특수교육저널 : 이론과 실천
The Journal of Special Education : Theory and Practice
2008. 3. 제9권 1호, pp. 413~437.

장애학생의 수학적 문장제 문제해결에 관한 교수방법의 중재 효과: 메타 분석

김 영 표*
단국대학교 박사과정
신 현 기
단국대학교 특수교육과

《요 약》

장애학생들의 수학적 문장제 문제해결력 습득과 향상이 매우 중요한 교육목표이므로, 이러한 목표를 이루기 위해 시도된 다양한 교수 방법의 유형을 알아보고 그 중에서 어떤 방법이 가장 효과적인가를 조사하기 위한 연구로서 장애학생들의 문장제 문제해결력 향상을 위해 1990년대 이후 2007년까지 이루어진 학위 논문들(63편)의 교수방법을 종합하고 그 효과를 분석하였다. 그 결과, 문장제 문제해결력 향상을 위해 국내 학위논문에서 사용된 교수방법은 모두 10가지의 하위유형으로 분류되었으며, 그 중에서 집단 실험을 실시한 연구들(20편)을 대상으로 메타분석을 한 결과 모든 교수방법들의 평균효과크기는 1.03이었으며, 이러한 효과크기는 교수방법에 따라 차이가 있는 것으로 나타났고, 그 중에서도 자기교시 전략 교수가 가장 효과적인 것으로 드러났다. 이러한 연구결과는 문장제 문제해결에 대한 교수방법의 효과를 메타분석한 다른 연구들(Chen, Han-Wei, 2004; Kroesbergen & Van Luit, 2003; Xin & Jitendra, 1999)의 결과와 일치하는 것이다.

주제어 : 수학적 문제해결, 문장제, 교수 방법, 메타 분석

Ⅰ. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

수학 학습의 궁극적 목표는 개념적 지식이나 절차적 지식의 습득이 아니라, 이러한 수학적 지식을 적용하여 자신의 삶에서 일어나는 여러 가지 문제를 수학적으로 해결하는 능력을 기르는 데에 있다(교육인적자원부, 2001). 이러한 수학적 문제해결력의 향상은 매우 중요한 학업적 발달 과제로서 성인으로서의 일상생활을 영위해나가기 위해 반

* 교신저자(kimyp@dreamwiz.com); 삼육재활학교 교사

드시 필요한 능력이다. 특히 문장제 문제해결력의 향상은 일상생활에 직접적인 관계를 가진다. 즉, 실제적인 상황에 기반한 문장제를 읽고 그러한 문제를 해결하는 과정을 통하여 실제 생활에서 부딪히는 문제 상황을 해결할 수 있는 힘을 기를 수 있게 되는 것이다. 신현기(1997)는 개인 생활 뿐만 아니라 학교 생활, 직업 생활 모두에서 수학적 문제해결 능력에 대한 요구는 계속 증대되고 있으며, 이러한 요구에 부합하는 능력을 가진 학생은 앞으로 전개될 학교 및 사회생활에 잘 적응할 수 있지만 그렇지 못한 학생은 학교생활에서의 누적적 학습 결손을 경험하게 될 뿐만 아니라 사회 생활에서의 적응상에도 많은 어려움을 경험할 수 밖에 없게 된다고 하였다.

결과적으로, Garcia, Jimenez, 그리고 Hess(2006)는 미국 수학교사 협의회(1989)와 연구자들의 연구결과를 통하여 볼 때 수학 교수의 기본적인 원리로서의 문장제 문제를 해결하는 방법은 단순히 계산을 하는 방법보다 먼저 가르쳐야 한다고도 하였다.

이러한 문장제 문제해결의 중요성으로 볼 때, 지적 장애를 가진 학생들의 수학적 문장제 문제해결력을 향상시키려는 노력은 매우 필요하다. 이러한 노력을 반영하듯 국내에서도 일반 또는 장애학생의 문장제 문제해결에 관한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 하지만, 과연 어떤 방법이 가장 효과적으로 장애학생의 문제해결력을 향상시킬 수 있는지에 대해서는 수많은 관련 연구에도 불구하고 아직 분명한 결론이 나오지 않고 있다. 따라서, 본 연구에서는 지금까지 장애학생을 대상으로 이루어진 문장제 문제해결 중재 연구를 분석함으로써 적용된 교수방법들로는 어떠한 것들이 있고 또 그 효과는 어떠한지를 메타분석 방법을 통하여 알아보았다.

2. 연구 문제

이 연구의 목적에 따른 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 국내 학위논문에 사용된 문장제 문제해결 교수방법의 유형은 어떠한가?

둘째, 집단 실험연구의 전체적인 평균효과크기는 어떠한가?

셋째, 교수방법에 따라서 문장제 문제해결에 미치는 효과에 차이가 있는가?

3. 이론적 배경: 문장제 문제 해결의 모형과 전략

1) 문제 해결의 모형들

문장제를 이해하고 해결하려면 언어에 대한 이해력과 기술된 상황을 이해하는 능력 및 문제 속에서 등식(방정식)을 산출하는 능력 그리고 연산능력을 필요로 한다.

문장제를 해결하는 과정을 설명하는 여러 모형 중에서 Polya(1957)의 문제해결 모형, Riley, Greeno & Heller(1983)의 정보처리모형, Kintsch와 Greeno(1985)의 모형, Montague(1992, 1997)의 인지-초인지 수학적 문장제 해결 모형, 그리고 한국교육개발원

(1985)의 문제해결 교수-학습 모형을 제시한다.

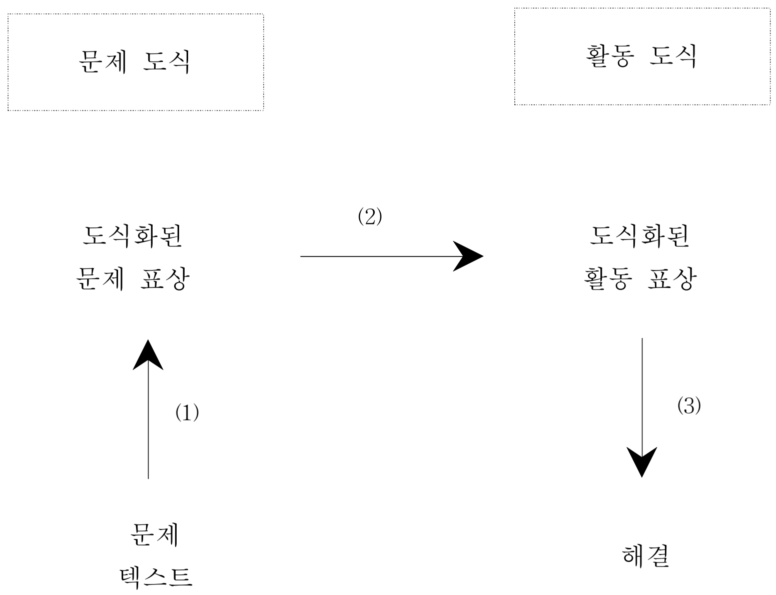
(1) Polya(1957)의 문제해결 모형

수학자 폴리아는 자신의 수학적 사고 활동을 바탕으로 수학적 사고의 교육에 유용한 연구 결과를 많이 발표하였다. 그는 증명하기를 가르치는 것도 중요하지만 추측하는 것도 가르쳐야 한다고 하고, 효과적인 수학 학습의 3원리로 '활동적 학습의 원리', '최선의 동기 유발 원리', '비약 없는 단계의 원리'를 주장하였다. 그는 특히, 그의 저서 [어떻게 풀 것인가?(How to solve it?)]에서 수학적 문제 해결의 사고 과정을 ① 문제의 이해, ② 풀이 계획의 수립, ③ 풀이 계획의 실행, ④ 풀이에 대한 반성의 4단계로 나누었다.(교육인적자원부, 2001)

그러나, Polya의 모형은 잘못 이해하면 오용될 수 있다. 단순한 문제를 제외하고는, 이러한 순서대로 단계를 취하는 것이 거의 불가능하다. 만약에 이모형의 순서대로 한번에 한 단계씩 진행할 수 있다고 믿는 학생들은 모형이 없는 것과 마찬가지로 당황할 수 있다. 더구나, 이 단계들은 분명하지 않으며, 항상 각각의 단계를 거칠 필요도 없다. 학생들이 문제를 이해하려고 할 때, 자신도 모르게 계획 단계로 진행할 수도 있고, 일단 문제를 이해하면, 계획을 세울 것도 없이 해결 방법을 찾을 수도 있다. 많은 학생들이 읽고, 생각하고, 다시 읽는 끝없는 과정의 덫에 걸린다. 학생들이 이모형을 잘 통과하도록 도와주기 위해서는 구체적인 전략이 요구된다. 이러한 전략들은 문제 해결을 위한 도구이며, Polya의 4단계 전략은 문제해결자가 문제를 해결하는 과정을 통과하기 위한 지침을 제공한다(Reys et al, 2004).

