[UCI]I804:24011-200000236665

2008년 8월
교육학석사(특수교육)학위논문

주산식 암산이 시각장애 초등학생의 암산능력에 미치는 효과

조선대학교 교육대학원

특수교육전공

조 원 의

주산식 암산이 시각장애 초등학생의 암산능력에 미치는 효과

The Effects of Abacus-based Mental Math

on the Mental Computation Skills

of an Elementary Student with Visual Impairment

2008년 8월

조선대학교 교육대학원

특수교육전공

조 원 의

주산식 암산이 시각장애 초등학생의 암산능력에 미치는 효과

지도교수 김 영 일

이 논문을 교육학석사(특수교육)학위 청구논문으로 제출함.

2008년 4월

조선대학교 교육대학원

특수교육전공

조 원 의

조원의의 교육학 석사(특수교육)학위논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교수 (인)

심사위원 조선대학교 교수 (인)

심사위원 조선대학교 교수 (인)

2008년 6월

조선대학교 교육대학원

목 차

표 목 차

그 림 목 차

ABSTRACT

The Effects of Abacus-based Mental Math on the Mental Computation Skills of an Elementary Student with Visual Impairment

Won-eui Jo
Advisor: Prof. Young-il Kim
Major in Special Education
Graduate School of Education, Chosun University

The purpose of this study was to investigate the effects of an abacus-based mental math program on the computation skills of an elementary student with visual impairment. This study was conducted following the multiple-probe design across skills.

The participant was a third-grade boy, age nine, enrolled at D school for the blind. He was functionally blind (first degree of visual impairment) with a verbal IQ of 84 on the KISE-KIT. Preliminary evaluations indicated that he could use abacus for addition and subtraction but did not have any skills to mentally compute curriculum-based addition, subtraction, and multiplication problems.

An abacus-based mental math program was designed to teach the student mental math skills in addition, subtraction, and multiplication. During the intervention phase, the researcher implemented the program for about 35 minutes per session (abacus practice for 20 minutes, mental math instruction and practice for 15 minutes) in a sequence of addition, subtraction, and multiplication. This study began on October 31st of 2007 and ended on February 29th of 2008. During the baseline, intervention, and maintenance phases, the student was asked to mentally compute 10 problems per session for addition, subtraction, and multiplication, respectively, given on a test in braille; the rate of correction and the speed in seconds for computation were measured to examine the effects of the program.

The results of this study indicated that an abacus-based mental program was effective in increasing the student's correct rate of mental math skills in addition, subtraction, and multiplication. His correction rates for addition, subtraction, and multiplication increased from 20%, 28%, and 30%, respectively, at baseline phase, to 70%, 95%, and 72% at the intervention phase. In comparison with the effect of the program on the accuracy of the student's mental math skills, the program did not indicate the distinct effect on the student's speed for mental computation. The speed in seconds for mental math was, on the average, 56, 47, and 51 at the baseline phase and 54, 25, and 46 at intervention phase for addition, subtraction, and multiplication, respectively.

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성

2007년 개정 고시된 수학과 교육과정에 따르면 수학은 수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계, 규칙성과 문제해결 등 총 5개 내용영역으로 구성되어 있다. 수와 연산 영역에서는 기본적인 사회생활을 할 수 있도록 수 개념과 그와 관련된 사칙연산 능력의 배양에 중점을 두고 있다. 수학과 학습 내용은 다섯 영역으로 나누어 있지만 연산과 연결되어 있지 않은 영역은 하나도 없다. 즉 수학은 교과의 특성상 계통학습으로 이루어진 과목이기 때문에 어느 한 부분이 학습되지 않으면 또 다른 부분의 학습도 이루어지지 않는다(교육인적자원부, 2007; 정정애, 2003). Holmes(1995) 역시 학생들이 초등학교 수학을 학습한 후에 다음 단계 이상의 수학 과정을 학습하려고 한다면 덧셈, 뺄셈, 곱셈 및 나눗셈의 이해가 선행되어야 한다고 하였으며, 사칙연산에 대한 지식은 모든 단계의 수학 학습에 있어 가장 기본적이고 필수적이라는 관점에서 연산 지도의 중요성을 강조하였다(전순진, 2002, 재인용).

최근 시각장애초등학생이 일반초등학생에 비해 수학 기초능력이 낮다는 연구가 발표되고 있다. 전순진(2002)의 연구에 따르면 초등학교 1학년의 경우 덧셈, 뺄셈 연산능력이 시각장애학생과 일반학생 간에 차이가 없는 것으로 나타났으나 초등학교 3학년, 초등학교 5학년, 중학교 1학년, 중학교 3학년의 경우 시각장애학생이 일반학생에 비해 사칙연산능력이 낮은 것으로 나타났다. 국립특수교육원(2002)에서 실시한 장애학생의 학업성취도 평가 결과에 따르면, 일반학생은 기초학습에 있어서 1~5%, 기본학습에 있어서 6~13%가 학습부진으로 나타난데 비해 시각장애학생은 기초학습에 있어서 24~38%, 기본학습에 있어서 24~63%가 학습부진으로 판정되었다. 이러한 연구결과로 볼 때 시각장애초등학생들은 수학에 있어서 학업 성취도가 낮을 가능성이 높고,

국민공통기본교육과정의 수학교과를 학습하기 위해서는 시각장애 초등학생에게 적합한 특별한 수학 지도 전략이 개발될 필요가 있다.

시각장애초등학생들의 수학성취도를 향상시키기 위해서는 특별한 계산도구를 지도해 주어야 한다(Barraga & Erin, 2001). 시각장애학생들을 위한 특별한 계산 보조도구로는 점자타자기, 음성계산기, 수판 등을 들 수 있다(박순희, 2005; Kapperman, Heinze & Sticken, 2000). 이들 중 전통적으로 가장 강조되어온 것이 수판이며, 수판은 오늘날에도 시각장애초등학생에게 유용한 계산 보조도구이다(박헌성, 2002; Kapperman, Heinze & Sticken, 1997; Rossi, 1986). 전순진(2002)에 따르면 초등학교 5학년과 중학교 1학년 시각장애학생 중에서 주산지도를 받은 경험이 있는 학생이 그렇지 않은 학생보다 사칙연산을 더 잘하는 것으로 나타났다.

주산학습은 시각장애학생들의 암산능력을 향상시키는데 도움을 줌으로써 그들의 수학성취도를 증가시킬 것이다. 시각장애학생은 주산을 할 때 직접 수판을 만지면서 계산함으로써 연산과정을 구체적으로 이해할 수 있으며, 암산을 할 때 수판을 상상하면서 구체적인 경험과 연결시켜 사칙연산을 정확하게 할 수 있을 것이다. 이와 같은 주산식 암산은 인지적으로 계산능력을 향상시키고, 연산과정에 대한 이해를 증진시켜 줄 것이며, 일상생활에서는 기능적으로 활용되어 수판이나 계산기 없이도 계산할 수 있어서 생활의 편리함도 가져다 줄 것이다(김민경, 강선미, 2006; 정정애, 2003; Kapperman, Heinze & Sticken, 1997). 따라서 이 연구에서는 덧셈, 뺄셈, 곱셈 영역의 기초수학능력에 어려움을 경험하고 있는 시각장애초등학생에게 주산식 암산을 지도함으로써 그 효과를 탐색하고자 하였다.

2. 연구 목적 및 연구 문제

이 연구의 목적은 주산식 암산지도가 시각장애 초등학생의 덧셈암산, 뺄셈암산, 곱셈암산의 정확도와 속도를 향상시키는데 효과가 있는지 알아보는 것이었다. 이러한 연구목적을 위해 설정된 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 주산식 암산지도는 시각장애 초등학생의 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 정확도를 향상시키는가?

둘째, 주산식 암산지도는 시각장애 초등학생의 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 속도를 향상시키는가?

3. 용어의 정의

① 주산식 암산지도

주산식 암산은 수판 없이 머릿속에 수판의 이미지를 연상시켜 계산할 수 있는 능력을 키워주는 교육법이다. 수판으로 셈을 하면서 스스로 생각하고 기억하면서 수의 계산과 동시에 정보를 바르게 처리하고 기억력과 집중력을 증진시켜 주는 등 두뇌 발달을 촉진시켜 주는 것을 목적으로 한다(구윤경, 2005).

② 시각장애

시각에 의하여 학습수행이 곤란하여 특정의 광학기구・학습매체 등을 통하여 학습하거나 촉각이나 청각을 학습의 주요수단으로 사용하는 사람으로 맹과 저시력이 이에 속한다(장애인 등에 대한 특수교육법).

③ 암산능력

이 연구에서의 암산능력은 암산 정확도와 암산 속도를 포함한다.

④ 암산 정확도

이 연구에서의 암산 정확도는 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 연산영역별 10문제 중 대상학생이 옳게 답한 문제 수를 백분율로 나타낸 것이다.

⑤ 암산 속도

이 연구에서의 암산 속도는 대상학생이 점자로 된 문제를 읽고 난 순간부터 연구자에게 답을 제시한 순간까지 소요된 시간을 초단위로 측정하여 정답문제만 계산한 것이다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 주산식 암산과 초등수학교육과정

주산식 암산은 우리나라 초등학교 수학교육과정에 지속적으로 반영되어 왔다. 제 1차 교육과정이 시작된 1955년부터 제 7차 교육과정이 운영되고 있는 2004년까지의 초등수학 교과서를 분석하여 초등수학교육과정에 반영된 암산 지도 내용을 제시하면 <표 Ⅱ-1>과 같다.

<표 II-1> 초등수학교육과정에서의 수판셈 고찰 (출현 학년-학기)

교육과정	필산			수판셈	
	2, 3자리 덧셈과 뺄셈 (받아올림 있음)	곱셈 구구	4자리 이상 덧셈과 뺄셈	덧셈과 뺄셈	곱셈과 나눗셈
1차(1955～1962)	2-1	2-2	4-1	4-1	6-1
2차(1963～1972)	2-1	2-2	3-1	5-2	6-2
3차(1973～1981)	2-2	3-1	4-1	5-2	6-1
4차(1982～1988)	2-2	3-1	3-2	6-2	-
5차(1989～1994)	1-1	2-1	3-1	-	-
6차(19951～999)	1-2	2-1	3-2	-	-
7차(2000～)	2-가	2-나	3-나	-	-

(김민경, 강선미, 2006).

수학교육과정에서 주산이 등장한 학년이 1 2, 3자리 덧셈과 뺄셈의 기본원리를 배우는 2, 3학년이 아니라, 이를 이미 배운 4, 5, 6학년 학생에게 다루어졌다. 따라서 이미 2, 3자리 덧셈과 뺄셈의 기본원리를 배우고 심지어 4자리 이상의 덧셈과 뺄셈을 배운 학생들은 다시 1, 2, 3자리의 덧셈과 뺄셈을 수판

셈으로 학습하는 것이 별 흥미를 끌지 못했을 것이라고 하였다(김민경, 강선미, 2006).

수학은 단계형 교육과정으로서 아래의 단계를 알아야 이를 적용, 확장하여 위 단계의 문제를 해결할 수 있다. 수학교구로서의 수판셈은 기본적인 원리를 다루는 2, 3자리 덧셈과 뺄셈에서 다루어져야 이를 확장하여 더 큰 수를 연산하도록 도와준다. 이미 아래 단계에서 배운 필산을 수판셈으로 바꾸기가 힘들었을 것이다. 수학교구로써의 수판셈이 올바른 교육적인 순서를 지니기 위해서는 '2, 3자리 덧셈과 뺄셈→4자리 이상의 덧셈과 뺄셈'으로 구성되었어야 한다. 이러한 경향으로 4차 교육과정에서 수판셈은 6학년 2학기 마지막 단원에서 두 번째로 등장한다. 즉 수판셈이 학생들에게 도움을 주지 못하고 흥미를 못 끌자 초등학교의 가장 윗 단계인 6학년까지 제재가 이루어졌다가 결국 5차 교육과정에서부터는 사칙연산에서 사라지게 되었다(김민경, 강선미, 2006).

그러나 시각장애 초등학생들의 경우 필산이 곤란하므로 전통적으로 지도되어온 수판을 계속 지도해 줄 필요가 있다.

2. 주산교육

1) 수판의 구조와 관련 용어

주산 교육에서 일반적으로 사용하는 주요 용어들을 소개하면 다음과 같다(나기수, 1990).

① 포수(布數) : 수판 면에 수를 놓는 것을 말한다.

② 보수 : 어떤 기준이 되는 수와 그 수미만의 어떤 수와의 차이를 보수라고 한다. 예를 들면 5를 기준으로 하면 5 이하의 4, 3, 2, 1과 5의 차이 1, 2, 3, 4가 각각 5에 대한 보수가 되고, 보수를 이용하여 계산하는 방법을 보수 계산이라고 한다.

③ 실수(實數) : 곱셈에서는 곱하여지는 수, 나눗셈에서는 나누어지는 수를 말하며, 수판의 오른쪽에 놓는다.

