

## 다층메타분석을 활용한 학습장애 및 학습부진학생들의 수학 연산능력 향상을 위한 중재 효과 분석\*

김 동 일\*\*

서울대학교 교육학과

고 혜 정\*\*\*

서울대학교 교육학과

조 영 희\*\*\*\*

서울대학교 교육학과

---

### 《 요 약 》

---

본 연구는 국내외에서 사용되는 수학연산 중재가 학습장애 및 학습부진학생들의 수학연산 능력 성취에 미치는 영향과 효과크기를 다층메타분석을 통하여 살펴보고자 하였다. 이를 위해 총 15편의 논문을 대상으로 분석한 결과, 총 29개의 효과크기가 산출되었으며, 전체효과 크기는 1.565로 매우 큰 효과크기를 보였다. 수학 연산중재가 수학 연산능력에 미치는 효과 크기는 연구에 따라 다르게 나타났는데, 이를 설명하고자 예측변인을 2수준 모형에 투입하였다. 대상학년에 따른 효과크기의 차이는 유의하게 나타났으나 학년의 구분에 따른 차이는 유의하지 않았다. 중재방법은 인지-초인지 전략 활용 중재를 사용했을 때 컴퓨터 활용 중재와 비교하여 그 차이가 유의하게 나타났다. 또한 RTI 단계 중 3단계에 효과크기가 높게 나타났으며 중재자 및 중재기간에 따른 효과크기의 차이도 유의하게 나타났다. 마지막으로, 연구결과를 바탕으로 수학 연산중재에 관한 연구의 시사점 및 추후연구를 위한 제언을 제시하였다.

---

주제어 : 다층메타분석, 연산, 효과크기, 학습장애

---

\* 이 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2013S1A3A2055007)

\*\* 제1저자, 서울대학교 교육학과 특수교육전공 교수  
Dept. of Education, Seoul National University

\*\*\* 교신저자, 서울대학교 교육학과 BK21플러스 미래교육디자인 연구사업단 박사후연구원  
(hjandew@snu.ac.kr)

BK21 Plus Institute of Future Education Design, Seoul National University

\*\*\*\* 공동저자, 서울대학교 교육학과 특수교육전공 박사과정

Graduate School of Special Education, Seoul National University

## 1. 연구의 필요성

교육부에서는 2012년 기초학력지원 사업으로 5개 교육청을 시범교육청으로 지정하고 학습종합클리닉센터, 기초학력 진단-보정 시스템 등을 운영하고 있으며, 2014년 올해 지원정책을 더욱 확대하여 기초학습능력 신장을 위한 지원을 제시하고 있다. 학습부진 및 학습장애아동들은 기초학력 미달 학생으로 분류되어 지원을 받게 되는 경우가 많은데, 상당수의 아이들이 학습 초기단계에서 습득이 요구되는 기초능력 중의 하나인 연산능력이 부족하여 어려움을 겪고 있다. 기초적인 연산의 정확성과 신속성은 필수적인 기초학습기능이며(김동일, 이대식, 신중호, 2003), 일상생활과 관련하여 수학 과제를 해결하는 데에도 중요한 역할을 한다(Jordan, Kaplan, & Hanich, 2002). 연산은 수학학습의 기본이 되며, 초등학교의 수학 교육과정은 수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계 그리고 규칙성과 문제해결로 다섯 영역으로 이루어져 있지만 모두 연산영역과 연결되어있다.

학습부진 및 학습장애아동은 수학적 기본 개념 및 숫자와 연산 기호를 표상하고 조작하는 것과 같은 연산 수행 능력 등의 기초 지식 부족(김영임, 김은경, 2010)으로 또래아동들에 비해 수행수준이 낮고 학습 진전도가 상당히 늦다(Whinnery & Fuchs, 1993). 수학의 위계성, 추상성, 계통성으로 인하여 다른 교과에 비해 학습결손이 많으며(최종근, 김동일, 김은주, 2008), 약 10-12세에서 수학교과와 학습고원을 보이기도 한다(Cawley, Parmar, Yan, & Miller, 1998). 논리적 위계성이 명확한 수학과와 특성상 이러한 기본적인 사칙연산에 대한 어려움은 상위수준의 수학과제 해결에서 어려움을 초래하게 된다(김애화, 김의정, 김자경, 최승숙, 2012; Mercer & Miller, 1992). 학습부진 및 학습장애아동들은 연산문제를 해결함에 있어서 불완전한 수세기, 계산상의 오류, 장기기억 인출의 실패 등으로 사칙연산에서 어려움(송영혜, 강위영, 권오식, 서봉연, 1998)을 보이고 특히, 덧셈에 비해 뺄셈에서 낮은 정답률을 보이며(고정화, 2008), 나눗셈에 상당히 취약한 특징을 보인다(조영미, 2006). 또한 받아올림과 받아내림에서의 오류, 곱셈에서의 '0'처리의 어려움 등으로 인하여 연산문제를 성공적으로 해결하지 못하는 경우가 많다(고혜정, 김동일, 2014). 따라서, 수학 학습부진 및 학습장애학생들의 연산의 유창성, 정확성 향상을 위한 효과적인 기초교육이 꾸준히 이루어져야한다(고혜정, 김동일, 2014). 수학에서 효과적인 연산 교수 방법으로 알려진 것은, 교육과정중심측정(Curriculum-Based Measurement, CBM) 자료를 활용 교수, 교육과정과 수업 과정의 재조직, 직접교수법, 인지전략, 컴퓨터 및 매체 활용, 또래교수 등을 들 수 있다(김동일, 이대식, 신중호, 2003).

2010년부터 우리나라 학교현장에서는 중재반응모형(Response To Intervention; RTI)을 적용하여 학습부진 및 학습장애 아동의 진단 및 교수를 실시하고 있다. RTI는 교수환경에 의해 제공되는 다양한 교육적 중재에 대한 아동의 반응을 연속적인 과정으로 평가하여 학습장애를 진단하는 모델이다(Vaughn & Fuchs, 2003). 중재반응모형에서 가장 핵심이 되는 것은 바로 ‘중재’로 ‘근거기반교수(validated intervention)’를 뜻한다(Vaughn & Fuchs, 2003). 즉, 중재반응의 1, 2, 3단계별로 연구를 통해 효과성이 검증된 중재를 제공하는 것이 학습장애아동을 진단하고 교수하는데 필수적이다. 그 동안, 학습장애 분야에서는 과연 무엇이 증거기반교수인지를 현장에 제시할 수 있기 위하여, 사례연구 및 실험연구 결과들을 종합하여 분석하는 동향 연구 및 메타연구와 같은 많은 양적 연구들(예: 김우리, 고헤정, 김동일, 2013; 김영표, 신현기, 2008; 전병운, 고진복, 2007; 전윤희, 장경윤, 2013)이 실시되었으며, 효과적인 교수들이 어떤 요소들로 이루어져 있는지를 질적지표로 확인하고자 하는 연구들(예: 김우리, 고헤정, 2013; 나경은, 서유진, 2010; 서유진, 나경은, 2012; 허유성 외, 2010)이 시행되는 등 효과적인 중재를 밝히기 위한 노력이 증대되어 학습장애 학생을 위한 중재유형과 중재전달방식에 대하여 많은 정보가 축적되고 있다. 그러나 여전히 교육현장에서는 기존 연구에서 실시한 프로그램이나 관련 교재나 도구들이 부족하며, 각 단계별 효과가 검증된 중재를 투입할 수 있는 인력이나 물리적 조건 등을 갖추지 못하는 등의 현실적인 문제들이 남아있다(이대식, 2014).

