

컴퓨터 교육이 7-8세 아동의 인지 발달에 미치는 효과: 피아제의 인지 발달 단계가 훈련에 의해 향상될 수 있는가?

The Effects of Computer Programming Training on the Cognitive Development of 7-to 8-year-old Children.

이 귀 옥*
Lee, Kwee Ock

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate whether the experience of computer programming in Logo geometry advances the development of young children's concepts and/or representation of Euclidian spatial relations, particularly their concepts of the vertical-horizontal. Papert's claim of the positive effects of Logo programming experiences on young children's cognitive development was tested using the Piagetian Water Level Test (PWLTL), the Free Hand Drawing Test (FHDT), and the Computer Drawing Test (CDT). Forty-four subjects were drawn from 2nd graders attending a public elementary school in Ithaca. The subjects were divided into 2 groups: a treatment group (TG) with Logo training for 10 weeks and a control group (CG) without Logo training.

Our results showed that TG did not make any significant improvement on PWLTL. In contrast, TG outperformed CG on FHDT. We suggested several possible explanations for this contradiction.

I. 서 론

지금까지 아동 인지 발달 분야에서는 아동의 인지 능력이 Piaget이 제시한 점진적 발달단계를 거쳐 완성되는지 혹은 훈련이나 교육을 통해서 Piaget의 인지 발달 단계 이전에 인지 능력이 촉진 또는 변화될 수 있는가에 대한 연구가 계속되

어 왔다. 본 연구에서는 읽기나 산수 등의 교육을 돕는 보조수단(CAI=Computer Assisted Instruction)으로서의 컴퓨터 교육의 효과와는 달리 컴퓨터 프로그래밍 교육이 아동의 공간 개념 인지 발달을 향상시킬 수 있는지를 조사하였다.

Piaget 와 Inhelder(1967)에 의하면 아동의 유클리디안 공간개념 (concepts of Euclidian

* 경성대학교 부교수

Space)은 점진적인 발달단계를 통해 형성된다고 하였다. 즉, 아동에게 나타나는 최초의 공간개념은 位相 數學의 공간 관계로서 경계선, 近接, 閉蹊, 順序 등으로 4-5세의 아동이 이에 속하며 유클리디안 공간개념, 즉 角度, 수평-수직, 協應, 遠近등은 操作的 思考(Operational thought)를 조직할 수 있어야 하며 7-8세에 시작하여 9세 정도에 완성된다고 하였다. Piaget등은 공간 능력 측정 방법으로서 아동이 손으로 그린 그림을 주로 사용하였는데 이러한 그림그리기에는 운동 기술과 같은 아동의 순수한 공간력 이외의 영향이 게재 되었을 수도 있을 것이다.

Papert(1980)는 컴퓨터는 아동에게 직관력과 사고력을 이용할 수 있게 하며 아동이 이미 알고 있는 것을 새로운 아이디어로 발달시키는데 이용할 수 있는 환경을 제공한다고 하였다. 아동이 로고(logo)라는 컴퓨터 프로그래밍을 할때는 컴퓨터와 대화하는 형식으로서 특히 아동들에게 기하학적 도형 형성에 대한 이해를 도와준다고 주장하였다(Papert, 1980). 이와같은 Papert의 주장以後 로고 컴퓨터 프로그래밍이 兒童의 認知力에 미치는 영향에 대한 연구가 실시 되었다. 그러나, 로고 컴퓨터 프로그래밍 經驗으로 생기는 효과와 로고 컴퓨터 프로그래밍 訓練으로부터 아동들이 획득한 空間概念과의 직접적인 關係에 대한 研究는 많지않다. 특히, 로고 컴퓨터 프로그래밍 과정이 여러 면에서 수평, 수직공간 개념과 관련되었음에도 불구하고 로고 컴퓨터 프로그래밍이 이들 概念의 發達에 미치는 효과에 관한 研究가 되어 있지 않다.

따라서 본 연구의 목적은 첫째, 로고 컴퓨터 프로그래밍 교육이 아동의 수평-수직의 공간 개념 認知 發達에 어떻게 영향을 미치는가를 조사하고, 둘째, 아동들의 수평-수직 개념을 나타내는 표현 수단으로서 컴퓨터의 役割을 조사하는 것이다.