(2) Riley, Greeno & Heller(1983)의 정보처리적 모형

Riley, Greeno, 그리고 Heller(1983)의 모형은 컴퓨터 시뮬레이션 모델의 형식으로 문장제 해결을 설명한다. 이모형에서는 문제를 해결하는 동안에 세 가지 종류의 지식을 구별하고 있는데, (a) 다양한 의미 관계를 이해하기 위한 문제 도식, (b) 문제 해결에 관련된 행동에 대한 지식을 표상하기 위한 활동 도식, (c) 문제에 대한 해결을 계획하기 위한 전략적 지식이 그것이다. 이 해결 과정의 일반적인 틀은 <그림 1>과 같다. 해결해야 할 문장제가 주어졌을 때, 이모형에서는 문제 도식에 관한 지식을 사용하여 각각의 문제 상황을 표상한다. 그리고 나서, 이모형의 계획 절차에서 활동 도식을 사용하여 문제에 대한 해결 방법을 생성한다.



<그림 1> Riley, Greeno, & Heller(1983)의 문제이해 및 해결 모형
(화살표는 (1) 이해, (2) 개념적 관계에서 양적 절차로의 매핑, 그리고 (3) 절차의 실행을 나타냄)

(3) Kintsch와 Greeno(1985)의 모형

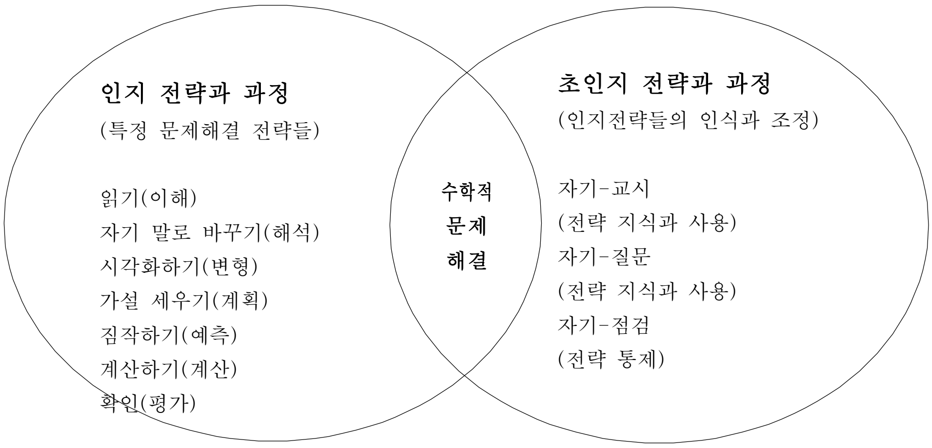
Kintsch와 Greeno(1985)는 모형의 주된 구성요소로서 일련의 지식 구조와 이러한 지식 구조를 사용하여 문제를 표상하고 해결하기 위한 일련의 전략들을 제시하고 있다. 그들은 표상이 이중적인 것으로 한 쪽에는 글을 표상하기 위한 글바탕(text base)이 있고, 또 다른 한 쪽에는 문제 해결을 가져오는 계산전략에 적합한 형식으로 글바탕으로부터 문제-관련 정보를 가져오는 추상적 문제 표상인 문제 모형(problem model)이 있다고 보았다. 문제 표상은 몇 가지 정보 처리 단계로 이루어지지만, 반드시 순서에 따라 발생하는 것은 아니다. 언어적 입력은 그 의미에 대한 개념적 표상인 일련의 명제들로 변환된다. 명제들은 글에서 언급되는 일반적 개념과 관계를 보여주는 과제-특정적인 거시구조로 조직된다. 수학 문장제에서 분석이 되는 뚜렷한 일반적 개념은 세트들 그리고 세트들 사이의 관계이다. 이러한 조직화된 일련의 명제들을 Kintsch와 Greeno(1985)는 글바탕이라고 부른다.

명제들의 표상과 조화를 이루는 두 번째 구조인 문제 모형은 문제를 해결하기 위해 필요한 정보에 관한 지식이다. 독자는 글바탕에는 포함되어 있지 않지만 문제 해결에 필요한 정보를 추론하고 문제 해결에 필요하지 않은 정보를 글바탕에서 제거하면서 문제 모형을 구성한다. 이모형에는 문제를 표상하고 해결하는데 사용되는 세 가지 세트의

지식 구조가 포함되어있다. 첫째, 문장을 명제로 변환하기 위해 사용하는 일련의 명제틀(propositional frame)이 존재한다. 둘째, 세트들의 속성과 관계를 표상하는 일련의 도식이 있다. 이러한 도식은 거시구조와 문제 모형을 구성하는데 사용된다. 끝으로, 셈하기와 수학적 연산을 표상하는 일련의 도식이 존재한다. 이러한 활동 도식(action schemata)은 문제의 답을 계산하는 데 사용된다.

(4) Montague(1992)의 인지-초인지 수학적 문장제 해결 모형

Montague(1992)는 수학적 문제해결에 대한 인지적 접근을 하며, 인지 전략, 초인지 전략, 인지-초인지 전략을 사용하여 교수의 효과를 비교하고 나서, 인지나 초인지 전략을 따로 가르칠 때 보다는 함께 가르칠 때 가장 효과적이라고 하였다. 이러한 전략 모형의 교수 절차는 전략 획득, 전략 적용, 전략 유지, 전략 일반화 과정으로 나누어 분석할 수 있다(Montague, 1997).



<그림 2> 인지-초인지 문제해결 모형(Montague, 1992)

Montague(1992)는 수학적 문제 해결을 위한 1986년의 8단계 전략을 정교화하여 다음과 같은 7단계 전략으로 제시하였다.

(1) 읽기(이해하기 위하여)
(2) 자기 말로 바꾸기
(3) 도식을 사용하여 시각화하기
(4) 문제를 해결하기 위한 계획으로 가설 세우기
(5) 답을 예측하기 위해 어림잡기
(6) 수학적으로 계산하기
(7) 모든 것이 맞는지 확인하기 위해 검토하기

더불어, 이상과 같은 인지전략의 교수와 함께 인지전략들을 인식하고 조정하는데 필요한 초인지적 능력을 강조하여 전략적 지식의 획득과 사용에 필요한 자기교시, 자기질문, 그리고 전략을 통제하기 위한 자기모니터링을 제시하였다.

Montague(1992)는 이러한 모형을 <그림 2>와 같이 나타내었다.

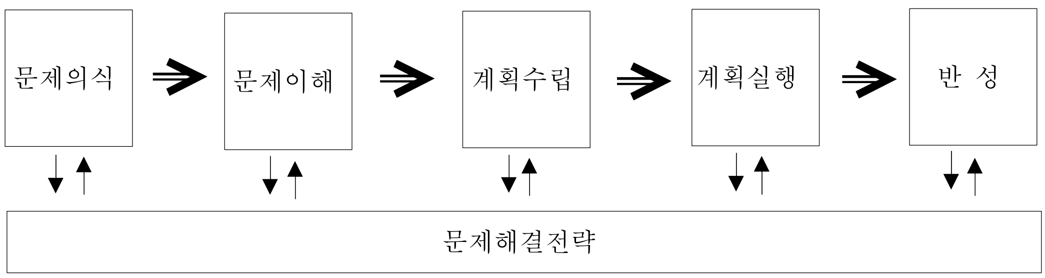
그러나 Montague의 교수 모형에서 인지와 초인지의 구분은 명확치 않으며, 문제해결 과정에서의 초인지의 역할도 분명하게 기술되어 있지 않다(Hutchinson, 1992). 하지만, Montague(1992)는 전략 획득 훈련 기간에 초인지적 지식의 학습자 변인, 과제 변인, 전략 변인을 고려하고 있다고 할 수 있고, 또한 자기교수, 자기질문, 자기점검을 사용하여 초인지 지식의 활용과 더불어 초인지 자기조정 훈련을 하고 있다고 볼 수 있다(김영표, 1997).

