



시각적 표상을 활용한 수감각 교수가 지적장애 학생의 기본 덧셈과 뺄셈 성취도에 미치는 영향

노 소 온*

The Effect of Number Sense Instruction Using Visual Representation on Basic Addition and Subtraction Performance of Students with Intellectual Disabilities

Noh So On*

ABSTRACT

[Purpose] This study seeks to improve the basic addition and subtraction performance of intellectually disabled students who have difficulty associating the relationship between numbers and quantities. The purpose of this study is to examine the impact of number sense instruction using visual representation on the basic addition and subtraction performance of intellectual disability. **[Method]** For this purpose, three intellectually disabled students attending G Elementary School's special classes were designed to have the multi-probe across subjects design among those single subject research. **[Results]** The results of the research are as follows. First, Instruction number sense, using visual representation, improved the basic addition ability of elementary school students with intellectual disabilities. The visual representation of the addition is the 10 frame and the domino pattern. These visual representations embodied the abstraction of numbers, there by strengthening the link between numbers and quantities to elementary school students with intellectual disabilities, which had a positive effect on the achievement of addition. Second, Instruction number sense, using visual representation, improved the basic subtraction ability of elementary school students with intellectual disabilities. The activity of visualizing subtraction by utilizing the 10 frame and domino patterns seems to have had a positive effect on the achievement of subtraction for students with intellectual disabilities by enhancing the conceptual understanding of subtraction and giving visual representation to elementary school students with intellectual disabilities. **[Conclusion]** Students with intellectual disabilities generally experience difficulties in achieving subtraction and addition due to the difficulty of abstraction about numbers. However, by utilizing visual representations of numbers, the achievement of basic addition and subtraction could be improved through the inmate activities to develop the meaning of numbers and explore the relationship between numbers. The results of these studies indicate that number sense Instruction, who utilize visual representations for elementary school students with intellectual disabilities, can be used as an effective teaching method. We look forward to continuing more active research on effective addition and subtraction guidance for students with intellectual disabilities by providing basic data for future follow-up studies.

Key Words : Intellectual disability, Visual representation, Number sense, Basic addition, Basic subtraction

* 제 1저자, 경의초등학교 특수교사(nsoangel@naver.com)
Special Teacher, Gyungeui Elementary School

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

국립특수교육원이 실시한 특수교육통계(2019)에 따르면 우리나라 전체 특수교육대상자 92,956명 중 49,624명이 지적장애 학생으로 특수교육대상자 중 가장 많은 비율(53.4%)을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 장애인 등에 관한 특수교육법¹⁾에서 지적장애 학생은 지적기능과 적응 행동상의 어려움이 함께 존재하여 교육적 성취에 어려움이 있는 사람을 의미한다. 미국정신의학회(American Psychiatric Association, APA) 정신장애 진단 및 통계 편람 5판(DSM-5)는 지능이 낮아서 학습 및 사회적 적응에 어려움을 나타내고 IQ가 70미만의 지적기능을 보이는 경우에 지적장애로 분류하고 지적장애를 신경발달 장애라는 하나의 범주에 포함시켰다. 또한 미국 지적장애협회(American Association on Mental Retardation: AAMR, 2002)에서는 지적장애를 지적기능과 개념적, 사회적, 실제적 적응기술로 표현되는 적응 행동 모두에서 유의미한 제한성을 지닌 장애로 정의하였다. 이와 같이 지적장애 학생은 인지적 기능의 결손으로 인해 낮은 인지능력을 보일 뿐 아니라 단기기억의 결함, 부호화의 문제로 학교 생활과 학업 성취에 현저한 어려움을 겪는다(송준만 외, 2016; 박찬웅, 2018).

특히, 숫자와 기호를 사용하는 수학은 추상적인 개념이 강해 지적장애 학생에게 매우 어려움을 주는 교과로 인식된다(박혜경, 2018). Haylock(1984)은 지적장애 학생은 상징적인 기호를 이해하거나 수를 조작하거나 표상하기 어려워하기 때문에 기본 연산에서 실패를 경험할 가능성이 크다고 하였다. 김영태(2002)는 지적장애 학생은 수에 대한 개념을 명확히 형성하지 못하였기 때문에 기본적인 덧셈 뺄셈에 결함을 보인다고 보았다. 이에 지적장애 학생은 집합 수의 개념이 늦게 형성되고 기본 연산부터 잦은 실수를 보이며(김원경 외, 2008), 연산의 의미를 잘 이해하지 못하게 되어 한 자릿수 덧셈과 같은 기본적인 연산 문제 해결에 어려움을 보일 가능성이 높다(김정권, 김홍주, 이희동, 1986). 국내에서는 지적장애 학생이 수에 대한 추상성의 어려움과 기본적인 덧셈 뺄셈 결함으로 인한 기본 연산의 숙달에서의 어려움을 보완하고자 다양한 연구들이 진행되어왔다. 특히, 지적장애 학생의 기본 연산의 어려움은 Touchmath 전략을 중심으로 연산의 어려움을 해결하고자 한 연구가 다수를 이뤄왔다. Touchmath는 1~9까지의 숫자 위에 정해진 개수의 점을 찍어 덧셈에 활용하다가 점차 숫자만을 활용하여 수행하는 전략으로 다수의 연구에서 그 효과가 검증되었다(이규옥, 강은영, 이재원, 2019; 박성희, 2013; 김영임, 김은경, 2010). 또한 보드게임을

¹⁾ 장애인 등에 대한 특수교육법 시행령 제3장 제19조(교육부령 제188호)

활용한 연구도 지적장애 학생의 기본 덧셈과 뺄셈 능력 향상을 위한 연구로 많이 이뤄졌다. 보드게임은 학습자의 집중력을 강화하여 수학 학습 능력에 긍정적인 영향을 미치며, 오락적 기능과 교육적 기능을 가지고 있어 반복 학습에도 매우 효과적인 것으로 나타났다. 여러 국내 연구에서 보드게임이 지적장애 학생의 덧셈, 뺄셈 능력을 향상시키는데 효과적인 방법으로 나타났다(한은미, 이영철, 박근필, 2018; 박현민, 정동영, 2016). 그러나 국내 연구에서 수감각을 기반으로 지적장애 학생의 기본 덧셈과 뺄셈 능력 향상에 대한 연구는 아직 미비한 상황이다. 그러나 NCTM(2000)은 수에 대한 감각을 기르는 것과 산술적인 계산을 유창하게 하는 것을 초등교육의 핵심이라고 보았다. 이러한 수에 대한 감각을 통한 산술적인 계산능력을 향상시키는 것은 지적장애 수학교육에서도 그 중요성이 크다. 이는 수감각을 활용하는 것은 지적장애 학생이 산술적인 계산능력을 기르는데 핵심이 될 뿐만 아니라, 교실의 상황을 넘어 실생활의 문제를 해결을 위한 기초적인 지식이 되기 때문이다. Haylock(1984)는 지적장애의 기본적인 연산능력을 향상시키기 위해서는 지적장애 학생의 수학적 특성에 따라 실물을 이용하거나 직접 조작하는 등의 활동을 통해 수 개념을 이해하도록 하고 숫자나 기호의 상징을 표상하도록 유도하는 수감각적 교수적 접근이 필요하다고 보았다. 이처럼 수감각을 활용하여 지적장애 학생의 기본 연산능력을 향상시키는 것은 특수교육에도 매우 중요한 과제가 될 것이다.