④ 법수(法數) : 곱셈에서는 곱하는 수, 나눗셈에서는 나누는 수를 말하며, 수판의 왼쪽에 놓는다.

⑤ 잔실 : 곱셈과 나눗셈에서 아직 계산되지 않은 실의 부분을 말한다.

⑥ 부분 곱 : 곱셈을 할 때 실수와 법수의 각 자리와 곱한 계산 도중의 일부분의 답을 말한다.

⑦ 가상 : 나눗셈을 할 때 몫을 세워놓고 아직 법과 곱하여 실에서 빼지 않은 수를 말한다.

⑧ 확상 : 가상을 법의 자리와 곱하여 뺄셈이 끝난 확실한 몫을 말하며, 진상이라고도 한다.

⑨ 무명수 : 수에 명칭이 붙어져 있지 않은 수를 말한다.

⑩ 명수 : 원, 달러 등의 명칭이 붙어 있는 수를 말한다.

⑪ 점 : 명수일 때는 단위 자리에, 무명수일 때는 정수 오른쪽에 단위를 표시하기 위해 찍는 기호이다.

⑫ 머릿수와 끝수 : 머릿수는 수의 왼쪽 첫째 자리를 말하며, 끝수는 수 가장 끝자리를 말한다.

⑬ 표면 수 : 계산 과정 또는 계산의 결과가 수판 면에 놓여있을 때 판면수를 가리켜 표면수라고 한다.

⑭ 이면 수 : 수판 면에 놓여 있는 표면 수 외에 아직 포수되지 않은 수, 즉 9의 보수를 말한다.

2) 수판의 기본 사용법

주산은 오른손 엄지와 검지를 사용하고, 때로는 중지를 사용하기도 한다. 검지나 중지로는 윗알을 올리고 내리거나 아래알을 내리는데 쓰고, 엄지로는

아래알을 올리는데 쓴다. 간혹 검지로만 사용하는 경우가 있는데 이는 효율적이지 못하다. 최적의 주산 기술은 수판알을 움직일 때 엄지와 검지를 빠르고 실수 없이 사용하는 것이다(박헌성, 2002). 수판의 기본 사용법은 다음과 같이 크게 운지법과 운주법으로 나눌 수 있다(정헌숙, 2005).

운지법이란 수판알을 놓거나 떨기 위하여 손가락을 사용하는 방법이다. 운지법의 종류에는 집게손가락만을 이용하는 단지법과 엄지손가락과 집게손가락을 같이 사용하는 쌍지법, 여러 손가락을 사용하는 다지법이 있다. 일반적으로 많이 이용되며 가장 능률적인 쌍지법에서, 엄지손가락은 아래 알을 놓을 때 윗알과 아래 알을 동시에 놓거나 떨 때 사용하고, 집게손가락을 윗알을 놓거나 떨 때와 아래알을 떨 때 사용한다.

운주법이란, 수판알을 일정한 순서에 따라 동작하여 계산하는 방법을 말하며, 능률적으로 계산을 하기 위해서는 올바른 운주법을 익혀야 한다. 운주법에서 유의하여야 할 점은 손가락에 무리한 힘을 가하지 않도록 하고, 운주동작은 되도록 작게 하며, 포수 동작은 적게 하며, 손가락을 좌우로 움직여 짚거나, 불필요한 동작을 하지 않도록 하고, 손가락 끝이 꿸대에 닿지 않도록 하고, 손가락 끝으로 운산 하도록 하고, 포수하고자 하는 자리의 한 칸 밑자리를 읽는 습관을 기른다.

3) 수판을 이용한 사칙연산

연산은 매우 포괄적인 의미로 쓰이고 있고, 여러 가지 관점에서 나눌 수 있는데 연산이 규정하는 집합의 원소가 무엇이냐에 따라 여러 가지 연산으로 나누어진다. 흔히 초등학교 수학에서 수를 대상으로 할 때 수의 연산이라고 할 수 있으며, 여러 가지 대응 규칙의 유형 가운데 기본이 되는 유형을 기본 연산이라고 한다. 기본 연산으로는 덧셈, 곱셈을 들 수 있는데, 덧셈의 역연산인 뺄셈과 곱셈의 역연산인 나눗셈을 이에 포함시켜 사칙연산이라고 한다

(이용률, 1991). 이 사칙연산은 모든 계산의 기초가 되므로 산법의 원리를 잘 이해하여 정확하고 신속한 계산 단계에 이르도록 학습해야 하는데 이와 같은 사칙연산에 대해 구체적으로 살펴보면 다음과 같다(정헌숙, 2005).

(1) 덧셈

덧셈이란, 5 또는 10을 먼저 포수한 다음, 5 또는 10에 해당하는 보수를 떨어주는 수리계산이다.

예1) 4 + 2 = 6

수판 면 위에 4를 포수한 다음, 2를 더하기 위하여 (5 - 3), 즉 5에 대한 2의 보수 3을 생각하여, 기준 수 5를 놓은 다음, 5에 대한 2의 보수 3을 떠는 수리 계산이다.

예2) 8 + 3 = 11

수판 면 위에 8을 포수한 다음, 3을 더하기 위하여 (10 - 7), 즉 10에 대한 3의 보수 7을 생각하여, 기준 수 10을 놓은 다음, 10에 대한 3의 보수 7을 떠는 수리 계산이다.

예3) 5 + 7 = 12

수판 면 위에 5를 포수한 다음, 7을 더하기 위하여 (10 - 7), 즉 10에 대한 7의 보수 3을 생각하여, 기준 수 10을 놓은 다음, 10에 대한 7의 보수 3을 떠는 수리 계산이다.

<별법> 5 + 7 = 12에서 7은 5 + 2이므로 첫째 동작에서 5를 먼저 포수한다. (포수동작은 엄지손가락으로 윗자리 20과 집게손가락으로 5를 동시에 놓고 뗀다.) 둘째 동작에서 남은 수 2를 엄지손가락으로 올려 준다. 이 방법은 손에 무리가 전혀 없고, 아랫자리 수를 볼 수 있는 장점이 있다. 5 + 6 , 5 + 7, 5 + 8 , 5 + 9 등에 응용된다.

(2) 뺄셈

뺄셈이란, 5 또는 10을 먼저 뺀 다음 5 또는 10에 해당하는 보수를 더해주는 수리 계산을 말한다.

예4) 8 – 4 = 4

수판 면 위에 8을 포수한 다음, 4를 빼기 위하여 4 = 5 – 1로 보고 (8 – 5) + 1을 적용한다. 즉 5를 떨고, 5에 대한 4의 보수 1을 더해 준다.

예5) 12 – 9 = 3

수판 면 위에 12를 포수한 다음, 9를 빼기 위하여 9 = 10 – 1로 보고 (12 – 10) + 1을 적용한다. 즉 10을 떨고, 10에 대한 9의 보수 1을 더해 준다.

(3) 곱셈

곱셈에서는 피승수를 실(實), 혹은 실수(實數)라 하고, 승수를 법(法), 혹은 법수(法數)라 하며, 곱하여 얻은 답을 곱 또는 적(積)이라 한다(서울대 경영대학원, 1984). 그러나 수학교육과정에서 사용하는 용어를 고려하여 여기서는 실수나 법수라는 용어를 대신하여 승수, 피승수, 제수, 피제수로 사용한다. 곱셈을 할 때는 피승수는 가운데 자리에, 승수는 왼쪽으로 3~4칸 이동하여 놓는다. 그리고 곱셈의 곱은 피승수의 오른쪽에 포수한다(홍종원, 1987).

곱셈의 방법에는 대표적으로 신두승법, 파두승법, 미승법, 속산승법이 있다. 정안인들은 신두승법을 많이 사용했고 시각장애 학생들은 미승법을 즐겨 썼다.

신두승법은 피승수의 끝자리와 법의 머릿자리부터 곱해 가는 방법이다. 피승수는 수판의 중앙에서 오른쪽의 자릿점을 일의 자리로 하여 포수하고, 승수는 피승수의 머릿자리에서 3~4자리 떼어 왼쪽의 자릿점에 맞추어 포수하는데, 포수의 순서는 승수부터 먼저 포수한다. 피승수부터 포수하면 승수의

자릿수가 많을 때에 승수를 놓을 수 없거나, 피승수와 승수의 간격이 없어 혼동할 우려가 있다. 피승수와 승수를 곱하는 순서는 피승수의 끝자리와 승수의 머릿자리부터 차례로 끝자리까지 곱하고, 다음에는 곱한 피승수의 바로 윗자리 피승수와 승수의 머릿자리부터 끝자리까지 곱한다. 이런 방법으로 피승수의 끝자리까지 곱해 간다. 부분 곱은 곱해지는 피승수를 떤 다음, 그 피승수의 바로 오른쪽 자리를 십의 자리로 하여 더한다. 그러므로 부분 곱이 일의 자리인 경우에는 피승수에서 오른쪽으로 한 자리 옮긴 자리에 더한다. 승수의 다음 자리와의 부분 곱은 차례로 바로 앞에서 더한 부분 곱의 일의 자리를 십의 자리로 하여 더해 한다. 승수의 자릿수+1자리만큼 피승수의 단위에서 오른쪽으로 내려간 자리가 곱의 단위가 된다. 구구를 부르는 순서는 피승수에서 승수를 불러 간다(서울대 경영대학원, 1984).

미승법은 피승수의 끝자리와 승수의 끝자리부터 머릿자리로 곱해 올라가는 방법이다. 피승수를 가운데 머릿자리에 놓는다. 피승수와 승수를 곱하는 순서는 피승수의 끝자리와 승수의 끝자리부터 머릿자리까지 차례로 곱하고, 다음에는 곱한 피승수의 바로 윗자리 피승수와 승수의 끝자리부터 머릿자리까지 곱한다. 이런 방법으로 피승수의 머릿자리까지 곱해 간다. 부분 곱은 피승수의 끝자리에서 승수의 자리만큼 오른쪽으로 옮긴 자리를 일의 자리로 잡아 놓고, 승수의 머릿자리를 곱할 때, 그 피승수를 떨면서 놓는다. 피승수의 다음 윗자리를 곱할 때도 승수의 자리만큼 오른쪽으로 옮겨간 자리가 곱의 일의 자리가 된다. 구구를 부르는 순서는 피승수에서 승수로 불러 간다(홍종원, 1987).

속산승법은 주산식 암산으로 하는 곱셈을 말하는데, 피승수와 승수를 수판면에 포수하지 않고 직접 문제를 보고 계산하는 방법으로 곱셈이 어느 정도 익숙해지면 누구나 쉽게 계산할 수 있는 간편한 방법이다. 이 방법은 피승수와 승수를 수판 면에 포수하는 시간을 단축할 수 있으며, 반올림을 하는 문제 등이 있어서 머리 자릿점을 정하여 계산할 때에 편리하다. (피승수의 자릿수)+(승수의 자릿수)만큼 수판의 기본 자릿점에서 왼쪽으로 올라간 자리에 피

승수와 승수 중에서 자릿수가 적은 것을 포수한다. 곱하는 순서는 승수의 머릿자리와 피승수의 머릿자리부터 차례로 곱하고, 승수의 다음 자리도 같은 요령으로 피승수와 곱한다. 승수의 머릿자리와 피승수의 머릿자리를 곱한 부분 곱은 법의 머릿자리를 수판 면에 포수한 것으로 가정해 거기를 십의 자리로 하여 더하고, 다음 부분 곱은 앞에서 더한 부분 곱의 일의 자리를 십의 자리로 하여 차례로 더해 간다(서울대 경영대학원 경영연구소, 1984).

(4) 나눗셈

나눗셈의 방법에는 상제법과 귀제법이 있다. 나눗셈에서는 피제수를 실수라 하고, 제수를 법수라 하며, 나누어 얻는 답을 몫, 또는 상이라고 한다.

상제법은 필산으로 하는 나눗셈과 같이 곱셈 구구를 이용하여 계산하는 방법이다. 피제수를 수판 중앙 오른쪽의 자릿점을 일의 자리로 하여 포수한다. 제수는 피제수의 머릿자리에서 왼쪽으로 4~5자리 정도 떨어진 자릿점에 맞추어 포수한다. 몫을 세우는 자리는 피제수의 머릿자리 수와 제수의 머릿자리 수를 비교하여 정한다. 정한 몫과 제수의 머릿자리 수부터 아랫자리로 차례로 곱하여, 그 부분 곱을 몫이 바로 오른쪽 자리를 십의 자리로 하여 빼고, 바로 아랫자리 수와의 부분 곱은 바로 앞에서 뺀 부분 곱 일의 자리를 십 자리로 하여 차례로 한 자리씩 내려서 빼 간다. 구구는 몫에서 제수를 불러 간다(서울대 경영대학원, 1980).