1. 假 說

1) 로고 컴퓨터 프로그래밍을 배운 7-8세의 아동은 수평-수직 공간 관계를 컴퓨터 프로그래밍으로 그리게 되어 수평-수직의 認知發達이 향상될 수 있을 것이다. 즉, 로고 컴퓨터 프로그래밍 교육을 받은 실험군의 아동은 '수평'과 '수직'의 基本的 認知能力 테스트인 Piaget Water Test와 손 그림 테스트에서 로고 컴퓨터 프로그래밍 교육을 받지않은 통제군보다 훨씬 앞설 것이다.

2) 만약 손 그림그리기 테스트에 아동들에게 아직 발달 되지 않고 있는 독립적인 技術이 關與되었다면, 컴퓨터 프로그래밍이 아동의 인지능력을 더 잘 표현하는 手段으로 이용될 수 있어 실험군의 아동들은 수직 공간력 테스트에서 컴퓨터로 그림그리기를 손으로 그림그리기 보다 훨씬 잘 할 것이다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 유클리디안 空間概念

空間에 대한 表象과 測定은 공간의 어떤 認識된 要素의 保存體系에 달려있다(Ryan, 1986). 유클리디안 幾何學은 측정을 가능하게 하고 距離 角度 平行과 直線을 保有한다. 位相 數學的 幾何學은 공간에 대한 일반적인 요소 즉 境界, 近接, 閉蹊와 順序로 나타낸다(Gans, 1969). Piaget와 Inhelder(1967)에 의하면 공간 관계개념은 공간 관계 表象과 공간관계의 정신적 變形에 대한 체계적인 기틀을 부여하는 개념적 参照體系의 조직을 통해 발달된다고 하였다. 아동의 공간에 대한 최초의 표상은 위상 수학적 요소를 가진다. 유클리디안 공간개념은 操作的 思考와 周圍 世界의 공간 성분에 대한 抽象的 상황이 이루어져야 가

능하다. 수평-수직에 대한 개념은 유클리디안 공간관계 구조를 표현하는 參照構造를 형성함으로써 완성된다.

2. 수평-수직 개념의 발달

아동의 수평 개념에 대한 Piaget와 Inhelder의 연구(1967)에서는 1/4쯤 물로 채워진 병을 여러 角度로 기울어진 모습의 線 그리기로 수평개념을 측정하였고 傾斜진 산 위에 나무그리기로 수평개념이 측정되었다. Piaget 등은 이 연구의 결과를 토대로 아동의 수평 수직 개념의 발달 단계를 크게 3단계로 나누었다. I 段階는 4-5세 아동으로서 물과 산을 평면으로 표시하는 것이 불가능한 시기로 병과 비교하여 물의 위치를 平面이나 直線에 대한 定意없이 병 속의 작은 공이나 동근 문침으로 물을 그리고 나무는 산의 방향과 평행되게 그려 산에 나무가 누워있는 형태로 그린다. II 단계에서는 공간에 대한 근원이 參照的인 외부의 체계에서보다는 특정한 形象의 表象에 의해 결정되어 수평과 垂直軸이 아직 나타나지 않는다. II A 단계에서 액체와 고체의 표면을 가르키는 線은 병이 기울어질 때 아동이 어떤 외부의 參照體系를 고려하지 않거나 병의 옆 면을 고려하지 않는 물의 이동만을 상상하므로 물이 만드느 線은 형성되어 있지 않다. 이 단계의 아동들은 I 단계의 아동들과 같이 실험이 아동들의 맨 눈 앞에서 행해져도, 아동들이 어떻게 參照體系를 병의 외부나 내부에 사용하는 지를 모른다. 수직개념의 경우에 아동들은 수직축에 관계없이 산으로부터 직각으로 나무를 그린다. II B 단계에서 아동은 경사진 병 속의 물을 그릴 수 없다. 비록 아동이 물의 방향을 손가락으로 가르킬 수 있어도 물병의 밑바닥과는 이미 平行되지 않는다는 것을 보여 줄 수 없다. 다음은 수평과 수직의 축이 나타나 III

