

변인 통제 논리와 상관 논리 미형성 학생의 논리 학습을 위한 최적 시기 연구

김영신 · 박현철
(경북대학교)

A Study of Optimal Periods for Learning Non-formation Students in Variable Controlling and Correlational Reasoning

Kim, Youngshin · Park, Hyun-Chul
(Kyungpook National University)

ABSTRACT

Correlational reasoning is used to analyze results from an experiment and create meaningful relationships among variables. Although there were many recognition development studies, not a single study found the optimal period for the development of logical thinking. Therefore, the purpose of this study is to find the optimal period for students whose logic for variable controlling and correlational reasoning are poor. This study made a logic program treatment subject for students between the 4th and 8th grade whose recognition in reasoning has not been developed in general in order to find the optimal period for their development. The variable-controlling reasoning was performed the program of voice survey and sugared-water melting in subsection survey and sugared-water melting in subsection. And, the correlation reasoning was performed the program of rat's size and tail color, treatment, and effect. As a result of research, students, who were not formed variable controlling and correlational reasoning, could be known to be enhanced through learning, but to fail to be formed the qualitative change like the cognitive development. In other words, the optimal period couldn't be found that is grown the formation of students, who are not formed the variable controlling and correlational reasoning, through learning. It is expected that this research can contribute to the improvement of students' cognitive level and there would be more active researches in different fields to improve the cognitive level.

Key words : logical thinking, cognition development, non-formation student, variable controlling, correlational reasoning

I. 연구의 필요성 및 목적

과학교육의 목적 중의 하나는 급속하게 변하는 사회 속에서 과학적 사고를 통한 목표 선택과 이를 추진할 수 있는 인간 양성에 있다(Lawson, 1995). 과학적 사고는 논리적 사고를 근간으로 하는데(조희형과 최경희, 2001), 형식적 사고를 구성하는 논리

적 사고력에는 보존, 변인 통제, 확률, 비례, 조합, 상관 논리가 있다.

논리적 사고 중 변인 통제 논리는 문제를 설정하거나 인식하는 것과 밀접하게 관련이 있으며(Linn, 1980; Ross, 1988), 상관 논리는 일상적인 영역에서 접하는 사건을 이성적으로 이해하기 위해서나 생활 중심 소재의 과학이나 사회 영역 연구에 있어서도

이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-C00594).

2009.3.25(접수), 2009.5.11(1심 통과), 2009.5.19(2심 통과), 2009.5.20(최종 통과)

E-mail: kys5912@knu.ac.kr(김영신)

중요한 역할을 한다(Mckenzie & Padilla, 1981). 하지만 변인 통제 논리의 발달은 성숙 요소와 많이 관련되어 있어서, 훈련이나 명확한 교수에 의해서 일부 획득되기도 하지만, 여전히 학생들이 획득하기 어려운 기능임이 보고되고 있다(김재우와 오원근, 1998; 허병철과 정진우, 2003; Lawson, et al., 1975). 상관 논리가 형성되지 않으면 실험을 통해 나온 결과로 해석과 변인간의 의미 있는 관계를 이끌어 낼 수도 없다(박종윤 등, 2002). 상관 논리는 다른 형식적 사고 능력에 비해서 형성률이 매우 낮으며(강순희 등, 1999; 박종윤 등, 2002; Vass et al., 2000), 성인의 경우에도 상관관계가 없는 것을 인식하는데 어려움이 있는 것으로 보고되고 있다(Ross & Cousins, 1993).

이들 논리적 사고력과 학업 성취도와와의 관계를 규명하는 연구 결과에 의하면, 논리적 사고의 발달 정도와 학업 성취도는 비교적 높은 상관관계를 가지고 있다고 주장하고 있다(한종하, 1986). 학생들이 과학을 어려워하는 이유 또한 과학 교육 과정에서 제시되는 학습 내용의 이해에 요구되는 인지 수준에 학생들의 인지 수준이 미치지 못한다고 보고된 바 있다(강순희 등, 1999; 최병순과 허명, 1987).

학습 내용에 비해 낮은 학생들의 인지 수준 상황에 적극 대처하는 방법은 학생들의 인지 발달을 촉진하여 과학 교과 내용을 쉽게 이해할 수 있도록 하는 것이다. 인지 발달을 촉진시키기 위한 전략 중의 하나는 직접적인 훈련을 통한 전이를 연구하는 것이다(최병순 등, 2002; Lawson & Snitgen, 1973, 1982).

