table 5]에 제시된 측정도구별 효과크기(ES)를 보면 교사들이 제작한 문제의 경우 효과크기(ES)가 .495로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)를 나타냈으며 교육관련 기관(교육과정평가원, 교육개발원)에서 개발한 인증된 시험을 측정도구로 사용하는 경우 .673으로 나타나 중간 이상의 효과크기(ES)를 보였다.

[Table 5] Effect size for different types of testing tool

Testing tool	Number of studies (k)	Effect size	95% CI		U3	Q(p)
			Lower limit	Upper limit		
teacher made	41	.495 (.000)	.408	.583	68.97	1.804 (.179)
institution certified	8	.673 (.000)	.429	.917	74.95	

비중복백분위지수(U3)를 보면 교사가 직접 제작한 문제의 경우 이전과 대비하여 약 19%정도의 학업성취도 향상 효과가 있었으며 기관 즉 교육과정평가원이나 교육개발원에서 제작한 문제를 활용한 경우는 약 25%정도의 학업성취도 향상효과가 있었다.

3) 처치대상에 따른 효과크기(ES)

[Table 6]에 제시된 처치대상별 효과크기(ES)를 보면 교수학적 처치가 개인별로 행해진 경우에는 효과크기(ES)가 .602로 나타나 중간 이상의 효과크기가 있다고 나타났으며 개인이 아닌 집단을 편성하여 교수학적 처치를 가하는 경우에는 그 효과크기(ES)가 .466으로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)를 나타내었다.

[Table 6] Effect size for different types of treatment target

Treatment target	Number of studies (k)	Effect size	95% CI		U3	Q(p)
			Lower limit	Upper limit		
individual	19	.602 (.000)	.465	.738	72.64	2.407 (.121)
group	30	.466 (.000)	.363	.569	67.94	

비중복백분위지수(U3)를 보면 처치 대상이 개인인 경우 약 23%정도의 학업성취도 향상 효과가 있었으며 집

단을 대상으로 교수학적 처치가 수행된 경우에는 약 18%정도의 학업성취도 향상효과가 있었다.

4) 처치기간에 따른 효과크기(ES)

[Table 7]에 제시된 처치기간별 효과크기(ES)를 보면 수학학습부진아에게 교수학적 처치가 수행되는 기간이 8주 미만인 경우 효과크기(ES)가 0.496으로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)를 나타내는 것으로 드러났다. 또한 처치기간이 8주 이상인 경우도 효과크기(ES)가 0.567로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)를 보였다.

[Table 7] Effect size for period of treatment

Treatment period	Number of studies (k)	Effect size	95% CI		U3	Q(p)
			Lower limit	Upper limit		
less than 8 weeks	29	.496 (.000)	.388	.604	69.01	0.659 (.417)
more than 8 weeks	20	.567 (.000)	.433	.701	71.46	

비중복백분위지수(U3)를 통해서 본 학력향상도의 정도는 8주 미만인 경우에는 약 19%, 8주 이상인 경우에는 21%정도로 나타났다.

5) 처치주체에 따른 효과크기(ES)

[Table 8] Effect size for different type of whom leads the treatment

Treatment given by	Number of studies (k)	Effect size	95% CI		U3	Q(p)
			Lower limit	Upper limit		
teacher	39	.518	.424	.612	69.78	0.073 (0.786)
peer student	10	.547	.357	.738	70.78	

[Table 8]에 제시된 처치주체별 효과크기(ES)를 보면 수학학습부진아에게 교수학적 처치를 수행하는 주체가 교사인 경우 효과크기(ES)가 0.518로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)를 나타내는 것으로 나타났다. 반면 수학학습부진아를 도와주는 사람이 동료인 경우에는 그 효

과크기(ES)가 0.547로 나타나 교사인 경우보다 효과크기(ES)가 조금 더 큰 것으로 나타났다. 비중복백분위지수(U3)를 통해서 본 학력향상도의 정도는 처치주체가 교사인 경우에는 약 20%, 동료인 경우에는 21%로 나타났다.