단계에서 완성 되는데 7-8세 경에 시작하여 下位段階로 나누어진다. 첫 단계는 7-8세에 시작하여 9세까지 계속 되는데 비록 이 경계선이 가끔 不分明하고 병 외부의 參照點을 무시하지만 원리들을 점진적으로 모든 경우에 적용하게 된다. 그 후 9세경 III B 단계에 전반적 協應體系의 부분으로서 수평과 수직에 대한 즉각적 예측이 가능한 시기이다. Piaget 등은 “수평” 개념에 대한 “새로움에의 覺醒”이 이루어지는 과도기로서의 II B와 III A의 하위단계에 특별히 주목하였다. 평균 7-8세에 시작하여 9세 까지 Piaget 등에 의하면 具體的 操作이 처음으로 나타나는 평균 7-8세에 시작하여 9세 까지 수평개념은 특별히 선호하는 병의 위치에서 나올 수 있는 단순한 생각이 아니며 수직에 대한 개념 또한 주위의 知覺에 모 든것을 의존하는 것이 아니라고 하였다.

Piaget 등의 연구 결과는 다른 여러 연구에 의해 再檢證되고 확인되었다(Barna 와 O'connell, 1967; Beilin, Kagan 과 Rabinowitz, 1966; Shantz와 Smock, 1966; Smedslund, 1963). 아동의 記憶를 통한 경사진 언덕 위에 나무와 집 그리기 연구는 아동의 수평-수직 개념에 대한 수준이 아동의 協應 參照體系의 발달을 위한 操作水準에 영향을 미친다는 것을 보여 주었다(Liben, 1981). 즉, Liben이 실시한 그림그리기 테스트에서 수평-수직 개념이 완전히 형성되지 않은 아동은 자극 그림을 보고는 그릴 수 있었지만 자극그림 없이 보았던 그림을 아동에게 그리라고 했을 때는 경사진 언덕에 垂直으로 나무를 그렸다.

그러나 아동이 특정한 漸進的 발달단계를 거쳐 유클리디안 공간개념이 형성된다는 이론은 최근의 연구에 의해 反駁되었다. 이기현과 한상철(1991)의 연구에서는 공간개념의 발달 수준이 평균에 미치지 못하는 5-6세 유아 45명을 3주간

의 기하학적 기초활동을 훈련시킨 후 유클리드 수평-수직 개념이 향상 될 수 있었다고 보고하였다. Landau, Spelke와 Gleitman(1981, 1984)는 先天的으로 눈이 먼 2세 아동을 연구함으로써 이 아동이 유클리디안 공간개념을 가지고 있다고 주장하였다. Landau 등은 유클리디안 공간의 기본적 개념은 生得的이므로 약간의 훈련으로 Piaget의 발달단계 以前에 발달될 수 있다고 주장하였다.

3. 컴퓨터 프로그래밍이 아동의 認知發達에 미치는 影響

Papert(1980)에 의하면 컴퓨터는 아동에게 그들이 가진 直觀力과 思考力을 이용하도록 하는 환경과 아동들이 이미 알고 있는 것을 새로운 아이디어로 발달시킬 수 있도록 이용하게 하는 환경을 제공한다. 아동을 위한 컴퓨터 프로그래밍의 하나인 로고 컴퓨터 프로그래밍의 기본 과정은 아동이 자기의 생각을 컴퓨터에게 말하는 것이다. 즉, Papert의 로고 컴퓨터 프로그래밍에서는 '거북이'로 명명된 컴퓨터 스크린의 세모난 점을 아동의 생각대로 명령하면 거북이가 그대로 움직이게 된다. 예를 들면, 명령어 FORWARD50을 입력하면 거북이가 50정도 앞쪽으로 움직이면서 선을 그으며 RIGHT90은 90도 시계 방향으로 회전하게 된다. BACK과 LEFT는 FORWARD와 RIGHT와는 반대로 거북이를 움직이게 한다. 이런 과정은 아동들에게 로고로 프로그래밍 하기 前에 거북이의 움직이는 과정을 미리 생각하게 하여 목표에 대한 과정을 계획하고 발달을 촉진시켜 주위환경과 대상을 탐구하는 새로운 방법을 제공할 수 있을 것이라고 하였다. Papert는 아동의 어떤 思考過程은 컴퓨터에 의해 더 이른 시기에 발달될 수 있다는 가정하에 Piaget의 兒童發