직접적인 활동을 통한 인지 발달 연구들은 꾸준히 진행되어 왔으나(김영식, 1999; 김영준, 1999; 조성남, 2000, 최병순 등, 2002; 한효순 등, 2002; Adey, 2005; Adey & Shayer, 1994), 이들 연구들은 초등학교와 중학교 학생을 대상으로 한 연구와 성별의 차이를 비교하고 있어, 인지 발달을 위한 최적 시기(optimal period)를 찾지 못하고 있다.

최적 시기란 유기체를 둘러싼 내적 외적 사건들이 발달에 최대의 영향을 미치는 짧은 기간을 말한다(Levitt, 2005). 즉, 발달이 가장 용이하게 이루어지는 최적의 시기를 의미한다. 특정의 기술이나 행동은 결정적 시기 이전이나 이후에 발달이 불가능한 것은 아니지만, 발달의 가능성은 대단히 낮다(박병희, 2000). 이 시기 동안 위험한 자극에 노출되면, 발달은 영원히 회복될 수 없는 손상을 입기 쉽다(Lorenz, 1957; Scott, 1962). 그러므로 결정적 시기는

매우 중요하다. 이러한 시기를 최적의 시기 또는 민감한 시기(sensitive period)라고도 한다(Michel & Tyler, 2005).

따라서 논리적 사고력 중에서도 문제를 설정하거나 인식하는 것과 밀접하게 관련이 있는 중요한 탐구 요소인 변인 통제 논리와 상관 논리가 형성되지 않은 학생들을 대상으로 직접적인 훈련을 통한 인지 발달에 가장 효과적으로 향상될 수 있는 시기인 최적의 시기(optimal period)를 찾는 데 본 연구의 목적이 있다. 이 연구를 통해서 변인 통제 논리와 상관 논리가 형성되지 않은 학생을 지도하기 위한 전략과 최적의 시기를 찾을 수 있을 것으로 판단되며, 이를 통해 과학적 사고력이 낮아 일어나는 학습 결손 및 사고력의 저하를 예방할 수 있는 기초 자료를 얻을 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 피험자

이 연구의 목적은 변인 통제 논리와 상관 논리가 형성되지 않은 학생을 대상으로 이들 논리 지도를 위한 최적의 시기를 찾는 것이다. 따라서 변인 통제와 상관 논리가 형성되지 않은 학생을 표집하였다. 이를 위하여 서울과 대구 소재 4학년부터 8학년 학생을 대상으로 변인 통제 논리와 상관 논리 검사를 실시하였다.

통제 집단과 실험 집단은 변인 통제 논리와 상관 논리 점수가 0점인 학생을 대상으로 하였다. 변인 통제 논리의 통제 집단 학생은 4학년 17명, 5학년 16명, 6학년 13명, 7학년 16명, 8학년 12명을 선정하였다. 상관 논리의 통제 집단 학생은 4학년, 5학년, 8학년은 각각 14명이었으며, 6학년 16명, 7학년 12명이었다.

실험 집단은 변인 통제 논리의 피험자는 각각 4학년 16명(10.4±0.2세), 5년 16명(11.5±0.4세), 6학년 16(12.5±0.3)명, 7학년 22(13.5±0.3)명, 8학년 16(14.4±0.4)명이었다. 상관 논리의 피험자는 4학년 16명(10.4±0.2세), 5년 16명(11.5±0.4세), 6학년 14(12.5±0.3)명, 7학년 15(13.5±0.3)명, 8학년 18(14.4±0.4)명이었다.

2. 검사 도구

변인 통제 논리와 상관 논리 검사 도구는 Road-

ranka 등(1983)이 개발한 GALT지와 양일호(2000)의 sinking object task를 수정, 보완하여 개발하였다. 개발한 검사 도구는 각 논리별로 2개의 문항으로 구성되어 있으며, 각 문항은 답을 묻는 문항과 이유를 묻는 문항으로 구성되어 있다.