6) 처치주체에 따른 효과크기(ES)

[Table 9]에 제시된 교구 및 ICT 활용여부에 따른 효과크기(ES)를 보면 교구 및 ICT를 활용하는 경우에 그 효과크기(ES)가 .578로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)를 나타내는 것으로 나타났다. 반면 교구 및 ICT를 활용하지 않는 경우에는 효과크기(ES)가 .510으로 나타나 교구 및 ICT를 활용하는 경우보다 효과크기(ES)가 작게 나타났다.

[Table 9] Effect size for usage of teaching aid and ict tool

Usage of teaching aid and ict tool	Number of studies (k)	Effect size	95% CI		U3	Q(p)
			Lower limit	Upper limit		
using	10	.578 (.000)	.389	.767	71.84	0.396 (.529)
not using	39	.510 (.000)	.416	.604	69.50	

비중복백분위지수(U3)를 관찰하면 교구 및 ICT를 활용하는 경우 이전보다 약 22%정도의 학업성취도 향상효과가 있었으며 교구 및 ICT를 활용하지 않는 경우에는 약 20%정도의 학업성취도 향상효과가 있었다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 지난 2001년부터 국내에서 실시된 수학학습부진아에게 교수학적 처치가 수행되었을 때 학업성취도 향상에 어느 정도의 효과크기(ES)가 있는지를 메타분석을 통하여 검증하고자 했다. 분석을 실시한 결과 수학학습부진아들에게 교수학적 처치의 경우 그 효과크기(ES)가 .516으로 나타나 중간 정도의 효과크기(ES)를 나타내는 것으로 보였다. 또한 교수학적 처치가 주어지지 않았을 때보다 약 19.71%정도의 학업성취도 향상 효과가 있는 것으로 드러났다. 즉 수학학습부진아에게 교수학적 처치가 주어졌을 때 그렇지 않았을 때보다 학업

성취도 향상에 효과가 있었다고 이야기할 수 있다.

특히 수학학습부진아가 어떠한 조건과 상황에서 지도 받는지에 따라서 더 큰 효과를 볼 수 있었는지를 각 중재요인별로 효과크기(ES)를 분석하는 과정을 통해서 관찰할 수 있었다. 가장 먼저 학교 급별 효과크기(ES)를 관찰해보면 효과크기(ES)의 순서가 초등학교, 고등학교, 중학교의 순서대로 크게 나타난 것을 볼 수 있다. 이는 수학학습부진이 초등학교 시절에 일찍 발견하여 적절한 지도를 해야 할 필요성을 뒷받침 해준다.

우리나라의 초등학교 수학학습부진아 지도의 경우 수학적 지식과 기능만을 숙달시키는 것에 편중되어 있다. 하지만 이에 그치지 않고 수학교과와 특성과 관련된 제대로 된 학습을 경험하게 하고 이 과정에서 관심이나 흥미와 같은 긍정적인 정의적 효과를 목표로 하여 학생들이 학습부진의 굴레에서 벗어날 수 있도록 해야 한다(Brown & Gray, 1997; Back & Kim, 2004). 이를 종합적으로 관리하기 위해서는 초등학교 시절부터 학생들의 학습 이력을 관리하는 체계가 필요하다. 이러한 관리체계하에서 학생들이 지속적으로 관리 받고 자신의 학습수준에 맞는 학습활동이 제공되어야 한다. 즉 학생들이 자신의 학습내용과 속도를 조절하면서 학습할 수 있도록 해야 한다(Choi, Cho, & Ryu, 2012).