수학 연산에 관한 중재를 종합하여 분석한 국외논문들의 결과를 종합해 살펴보면, Kroesbergen 과 Van Luit(2003)는 수학중재를 메타분석하여, 효과차이가 중재방법과 중재기간에 의해 발생한다고 하였으며, 특히 효과적인 중재방법으로는 직접교수, 자기교수법이 있다하였다. 또한 컴퓨터 활용 중재와 또래활용 중재는 이들 중재보다는 작은 효과크기를 가진다고 하였다. Gersten과 그의 동료들(2009)은 학습장애 학생을 대상으로 한 수학 중재방법에 대한 메타분석을 통해, 교육과정 수정, 진전도 평가 등이 효과크기의 중요한 요소로 작용한다고 하였다. 국내의 경우, 이대식(2014)은 학습장애 관련 문헌 종합 연구가 읽기와 쓰기는 활발히 이루어지고 있으나, 수학 분야의 연구중재 효과만을 다룬 문헌 종합 연구가 나오지 않고 있다 하였다. 실제, 국내에서는 학습부진 및 학습장애 학생들의 문장제 문제해결력 향상을 위한 중재에 관한 메타분석을 실시한 연구들(김동일, 고헤정, 조영희, 2014; 김영표, 신현기, 2008; 전윤희, 장경윤, 2013)은 존재하지만, 수학연산 중재에 관한 메타분석은 거의 이루어지지 않았다. 많은 학습부진 및 학습장애 학생들이 기초적인 연산 기술이 완벽하게 구사되지 않은 이유 때문에, 수학의 상위개념의 수학문제 해결에도 어려움이 지속되게 된다. 따라서, 어떤 중재유형을 어떤 방법으로 교수하는 것이 연산능력을 향상시키기에 가장 효과적인 것인가에 대한 종합적인 결과를 산출하는 작업이 필요하며, 본 연구는 연산 중재에 관하여 메타분석을 실시하려한다. 메타분석은

#### 4 특수교육 저널: 이론과 실천(제16권 1호)

기존의 중재관련 연구들의 결과를 통계적 방법을 활용하여 과학적으로 종합하고 이를 통해 효과성에 대한 객관적인 결과를 도출하는 방법이다(Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2011). 특히 다중메타분석은 중재프로그램의 효과크기에 영향을 미칠 수 있는 예측변인을 함께 투입하여 참 효과크기의 차이를 검증하고 그 차이가 어디에서 비롯되는지 원인을 찾을 수 있다는 점에서 의의가 있다(김동일, 이윤희, 강민철, 정여주, 2013). 이러한 다중메타분석 결과는 일선학교에서 많은 학습부진 및 학습장애 학생들에게 실시할 수 있는 가장 효과적인 중재가 무엇인지, 그리고 이를 어떻게 실시해야하는지에 대한 현장에 유용한 실질적인 정보를 제공해줄 수 있을 것이다. 본 연구에서 설정한 연구문제는 다음과 같다.

1. 수학연산 중재의 전체 효과는 어떠한가?
2. 중재변인별 수학연산 중재의 효과크기는 어떠한가?
  - 2-1 연구대상의 학년별 수학연산 중재의 효과크기는 어떠한가?
  - 2-2 수학연산 중재 유형별 효과크기는 어떠한가?
  - 2-3 수학연산 중재 실시 RTI 단계별 효과크기는 어떠한가?
  - 2-4 수학연산 중재 실시 기간별 효과크기는 어떠한가?
  - 2-5 수학연산 중재 실시자별 효과크기는 어떠한가?

## II. 연구방법

### 1. 대상논문 검색 및 선정

#### 1) 분석 대상 논문 검색 과정

본 연구에서는 증거기반의 학습장애 및 학습부진 학생 대상 연산 중재를 살펴보기 위해 다음의 검색과정을 통해 국내·외 논문을 수집하였다.

국내 논문 검색과정은 첫째, 주요 논문검색사이트 한국학술정보원(search.koreanstudies.net), 학술연구정보서비스(www.riss4u.net), 국회전자도서관(www.nanet.go.kr), 누리미디어(www.dbpia.co.kr)에서 학술진흥재단 등재 및 등재후보학술지에 수록된 논문을 검색하였다. 둘째, 학습장애 및 학습부진 대상 논문만을 수집하였다. 검색을 실시할 때 “학습장애”, “학습부진”, “저성취”, “경도장애”, “산술장애”, “산수장애”, “연산”, “수학”, “사칙연산”, “덧셈”, “뺄셈”, “곱셈”, “나눗셈”을 주제어로 사용하여 논문을 수집하였다. 셋째, 년도에 상관없이 2014년 현재까지 국내에서 발표된 논문을 수집

하였다.

국외 논문 검색과정은 첫째, EBSCOhost 기반 ERIC, Academic Search Complete, SocINDEX with Full Text, Education Research Complete 데이터베이스를 이용하여 Peer reviewed Journals에 실린 연구들 중 “learning disabilities”, “mathematical skill”, “mild learning disability”, “arithmetic disabilities”, “calculation”, “math”, “mathematics”, “mathematical”, “addition”, “subtraction”, “multiplication”, “division” 등을 키워드로 설정하여 논문을 검색하였다. 논문의 출판 연도는 국내 논문과 동일하게 2014년까지로 설정하여 검색하였다.

## 2) 분석대상 논문 선정 및 제외준거

수집된 논문들 가운데 본 연구의 메타분석 요건을 충족하는 연구들은 다음의 준거에 따라 선정 또는 제외하였다.

- (1) 학습장애 및 학습부진인 학령기 학생을 대상으로 한 연산 중재 연구를 대상으로 함.
- (2) 연구결과는 중재 전과 후(사전 및 사후)의 기술통계를 제시해야 함. 단 실험, 통제집단 각각에 대한 기술통계를 제시한 연구에 한함.
- (3) 연구는 효과크기 산출을 위한 충분한 양적 통계정보를 가지고 있어야 하며, 적어도 다음 통계정보 가운데 하나를 포함하여야 함: t 통계량, F 통계량 (ANOVA 또는 ANCOVA).
- (4) 단일사례연구(응용행동분석 연구)나 양적 통계자료(원점수, 기술통계 또는 추리통계)를 제시하지 않은 연구는 제외함.

이와 같은 논문 선정 및 제외준거에 근거하여 최종 선정된 논문들 이외에, 분석대상 논문의 누락을 막기 위해, 선행 메타연구 및 문헌분석 연구에 포함된 분석논문 리스트를 비교하여 논문을 추가로 보충하였으며, 특수교육이나 학습장애, 초등교육 수학교과 논문이 주로 게재되는 국내 학술지(예: 특수교육학연구, 특수교육저널: 이론과 실천, 특수교육, 특수아동교육연구, 학습장애연구 등) 및 국외 학술지(예: Journal of Learning Disabilities, Journal of Special Education, Learning Disability Quarterly, Remedial and Special Education, School Psychology Quarterly 등)의 초록을 모두 살펴보고 직접조사(hand-search)하며 누락된 논문을 추가로 보충하였다. 그 결과, 최종 15편(국내 4편, 국외 11편)의 연구가 본 연구의 메타분석에 포함되었다.

## 2. 대상논문 코딩 및 분석기준

### 1) 연구물 코딩

분석대상 논문의 코딩은 <표 1>와 같이, 연구의 기본정보(예: 저자, 출판연도, 연구제목 등), 연구대상에 관한 정보(예: 사례 수, 연령, 장애유형), 검사 및 중재에 대한 정보(예: 세부 중재방법, RTI단계, 중재 실시 주체, 중재기간), 그리고 실험집단과 통제집단에 대한 기술통계 및 추리통계 결과 값 등을 포함하였다. 각 연구의 코딩자료는 <부록 1>에 자세히 제시하였다.