변인 통제 논리를 측정하기 위한 사전 검사 도구는 GALT지에 있는 진자의 주기와 공놀이 기구를 이용하여 개발하였으며, 상관 논리를 측정하기 위한 문항은 머리카락 색깔과 눈 색깔과의 관계를 묻는 문항과 쥐의 크기와 꼬리 색깔에 대한 문항이었다. 변인 통제 논리의 사후 검사 도구는 물체의 가라앉기와 공의 무게에 대한 문항이며, 상관관계논리는 닭벼슬의 크기와 닭 색깔에 대한 문항과 물고기의 크기와 줄무늬 모양에 대한 문항으로 구성하였다.

개발한 검사 도구는 과학교육학 박사학위 소지자 5명에게 5단계 리커트식 척도를 이용한 내용 타당도를 의뢰하였다. 검사 도구의 내용 타당도의 범위는 0.92에서 0.96이었다. 검사 도구에 대한 신뢰도 분석 결과, 변인 통제 논리의 Cronbach α 계수는 사전 검사 0.68, 사후 검사 0.62였다. 상관 논리의 Cronbach α 계수는 사전 검사 0.58, 사후 검사는 0.67이었다.

3. 프로그램 처치

피험자는 논리별로 선정하였으며 4학년 학생을 우선 선정하였다. 4학년 학생에게 프로그램을 처치하여 처치 논리가 모두 형성되면 3학년 학생 중 논리가 형성되지 않은 학생을 선정하여 처치할 계획이었다. 그러나 이 연구에서는 4학년 학생을 대상으로 처치한 후 사후 검사에서 모든 학생들의 논리가 형성되지 않아 5학년 학생을 대상으로 실시하였다. 이와 같이 해당 학년 학생을 대상으로 처치한 후 사후 검사에서 논리가 형성된 학생이 적어 상급 학년 학생을 대상으로 다시 실시하기를 반복한 결과 8학년 학생까지 처치하게 되어, 결과적으로는 4학년부터 8학년까지가 처치 대상이 되었다. 프로그램 처치는 연구자가 피험자를 대상으로 직접 하였으며, 변인 통제와 상관 논리 처치에 소요된 시간은 각각 50분이었다.

두 논리의 처치 프로그램은 Adey & Shayer(1994)의 Thinking Science와 Piaget와 Inhelder(1958)의 검사를 수정·보완하여 개발하였다. 변인 통제 논리 처치 프로그램은 관의 음색 조사와 설탕물 녹이기

이며, 상관 논리 프로그램은 쥐의 크기와 꼬리 색깔, 처치와 효과이다. 관의 음색 조사와 설탕물 녹이기 실험에 대한 프로그램은 활동지를 통하여 실험을 설계하게 하여 변인 통제의 개념과 중요성 대해 알게 하였다. 쥐의 크기와 꼬리 색깔, 알약의 처치와 돼지의 몸무게에 대한 상관관계에 대한 프로그램은 활동지뿐만 아니라 활동 카드를 만들어 학생들이 쉽게 상관관계를 찾을 수 있게 하였다. 이들 처치 프로그램의 타당도를 과학교육학 박사학위 소지자에게 의뢰하였다. 변인 통제 논리 향상을 위한 처치 프로그램의 타당도는 0.96, 상관 논리 처치 프로그램의 타당도는 0.9였다.

4. 자료 수집 및 분석

학생들의 변인 통제 논리와 상관 논리에 대한 형성 정도를 알아보기 위하여 서울과 대구 지역의 4학년부 8학년을 대상으로 검사를 실시하였다. 사전 검사는 프로그램 처치 2주전에 실시하였으며, 사후 검사는 프로그램 처치 4주 후에 실시하였다. 각 논리에 대한 검사는 연구자가 사전에 교사에게 검사의 취지와 주의 사항을 설명하고 교사의 감독으로 실시되었다. 각 논리별로 검사에 소요된 시간은 15~20분이었다.

검사는 변인 통제와 상관 논리 4문항씩 구성되어 있으며, 사전과 사후 검사는 같은 형식으로 되어 있다. 각 문항의 배점은 1점씩이며 맞으면 1점, 틀리면 0점을 부과하였다. 논리의 형성은 문항별 교차 분석 방법을 이용하였다(황금연 등, 1989). 사후 검사에서 각 논리의 형성은 0~1점은 논리의 미형성 단계, 2~3점은 논리의 과도기 단계, 4점은 논리의 형성 단계로 구분하였다.