현존하는 체제에서는 초등, 중등, 고등학교 간에 학습이력이 연계되지 않아 학교 급이 바뀔에 따라서 수학학습부진아를 교육하기 위해서 매번 다시 선별하고 프로그램을 설정하고 있다. 하지만 초등학교 때부터 수학교과에 학습부진을 나타내는 학생들의 학습이력을 관리하면 이러한 시간과 비용을 최소화하고 학습자에게 맞는 교육을 제공할 수 있을 것이다. Park 외(2004)의 경우 수학기피성향을 지니고 있는 학생들에게 인지적으로 적용할 수 있는 치유자료를 전 학년에 걸쳐서 각 개인에 맞도록 제공해야 한다고 이야기 하고 있다.

두 번째로는 측정도구와 관련한 효과크기(ES)에서는 교사들이 연구를 위해서 자체적으로 제작한 도구보다는 한국교육과정평가원이나 한국교육개발원에서 개발한 도구를 활용했을 때 더 큰 효과크기(ES)가 관찰되었다. 하지만 본 연구의 경우 학생들이 개별 측정도구에 어떻게 응답했는지 그리고 어떠한 방법으로 연구에 활용했는지의 정보부족으로 인해 측정도구의 신뢰도를 직접적으

로 살펴보기에는 현실적인 한계가 존재한다.

다만 교사들이 직접 문항을 제작하고 실험에 투입하거나 지필고사 문제를 활용하는 경우에 기관에서 인증하는 문제에 비해 문항검토의 치밀성의 차이 등으로 인하여 오류들이 존재할 가능성이 높다는 점은 생각해 볼 수 있다. 실제로 Yang, Lee(2014)의 경우 고등학교 기하와 벡터 지필고사문제를 분석했을 때 그래프 및 도형 제작의 오류, 수학기호표기 및 문항서술방식의 오류 등이 나타난다고 이야기 했다.

따라서 위의 연구에서 언급한 요소를 포함하여 어떠한 변인이 교사 자체제작 문항 및 기관인증 문항 사이에 존재하는 효과크기(ES)의 차이를 야기했는지 면밀하게 살펴보는 후속 단계가 필요할 것으로 보인다.

셋째, 처치대상이 개인인 경우가 집단보다 좀 더 큰 효과크기(ES)를 보인다. 이는 수학학습부진아들이 지니고 있는 개별적인 특성이 다르고 이에 따른 부진의 원인이 다르기 때문에 학습자에게 맞는 개별적인 지도를 해야 할 필요성을 뒷받침한다. Chang(2006)의 경우 수학학습부진아에게 있어서 이진도 중심도의 방법으로 맞춤형 개별지도를 수행하고 1 대 1 보충지도 및 맞춤형 학습도구를 활용했을 때 학생들에게 있어서 전반적인 학업성취도 향상에 효과가 있었다고 보고했다. 이 연구 이외에도 많은 연구들에 있어서 학생들의 특성을 파악하고 개별적으로 지도를 해주는 것이 효과적이라고 밝히고 있다(Kim, 2011; Lee, 2012; Albano, Miranda, & Pierri, 2015). 따라서 수학학습부진아를 지도하는 것에 있어서 집단보다는 개인의 특성에 맞는 지도를 해야 할 필요가 있어서 보인다.

넷째, 처치기간별로 보면 최소한 8주 이상 지도를 해야 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 본 연구에서 분석한 결과 49개의 논문 중에서 29개의 연구가 8주 미만의 단기간의 지도를 수행하였다. 8주 이하의 기간 동안 단기간 지도를 하는 경우 의도된 교수학적 처치가 효과를 거두기에는 부족한 것으로 보인다. 따라서 수학학습부진아를 지도함에 있어서 적어도 8주 정도는 지도를 하면서 학생들을 관찰하고 그에 따른 교수학적 처치를 제공해야 할 것으로 보인다.