(5) **한국교육개발원(1985)의 문제해결 교수-학습 모형**

강옥기 등(1985)은 우리나라 아동을 대상으로 문제해결 교수모형을 연구·개발하였으며, 그 모형은 <그림 3>과 같다.

<그림 3>에서 보듯 무엇보다도 문제해결전략을 강조하고 있다. 이들은 초등학교 수학 문장제 문제해결에 필요한 전략으로서 7가지 전략, 즉 식 만들기, 그림 그리기, 표 만들기, 수형도 그리기, 규칙성 찾기, 거꾸로 풀기, 추측과 확인하기를 제시하고 있다.

이 모형은 우리나라 초등학생들을 대상으로 한 연구결과에 기초하였고, 실제로 교실이나 가정에서 손쉽게 적용할 수 있도록 상품화된 프로그램이 널리 보급되어 있다. 그러나 이모형이 강조하고 있는 문제의식을 향상시킬 수 있는 방법을 제시하지 않고 있으며, 문제해결에 어떤 영향을 주는지에 관해서는 별 다른 설명이 없다(장진섭 외 1인, 2007).



<그림 3> 한국교육개발원의 문제해결 교수-학습 모형(강옥기 등, 1985)

지금까지 소개한 5가지 문제 해결 모형은 실제 교수에 있어서 기본적인 전략적 모형으로서 사용되고 있다. 이러한 다양한 문제 해결 모형을 근간으로 하여 실제적인 중재가 이루어지고 있는 경우도 있고, 다른 전략에 따라서 문장제 문제해결 교수가 이루

어지는 경우도 있다. 이러한 실제적 중재 전략이 어떻게 적용되고 있는지 알아보기로 한다.

2) 문장제 문제해결 중재 전략

학생들에게 수학적 문장제 해결을 가르치기 위한 수업 방법에는 여러 가지가 있다. 이에 관하여 김소희(Sohee, 2003)는 다음과 같이 미국에서 이루어진 문장제 중재에 관한 선행 연구들을 토대로 크게 일반적 문장제 문제해결 교수방법 4가지와 구체적인 문제해결 전략 교수 8가지 합계 12가지의 교수방법으로 구분하였다.

(1) 일반적 문장제 해결 중재법

① 직접교수(교사 주도의 명시적 교수)

- 직접교수는 학생들을 위한 효과적인 교수 형식이다. 직접 교수는 선행자극과 결과자극의 매우 구조화된 제시를 사용하는 교사 주도적이고 전개 속도가 빠른 수업 방법이다(Gersten, Woodward, & Darch, 1986).

② 소집단 학습

- NCTM 기준안에서는 학생들이 문제를 해결하기 위해 소집단으로 자주 함께 공부해야 전략과 문제에 관해 서로 논의할 수 있다고 제안하였다. Reys, Suydam, 그리고 Lindquist(1984)는 새로운 문제해결 전략을 가르칠 때에는 대집단 활동이 효과적이지만, 같은 문제를 해결하기 위한 다양한 전략들을 연습하기 위해서는 소집단 수업이 문제 해결을 연습할 기회를 준다고 지적하였다.

③ 학생이 만든 이야기 문제의 사용

- 몇몇 교육자들은 스스로 문제를 생성할 기회를 정기적으로 제공하는 것이 수학적 문장제 해결을 가르치기 위한 효과적인 교수 전략이 될 수 있다고 제안한다(Ford, 1990; Silverman 등, 1993).

④ 컴퓨터 보조 수업

- 경도 장애 학생에게 마이크로컴퓨터를 사용하여 수학을 가르치는 것은 문헌에서 점점 더 많이 발견되고 있다.

(2) **구체적 문제해결 전략**

① 조작물의 사용

- 조작물(manipulatives)은 다양한 수학 개념을 가르치기 위한 중요한 도구로서 오래전부터 사용되어 왔다. 조작물 사용 효과의 증거는 학생들의 수학 개념 학습에 관한 세 가지 교수 단계를 탐구하는 연구들에서 볼 수 있는데, 구체적 적용(수학 문제를 표상하기 위해 물리적 대상을 조작하기 등), 반구체적 적용(문제를 표상하기 위하여 그림 그리기 등), 추상적 적용(문제를 표상하기 위하여 수학 방정식을 쓰기 등)이 그것이다.

② 인지적 전략

- 문장제 해결을 위한 인지적 전략 수업의 특징은 문제해결의 인지적 모형에 따라서 수업이 구조화된다는 것이다. 학습문제를 가진 많은 학생들이 문제 해결의 단계를 계획하고 모든 단계를 완성하는데 어려움을 가진다(Mercer & Mercer, 1998)는 사실을 전제로 인지적 전략들을 학생들이 독자적으로 적용하도록 도울 수 있는 단계들이 개발되어 왔다.

③ 문제 상황에 관한 그림 그리기

- 몇몇 연구자들은 수학 문제의 언어적 형식을 그림 형식으로 변환하게 함으로써 그 문장제를 보다 쉽게 분석하도록 학생들을 도울 수 있다고 주장한다(Essen & Hamaker, 1990).

④ 어림잡기(Kamos & Kamos, 1985)

- 어림잡기(estimation)란 주어진 숫자들을 반올림하여, 그것을 계산하고, 그 계산의 합리성을 검토하는 것이다. Bley와 Thornton(1994)이 지적하듯이, 어림잡기는 효율적인 문제 해결을 위한 중요한 사전 기술로서 훌륭한 문제해결자가 일상적인 문제해결 활동에 흔히 사용하는 전략이다.

⑤ 계산기의 사용

- 1987년에 NCTM은 공교육에 있어서의 계산기 사용에 관한 입장을 표명하였다. 협의회는 “모든 학년의 학교 수학 프로그램에 계산기의 사용을 통합”하도록 추천하였다. 문장제 해결에 있어서 계산기 사용의 이점은 학생들이 문제 안의 계산을 신속하게 수행할 수 있어서 문제 해결 과정 자체에 집중할 수 있을 것이다(NCTM, 1987).

⑥ 후진법(Kamos & Kamos, 1985)

- 후진법(Working backwards)은 어떤 종류의 문장제를 해결하기 위한 유용한 전

략이다. 교육자들은 어떤 상황의 결과를 알고 있고 초기 조건을 발견할 필요가 있는 문제를 해결할 때 후진법 전략을 사용할 필요가 있다고 제안한다(D′Augustine & Smith, 1992).

⑦ 패턴 찾기(Lousiana State Department of Education, 1986)
- 패턴 찾기는 여러 학년 수준에서 많은 학습 활동에 사용되어져온 전략이다. 패턴 인식을 통한 문제 해결 활동은 학생들이 귀납적 추리와 문제 해결 기술을 개발하도록 도울 수 있다(O′Daffer, 1985).

⑧ 핵심어 전략(Miller & Mercer, 1993; Sowder, 1988)
- 핵심어 전략은 모든 학년에 있어서 일반 및 특수교육교사에 의해 흔히 사용되는 전략이다(Burns & Lash, 1988).