III. 연구 결과

이 연구의 목적은 변인 통제 논리와 상관 논리의 미형성 학생을 대상으로 이들 논리를 지도하기 위한 최적 시기를 찾는 것이다. 이 연구의 결과를 변인 통제와 상관 논리를 구별하여 제시하였다.

1. 변인 통제 논리 지도의 최적 시기

변인 통제 논리에 대한 실험 집단과 통제 집단의 사후 검사 점수는 그림 1과 같다. 두 집단의 변인

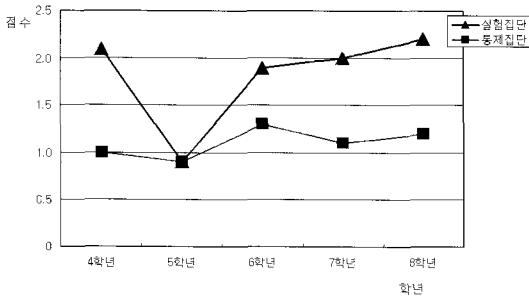


그림 1. 처치 후 변인 통제 논리 향상 정도

통제 논리의 사전 점수는 0점이었으며, 따라서 그림 1의 점수는 향상된 점수를 의미한다.

실험 집단 중 5학년을 제외한 나머지 학년은 약 2점 정도의 향상을 보였으며, 통제 집단은 모든 학년에서 1점 정도의 향상을 보였다. 실험 집단은 프로그램의 처치로 학년이 증가함에 따라 논리의 향상 점수가 증가할 것으로 예상하였다. 그러나 변인 통제 논리의 평균 점수를 비교해 보았을 때 초등학교 4학년과 중학교 2학년의 평균이 제일 높게 나타난 반면 초등학교 5학년은 상대적으로 가장 낮았다. 특히 5학년 학생들의 변인 통제 논리의 향상이 4학년과 6학년에 비해 낮게 나타났다. 이는 과학적 사고력 발달의 신경 기능의 성숙이 비선형적으로 발달한다는 연구(권용주와 Lawson, 1998)와 같은 결과를 보였다.

변인 통제 논리가 형성되지 않은 학생들의 향상 정도에 집단간 차이가 있는지를 살펴보았다(표 1). 실험 집단과 통제 집단 사이의 변인 통제 논리의 사후 검사 점수의 차이는 0.06점에서 1.12점이다. 4학년에서 집단 간에 가장 많은 점수 차이를 보였다. 사후 검사 점수에서 변인 통제 논리의 점수가 집단

표 1. 집단별 변인 통제 논리 사후 점수의 평균 비교

학년	통제 집단		실험 집단		χ^2 값
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	
4학년	1.00	0.51	2.12	1.15	5.667*
5학년	0.87	0.80	0.93	1.12	0.034
6학년	1.30	1.10	1.87	1.36	3.596
7학년	1.12	0.88	2.04	1.13	11.571*
8학년	1.25	1.13	2.18	1.16	8.000*

* $p < .05$.

간에 통계적 차이를 보이는 학년은 4학년, 7학년, 8학년이었다. 즉, 4학년, 7학년, 8학년은 변인 통제 논리가 형성되지 않은 학생을 대상으로 변인 통제 논리를 지도하였을 때 학습의 효과가 있다는 것을 알 수 있다.

이 연구 결과는 선행 연구(조은경, 2004)의 결과들과 일치하지만, 5학년 학생을 대상으로 한 한효순 등의 연구와는 다른 결과를 보이고 있다. CASE 프로젝트와 마찬가지로, 처치에 의해 변인 통제 논리가 향상될 수는 있지만 지속효과가 없다고 보고하였다(허병철과 정진우, 2003). 또한, Lawson & Wollman(1976)의 연구에서 변인 통제 논리의 의미 있는 향상은 나타났지만, 일반전이 효과는 보이지 않았다는 보고와 일치한다. 따라서 프로그램을 통한 논리의 향상은 이루어졌으나, 변인 통제 논리는 훈련이나 명확한 교수에 의해서 일부 획득되지만 학생들이 여전히 어려워하고 있기 때문에(Lawson, et al, 1975), 미형성 학생들의 논리의 완전한 형성은 어려운 것으로 생각된다.