대 범주		하위 범주
연구 기본정보		저자, 제목, 출판연도
표본 (연구대상) 특성	표본 연령 및 학년	초등저학년(1-3), 초등고학년(4-6), 중고등학년(7-12)
	장애 종류	학습장애, 학습부진
	사례 수	실험(중재)집단 및 통제집단 각 사례 수
중재 처치	중재방법	중재유형
	검사 및 중재 실시주체	교사, 연구자, 대학원생
	RTI단계	1단계, 2단계, 3단계
	중재 기간	10회 이하, 11회 이상 20회 이하, 21회 이상
	중재 실시자	교사, 연구자, 기타
종속 변인	기술통계값	종속변인의 평균, 표준편차

### 2) 대상논문 분석기준

연산영역은 주로 초등학교에서 고등학교까지의 전 학령기 교육과정 안에 제시되어 수학 교육과정의 성취와 직접적으로 연관되는 기초적인 능력이므로, 연산에 어려움을 보이는 학령기 아동을 대상으로 한 중재 연구의 효과를 분석하여 연산능력 향상에 효과적인 교육적 처치 방법을 학교 현장에서 활용할 수 있게 하고자 한다. 따라서 수학학습부진과 수학학습장애 학생들의 연산능력 향상을 위한 중재효과를 연구

대상자의 특성, 실시한 중재의 특성에 따라 어떻게 나타나는지 살펴보기 위해 구체적인 분석 기준을 설정하였다.

첫 번째, 연구대상의 특성에 따라 분석을 실시하였다. 수학교과와 내용특성을 고려하여 초등 저학년(1-3학년), 초등 고학년(4-6학년), 중고등학년으로 구분하여 효과크기를 분석하였다.

두 번째, 중재유형에 따라 효과크기를 산출하며, 분석을 실시하였다. 각 연구에서 실시된 중재전략은 선행 메타연구(Koesbergen, & Van Luit, 2009; Lloyd, 2013) 및 관련 문헌(김동일, 이대식, 신중호, 2003; 박현숙, 신현기, 정대영, 정해진, 2007)를 참고하여 (1)컴퓨터 활용 중재 (2)또래활용 중재 (3)인지-초인지 전략훈련, (4)기타중재 등으로 분류하였다. 컴퓨터 활용중재는 컴퓨터 보조수업과 멀티미디어 효과를 첨가한 프로그램 등을 말하는 것이며, 또래활용 중재는 또래교수(Peer Tutoring), 또래교사(Peer Tutor), 또래학습자(Tutee)들을 포함하는 중재로 또래가 교사의 역할을 담당하는 것이다(신진희, 2003). 특히, 또래활용 중재에 포함된 또래지원 학습전략(Peer-Assisted Learning Strategies, PALS)은 Fuch와 그의 동료들(2000)에 의해 개발된 것으로, 강한 동기, 빠른 속도, 다양한 활동, 높은 수업 참여 수준, 자기구어화, 시각적 표상과 같은 원리를 포함한다. 인지-초인지 전략훈련은 문제해결을 위해 계획을 세우고 답을 예측하고 수학적 계산을 한 후, 이를 검토하는 일련의 과정을 따라 전략을 사용하는 것을 뜻한다(Montague, 1997). 마지막으로 기타 중재는 위의 세 가지 중재를 제외한 중재로 오류교정, 직접교수, 대안적 교육과정 적용이 이에 속한다.

세 번째, 중재반응 모델에 입각하여 각 중재가 실시된 단계별로 나누어 분석을 실시하였다. 중재반응모델은 크게 3단계로 구성된다. 1단계는 전체학생을 대상으로 한 일반교육이 이루어지며, 2단계는 학생장애 위험군 학생으로 선별된 학생을 대상으로 실시하는 소그룹 형식의 체계적인 지원교육을 제공하며, 3단계는 학습장애 학생을 대상으로 실시하는 집중적인 개별화 중재가 적용된다. 따라서, 전체학생을 대상으로 실시한 연구는 1단계에서, 소집단으로 이루어지는 집중활동으로 구성된 연구는 2단계에서, 집중적이고 개별적으로 이루어진 교수는 3단계에서 이루어진 것으로 보았다.

네 번째, 중재실시시간을 10회 이하, 20회 이하, 21회 이상으로 나누어 살펴보았다.

마지막으로, 중재 제공자에 따른 차이를 살펴보기 위하여 중재 제공자를 교사, 연구자 및 기타중재자로 나누어 코딩하였다. 기타중재자는 컴퓨터로 중재한 경우 및 보고되지 않은 경우에 해당되며 중재제공자가 교사이자 연구자인 논문의 경우, 교사로 코딩하였다.

### 3. 통계분석

#### 1) 신뢰도

2인의 연구자(박사 1인, 박사과정생 1인)는 국내 2편, 국외 3편의 논문을 코딩하여 그 결과를 비교한 후, 코딩 시 나타나는 문제점을 확인 및 합의하여, 최종분석틀을 개발하였다.

최종 분석틀을 이용하여 15편의 모든 분석대상논문을 각각의 연구자가 독립적으로 분석하였으며, 이를 100% 크로스체크하였다. 분석자간 일치도를 확인한 결과, 93.75% 일치하였고, 일치하지 않은 부분에 관해서는 분석자간의 합의과정을 거쳐 최종 분석 결과를 도출하였다.

#### 2) 효과크기의 산출 및 계산과 해석

자료 분석은 연구별 효과크기를 계산하여 분석 변인에 따라 평균 효과크기를 산출하였다. 단일연구에서 다수의 효과크기가 있는 경우는 효과크기별로 분석하여 분석논문 15편에서 29개의 효과 크기를 산출하였다. 효과크기를 계산하기 위해 사용한 Cohen's d 공식은 다음과 같다.

$$ES = \frac{M_t - M_c}{SD_{pooled}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{SD_1^2(n_1 - 1) + SD_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

- $M_t$  : 실험집단 평균 ·  $M_c$  : 비교집단 평균 ·  $SD_{pooled}$  : 통합표준편차
- $SD_1$  : 실험집단 표준편차 ·  $SD_2$  : 비교집단 표준편차

본 연구에서는 학습장애 및 학습부진학생들을 대상으로 한 연산 중재의 효과크기와 효과크기에 영향을 주는 다양한 변인을 살펴보기 위해 다층 메타분석방법(multi-level meta-analysis)을 활용하였다. 본 연구에서는 다층메타분석을 위해 HLM 6.0 interactive mode 통계 프로그램을 사용하였다. 다층메타분석은 고정효과 모형을 사용하는 전통적인 메타분석과 달리 고정효과 모형 이외에도 표집오차분산(sampling error variance)과 무선 오차 분산(random error variance)이라는 두 가지 분산을 제공하는 무선효과 모형도 함께 제공한다(Yeo, 2011). 이러한 무선효과 모형은 고정효과 모형과 달리 모든 개별연구에서 산출된 효과크기가 동일하지 않



다는 비현실적인 가정을 택하지 않고 산출된 효과크기가 모든 개별연구에서 동일하지 않아도 되는 현실적인 가정을 택한다(여승수, 홍성두, 2011). 다층메타분석의 절차는 먼저 연구 간 체계적 차이가 0이 아님을 검증하는 무조건적(unconditional) 다층메타분석을 통해 효과크기를 산출하고 차이가 통계적으로 유의하게 0과 다를 때에만 어떤 변인이 효과크기에 원인으로 기능하는지를 확인하는 조건적(conditional) 다층 메타분석을 실시한다(Baron & Kenny; Yeo, 2011 재인용). 본 연구에서 활용한 1수준(무조건적 다층메타분석)의 식을 아래와 같다.