수감각(Number sense)은 수가 갖는 의미를 발달시키는 것, 조작을 사용한 수 사이의 관계를 탐구하는 것, 연산의 상대적인 결과를 인식하는 것, 일상적인 대상과 상황을 측정하기 위한 기준을 개발하는 것으로 정의된다(NCTM, 1989). 국외에서는 이미 수감각의 중요성을 알고 다양한 수감각 프로그램 개발과 연구들이 진행되고 있다. 1970년대 미국에서는 “기본으로 돌아가라(Back to Basics)” 구호와 함께 산술 능력(Numeracy)라는 용어가 새롭게 등장하며 기초적인 수개념에 주목하였다. 미국수학교사협회(NCTM, 1989)는 수감각을 수에 대한 직관으로 정의하고 수학을 푸는데 반드시 필요한 요소로 보았다. 즉, 수감각이 읽기 교육에서 음운 인식 능력처럼 수학교육에 있어서 필수적이며 수개념과 연산 능력을 예측할 수 있는 변인으로 보는 것이다(Gersten & Chard, 1999). 이후 수감각과 연관된 꾸준한 연구가 계속되었다. Griffin(2004)은 숫자에 대한 지식과 기수적 값, 연산 결과 등의 수감각 내용을 포함하는 Number Worlds를 개발하였다. 또한 Fuchs(2002)는 Number Worlds를 수정한 PALS(Peer-Assisted Learning Strategy)를 개발하여 또래 교수를 활용한 수감각 교수 프로그램을 개발하였다.

국내 수감각과 관련된 연구는 주로 학습부진 학생이나 학습장애 학생을 중심으로 이뤄졌다. 송푸름(2020)은 즉지세기 기반의 수감각 교수가 초등학교 1학년 학습장애 위험학생의 수감각과 수세기에 미치는 영향을 연구하였다. 이를 위해 대상자간 중다간헐기초선설계를 통해 수감각 교수를 실시하였다. 연구 결과, 대상자 모두 즉지세기

기반 수감각 교수를 통해 수감각 및 수세기 능력이 의미있게 향상되었다. 강옥려(2010)는 활동중심 수감각 교수가 초등학교 수학 학습장애 위험학생의 수학 성취도에 미치는 영향을 연구하기 위해 시각화 활동과 구체물 활동을 중심으로 수감각 교수를 구성하였다. 그 후 사전 사후 t검증을 실시한 결과, 수감각 교수를 실시한 후에 지적장애 학생의 수학 성취도가 유의미하게 향상되었다. 그 외의 국내 수감각 관련 연구는 수감각 교수가 학습부진 및 학습장애 위험군 아동에 연산에 미치는 효과에 대한 연구가 다수를 이루었다(정현승, 김애화, 윤나영, 2020; 이윤미, 김애화, 2008; 정관용, 2013; 박보영, 2009).

반면 지적장애 학생을 대상으로 한 수감각 교수 효과성에 대한 연구는 국내에서 거의 이뤄지지 않았다. RISS(학술연구정보서비스)와 NDSL(National Digital Science Library)에서 ‘지적장애 수감각’, ‘정신지체 수감각’을 키워드로 통합 검색한 결과 이미영(2014)의 석사 논문과 김자경(2019)의 초등 저학년 경도 지적장애 학생을 대상으로 한 학술지를 포함해 단 2편만 검색되었다. 이는 2014년 이전에는 국내에서 지적장애 학생을 대상으로 한 수감각에 대한 연구가 거의 이뤄지지 않았으며, 2014년 이후의 연구 또한 2편으로 매우 제한적으로 이뤄졌음을 보여준다. 하지만 지적장애 학생에게 수감각 교육은 매우 중요하다. 이는 지적장애 학생 또한 수감각 교육을 통해 의미있는 연산 지도로 나아갈 수 있기 때문이다. 지적장애 학생은 수감각이 부족해 수의 개념 형성에 어려움이 있을 뿐 아니라 수 기호와 수량에 관해 명확한 인식이 부족하며, 집합 수와 순서수가 분리된 상태로 개념이 형성한다(Kirk & Johnson, 1972). 또한 기계적으로 수를 세고 읽을 수 있으나 수량과 관련 짓는데 어려움을 보여 수가 의미하는 바를 알기 어렵다(김원경 외, 2008). 이러한 지적장애 학생의 수학적 특징은 수와 양을 의미있게 연결하고 시공간적으로 수의 표상을 떠올리지 못해 기본 덧셈 뺄셈부터 연산의 어려움을 경험하게 한다. 따라서 지적장애 학생도 수감각을 기반으로 하여 수의 의미를 파악하고 수끼리의 관계를 통한 기본적인 연산 능력을 갖출 수 있게 도와주는 교육이 필요하다.

Gersten(2005)는 수세기와 단순 계산을 하기 위해서는 수량의 구별을 포함한 시각적, 정신적인 표상이 필요하다고 보았다. 이는 시각적인 표상이 언어적인 표상이나 기호보다 수에 대한 아이디어를 보다 구체적으로 구성할 수 있게 돕기 때문이라고 보았다. 즉, 시각적 표상은 수에 대한 추상적인 개념을 이해할 수 있게 도와주어 수학적 원리와 연산의 의미를 더 깊이 이해할 수 있게 하는 것이다. 시각적 표상은 수를 이해하기 위한 필수적인 과정이며 수에 대해 명확하고 신속한 느낌을 주는데 중요한 요소로 작용한다(Zimmermann & Cunningham, 1991). 또한 시각적 표상을 통한 수에 대한 이해는 수의 직관적 사용을 촉진시키고 수학적 이해력을 돕는다. 특히 수에 대한 이해가 부족한 지적장애 학생에게 시각적인 표상을 활용한 연산지도는 수학적 개념과 이해를 돕는 중요한 요소가 된다(Gersten et al., 2009). 시각적 표상은

지적장애 학생에게 숫자의 이면에 있는 수량에 대한 이해와 수 개념과 수 기호 간의 관련성을 명확하게 인식할 수 있게 할 것이다. 즉, 시각적 표상은 수가 의미하는 바를 명료하게 전달하여 지적장애 학생의 수 개념 형성을 도울 수 있다. 지적장애 학생은 수에 대한 시각적 표상이 형성되면 구체물과 그림이 눈에 보이지 않아도 수의 의미를 머릿속으로 떠올려 기초적인 연산을 수행하는데 도움을 받을 수 있을 것이다.

많은 지적장애 학생들이 한 자릿수 덧셈과 뺄셈 같은 기본적인 연산에서부터 어려움을 경험한다(김원경 외, 2008). 이에 많은 특수교사들은 지적장애 학생의 효과적인 덧셈, 뺄셈 교수 방법에 대한 어려움을 경험한다(이해란, 박창언, 양진숙, 2020). 따라서 지적장애 학생의 기본 덧셈과 기본 뺄셈 능력을 향상시키기 위한 국내의 다양한 연구와 효과성을 검증하는 과정이 필요할 것이다. 이는 지적장애 학생 연산 지도를 위한 근거기반의 연구가 현장의 특수교사에게 보다 효과적인 연산 교수방법에 대한 기초적인 정보를 제공해 줄 수 있기 때문이다. 또한 특수교육 현장에서 증거기반의 연산 교수를 적용함으로써 지적장애 학생의 효과적인 연산 지도를 위한 선순환적인 연구와 실천으로 이어질 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 지적장애 학생의 낮은 수감각과 수와 수량의 연결 어려움, 수량을 시각적으로 잘 떠올리지 못함으로 인해 기본 연산에 어려움을 겪는 수학적 특징을 주목하여 시각적 표상을 활용한 수감각 교수가 지적장애 학생의 기본 덧셈과 뺄셈 능력에 미치는 영향을 연구하고자 한다.

2. 연구 문제

첫째, 시각적 표상을 활용한 수감각 교수는 지적장애 학생의 기본 덧셈 능력에 어떠한 영향을 미치는가?

둘째, 시각적 표상을 활용한 수감각 교수는 지적장애 학생의 기본 뺄셈 능력에 어떠한 영향을 미치는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 U시에 소재한 초등학교 특수학급에 재학 중인 지적장애 초등학생 3명이다. 연구 대상자는 모두 특수교육대상자로 선정되어 시간제 특수교육 받는 학생들이다. 본 연구 대상자의 구체적인 선정 기준은 다음과 같다. 첫째, 지적장애

특수교육대상자로 선정된 학생, 둘째, 부모님이 연구 참여에 동의한 학생, 셋째, 기본 덧셈과 기본 뺄셈 연산에 대한 교육이 필요한 학생이다. 연구 대상자의 특성은 <표 1>과 같다.