또한, 실험 집단 내에서 변인 통제 논리의 처치 효과가 학년간에 차이가 있는지를 살펴보았다(표 2). 그 결과 4학년과 5학년 사이와 5학년과 6학년 사이에서 변인 통제 논리의 향상 점수에서 차이가 있었다. 이는 5학년 학생들의 변인 통제 논리의 향상이 다른 학년에 비해 낮게 나타났기 때문으로 판단된다.

변인 통제 논리가 미형성된 학생이 변인 통제 논리 프로그램을 처치 받으면 이 논리가 형성될 것으로 예상하였다. 그러나 연구 결과는 일부 학생만이 변인 통제 논리가 형성되었다. 변인 통제 논리 처치 후 학생의 논리 형성률은 표 2처럼 실험 집단의 논리 향상이 높게 나타났다. 실험 집단에서 논리의 향상률은 44.1%이며, 통제 집단은 28.3%의 범위였다.

실험 집단의 5학년에서 가장 낮은 향상률을 보였

표 2. 처치 후 학년별 변인 통제 논리 형성 () : %

학년	통제 집단			실험 집단		
	미형성	과도기	형성	미형성	과도기	형성
4학년	14(82.4)	3(17.6)	-	5(31.3)	9(56.3)	2(12.5)
5학년	12(75.0)	4(25.0)	-	14(87.5)	1(6.3)	1(6.3)
6학년	8(61.5)	4(30.8)	1(7.7)	7(43.8)	7(43.8)	2(12.5)
7학년	11(68.7)	5(31.3)	-	7(31.8)	13(59.1)	2(9.1)
8학년	8(66.7)	3(25.0)	1(8.3)	5(31.3)	9(56.3)	2(12.5)

고, 4학년과 8학년에서 가장 높은 향상률을 보였다. 변인 통제 논리 프로그램을 처치한 실험 집단의 4학년부터 변인 통제 논리가 형성된 학생이 있었다. 처치 후 변인 통제 논리가 형성된 학생은 각 학년에서 1~2명이었다. 변인 통제 논리 프로그램의 처치를 통해 변인 통제 논리가 형성된 학생은 9명이다. 한편, 통제 집단에서도 2명의 학생의 변인 통제 논리가 형성되었다.

그림 1과 표 1에 의하면 변인 통제 논리의 사후 검사 점수는 통제 집단에서 보다는 실험 집단에서 높게 나타났다. 변인 통제 프로그램을 통해 실험 집단 학생들의 변인 통제 논리가 형성될 것으로 가정하였다. 그러나 표 1에서 보는 것과 같이 변인 통제 논리가 형성된 학생은 10% 내외였다. 이는 학습보다는 성숙이 인지 발달에 더 많은 영향을 미치기 때문이라고 생각된다. 논리가 형성되지 않은 학생을 대상으로 변인 통제 논리 프로그램 처치 후 논리 형성 정도는 낮았으며, 변인 통제 논리가 형성되지 않은 학생을 지도하기 위한 최적의 시기를 판단하기 어려웠다.

2. 상관 논리 지도의 최적 시기

변인 통제 논리와 마찬가지로 상관 논리에서도 논리가 형성되지 않은 학생들을 대상으로 논리 프로그램을 처치한 후, 4주 뒤 사후 검사를 실시하여 처치 효과에 의한 변화 정도가 있는지 알아보았다. 그림 2는 실험 집단과 통제 집단의 상관 논리에 대한 사후 검사 점수를 나타낸 것이다.

그림 2에 따르면 상관 논리의 사후 점수는 통제 집단에 비해 실험 집단이 높은 점수를 얻었다. 실험 집단의 상관 논리 사후 점수는 모든 학년에서 비슷한 점수를 보였으며, 통제 집단은 7학년에서 가장

높은 점수를 얻었으며, 5학년에서 가장 낮은 점수를 얻었다.

실험 집단과 통제 집단의 상관 논리 사후 검사의 평균점수는 표 3과 같다. 실험 집단의 사후 검사 점수는 평균 1.85이며, 통제 집단은 0.70이었다. 실험 집단과 통제 집단의 점수 차이를 살펴보면 7학년 1.01에서 6학년 1.24점의 차이를 보였다. 4학년부터 8학년부턴 실험 집단의 사후 검사 점수가 통제 집단의 사후 검사 점수에 비해 통계적으로 유의미하게 높았다($p < .05$).