$$d_j = \delta_j + e_j \qquad e_j \sim N(0, V_j) \qquad [1]$$

$\delta_j$  :  $j$ 번째 연구의 실험집단과 통제집단의 표준화된 효과크기  
 $e_j$  : 표집오차(sampling error), 평균 0, 분산  $V_j$  인 정규분포를 가짐

본 연구에서는 활용한 다층모형의 2수준의 식(조건적 다층메타분석)은 식[2]와 같다.

$$\delta_j = \gamma_0 + u_j \qquad u_j \sim N(0, \tau) \qquad [2]$$

$\gamma_0$  : 효과크기들의 전체평균  
 $u_j$  : 2수준의 무선오차, 평균 0, 분산  $\tau$ 의 정규분포를 가짐

다층메타분석의 2수준 분석 모형은 1수준의 모형에서 개별 연구의 효과크기의 값이 동질성을 가지는 지 확인한 후에 효과크기가 연구마다 다를 경우 이러한 중재 효과의 차이가 왜 발생하며 어떠한 차이 때문에 발생하는지 검증하고자 할 때 활용한다.

### III. 연구결과

#### 1. 전체효과 크기

연산 중재프로그램의 중재효과를 다층메타분석으로 분석하기 위하여 우선 모든 예측변수를 제외한 무조건모형(unconditional model)의 분석을 실시하였다. 무조건 모형의 분석을 통해 본 연구에서 분석한 논문의 29개 효과크기의 전체 효과크기를 알 수 있었다. 무조건 모형의 분석 결과 전체 평균효과크기는 1.606이었으며 이는

10 특수교육 저널: 이론과 실천(제16권 1호)

Cohen(1977)이 제시한 효과크기 해석기준에 따르면 큰 효과크기라고 볼 수 있다. 또한 무조건 모형의 무선효과가 유의하므로( $p < 0.01$ ) 분석된 논문의 연구결과가 동질성을 띠지 않음을 알 수 있다. 무조건 모형의 분석결과에 따라 어떤 변인들이 평균효과크기에 영향을 주는지 살펴보기 위해 본 연구에서 살펴보고자 하는 변수를 투입한 조건모형을 실시하였다.

<표 2> 연산 중재프로그램의 효과에 대한 무조건모형 결과

고정효과	계수	표준오차	t
$\gamma_0$	1.565	0.258	6.066***
무선효과	분산		$\chi^2$
$u_j$	1.806		970.85***

\*\*\* $p < 0.01$

$\gamma_0$  = 효과크기 전체평균,

$u_j$  = 2수준 무선효과(random error)

## 2. 중재변인에 따른 효과크기

연산 중재프로그램의 평균 효과크기에 영향을 주는 변인을 살펴보기 위해 본 연구에서는 조건모형의 변인을 대상학년, 중재유형, 중재자변인, RTI단계 변인, 중재기간 등 5가지 변인을 중심으로 살펴보았다.

### 1) 대상학년에 따른 분석

대상학년에 따른 연산 중재의 효과크기 차이는 <표 3>를 통해 알 수 있다. 대상학년의 분류에 따른 논문의 편수를 제시하면 초등학교 저학년에 해당되는 논문은 6편, 초등학교 고학년에 해당되는 논문은 7편, 중고등학생을 대상으로 한 논문은 2편이었다. <표 3>의 결과에 따르면 대상학년에 따라 연산 중재의 효과크기의 차이가 나타나고 있음을 알 수 있다. 그러나 구체적으로 초등학교 저학년과 고학년간의 효과크기가 유의하게 나타나지 않았고 초등학교 저학년과 중고등학생 간의 효과크기의 차이도 유의하게 나타나지 않았다.

<표 3> 대상학년에 따른 분석 결과

고정효과	계수	표준오차	t	Approx.	
				d.f.	p-value
$\gamma_0$	1.931	0.3383	5.708	26	0.000**
$\gamma_1$	-0.839	0.549	-1.528	26	0.138
$\gamma_2$	-0.967	1.006	-0.961	26	0.346
무선효과	분산	$\chi^2$			p-value
$u_j$	1.782	1129.46			0.000

$\gamma_0 = \gamma_1, \gamma_2$ 이 0일 때 효과크기 전체평균,  $\gamma_1 =$  초등1,2,3학년과 초등4,5,6학년 간의 효과크기차이,  $\gamma_2 =$  초등 1,2,3년과 중고등학생 간의 효과크기의 차이,  $u_j =$  해당 변인으로 설명되지 않는 잔여 효과크기

2) 중재유형에 따른 분석

학습장애 및 학습부진 학생에게 연산을 지도하는 방법에 대한 분류는 연구자마다 상이하게 나타난다. 연산 중재방법들에는 컴퓨터 활용 중재방법, 또래 활용 중재방법, 인지-초인지 전략훈련, 직접교수, 오류분석, 대안적 교육과정 활용 등이 있다. 본 연구에서는 이들 방법 간의 효과크기의 차이를 비교하기 위하여 크게 컴퓨터 활용 중재, 또래 활용 중재, 인지-초인지 전략 훈련, 기타 중재방법으로 나누어 코딩 하였고 이들 간의 효과크기의 차이를 비교하였다. 연산 중재방법에 따른 논문의 편수를 제시하면 컴퓨터 활용 중재방법은 2편, 또래 활용 중재방법은 6편, 인지-초인지 전략훈련은 4편, 기타 중재방법을 활용한 논문은 3편이었다. 중재유형에 따른 분석결과는 <표 4>과 같다. <표 4>에 따르면 컴퓨터 활용방법을 기준으로 살펴보았을 때 컴퓨터 활용 중재와 인지-초인지 전략 훈련 중재간의 효과크기의 차이가 유의하게 나타남을 알 수 있다.

<표 4> 중재프로그램에 따른 분석 결과

고정효과	계수	표준오차	t	Approx.	
				d.f.	p-value
$\gamma_0$	0.438	0.650	0.674	25	0.506
$\gamma_1$	0.538	0.876	0.614	25	0.545
$\gamma_2$	1.654	0.743	2.226	25	0.035**
$\gamma_3$	1.187	0.832	1.426	25	0.166
무선효과	분산	$\chi^2$			p-value
$u_j$	1.269	1020.95			0.000**

$\gamma_0 = \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ 이 0일 때 효과크기 전체평균,  $\gamma_1 =$  컴퓨터 활용 중재와 또래 활용 중재간의 효과크기 차이,  $\gamma_2 =$  컴퓨터 활용 중재와 인지-초인지 전략훈련 중재간의 효과크기 차이,  $\gamma_3 =$  컴퓨터 활용 중재와 기타중재 간의 효과크기 차이,  $u_j =$  해당 변인으로 설명되지 않는 잔여 효과크기

3) 중재자 변인에 따른 분석

학습장애 학생에게 중재를 제공할 때 누가 중재하느냐는 중요한 변수가 될 수 있다.

중재자 변인에 따른 논문의 편수를 살펴보면 교사가 중재한 연구가 8편, 연구자가 중재한 경우가 5편, 컴퓨터 및 협력 중재를 한 연구가 2편이었다. 중재자변인에 따른 분석결과인 <표 5>를 살펴보면 중재자변인에 따른 연산 중재의 효과크기의 차이가 나타나지만 교사와 연구자간의 효과크기나 교사와 기타중재자(컴퓨터를 활용한 중재 및 협력중재 등)에 따른 차이는 나타나지 않았다.