이러한 다양한 전략들을 수학적 문장제 해결에 적용할 수 있다. 그러나, 이러한 여러 가지 전략들 중에서 과연 어떤 방법이 어떤 학생들의 문장제 해결능력 향상에 효과적인지에 대해서 종합적으로 연구된 바는 거의 없다. 해외의 경우에는 Xin과 Jitendra (1999)가 학습 문제를 가진 학생들에 대한 수학 문장제 문제해결 중재 연구들을 검토하고 표상 기법, 전략 훈련, CAI, 그리고 기타 연구로 분류하여 중재 효과를 비교한 것을 비롯하여 몇가지 종합적인 분석을 시도한 연구들(Lee, Dae-Sik, 2000; Kroesbergen & Van Luit, 2003; Chen, Han-Wei, 2004)이 있으나, 국내에서는 각기 다른 두 종류의 교수방법을 실험적 비교연구로 알아본 것이 전부이다. 예를 들어, 장진섭(2001)은 자기조정전략과 문제해결전략의 효과를 실험적으로 비교하였고, 이옥인(2004)은 또래주도 자기교시전략과 교사주도 자기교시전략의 효과를 비교하였고, 박명희(2006)는 자기교시훈련과 또래지도학습 프로그램의 효과를 비교하였고, 신원식(2006)은 초인지적 문제해결 모형 집단과 핵심어 전략 집단을 비교하였다. 따라서, 본 연구에서는 국내 학위논문을 조사하여 문장제 문제해결 교수방법들을 살펴보고 그 중재 효과를 메타분석 방법을 활용하여 알아본다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 자료 수집

이 연구에서는 수학적 문장제 문제해결에서 어떠한 교수 방법을 사용하고 있으며

그 효과가 어떠한지를 알아보기 위하여 국내에서 이루어진 문장제 문제해결 중재에 관한 학위논문을 검색하여 이를 분석하였다. 자료 검색은 온라인 검색방법을 이용하였으며 국내 학위논문의 수집은 국회도서관, 국립중앙도서관을 주로 이용하였다. 자료 수집 기준은 연구대상이 장애학생이고 독립변인이 교수방법 관련변인이며 종속변인이 수학 문장제 문제해결력인 연구들만을 분석대상으로 하였다. 이 연구에서는 감각장애아동을 대상으로 한 중재연구는 제외하였고, 학습부진, 학습장애, 정신지체 등의 인지적 또는 학습 문제를 가진 학생들에 대한 다양한 수학 문장제 문제해결 중재를 장애학생에 대한 문제해결 중재로서 함께 분석하였다.

이러한 기준에 따라서 검토한 결과, 장애아동의 문장제 문제해결력을 종속변인으로 하는 수집 및 분석된 중재 연구(국내 학위 논문)의 수는 모두 63편이었다.

2. 연구 특성의 코딩

1) 교수방법의 코딩

Xin과 Jitendra(1999)는 문장제 문제해결 교수방법을 표상 기법, 전략 훈련, CAI, 기타로 4분류한 바 있다. 그러나 그는 이러한 분류가 상호배타적이지 않고 교수방법들이 서로 비슷한 구성요소를 많이 공유하고 있어서 그 연구의 기본적인 지향점에 따라 분류하였다고 하였다. 본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 사전에 인위적으로 분류하기 보다는 상향식 접근법(bottom-up approach)을 취하여 각 연구물에서 사용된 교수방법을 연구자가 보고한 대로 기록하여 동일한 교수 유형별로 분류하였다.

2) 기타 변인의 코딩

연구 형태, 대상 학년, 장애 유형, 대상 인원, 수업 회기 등의 기타 관련 변인을 엑셀 프로그램을 활용하여 코딩하고 연구 형태가 집단 실험인 것만을 분리하여 기타 변인의 특성을 제시하였다.

3. 통계 처리

먼저 분석대상 논문들의 개별적인 효과 크기를 계산하였고, 이러한 효과 크기들의 분포가 동질적인가를 알아보기 위해 동질성 검정인 QT(Hedges & Olkin, 1985)를 실시하고 평균효과크기의 유의성을 알아보기 위한 신뢰구간을 알아보았으며, 교수 방법에 따라 평균효과크기에 차이가 있는지를 알아보기 위한 범주적 메타 분석으로서 집단별 효과크기에 대한 분산분석을 실시하였다. 통계 처리는 메타분석 전문 소프트웨어인 metawin 2.0을 사용하여 실시하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 수학 문장제 문제해결 교수방법의 종류

국내 학위논문 중 장애학생을 대상으로 한 수학 문장제 문제 해결 중재 연구에 나타난 교수 방법은 다음과 같이 10가지로 분류되었다.

1) 표상 기법

학습자가 문제를 해결하기 위한 과정은 내적 표상과 외적 표상의 과정을 거친다. 내적 표상은 문제를 이해하기 위하여 외적으로 표현된 문제와 일치하는 사물과의 관계를 마음속으로 그려보는 것을 의미한다. 즉 문제를 내적으로 표상한다는 것은 학습자가 가지고 있는 경험이나 지식 등에 비추어 일련의 정신적 상황을 형성하는 것이다. 따라서 학습자의 상황에 따라 같은 문제라도 각기 다른 내적 표상을 할 수 있다. 외적 표상은 문제를 해결하는 데 있어서 그림을 그려보거나, 목록을 적어나가거나, 식을 세우거나, 스케치를 하는 방법 등으로 문제를 이해하고자 하는 것이다. 외적표상은 내적 표상을 도와주는 것으로 문제에 포함되어 있는 정보를 기억하게 하고 문제에 제시된 새로운 관계를 알아내는 데 많은 도움을 준다(이영선, 2003). 이러한 표상 능력을 훈련시킴으로써 문제해결력을 향상시키고자 했던 국내 연구는 <표 3>과 같다. <표 3>에서 볼 수 있는 것처럼, 같은 표상 훈련이라고 하더라도 중재의 상세한 내용에는 다소간의 차이가 있었지만 전체적인 맥락에서 같은 범주로 포함시켰다.

2) 김윤옥(2001)의 문제풀이 전략 적용 연구

김윤옥(2001)의 문제풀이 전략은 학생들의 문장제 문제해결능력을 향상시키기 위한 전략으로 문제를 읽고 요구사항을 찾고 정보와 단서를 이용하여 문제 유형을 파악하고 문제를 해결할 단계를 생각하며 식을 세워 문제를 해결한 결과를 기록한 후 계산한 결과를 검산하는 과정이다. 김윤옥(2001)은 이를 '문제풀이'라는 두문자어를 사용하여 기억하기 쉽도록 절차화하였다(유혜자, 2003). 이러한 네 단계는 다시 하위 10단계로 제시되어 있으나, 연구에 따라 하위 단계는 다소 다르게 제시되기도 하였다. 이러한 문제풀이 전략을 독립변인으로 하여 이루어진 연구는 <표 3>에서와 같다.

3) 자기교시 전략 활용 연구

자기교시 전략을 활용한 연구들은 대부분 Meichenbaum과 Goodman(1971)의 자기교시(self-instruction) 훈련을 바탕으로 하고 있었다. 자기교시 훈련은 내적인 자기조정적 언어를 개발하는데 중점을 두고 있으며 궁극적으로 언어가 행동을 안내한다는 이론

에 근거하는 것이다. 이러한 자기교시 훈련을 독립변인으로 사용한 국내 연구는 <표 3>과 같다. 고명희(2004)의 연구는 '학습전략'이라는 독립변인으로 시행되었으나 독립변인이 자기교시 방법을 사용하여 투입되었기 때문에 자기교시 활용 연구에 포함시켰다.

4) 인지-초인지 전략 훈련 연구

여기서 인지-초인지 전략을 적용한 것으로 분류된 논문들은 Montague(1992)의 인지-초인지 문제해결 전략 모형에 기초한 것과 Harris와 Graham(1992)의 모델 또는 Zimmerman과 Martinez-Pons(1986)의 모델을 바탕으로 한 연구인 자기조정 훈련 연구였다.

(1) Montague(1992)의 인지-초인지 문제해결 전략

Montague(1992)는 앞서 이론적 배경에서 언급한 수학적 문제 해결을 위한 7단계 전략을 제의하였다. 더불어, 이상과 같은 인지 전략의 교수와 함께 인지전략들을 인식하고 조절하는데 필요한 초인지적 능력을 강조하여 전략적 지식의 획득과 사용에 필요한 자기교시, 자기 질문, 그리고 전략을 통제하기 위한 자기 모니터링을 학생들이 하도록 교수한다. 이러한 전략 훈련을 실시한 국내 학위 연구는 <표 3>과 같이 14편에 이른다.

(2) 자기조정 훈련 적용 연구

자기조정(자기조절) 적용 연구는 크게 Harris와 Graham(1992)의 모델을 바탕으로 한 연구와 zimmerman과 Martinez-Pons(1986)의 모델을 바탕으로 한 연구로 대별할 수 있었다. Harris와 Graham(1992)의 모델은 다섯 가지 단계적 전략(문제를 소리 내어 읽기, 중요한 단어를 찾아 동그라미 하기, 그림을 그려서 어떤 상황인지 알아보기, 수식을 쓰기, 답을 쓰기)을 8단계의 자기조절적 전략 발달 절차로 교수하는 과정으로 되어있다.