상관 논리는 변인 통제 논리에 비해 처치 효과가 낮았으며, 통제 집단 학생들에게서도 변인 통제 논리에 비해서 향상 정도가 낮았다. 이는 상관 논리가 형식적 사고 논리 중 상위 위계에 속하여 초기 형식적 조작기에서도 완전하게 형성되지 않는다는 결과와 일치한다(Piaget & Inhelder, 1958).

우리나라 학생들은 논리적 사고 중 상관 논리의 형성이 다른 논리에 비해 낮으며(강순희 등, 1999; 박종윤 등, 2002), 학습에 의한 효과가 낮았다. 이는 박종윤 등(2002)의 연구에서 CASE 활동처럼 프로그램 처치가 상관 논리의 향상에는 도움이 되었지만 그 비율은 상당히 저조했던 것과 일치한다.

변인 통제 논리와는 달리 상관 논리에서는 7학년 부터 논리가 형성된 학생이 나타났다. 이는 상관 논리가 다른 논리적 사고력에 비해 상위 논리로서 형성되기 어렵다는 것을 보여준다. 또한, 변인 통제 논리와 비교했을 때 그 형성 정도가 낮은 것으로 보아 우리나라 학생들이 다른 여러 가지 논리적 사고 중에서도 특히 상관 논리의 형성률이 저조한 것으로 나타나고 있는 것(강순희 등 1996, 1999)과 다른 형식적 사고 능력에 비해서 형성률이 매우 낮으며,

표 3. 집단별 상관 논리 사후 점수의 평균 비교

학년	통제 집단		실험 집단		χ^2 값
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	
4학년	0.64	0.75	1.81	1.04	10.526*
5학년	0.50	0.76	1.69	1.19	11.765*
6학년	0.62	0.72	1.86	0.95	7.111*
7학년	0.92	0.73	1.93	1.10	8.110*
8학년	0.86	0.77	2.00	1.18	12.000*

* $p < .05$.

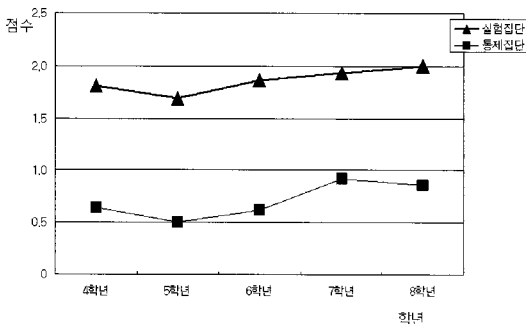


그림 2. 처치 후 상관 논리 향상 정도

성인의 경우에도 상관관계가 없는 경우를 인식하는데 어려움이 있다는 보고(Ross & Cousins, 1993)와 일치한다.

상관 논리 처치 후 학생의 논리 형성률은 표 4처럼 실험 집단의 논리 향상이 높게 나타났다. 실험 집단에서 변인 통제 논리의 향상률은 60.7%이며, 통제 집단은 17.1%였다. 실험 집단의 5학년에서 가장 낮은 향상률을 보였고, 8학년에서 가장 높은 향상률을 보였다. 처치를 통해 상관 논리가 형성된 학생은 7학년부터 나타났으며, 7학년 1명, 8학년 2명의 상관 논리가 형성되었다. 반면에 통제 집단의 학생 중에서는 상관 논리가 형성되지 않았다.

그림 2와 표 3에 의하면 상관 논리의 사후 검사 점수는 통제 집단에서 보다는 실험 집단에서 높게 나타났다. 상관 논리 프로그램 처치 후에 실험 집단 학생들의 상관 논리 형성률이 낮게 나타났지만, 상관 논리가 형성되지 않은 학생을 지도하기 위한 특정 시기를 판단하기는 어렵다. 다만, 표 3에서 보듯이, 표집된 모든 학년에서 상관 논리 점수가 통제 집단과 실험 집단 사이에 통계적 차이가 있는 것으로 나타나 모든 학년에서 지도하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 시사점