<표 5> 중재자 변인에 따른 분석 결과

			Approx.		
고정효과	계수	표준오차	t	d.f.	p-value
$\gamma_0$	1.418	0.372	3.809	26	0.001**
$\gamma_1$	0.231	0.579	0.398	26	0.693
$\gamma_2$	0.494	0.816	0.606	26	0.550
무선효과	분산	$\chi^2$		p-value	
$u_j$	1.384	978.55		0.000**	

$\gamma_0$  =  $\gamma_1, \gamma_2$ 이 0일 때 효과크기 전체평균,  
 $\gamma_1$  = 교사와 연구자간의 효과크기의 차이,  
 $\gamma_2$  = 교사와 기타중재자간의 효과크기의 차이,  
 $u_j$  = 해당 변인으로 설명되지 않는 잔여 효과크기

4) RTI 단계에 따른 분석

학습장애 진단모형으로 RTI(Response to Intervention)가 대두된 이후로 RTI의 각 단계에서 실시하게 되는 증거기반교수에 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 연구에서는 RTI 단계에 따른 연산 중재프로그램의 효과크기의 차이를 살펴보았다. RTI 단계의 분류에 따른 논문의 편수를 살펴보면 1단계가 2편, 2단계가 4편, 3단계는 9편이었다. RTI 단계 변인에 따른 분석결과는 <표 6>에 같다. <표 6>에 따르면 RTI 단계에 따라 연산 중재프로그램의 효과크기 차이가 발생함으로 알 수 있다. 그러나 학습장애 학생들이 주로 중재 받게 되는 RTI 3단계와 비교하여 RTI 3단계와 1단계간의 차이, RTI 3단계와 2단계와의 차이는 나타나지 않았다.

<표 6> RTI 단계에 따른 분석 결과

Approx.					
고정효과	계수	표준오차	$t$	d.f.	p-value
$\gamma_0$	1.616	0.405	3.995	26	0.001**
$\gamma_1$	0.148	0.617	0.240	26	0.812
$\gamma_2$	-0.379	0.661	-0.574	26	0.571
무선효과	분산		$\chi^2$	p-value	
$u_j$	1.891		1016.30		0.000**

$\gamma_0$  =  $\gamma_1, \gamma_2$ 이 0일 때 효과크기 전체평균,  
 $\gamma_1$  = RTI 3단계와 RTI 1단계간의 효과크기의 차이,  
 $\gamma_2$  = RTI 3단계와 RTI 2단계간의 효과크기의 차이,  
 $u_j$  = 해당 변인으로 설명되지 않는 잔여 효과크기

### 5) 중재기간 변인에 따른 분석

중재기간 변인에 따른 연산 중재의 효과크기의 차이는 <표 7>와 같다. 중재기간 변인의 분류에 따른 논문의 편수를 살펴보면 10회 이하의 중재가 2편, 11회 이상 20회 이하의 중재가 6편, 21회 이상의 중재를 실시한 논문이 7편이었다. <표 7>의 결과에 따르면 중재기간에 따라 연산 중재의 효과크기의 차이가 나타나지만 본 연구에서 설정한 10회 이하의 중재기간과 11회 이상 20회 이하의 중재기간의 차이는 보이지 않았으며, 또한 10회 이하의 중재기간과 21회 이상의 중재기간 간의 차이는 보이지 않았다.

<표 7> 중재기간 변인에 따른 분석결과

Approx.					
고정효과	계수	표준오차	$t$	d.f.	p-value
$\gamma_0$	1.590	0.498	3.192	26	0.004**
$\gamma_1$	0.029	0.655	0.044	26	0.966
$\gamma_2$	-0.107	0.690	-0.156	26	0.878
무선효과	분산		$\chi^2$	p-value	
$u_j$	1.954		959.71		0.000**

$\gamma_0$  =  $\gamma_1, \gamma_2$ 이 0일 때 효과크기 전체평균,  
 $\gamma_1$  = 10회 이하의 중재기간과 11회 이상 20회 이하의 중재기간간의 효과크기의 차이,  
 $\gamma_2$  = 10회 이하의 중재기간과 21회 이상의 중재기간간의 효과크기의 차이,  
 $u_j$  = 해당 변인으로 설명되지 않는 잔여 효과크기

#### IV. 논의 및 제언

본 연구는 학습장애 및 학습부진 학생들의 연산 중재 프로그램에 대한 국내외 논문을 다층메타로 분석하여 학습장애 및 학습부진학생들의 연산 중재 프로그램의 효과에 영향을 주는 예측변인을 살펴보는 데 그 목적이 있다. 본 연구를 통해 학습장애 및 학습부진학생들의 연산 중재에 주는 시사점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 다층메타 분석을 통해 살펴 본 연산 중재 프로그램의 전체 효과크기는 1.565으로 Cohen(1977)의 효과크기 해석 기준에 따르면 이는 큰 효과크기라고 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 Krosebergen와 Van Luit(2003)의 연구에서 학습장애 학생들을 대상으로 한 수학중재의 효과크기를 1.36이라고 제시한 결과보다 높게 나타났다. 이러한 결과는 초등학교 수학 중재연구의 효과크기를 분석한 서유진, 이주영, 문주영, 손승현(2010)가 얻은 결과와 상응하는 결과라고 볼 수 있다. 서유진 외(2010)는 초등학교 수학 중재연구의 효과크기를 분석하면서 학급전체 학생을 대상으로 한 중재보다는 학습부진학생을 대상으로 한 중재가 효과크기가 높게 나타나며, 학습부진학생을 대상으로 한 중재에 비해 학습장애 학생을 대상으로 한 중재의 효과크기가 더 높다고 제시하였다. 이처럼 본 연구의 높은 효과크기는 학습장애 및 학습부진학생들을 대상으로 한 연산 중재 프로그램을 분석했기 때문이라고 해석할 수 있다. 또한 연산 중재의 큰 효과크기는 교육현장에서 학습장애 및 학습부진학생들을 지도할 때 연산 중재의 활용의 필요성을 제시해주는 결과라고 볼 수 있다.

둘째, 대상학년에 따른 연산 중재 프로그램의 효과 차이는 유의하게 나타났다. 그러나 구체적으로 초등학교 저학년과 고학년 사이에 효과크기 차이가 유의하지 않았으며 초등학교 저학년과 중고등학교간의 효과크기의 값도 유의하게 나타나지 않았다. 이성환(2010)은 연산능력이 초기 수학 발달에서 차지하는 비중이 상대적으로 크기 때문에 수학학습부진 학생들의 수학 학습곤란을 예방하고 원만한 초기 수학발달을 위해 연산 중재프로그램이 조기에 도입되는 것이 필요하다고 하여, 조기중재를 강조하였다. 본 연구결과는 초등학교 저학년과 다른 학년간의 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 연산능력은 향후의 수학 학업성취를 결정짓는 핵심요소이며 원만한 초기 수학발달을 도모하고 수학적 문제해결력을 향상시키기 위해서는 반드시 성취되어야 하는 능력이다(Geary, Hamson, & Hoard, 2000; Jordan, Hanich, & Kaplan, 2003). 따라서, 초등학교 저학년, 고학년, 중고등학년 학습부진 및 학습장애 학생들의 연산어려움은 이후 수학학업성취를 위해 반드시 해결되어야 할 과제로 선정하여 집중적인 중재가 필요하다 하겠다.