귀제법은 제수의 자리에 관계없이 피제수의 머릿자리수를 제수의 머릿자리수로 나누어 몫을 정하는 방법이어서 시각장애학생이 수를 기억하지 않고도 나눗셈을 쉽게 계산할 수 있는 방법이다. 시각장애학생들은 곱셈의 미승법과 나눗셈의 귀제법을 많이 쓰고 있다(홍종원, 1987). 피제수를 수판 가운데에 일의자리를 잡아서 놓는다. 제수는 피승수의 머릿자리 왼쪽으로 3~4칸 벌려서 놓는다. 피승수의 윗자리부터 나눗셈 구구를 이용하여 푸는데 제수가 두

자리수 이상일 경우 머릿자리를 제외한 끝자리까지는 주어진 몫으로 곱하여 정리한다.

3. 암산교육

1) 암산의 정의 및 특성

암산은 일반적으로 지필계산과 상반되는 계산으로, 계산 도구를 사용하지 않고 문제에 대해 생각하고 머릿속으로 정확한 계산을 수행하는 능력이다. 암산은 사고를 통해 문제를 조작·수행하고, 정확한 결과 획득을 위한 방법으로 지필이나 다른 외부 구체물의 도움 없이 행하는 것이다(김지수, 2007).

암산의 목적은 모든 학생들이 문제를 해결하는 동일한 전략을 사용도록 하는 것이 아니라 학생 개개인에게 의미가 있는 전략을 신장시키는 것이다. 또한 암산은 비교적 사고와 수 감각을 기르고 창의적인 사고에 대하여 보상을 하는 훌륭한 방법이며, 어림셈 능력 신장에 도움이 되고, 답을 구하는 다양한 대안적 알고리즘과 비정형적 기술을 제시한다고 하였다(김지수, 2007).

암산은 다음과 같은 특성이 있기 때문에 새로운 교육에서 그 필요성이 강조되고 있다(배종수, 1999).

첫째, 암산은 일상생활에서 사용되는 실제적인 기능이다. 우리가 일상생활에서 계산하게 되는 많은 종류의 문제들은 암산으로 계산할 수 있다. 사실 계산기나 종이와 연필을 가지고 정확히 계산하여야 하는 경우보다 일상생활 문제들의 계산은 대부분 암산으로 계산하고 있다.

둘째, 암산은 보조도구를 사용하는 계산보다 편리하게 계산할 수 있도록 해준다. 예를 들어 57+98의 계산은 받아 올림이 두 번 있는 덧셈이다. 그러나 98은 100보다 2가 작다는 사실은 알고 있기 때문에 100을 더하고 2를 빼

면, 즉 57+98=157-2와 같이 되어 받아 올림을 하지 않고 암산으로 쉽고 편리하게 계산할 수 있다.

셋째, 암산은 계산과정과 결과에 대한 수 감각을 느낄 수 있다. 예를 들어 57+98의 결과는 150정도라는 사실을 깨닫게 되어 계산 과정과 결과에 대한 수 감각을 느낄 수 있다.

넷째, 암산은 자릿값과 수학적 연산들, 기본적인 수의 성질들을 쉽게 이해하도록 한다. 수와 수 사이의 관계를 생각하는 것에 암산의 핵심이 있다.

2) 주요 암산 방법

Hope(1986)는 암산을 하는 효율적인 방법을 세 가지로 제시하였는데 연산의 받아올림을 제거하기, 왼쪽에서 오른쪽으로 연산하기, 중간 단계에서 계산하는 것을 하나의 결과에 통합하기 등이다. 또한 Holmes(1995)는 암산에서 사용되는 방법으로 왼쪽-오른쪽 전략, 상보전략, 조화수 전략을 제시하고 있는데(이은희, 2002) 이들 각각의 전략에 대해 자세히 살펴보면 다음과 같다.

'왼쪽-오른쪽 전략'은 <표 Ⅱ-2>와 같이 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 계산에서 왼쪽에 있는 숫자들, 즉 높은 자리의 수부터 계산하는 방법을 말한다.

<표 Ⅱ-2 > 왼쪽-오른쪽 전략을 사용한 암산

<예 1> 40+58	(40+50)+8=90+8=98로 생각하기
<예 2> 34+57	30+50=80, 4+7=7, 80+11=91로 생각하기 30+50=84, 84+7=91로 생각하기 34+50=84, 84+6+1=90+1=91로 생각하기 57+30=87, 87+4=91로 생각하기 57+30=87, 87+3+1=90+1=91로 생각하기
<예 3> 67-54	60-50=10, 7-4=3, 10+3=13으로 생각하기 67-50=17, 17-4=13으로 생각하기
<예 4> 400+342	400+300+42=700+42=742
<예 5> 3×53	3×50=150, 3×3=9, 1509=159로 생각하기
<예 7> 70×34	70×30=2100, 70×4=280, 2100+280=2380으로 생각하기
<예 8> 400×61	400×60=2400, 400×1=400, 24000+400=24400으로 생각하기

(소연이, 2000).

'상보 전략'은 <표 Ⅱ-3>과 같이 암산하기 쉽도록 수들을 조절하는 방법으로, 수들을 적절히 조절한 후에는 '왼쪽-오른쪽 전략'이 자주 사용된다.

<표 Ⅱ-3> 상보 전략을 사용한 암산

<예 1> 49+21	50+20=70 (21에서 1을 빼고 그 1를 49에 더해 줌)
<예 2> 84-19	85-20=65 (두 수에 같은 수를 더하거나 뺀 후 계산함, 여기서는 두 수에 먼저 1을 각각 더해 85와 20으로 만들어 계산함)
<예 3> 25×56	50×28=100×14=1400 (앞의 수는 계속 2배씩 해 주고, 뒤의 수는 계속 2로 나누어 계산하기 편한 수로 만들기)
<예 4> 2250÷50	4500÷100=45 (두 수에 먼저 같은 수를 곱한 후 나눔, 여기서는 두 수에 먼저 2를 곱하여 계산하기 편한 수로 만들어 나눔)
<예 5> 25×36	100/4×36=3600/4=900 (25를 100/4로 바꿔서 계산)

(소연이, 2000).

'조화수 전략'은 <표 Ⅱ-4>와 같이 서로 어울리는 수가 되도록 수들을 조절하는 방법으로, 10의 거듭제곱의 배수나, 5의 배수, 2, 4, 5로 나눌 수 있는 수 등이 계산하는데 편리하므로 이런 수들로 만들어서 계산하는 방법이다.

<표 II-4> 조화수 전략을 사용한 암산

＜예 1＞ 25+26	25+(25+1)=(25+25)+1=50+1=51로 생각하기
＜예 2＞ 67+34	67+(33+1)=(67+33)+1=100+1=101로 생각하기
＜예 3＞ 125+55	125+(50+5)=(125+50)+5=175+5+180으로 생각하기
＜예 4＞ 42×125	(40+2)×125=(40×125)+(2×125)=(〔40×100〕+〔40×25〕+(2×125)=400+1000+250=5000+250=5250으로 생각하기
＜예 5＞ 3644÷4	(3600÷4)+(44÷4)=900+11=911로 생각하기

(소연이, 2000).

그 밖에도 많은 암산 방법이 있다. 하지만 암산지도에서 중요한 것은 암산 전략을 일방적으로 연습시키는 것보다는 암산의 개념과 방법에 대한 이해를 기초로 수 감각과 다양한 암산 방법을 이용하여 보다 확산적이고 창의적인 사고력을 길러준다는 것을 명심해야 한다(소연이, 2000).

3) 주산식 암산

Tang(1996)에 의하면 일부 초등학생들은 암산으로 복잡한 산수 문제를 빠른 시간 안에 푼다. 마치 머릿속에 주판을 그려 놓은 것처럼 머릿속에 있는 주판을 이용하여 합을 낼 수 있었다. 크고 복잡한 합일지라도 이러한 주산식 암산을 이용하여 답을 정확하게 얻어낼 수 있다. 심리학에서는 아이들이 6세에서 11세일 때, 표상과 모방 면에서의 사고력이 좋다고 증명하고 있다. 일반적으로 암산으로 셈을 하는 것을 완성하기에는 3년이 걸린다. 교육법은 3단계로 나눌 수 있다.

첫째, 학생에게 수판으로 계산하도록 한다. 수판을 능숙하게 사용할 때까지

수판알을 보고 움직이는 연습을 한다(김민경・강선미, 2006).

둘째, 학생에게 주판알을 만지지 않고 주판을 바라보도록 한다. 암산으로 주판을 사용함으로써, 마침내 학생은 수판을 실제로 만질 때처럼 능숙하게 계산을 할 수 있는 능력을 얻는다(김민경・강선미, 2006).

셋째, 학생으로 하여금 머릿속에 수판을 형상화하여 마치 수판알이 움직이는 듯한 암산으로 다양한 계산을 할 수 있게 한다. 학생들은 처음에 간단한 문제를 연습한 다음 복잡한 문제를 마침내 자동적으로 어떤 문제도 풀 수 있을 때까지 연습한다(김민경・강선미, 2006).

林壽郎(2000)에 의하면 주산식 암산은 머리 안에서 수판을 조합하고 분해해가며 연산을 진행해 가는 것으로, 아날로그 뇌인 우뇌 단련에 큰 도움이 될 것이라고 일찍부터 예상되어 왔다고 하였다. 최근에는 주산식 암산이 우뇌활성화에 대단히 유효하다는 것이 실증되고 있으며, 지금까지의 추론이 틀린 것이 아님을 밝혀지고 있다고 하였다(정정애, 2003).

天岩静子(2001)에 의하면 주산학습 경험은 주산이나 주산식 암산능력만을 높이기 위한 것만이 아니라 주산 이외에도 파급효과를 미친다고 하였다. 주산학습의 파급효과는 다음과 같다.

첫째, 숫자배열의 기억유지능력이 향상된다는 것이다. 이는 3-9단위의 숫자를 읽고 기억하게 한 후, 있는 내용을 구두로 대답하게 하는 과제를 실시해 보면 금방 알 수 있다. 같은 연령의 주산 미학습자와 비교해 봤을 때, 주산학습자는 기억할 수 있는 단위수와 정확도가 뛰어나고, 그 차이는 주산수준의 차이를 반영하고 있다. 이는 주산식 암산의 경우도 마찬가지로, 머릿속의 "수판 이미지"로 숫자를 헤아리기 때문이다. "수판 이미지"에 들어가는 단위수는 확실하게 기억 유지가 된다. "수판 이미지"의 적용은 기억하고 있는 숫자계열을 거꾸로 답하게 하는 역창(逆昌)도 쉽게 하며, 이런 파급효과는 주산식 암산 방법을 그대로 기억하게 해, 과제 해결에 적용했기 때문이다.

둘째, 공간적 배치에 대한 기억유지가 높은 점수를 얻고 있다는 것이다. 이에 대한 연구는, 세로와 가로 3~5개의 직선으로 만들어진 사각형의 교차점에

찍힌 복수의 도트(검고 작은 점)를 몇 초 간 보인 후 그 위치를 재생시키는 과제에 의해 조사되었다. 그 결과 주산학습경험자는 미학습자에 비해 높은 점수를 얻는 것을 보여주었다. 공간적인 도트의 배치는 주판알과 달리, 숫자로서 의미는 지니지 않지만, 시각적인 “수판 이미지”를 갖기 위한 훈련을 통해, 도트의 공간적 위치에 보다 민감하게 반응하는 것은 아닐까 생각된다.

셋째, 각종 산수과제에 대해 이해하기 쉬워진다는 것이다. 1단위 덧셈, 1단위 곱셈, 여러 단위 뺄셈, 덧셈 뺄셈의 문장제 문제, 빈칸 채우기의 득점이 수판 미학습자보다 높게 나왔다.

이런 결과들을 통해, 주산학습의 장점은 단순한 계산을 빠르고 정확히 할 수 있다는 것이며, 더욱이 수판이라는 도구를 사용하지도 않고도, “수판 이미지”를 사용해 매우 빠른 암산이 가능해지는 암산능력을 가질 수 있다고 하였다(정정애, 2003).

4. 선행연구 고찰

임동찬(2002)은 수판셈 학습이 정신지체아의 수학능력 향상에 미치는 효과를 알아보기 위해서 특수학교 중학부에 재학 중인 12~17세 정신지체 32명을 대상으로 연구하였다. 그 결과를 0~50이하의 자연수에 대한 수 세기와, 수 이해, 수의 합성과 수의 분해, 덧셈과 뺄셈 등 7개 영역으로 측정하였는데 유의미한 영향을 주고 있었음을 알 수 있었다.

정헌숙(2005)은 초등학교 방과 후 시간을 이용하여 학습부진아의 덧셈과 뺄셈능력과 수학 학습 태도의 긍정적인 변화를 위해 수판셈 활용 학습을 적용하여 분석을 하였다. 그 결과 수판셈 활용 학습 프로그램의 적용이 학습부진아들에게 수판을 활용하는 과정에서 받아 올림과 받아 내림의 알고리즘을 눈으로 보고 이해할 수 있는 기회를 가짐으로서 연산 능력이 향상되었음을 나타내었다.