다섯째, 처치주체별로 효과크기(ES)를 관찰했을 때 교사들에게 지도를 받았을 때보다 동료 학생으로부터 도움

을 받았을 때의 효과크기(ES)가 큰 것으로 관찰이 되었다. 이는 수학학습에 있어서 동료 멘토링을 적극적으로 활용해야 함을 시사한다. 많은 선행연구들에서 또래교수나 동료 멘토링의 효과는 많은 사례들을 통해 이미 검증된 바가 있다. Lee, Ko(2015, p.126)에 따르면 수학학습부진아들을 대상으로 한 수학학습에 있어서 또래멘토링을 중재요인으로 설정하여 효과크기(ES)를 분석했다. 그 결과 효과크기(ES)의 값이 1.202로 나타나 Cohen(1988)의 기준으로 보아 수학학습부진아의 수학학습에 있어서 또래멘토링이 인지적 영역의 향상에 있어서 매우 큰 효과크기(ES)가 있다고 밝혔다. Trapani(1988)는 학습에 어려움을 지니고 있는 학생들에게 또래 교수 방법을 활용했더니 사회적 기술 습득을 하고 활용하는 것에 있어서 좋은 효과를 거두었다고 이야기했다.

또한 Bolich(2001)의 경우 또래와의 협동과 상호작용을 통해서 기술과 자아개념과 같은 분야와 같은 정의적 영역에서의 성장과 더불어 학업성취도에서 개선을 보인 것으로 나타났다. 이러한 선행연구들 이외에서도 많은 실험연구들에서도 또래교수 및 동료 멘토링에 있어서 학업성취도 및 수학적 태도와 같은 정의적 영역에서의 개선이 이루어졌다고 분석했다(Shin, 2003; Kim, 2007; Yoo, 2019). 즉 앞으로의 수학학습부진아를 지도하는 것에 있어서 교사가 주도하는 수업이외에 또래교수나 동료 멘토링을 적극적으로 활용할 필요가 있어 보인다.

여섯째, 수학학습부진아를 지도하는 것에 있어서 교구나 ICT도구를 활용하는 것이 그렇지 않은 것보다 효과가 있는 것으로 드러났다. Li, Ma(2010)에 따르면 수학을 가르치는 교실상황에서 구체적인 조작물은 추상적인 개념을 이해하는 것에 있어서 기초를 제공하기 위해서 광범위하게 사용되며 특별히 초등학생들에게 있어서 큰 효과를 발휘한다고 이야기하고 있다. 또한 시각적인 조작물은 일반적인 조작물이 지니고 있는 한계를 극복하고 추상적인 것을 역동적인 시각적 이미지로 연결하는 것에 장점을 지니고 이야기했다. 동일한 연구에서 Li, Ma(2010)는 수학학습에 있어서 컴퓨터 기술과 같은 ICT를 활용하는 것이 특별한 도움이 필요한 학생(students with special needs)들에게 있어서 큰 효과를 낸다고 이야기하고 있다.

또한 국내의 많은 연구에서도 교구나 ICT 기술을 활

용하는 것이 수학학습부진아의 인지적 영역의 발달에 있어서 큰 효과를 낸다고 이야기하고 있다. 특별히 Lee, Paik, Kim(2009)의 경우 수학학습에 있어서 CAS 계산기를 도입하였더니 방정식 풀이에 자신감을 드러냈다는 결론을 도출하였다.

또한 수학학습부진의 원인과 관련된 연구들에서 학생들이 수학을 어려워하는 이유 중의 하나가 추상적인 개념이나 수학적 용어를 어려워하는 것과 연결(Park, 1989; Kim & Ko, 2018)되어 있기 때문에 수학학습부진아를 지도하는 것에 있어서 교구나 ICT를 활용하여 어려운 개념을 구체화하는 것이 효과적인 지도방법으로 보인다.