이 연구의 목적은 변인 통제 논리와 상관 논리 미형성 학생의 논리지도를 통해 이들 논리가 형성되지 않은 학생들을 지도하기 위한 최적 시기를 찾는 것이다. 이를 위하여 각 논리가 형성되지 않은 초등학교 4학년부터 8학년 학생을 대상으로 처치하였다. 이 연구를 통해서 실험 집단 학생들의 변인 통제와 상관 논리의 형성이 통제 집단에 비해서 높

표 4. 처치 후 학년별 상관 논리 형성 () : %

학년	통제 집단			실험 집단		
	미형성	과도기	형성	미형성	과도기	형성
4학년	12(85.7)	2(14.3)	-	6(37.5)	10(62.5)	-
5학년	12(85.7)	2(14.3)	-	8(50.0)	8(50.0)	-
6학년	14(87.5)	2(12.5)	-	5(35.7)	9(64.3)	-
7학년	9(75.0)	3(25.0)	-	6(40.0)	8(43.3)	1(6.7)
8학년	11(78.6)	3(21.4)	-	6(33.3)	10(55.6)	2(11.1)

게 나타났지만, 이들 논리가 형성되지 않은 학생을 지도하기 위한 최적의 시기를 판단하기 어려웠다.

이상의 연구 결과를 통해서 학교 교육 및 과학교육 연구에서 몇 가지 시사점을 얻을 수 있었다. 첫째, 논리는 학습에 의해서 향상이 있지만 인지 발달과 같은 질적인 변화가 쉽게 이루어지지 않는다. 선행 연구에서는 인지 발달 가속 프로그램의 적용 후 1년 혹은 2, 3년 후에 명백해진다(Shayer, 1996)고 보고하고 있어 인지 발달과 같은 질적 변화가 있기 위해서는 많은 시간이 필요할 것으로 생각된다. 이는 인지 발달이 이루어지기 위해서는 신경과 호르몬의 준비성을 강조한 Piaget의 이론을 강력히 지지하는 것으로 판단된다(Piager, 1975).

둘째, 논리에 따라서 전이 효과가 다르게 나타난다는 것이다. 변인 통제 논리는 상관 논리에 비해서 전이 효과가 좋은 것으로 나타났다.

이 연구는 논리가 형성되지 않은 학생을 대상으로 하였으므로 추후 연구에서는 전체 학생을 대상으로 하는 연구가 이루어지길 기대한다. 또한, 논리적 사고력의 다른 논리에 대한 연구와 3학년 이하의 학생을 대상으로 한 연구가 이루어지길 기대한다.

참고문헌

- 강순희, 박종윤, 우애자, 허은규 (1996). 중학교 화학개념이 요구하는 과학적 사고력 수준과 학생들의 인지 수준을 고려한 교수방안에 관한 연구. 화학교육, 23(4), 267-278.
- 강순희, 박종윤, 정지영 (1999). 학습자의 인지 수준과 학습내용의 인지 요구도를 고려한 중등화학 학습 전략 개발에 대한 연구. 대한화학회지, 43(5), 578-588.
- 권용주, Lawson, A. E. (1998). 중등학교 학생들의 신경기능 성숙, 과학적 사고 발달 그리고 개념 변화에서 밝혀진 비선형적 발달의 정체와 급등 현상. 한국과학교육학회지, 18(4), 589-600.
- 김영식 (1999). 아동의 인지 수준에 따라 변인 통제 능력의 형성과 특수전이 효과에 대한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김영준 (1999). CASE 프로그램의 적용과정에서 아동의 인지 수준과 아동-교사의 상호작용이 문제해결과 논리적 사고력에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 김재우, 오원근 (1998). 중학교 1학년 학생들의 자유탐구 보고서에 나타난 변인의 유형. 한국과학교육학회지, 18(3), 297-301.