정정애(2003)는 서울에 있는 S 주산학원의 19명을 대상으로 주산학습과 문장제 문제해결력 사의의 관계를 연구하였다. 주산을 6개월 이상 학습한 초등학교 2, 3, 4, 6학년 총 19명을 대상으로 하였는데 수학과 내용 영역별에 따른 문제해결능력을 비교해 본 결과 6가지 영역 중 도형을 제외한 나머지 영역 즉, 수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계, 규칙성과 함수 영역에서는 주산을 학습한 학생들이 문제해결능력에서 더 뛰어났음을 확인해 볼 수 있었다.

김민경과 강선미(2006)는 초등학교 수업현장에서 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 등 4가지 연산영역에서 주산식 머릿셈에 대한 연산과정을 살펴보고 이를 단계로 구분지어 분석하였다. 이 연구를 위해 주로 초등학교 2학년 학생 18명을 대상으로 한 수업관찰과 초등교사와 학생들과의 1, 2차 인터뷰 면담 등을 적용한 사례연구를 실시하였다. 그 결과 학생들은 수판의 이미지를 머릿속으로 떠올려서 마치 자신이 엄지와 검지를 이용하여 주산을 했던 것처럼, 이를 도식화(이미지화)하여 연산하고 있음을 나타냈고, 종합적으로 이 사고과정을 도입, 전개, 정리 등의 3가지 단계로 정리하여 분석하였다. 그리고 학생들은 주산식 머릿셈을 수판이 없을 때에 종이나 연필 없이 급하게 사용할 때에 편리한 점을 말하였고, 연산능력 향상에 도움을 준다는 것과 흥미롭다는 것을 장점으로 언급하였다.

Tang(1996)은 몇 명의 초등학생들이 주산식 암산을 통하여 복잡한 수학문제를 빠른 시간 안에 푼다고 하였다. 이 과정에서 학생들은 머릿속에 수판을 그려 놓고 그 머릿속 수판을 이용하여 합을 이끌어 내며, 크고 복잡한 수의 합도 주산식 암산을 사용하여 정확한 답을 얻을 수 있다고 하였다.

河野貴美子(2001)는 수십 년 전부터 인간의 다양한 사고를 뇌파로 탐색하는 연구를 하고 있다. 처음 시작할 때, 피 실험자는 주로 주변의 학생들로서, 음악을 들려주거나, 암산을 시켜보며 정신활동이 뇌파에 어떻게 나타나는지 검토했다. 200명 이상의 데이터 중에 주산에 대하여 언급한 것이 있었는데 수판의 장점으로 배우기 시작하는 시기에 이미지화하기 쉬운 것이 수판의 장점이라고 하였다. 눈앞에서 주판알이 움직이므로, 더하고 빼기의 이미지와,

십진법과 자릿수 찾기를 이해하기 쉽다고 하였다.

전순진(2002)는 시각장애 학생의 사칙연산 능력을 알아보기 위하여 맹학교에 다니는 학생들과 일반학교에 다니는 학생을 대상으로 연구하였다. 연구과정에서 시각장애 학생들의 사칙연산 능력이 주산교육을 받지 않은 집단보다 주산교육을 받은 집단에서 높은 평균을 나타낸 것으로 보여주었다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 설계

이 연구는 단일대상실험설계 중 행동간 중다간헐기초선설계에 따라 수행했다. 이 연구의 독립변인은 주산식 암산지도였고, 종속변인은 덧셈암산, 뺄셈암산, 곱셈암산의 정확도와 속도였다. 대상학생의 연산능력 예비평가를 기초로 설정된 목표인 덧셈암산, 뺄셈암산, 곱셈암산 능력을 향상시키는 데 주산식 암산지도의 효과를 알아보기 위해 각 종속변인별로 기초선 단계, 중재단계, 유지단계로 연구를 진행하였다.

2. 연구 대상

1) 대상학생 선정기준

이 연구의 대상은 D시에 소재한 대전맹학교 초등부 3학년 학생이었다. 이 학생은 교사의 추천과 학부모의 동의를 받아 다음과 같은 기준에 따라 선정되었다 (부록 1참조).

· 초등학교 3~4학년 학생
· 맹(blindness) 또는 저시력(low vision)의 시각장애 학생
· 시각장애 이외에 다른 장애가 없는 학생
· 주산을 학습한 경험이 있는 학생
· 두 자리 또는 세 자리 수의 받아올림이나 받아내림이 있는 덧셈, 뺄셈, 곱셈을 암산으로 할 수 없는 학생

2) 대상학생의 일반적 특성

이 연구의 대상학생은 9세의 초등학교 3학년 남자 학생이었다. 연구자가 담임교사에게 개인별 기초사항 질문지(부록 1참조)를 작성하도록 요청하여 수집한 결과를 보면 학생은 시각장애 1급이며, 학교 공식문서에는 시력을 측정할 수 없는 것으로 나타나 있다. 이 학생의 시각장애 원인은 선천성 백내장과 합병증이었다. 담임교사가 확인한 학교공식기록에 따르면, 이 학생은 KISE-KIT를 이용한 검사결과 언어성 지능지수가 84였다. 담임교사에 의하면 대상학생은 친구들과 어울릴 때 명랑 쾌활하며 매사에 성실한 태도를 보이는 성격이고, 모든 교과에 있어서 자신의 의견을 논리적으로 설명하는 능력이 부족하나 열심히 노력하는 태도를 보인다고 하였다. 수학교과와 관련해서는 문제의 뜻을 이해하는 데 시간이 걸리고 여러 번 반복해야 이해를 한다고 한다.

3) 대상학생의 계산방법별 연산능력

이 연구에서는 대상학생 선정을 위해 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 연산 영역별로 각각 30문제를 출제했고, 각 영역을 필산, 주산, 암산이라는 세 가지 계산방법으로 각각 10문제씩 계산하도록 했다. 이 연구의 대상으로 최종 선정된 학생의 계산방법에 따른 연산영역별 계산 정확도와 속도를 제시하면 <표 Ⅲ-1>과 같다.[1)]

---

1) 속도는 정답 문제만 계산한 것임

<표 Ⅲ-1> 대상학생의 계산방법에 따른 연산능력

연산영역 \ 계산방법	필 산		주 산		암 산	
	정확도	속도	정확도	속도	정확도	속도
덧셈	9개	1분 07초	6개	38초	0개	·
뺄셈	7개	1분 19초	4개	45초	0개	·
곱셈	8개	38초	0개	·	0개	·

<표 Ⅲ-1>과 같이 대상학생의 연산 정확도는 필산의 경우 가장 높았고, 주산이 그 다음으로 높았으며, 암산이 가장 낮았다. 연산속도는 같은 유형의 문제를 비교해 보면 대체적으로 주산이 빨랐고, 그 다음은 필산이었으며, 암산의 경우 정확도가 낮아 속도 계산이 무의미했다.

필산의 경우 덧셈은 9문제, 뺄셈은 7문제, 곱셈은 8문제 정답을 나타냈다. 연산 영역별 학생의 연산능력을 분석해보면, 대상학생은 (세 자리 수)+(세 자리 수)와 (네 자리 수)+(네 자리 수)의 덧셈을 잘 할 수 있는 것으로 나타났다. 덧셈보다는 뺄셈을 더 어려워하는 경향을 보였고, 특히 0이 들어간 문제는 어떻게 풀어야 할 지 몰랐다. 곱셈의 경우 비교적 정확도가 높은 것으로 나타났다. (두 자리 수)×(한 자리 수), (세 자리 수)×(한 자리 수), (두 자리 수)×(두 자리 수) 문제들 중 (세 자리 수)×(한 자리 수), (두 자리 수)×(두 자리 수)에서 각각 1문제씩 틀렸고, 속도는 (두 자리 수)×(두 자리 수) 문제들에서만 1분을 초과하였다.

주산의 경우 덧셈은 6문제, 뺄셈은 4문제, 곱셈은 0문제정답을 나타냈다. 연산 영역별 학생의 연산능력을 분석해보면, 대상학생은 덧셈 (네 자리 수)+(세 자리 수), (네 자리 수)+(네 자리 수), (네 자리 수)+(네 자리 수)+(네 자리 수) 문제 들 중 (네 자리 수)+(네 자리 수)+(네 자리 수)는 모두 정답을 했고, 나머지 문제들의 틀린 답들은 자릿수 개념을 몰라 오답을 하였으며 , 대상학생의 오답이 정답의 근사 값이었다는 점에서 볼 때, 자릿수의 지도 등 기초적인 내용을 보충함으로써 보다 향상될 것으로 보였다. 뺄셈 (네 자리

수)-(세 자리 수), (네 자리 수)-(네 자리 수), (네 자리 수)-(네 자리 수)-(네 자리 수)에서 오답은 덧셈과 같이 정답의 근사 값이었다는 점에서 볼 때, 자릿수나 보수의 개념을 보다 명확하게 지도할 필요가 있는 것으로 보였다. 곱셈 (세 자리 수)×(한 자리 수), (두 자리 수)×(두 자리 수) 10문제 중 2문제는 답하지 못하였고 (두 자리 수)×(두 자리 수)에서만 답한 문제들 속도가 2분 이상 초과하였으며 대상학생 오답은 정답과는 거리가 멀었다.

암산의 경우 영역별로 학생의 연산능력을 분석해보면 모두 점수가 0점으로 나와 필산과 주산에 비해 매우 저조한 것으로 나타났다. (두 자리 수)×(한 자리 수) 문제에 대해서는 자릿수를 모르는 것으로 나타났다. 정확도에서 오답은 일정한 규칙성을 보였는데, 이는 곱셈을 푸는 과정을 모르기 때문으로 보여 진다. (세 자리 수)×(한 자리 수)의 곱셈은 대상자가 암산으로 문제를 푸는 방법을 모르기 때문에 어렵다고 말하여 문제에 대한 답을 할 수가 없었다. <표 Ⅲ-1>보는 바와 같이 대상학생은 암산으로 덧셈, 뺄셈, 곱셈을 전혀 하지 못하는 것으로 나타났다(부록 2참조).

3. 독립변인

이 연구의 독립변인은 주산식 암산지도였다. 수업시간 45분 중 중재시간 35분을 기준으로 약 20분간 주산지도를 하였고, 약 15분간 암산지도를 하였다. 이 연구에서 실시한 주산 및 암산 지도를 각각 기술하면 다음과 같다.

1) 주산지도

주산지도는 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 연산 영역별로 각각 6단계로 구성하였다 <표 Ⅲ-2>. 덧셈지도를 위해 1단계에서 수판의 자릿수를 지도했고, 2단계에서는 5의 보수를 활용한 덧셈을 지도했으며, 3단계에서는 10의 보수를 활용

해 덧셈 연산을 지도하였다. 4단계에서는 5와 10의 보수를 동시에 활용한 덧셈계산을 지도했고, 5단계에서는 두 자리 수와 두 자리 수의 덧셈을 지도했으며, 6단계에서는 세 자리 수와 두 자리 수의 덧셈을 지도하였다. 뺄셈지도를 위해서는 1단계에서 자릿수를 검토하였고, 2단계에서는 5의 보수를 이용한 뺄셈을 지도하였으며, 3단계에서는 10의 보수를 활용한 뺄셈을 지도했다. 4단계에서는 5와 10의 보수를 활용한 뺄셈을 지도하였고, 5단계에서는 두 자리 수와 두 자리 수의 뺄셈을 하였으며, 6단계에서는 세 자리 수와 두 자리 수의 뺄셈을 지도하였다. 곱셈지도를 위해서는 1단계에서 곱셈의 자릿수를 검토하였고 2단계에서는 10이하 숫자의 자릿수를 맞추는 방법을 지도하였으며, 3단계에서는 0이 들어갈 경우 자릿수 맞추는 방법을 지도 했다. 4단계에서는 한 자리 수와 한 자리 수의 곱셈을 지도하였고, 5단계에서는 두 자리 수와 한 자리 수의 곱셈을 하였으며, 6단계에서는 세 자리 수와 한 자리 수의 곱셈을 지도하였다.

<표 Ⅲ-2> 연산 영역별 주산지도 프로그램

영역	단계	학습내용
덧셈	1	수판의 자릿수 검토
	2	5의 보수를 활용한 덧셈
	3	10의 보수를 활용한 덧셈
	4	5와 10의 보수를 활용한 덧셈
	5	두 자리 수와 두 자리 수의 덧셈
	6	세 자리 수와 두 자리 수의 덧셈
뺄셈	1	수판의 자릿수 검토
	2	5의 보수를 활용한 뺄셈
	3	10의 보수를 활용한 뺄셈
	4	5와 10의 보수를 활용한 뺄셈
	5	두 자리 수와 두 자리 수의 뺄셈
	6	세 자리 수와 두 자리 수의 뺄셈
곱셈	1	수판의 자릿수 검토
	2	10이하 숫자의 자릿수를 맞추는 방법
	3	0이 들어갈 경우 자리수를 맞추는 방법
	4	한 자리 수와 한 자리 수의 곱셈
	5	두 자리 수와 한 자리 수의 곱셈
	6	세 자리 수와 한 자리 수의 곱셈

2) 암산지도

중재단계 각 회기에 20분 간 학생에게 주산지도를 한 다음 학생으로 하여금 수판을 사용하지 않고서 눈을 감고, 머릿속에 수판의 형상(수판 이미지)을 떠올리게 하였다. 학생은 정확한 운지법을 기초로 하여 문제 푸는 과정을 말로 표현하였고, 연구자는 정확하게 하는지 여부를 파악할 수 있었다. 정신을 최대한 집중하여 학생 스스로 숫자를 불러가면서 암산을 자기 주도적으로 하도록 하였다. 덧셈, 뺄셈, 곱셈별 주산식 암산지도 프로그램을 제시하면

<표 Ⅲ-3>과 같다.