수학학습부진아는 수학교육에 있어서 오랜 기간 동안 연구되어온 주제이다. 본 연구에서는 특별히 수학학습부진아를 지도하는 것을 수행한 연구물들을 바탕으로 메타분석을 실시하였다. 메타분석의 결과 교사보다는 동료학생들에게 의해 처치가 가해지고 이 처치기간이 적어도 8주 이상이 되어야 하며 집단보다는 개인에 맞는 프로그램에 적용이 되고 더불어 교구나 ICT교구를 함께 활용하는 것이 가장 큰 효과를 나타내는 상황으로 드러났다.

실제로 O'Neil(2001)의 경우도 학습부진아의 학습을 개선하기 위해서는 팀을 이루어 학습하고 손으로 직접 할 수 있는 활동이 필요하며 이를 실질적으로 적용하고 강화하는 것이 필요하다고 이야기하고 있다. 즉 본 메타연구에서 효과크기(ES)가 크게 나타난 상황들을 반영하여 추후 수학학습부진아의 지도에 반영해야 할 것이다.

하지만 본 연구의 경우 학업성취도만을 기준으로 삼아 효과크기(ES)를 산출했다는 한계가 있다. 따라서 서로 다른 수학학습부진아 방법에 있어서 정의적 영역에 있어서의 효과크기(ES)를 산출하는 후속연구를 제언한다. 또한 더불어 이러한 양적인 검증 이외에 특정한 방법을 심도 있게 관찰하고 연구하는 질적인 탐구 역시 뒤따라야 할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- Albano, G., Miranda, S., & Pierri, A. (2015). Personalized learning in mathematics. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 11(1), 25-42.
- Baek, S. Y., & Kim, Y. O. (2004). A study of story-shell applied to mathematical communication. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 8(1), 1-21.
- Bolich, B. L. (2001). Peer tutoring and social behaviors: A review. *International Journal of Special Education*, 16(2), 16-30.
- Brown, M. A., & Gray, M. W. (1997). Mathematics test, numerical and abstraction anxiety and their relation to elementary teacher's views on preparing students for the study of algebra. *School Science and mathematics*, 92(2), 69-73.
- Chae, M. S. (2001). *A study on the scheme for under achievers of elementary mathematics*. Master's thesis. Busan National University of Education, Busan.
- Chang, D. Y. (2006). *The effect of an individually adapted program on improvement on basic mathematic abilities in slow learners*. Master's thesis. Goshin University, Busan.
- Cho, K. Y. (1992). *An effective teaching method for slow-learners in mathematics*. Master's thesis. Chonnam University, Gwangju.
- Cho, S. O. (2010). *The relationship among learning styles, the mathematical disposition, factors of mathematical anxiety and mathematical achievement of girls' high school students*. Doctoral dissertation. Wonkwang University, Cheonranam-do.
- Choi, K. S. (2011). *The cause analysis of school underachievement of slow learner of mathematics : Targeting freshmen in high school*. Master's thesis. Kyemyung University, Daegu.
- Choi, S. H., Cho, S. M., & Ryu, H. A. (2012). : A study on development of personalized learning materials for underachievers in elementary mathematics. *Education of Primary School Mathematics*, 15(2), 135-145.
- Chosunbiz (2019). *There's no AI with out mathematics*. Retrieved Nov, 29, 2019 from http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/09/16/2019091601712.html
- Cohen, J. (1988). *Statistical power for the behavioral sciences (2nd Ed.)*. NY: Academic Press.
- Cooney, T. J., Davis, E. J., & Henderson, K. B. (1975). *Dynamics of teaching secondary school mathematics*. Illinois : Waveland Press, Inc.
- Cooper, H. (2010). *Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach(4th ed)*. New York: Academic Press.
- Hong, J. G., & Cho, S. R. (2003). An instruction of the underachieved students based on cooperative learning. *The mathematical education*, 42(3), 327-335.