<Table 1> Participant student ' s characteristics

	Student A	Student B	Student C
Grade(Sex)	4(M)	5(M)	4(F)
Type	Intellectual disability	Intellectual disability	Intellectual disability
K-WISC-IV	FSIQ 69 (VCI 73, PRI 82, WMI 73, PSI 71)	FSIQ 56 (VCI 62, PRI 56 WMI 58, PSI 62)	FSIQ 49 (VCI 47, PRI 52 WMI 50, PSI 68)
NISE-B · ACT	Number and operation 0.10%ile	Number and operation 0.10%ile	Number and operation 0.10%ile
Addition subtraction ability	Slowly calculate the addition of a single digit of less than 5 totals with the fingers, but mistakes are frequent. Many errors in subtraction between single digits.	Failed to calculate single-digit addition of less than 5 totals. Can read and write numbers up to 1-20. Many errors in subtraction between single digits.	Frequent errors in addition of less than five totals. Can read and write numbers up to 1-20. Single digit subtraction failure

2. 연구 기간 및 장소

1) 연구 기간

본 연구는 2019년 3월부터 2019년 11월까지 실시되었다. 3~4월은 대상자 선정 및 사전 기초선(prebaseline) 검사를 실시하였으며 본격적인 중재는 2019년 5월부터 11월 까지 실시하였다. 중재는 주 2~3회, 각 회기 당 40분씩 연구자에 의해 이뤄졌으며 중재를 시작하기 전 지능검사, 사전 기초 검사를 실시하여 대상 학생의 정보를 파악하였으며, 연구는 기초선, 중재, 유지 단계로 실시하였다.

2) 연구 장소

연구 장소는 대상 학생이 시간제로 수업을 받는 특수학급에서 실시하였다. 특수학급은 평소 대상학생이 수업을 받는 공간이라 낯설지 않으며 편안함을 줄 수 있는 장소였다. 또한 중재 시 다른 학생의 방해받지 않도록 1:1 개별 교수형태로 진행하였다. 중재는 ‘모든 아이들을 위한 신나는 수학 스페셜’ (템북, 2018) 카드개발에 참여한 본 연구자(초등학교 특수학급 교직경력 13년, 1급 정교사 자격 특수교사)가 직접 실시하였다.

3. 연구 도구

1) 한국 웨슬러 아동지능검사(K-WISC-IV)

K-WISC-IV(곽금주, 오상우, 김정택, 2011)는 언어이해지표(VCI), 지각추론지표(PRI), 작업기억지표(WMI), 처리속도지표(PSI)의 4가지 지표로 구성되어 있는 아동과 청소년의 인지 능력을 평가하기 위한 웨슬러 지능검사 도구이다. 검사의 구성은 10개의 소검사와 5개의 보충검사로 구성되어 있다. K-WISC-IV의 소검사 평균 신뢰도 계수는 .68~.89까지의 범위이며, 합산척도 신뢰도 계수는 .81~.94까지의 범위다.

2) 국립특수교육원 기초학습능력검사 수학 (NISE-B · ACT)

NISE-B · ACT(이태수 외, 2017) 수학은 특수교육대상자의 수학 기초학습 능력을 평가하기 위한 검사 도구이다. 소검사는 각 영역의 기능적 구성 요소를 고려하여 수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성 5가지 영역으로 구성되어 있다. Cronbach의 α 계수를 사용한 문항 내적 일치도는 .871에서 .982이며 Rasch모형을 이용한 문항 반응 이론 신뢰도 계수는 .91에서 .92의 범위에 있다.

3) 진전도 평가지

지적장애 학생의 기본 덧셈과 기본 뺄셈의 능력을 평가하기 위해 진전도 평가를 실시하였다. 진전도 덧셈 평가지 문항은 받아올림이 없는 (몇) + (몇), 받아올림 없는 (십 몇) + (몇), 받아올림이 있는 (몇) + (몇)에서 각각 3문항씩 12문항(각 문항당 1점)으로 구성하였다. 진전도 뺄셈 평가지 문항은 받아내림 없는 (몇) - (몇), 받아내림이 없는 (십 몇) - (몇), 받아내림이 있는 (십 몇) - (몇)에서 각각 3문항씩 12문항(각 문항당 1점)으로 구성하였다. 검사 문항은 경력 18년차 특수교사 1인과 연구자가 사전 기초선의 검사를 토대로 개발하였다.

4. 연구 절차

1) 연구 설계

본 연구의 독립 변인은 시각적 표상을 활용한 수감각 교수이며, 종속변인은 기본 덧셈과 뺄셈 능력이다. 연구 설계는 단일대상연구로 대상자간 중다간헐기초선 설계 (multiple probe across subjects)로 실시하였다. 위 설계를 위해 덧셈과 뺄셈의 수준과 교육적 환경이 유사한 수준의 대상자를 선정하였으며 대상자간 모델링, 대리 강화 등의 부수적인 효과를 최소화하기 위해 대상자를 서로 분리시켜 수업을 진행하였다. 또한 각 대상자들에게 일관성 있는 중재를 실시하여 중재의 효과를 입증할 수

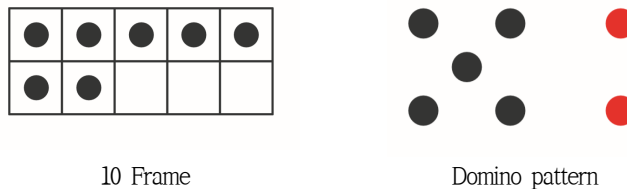
있도록 하였다. 중재는 대상자 A, B, C의 순으로 실시하였으며 기초선-중재-유지 단계로 진행하였다.

기초선 측정은 자료의 경향성을 분석하고 신뢰할 만한 실험 통제를 입증하기 위해 간헐적으로 3회기 이상 자료를 수집하였다(이소현, 박은혜, 김영태, 2000). 대상자 A 학생의 기초선 측정이 이뤄지는 기간 동안 대상자 B와 C학생의 기초선 측정은 간헐적으로 이뤄졌다. 대상자 A학생의 기초선이 3회기 연속 안정적인 수치를 보일 때 시각적 표상을 활용한 수감각 교수 중재를 시작하였다. 또한 대상자 A의 수행수준이 기초선과 비교하여 향상되었을 때 대상자 B의 중재를 시작하였다. 같은 방식으로 대상자 C에게도 순차적으로 중재를 적용하였다. 중재 목표에서 연속 3회, 80%이상의 성취율을 보일 때 회기의 목표를 달성했다고 보고 중재를 종료하였다. 유지 검사는 중재가 종료된 2주 후에 중재 효과가 유지되는지 살펴보기 위해 3회 이상 실시하였다.

2) 중재 프로그램

(1) 시각적 표상(10수판과 도미노 패턴)

본 연구의 시각적 표상으로 ‘모든 아이들을 위한 신나는 수학 스페셜’ (탐북, 2018)의 10수판 카드와 도미노 패턴 카드를 활용하였다. 이 카드는 초등학교 특수교사 2인과 초등교사 1인이 특수교육대상자의 수감각 향상을 위해 개발한 카드이다. 카드는 2종류로 12×19cm의 교사용 카드와 6×9cm의 학생용 카드로 구성되어 있다. 각 카드는 흰색 바탕에 1개의 수에 대한 시각적 표상이 제시되어 있다. 10수판은 5칸씩 2줄 총 10칸으로 구성되어 있으며, 0~20까지의 수에 대한 표상이 검은색 점으로 제시되어 있다. 도미노 패턴 카드도 교사용 12×19cm 크기의 카드와 학생용 6×9cm 크기의 카드로 구성되어 있다. 각 카드는 흰색 바탕에 도미노 패턴의 점이 1~10까지 제시되어 있다. 도미노 패턴 카드로 7을 나타낼 때는 점 5개가 왼쪽에 제시되고 나머지 점 2개는 오른쪽에 제시되는 식의 형태이다. 단 8은 점 4와 점 4로 제시되어 있어 연구자가 5와 3으로 제작하여 사용하였다. <그림 1>은 10칸 카드와 도미노 패턴 카드를 나타낸 것이다



<Figure 1> Visual representation

(2) 시각적 표상을 활용한 수감각 교수

시각적 표상을 활용한 수감각 교수를 위해 ‘모든 아이들을 위한 신나는 수학 스페셜 세트 가이드북’ (2018, 템북)의 활동과 국내 난산증 프로그램(정재석, 이희선, 정가희, 2016)을 참고하여 기본 덧셈과 기본 뺄셈 프로그램을 구성하였다.