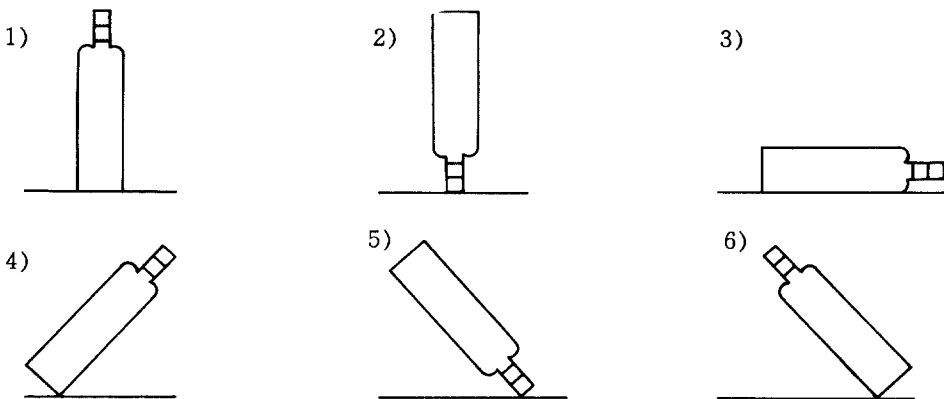
達 段階가 促進 내지는 변화될 수도 있을 것이라고 하였다(Jaworski와 Brummel, 1984). Jaworski와 Brummel(1984)에 의하면 국민학교 1학년 정도의 어린 아동도 컴퓨터와 로고 프로그램의 命命語를 편안하게 여기며 그 아동들이 그래픽 디스플레이를 발달시키므로써 어느 정도의 論理的인 思考를 보여주었다.

그러나, 현재까지 컴퓨터가 아동의 인지발달을 촉진시키는 道具로서 작용한다는 연구결과만이 밝혀진 것은 아니다. Pea, Hawkins와 Sheigold(1983)는 학생들의 로고 프로그래밍 학습이 계획력(Planning skills)과 같은 인지발달을 향상시키는 데 도움을 주지 않는다고 하였다. Pea 등은 Papert의 주장을 否定하고 학습은 教授의인 환경안에서 가능하다고 하였다. 그러나 또 다른 연구는 로고 프로그래밍 교육의 효과에 대한 긍정적인 면과 부정적인 면을 함께 보여주고 있다. 예를 들면, Clements와 Gullo(1984)가 연구한 18명의 6세 아동에 대한 컴퓨터 프로그래밍 학습이 아동의 認知樣式(反映性, 擴散的 思考), 上位 認知力, 認知 發達(操作的 能力, 一般的 認知 測定), 方向을 묘사하는 능력에 미치는 효과에 대한 실험 결과는 로고를 이용한 컴퓨터 프로그래밍은 認知 樣式에는 영향을 미치지만 일반적인 인지발달에는 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. Clements 등은 컴퓨터는 Papert가 주장한 것 만큼 아동의 발달단계를 변화시키는 뜻있는 도구는 아니라고 하였다. 그러나 Clements 등이 로고 프로그래밍 교육이 인지발달에 아무 효과가 없다고 발견한 것은 로고 훈련과 인지 테스트가 내용상으로 여러 면에서 相異하였기 때문일지도 모른다. 예를 들면, 分類와 序列課業은 操作的 능력을 평가하기 위해 사용된 반면에 로고 프로그래밍으로 훈련한 개념은 대부분 공간적 驅使力이었다.

4. 知識과 認知的의 表象에 대한 컴퓨터의 역할

컴퓨터 프로그래밍 경험이 아동의 思考에 미치는 또 다른 효과로는 개념의 表象化에 대한 컴퓨터의 역할이다. Valente(1984)는 뇌 손상으로 인한 동작에 장애를 가진 뇌성마비 아동에게 컴퓨터가 더 나은 학습 환경을 마련하고 아동들의 지적인 능력을 보여주며 이용하는 수단으로 컴퓨터를 사용할 수 있는지에 대한 연구를 하였다. 이 연구 결과는 컴퓨터가 다양한 로고 프로그래밍 활동을 통하여 이들에게 幾何와 수학에 관한 개념의 이해와 쓰기 능력, 문제풀기 능력을 향상시키는 데 기여한 것으로 나타났다. Valente은 이 연구에서 컴퓨터가 운동신경의 손상을 입은 이들 아동에게 그들의 知的, 認知的의 능력이 발달되도록 이용되고 지적, 인지적 능력을 표현하는 수단을 제공해줄 수 있다고 주장하였다. 컴퓨터가 신체장애 아동에게 그들의 內在된 지식의 표현수단으로 사용될 수 있다는 긍정적 연구 결과는 定常兒童들에게도 그들이 內在된 능력(Competence)을 외부로 遂行(performance)해야 할 때 컴퓨터가 표현 수단으로 사용될 수도 있다는 것을 보여준다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차