셋째, 학습장애 및 학습부진 학생들에게 제공되는 연산 중재 중 어떤 중재의 효과크기가 가장 크게 나타났는지 다층메타분석을 통해 분석한 결과, 컴퓨터 활용 중

재와 인지-초인지 전략훈련 중재간의 차이가 유의하게 나타났다. 컴퓨터 활용 중재와 비교하였을 때 인지-초인지 전략 훈련 중재가 보다 학습장애 및 학습부진학생들의 연산 능력을 향상시키는 데 효과적이라는 사실은 분석결과의 계수를 통해서 알 수 있다( $\gamma_2=1.654$ ,  $SE=0.743$ ,  $p < 0.05$ ). 이는 Krosebergen와 Van Luit(2003)의 연구결과와도 일치하는 것으로, 인지-초인지 전략훈련은 수학학습에서 학생 본인이 스스로가 자신을 조절하기 위한 전략을 획득할 수 있도록 해줄 수 있다는 것을 보여준다(김용욱 외, 2002). 가장 효과적이었던 인지-초인지 전략 이외에도 많은 학습장애 및 학습부진 학생들이 컴퓨터를 통해 기본 연산을 학습하고 연습하는 기회를 가질 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 학습 속도, 문제의 수, 수준을 학습자에게 개별적으로 맞추어 수정할 수 있으며(김덕남, 노영욱, 2004). 맞았을 때와 틀렸을 때 답에 대한 피드백을 제공할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한, 학습에 대한 흥미, 관심, 주의집중, 과제지속 시간, 자신감 향상, 학습동기의 지속적인 유지와 강화에도 도움이 되므로, 연산 중재에 적절히 활용하는 것이 필요하다. 그러나 컴퓨터 활용 중재나 또래 활용 중재는 특정 매개체를 통한 학습이라고 할 수 있다(Krosebergen & Van Luit, 2003)면, 인지-초인지 전략은 교사가 학습자 본인이 스스로 문제를 해결하기 위해 계획하고 해결과정을 통해 사고하고 다시 점검하는 학습전략을 사용하도록 교수하기 때문에 더욱 효과적이라고 해석될 수 있다.

넷째, 중재반응모형의 단계에 따라 연산 중재프로그램의 효과크기의 차이가 나타났다. 그러나 RTI 3단계와 2단계에서의 차이, RTI 3단계와 1단계의 차이가 유의하지 않았다. 이는 본 연구의 코딩에서 참조코딩을 3단계로 하였기 때문에 나타난 결과로 본 연구에서 분석한 논문의 효과크기 분석에 따르면 RTI 3단계에서 연산 중재의 효과성이 나타나고 있음을 알 수 있다. 김용욱, 이성환, 안정애, 김영결(2011)은 중재반응모형의 1단계에 비해 2단계의 소그룹지도 및 3단계의 개별화지도가 수학학습장애 및 학습부진학생들에게 더 효과적이라고 하였으며, 이성환(2009)은 중재반응모형의 3단계에서 실시되는 연산 중재가 수학학습부진학생과 학습장애 학생들의 연산능력 향상에 효과를 나타낸다고 하였다. 이와 같은 결과는 중재반응모형이 학습장애 진단방법으로서의 타당성을 검증하는 결과이며 중재반응모형 중 2, 3단계에서 제공되는 중재가 학습장애 및 학습부진학생에게 효과적인 증거기반의 중재가 제공되어야 함을 시사해준다. RTI의 모든 단계에서의 진단과 교수는 중요하지만, 학습부진 및 학습장애 학생들에게는 보다, 집중적이고 일대일 방식의 개별적인 특수교육적 접근이 더욱 효과적임을 알 수 있다.

다섯째, 중재 기간에 따른 연산 중재프로그램의 효과크기의 차이가 나타나고 있음을 알 수 있다. 그러나 10회 이하와 11회 이상 20회 이하의 중재기간간의 차이는 나타나지 않았으며 10회 이하와 21회 이상의 중재기간 사이의 차이도 나타나지 않았다. 이는 10회 이하의 상대적으로 짧은 기간의 중재프로그램이 효과적임을 보여주

는 결과이다. 대부분의 연구자들은 중재 기간이 길면 중재프로그램의 효과크기가 높아질 것이라고 예상하지만 Krosebergen와 Van Luit(2003)은 학습장애 학생을 위한 수학중재프로그램의 효과성 연구에서 중재기간이 길수록 효과크기가 낮다고 보고하였다. 그는 상대적으로 짧은 중재기간의 중재는 적은 지식내용을 구체적으로 다루는 반면, 상대적으로 긴 중재기간동안 중재를 하는 경우 보다 넓은 지식의 내용을 다루기 때문에 학습장애 학생들에게는 긴 중재기간보다 상대적으로 짧은 중재기간의 집중적인 중재가 더 효과적이라고 하였다.

마지막으로 중재자 변인에 따라 연산 중재 프로그램 효과의 차이는 나타나지만 교사와 연구자간 차이나 교사와 기타중재자에 따른 효과크기의 차이는 나타나지 않았다. 이는 본 연구의 분석 시 교사를 참조코딩으로 하였기 때문에 나타난 결과이며, 결국 본 연구 결과는 교사가 중재를 실시할 때 연구자 및 기타중재자(협력중재 및 컴퓨터 중재)보다 효과적임을 보여준다. 따라서 교사는 현장에서 학습장애 및 학습부진학생들을 효과적으로 지도하기 위하여 근거기반교수에 대한 훈련이 필요하며 이를 활성화시키기 위한 방안이 마련되어야 한다.

끝으로, 본 연구의 한계점 및 추후연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 학습장애 및 학습부진학생들을 위한 연산에 관한 중재 효과를 다층메타로 분석하였다. 본 연구에서 분석한 논문은 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈을 구별하지 않았지만 이후의 연구에서는 이를 분류하여 분석하여 학습장애 및 학습부진학생들이 어떤 영역에 있어서 다른 영역에 비해 어떤 중재유형과 중재 제공 방식의 효과크기가 높은지 살펴볼 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구에서 분석한 논문은 15편으로 이 중, 본 연구의 메타분석 기준을 만족하는 국내논문은 단 4편에 불과했다. 본 연구자가 주요 논문검색사이트를 통해 처음에 수집한 학습부진 및 학습장애 학생을 위한 연산 중재 관련 논문은 22편이었다. 그러나 본 연구의 분석기준에 만족하는 국내 논문은 단 4편에 불과했다. 분석기준에서 제외된 논문들은 사전, 사후 검사를 모두 보고하지 않거나 단일대상 연구가 대부분이어서 연구준거에 적합하지 않는 논문들이었다. 이는 학습부진 및 학습장애아동을 위한 연산 중재에 관한 연구가 수학기초 문제해결에 관한 연구보다 양적으로 적었으며, 연산 중재를 실시하는 논문의 경우에 정확한 통계 값을 제시하고 있는 연구가 부족하였기 때문이다. 따라서 연산중재에 대한 지속적이고 체계적인 중재적용 실험연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 단일대상으로 이루어진 연산중재 관련 연구에 대한 메타분석도 이루어져 실험연구와 비교분석하여 시사점을 얻는 것 또한 필요하다. 셋째, 본 연구의 다층메타분석 결과를 해석함에 있어서 신중을 기해야 한다. 본 연구의 분석기준에 만족하는 국내의 논문의 편수가 국외에 비해 상대적으로 부족하여 각 변인별로 분류한 논문 중 적은 수의 논문이 포함된 변인들이 있다. 이러한 적은 편수의 논문의 수가 연구결과에 준 영향을 완전히 배제할 수 없으므로, 본 연구의 결과를 해석함에 주의해야 한다.