① 시각적 표상을 활용한 수감각 덧셈 교수

시각적 표상을 활용한 덧셈 교수는 10수판 카드와 도미노 패턴 카드를 모두 활용하였으며, ‘시각적 표상을 활용한 수량 인식 및 수세기’, ‘수 모으기’, ‘시각적 표상으로 더하기’ 순으로 지도하였다. ‘시각적 표상을 활용한 수량 인식 및 수세기’는 교사용 카드를 활용하였으며, 지적장애 학생이 1~20까지의 수량에 대해 인식하고 1:1 수세기를 통해 기수성을 획득할 수 있도록 지도하였다. 또한 시각적 표상으로 10수판과 도미노 패턴을 제시함으로써 1~20까지의 수에 대한 구조화된 시각적 표상을 갖도록 지도 하였다. ‘수 모으기’ 활동은 학생용 카드를 활용하였으며, 모으기 판에 1~10까지의 2장의 시각적 표상 카드를 놓고 수량을 모아보는 활동을 하였다. ‘시각적 표상으로 더하기’에서는 덧셈식을 제시한 후에 해당하는 10수판이나 도미노 패턴의 카드를 찾아 숫자 위에 올려 놓은 후 표상끼리 더해 답을 구하는 활동으로 구성하였다. 각 단계의 덧셈 교수는 <표 2>와 같다.

<Table 2> Addition number sense program using visual representation

Program	Content	representation
Quantity Recognition and Count	· Count the number of points on the 10 frame(domino pattern) card	· 10 frame (teacher's)
	· Choosing a 10 frame(domino pattern) card corresponding to the number the teacher says	· domino pattern (teacher's)
	· Choosing a 10 frame(domino pattern) card that (corresponds to the number shown by the teacher	· Range 1 to 20
	· Matching numbers with domino cards through games	
gather of number	· Collect two 10 frame cards on a collection plate	· 10 frame (teacher's)
	· Collect two 10 domino pattern cards on a collection plate	· domino pattern (teacher's)
Visual Representation Addition	· View addition expressions to find corresponding cards (10 frame cards, domino pattern cards)	· Range 1 to 20
	· Adding by visual representation addition formula	

② 시각적 표상을 활용한 수감각 뺄셈 교수

시각적 표상을 활용한 뺄셈 교수는 10수판 카드를 중심으로 사용하면서 도미노 패턴 카드를 병행하여 활용하였다. 뺄셈의 교수 지도 순서는 ‘시각적 표상을 활용한 수량 인식과 거꾸로 수세기’, ‘수 가르기’, ‘시각적 표상으로 빼기’ 순이다. ‘거꾸로 수세기’는 교사용 카드를 활용하였으며 표상을 손가락으로 짚어가며 거꾸로 세는 연습을 하였다. 10수판 카드 수량에서 20이하의 수를 거꾸로 세면서 뺄셈에 대한 기초 감각을 갖게 하였다. ‘수 가르기’ 활동은 교사용 카드를 사용하였으며 가르기 판에 1장의 10수판 시각적 표상 카드를 놓고 2개로 수로 가르는 활동을 하였다. 가르기 활동에서는 시각적 표상 위에 동그란 칩을 직접 올려 놓고 2개의 수로 가르는 활동과 보드마카를 활용하여 수를 2개로 가르고 숫자로 써보는 활동을 하였다. 마지막으로 ‘시각적 표상으로 빼기’ 활동도 교사용 카드를 활용하였다. 이 단계에서는 뺄셈식을 보고 피감수에 해당하는 10수판 카드를 찾게 한 후, 감수만큼 보드마카로 지워 답을 구하는 활동으로 진행하였다. 각 단계의 구체적인 교수 프로그램은 <표 3>과 같다.

<Table 3> Subtraction number sense program using visual representation

Program	Content	representation
Count	<ul style="list-style-type: none"> Count the number of points on the 10 frame card backwards (pointing one point with one finger and reciting the numbers backwards) Try counting the number of points on a domino pattern card backwards (pointing one point with one finger and reciting the numbers backwards) 	
Division of numbers	<ul style="list-style-type: none"> Place chips on a dot on a single 10 frame (or domino pattern) card Divide the corresponding number into two (moving chips) Counts the number of points on a 10 frame (or domino pattern) card Use a board marker to divide it into two pieces Divided by two numbers and written as board marker on a split board 	<ul style="list-style-type: none"> 10 Frame (teacher's) domino pattern (teacher's)
Visual Representation subtraction	<ul style="list-style-type: none"> Look at the subtraction formula to find the 10 frame card corresponding to the number of subjects Remove dots with board marker as many as subtraction number To find the number of remaining points and write an answer 	

(3) 자료 처리

매 회기별 기본 덧셈, 뺄셈에 대한 진전도 평가를 실시하였으며 성취율은 정반응 백분율(정반응 수/12×100)로 환산하였다. 기본 덧셈, 뺄셈에 대한 기초선-중재-유지에 대한 측정 결과를 매 회기 수집하고 대상자별로 표와 그래프를 통해 시각적 분석(visual analysis)을 하였다. 기초선, 중재, 유지 단계에서 대상 학생의 기본 덧셈, 뺄셈 수행수준을 평가하기 위해 각 구간별 자료의 평균값과 범위를 살펴보았다. 또한 구간 개별점의 비중복 비율을 비교하기 위해 중복구간쌍별비교비율(이하 NAP)과 단계간 비중복 비율에 대한 효과의 크기를 분석할 수 있는 Tau-U값을 활용하였다. NAP와 Tau-U값은 효과크기분석 웹사이트(<http://www.singlecaseresearch.org/calculators>)에서 공식에 따라 산출하였다(Parker, Vannest, 2009).

(4) 중재 충실도

본 연구의 중재가 정해진 절차에 따라 실시하고 중재의 교수적 요소들을 모두 포함했는지 살펴보기 위해 학생의 동의하에 각 학생의 중재 과정의 20%를 녹화하였다. 중재 충실도 평가는 중재에 대한 목적과 방법에 대한 설명을 듣고 이해한 18년차 특수교사 1인과 10년차 초등교사 1인에 의해 실시되었다. 중재 충실도 문항은 시각적 표상의 활용에 대한 충실도와 수감각 교수 절차를 충실히 실행했는지에 관한 문항 총 5문항으로 구성하였다. 중재 충실도는 (‘네’에 체크된 문항의 수/전체 문항의 수) × 100으로 산출하였다. 검사 결과 중재 충실도는 100%로 나타났다. <표 4>는 중재 충실도 평가 문항이다.

<Table 4> Intervention fidelity question

Question	response	
	yes(1)	no(0)
1. Are visual representations appropriately used in quantity recognition and count of activity?		
2. Are visual representations appropriately used in dividing and gathering?		
3. At each stage, did the teacher demonstrate to the student to understand?		
4. Have the teaching procedures at each stage been performed in sequence?		
5. Did the teacher provide appropriate feedback to the students at each stage?		