(그림 1) PWT에 사용된 6 가지 형태의 병 그림(실제 테스트에는 각 16절지에 한가지 형태씩 6번 제시됨)

1. 연구대상

미국 이타카 시내 공립 국민학교에 다니는 7-8살의 2학년 학생 2학급 44명을 研究對象으로 하였다. 이 나이의 아동을 연구 대상으로 한 이유는 이 나이의 아동은 외부의 參照體系를 對象에 聯關시키기 시작하고(Piaget 와 Inhelder, 1967) 로고 프로그래밍을 통하여 어느 정도의 論理的 思考를 할 수 있기 때문이다(Jaworski, 1983). 연구에 참가할 아동은 서면으로 부모의 허락을 받았으며 어떤 종류의 컴퓨터 프로그래밍에도 경험이 없는 것을 확인하였다.

2. 연구절차

1) 아동들의 일반적인 공간개념 水準을 측정하기 위한 事前檢査로써 아동의 수평개념을 조사하는 標準化된 Piagetian Water Test(PWT)를 실시하였다. PWT검사에서는 각 아동을 조용한 방으로 실험자가 데려가서 푸른색 물이 1/4쯤 채워진 목이 좁은 병을 가리지 않고 보여주었다. 그 다음 병을 6가지의 다른 위치로 기울여서 병 속의 물이 어떻게 변하는가를 아동에게 물어보고 물의 위치를 추측해서 미리 나누어준 병 그림에 그리도록 하였다(그림 1).

2) 事前檢査 후 연구 대상자들을 실험군과 통제군의 각각 22명의 두 그룹으로 나누었다.

3) 實驗群에게 로고 프로그래밍 교육을 30분씩 일주일에 2번 2-3명으로 짝을 지어 10週 동안 학교 컴퓨터 담당교사와 본 연구자가 직접 실시하였다.

4) 統制群에게는 처음 5주 동안은 실험군과 같이 컴퓨터의 작동 과정과 같은 일반적 컴퓨터 교육을 하며 나머지 5주 동안은 손으로 실험군과 같은 類似한 그림 그리기 활동을 컴퓨터를 사용하지 않고 실시하였다.

5) 위의 과정을 마친 10주 후에 모든 연구 대상자에게 1)에서 설명한것과 같이 事前檢査에서 실시한 표준화된 PWT(물의 색깔을 붉은색으로 바꿈)와 손으로 그림그리기 조사를 하여 아동들의 일반적인 수평과 수직 공간개념 水準을 측정하였다. 손 그림그리기 테스트에서는 모든 연구대상자들에게 傾斜진 지붕을 가진 典型的인 집이 그려진 종이 위에 굴뚝을 그리기, 경사진 언덕에 깃발 그리기를 하도록 하였다(그림 2). 그림 2에서 보는바와 같이 굴뚝 그리기에서는 집의 방향을 두가지로 하여 한 가지 方向 때문에 생길 수

있는 不均衡을 排除하도록 하였다. 事後檢査를 실시할 때는 각각의 그룹을 半으로 나누어 PWT와 손 그림그리기 테스트의 실시 순서를 바꾸어 각각의 테스트가 다른 테스트에 미칠 영향을 排除하도록 하였다.

6) 實驗群에게는 손으로 그림 그리기 테스트외에 컴퓨터로 그림그리기 테스트를 실시하였다. 컴퓨터 그림 테스트는 손그림 테스트에 사용된 것과 같은 모양의 경사진 지붕이 있는 집 그림을 컴퓨터 스크린에 미리 나타나게하여 굴뚝이 그려질 위치에 새모로 나타낸 '거북이'를 놓아 두었다. 아동들은 굴뚝을 그리기 위해 로고 컴퓨터 프로그래밍을 이용하여 미리 프로그램한후 컴퓨터에 입력하여 그림을 완성시켰다. 이때 '거북이'의 방향은 굴뚝의 위치를 지면으로 부터 수직으로 그릴 수있는 것과 지붕의 경사진 표면으로 부터 직각으로 그릴수 있는 두 가지로 하여 아동의 생각대로 선택할 수 있게 하였다. 이 때 실험군을 半으로 나누어 컴퓨터와 손으로 그림그리는 테스트의 순서를 각각 바꾸도록 하여 일방적인 테스트 순서로 야기될 수 있는 영향력을 배제하도록 하였다.