- Hwang, S. D. (2014). *Easy-to-understand meta-analysis*. Seoul: Hak-Ji Sa.
- Jung, W. S. (1979). *A case study on the cause of poor learning*. Seoul: KEDI.
- Kang, H. S. (2009). *A study on factors of learning difficulty in ninth-grade school mathematics*. Master's thesis. Dankook University, Kyunggi-do.
- KICE (1998). *Report of study on development of teaching program for underachievers*. (RRC 98-4).
- KICE (1999). *Diagnostic and placement test for mathematics*.
- Kim, D. G. (2005). *A study on effective way for lesson improvement for mathematics underachiever by using web-enabled class*. Master's thesis. Daegu Catholic University, Daegu.
- Kim, E. O. (2011). *A case study on the individually tailored teaching for the 3rd grade mathematics underachievers by the causes of learning problem in elementary school: Focusing on addition, subtraction, and multiplication*. Master's thesis. Jinju National University of Education, Kyungsangnam-do.
- Kim, H. K., & Ko, H. K. (2018). A case study on math clinical counseling based on connection with class. *Communications of Mathematical Education* 32(2), 113-129.
- Kim, S. H. (2015). A meta-analysis on the effects of the differentiated instruction in mathematics. *The Mathematical Education*, 54(4), 335-350.
- Kim, S. Y. (2008). *A study on teaching method for underachiever of learning mathematics by using peer mentoring*. Master's thesis. Ajou University, Kyunggi-do.
- Kim, Y. G. (2007). *The effect of peer tutoring on mathematics low-achiever's academic achievement and learning attitude*. Master's thesis. Chonnam University, Kwangju.
- Kim, Y. H., & Choi, S. E. (2006). A study of the effect of activity oriented class about the character of the student with learning disability of the mathematics. *Journal of Korean School Mathematics*. 9(2), 209-227.
- Kirk, S. A., & Bateman, B. (1962). Diagnosis and remediation of learning disabilities. *Exceptional Children*, 29(2), 73 - 78.
- Ko, E. H. (2002). *A study on the effect of special supplementary class for slow learners according to the 7th curriculum*. Master's thesis. Ewha Women's University, Seoul.
- Lau, K., & Chan, D. W. (2001). Motivational characteristic of under-achievers in Hong Kong. *Educational Psychology*, 21(4), 86-135.
- Lee, E. S. (2003). *A qualitative case study on investigating the factors causing difficulties of mathematics learning of a female high school student*. Master's thesis. Yeungnam University, Daegu.
- Lee, G. C. (1994). *A study on major variables of mathematics anxiety*. Master's thesis. Chonnam University, Gwangju.
- Lee, G. W. (2001). *An analysis of the cause of underachieved pupils and their teaching strategies in mathematics*. Master's thesis. Daegu National University of Education, Daegu.
- Lee, H. J. (2012). *A case study on the individually tailored teaching considering learning style for mathematics underachievers*. Master's thesis. Seoul National University of Education, Seoul.
- Lee, H. J., & Ko, H. K. (2015). The effect of cooperative learning and peer tutoring program on cognitive domain and affective domain : A meta-analysis. *The Journal of educational research in mathematics*, 23(1), 113-137.
- Lee, H. Y., & Kim, Y. H. (2016). The study of the activity with writing of note for learning of underachievers on mathematics class. *The Journal of the Korean School Mathematics*. 19(3), 277-289.
- Lee, J. M. (2017). *A case study on teaching multiplication and division of fractions to underachievers in mathematics by using Cuisenaire Rods*. Master's thesis. Jeju University, Jeju.
- Lee, S. W. (2001). The effective method for the underachievers - focused on high school. *The Mathematical Education*, 40(1), 27-51.
- Lee, Y. R., & Kang, M. B. (1996). Mathematics instruction developing student's attitude to learn mathematics spontaneously through altering text into a game. *Journal of Educational Research in Mathematics* 6(1), 15-24.
- Lee, W. H., Paik, S. S., & Kim, W. K. (2009). The effect of using CAS calculator for underachievers in the area of linear equation. *Kor. Soc. Math. Ed. Proceedings of National Meeting of Math. Ed. The 42th, May. 2009*. 5-25.
- Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*. 22(3), 215-243.
- Ministry of Education (1997). *General introduction of the*