Ⅲ. 연구 결과

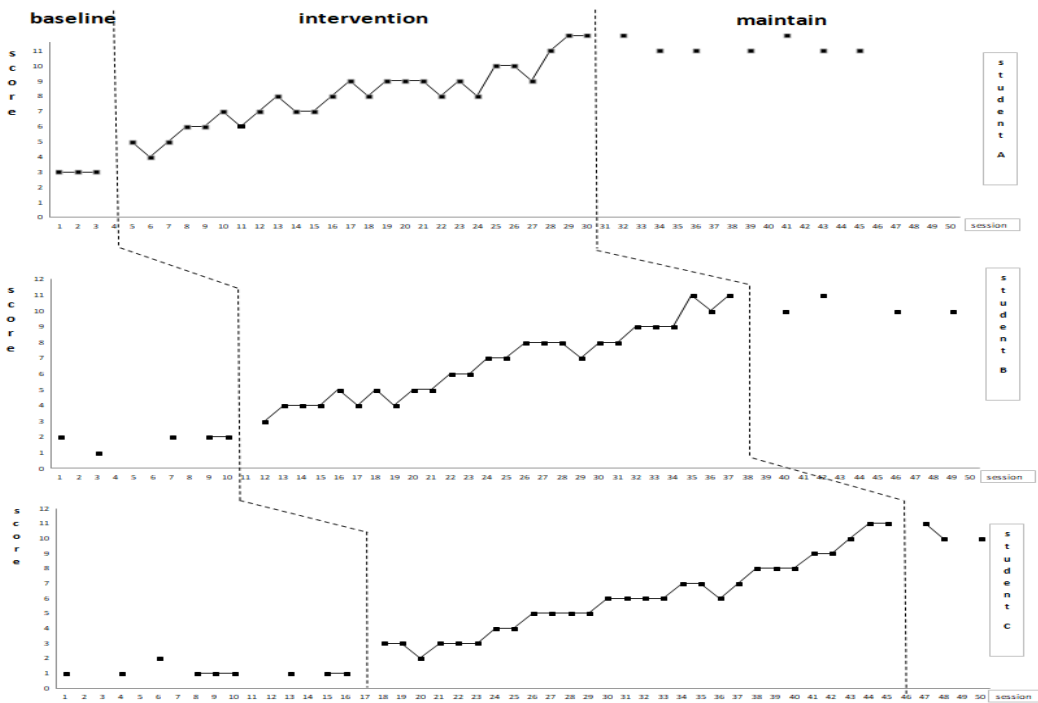
본 연구는 시각적 표상을 활용한 수감각 교수가 지적장애 학생의 기본과 뺄셈 능력에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 단일대상연구로 대상자간 중다간헐기초선 연구를 실시하였다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 기본 덧셈에 미치는 영향

기초선, 중재, 유지 단계에서 지적장애 학생의 기본 덧셈 수행률의 평균과 범위는 <표 5>와 같다. <그림 2>는 각 대상자의 덧셈 수행 능력의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 모든 대상자는 기초선에서 매우 낮은 수준으로 안정된 수행률을 보였으며, 중재 단계에서 뚜렷한 변화와 꾸준한 상승률을 보였다. 유지 단계도 모두 높은 수준으로 덧셈 능력이 유지되었다. A 대상자는 기초선에서 평균 3점(표준편차=0, 범위=3~3), 25%의 정반응률을 보였으며 중재 단계에서는 평균 8점(표준편차=3, 범위=5~12), 67%의 정반응률을 보여 42%의 향상률을 보였다. 기초선과 중복되는 점이 없어 NAP값은 1.00로 효과크기가 크게 나타났다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.411, 1.00]). 유지 단계에서는 평균 11.2(표준편차=0.5점, 범위=11~12), 93.3%의 정반응률을 보였다. NAP값을 분석한 결과 1.00로 효과크기가 유지되었다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.313, 1.00]). B 대상자는 기초선에서 평균 1.8점(표준편차=0.5, 범위=1~2), 25%의 정반응률을 보였으나 중재에는 평균 6.7점(표준편차=2.9, 범위=3~11), 55.8%의 정반응률을 보여 30.8% 향상률을 보였다. NAP값은 1.00로 효과크기가 크게 나타났다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.529, 1.00]). 유지단계에서는 평균 10.25점(표준편차=0.5, 범위=10~11), 85.4%의 정반응률을 보였으며 NAP값도 1.00로 효과크기가 유지되었다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.328, 1.00]). C 대상자는 평균 1.1점(표준편차=0.3, 범위=1~2), 9.1%의 정반응률을 보였으나 중재 단계에서는 평균 8점(표준편차=2.5, 범위=3~11)으로 57.5%의 향상률을 보였다. 기초선과 중복되는 점이 없어 NAP값은 1.00로 효과크기가 크게 나타났다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.627, 1.00]). 유지 단계에서는 평균 10.3점(표준편차=0.6, 범위=10~11), 정반응률은 85.8%로 76.7%의 향상률을 보였으며 NAP값도 1.00로 효과크기가 유지되었다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.341, 1.00]).

<Table 5> basic addition ability variation

step	student A	student B	student C
baseline(average)	3 session(3 points)	5 session(1.8 points)	9 session(1.1 points)
intervention(average)	25 session(8 points)	25 session(6.7 points)	27 session(6 points)
NAP	1.00	1.00	1.00
Tau	1.00	1.00	0.99
Z	2.7928	3.4911	4.4427
p	0.0052	0.0005	0.0000
CI 90%	0.411<>1	0.529<>1	0.627<>1
maintain(average)	7 session(11.2 points)	4 session(10.25 points)	3 session(10.3 points)
NAP	1.00	1.00	1.00
Tau	1.00	1.00	1.00
Z	2.3932	2.4495	2.4962
p	0.0167	0.0143	0.0126
CI 90%	0.313<>1	0.328<>1	0.341<>1



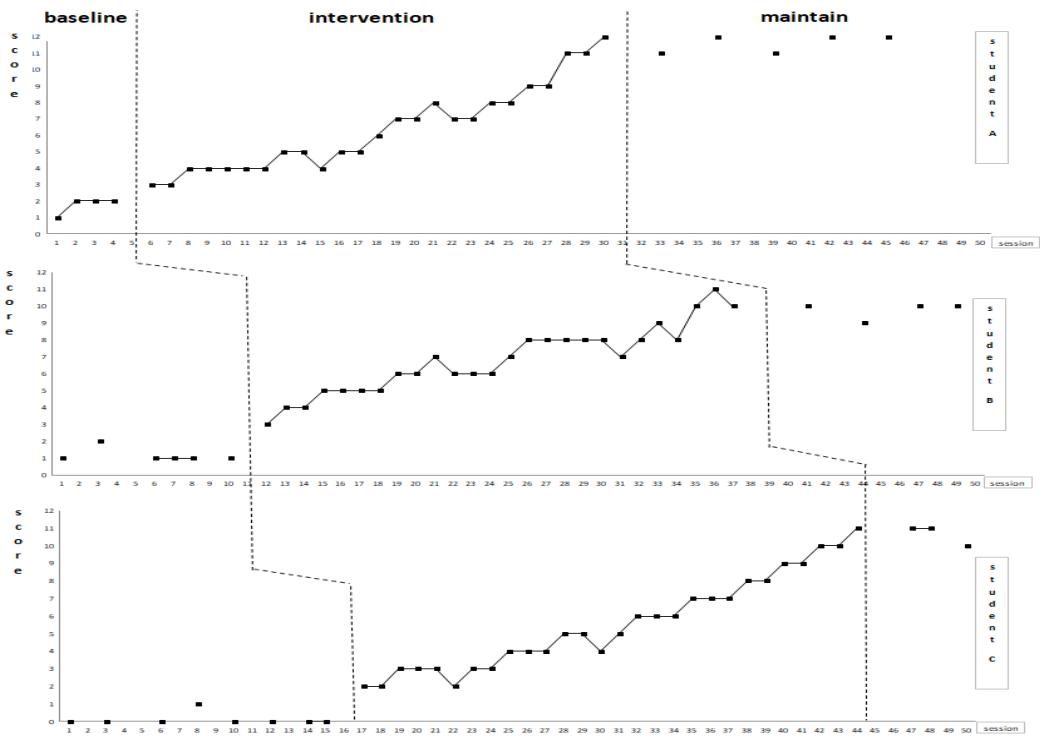
<Figure 2> Basic addition performance change