1) 경사진 지붕에 굴뚝 그리기



2) 경사진 산에 나무 그리기



(그림 2) 손그림 그리기에 사용된 집과 산 그림(실제 테스트에는 각 16절지에 한가지씩 3번 제시됨)

3. 자료분석

1) PWT검사에 대한 사전검사와 사후검사의 결과는 선행연구에서 사용된 기준에 의해 각도기를 사용하여 수평에서 15도 이하로 그려진 것을 맞은 것으로 평가 하였다(De Lisi, De Lisi 와 Youniss, 1978). 손으로 그림그리기 검사는 경사진 지붕위의 굴뚝이나 산위의 깃발이 각도기로 채어서 수직선에서 15도 이하로 그려진 것만 맞은 것으로 평가하였다. 컴퓨터 그림그리기의 결과는 그림의 기준에 수직으로 그려진 것만 맞는 그림으로 평가를 하였다. 두사람의 평정자가 각각 독립적으로 평가한후 비교하여 일치하지 않았을 때는 의견을 조정하여 결정하였다.

2) 사전검사 점수를 공변數(covariate)로 하여 통제군과 실험군, 사전檢査와 사후검사間의 認知發達의 차이를 공변량 분석(Analysis of Covariance)으로 비교하였다.

3) 認知能力을 표현하는 수단으로서의 컴퓨터의 영향을 결정하기 위하여 실험군 아동의 수직 개념을 측정 한 컴퓨터 그림그리기와 손 그림그리기 間의 차이를 알아보기 위하여 paired T-test 를 실시하였다.

IV. 결 과

1) PWT

PWT로 측정한 아동의 수평 공간력을 실험군과 통제군, 사전 사후검사로 나누어 <표 1>에 제시하였다. <표 1>에서 보는 바와 같이 PWT는 사전 검사와 컴퓨터 프로그래밍 교육후 실시한 사후검사에 대해 컴퓨터 프로그래밍 훈련을 받은 실험군과 컴퓨터 프로그래밍 경험이 없는 통제군 사이에 유의한 차이가 나지 않았다($F=0.04$, $P=0.84$).

<표 1> PWT로 측정된 아동의 수평 공간력 결과

수평공간력	통제군		실험군	
점수*	사전검사	사후검사	사전검사	사후검사
평균	3.50	3.80	3.32	3.77
표준편차	1.30	1.44	0.99	1.66

$t=0.52$ $df=42$ $P=0.60^{**}$

$F=0.04$ $P=0.84^{***}$

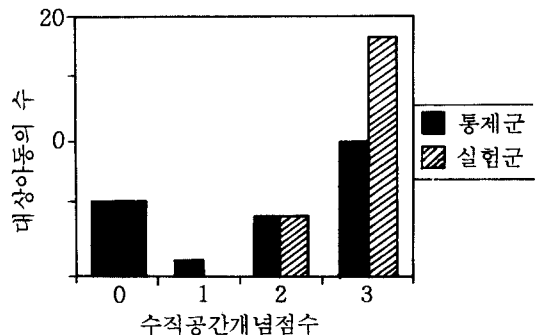
*점수의 범위는 0-6으로 6가지 수평력 검사의 성공 횟수의 총점을 점수화 하였다.

**는 실험군과 통제군이 사전 검사의 결과에 차이가 없어 동등한 수평 공간력으로 시작했다는 것을 알수있다.

***는 사전검사의 점수를 공변수로 사후검사 점수를 종속 변수로하여 공변량 분석을 한 결과이다.

2) 손 그림 테스트

손그림 테스트 결과를 보면 수직 공간 개념 검사의 성공횟수의 총점을 점수화하였을때(최소 점수 0, 최대점수 3) 통제군과 실험군의 평균이 각각 1.95와 2.81로서 그림3에서 보는바와 같이 실험군의 아동이 통제군보다 월등히 높은 수준을 보여 로고 컴퓨터 프로그래밍 훈련을 받은 실험군의 두 그룹간에 유의한 차이를 나타내 준다.($F=9.67$, $df=19$, $p<0.0001$)