- 7th curriculum.
- Ministry of Education (2015a). *The 2nd comprehensive plan for mathematical education*. Press Release (2015.3.16.)
- Ministry of Education (2015b). *General introduction of 2015 revised curriculum*.
- Moon, H. S. (2003). *A study for developing supplementary learning programs for math underachievers* - Focused on four arithmetic operations. Master's Thesis. Kookmin University, Seoul.
- Moon, H. Y. (2003). *Cause analysis for the poor learning in mathematics*. Master's thesis. Sungshin Women's University, Seoul.
- Na, S. E. (2009). *A study on the effects of life-related mathematical writing on mathematically retarded children*. Master's thesis. Kyunggin National University of Education, Kyunggi-do.
- Nam, M. S., & Park, M. G. (2008). Analyses on the cognitive and affective characteristics of the mathematically underachievers by descriptive tests and interviews. *Communications of Mathematical Education* 22(2), 229-252.
- Noh, J. S. (2000). *A case study on learning program for underachievers in mathematics -Emphasized on mathematical communication*. Master's thesis. Ajou University, Kyunggi-do.
- Oh, S. S. (2002). *Theory and practice of meta-analysis for integration and re-analysis of preceding study*. Seoul: Konkuk University Press.
- O'Neil, B. (2001). Improving learning for underachievers. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas* 7(5), 236-237
- Park, E. K. (2008). *Grounded theoretical study on the guidance of math underachiever through game based learning*. Master's thesis. Korea National University of Education, Chungcheongbuk-do.
- Park, H. S., Park, K. Y., Kim, Y. G., Park, K. H., Park, Y. B., Kwon, ..., Hwang, J. Y. (2004). On the scheme to cure the mathematics disliking disposition of underachievers in the middle school. *The Mathematical Education* 43(2), 115-137.
- Park, S. I. (1989). Education of children with underachievement. Seoul : KEDI.
- Result of Academic achievement (2019). Retrieved Dec, 17, 2019 from http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1539
- Ryu, S. R. (1999). A study on the individualized teaching method for underachievers in mathematics. *Education of primary school mathematics*, 3(2), 115-131.
- Seo, B. Y. (1971). *A teaching of students with underachievement in foreign countries : A problem of students with underachievement*. Seoul : Central Education Institute.
- Seo, D. Y. (2001). *Teaching method for underachievers in mathematics - A study on development of teaching and learning materials for underachievers in primary school*. Seoul: KICE.
- Seok, J. H. (2003). *Study on teaching plan for underachievers in mathematics utilizing mind-map*. Master's thesis. Kyungin National University of Education, Kyunggi-do.
- Shin, J. H. (2003). *The effect of peer teaching on the math achievement and sociability of mathematically retarded children*. Master's thesis. Incheon National University of Education, Incheon.
- Smith, M., & Glass, G. (1977). Meta-analysis of psychotherapy outcome studies. *American Psychologist* 32, 752-760.
- Trapani, C. (1988). Peer tutoring: Integrating academic and social skills remediation in the classroom. ERIC Document reproduction Service no. ED 297-533.
- Winebrenner (1996). *Teaching kids with learning difficulties in the regular classroom*. Minnesota: Free spirit publishing INC.
- Wood, R. E., & Locke, E. A. (1987). The relationship of self-efficacy and grade goals to academic performance. *Educational and Psychological Measurement*, 47, 1013 - 1024.
- Yang, S. H., & Lee, H. C. (2014). Analysis on the paper-based assessment of mathematics in high school - Focused on geometry and vector. *The Journal of educational research in mathematics*, 24(4), 573-594.
- Yoo, J. E. (2019). *The effect of Havruta method on academic attitude and performance of low level students : Focusing on after-school classes in the first year of middle school*. Master's thesis. Kookmin University, Seoul.
- Zarch, M. K., & Kadivar, P. (2006). The role of mathematics self-efficacy and mathematics ability in the structural model of mathematics performance. *WSEAS Transactions on Mathematics*, 6, 713 - 720.