<표 Ⅲ-3> 연산 영역별 암산지도 프로그램

영역	단계	학습내용
덧셈, 뺄셈	1	머릿속으로 수판모양이 완성되는 과정 설명
	2	자릿수 확인
	3	평가할 같은 유형의 문제를 듣고, 문제 풀이 과정을 말하기
	4	틀린 문제는 지적하고, 풀이과정을 설명하면서 다시 풀기
	5	수판으로 과정을 확인
곱셈	1	머릿속으로 수판모양이 완성되는 과정 설명
	2	자릿수 확인
	3	10미만 숫자의 자릿수를 맞추는 방법 (예) 01,02,03～09
	4	0이 들어갈 경우 자리수를 맞추는 방법 (예) 30,106,200
	5	한 자리 수와 한 자리 수의 곱셈
	6	평가할 같은 유형의 문제를 듣고, 문제 풀이 과정을 말하기
	7	틀린 문제는 지적하고, 풀이과정을 설명하면서 다시 풀기
	8	수판으로 과정을 확인

4. 종속변인

1) 조작적 정의

이 연구의 종속변인은 덧셈암산의 정확도, 뺄셈암산의 정확도, 곱셈암산의 정확도, 덧셈암산의 속도, 뺄셈암산의 속도 및 곱셈암산의 속도 등이었다. 각 연산 영역별 암산정확도는 해당 연산의 10문제 중 대상학생이 정확하게 답한 문제 수를 비율로 나타낸 것이다. 각 연산 영역별 암산속도는 대상학생이 점자로 된 문제를 읽고 난 순간부터 연구자에게 답을 제시한 순간까지 소요

된 시간을 초단위로 측정한 것이며, 암산속도는 정답문제에 대해서만 최종적으로 분석하였다.

2) 측정

이 연구에서는 대상학생의 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 암산 정확도와 속도를 각각 측정하기 위해 초등 수학 3-가 교과서와 익힘책, 3-나 교과서와 익힘책, 기탄수학 시리즈, 계산박사 등에서 문제를 선정하였다. 대상학생의 예비평가를 근거하여 덧셈은 (두 자리 수)+(두 자리 수)와 (세 자리 수)+(두 자리 수) 지도를 목표로 설정하였고, 덧셈 연산능력 측정을 위해 실험의 각 회기마다 (두 자리 수)+(두 자리 수) 5문제와 (세 자리 수)+(두 자리 수) 5문제, 총 10문제를 기탄수학 시리즈에서 무작위로 선정하여 대상학생으로 하여금 풀게 했다. 뺄셈의 경우도 예비평가를 기초로 (두 자리 수)-(두 자리 수)와 (세 자리 수)-(두 자리 수)와 (세 자리 수)-(두 자리 수) 계산을 지도목표로 설정하였고, 뺄셈 연산능력을 측정하기 위해 각 회기별로 기탄수학시리즈에서 임의로 선정한 (두 자리 수)-(두 자리 수) 5문제와 (세 자리 수)-(두 자리 수) 5문제, 총 10문제를 풀게 하였다. 곱셈 경우에도 예비평가를 기초로 (두 자리 수)×(한 자리 수)와 (세 자리 수)×(한 자리 수)를 지도목표로 선정하였고, 곱셈 연산능력을 측정하기 위해 각 회기마다 대상학생으로 하여금 초등 수학 3-가 교과서와 익힘책, 3-나 교과서와 익힘책, 기탄수학 시리즈, 계산박사에서 임의로 선정한 (두 자리 수)×(한자리 수) 5문제와 (세 자리 수)×(한 자리 수) 5문제 즉, 총 10문제를 선정하여 사용하였다.

대상학생의 덧셈, 뺄셈, 곱셈 영역 암산능력을 측정하기 위해 점자 문제지를 사용했는데 그 이유는 예비평가 과정에서 대상학생이 22포인트의 문제지를 읽을 수는 있으나 점자가 가장 편리하다고 말했기 때문이었다. 대상학생이 점자 문제지를 읽고, 암산으로 계산한 후 각 문제에 대한 해답을 말하면 연구자는 그 답을 받아썼다.

5. 실험 절차

이 연구를 위한 실험은 학생이 재학하고 있는 시각장애학교 기숙사 건물 2층 공부방에서 이루어졌다. 학생은 초등학교 1학년 때부터 기숙사생활을 하였기 때문에 기숙사 내부시설에 익숙하였다. 공부방은 중앙에 일자 형태로 5개의 책상과 의자가 배치되어 있었고, 방으로 들어오는 방향의 출입구 오른쪽에는 확대 독서기가 두 대 있었다. 출입문이 이중으로 되어 있었기 때문에 내부의 소음 없이 조용한 가운데 실험이 이루어졌다.

1) 예비평가

2007년 10월 12일 연구자는 D시에 소재한 시각장애학교 초등부 3학년 담임교사에게 대상학생 선정기준을 제시하면서 해당된 학생의 추천을 의뢰했다. 담임교사는 연구자에게 10세 남자학생 1명과 13세 여자학생 1명을 추천했다. 이 학생들의 대상자 기준 합치 여부와 목표변인을 결정하기 위해 예비평가를 실시하였다.

예비평가는 필산검사, 주산이해도 검사, 주산검사, 암산검사의 순서로 실시했다. 먼저, 필산검사는 2007년 10월 19일에 실시했다. 필산검사의 경우 덧셈 10문제, 뺄셈 10문제, 곱셈 10문제를 3학년 1학기와 2학기 수준에서 출제하였다. 필산검사는 연구자가 제시한 문제를 학생이 직접 연필을 이용하여 푸는 형태이다. 남자학생은 연구자가 준비한 가로로 된 점자 평가지를 연습장에 세로로 써가면서 풀었다. 여자학생은 담임교사의 의견을 고려하여 실제 수업시간과 같은 방법으로 실시하였는데 책상 정도 크기의 판에 플라스틱 숫자로 연구자가 준비한 문제를 세로 형식으로 그대로 판에 배열하면, 학생은 연구자가 제시한 문제를 보고 플라스틱 숫자를 직접 판에 놓으면서 문제를 풀었다. 필산 결과 남자학생의 덧셈 정확도는 90%, 뺄셈 정확도는 70%, 곱셈 정

확도는 80%였고 여자학생의 덧셈 정확도는 70%, 뺄셈 60%, 곱셈 90%였다.

필산검사를 마친 후, 곧바로 주산이해도 검사를 실시했다. 주산이해도 검사는 연구자가 덧셈과 뺄셈 10단계와 곱셈 6단계로 나누어 실시하였는데 이 검사는 학생이 주산을 하기 위해 알아야 할 기초적인 사항과 실제 문제를 풀 수 있는지 여부를 알고자 연구자가 제작한 검사이다(부록 2참조). 연구자는 준비한 주산 이해도 검사를 개별적으로 실시하였는데 먼저 연구자는 학생에게 단계별 주산관련 기초개념을 질문하였고, 나아가 주산을 이용하여 직접 계산할 수 있는지 3~5개 정도의 문제를 풀어보도록 했다. 주산 이해도 검사 결과 남자학생은 덧셈과 뺄셈에서 자릿수나 보수 개념 등에 대해 정확하게 대답하지 못했고, 자릿수나 보수개념을 문제에 적용할 때에도 주산의 원리를 이해하지 못한 것으로 보였다. 연구자가 제시한 기초적인 개념과 이에 연관된 문제를 남자학생은 약 50% 정도밖에 대답하지 못했다. 남자학생은 덧셈과 뺄셈과는 다른 자릿수 개념 등과 같은 기초적인 사항과 계산방법을 몰라서 곱셈문제를 풀 수 없었다. 여자학생은 덧셈과 뺄셈 자릿수나 보수 개념을 정확하게 대답하였고, 자릿수나 보수개념을 문제에 적용하는 데에도 능숙하였다. 곱셈의 경우, 연구자가 여자학생에게 덧셈과 뺄셈과는 다른 자릿수 개념 등 기초사항을 질문하면 이에 대해 정확하게 대답했고, 여자 학생은 연구자가 제시한 곱셈문제를 오답 없이 풀 수 있었다.

주산검사는 10월 23일 실시했다. 주산검사도 덧셈 10문제, 뺄셈 10문제, 곱셈 10문제를 초등학교 3학년 2학기 수준에서 출제하였다. 주산검사는 시각장애인용 수판을 이용하여 학생에게 개별적으로 실시하였다. 연구자는 대상자들에게 미리 준비한 문제를 소리 내어 읽어주는 동시에 초시계를 통해 시간을 재었다. 연구자가 문제를 불러주면 학생이 문제를 듣고 답을 말했으며, 연구자는 학생이 말한 것을 답지에 기록하였다. 남자학생의 덧셈 정확도는 60%, 뺄셈 정확도는 40%, 곱셈 정확도는 0%였다. 여자 학생의 덧셈 정확도는 90%, 뺄셈 정확도는 80%, 곱셈 정확도도 80%였다.

암산검사는 10월 26일에 실시했다. 암산검사 경우도 덧셈 10문제, 뺄셈 10

문제, 곱셈 10문제를 초등학교 3학년 1학기와 2학기 수준에서 출제하였다. 대상학생들을 고려하여 암산은 대상학생 모두에게 점자 평가지를 이용하여 개별적으로 실시하였다. 연구자는 대상학생에게 점자 평가지를 제시하고 초시계를 사용하여 속도를 측정하였다. 그 결과 남자학생은 덧셈, 뺄셈, 곱셈 등 모든 영역에서 정확도가 0%였다. 여자 학생의 덧셈정확도는 50%, 뺄셈 정확도는 90%, 곱셈 정확도는 80%였다.

예비평가를 종합해 볼 때, 담임교사가 추천한 여자학생의 경우 필산 및 주산 뿐 만 아니라 암산도 비교적 잘 수행한 것으로 나타나 최종적으로 연구대상에서 제외하였다. 남자학생의 경우 필산은 비록 속도는 느리지만 정확도가 높았다. 주산의 경우 어느 정도 수행할 수 있었으나 기초적인 원리를 정확하게 알지 못해서 덧셈과 뺄셈의 예비평가 정답률이 낮았고 곱셈은 전혀 알지 못했으므로 지도할 필요성이 있었다. 암산의 경우 덧셈, 뺄셈, 곱셈에서 남자학생은 정답률이 모두 0%였다. 이러한 예비평가 결과를 기초로 본 연구에서는 남자학생만을 최종 연구대상으로 선정하였다.

2) 기초선 단계

기초선 단계에서는 연구자의 지도 없이 학생의 연산 영역별 암산 영역을 평가하였다. 기초선 단계는 덧셈의 경우 2007년 10월 31일부터 11월 2일까지 3일 연속 자료를 수집하였다. 뺄셈의 경우 10월 31일부터 11월 16일까지 평균 약 5일 간격으로 4회기 자료를 수집하였다. 곱셈의 경우 10월 31일부터 11월 28일까지 평균 14일 간격으로 3회기 자료를 수집하였다.

학생의 연산영역별 암산능력을 평가하기 위해 각 회기별로 해당 연산 영역 10문제를 점자 문제로 대상학생에게 주었고, 대상학생이 각 문제별 답을 소리 내어 답한 것을 연구자는 일반문자로 된 A4용지 문제지에 답을 옮겨 적었다. 학생이 각 문제를 푸는 동안 연구자는 속도를 측정하였다.

3) 중재 단계

중재단계의 각 회기에서는 연구자가 대상학생에게 주산식 암산을 지도하였고, 지도 후 곧바로 10문제로 된 연산영역별 암산평가를 실시하였다. 학생의 수업시간과 방과 후 활동을 고려하여 월요일과 금요일은 4시 30분, 수요일은 3시에 중재를 실시하였다. 주산식 암산지도를 위한 중재시간은 45분간이었는데 도입 5분, 수판을 이용한 연습문제 풀이와 지도 20분, 암산을 이용한 연습문제와 풀이 지도 15분 및 정리 5분 등으로 이루어졌다.

중재기간은 대상학생의 정확도가 80~90%가 되었을 때를 목표로 하였고, 이 점수를 획득했을 경우에 중재를 종료하였다. 덧셈의 경우 11월 5일부터 11월 21일까지 평균 2일 간격으로 총 8회기, 뺄셈은 11월 23일부터 11월 30일까지 평균 2일 간격으로 총 4회기, 곱셈은 12월 3일부터 12월 21일까지 평균 2일 간격으로 총 9회기 자료를 수집하였다.