## 참고문헌

- 고정화 (2008). 초등학교 3학년 수학 기초학력 미도달 학생의 특징 분석. **수학교육학연구**, 18(3), 283-308.
- 고혜정, 김동일 (2014). 수학문장제 문제해결과정에서의 수학학습장애 위험학생 인지상태 진단. **특수교육학연구**, 48(4), 247-273.
- 김덕남, 노영욱 (2004). 수·연산 영역의 부진아를 위한 웹 코스웨어 구현 및 학습 효과 분석. **교육과학연구**, 519-535.
- 김동일, 고혜정, 조영희 (2014). 수학문장제 문제해결력 향상을 위한 중재 효과 분석 -다층 메타분석의 적용. **특수교육**, 13(3), 387-408.
- 김동일, 이대식, 신종호 (2003). **학습장애아동의 이해와 교육**. 서울: 학지사.
- 김동일, 이윤희, 강민철, 정여주 (2013). 정신건강 문제와 인터넷 중독: 다층메타분석을 통한 효과크기 검증. **상담학연구**, 14(1), 1-19.
- 김동일, 이태수, 정광조, 박춘성, 홍성두 (2005). 다시 생각해 본 직접교수. **아시아교육연구**, 6(1), 253-271.
- 김애화, 김의정, 김자경, 최승숙 (2012). **학습장애 이론과 실제**. 서울: 학지사.
- 김영임, 김은경 (2010). Touchmath 원리와 직접교수를 활용한 어머니의 수학지도가 지적장애 아동의 덧셈 연산 수행에 미치는 효과. **특수교육저널: 이론과 실천**, 11(3), 279-304.
- 김영표, 신현기 (2008). 장애학생의 수학적 문장제 문제해결에 관한 교수방법의 중재효과: 메타분석. **특수교육저널: 이론과 실천**, 9(1), 413-437.
- 김용욱, 변찬석, 박찬웅, 우정환, 이근용 (2002). **학습장애아교육의 이론과 실제**. 대구: 대구대학교 출판부.
- 김용욱, 이성환, 안정애, 김영걸 (2011). 수학 학습곤란 아동의 연산능력 향상과 학습장애 위험학생의 선별을 위한 학교기반 중재반응모델 개발에 대한 연구. **특수교육저널: 이론과 실천**, 12(1), 229-265.
- 김우리, 고혜정 (2013). 지적장애 학생을 위한 사회적 중재 연구 동향. **지적장애연구**, 15(3), 25-55.
- 김우리, 고혜정, 김동일 (2013). 학습장애 및 학습부진 학생을 위한 그래픽 조직자 중재연구 분석. **특수교육학연구**, 48(1), 229-251.
- 나경은, 서유진 (2010). 질적지표에 의거한 학습장애 학생을 위한 수학중재연구 분석. **학습장애연구**, 7(2), 145-173.
- 박현숙, 신현기, 정대영, 정해진 (2007). 학습장애 -토대, 특성, 효과적 교수. 서울: 시그마프레스.
- 서유진, 나경은 (2012). 지적장애 학생을 위한 교과교육 중재연구 분석: 질적지표와 증거기반 중재 기준을 중심으로. **특수아동교육연구**, 14(1), 435-466.
- 서유진, 이주영, 문주영, 손승현 (2010). 중재반응 모델 실행을 위한 초등수학 중재연구의 실제 분석. **특수교육저널: 이론과 실천**, 11(4), 207-246.
- 송영혜, 강위영, 권오식, 서봉연 (1998). 산수장애 연구. **특수교육학회지**, 19(1), 398-418.

18 특수교육 저널: 이론과 실천(제16권 1호)

- 신진희 (2003). 또래교수가 수학학습 부진아의 수학 성취도와 사회성 발달에 미치는 효과. 인천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 양미란(2003). 학습장애아의 학습전략 효과에 관한 메타분석. 서울여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 여승수, 홍성두(2011). 특수교육에서 증거기반교수를 위한 다층모형 메타분석(Multilevel Meta-Analysis) 활용 방안 탐색. **특수교육학 연구**, 46(1), 223-238.
- 이대식 (2014). 국내 학습장애 분야 이론과 실제의 현황과 과제. **학습장애연구**, 11(2), 129-158.
- 이성환(2009). 중재반응모델이 수학 학습부진아의 연산능력과 수학 학습장애아의 판별 적합성에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 박사학위논문.
- 이성환(2010). 교육과정중심측정에 의한 연산능력과 수학 학업성취간 상관계수에 대한 중단연구. **특수교육저널: 이론과 실천**, 11(2), 455-482.
- 전병운, 고진복(2007). 메타분석을 이용한 특수교육 아동의 음운중심 읽기지도와 의미중심 읽기 지도 비교. **특수아동교육연구**, 9(4), 151-169.
- 전윤희, 장경윤 (2013). 학습장애 또는 학습부진 학생들의 수학적문제 해결력 중재효과에 대한 메타분석. **특수교육학연구**, 47(4), 139-163.
- 조영미 (2006). 수학 기초학력 부진아 지도를 위한 교과서 및 교사용 지도서의 개선 방안 탐색-초3 국가수준 기초학력 진단평가 기초 수학 결과 분석-. **대한수학교육학회지 <학교수학>**, 8(1), 69-88.
- 최종근, 김동일, 김은주 (2008). 국가 수준 학업 성취도 평가에서 시각장애 학생을 위한 검사 시간 연장의 효과 분석. 충남: 국립특수교육원.
- 허유성, 박윤, 장은미, 최은순, 양안숙, 김태강 (2010). 질적지표에 의거한 최근 10년간 학습장애 집단 실험 연구 동향 분석 및 학습장애 연구에 주는 시사점 연구. **특수교육 저널: 이론과 실천**, 11(1), 469-498.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2011). *Introduction to meta-analysis*. NY: John Wiley & Sons.
- Cawley, J. F., Parmar, R. S., Yan, W., & Miller, J. H. (1998). Arithmetic computation performance of students with learning disabilities: Implications for curriculum. *Learning Disabilities Research & Practice*, 13, 68-74.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral science(Rev. ed.)*. New York: Academic Press.
- Fuchs, D., Fuchs, L. S., & Burish, P. (2000). Peer-assisted learning strategies: An evidence-based practice to promote reading achievement. *Learning Disabilities Research and Practice*, 15, 85-91.
- Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 236-263.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A

- meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, 79(3), 1202-1242.
- Gersten, R., Woodward, J., & Darch, C. (1986). Direct Instruction: A research-based approach to curriculum design and teaching. *Exceptional Children*, 53(1), 17-31.
- Jordan, N., Hanich, L., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74, 834-850.
- Jordan, N., Kaplan, D., & Hanich, L. (2002). Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: finding of a two-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 586-597.
- Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs a meta-analysis. *Remedial and Special Education*, 24(2), 97-114.
- Lloyd, J. D. (2013). Effects of math interventions on elementary students' math skills: A meta-analysis. Master Degree Thesis, Education UC Riverside.
- Mercer, C. D., & Miller, S. P. (1992). Teaching students with learning problem in math to acquire, understand, and apply basic math facts. *Remedial and Special Education*, 13(3), 19-35.
- Montague, M. (1997). Cognitive strategy instruction in mathematics for students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 164-177.
- Vaughn, S., & Fuchs, D. (2003). Redefining learning disabilities as inadequate response to instruction: The promise and potential problems. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18, 137-146.
- Whinnery, K. W., & Fuchs, L. S. (1993). Effects of goal and test-taking strategies on the computation performance of students with learning disabilities. *Learning Disability Research & Practice*, 8(4), 204-214.
- Yeo, S.(2011). Reliability generalization of Curriculum-Based Measurement reading aloud: A meta-analytic review. *Exceptionality*, 19(2), 75-93.