Zimmerman과 Martinez-Pons(1986, 1988)의 자기조절 학습전략은 자기평가, 조직화 및 변형, 목표설정 및 계획, 정보추구, 기록 및 점검, 환경구조화, 자기강화 및 처벌, 시연 및 기억, 사회적 도움 추구, 복습하기 등의 14가지 전략으로 구성되어 있다. Harris와 Graham(1992)이나 Zimmerman과 Martinez-Pons(1986)의 자기조정(자기조절) 학습전략을 활용한 국내 학위 연구는 각각 3편이 발견되었다.

5) Polya의 모형을 기반으로 한 연구들

Polya의 모형을 기반으로 독립변인을 구성하여 시행된 연구들이 있었다. Polya의 모형만을 대상으로 한 연구가 2 편(윤상현, 2003; 임은미, 2005)였으며 Polya의 모형을 기초로 해서 다른 전략 모형을 조합한 연구가 2 편(채수경, 2004; 황성아, 2006) 있었으며, 강창석(2000)의 경우에는 Polya의 모형을 기반으로 하였다고 명시되지는 않았으나 그가 사용한 문제해결전략의 특성과 결과 분석에 있어서 이해, 전략지식, 계획, 정답, 검

산이라는 요인대로 분석한 것을 토대로 하여 Polya의 모형을 기반으로 했음을 추정할 수 있었기에 이 유형에 포함시켰다.

6) 컴퓨터 활용 교수

컴퓨터를 활용한 문장제 문제해결 교수에 관한 연구는 일반적인 관심도에 비해서 적은 수의 연구가 이루어졌다. 찾아진 4개의 국내 연구 중 문향(200)과 남윤석(2006)은 수학 문장제 코스웨어를 개발하여 중재하였으며, 장영숙(2003)은 상업화된 프로그램을 사용하였고 김성선(2007)은 문제해결 교육용 CAI 프로그램을 사용하여 문장제 문제해결을 교수하였다.

7) SQ3R 독해 훈련

SQ3R 독해전략은 Robinson이 1946년에 독해력 향상을 위한 전략으로 만든 것으로서 설명문 계통의 글을 효과적으로 읽는 방법이다. 개관(Survey), 질문(Question), 읽기(Read), 암송(Recite), 복습(Review)의 다섯단계로 구성되어 있으며, 각 단락별로 개관-질문-읽기-암송의 4단계를 거친 후 마지막으로 복습하는 것이다. 이러한 SQ3R을 문장제 문제해결력 향상을 위한 교수방법으로 적용한 연구는 3편이었다.

8) 기타

기타의 중재로는 일지쓰기 활동을 적용한 연구(구윤숙, 2002), 구체물 조작 활용 연구(김광숙, 2004), 문제 만들기 활동을 적용한 연구(어문수, 2004) 등 3가지 유형의 교수방법이 각 1편씩의 논문에서 사용되었다.

<표 3> 수학적 문제해결력 향상을 위한 교수방법의 유형별 내용

유형	저자명	학위년도	교수방법	중재 상세 내용
표상	조은경	1997	표상	Mayer(1987)가 제시한 문제해석훈련·셰마훈련과 Derry(1987)의 TAPS 요소를 기반으로 시행
	곽행숙	1999		문제의 재진술-목표확인-문제의 표상-수학적 식 세우기와 풀기-검산의 순으로 단서 제공
	박수현	2000		문제의 재진술, 목표확인, 문제의 표상, 수학적 전략 사용하기, 검산
	이영선	2003		Mayer(1987)의 문제해석훈련·쉐마 훈련의 요소를 충분히 반영하고 Polya의 문제해결단계를 기본으로 한국교육개발원에서 제시한 문제해결전략을 적용
	신진숙	2003		그래픽을 이용한 표상 훈련
	김춘미	2004		Nancy, Diane, Brian, 그리고 Terry(2003)의 연구를 참고로 처음, 변화, 연산, 결과, 해답의 순서로 표상 학습

유형	저자명	학위년도	교수방법	중재 상세 내용
문제풀이	유혜자 박경숙 남현정 조주연 류대옥 한영란	2003 2004 2005 2005 2006 2007	문제풀이 전략	김윤옥(2001)의 문제풀이전략을 그대로 사용하거나 하위 단계를 연구자가 일부 수정하여 사용
자기교시	김연옥 최방미 김영애 한사영	2001 2001 2002 2002	자기교시	Meichenbaum과 Goodman(1971)의 자기교시 전략
	김영미	2005		Meichenbaum과 Goodman(1971)의 모델을 기본으로 이도형(1999)이 개발한 프로그램을 연구자가 재구성하여 적용
	임효진	2005		Meichenbaum과 Goodman(1971)의 5단계를 6단계로 수정(오류 특성 탐색을 1단계로 추가)
	김복임	2005		Meichenbaum과 Goodman(1971)이 제시한 자기교시 훈련 적용
	신연숙	2005		Meichenbaum과 Goodman(1971)
	안병희	2005		Meichenbaum과 Goodman(1971)의 모델을 과제에 맞게 수정 사용
	이수정	2006		자기교시훈련을 적용한 문제 만들기 활동
	강송희	2007		구체적이고 조작적인 활동을 통해 Meichenbaum과 Goodman(1971)의 자기교시 전략 사용
	이영희	2007		Meichenbaum과 Goodman(1971)의 자기교시전략
	이강옥	2007		Meichenbaum과 Goodman(1971)의 모델을 과제에 맞게 수정 실시
	조미원	2007		Meichenbaum과 Goodman(1971)의 모델을 과제에 맞게 수정 사용
	고명희	2004	학습전략	Think aloud(Camp, & Bash, 1981, 1985), Kendall과 Brawell(1993), 김윤옥(2000)의 학습부진아동을 위한 교수-학습전략을 참조하여 만든 문제의 정의, 계획, 실행, 평가 4단계의 문제해결전략을 자기교시 방법으로 지도
인지-초인지 문제해결 전략 교수	김영표	1998	인지-초인지 문제해결 전략 교수	Polya(1945)의 문제 해결 과정을 바탕으로 Montague(1997)의 인지-초인지 전략 교수 방법을 참고하여 모형을 구성
	고승희	2004		Montague(1992)의 모형에 자기강화 추가
	김경미	2006		Montague(1992), 최세민(2001), 배정아(2001)을 참고하여 귀인훈련과 인지-초인지 전략을 연합
	김선옥	2006		Montague(1992)의 인지-초인지 문제해결 모형을 중심으로 실시
	정경선	2002		사례1(초인지훈련-김영표(1998)모형 사용), 사례2(목표설정 훈련-정의적 요소를 자극해 문제해결력 신장을 촉진하고자 사용), 사례3(목표설정-초인지 훈련)

유형	저자명	학위년도	교수방법	중재 상세 내용
인지-초인지 문제해결 전략교수	박현숙	2007	인지-초인지 문제해결 전략교수	박영태(1990)의 문제해결모형을 토대로 Montague의 인지-초인지 전략교수를 사용한 김영표(1998)와 김선옥(2006)의 모델을 참고로 하여 사용
	박영자	2002		Montague(1992) 모형을 참고하여 김애경(1996)이 6단계로 제시한 것을 사용
	이계순	2005		Montague(1992) 모형을 바탕으로 김영표(1998)가 개발한 훈련 모형을 재구성하여 사용
	신혜영	2006		1차 중재 : 문제의 정의-대안 산출 및 선택-전략점검-실행-자기평가-채점-발문“새로운 방법은 없을까?”-전략수정-교정(교사 중재) 2차 중재 : 문제의 정의-대안 산출 및 선택-전략점검-실행-자기평가-채점한 문제지를 보여줌(아동 스스로 대안찾기)
	김현진	2007		Montague의 인지전략 중 그림그리기와 다시 말하기 단계를 삭제하여 다섯 단계로 단순화
	이필애	2007		Montague(1992)의 인지-초인지 전략 모형을 수정하여 사용
	표찬수	2004	학습전략	Montague(1997)의 수학 문제해결을 위한 인지·초인지 전략 7단계를 일부 수정하여 사용
	조명수	1998	자기교시	Montague(1992)의 인지-초인지 전략모형 7단계를 근간으로 연구자가 6단계인 '계산' 과정을 "계산절차와 과정을 내적언어를 통하여 자기교시하면서 연산식을 써서 계산한다"로 고치고 7단계인 "평가"에 자기보상 및 피드백 단계를 추가하여 사용
	배정아	2001	인지-초인지/도식	도식(Jitendra와 Hoff(1996)의 연구에서 나온 도식을 수정한 것)과 인지-초인지 훈련(Montague, 1992)
	장해옥	1994	자기조정	Harris와 Graham(1992)의 모델을 연구자가 과제에 맞게 문제해결 이전 단계, 문제해결 단계, 문제해결 후의 단계로 구분하여 실시
	정일호	2000	학습전략	Harris와 Graham(1992)의 모델을 사용
	남경욱	2004	자기조정	Harris와 Graham(1992)의 모델을 사용한 장해옥(1994)의 훈련방법을 기초로 함
	신선희	2002	자기조절 학습전략	Zimmerman과 Martinez-Pons(1986)의 14가지 자기조절 학습전략을 아동이 훈련할 수 있도록 개발한 문병상(1993)의 프로그램을 재구성
	박은성	2003		
	이선재	2005		Zimmerman과 Martinez-Pons(1986)의 14가지 자기조절 학습전략을 아동이 훈련할 수 있도록 개발한 김용수(1998)의 연구 자료를 수정하여 사용