중재단계의 각 회기별 주산식 암산 지도를 위해 연구자는 초등수학 3-가 교과서와 익힘책, 초등 수학 3-나 교과서와 익힘책을 중심으로 기탄수학 시리즈 및 계산박사 등에서 연습문제를 선정하였다. 처음에는 10문제 정도 풀었고, 회기가 진행될수록 약 20문제정도 연습문제를 풀었다. 연구자는 대상학생에게 연습문제를 읽어주고 그것을 수판 또는 암산으로 풀게 하였다. 학생이 문제를 기억하지 못할 경우 연구자는 문제를 반복해 주었다. 대상자는 수판과 암산으로 문제를 풀 때, 계산과정을 소리 내어 말했고, 잘못된 계산과정이 드러날 경우에는 연구자가 교정해 주었다. 중재단계 초기에는 연구자가 연습문제를 여러 번 반복하여 읽어 주어야 했으나 회기가 진행될수록 학생이 연습문제를 더 잘 기억하여 반복할 필요성이 감소했다.

4) 유지단계

유지단계에서는 덧셈, 뺄셈, 곱셈을 2008년 2월 25일부터 2월 29일까지 평균 2일 간격으로 총 3회기 자료를 수집하였다.

중재를 마치고 10주간의 휴지기간을 두고 일주일에 1회기씩 3회기 동안 연구자가 방과 후 시간을 이용하여 기숙사에서 자료를 수집하였고, 유지기간의 조건은 기초선 기간 및 중재기간의 자료수집 조건과 같게 하였다. 즉 연산영역별로 각각 10문제씩을 풀게 하였고, 암산정확도와 암산속도를 측정하였다.

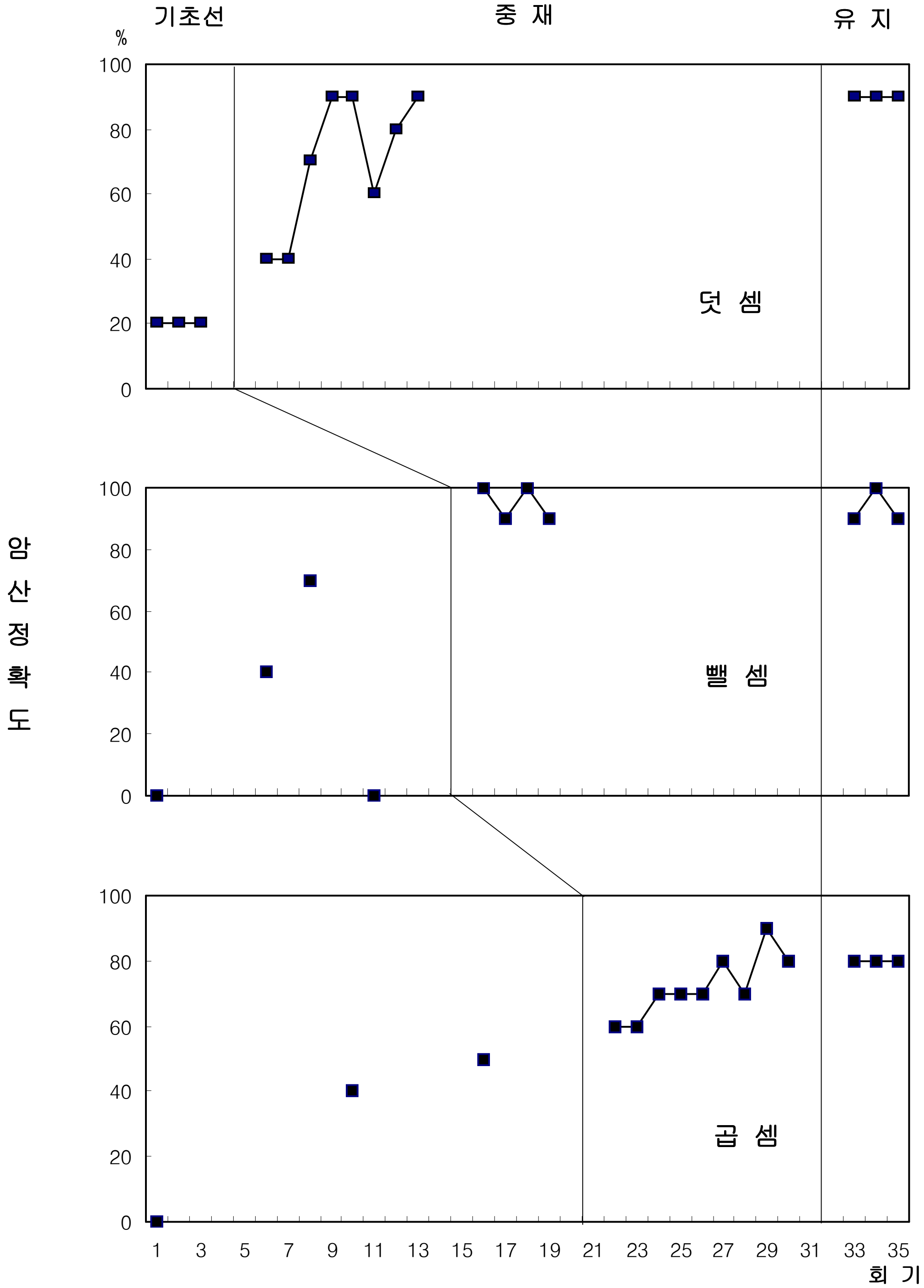
Ⅳ. 연구결과 및 논의

1. 암산정확도

각 실험단계에 따라 대상학생의 암산영역별 정확도 변화를 제시하면 <표 Ⅳ-1> 및 <그림 Ⅳ-1>과 같다.

<표 Ⅳ-1> 대상학생의 실험단계별 암산 정확도 변화 (단위: %)

영역	기초선		중재		유지	
	평균	범위	평균	범위	평균	범위
덧셈	20	20～20	70	40～90	90	90～90
뺄셈	28	0～70	95	90～100	93	90～100
곱셈	30	0～50	72	60～90	80	80～80



<그림 Ⅳ-1> 대상학생의 실험단계별 암산 정확도 변화

덧셈의 경우, 기초선 단계 3회기 동안 연속해서 대상학생의 정답률은 20%로 낮은 수준이었다. 중재단계의 첫 회기에서는 대상학생의 정답률이 각각 40%로서 기초선 단계의 정답률보다는 높았으나 뚜렷한 변화를 보이지는 않았다. 그러나 중재단계 3회기 이후 8회기까지 정답률이 70%, 90%, 90%, 60%, 80%, 90%로서 평균 80%를 나타내어 기초선 단계의 정답률과는 뚜렷한 차이를 보였다. 중재단계 6회기에서 정답률이 60%로 다소 내려갔으나 7회기, 8회기에서는 다시 80%, 90%로 증가하였다. 중재 단계 6회기에서 정답률이 다른 회기의 정답률보다 낮아진 원인은 6회기가 실시된 날 대상 학생이 수업과 방과 후 활동 등으로 인하여 유난히 피곤했기 때문이라고 추측된다. 기초선 단계와 비교한 중재단계 정답률의 중복비율은 0%로서, 중재단계가 기초선 단계와는 뚜렷한 차이가 있는 것으로 나타났다.

유지단계 1회기, 2회기, 3회기 정답률이 모두 90%를 나타내어 주산식 암산이 연산을 익히는 데 중재효과가 유지되었다고 볼 수 있다. 중재 종료 10주 후 실시한 유지단계의 검사에서는 기초선 단계와 비교할 때 유지단계의 자료 점의 중복 비율은 0%로서 기초선 단계와 확실히 구별되는 수행수준을 유지단계에서 나타났다.

대상학생이 주산을 사용해 덧셈을 할 경우에는 자릿수가 많고 적음에 따라 계산하는데 크게 영향 받지 않는다고 말하였다. 따라서 연구자는 대상학생으로 하여금 중재단계의 주산식 암산 지도시간에 (세 자리 수)+(두 자리 수) 연습문제를 반복하여 풀도록 시켰고, 틀린 문제는 한 번 더 풀도록 지도하였으며, 그래도 오답이 나올 경우에는 수판을 이용하여 계산과정을 확인하도록 하였다. 이 과정에서 오답의 원인을 분석하게 하고 틀린 이유를 설명하게 함으로서 대상학생의 연산 능력이 향상되었다는 것을 알 수 있었다.

중재 회기가 진행될수록 초기보다 더 많은 문제를 풀 수 있었고, 중재단계에서 풀었던 연습문제에 대한 오답률이 줄어들면서 대상 학생은 자신감을 얻어 연산에 긍정적인 태도를 보였다. 또한 대상 학생은 중재할 때 주산을 이용할 때와 암산을 할 경우에도 계산과정을 설명하면서 연습문제를 풀었기

때문에 연구자에게 의존하기보다는 틀린 부분을 스스로 수정하는 자기주도적인 학습 태도를 보였다.

뺄셈의 경우, 기초선 2, 3회기에 40%와 70%로 높은 정확도를 보였는데 그 이유는 2, 3회기에 5와 10의 보수를 활용한 문제(예: 63-48, 843-99)가 1, 4회기에 비해 적었기 때문일 수 있다. 또한 기초선 단계 2, 3회기 뺄셈의 정확도가 비교적 높았던 것은 덧셈 중재단계의 영향으로도 볼 수 있으며 0이 들어간 문제(예: 904-76, 80-47)가 3회기에서는 다른 회기보다 적었기 때문일 수도 있다. 기초선 단계 4회기 동안 대상학생의 정답률은 28%로 낮은 수준이었다. 중재단계의 첫 회기에서는 대상학생의 정답률이 100%로서 높은 정답률을 보여 기초선과는 매우 뚜렷한 변화를 보였다. 중재 단계 2회기 이후 4회기까지 정답률이 90%, 100%, 90%로서 평균 95%를 나타내어 기초선 단계의 정답률과는 현저한 차이를 보였다. 덧셈과는 달리 뺄셈의 정답률이 중재 첫 번째 회기부터 큰 폭으로 상승되면서 안정을 보여 중재 4회기 때 중재를 종료 하였다. 기초선 단계와 비교한 중재단계 정답률의 중복비율은 0%로서, 중재단계가 기초선 단계와는 뚜렷한 차이가 있는 것으로 나타났다.

유지단계의 첫 회기와 3회기에서는 정답률이 90%였고, 2회기에서는 100%였다. 기초선 단계와 비교할 때 유지단계의 자료 점의 중복 비율은 0%로서 기초선 단계와 확실히 구별되는 수행수준을 보였다. 유지단계 검사 결과는 대상학생이 주산식 암산을 통해 습득한 연산영역별 암산능력을 보유하고 있음을 의미한다.

대상 학생은 예비평가 필산검사에서 그리고 기초선 단계에서 0이 들어간 문제를 푸는 것이 힘들어 덧셈보다 뺄셈이 어렵다고 하였다. 연구자는 중재단계에서 0이 들어가는 경우의 문제를 모두 찾아(예: 90-79, 300-63, 640-76, 809-98) 수판으로 계산과정의 원리를 파악하도록 지도하였다. 수판으로 오답률 없이 문제를 풀 수 있을 때 주산식 암산을 수판을 할 때와 똑같이 소리내어 풀도록 하였는데 0이 들어간 문제의 정확도가 높아짐에 따라, 대상학생은 뺄셈에 대한 거부감이 줄어들었다.

덧셈 (세 자리 수)+(두 자리 수)에서 대상학생은 자릿수가 많아졌기 때문에 힘들다고 하였으나 뺄셈 (세 자리 수)-(두 자리 수)에서는 어려움 없이 문제를 풀었고, 정확도도 덧셈에 비해 높았다. 이는 덧셈보다 결과 값이 적게 나와서 대상학생에게 심리적으로 부담감을 덜어 줄 수도 있었고, 특히 뺄셈의 기초사항인 자릿수는 덧셈과 같은 연속선상으로 대상학생이 이미 알고 있는 것으로 단지 보수개념만을 덧셈과 비교하여 반대로 할 것을 지도했기 때문에 대상학생이 더 쉽게 파악했던 것으로 보였다. 이에 뺄셈 중재회기도 가장 적게 들었고, 특히 (세 자리 수)-(두 자리 수) 정확도가 덧셈과 곱셈의 세 자리 수 문제보다 높아 대상학생에게 자신감을 주는데 긍정적인 효과가 나타났으리라 본다.

곱셈의 경우, 기초선 단계 3회기 동안 대상학생의 정답률은 30%로 여전히 낮은 수준이었다. 중재단계의 처음 두 회기에서는 각각 60%로서 기초선 단계의 정답률보다 약간 높았을 뿐, 뚜렷한 변화를 보이지는 않았다. 그러나 중재단계 3회기이후 9회기까지 정답률이 70%, 70%, 70%, 80%, 70%, 90%, 80%로서 평균 72%를 나타내어 기초선 단계의 정답률과는 뚜렷한 차이를 보였다. 곱셈은 중재 1, 2회기는 기초선 보다 약간 높았고, 3회기에 소폭 상승하면서 5회기까지는 아무런 변화가 없었으며, 6회기부터는 안정화 되어 9회기에 중재를 종료하였다. 기초선 단계와 비교한 중재단계 정답률의 중복비율은 0%로서, 중재단계가 기초선 단계와는 뚜렷한 차이가 있는 것으로 나타났다.