<부록 1>

분석대상 논문

	저자(연도)	논문명	대상 학년	중재 유형	중재 자	RII 단계	중재 기간	효과크기 (d)
1	김동일, 이태수(2005)	직접교수와 진전도 모니터링이 수학학습부진 및 수학학습장애아동의 기초연산능력 및 발달 패턴에 미치는 효과	초1, 2,3	직접교 수	교사	2단 계	11- 20회	(직접교수2학년 -기초연산) 1.534
								(직접교수3학년 -기초연산) 3.234
								(직접교수와 진전도모니터링 2학년- 기초연산) 3.756
								(직접교수와 진전도 모니터링 3학년 - 기초연산) 0.367
2	신진숙, 김지예(2008)	체계적 오류 교정 절차 지도가 수학학습장애아동의 곱셈과 나눗셈 능력에 미치는 효과	초4, 5,6	체계적 오류교 정	연구 자	3단 계	21회 이상	(체계적오류교정- 곱셈) 0.575
								(체계적오류교정- 나눗셈) 2.040
3	유근미, 김수연(2010)	수학학습부진아의 또래교사 역할 경험이 분수연산능력 및 자아존중감에 미치는 영향	초4, 5,6	또래활 용중재	교사	2단 계	11- 20회	(또래활용중재 -분수연산) 0.513
4	윤보경, 김수연(2011)	또래와의 수학적 의사소통이 학습부진학생의 수학 학업성취도와 자기효능감에 미치는 영향	초4, 5,6	또래활 용중재	연구 자	2단 계	11- 20회	(또래활용중재 -수외연산 성취도) 0.201
5	Allinder, R. M., Bolling, R. M., Oats, R. G., & Gagnon, W. A.(2000)	Effects of teacher self-monitoring on implementation of curriculum-based measurement and mathematics computation achievement of students with disabilities.	초4, 5,6	인지- 초인지 전략	교사	3단 계	11- 20회	(CBM과 self-monitoring- 곱셈) 3.164
								(CBM-곱셈) 2.533

<부록 1> 분석대상 논문(계속)

	저자(연도)	논문명	대상 학년	중재 유형	중재 자	RPI 단계	중재 기간	효과크기 (d)
6	Burns, Kanive, DeGrande(2012)	Effect of a computer-delivered math fact intervention as a supplemental intervention for math in third and fourth grade	초4, 5,6	컴퓨터 활용중 재	기타 중재 자	2단 계	21회 이상	(컴퓨터활용 중재 3학년-사칙연산) 0.890
								(컴퓨터활용중재 4학년 - 사칙연산) 0.463
7	Calhoon, M. B., & Fuchs, L. S.(2003)	The effects of peer-assisted learning strategies and curriculum-based measurement on the mathematics performance of secondary students with disabilities.	중, 고 등 학 생	또래활 용중재	교사	3단 계	21회 이상	(CBM과 또래활용중재 - 사칙연산) 1.030
8	Coddling, R. S., Chan-Iannetta, L., Palmer, M., & Lukito, G.(2009)	Examining a classwide application of cover-copy-compare with and without goal setting to enhance mathematics fluency.	초1, 2,3	인지- 초인지 전략	교사	1단 계	11- 20회	(worksheet지 활용- 사칙연산) 0.395
								(하나 더 맞추는 것을 목표로 설정 -사칙연산) 2.079
								(하나 더 틀리는 것을 목표로설정-사칙연 산) 1.083
9	Fuchs, L. S. , Fuchs, D. , Yazdian, L. , Powell, S. R. (2002)	Enhancing First-Grade Children's Mathematical Development with Peer-Assisted Learning Strategies	초1, 2,3	또래활 용중재	교사	3단 계	21회 이상	(또래활용중재- 사칙연산) 1.286
10	Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Fuchs, D.,& Hamlett, C. L.(2010)	The effects of strategic counting instruction, with and without deliberate practice, on number combination skill among students with mathematics difficulties.	초1, 2,3	인지- 초인지 전략	기타 중재 자	3단 계	21회 이상	(전략활방법- 사칙연산) 4.552

<부록 1> 분석대상 논문(계속)

	저자(연도)	논문명	대상 학년	중재 유형	중재 자	RPI 단계	중재 기간	효과크기 (d)
11	Fuchs, Powell, Seethaler, Cirino, Fletcher, Fuchs, Zumeta(2009)	Remediating number combination and word problem deficits among students with mathematics difficulties: A randomized control trial	초1, 2,3	또래활 용중재	기타 중재 자	3단 계	21회 이상	(또래활용중재 -사칙연산) 1.888
12	Kaufmann, L., Handl, P., & Thluny, B. (2003)	Evaluation of a Numeracy Intervention Program Focusing on Basic Numerical Knowledge and Conceptual Knowledge A Pilot Study.	초1, 2,3	또래활 용중재	연구 자	3단 계	11- 20회	(또래활용중재-사 칙연산) 1.306
13	Nelson, Burns, Kanive, Ysseldyke(2013 )	Comparison of a math fact rehearsal and a mnemonic strategy approach for improving math fact fluency	초4, 5,6	컴퓨터 활용중 재	교사	3단 계	10회 이하	(컴퓨터활용방법-곱 셈)0.321  (컴퓨터 및 연상활용방법- 곱셈)0.099
14	Tournaki, N.(2003)	The differential effects of teaching addition through strategy instruction versus drill and practice to students with and without learning disabilities.	초1, 2,3	인지- 초인지 전략	연구 자	1단 계	10회 이하	(전략활용 1학년-덧셈)4.694 (연습집단 1학년-덧셈)4.539 (전략활용 2학년-덧셈)0.580 (연습집단 2학년- 덧셈)1.233 (전략활용 3학년- 덧셈)0.621 (전략활용 3학년- 덧셈)0.696
15	Woodward, J., & Brown, C.(2006)	Meeting the curricular needs of academically low-achieving students in middle grade mathematics.	중, 고 등 학 생	대안적 교육과 정 제시	교사	3단 계	21회 이상	(대안적 교육과정- 덧셈) 0.898

## Exploring the Effects of Instructions of Arithmetic skill for students with learning disabilities and learning difficulties through Multi-level Meta-analysis

**Kim, Dongil**

Dept. of Education, Seoul National University

**Koh, Hyejung**

Dept. of Education, Seoul National University

**Cho, Younghee**

Dept. of Education, Seoul National University

### <Abstract>

This study investigated the effect of Instructions in arithmetic skill by looking at the effect sizes and affecting variables through multi-level meta-analysis. Specific research questions for the study were as follows. 1) What is the overall average effect size of instructions in arithmetic skill? 2) What are the effects sizes and affecting variables of instructions? As a result of analyzing 15 related studies, the effect size of instructions in arithmetic operation was estimated to be 1.565, indicating a highly large effect size. Also, in observing differences in effect size by study, predictor variables were entered in the level 2 model to find out the causes of such differences. Significant effect sizes appeared to change according to methods of instructions, especially when one uses Cognitive and Meta-cognitive Strategy for teaching arithmetic skill, significant effect sizes differences were found. Implications of these results and suggestions for follow-up studies were discussed.

**Key Words :** Multilevel Meta-analysis, Arithmetic, Effect Sizes, Students with learning disabilities

---

논문 접수: 2014. 11. 04 심사 시작: 2014. 11. 10 게재 확정: 2015. 01. 14