<그림 3> PWT로 측정된 아동의 수평 공간력 결과

3) 컴퓨터 그림 그리기 테스트

실험군에게 실시한 컴퓨터 그림 테스트의 결과가 손 그림 테스트 결과와 비교하여 <표 2>에 제시되어 있다. 표 2에서 보는바와 같이 3가지 다른 형태의 그림 테스트에 대한 컴퓨터 테스트와 손그림 테스트간에는 유의한 차이가 없었다. 컴퓨터 테스트에서 '거북이'의 방향이 맞는 그림의 방향으로 미리 고정되어 있을때 바른 그림을 그린 아동의 수가 약간 많기는 하였지만 paired t-test에서 그 차이는 유의하지 않았다.

〈표 2〉 컴퓨터 그림 그리기 결과

수직공간력	컴퓨터1**	컴퓨터2***	손그림 점수*
평균	3.0	2.6	2.8

1) 컴퓨터 1과 손그림간의 paired t-test $P=0.665$

2) 컴퓨터 2와 손그림간의 paired t-test $P=0.162$

*점수의 범위는 0-3으로 3가지 수직 공간 개념 검사의 성공 횟수의 총점을 점수화 하였다.

**거북이의 방향이 맞는 그림의 방향으로 미리 고정되어 있을 경우

***거북이의 방향이 맞지 않는 그림의 방향으로 미리 고정되어 있을 경우

V. 결론 및 논의

본 연구에서는 로고를 이용한 컴퓨터 프로그래밍 교육이 7-8세 아동의 유클리디안 공간 관계 개념의 발달에 미치는 효과를 조사하였다. 가설 1에서 10주 동안의 로고 프로그래밍 훈련을 받은 아동은 그렇지 않은 아동들보다 '수평 공간력'을 측정하는 Piaget의 물 테스트에서 향상된 점수를 보일수 있다고 하였다. 그러나 본 연구의 결과는 실험군이 통제군보다 사전과 사후검사의 차이가 많지 않았다. 그러나 수직개념을 측정하는 손 그

림 테스트에서는 컴퓨터 교육을 받은 실험군이 교육을 받지 않은 통제군 보다 현격한 높은 수준을 나타내었다. 이것은 공간 개념을 측정하는 물 테스트와 손그림 그리기 테스트 사이에 일관성이 없음을 나타낸다. 이러한 상반된 결과의 설명으로서는 로고 프로그래밍 훈련에서 아동이 습득한 인지개념과 로고의 효과를 측정하는 개념이 일관적이지 못하였는지도 모른다. 이는 이미 이론적 배경에서 지적한대로 Clements와 Gullo의 연구에서도 지적된 바와같이 실제의 연구에서의 아동이 받은 훈련에서 익힌 인지력과 측정된 인지력간의 개념의 차이라고 할수 있다. 즉 본연구에서 아동이 컴퓨터 스크린을 통해 훈련된 공간개념은 2차원적 대상인데 비하여 물을 사용한 Piaget 테스트는 3차원적인 입체적 대상을 사용한 점이라 할 수있다. 대체로 이차원적인 공간개념은 3차원적 공간 개념보다 먼저 발달되므로 7세 아동들이 2차원적인 대상을 이용한 공간력 훈련을 미쳐 3차원의 대상인 물 테스트에 적용하지 못하였을 수도 있다. 이와 같은 맥락에서 볼때 실험군과 통제군의 차이가 없는 것은 10주간의 프로그래밍 훈련 기간이 너무 짧았을 가능성도 있다 하겠다. 또다른 설명으로서는 Papert가 주장하는 로고 컴퓨터 프로그래밍이 어린 아동에게 미치는 긍정적 효과에 대한 주장이 본 연구에서는 지지받지 못했다고 할 수있다. 자연적 인지 발달은 '발달 과도기'의 단계에서까지도 로고 컴퓨터 프로그래밍 훈련으로 쉽게 바뀌지 않는다고 할 수있다. 또는, 실험군이 처음부터 수직 공간개념의 수행력이 통제군 보다 앞섰을 가능성이 있다. 본 연구에서는 선행연구를 토대로 아동의 수직과 수평 공간 개념의 수준은 동등할 것이라는 가정하에 반복 검사의 효과를 통제하기 위하여 사전 검사에서 물 테스트만을 실시하고 손 그림 그리기는 실시 하지 않았기 때문이다. 그러나

협응 체계를 이용한 공간력을 측정하는 것에는 물 테스트와 손으로 그림 그리기 검사간의 상관이 있을지 모르지만 아동이 수행해야 되는 과업의 방법은 차이가 있다 할 것이다. 예를들면 물 테스트에서는 아동이 액체의 표면은 항상 수평이라는 물리적 사실을 알아야하기 때문이다.