대상학생은 덧셈과 뺄셈에서는 각각 보수를 다르게 활용하는데(예: 덧셈은 보수만큼 빼주고, 뺄셈은 보수만큼 더해주는 것) 곱셈은 덧셈과 뺄셈의 보수개념을 병행하여 어렵다고 하였으며, 소리 내어 문제를 푸는 과정에서 구구단을 실수로 외워 오답 하는 경우가 종종 있었다. 유지단계에서 첫 회기에서 3회기의 정답률이 모두 80%로서 기초선 단계와 비교한 유지단계 정답률의 중복비율은 0%로서, 유지단계가 기초선 단계와는 뚜렷한 차이가 있는 것으로 나타났다.

대상학생은 곱셈에서 덧셈과 뺄셈과는 달리 자릿수나 계산과정이 달라 어려워했고, 중재단계에서도 연습문제를 푸는데 덧셈과 뺄셈보다 시간이 오래 걸렸다. 특히 (세 자리 수)×(한 자리 수)에서 계산순서에 따라 처음에 계산한 결과 값을 잊어버려 힘들어 했는데 처음에 계산한 값을 기억하기 위해 대상 학생이 손가락을 이용했었다. 그러나 연구자는 주산식 암산과정이 수판을 머릿속으로만 그려놓고 계산하는 것이기 때문에 이 같은 행동을 못하게 하였고 대신 계산과정에 필요한 자릿수나 5와 10의 보수를 활용하는 방법 등을 중점적으로 지도했다. 곱셈에서도 0이 들어간 문제(예: 430×6, 807×5)를 어려워했는데 자릿수 맞추는 것을 알고 있어도 문제에 적용할 때에는 주산의 원리를 잘 잊어버렸다. 그래서 중재단계에서 곱셈에 대한 기초사항인 10미만의 수(예: 01～09)와 0이 들어간 숫자(예: 700, 906, 580)의 자릿수 맞추는 방법 등을 강조했고 부주의로 인해 문제를 잘 못 푸는 횟수가 줄어들었다.

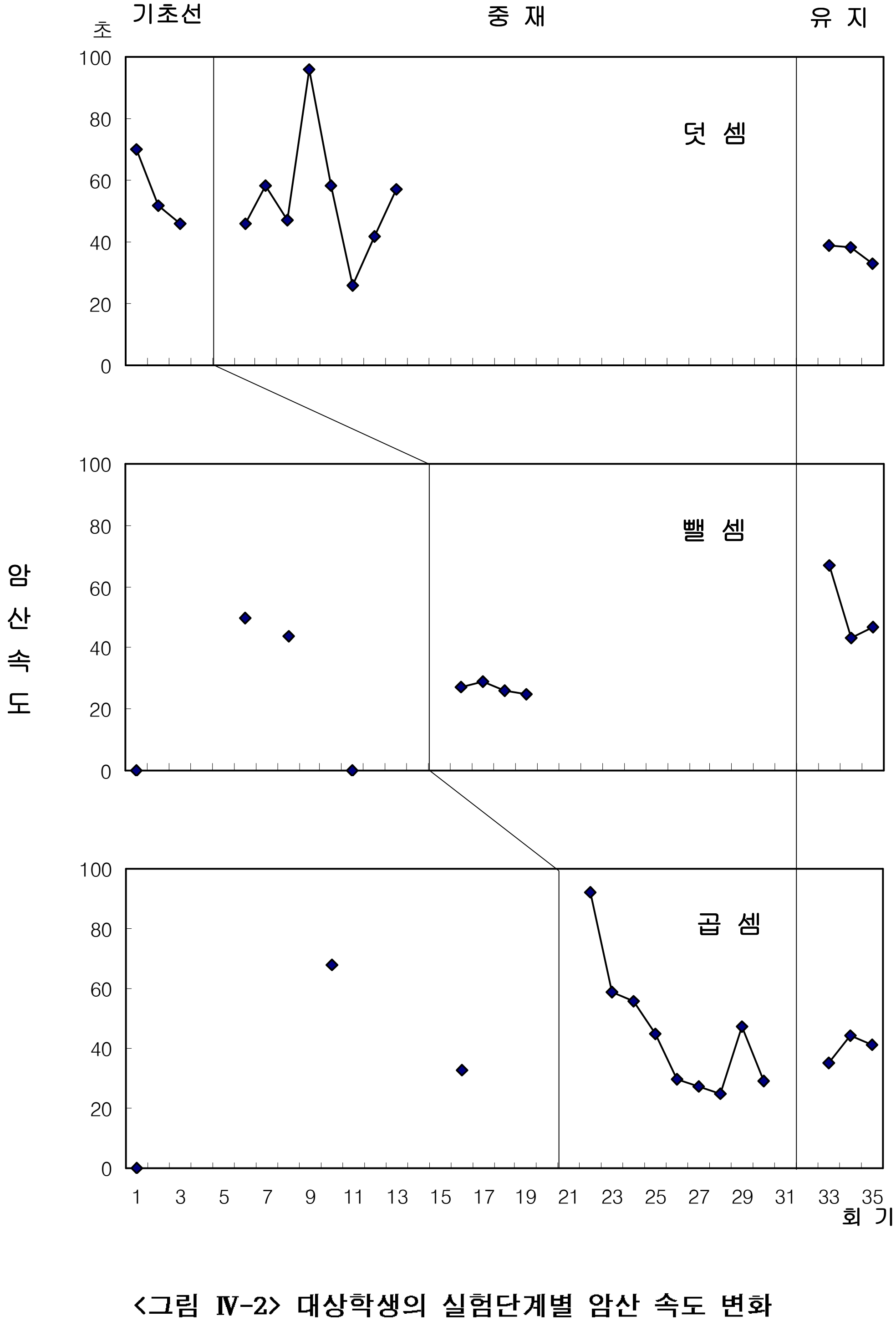
이 연구에서 주산식 암산 지도가 시각장애초등학생의 덧셈암산, 뺄셈암산, 곱셈암산의 정확도를 향상시키는 것으로 나타났다. 기초선 단계에서 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 암산정확도가 낮은 수준이었으나 주산식 암산 지도를 실시한 중재단계에서 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 암산정확도가 향상되었으며 특히, 뺄셈암산이 두드러진 향상을 보였다.

2. 암산 속도

각 실험단계에 따라 대상학생의 암산영역별 속도 변화를 제시하면 <표 Ⅳ-2> 및 <그림 Ⅳ-2>와 같다.

<표 Ⅳ-2> 대상학생의 실험단계별 암산 속도 변화 (단위: 초)

영역	기초선		중재		유지	
	평균	범위	평균	범위	평균	범위
덧셈	56	52~70	54	26~96	37	33~39
뺄셈	47	44~51	25	20~29	52	43~67
곱셈	51	34~68	46	25~93	40	35~44



<그림 Ⅳ-2> 대상학생의 실험단계별 암산 속도 변화

덧셈의 경우, 기초선 단계 3회기 동안 대상학생의 암산속도는 70초, 52초, 46초로 평균 56초였다. 중재 단계 첫 회기부터 3회기는 46초, 58초, 47초로 비슷한 속도를 유지하다가 중재 4회기에서 96초로 매우 오래 걸렸다. 중재 5회기에서는 58초로서 4회기보다 빨라져 중재 1 ,2, 3회기와 비슷한 수준의 속도였다. 중재 6회기에 26초로서 중재단계 전 회기에 걸쳐 가장 빠른 속도를 보였으나 중재 7회기 회기는 42초, 57초로 중재단계 초기의 속도를 보였다. 대상학생의 덧셈암산 속도는 중재단계의 회기가 진행 되더라도 빨라지지 않았고, 뚜렷한 일관성을 보이지 않았다. 유지단계 첫 회기부터 3회기는 39초, 38초, 33초로서 평균 37초를 보여 기초선 단계나 중재 단계보다 향상된 결과를 보였다.

연구자는 이 연구에서 대상학생이 중재단계 회기가 진행 될수록 문제유형에 익숙해지면 정확도가 증가하고 자연스럽게 속도도 향상될 것이라고 생각했지만, 결과는 정확도처럼 속도가 빨라지지 않았다. 또한 연구자가 대상 학생을 지도할 때, 속도보다 정확도를 강조하여 신중하게 풀 것만을 당부하였으며 속도를 향상시키기 위한 구체적인 지도요소는 포함시키지 않았다.

뺄셈의 경우, 기초선 단계 1회기와 4회에서는 학생의 정확도가 0%로 속도를 측정할 수 없었고 2, 3회기는 각각 51초 44초로 평균 47초였다. 중재단계의 회기별 학생의 뺄셈암산 속도는 1회기 27초, 2회기 29초, 3회기 26초, 4회기 25초로서 기초선 단계의 속도와는 뚜렷한 차이를 보였고, 그 차이는 비교적 안정성을 유지했다. 유지 단계 첫 회기부터 3회기는 67초, 43초, 47초로서 평균 52초였다.

중재단계에서 대상학생은 중재단계에서 덧셈이나 곱셈에 비해 뺄셈에서 더 높은 정확도를 보였고, 지도하면서 관찰한 바에 따르면 더 많은 자신감을 보였다. 덧셈과는 달리 뺄셈에서 기초선 단계에 비해 중재단계의 속도가 빨라진 것은 그러한 대상학생의 정확도 향상 및 자신감 증진과 관련이 있을 것으로 추측된다. 그러나 유지단계에서의 결과가 기초선 단계보다 평균 5초, 중재단계보다 27초가 낮게 나타났다. 이는 암산 속도를 측정할 때, 덧셈과

뺄셈 영역이 상반적인 관계에 있음에도 불구하고 시간적인 간격의 고려 없이 검사를 곧바로 실시하였다. 그 결과 덧셈 계산이 부정적 전이로 작용하여 대상학생은 좀 더 신중하게 문제를 푼 것으로 짐작된다.

곱셈의 경우, 기초선 단계 1회기에서는 학생의 정확도가 0%로 속도를 측정할 수 없었고, 2, 3회기는 69초, 34초로 평균 51초였다. 중재단계 첫 회기에서는 속도가 기초선보다 오히려 훨씬 느린 93초였다. 중재단계 2회기에서는 59초, 3회기에서는 56초, 4회기에서는 45초로 중재단계 1회기에 비하면 점진적으로 빨라지는 경향이었다. 중재단계 5, 6, 7회기에서는 각각 31초, 27초, 25초로 대상학생의 곱셈암산 속도가 점점 빨라졌다. 그러나 중재 8회기에서는 47초로 암산속도가 느려졌고, 9회기에서는 29초로 다시 빨라졌다. 중재단계 첫 회기와 8회기를 제외하면 대상학생의 곱셈 암산속도는 회기를 반복할수록 점차 빨라지는 경향을 보였다. 유지단계 첫 회기는 35초, 2회기 3회기에서는 44초, 41초로 평균 40초로 기초선 단계와 중재 단계보다 다소 향상된 결과를 보였다.

중재 1회기에 특히 속도가 오래 걸린 것은 대상학생이 곱셈을 수판으로 처음 배웠고, 덧셈과 뺄셈과는 다른 개념(예: 자릿수 파악)들을 익히느라 혼란스러웠기 때문일 수 있다. 중재 8회기에 47초로 특히 느렸던 것은 연구자가 대상학생이 연구자가 대상학생이 (세 자리 수)×(한 자리 수)를 어려워해서 주산이나 암산으로 하는 연습시간 비중을 많이 두었고, 세 자릿수의 정확도가 향상되면 당연히 (두 자리 수)×(한 자리 수)도 잘 할 것이라고 생각했었다. 그러나 8회기 때 (두 자리 수)×(한자리수) 평균속도가 비슷한 수준의 5, 6, 7회기보다 많이 떨어진 것을 볼 때, 연습시간의 부족으로 (두 자리 수)×(한자리수) 문제를 풀 수는 있으나 익숙하지 않았기 때문에 적응시간이 소요되었을 것으로 보인다.
대상학생은 8회기 때에 (두 자리 수)×(한자리수) 문제에서 속도가 다른 회기보다 약 60초 정도 차이가 났다.

이 연구의 결과 주산식 암산지도가 대상학생의 덧셈, 뺄셈, 곱셈 암산 속

도를 낮추는 데 일관성 있는 효과가 있는 것으로 나타나지 않았다. 이는 이 연구에서 실시한 주산식 암산지도 프로그램이 정확도 향상에만 주안점을 두었고, 속도 향상을 위한 구체적인 방법을 구안하지 않았기 때문일 것이다.

V. 결론 및 제언

이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 주산식 암산은 시각장애초등학생의 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 정확도를 향상시키는데 효과적이었다. 기초선 단계와 중재단계의 정확도 평균을 비교하면 덧셈암산의 경우 20%에서 70%로, 뺄셈암산의 경우 28%에서 95%로, 곱셈암산의 경우 30%에서 72%로 향상되어 중재효과가 있었다.