- 박병희 (2000). 두뇌 연구 결과와 영아기 교육. *계명연구논총*, 18(1), 115-134.
- 박준영, 김지영, 남정희, 이상권, 최병순 (2002). 상관 논리 활동을 통한 중학생들의 상관 논리 유형 변화. *한국과학교육학회지*, 22(4), 696-705.
- 양일호 (2000). 과학적 추론 과정에 대한 학생들의 사전 신념 효과; 컴퓨터 모의실험을 이용한 변인 통제 과제 해결. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 이숙영 (1981). 과학적 사고력 발달 수준과 과학 학습 성취도와의 관계: 중학교 2학년을 중심으로. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이영미 (1991). 고3 자연계 학생 논리적 사고 발달수준과 물리교과학습성취도와의 관계 연구: 인천지역을 중심으로. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 조성남 (2000). 비례논리 학습 프로그램에 의한 초등학교 6학년 학생의 비례논리 형성 및 지속효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 조은경 (2004). Thinking Science 활동이 중학생의 과학학업성취도에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 조희형, 최경희 (2001). 과학교육총론. 교육과학사: 서울.
- 최병순, 최미화, 남정희, 이상권 (2002). Thinking Science 프로그램의 적용이 중학교 1학년 학생들의 인지발달에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 22(3), 422-431.
- 최병순, 허명 (1987). 중학생들의 인지 수준과 과학교과 내용과의 관계분석. *한국과학교육학회지*, 7(1), 19-32.
- 한중하 (1986). 과학지식 형성 과정과 학생의 인지발달 과정의 관계연구. 한국교육개발원, KD86-13-01-12.
- 한효순, 최병순, 강순민 (2002). 생각하는 과학 프로그램의 변인활동이 초등학교 학생의 변인 통제 능력에 미치는 효과. *한국과학교육학회지*, 22(3), 571-585.
- 허병철, 정진우 (2003). 중학교 1학년 학생들의 변인 통제 능력 향상을 위한 메타전략 활동의 효과. *한국지구과학학회지*, 24(7), 604-613.
- 황금연, 박인근, 김태성 (1989). 고교생의 과학적 사고력에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 9(1), 19-36.
- Adey, P. (2005). Issues arising from the long-term evaluation of cognitive acceleration programs. *Research in Science Education*, 35(1), 3-22.
- Adey, P., & Shayer, M. (1994). *Really raising standards: Cognitive intervention and academic achievement*. Routledge: London.
- Hannaford, C. (1995). *Smart moves: Why learning is not all in your head*. Arlington, VA: Great Ocean Publishers.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Lawson, A. E., & Snitgen, D. A. (1982). Teaching formal reasoning in a college biology course for perspective teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(3), 233-248.
- Lawson, A. E., Blacke A. J. D., & Nordland, F. (1975). Training effects and generalization of the ability to control variables in high schools biology students. *Science Education*, 59(3), 387-396.
- Lawson, A., & Wollman, W. (1976). Encouraging the transition from concrete to formal cognitive function and experiment. *Journal of Research in Science Teaching*, 13(5), 413-430.
- Lenneberg, E. H. (1967). *Biological foundation of language*. New York: John Wiley.
- Levitt, P. (2005). Disruption of interneuron development. *Epilepsia*, 46(1), 22-28.
- Linn, N. C. (1980). When do adolescents reason? *European Journal of Science Education*, 2(4), 429-440.
- Mckenzie, D. L., & Padilla, M. J. (1981). Patterns of reasoning: Correlational thinking. *Paper presented at the 54th annual meeting of the national Association for Research in Science Teaching*, Ellenville, NY.
- Piaget, J. (1975). *Biology and knowledge: An essay on the relations between prganic regulations and cognitive processes*(3rd Ed.). University of Chicago.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books.
- Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J. (1983). The construction and validation of group assessment of logical thinking(GALT). *Paper presented at the 56th annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Dalls, TX.
- Ross, J. A. (1988). Controlling variables: A meta analysis of training studies. *Review of Educational Research*, 58(4), 405-437.
- Ross, J. A., & Cousin, B. (1993). Patterns of student growth in reasoning about correlational problems. *Journal of Educational Psychology*, 85(1), 49-65.
- Scovel, T. (1988). *A time to speak: A psycholinguistic inquiry into the critical period for human speech*. Cambridge, MA: Newbury House.
- Shayer, M. (1996). *The long-term effects of cognitive acceleration on pupils' school achievement*. Center for the Advancement of Thinking. King's college: London.
- Vass, E., Schiller, D., & Nappi, A. J. (2000). The effects of instructional intervention on improving proportional, probabilistic, and correlational reasoning skills amon undergraduate education majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 981-995.