2. 기본 뺄셈에 미치는 영향

모든 대상자는 기초선에서 매우 낮은 수준으로 안정된 수행률을 보였으나, 중재 단계에서 뚜렷한 변화와 꾸준한 상승률을 보였다. 또한 유지 단계에서 각 대상자의 수행률은 높은 수준으로 유지되었다. A 대상자는 기초선에서 평균 1.8점(표준편차=0.5, 범위=1~2), 14.5%의 정반응률을 보였으나 중재 단계에는 평균 6.4점(표준편차=2.54, 범위=3~12), 53.3%의 정반응률로 38.8%의 향상률을 보였다. NAP값을 분석한 결과 1.00의 효과크기를 보였다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.480, 1.00]). 유지 단계는 평균 11.2점(표준편차=0.48, 범위=11~12), 93.3%의 정반응률을 보였다. NAP값은 1.00로 효과크기가 유지되었다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.328, 1.00]). B 대상자는 기초선에서 평균 1.1점(표준편차=0.54, 범위=1~2), 25%의 정반응률을 보였으나 중재 단계에서는 평균 6.7점(표준편차=2.94, 범위=3~11), 55.8%의 정반응률을 보여 30.8%의 향상률을 보였다. 기초선과 중복되는 점이 없어 NAP값은 1.00로 효과크기가 크게 나타났다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.563, 1.00]). 유지 단계에서는 평균 10.25점(표준편차=0.43, 범위=9~10), 85.4%의 정반응률을 보였으며, NAP값은 1.00로 효과크기가 유지되었다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.357, 1.00]). C 대상자는 기초선에서 평균 1.1점(표준편차=0.35, 범위=0~1), 9.1%의 정반응률을 보였으나 중재 단계에서는 평균 8점(표준편차=3.31, 범위=2~11)으로 66.6%의 정반응률을 보여 57.5%의 향상률을 보였다. NAP값을 분석한 결과 1.00의 효과크기를 보였다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.614, 1.00]). 유지 단계에서는 평균 10.3점(표준편차=0.57, 범위=10~11)으로 정반응률 85.8%로 높은 향상률로 유지되었다. NAP값을 분석할 결과 1.00로 효과크기가 유지되었다(Tau-U = 1.00, 90%CI =[0.328, 1.00]). <표 6>은 기초선, 중재, 유지 단계에서 지적장애 학생의 뺄셈 수행률의 평균과 NAP, Tau-U의 값을, <그림 3>은 기본 뺄셈 능력의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

<Table 6> basic subtraction ability variation

step	student A	student B	student C
baseline(average)	4 session(1.8 points)	6 session(1.1 points)	8 session(1.1 points)
intervention(average)	25 session(6.4 points)	26 session(6.8 points)	29 session(5.6 points)
NAP	1.00	1.00	1.00
Tau	1.00	1.00	1.00
Z	3.16	3.76	4.26
p	0.0016	0.0002	0.0000
CI 90%	0.480<math><1</math>	0.563<math><1</math>	0.614<math><1</math>
maintain(average)	5 session(11.6 points)	4 session(9.7 points)	3 session(10.6 points)
NAP	1.00	1.00	1.00
Tau	1.00	1.00	1.00
Z	2.4495	2.5584	2.4495
p	0.0143	0.0105	0.0143
CI 90%	0.328<math><1</math>	0.357<math><1</math>	0.328<math><1</math>



<Figure 3> Basic subtraction performance change

IV. 결론 및 제언

본 연구는 시각적 표상을 활용한 수감각 교수가 지적장애 학생의 기본 덧셈과 뺄셈 미치는 영향을 살펴보고자 단일대상 연구의 대상자간 중다간헐기초선 연구를 실시하였다. 연구 결과 시각적 표상을 활용한 수감각 교수는 지적장애의 기본 덧셈과 뺄셈 능력을 향상시켰다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 시각적 표상을 활용한 수감각 교수는 지적장애 학생의 기본 덧셈 능력을 향상시켰다. 이는 최진성, 신진숙(2012)의 시각적 표상을 활용한 전략이 지적장애 학생의 수학 문제 해결에 긍정적인 영향을 미친다는 연구 결과를 지지한다. 본 연구는 시각적 표상으로 10수판 카드와 도미노 패턴 카드를 활용하였다. 10수판 카드는 5칸씩 2줄 10칸으로 구성되어 있고 도미노 패턴 카드는 도미노 패턴 5와 나머지 수로 구성되어 있다. 이러한 시각적 표상은 수의 추상성을 시각화(visualization)하여 수에 대한 양적인 의미를 보다 구체화하여 지적장애 학생의 기본 연산 능력을 향상시킨 것으로 보인다. 도미노 패턴은 7을 표현할 때 점 5개가 왼쪽에 제시되고 나머지 점 2개는 오른쪽에 제시된다. 마찬가지로 10수판에서 7을 표현할 때에도 점 5개와 점 2개로 표현된다. 이와 같이 10수판과 도미노 패턴은 수를 5와 10으로 연관지어 생각하게 함으로써 덧셈을 보다 쉽게 시각적으로 구현할 수 있도록 도와주었다. 또한 시각적 표상은 지적장애 학생의 수감각을 향상시켜 기본 덧셈을 수행하는데 도움을 제공할 수 있었다. 예를 들면 10수판에 놓인 점 7을 보고 7은 5와 2로 구성되어 있고, 5보다 2 큰 수, 10보다 3 작은 수라는 것을 직관적으로 인식하여 수의 의미와 수감각을 향상시킬 수 있었다. 이를 통해 지적장애 학생은 기본 덧셈 전략으로 수끼리의 관계를 활용할 수 있었다. 예를 들어 $5+7$ 을 하기 위해 10수판에 있는 5와 10수판에 있는 7을 떠올려 5와 5를 먼저 더하고 이후에 2를 더해 12로 계산하는 것이다. 또한 10수판에 있는 7을 보고 비어있는 3개의 칸에 5에 있는 점을 옮겨 10을 만든 후 남은 2를 더해 12로 계산할 수 있다. 이와 같이 시각적인 표상은 수에 대한 추상적인 사고의 어려움으로 기본 덧셈부터 어려움을 겪는 지적장애 학생에게(김정기, 2015) 수를 시각화하여 보다 쉽고 정확하게 덧셈을 할 수 있도록 도와준 것으로 보인다.

둘째, 시각적 표상을 활용한 수감각 교수는 지적장애 학생의 기본 뺄셈 능력을 향상시켰다. 본 연구에서는 덧셈과 마찬가지로 뺄셈에서 시각적 표상으로 10수판과 도미노 패턴 카드를 활용하였다. 먼저 10수판과 도미노 패턴의 시각적 표상을 제시하여 손가락으로 짚어가며 수를 거꾸로 세는 활동을 하였다. 이후에 10수판 카드를 활용하여 보드마카로 두 수로 가르는 활동을 진행하였다. 이 활동을 통해 지적 장애 학생은 수가 다양하게 나뉠 수 있음을 인식할 수 있었다. 마지막으로 뺄셈식을 보고 피감수에 해당하는 시각적 표상 카드를 10수판에서 찾아 감수만큼 보드마카로 지우는

활동을 통해 뺄셈을 시각적으로 시연하였다. 이러한 시각적 표상을 활용한 뺄셈의 시연은 시지각과 공간을 조직하는 능력에 어려움을 보이는(김원경 외, 2008) 지적장애 학생에게 뺄셈을 수행할 수 있는 기초적인 전략을 제공해 준 것으로 보인다. 즉, 뺄셈을 수행할 때, 먼저 피감수의 시각적 표상을 찾고 이후 감수만큼 지워보는 활동을 통해 지적장애 학생에게 뺄셈의 과정을 직접 시각화(visualization)하여 뺄셈의 원리와 이해를 도울 수 있었던 것으로 보인다. 이는 Fennema & Romberg(1999)가 교구와 같은 시각적인 표상이 뺄셈의 구체적 환경을 제공하여 수학의 추상적 수준 사이의 틈새를 연결하는데 도움을 준다는 연구 결과를 지지한다. 또한 김영임, 김은경(2010)이 구체적인 그림과 숫자, 기호의 연결이 지적장애 학생의 수학학습에 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 연구 결과를 지지한다. 본 연구에서 실행한 시각적 표상을 활용한 수감각 교수는 지적장애 학생에게 뺄셈에 대한 실체와 원리를 이해하게 하여 뺄셈 능력을 향상시킬 수 있었다.