둘째, 주산식 암산지도는 시각장애초등학생의 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 암산속도를 향상시키는데 효과를 보이지 않았다. 기초선 단계와 중재단계의 속도 평균을 비교하면 덧셈암산의 경우 56초에서 54초로, 뺄셈암산의 경우 47초에서 25초로, 곱셈암산의 경우 51초에서 46초로 나타났다. 그러나 이 결과는 주산식 암산지도를 속도보다 정확도에 초점을 두어 구안하였기 때문일 것으로 보인다.

주산식 암산지도 효과에 관한 후속연구를 위해 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서는 덧셈중재 효과가 뺄셈과 곱셈에 영향을 줄 수 있었으므로 종속변인 선정에 있어서 변인간 독립성을 확보하기 위해 수학교과의 다른 영역에서 종속변인을 선정한 연구를 수행할 필요가 있다.

둘째, 암산 정확도와 함께 암산 속도 향상을 위한 지도요소를 구안하여 주산식 암산 지도의 효과를 검증할 필요가 있다.

셋째, 이 연구에서는 학생 한 명을 대상으로 단일실험설계를 실시하였는데 인과관계를 밝히기 위해서는 집단실험설계를 수행하는 연구가 필요하며, 동질적인 시각장애초등학생집단을 구성하기가 어렵다면 단일대상실험설계를 체계적으로 반복 수행할 필요가 있다.

참 고 문 헌

교육부 (1998). **초등교육과정 해설서(Ⅳ).** 서울: 대한교과서 주식회사.

교육인적자원부 (2007). ***2007*개정 수학과 교육과정.** 서울: 저자.

구윤경 (2005). **주산교육을 받은 학생의 수학적 성향에 관한 조사 연구.** 미간행 석사학위 논문, 국민대학교 교육대학원, 서울.

국립특수교육원 (2002). **한국 장애 학생의 학업성취도 분석연구.** 안산. 김은주· 김동일· 박경숙· 안수경.

김민경·강선미 (2006). 주산식 머릿셈 연산과정 분석. **교과교육학연구,** ***10***(2), 573-594.

김순화 (2001). **맹학생의 국어·수학 읽기 및 쓰기 능력에 관한 연구.** 미간행 석사학위 논문, 공주대학교 교육대학원, 공주.

김지수 (2007). **초등학교 *6*학년 학생들의 어림 능력에 대한 실태조사.** 미간행 석사학위 논문, 한국교원대학교 교육대학원, 충북.

나기수 (1990). **한·중·일 수판셈교육의 비교분석에 관한 연구.** 미간행 석사학위논문, 원광대학교, 전북.

박순희 (2005). **시각장애학생의 이해와 교육**. 서울: 학지사.

박헌성 (2002). **맹학생 수판셈 지도법 비교: 한국, 일본, 미국을 중심으로.** 미간행 석사학위 논문, 공주대학교 교육대학원, 공주.

배종수 (1999) **초등수학교육 내용지도법 :** 제 7차 교육과정을 중심으로. 서울: 경문사.

서울대학교 경영대학원 경영연구소 (1984). **상업계 고등학교 상업계산.** 서울: 대한 교과서 주식회사.

소연이 (2000). **수 감각 발달을 위한 효과적 지도 방안에 관한 연구.** 미간행 석사학위 논문, 서울교육대학교 교육대학원, 서울.

이용률(1991). **수학교육론.** 서울: 교학연구사.

이은희 (2002). **초등학생의 수 감각육성 방안에 관한 연구.** 미간행 석사학위 논문, 인천교육대학교 교육대학원, 인천.

임동찬 (2002). **수판셈학습이 정신지체아의 수학능력 향상에 미치는 효과.** 미간행 석사학위 논문, 대구대학교 교육대학원, 대구.

임청묵 (2007). **시각화한 머리셈 교육이 초등학생의 뇌발달에 미치는 영향.** 미간행 석사학위 논문, 명지대학교 사회교육대학원, 서울.

전순진 (2002). **시각손상 학생의 사칙연산 능력.** 미간행 석사학위 논문, 공주대학교 교육대학원, 공주.

정정애 (2003). **주산학습과 문장제 문제해결력 사이의 관계.** 미간행 석사학위 논문, 이화여자대학교 대학원, 서울.

정헌숙 (2005). **수판셈 활용 학습이 학습 부진아의 덧셈 뺄셈 능력과 수학 학습 태도에 미치는 효과.** 미간행 석사학위 논문, 단국대학교 특수교육대학원, 서울.

채병덕 (2002). ***2-가 단계 학생들의 암산 전략 분석-덧셈, 뺄셈을 중심으로-.*** 미간행 석사학위 논문, 춘천교육대학교 교육대학원, 춘천.

홍종원 (1987). **盲學生의 수판셈 指導를 위한 프로그램 構案과 適用.** 현장연구논문, 서울: 한국 교원 단체 총 연합회.

Barraga, N. C., & Erin, J. N. (2001). *Visual impairments and learning* (4th ed.). Austin, TX: PRO-ED Inc.

Holmes, E. E. (1995). *New Directions in Elementary School Mathematics : Interactive Teaching and Learning.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc. pp. 188-232.

Hope, J. A.(1986). Mental Calculation: Anachronish or Basic Skill. Estimation and Mental Computation, 45-54. National Council of Teachers of Mathematics, INC.

Kapperman, G., Heinze, A., & Sticken, J. (1997). *Strategies for developing mathematics skills in students who use braille.* Sycamore, IL:

Research and Development Institute.

Kapperman, G., Heinze, T., & Sticken, J. (2000). Mathematics. In M. C. Holbrook & A. J. Koenig (Eds.), *Foundations of education: Instructional strategies for teaching children and youths with visual impairments* (pp. 370-399). New York; AFB Press.

Rossi, P. (1986). Mathematics. In G. T. Scholl (Ed.), *Foundations of education for blind and visually handicapped children and youth (pp. 367-373).* New York, NY: American Foundation for the Blind.

Tang, D.(1996). A Survey of Doing Sums on a Mental Abacus Proceedings of the China-Japan-U.S. Seminar on Mathematics Education, Southern Illinois University Carbondale. pp. 261-263.

林壽郎(はゃしとお)(2000). 右脳開發における珠算教育の在り方について. 幹事 ・ 栃木懸珠算連盟合會.

河野貴美子(かわの きみ二)(2001). 脳波がらみた“そろぱん有段者”のイメージ思考. 日本珠算聯盟.

<부록 *1*> 학부모동의서

안녕하십니까?

저는 조선대학교 교육대학원에서 특수교육을 전공하고 있는 조원의 입니다. 이번에 저는「주산식 암산이 시각장애 초등학생의 암산능력에 미치는 효과」라는 주제로 연구를 계획하고 있습니다. 이 연구는 시각장애 초등학생에게 개별적으로 수판사용 방법을 지도함으로써 각 학생이 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 암산능력에 효과를 조사하는 것입니다.

구체적으로 이 연구를 위해 제가 귀하의 자녀를 개별적으로 만나 초등학교 3학년 수준에서 필요한 덧셈, 뺄셈, 곱셈 계산을 시각장애인용 수판을 사용하여 정확하고 빠르게 할 수 있도록 지도할 계획입니다. 장소는 대전 맹학교, 기숙사, 또는 귀하의 가정 중에서 귀하와 상의한 후 결정하겠습니다. 연구는 오는 10월 15일 이후 시작하여 겨울방학 전까지 진행될 것입니다. 구체적인 일정은 부모님, 담임선생님 등 관계자들과 상의하면서 결정할 것입니다. 대략 개별지도를 한 시간씩 20회 정도 할 것이며, 수판지도의 효과를 평가하기 위해 대략 5회 정도 추가로 평가할 것입니다.

이 연구는 귀하 자녀의 수학학습에 도움이 될 것이라고 확신합니다. 이 연구를 통하여 얻은 자료는 학술목적을 위한 논문작성 외에 다른 용도로는 사용하지 않을 것을 약속드립니다.

이 연구를 위해 귀하의 자녀가 연구 대상자로 참여할 수 있도록 동의를 얻고자 합니다. 이에 대한 귀하의 의견을 아래의 해당란에 0표하여 주시면 감사하겠습니다.

-아 래-

동의함	동의하지 않음

2007년 10월 6일

연구자 : 조 원 의 조선대학교 교육대학원 특수교육전공

지도교수 : 김 영 일 조선대학교 특수교육과 교수

<부록 2> 주산이해도 평가

영 역	단 계	실 시 방 법	예	낙경이의 반응
덧셈, 뺄셈	1	주산의 자릿수 검토	일, 십, 백, 천의 자리	자릿수를 잘 모르고 있음. 자릿수를 표시하는 점을 각각 일. 십. 백. 천의 자리라 함
	2	윗알과 아래알을 놓고 지우기	5를 놓고 지우기 3을 놓고 지우기	알고 있음
		1에서 9까지를 수판에 놓기		알고 있음
	3	5의 보수개념을 지시에 따라 구두로 답하기	5에 대한 2의 보수는?	보수에 대한 개념을 구두로 답하지 못했으나, 설명을 통해 이해하고 답함
		5의 보수를 통한 덧셈하기	2+4, 3+3, 3+4	모두 맞춤
		5의 보수를 통한 뺄셈하기	5-4, 6-4, 8-4	3개중 6-4=2라고 놓음
	4	10의 보수개념을 지시에 따라 구두로 답하기	10에 대한 8의 보수는?	보수 개념을 구두로 답하지 못했으나, 설명을 통해 이해하고 답함
		10에 대한 보수의 덧셈하기	9+1, 5+5, 2+8	모두 잘 놓음
		10에 대한 보수의 뺄셈하기	10-1, 10-3, 10-5	모두 잘 놓음
	5	주판의 덧셈 원리를 구두로 답하기	더하기는 더하는 값의 보수를 뺀다	원리를 설명하지 못함
		주판의 뺄셈 원리를 구두로 답하기	빼기는 더하는 값의 보수를 더한다	원리를 설명하지 못하나 12-8=4라고 놓음
	6	보수의 개념을 이용하여 덧셈하기	6+5+4+3+5+6	29인데 30이라고 놓음
	7	보수의 개념을 이용하여 뺄셈하기	6+3+8-8-4	5라고 잘 놓음
	8	두 자리 수 덧셈하기	49+18	67인데 57이라고 놓음

		두 자리 수 뺄셈하기	75-53	75-53, 32-21모두 잘 놓음
	9	세 자리 수 덧셈하기	472+369	472+369, 318+273모두 잘 놓음 뒷문제는 (19초 소요)
		세 자리 수 뺄셈하기	725-639	725-639정답 맞추고 (22초 소요), 475-286정답 맞추고 (18초 소요)
	10	네 자리 수 덧셈하기	3469+5743	잘 놓음(927초 소요)
		네 자리 수 뺄셈하기	5234-3975	5234-3975와 4346-1497 두 문제를 풀었는데 모두 틀리고 힘들어하며 답을 찾지 못하였음 (1분 28초 소요)
곱셈	1	자릿수의 원리 검토	(두자리)×(한자리) =세자리 (세자리)×(한자리) =네자리 (두자리)×(두자리) =네자리	설명을 통해 답함
	2	10이하 숫자의 자릿수 맞추는 방법 확인	01,02,03,04,05,06,07,08,09	이해하지 못함
	3	(한 자리)×(한 자리)하기	3×3, 8×7	이해하지 못함
	4	(두 자리)×(한 자리)하기	82×3	이해하지 못함
	5	(세 자리)×(한 자리)하기	217×5	이해하지 못함
	6	(두 자리)×(두 자리)하기	59×22	이해하지 못함

<부록 3> 연구자가 사용한 문제

번호	문제
1	53+ 65
2	82+ 88
3	77+ 46
4	97+ 99
5	68+ 56
6	405+ 67
7	656+ 19
8	955+ 76
9	824+ 93
10	437+ 92

번호	문제
1	74-37
2	62-54
3	90-19
4	81-74
5	65-28
6	300-63
7	535-67
8	998-79
9	706-38
10	825-96

번호	문제
1	53×7
2	45×9
3	87×6
4	94×8
5	76×4
6	376×5
7	752×6
8	288×9
9	647×3
10	735×7

저작물 이용 허락서

학 과	특수교육	학 번	20058209	과 정	석사
성 명	한글: 조 원 의 한문: 趙 原 宜 영문: won-euì Jo				
주 소	대전시 서구 내동 블루밍 맑은아침@ 112동 1404호				
연락처	(042) 531-0937 E-MAIL : wonsmile@hanmail.net				
논문제목	한글 : 주산식 암산이 시각장애 초등학생의 암산능력에 미치는 효과 영문 : The Effects of Abacus-based Mental Math on the Mental Computation Skills of an Elementary Student with Visual Impairment				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억 장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집・형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포・전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간 종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용 기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송・출력을 허락함.

2008 년 월 일

저작자: 조 원 의 (인)

조선대학교 총장 귀하