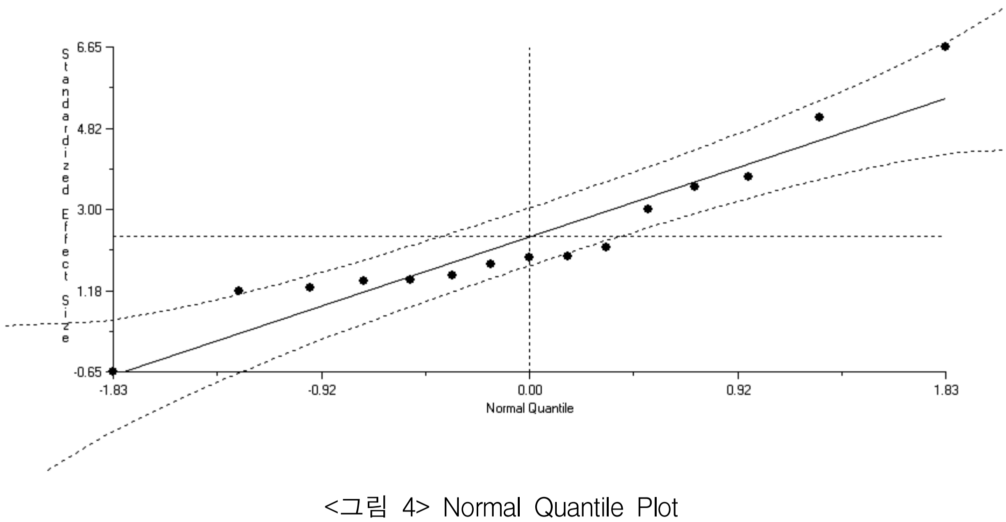
유형	저자명	학위년도	교수방법	중재 상세 내용
Polya의 모형	강창석	2000	문제해결 전략	5개 전략(식만들기, 그림그리기, 표만들기, 규칙성 찾기, 거꾸로 풀기) 훈련
	윤상현	2003	문장제 해결 전략	Polya의 4단계 문제해결 전략을 바탕으로 지도
	채수경	2004	역동적 평가에 기반한 문제해결전략 지도	역동적 평가 결과에 따라 Polya(1957), Scheonfeld(1980), Montague(1992, 1997)와 강옥기(1985)가 제시한 문제해결전략 중에서 선정.
	임은미	2005	Polya의 문제해결 전략	Polya의 문제해결전략
	황성아	2006	문장제지도프로그램	Polya의 문제해결 과정을 바탕으로, charles와 lester(1982)의 전략과 한국교육과정 평가원의 문제해결전략, 녹천초등학교의 기초기본학습정착을 위한 지도 전략을 참고하여 수학 문장제 지도를 위한 전략 유형을 선정하고 직접교수방법으로 전략 수업
	이난숙	2007	문제해결 전략훈련	Polya의 4단계에 따라 실시하였으며 계획작성 단계에서 표 만들기, 그림 그리기, 식 세우기, 거꾸로 풀기 등을 전략으로 사용
CAI	문 향	2000	컴퓨터 보조 학습	초등학교 수학 교과서 1학년 1학기-3학년 1학기 교과서에 나오는 덧셈, 뺄셈 문장제를 바탕으로 '수학 문장제 코스웨어'를 개발하여 사용
	장영숙	2003		아리수 미디어 수학교실(상업용 소프트웨어) 사용
	남윤석	2006		스케폴딩 기반 수학 문장제 코스웨어를 개발하여 사용
	김성선	2007		김윤옥의 문제풀이 전략을 활용하여 컴퓨터 보조학습으로 지도
독해전략	조영희	2003	독해전략	SQ3R 독해전략훈련
	문정은	2007		
	김지현	2007	수학문장제의미파악훈련	SQ3R 독해 훈련과 SQ3R을 활용한 문장제 번역 훈련(식 세우기) 실시
기타	구윤숙	2002	일지쓰기	도입, 시범, 연습, 정리의 4단계 중 정리 단계에서 일지쓰기 활동
	김광숙	2004	조작물 사용	구체적 조작물(프뢰벨의 은물) 사용
	어문수	2004	문제설정 교수	조건변경, 결과변경, 임의의 문제설정 과정 등을 통한 문제 만들기 수업

교수방법 : 각각의 연구물에서 제시한 독립변인
중재 상세 내용 : 각각의 연구물에서 사용한 실제 중재 모델 및 전략

2. 집단 실험 연구에 대한 분석 결과

첫 번째 연구 문제를 해결하는 과정에서 나타난 10가지의 중재 방법에 따른 연구물 전체 63편중에서 집단을 대상으로 한 실험 연구 20편의 연구 특성 및 개별 효과 크기는 <표 4>와 같았다. 아쉽게도 김윤옥의 문제풀이 전략을 활용한 집단 연구와 CAI를 적용한 집단 연구는 한 편도 없었다. 효과 크기는 -.29(일지쓰기)에서 3.75(도식 및 인지-초인지 훈련)의 범위를 나타내었으며, 효과 크기가 제시된 모든 연구의 효과크기 분포는 <그림 4>와 같다. 본 연구의 메타분석에서는 통제집단이 있는 연구만을 분석의 대상으로 하였으므로, 강창석(2000), 곽행숙(1999), 어문수(2004), 문정은(2007)의 연구는 통제집단이 없는 한 집단 전후검사 실험설계라서 효과크기가 계산되지 않았고 김현진(2007)은 문장제 점수가 단일점수로 제시되지 않아서 역시 효과크기를 제시하지 않았다.

그래서, 총 15 개의 효과크기에 대하여 전체 평균 효과크기를 계산하였더니 효과크기의 유일한 변이가 표집 오차라고 가정하고 모든 연구에 의해 공유되는 하나의 진정한 효과크기가 존재한다고 보는 고정효과모형(fixed effect model) 아래에서 1.03이었다. 이 값은 95% 신뢰수준에서 .79에서 1.27의 신뢰구간을 가진 것으로 분석되어 신뢰구간에 0이 포함되어 있지 않아 유효한 평균 효과 크기였으며 이는 Cohen(1992)의 d를 기준으로 했을 때에 .2는 작은 효과, .5는 중간, .8 이상은 큰 효과를 가진 것으로 판단한다는 기준에 따라 큰 효과 크기로 파악되었다. 즉, 15개 효과크기의 평균이 1.03으로 추정되고, 이러한 값은 적어도 .79보다는 크고 1.27보다는 작은 범위에 있음을 95% 신뢰할 수 있다는 뜻이다. 그러나, 효과크기 분포의 동질성 검정 결과 Q(14) = 46.17로서 유의확률이 .05보다 작아서 동질적이지 않은 것으로 나타났다. 즉 조절변인(moderator)의 존재를 암시하는 것이다.