국내의 많은 연구에서 지적장애 학생의 덧셈, 뺄셈 성취도 향상을 위한 교수방법으로 Touchmath원리와 보드게임, 직접교수 방법 등의 다양한 교수방법을 제안하였다(이규옥, 강은영, 이재원, 2019; 박성희, 2013; 김영임, 김은경, 2010; 한은미, 이영철, 박근필, 2018; 박현민, 정동영, 2016). 그러나 본 연구를 통해 시각적 표상을 활용한 수감각 교수도 지적장애 학생의 기본 연산능력 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있었다. 또한 국내 대다수 수감각 교수의 효과성에 대한 연구가 학습장애 학생이나 학습부진 학생을 중심으로 진행되었다(송푸름, 2020; 강옥려, 2010; 정현승, 김애화, 윤나영, 2020; 이윤미, 김애화, 2008; 정관용, 2013; 박보영, 2009). 하지만 본 연구를 통해 수감각 교수가 학습부진, 학습장애 뿐 아니라 지적장애 학생 기본 덧셈 뺄셈 능력을 향상시키는데 도움이 될 수 있음을 알 수 있었다. 이에 시각적 표상을 통한 수감각 교수가 지적장애 학생을 위한 기본 덧셈, 뺄셈 지도로 현장에서 적절하게 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 다음과 같은 제한점을 지닌다. 첫째, 연구의 대상이 초등학교 특수학급 지적장애 3명으로 본 연구의 결과를 일반화하기 어렵다는 제한점이 있다. 둘째, 본 연구에서 사용한 진전도 평가 문항이 연구자가 제작한 문항으로 신뢰도, 타당성이 충분히 검증되지 못한 평가라는 제한점이 있다. 셋째, 평가에 대한 신뢰도를 높이기 위해 채점자간 신뢰도를 산출하지 못했다는 제한점이 있다.

본 연구와 관련하여 후속 연구에 대한 제언은 다음과 같다. 첫째, 다양한 시각적 표상의 효과에 대한 검증이 필요하다. 본 연구에서는 10수판과 도미노 패턴을 활용한 시각적 표상을 통한 수감각 교수를 진행하였다. 그러나 손가락 패턴이나 직선 패턴과 같은 다양한 시각적 표상에 대한 효과성 비교 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 10수판과 도미노 패턴의 표상 중 어떤 표상이 지적장애 학생의 기본 덧셈과 뺄셈 지도에 보다 효과적인지에 대한 연구도 필요하다. 둘째, 시각적 표상을 통한 덧셈과

빨셈의 지도가 두 자릿수 이상의 덧셈과 빨셈, 더 나아가 곱셈 지도에도 효과적인지에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 기본 덧셈과 기본 빨셈을 중심으로 하여 연구하였지만, 지적장애 학생에게 큰 덧셈과 빨셈, 곱셈의 지도가 필요한 만큼 이 영역에서 시각적인 표상을 활용한 수감각 교수가 연산에 미치는 효과에 대한 후속 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- American Association on Mental Retardation(2002). *Mental retardation: Definition, classification, and systems of support*. Washington, DC: Author.
- American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-5th edition(DSM-5)*. Washington, DC: Author.
- Fennera. E & Romberg. T. A. (1999). *Mathmetics Classrooms that Promote Understanding*, Lawrence Erlbaun Associates, Inc. Mahwah, New Jersey
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., & Karns, K.(2001). Enhancing kindergartener's mathematical development: Effects of peer-assisted learning strategies. *Elementary School Journal*, 101, 495-510
- Gersten, R., & Chard, D.(1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for student with Mathematical disabilities. *The Journal of Special Education*, 33(1), 18-28.
- 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.
- Griffin, S.(2004). Building number sense with number worlds: A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 173-180.
- Choi, J. S, Shin, J. S. (2012). Effect of Cognitive and Meta-cognitive Strategy based on the Multiple Representation on Mathematical Word Problems Solving and Reduction of Error of Student with Intellectual Disabilities. *Journal of Special Children Education*. 14(3), 297-319.
- [최진성, 신진숙(2012). 다중표상을 활용한 인지·메타인지전략이 지적장애학생들의 수학문장제 문제해결과 오류 감소에 미치는 효과. *특수아동교육연구*, 14(3), 297-319.]
- Han, E. M., Lee, Y. C. & Park, K. P. (2018) Effects of addition and subtraction on operational strategy which adapted board game of student with severe intellectual disabilities. *Journal of institute of Special Education & Rehabilitation Science Curriculum and Instruction*. 57(3), 77-96.
- [한은미, 이영철, 박근필(2018). 보드게임을 활용한 연산전략이 중도 지적장애학생의 덧셈과 빨셈능력에 미치는 영향. *특수교육재활과학연구*, 57(3), 77-96.]

- Jung, G. Y. (2013). The effect of number sense learning program on arithmetic ability of underachiever in mathematics. Master. Daegu University.
[정관용(2013). 수감각 학습 프로그램이 수학학습부진아 연산 능력에 미치는 효과. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.]
- Jung, H. S., Kim, A. H. & Youn, N. Y. (2020). The Effect of Number Sense Improvement Program Using of Evidence-Based Instruction on Number Composition and Decomposition Fluency and Basic Facts of Students At-Risk for Math Learning Disabilities. *Special Education Debate*. 36(1), 177-201.
[정현승, 김애화, 윤나영(2020). 증거기반교수를 활용한 수감각 프로그램이 수학학습장애 위험군 아동의 수 분해와 합성 유창성 및 기본 연산 능력에 미치는 효과. **특수교육논총**, 36(1), 177-201.]
- Jung, J. S., Lee, H. C. & Jung, G. H. (2017). Calculator confidence Volume 2. Seoul:Bookrap Press.
[정재석, 이희천, 정가희(2017). **계산자신감 2권**. 서울:북랩.]
- Kang, O. R. & Park, B. Y. (2010). Effects of Activity-Based Number Sense Program on Math Achievement for Students At-Risk with Math Learning Disabilities. *Korea Elementary Education*. 20(2), 215-232.
[강옥려, 박보영(2010). 활동중심 수감각 학습이 수학학습장애 위험학생의 수학 성취도에 미치는 영향. *한국초등교육*, 20(2), 215-232.]
- Kim, C. K. (2005). The effects of basic algorithmic exercise on problem solving and learning attitude in an elementary mathematics instruction. Master. Korea University.
[김충경(2005). 초등학교 수학에서 기본 연산 훈련이 수학 문제 해결 및 태도에 미치는 효과. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문.]
- Kim, J. K. (2010). Number Sense of Elementary Students in Lower Grades with Mild Intellectual Disabilities: Comparison with Four-year-old Preschoolers. *Journal of intellectual disability Curriculum and Instruction*. 21(3), 287-312.
[김자경(2019). 초등 저학년 경도 지적장애 아동의 수감각 특성: 만4세 일반유아와의 비교. **지적장애연구**, 21(4), 151-167.]
- Kim, J. K., Kim, H. J. & Lee, H. D. (1986). *special children's math Instruction*. Seoul:Hyeong Seol Press.
[김정권, 김홍주, 이희동(1986). **특수아의 산수지도**. 서울: 형설출판사.]
- Kim, J. H., Noh, S. O. & Jung, G. H. (2018). Number sense basic operation special set guidebook. In Cheon:tembook Press.
[김중훈, 노소은, 정가희 (2018). **수감각·기초연산 스페셜 세트 가이드북**. 인천:템북.]
- Kim, W. K., et al. (2008). *Foundation of special education*. Seoul:Hakjisa Press.
[김원경 외(2008). **최신 특수교육학**. 서울:학지사.]
- Kim, Y. I. & Kim, E. K. (2010). The Effect of Mother's Mathematics Instruction Using Touchmath Program and Direct Instruction on Addition Computation Performance of Children with Intellectual Disabilities. *Journal of Special Education: Theory and Practice*. 11(3), 279-304.