<부록> 분석대상 논문

연번	저자	연도	논문구분	학교 급	측정도구	처치대 상	처치기간	처치주 체	교구 및 ICT 활용
1	고의화	2001	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 이상	교사	O
2	김상진	2001	학위논문	고등	교사제작	개인	8주 미만	교사	X
3	심대현	2001	학위논문	고등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
4	장원석	2001	학위논문	고등	교사제작	집단	8주 이상	동료	X
5	홍성분	2001	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 이상	동료	X
6	박일수	2002	학위논문	초등	교사제작	집단	8주 이상	동료	X
7	이덕준	2002	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 이상	교사	X
8	이영희 정종진	2002	학술지	초등	교사제작	개인	8주 미만	교사	X
9	이우실	2002	학위논문	중등	교사제작	개인	8주 이상	교사	X
10	정희원	2002	학위논문	고등	교사제작	집단	8주 이상	동료	X
11	김선환	2003	학위논문	초등	기관인증	개인	8주 이상	교사	X
12	우경철	2003	학위논문	중등	교사제작	개인	8주 이상	교사	X
13	허영애	2003	학위논문	중등	교사제작	개인	8주 이상	교사	X
14	윤정자	2004	학위논문	초등	기관인증	집단	8주 미만	교사	O
15	이영철 윤상현	2004	학술지	초등	교사제작	개인	8주 미만	교사	X
16	김형준	2005	학위논문	초등	기관인증	개인	8주 미만	교사	O
17	백해진	2005	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	O
18	서현정	2005	학위논문	고등	교사제작	개인	8주 이상	교사	X
19	천은실	2006	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	O
20	김용길	2007	학위논문	고등	기관인증	개인	8주 미만	동료	X
21	이선미	2007	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
22	이은주	2007	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 이상	동료	X
23	탁선희	2007	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 이상	교사	X
24	강혜영	2008	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
25	송인석	2008	학위논문	중등	교사제작	개인	8주 미만	교사	X
26	이종익	2008	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
27	임소영 강옥려	2008	학술지	초등	기관인증	집단	8주 미만	교사	X
28	고경은	2009	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 이상	동료	X
29	김인경 류희찬	2009	학술지	고등	교사제작	집단	8주 미만	교사	O
30	박영갑	2009	학위논문	고등	교사제작	개인	8주 이상	동료	X
31	서훈	2009	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
32	김태향	2010	학위논문	초등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
33	박주영	2010	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 이상	교사	O
34	정명희	2010	학위논문	고등	교사제작	개인	8주 미만	교사	O
35	송혜림	2011	학위논문	고등	교사제작	개인	8주 이상	동료	X
36	김성진	2012	학위논문	고등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
37	변연희	2012	학위논문	중등	기관인증	집단	8주 미만	교사	X
38	안정미	2012	학위논문	초등	교사제작	집단	8주 미만	교사	O

39	최승욱	2012	학위논문	초등	기관인증	개인	8주 이상	교사	X
40	김아름	2015	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
41	김진희	2015	학위논문	초등	기관인증	개인	8주 이상	동료	X
42	문지영	2015	학위논문	중등	교사제작	개인	8주 미만	교사	X
43	유은혜	2015	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
44	이성희	2015	학위논문	고등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
45	이지인	2015	학위논문	고등	교사제작	개인	8주 미만	교사	X
46	최수희	2015	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	O
47	최효은	2015	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 미만	교사	X
48	김희진	2016	학위논문	중등	교사제작	집단	8주 이상	교사	X
49	정하나	2017	학위논문	고등	교사제작	개인	8주 미만	교사	X