<그림 4> Normal Quantile Plot

<표 4> 집단 중재 연구의 연구 특성 및 효과 크기

교수 방법	연 구 자	대상 학년	장애유형	대상 인원	수업 회기	효과 크기
표상 기법	조은경(1997)	중등	학습장애	30	12	1.55
	곽행숙(1999)	중등	학습장애	30	20	-
자기교시	김영애(2002)	중등	정신지체	60	16	2.16
	한사영(2002)	중등	학습부진	10	21	1.53
	김영미(2005)	초등	ADHD	20	16	1.89
	임효진(2005)	초등	학습부진	10	12	.81
인지-초인지 전략 훈련	김영표(1998)	초등	정신지체	10	7	.76
	김선옥(2006)	초등	학습부진	30	18	.67
	김현진(2007)	초등	정신지체	48	25	-
	배정아(2001)	초등	학습장애	20	15	3.75
	장해옥(1994)	초중등	학습장애	40	24	.63
	남경욱(2004)	고등	정신지체	14	12	.85
	이선재(2005)	초등	학습부진	30	15	1.19
Polya의 문제해결훈련	강창석(2000)	초등	경계선급	24	20	-
	윤상현(2003)	초등	학습부진	30	20	.51
	채수경(2004)	초등	학습부진	33	12	.50
	황성아(2006)	초등	학습장애	24	13	.81
독해 훈련	문정은(2007)	중등	학습부진	5	-	-
일지쓰기 훈련	구윤숙(2002)	초등	학습장애	20	10	-.29
문제설정 교수	어문수(2004)	초등	학습부진	15	8	-

3. 교수방법에 따른 범주적 메타분석 결과

조절변인으로서 가장 강력한 후보 변수인 교수방법에 따라 범주적 메타분석을 실시하였다. 이를 위해 개별 연구의 효과 크기가 계산되었더라도 범주적 메타분석에서는 최소 2 개 이상의 효과크기를 요구하기 때문에 각각 1편의 연구만이 포함된 표상기법, 일지쓰기 중재가 분석에서 제외되었다. 또한, 3.75의 효과크기를 나타낸 배정아(2001)의 연구는 상대적으로 높은 효과크기를 나타내었는데 <그림 4>와 같이 그 값이 이상치라는 증거는 없었으나, 인지-초인지 전략 훈련에 도식 훈련이 함께 적용된 연구라서 다른 인지-초인지 전략 훈련 연구와 구별된다고 보아 분석에서 역시 제외하였다.

그래서 최종적으로 12편의 연구에 대해 분석이 이루어졌으며 그 평균 효과 크기는 1.01이었다. 이 값은 95% 신뢰수준에서 .74에서 1.28의 신뢰구간을 가진 것으로 분석되어 신뢰구간에 0이 포함되어 있지 않아 유효한 평균 효과 크기였으며 이는 Cohen의 d

를 기준으로 했을 때에 큰 효과 크기로 파악되었다. 그러나, 동질성 검정 결과 Q(11) = 22.51로서 유의확률이 .05보다 작아서 동질적이지 않은 것으로 나타났다. 즉, 추가적으로 3편의 연구가 분석에서 제외되었지만 그래도 동질적이지 않으므로 조절변인에 따른 분석을 필요로 하였다. 교수방법을 가능한 조절변인으로 보고, 중재 방법에 따라 각각의 하위집단을 형성하여 각각의 중재 집단별 동질성 검정을 실시한 결과는 <표 5>와 같다. 즉, 각각의 하위집단은 Q 검정 결과 모두 동질적인 것으로 나타났다.

<표 5> 동질성 검정 결과

하위집단	연구물 수	Q	df	P(Chi-square)
인지-초인지	5	1.3657	4	0.85014
자기교시	4	3.5788	3	0.31069
Polya의 전략	3	0.3786	2	0.82753

이어서 세 가지 교수방법의 효과크기 사이에 차이가 있는지 알아보기 위해 분산분석을 실시하였다. 그 결과는 <표 6>과 같다. 즉, 교수방법에 따라서 집단간에 효과 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그 외의 설명되지 않은 이질성은 존재하지 않는 것으로 나타났다. 즉, 다른 조절변인은 존재할 가능성이 적은 것으로 파악되었다.

<표 6> 교수방법에 따른 분산분석 결과

모형	df	Q	P(Chi-Square)	P(Rand)
집단간	2	17.1889	0.00019	0.015
집단내	9	5.3231	0.80529	
전체	11	22.5119	0.02069	

끝으로, 각 교수방법의 평균효과크기와 그 신뢰수준은 <표 7>과 같다. 즉, 비교된 세 가지 교수방법의 평균효과크기는 자기교시가 가장 컸으며, 다음은 인지-초인지 전략, Polya의 전략 순이었다. 그러나, 인지-초인지 전략 교수와 자기교시 훈련은 신뢰구간에 0을 포함하고있지 않아서 효과크기가 유효하였으나 Polya의 문제해결 전략 교수는 신뢰구간에 0을 포함하고 있었다. 즉 효과가 없을 수 있다는 것이다. 다시 말해서 신뢰롭게 문장제 문제해결력 향상에 효과가 있다고 말할 수 있는 것은 자기교시 훈련과 인지-초인지 전략 교수이었다.

<표 7> 평균효과크기

집단	연구물 수	E+	df	95% CI
인지-초인지	5	0.7987	4	0.2791 to 1.3183
자기교시	4	1.8531	3	1.0853 to 2.6209
Polya의 전략	3	0.5873	2	-0.3574 to 1.5321

Ⅳ. 논의

장애학생들의 문장제 문제해결력을 향상시키기 위한 다양한 중재 연구들이 이루어져 왔으며 현재도 이루어지고 있는 상황에서 지금까지 누적된 연구결과를 토대로 어떤 교수방법들이 장애학생들의 문장제 문제해결력 향상을 위해 시도되었으며, 그 결과 어떤 교수방법들이 가장 효과적인지를 알아 그 특성을 분석하는 일은 매우 필요한 일이다. 이러한 연구 결과를 토대로 해서 증거에 기초한 중재(evidence-based intervention)가 보다 효과적으로 가능해질 수 있기 때문이다.

이러한 목적을 이루기 위하여 본 연구에서는 1990년대 이후 2007년까지 국내에서 이루어진 장애학생 대상의 문장제 문제해결 중재 연구에 관한 학위 논문 63편을 분석하였으며 그 결과 10가지의 주요 교수방법이 도출되었다. 이러한 10가지 중재 방법들을 관련 연구가 많았던 순서대로 나열하면 인지-초인지 수학 문장제 문제해결 전략 훈련(20편), Meichenbaum 과 Goodman(1971)의 자기교시 전략(15편), 김윤옥(2001)의 문제풀이 전략(6편), 표상 중재(6편), Polya의 모형 적용 연구(6편), CAI 중재(4편), 독해 전략(3편)의 순서였으며 그리고 3가지 유형의 기타 연구(일지쓰기, 조작물 사용, 문제설정 교수)가 각 1편씩 있었다.

이들 논문에 대하여 메타분석을 실시하기 위해 집단을 실험 대상으로 하여 연구된 논문들을 분류했더니 인지-초인지 수학 문장제 문제해결 전략 훈련(7편), Meichenbaum 과 Goodman(1971)의 자기교시 전략(4편), 표상 기법 중재(2편), Polya의 문제해결훈련 연구(4편), 독해 전략(1편), 일지쓰기(1편), 문제설정 교수(1편) 총 20편이 추출되었다. 이 중에서 효과크기의 계산이 불가능한 5편의 연구를 제외한 15편의 연구에 대한 장애학생의 문장제 문제해결력 향상을 위한 모든 교수방법의 평균 효과크기는 1.03이었으나 동질적이지 않았다.

그래서, 연구 수의 부족으로 메타분석이 안되는 2편의 연구, 그리고 혼합된 교수 방법을 사용한 1편 등 3편의 연구가 다시 제외되고 남은 12편의 연구에 대하여 범주적 메타분석을 위한 동질성 검정과 효과크기의 신뢰구간 확인, 그리고 분산분석을 실시하였다.

그 결과, 평균 효과크기는 1.01이었다. 그러나, 효과 크기의 동질성 검정 결과 동질

적이지 않은 것으로 파악되어 조절변인이 있을 수 있음을 확인하고, 인지-초인지 전략 훈련, 자기교시 전략 훈련, Poly의 문제해결전략 훈련의 3가지 교수방법에 따른 범주적 메타분석을 실시한 결과 교수방법에 따라서 효과 크기에 차이가 있었다. 즉, 자기교시 전략 교수가 가장 큰 효과크기를 나타내었고, 다음으로는 인지-초인지 전략 교수가 큰 효과크기를 나타내었다. 그러나, Polya의 문제해결 전략 교수는 효과가 없음이 드러났다. 이러한 결과는 학습장애학생들에 대한 문장제 문제해결력 교수방법들의 효과크기가 .97이라고 한 Han-Wei Chen(2004)의 연구, 특수교육요구아동에 대한 수학적 문제해결 중재의 효과크기가 .84라고 한 Kroesbergen과 Van Luit(2003)의 연구, 그리고 학습 문제를 가진 학생들에 대한 인지적 전략의 평균효과크기가 1.01이라고 한 Xin과 Jitendra (1999)의 연구 결과와 크게 다르지 않다. 또한 Kroesbergen과 Van Luit(2003)은 직접교수, 자기교시, 매개/보조적 수업의 효과를 비교하였는데, 이들 역시 3가지 방법 중 자기교시의 효과가 1.77로 가장 크다고 했다는 점에서 본 연구의 결과(1.85)와 유사하다.