가설 2와 관련하여 컴퓨터가 7-8세 아동의 인지력을 표상하는 수단이 될 수 있을 것이라는 가설은 본 연구의 자료에서는 지지 되지 못했다. 아동이 손으로 그림을 그릴때와 컴퓨터로 그릴때 점수의 차이가 나타나지 않았다. 구체적 조작기의 정상아동들이 인지력의 표현 수단으로서 컴퓨터를 사용하는것은 Valentene의 연구에서와 같이 뇌성마비 아동들이 컴퓨터를 인지력의 표현도구로 사용한것과는 다르다는 것을 의미한다. 손으로 그림그리기에서 아동이 만드는 수직 그림의 실수는 Piaget와 Liben이 주장한 것과 같이 아동의 운동 기술의 부족만이 아니라는 것을 확인 해 준다 할 것이다. 즉 아동이 수평-수직에 대한 개념이 완전히 확립되지 않았을 때는 공간 관계를 표상이나 변형도 조직화 할 수 없다는 것이 밝혀졌다.

앞으로의 연구에서는 더 많은 연구대상자와 더 오랜 기간 동안의 컴퓨터 교육을 실시하고 아동의 인지력을 측정하는 방법간의 일관성에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 이기현·한상철(1991). 취학전 아동에게 있어서 위상학적 순서 개념 및 유클리드 수평·수직개념의 학습 과정과 기하학적 기초활동의 효과. *아동학회지*, 12.
- Barna, J. D. & O'Connell, D. C. (1967). Perception of horizontality as function of age and stimulus setting. *Perception and Motor Skills*, 25, 70-72.
- Beilin, H., Kagan, J., & Rabnowtz, R. (1966). Effects of verbal and perceptual training on water level representation. *Child Development*, 37, 317-329.
- Clements, D. & Gullo, D. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1051-1058.
- De Lisi, A., De Lisi, R., & Youniss, J. (1978). Representation of the horizontal coordinate with and without liquid. *Merrill-Palmer Quarterly*, 23(3).
- Gans, D. (1969). *Transformation and Geometries*, New York:Appleton-Century.
- Landau, B., Spelke, E., & Gleitman, H. (1981). Spatial knowledge and geometric representation in a child blind from birth. *Science*, 213(11), 1275-1277.
- Landau, B., Spelke, E., & Gleitman, H. (1984). Spatial knowledge in a young blind child, *Cognition*, 16, 225-260
- Liben, L. (1981). Copying and reproducing pictures in relation to subjects's operative levels. *Developmental Psychology*, 17(3), 357-365.
- Luerhman, A. (1980). Should the computer teach the student or vice-versa. In Taylor, R. P. (Eds.), *The computer in the school: Tutor, tool, tuttee*, New York:Teachers College Press.

- Papert, S. (1980). *Mind storms: children, computers, and powerful ideas*. New York:Basic Book.
- Pea, R. D., Hawkins, J., & Sheingold, K. (1983). Developmental studies on learning Logo computer programming. Paper presented at the Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development, Detroit, MI.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1967). *The child conception of space*. New York:Norton.
- Robertson, A., & Youniss, J. (1969). Anticipatory visual imagery in deaf and hearing children, *Child Development*, 40, 123-135.
- Ryan, P. J. (1986). *Euclidean and non-Euclidean geometry:An analytic approach*. New York:Cambridge University Press.
- Shantz, U. & Smock, C. D. (1966). Development of distance conservation and the spatial coordinate system. *Child Development*, 37, 943-948.
- Smedslund, J. (1963). The effect of observation on children's representation of the spatial orientation of a water system. *Journal of Genetic Psychology*, 102, 195-201.
- Statz, J. (1974). The Development of computer programming concepts and problem solving abilities among ten-year-olds learning Logo. Doctoral dissertation, Syracuse University.
- Valente, J. (1984). Creating a computer-based learning environment for physically handicapped children, Doctoral dissertation, MIT/LCS/TR-301.