- [김영입, 김은경(2010). Touchmath원리와 직접교수를 활용한 어머니의 수학지도가 지적장애 아동의 덧셈 연산 수행에 미치는 효과. *특수교육저널 : 이론과 실천*, 11(3), 279-304.]
- Kim, Y. M. & Kim, A. H. (2009). The Effects of Early Mathematics Program for Students At-Risk for Math Learning Disabilities. *The Journal of Elementary Education*. 21(3), 287-312.
- [김윤미, 김애화(2008). 수감각 발달을 위한 조기 수학 교수가 수학 학습장애 위험학생의 수개념과 연산능력에 미치는 효과 연구. *초등교육연구*, 21(3), 287-312.]
- Kim, Y. T. (2002). Instruction system design and application to promote motivation of school underachievers. Master. Pusan National University.
- [김영태(2002). 학습부진아의 학습동기 증진을 위한 교수 시스템 설계 및 구현. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.]
- Kirk, S. A., & Johnson. G. O. (1972). **Educating the retarded child**. Cambridge, Massachusetts: Houghtin Mifflin.
- Lee, G. O., Kang, E. Y. & Lee, J. W. (2019). Effects of CSA Addition Intervention using Touchmath on the Accuracy and Speed of Addition of Elementary Students with Intellectual Disabilities. *Korean Association for the Education of Intellectual Disabilities* . 21(1), 65-95.
- [이규옥, 강은영, 이재원(2019). Touchmath를 활용한 구체물-반구체물-추상물 덧셈 중재가 초등학교 지적장애학생의 덧셈 정확도와 속도에 미치는 효과. *한국지적장애교육학회*, 21(1), 65-95.]
- Lee, H. R., Park, C. E. & Yung, J. S. (2020). A Narrative Inquiry Study on Elementary Special Education Teachers' Experiences of Differentiating Mathematics Curriculum in Special Elementary School for Intellectual Disabilities. *Journal of Special Education: Theory and Practice*. 21(1), 1-19.
- [이해란, 박창언, 양진숙(2020). 지적장애 특수학교 초등특수교사의 수학과 교육과정 차별화 경험에 관한 내러티브 탐구. *특수교육저널 : 이론과 실천*, 21(1), 1-19.]
- Lee, M. Y. (2014). The effects of number sense instruction for number concept of mental retardation students. Master. Konyang University.
- [이미영(2014). 수 감각 교수가 정인지체 학생의 수 개념에 미치는 효과. 건양대학교 대학원 석사학위논문.]
- Lee, S. H., Park, E. H. & Kim, Y. T. (2000). *Singel subject research in educationl and clinical settings*. Seoul: Hakjisa Press.
- [이소현, 박은혜, 김영태(2000). **교육 및 임상현장 적용을 위한 단일대상연구**. 서울: 학지사.]
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- NCTM (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston,VA: *NCTM*, 38-47.
- NCTM (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA:NCTM.

- Park, B. Y. (2009). Effects of Activity-Based Number Sense Program on Math Achievement for Students At-Risk with Math Learning Disabilities. Master. Seoul National University of Education.
- [박보영(2009). 활동중심 수감각 학습이 수학학습장애 위험학생의 수학 성취도에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.]
- Park, C. U. (2009). Analyzing the Characteristics of Information Processing of Students with Intellectual Disabilities and Normal for Universal Design for Learning. *Journal of Special Education: Theory and Practice*, 19(4), 33-46.
- [박찬웅(2018). 보편적 학습설계를 위한 지적장애학생과 일반학생의 정보처리 능력 특성. **특수교육저널 : 이론과 실천**, 19(4), 33-46.]
- Park, H. M. & Jung, D. H. (2016). The Effects of Mathematics Game on Arithmetic Operations for Students with Intellectual Disabilities. *Journal of Special Education Course Curriculum and Instruction*, 9(2), 39-57.
- [박현민,정동영(2016). 수학 연산 게임이 지적장애학생의 사칙연산 능력에 미치는 효과. **특수교육교과교육연구**, 9(2), 39-57.]
- Park, H. K. (2018). The Effects of Mathematics Learning Using Educational Applications on the Ability of Students with Intellectual Disability to Perform Addition and Subtraction. Master. Busan University.
- [박혜경(2018). 교육용 애플리케이션을 활용한 수학학습이 지적장애학생의 덧셈과 뺄셈 계산 능력에 미치는 효과. 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.]
- Park, S. H. (2013). The Effect of the Touchmath Strategy Compared to a Number Line Strategy to Addition and Subtraction Computation Performance of Intellectual Disabilities. *Special education*, 12(3), 225-241.
- [박성희(2013). Touchmath 전략과 수선 전략이 지적장애 아동의 덧셈과 뺄셈 능력에 미치는 효과. **특수교육**, 12(3), 225-241.]
- Parker, R.I., & Vannest, K.J. (2009). An improved effect size for single case research: Non-overlap of all pairs (NAP). *Behavior Therapy*, 40(4), 357-367.
- Sung, J. M., et al. (2008). *Education for children with intellectual disabilities*. Seoul: Hakjisa Press.
- [송준만, 강경숙, 김미선, 김정효, 김현진, 이경순, 정귀선(2016). **지적장애아교육**. 서울:학지사.]
- Sung, P. L. & Kim, D. I. (2020). Effects of subitizing based number sense intervention on number sense and countin for students at-risk of MLD. *Journal of korea learning disability Curriculum and Instruction*, 17(1), 127-157.
- [송푸름, 김동일(2020). 즉시세기(subitizing) 기반 수감각 교수가 초등학교 수학학습장애 위험학생의 수감각과 수세기에 미치는 영향. **학습장애연구**, 17(1), 127-157.]
- Zimmermann, W., & Cunningham, S. (1991). Editor's introduction: What is mathematical visualization? In W. Zimmermann, & S. Cunningham(eds.), Visualization in Teaching and Learning Mathematics, *Mathematical Association of America, Washington, DC*, pp. 1-8.

<국문 초록>

시각적 표상을 활용한 수감각 교수가 지적장애 학생의 기본 덧셈과 뺄셈 성취도에 미치는 영향

노 소 은

[목적] 본 연구는 수와 양의 관계를 관련짓는데 어려움을 보이는 지적장애 학생의 기본적인 덧셈과 뺄셈 성취를 향상시키는 방안을 모색하고자 한다. 이 연구는 시각적 표상을 활용한 수감각 교수가 지적장애의 기본 덧셈과 뺄셈 성취도에 미치는 영향을 알아보려고 하는데 목적이 있다. **[방법]** 이를 위해 G초등학교 특수학급에 재학 중인 지적장애 3명을 대상으로 단일대상연구 대상자 간 중다간헐기초선을 설계하였다. **[결과]** 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 시각적 표상을 활용한 수감각 교수는 지적장애 초등학생의 기본 덧셈 능력을 향상시켰다. 덧셈 사용한 시각적 표상은 10수판과 도미노 패턴이다. 이러한 시각적 표상은 수에 추상성을 구체화하여 지적장애 학생에게 수와 수량의 연결을 강화하여 덧셈 성취에 긍정적인 영향을 미쳤다. 둘째, 시각적 표상을 활용한 수감각 교수는 지적장애 초등학생의 기본 뺄셈 능력을 향상시켰다. 10수판과 도미노 패턴을 활용하여 뺄셈을 시각화하는 활동은 지적장애 학생에게 뺄셈의 개념적인 이해를 높이고 시각적으로 표상하게 하여 지적장애 학생 뺄셈 성취에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. **[결론]** 지적장애 학생은 수에 대한 추상성의 어려움으로 일반적으로 뺄셈과 덧셈의 성취에 어려움을 경험한다. 그러나 수에 대한 시각적 표상을 활용하여 수가 갖는 의미를 발달시키고 수 사이의 관계를 탐구하는 수감각 활동을 통해 기본 덧셈과 뺄셈의 성취를 향상시킬 수 있었다. 이러한 연구 결과는 지적장애 학생에게 시각적 표상을 활용한 수감각 교수가 효과적인 교수방법으로 활용될 수 있음을 의미한다. 앞으로 진행될 후속연구에 본 연구가 기초적인 자료를 제공함으로써 지적장애 학생의 효과적인 덧셈 뺄셈 지도에 관한 보다 활발한 연구가 지속되기를 기대한다.

주제어 : 지적장애, 시각적 표상, 수 감각, 기본 덧셈, 기본 뺄셈

논문 접수(Received): 2020. 08. 07. / 심사 시작(Examined): 2020. 08. 07. / 게재 확정(Accepted): 2020. 09. 03.