따라서, 본 연구에서 알아본 장애학생의 문장제 문제해결력 향상을 위한 3가지 교수방법 중에서는 자기교시 전략 교수의 효과가 가장 크며 적합한 교수방법이다.

하지만, 본 연구는 첫째, CAI나 김윤옥의 문제풀이 전략 훈련사용 연구 등에 대한 집단 실험연구가 없거나 연구의 수가 부족하여 종합적인 메타분석이 이루어지지 못했으며, 각각의 교수방법에 따른 연구물의 수가 적었기 때문에 더욱 많은 연구물을 대상으로 할 경우에는 새로운 결과가 나올 가능성이 존재한다. 따라서 학위논문뿐만 아니라 학술지 등 기타의 연구물들을 모두 종합하여 분석해 볼 필요가 있다. 둘째, 본 연구에서는 집단 실험 연구만을 대상으로 하여 메타 분석을 실시하였지만, 다른 형태의 연구(예를 들면, 단일대상연구)등에 대한 보완적인 분석을 할 필요가 있다. 셋째, 서로 다른 교수방법들을 어떤 환경에서 어떻게 적용하는 것이 좀 더 효과적인지 명확히 알아보기 위해서는 교수방법 이외에도 여러 가지 가능한 조절변인에 관련한 분석이 이루어져야 한다.

참고문헌

강옥기 등(1985). **수학과 문제해결력 신장을 위한 수업방법 개선연구**. 한국교육개발원.

교육인적자원부(2001). **초등학교 수학과 교사용 지도서**. 서울 교육 대학교 국정 도서 편찬 위원회.

곽행숙(1999). 표상 학습전략이 수학학습장애교아의 문장제 문제해결력과 태도에 미치는 영향. 우석대학교 교육대학원 석사학위논문.

김영표(1997). 인지-초인지 문제해결 전략 교수가 수학 문장제 문제해결능력에 미치는 효과. 단국대학교 대학원 석사학위논문.

박명희(2006). 자기교시훈련 프로그램과 또래지도학습 프로그램이 초등학교 수학학습장애아의 수학학업성취도에 미치는 효과. 영남대학교 교육대학원 석사학위논문.

신원식(2006). 학습부진아동들의 수학문장제 해결능력 향상을 위한 학습전략 비교. 인제대학교 교육대학원 석사학위논문.
신현기(1997). 학습부진아를 위한 수학과 문제 해결 전략 고찰. **교과교육연구** 창간호 131-155.
이옥인(2004). 또래주도와 교사주도 자기교시전략이 정신지체아동의 수학 학습에 미치는 효과. 공주대학교 대학원 석사학위논문.
이영선(2003). 수학학습부진아에 대한 문장제 표상학습전략 훈련 효과. 제주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
유혜자(2003). '문제풀이' 전략 훈련이 초등학교 학습장애아동의 문장제 문제해결과 자기 효능감에 미치는 효과. 공주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
장진섭(2000). 자기조정전략 사용훈련과 문제해결전략 사용훈련이 정신지체 학생의 문장제 수학문제 해결력에 미치는 효과. 단국대학교 대학원 박사학위논문.
장진섭,하미경(2007). **발달지체아의 문장제 수학문제해결력 향상 프로그램.** 서울: 대왕사.
Case, L. P., Harris, K. R., & Graham, S. (1992). Improving the mathematical problem-solving skills of students with learning disabilities: Self-regulated strategy development. *The Journal of Special Education, 26*(1), 1-19.
Chen, Han-Wei(2004). *The efficacy of mathematics interventions for students with learning disabilities: A Meta-analysis.* Unpublished doctoral dissertation. The University of Iowa.
Dae-Sik, Lee. (2000). *A meta-analysis of mathematics interventions reported for 1971-1998 on the mathematics achievement of students identified with learning disabilities and students identified as low achieving.* Unpublished doctoral dissertation. University of Oregon.
Garcia, A. I., Jimenez, J. E., & Hess, S. (2006). Solving Arithmetic Word Problems: An analysis of Classification as a Function of Difficulty in Children With and Without Arithmetic LD. *Journal of Learning Disabilities, 39*(3), 270-281.
Hutchinson, N. L. (1992). The challenges of componential analysis : cognitive and metacognitive instruction in mathematical problem solving. *Journal of Learning Disabilities, 25,* 249-252, 257.
Kintsch, W. & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems, *Psychological Review, 92*(1), 109-129.
Kroesbergen, E. H. & Van Luit, J. E. H.(2003). Mathematics Intervention for Children with Special Educational Needs: a meta-analysis. *Remedial and special education, 24*(2), 97-114.
Meichenbaum, D. H., & Goodman, J. (1971). Training impulsive children talk themselves: A means of developing self-control, Journal of Abnormal Psychology, 77, 115-126.
Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities, *Journal of Learning Disabilities, 25*(4), 230-248.
Montague, M. (1997). Cognitive strategy instruction in mathematics for students with learning disabilities, *Journal of Learning Disabilities, 30*(2), 164-177.
Reys, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., Smith, N. L., & Suydam, M. N.(2004). *Helping Children Learn Mathematics.* John Wiley & Sons, Inc. p. 124.
Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic. in Ginburg, Herbert. (1983), *The development of mathematical thinking,* 153-195.
Sohee, Kim (2003). *Mathematical Word Problem Solving: Comparing strategies for improving performance of students with learning difficulties.* doctoral dissertation, University of

Illinois at Urbana-Champaign.
Xin, Y. P. & Jitendra, A. K.(1999). The effects of Instruction in Solving Mathematical Word Problems for Students with Learning Problems: A Meta-Analysis. *The Journal of Special Education. 32*(4), 207-225.
Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1988). Construct validity of a strategy model of student self-regulated learning, *Journal of Educational Psychology, 80,* 284-290.

The Efficacy of Instructional Methods on Mathematical word problem solving of students with cognitive disabilities : a Meta-Analysis

Young-Pyo Kim
Samyook Rehabilitation School
Hyun-Ki Shin
Department of Special Education, Dankook University

<Abstract>

Because aquisition and strengthening of mathematical word problem solving competence is very important educational objectives to students with disabilities as well as students without disabilities, Instructional methods of 63 theses for a degree(intervention studies) performed in Korea on mathematical word problem solving competence of student with disabilities were synthesized as the groundwork to know which method is most effective among various instructional methods to achieve this goal by meta-analysis.

For satisfying this purpose, We got every theses for a degree(intervention studies) performed in Korea on mathematical word problem solving competence of student with disabilities via online search and analyzed their independent variables to know their instructional methods and selected all of group intervention(20) from them. then, We meta-analyzed their effect sizes.

As a result, We classfied them ten subtypes[cognitive and metacognitive problem solving strategy instruction studies(20), self-instruction studies(15), representation technique instruction studies(6), Yun-Ok Kim(2001)'s Problem solving strategy instruction studies(6), Polya's model instruction studies(5), CAI studies(4), SQ3R reading comprehension strategy studies(3), and other three subtypes(4)]. Mean effect size of three instructional methods(cognitive and metacognitive problem solving strategy instruction, self-instruction, and Polya's problem solving model instruction) was 1.01. and Self-instructional methods are most powerful so as to strengthen mathematical problem solving ability of students with cognitive disorder.

Therefore, It is necessary to perform more deeply involved research about how correlated characteristics of instructional methods are and how different their effects are by moderators for performing evidence-based intervention.

Key Words: mathematical problem solving, word problem, instructional method, meta-analysis.

논문 접수: 2007. 10. 28 심사 시작: 2007. 11. 9 게재 확정: 2008. 3. 19