

확률논리와 조합논리 미형성 학생의 논리지도에 대한 연구

김영신* · 박애련¹ · 임수민 · 정재훈 · 김수완 · 송하영
경북대학교 · ¹구미여자고등학교

A Study on Teaching of Logical Thinking Students with Non-formation in Probabilistic Reasoning and Combinational Reasoning

Youngshin Kim* · Ae-Ryeon Park¹ · Soo-min Lim · Jae-Hoon Jeng ·
Soo-Wan Kim · Ha-Young Song

Kyungpook National University · ¹Gumi woman high school

Abstract: Probabilistic reasoning and combinational reasoning are essential to build a logical thinking and a process of thinking dealing with everyday life as well as scientific knowledge. This research aims at finding the optimal period to teach reasoning to the students who haven't developed probabilistic reasoning and combinational reasoning. The treatment program was performed for 20 students from each grade who couldn't develop two parts of reasoning. The treatment program using baduk stones and cards was performed repeatedly, focusing on the specific activities. After four weeks of treatment program, the test to check the development of probabilistic reasoning and combinational reasoning was performed again and the changes of reasoning development were identified. After giving treatment program for reasoning development, 15.0%, 25.0% and 40.0% of improvement in the 4th, the 5th, the 6th graders respectively were shown. With regard to the combinational reasoning, the results showed the improvement of 20.0% in the 4th grades, 25.0% in the 5th graders and 63.2% in the 6th graders.

As a result of research in the above, students, who were not formed probabilistic reasoning and combinational reasoning, could be known to be enhanced through learning, but to fail to be formed the qualitative change like the cognitive development. 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 of the 6th graders who are in their optimal periods to learn two parts of reasoning.

Key words: Probabilistic reasoning, combinational reasoning, optimal periods, logical thinking

I. 서 론

현대사회에서 우리는 인터넷, 매스컴 등을 통하여 날마다 쏟아지는 정보의 홍수 속에 살고 있다(신경인, 2002). 대량의 정보 속에서 사람들은 올바른 결정을 내릴 것을 끊임없이 요구 받는다. 이러한 의사결정 과정에서 어떤 선택과 판단을 하느냐에 따라 손해와 이익, 성공과 실패라는 상반된 결과를 가져오게 된다. 어떤 결정을 할 때 사람들은 성공 가능성이 가장 높은 것을 선택하려고 하는데, 이 때 가능성이 높다는 것은 확률이 높다는 것을 의미한다. 이처럼 현대 사회의 많

은 부분에서 확률의 개념과 확률적인 사고 없이는 올바른 판단과 결정을 내리기 어렵다. 또한 확률적 논리성은 과학에서 매우 중요한 기본 기능에 속한다. 특히 양자 역학의 개념들은 확률논리의 토대 없이는 거의 이해할 수 없다고 해도 과언이 아니다. 뿐만 아니라 생물학, 지구과학, 물리화학, 우주과학, 경제학, 통계학에 이르기까지 거의 모든 학문에서 확률논리의 사고를 요구하고 있다(한중하, 1986).

Reny(1979)는 형식적 조작 논리 중에서도 확률논리 교육의 필요성을 언급했다. 그는 확률논리가 어느 논리보다도 학생들의 정신 발달에 도움을 주고 불확

*교신저자: 김영신(kys5912@knu.ac.kr)

**2009년 04월 21일 접수, 2009년 06월 10일 수정원고 접수, 2009년 06월 11일 채택

***이 논문은 2009 경북대학교 과학교육연구소의 지원을 받아 수행된 연구임.

실한 상황에서 논리적으로 사고하며 객관적으로 상황을 판단하도록 이끌어준다고 하였다. 또한 예상치 못한 위험에 당면하게 되었을 때 대처할 행동 방향을 제시하여 줄 수 있다고 보고하였다. Piaget & Inhelder(1975)는 확률 개념의 발달 단계를 우연과 필연, 비율 추론, 조합능력, 치환능력의 성취 여부에 따라 설정하였다. 그 중에서도 조합능력은 확률 개념을 학습하는데 필수적인 조건이다. 이는 수학과 과학 지식에서 뿐만 아니라 일상 생활의 문제해결에서도 기본적인 사고의 역할을 하며, 가설 연역적 사고의 기초가 된다(한중하, 1986).

확률논리와 조합논리는 보존논리, 비례논리, 변인 통제, 상관논리와 함께 논리적 사고의 근간이 되기도 한다(한중하, 1978). 논리적 사고력과 학업성취도와의 관계를 규명하는 여러 연구에서 논리적 사고의 발달 정도와 학업성취도는 비교적 높은 상관관계를 가지고 있음을 주장한다(이영미, 1991; 김영민과 이성이, 2001). 특히 한중하(1986)의 연구결과 조합논리의 형성여부와 과학 학업성취도 사이의 상관관계가 가장 높은 정적 관계를 보여준다. 확률논리 또한 높은 상관관계가 있음을 보고하고 있다. 두가지의 논리가 형성된 학생일수록 과학 학업 성취도가 높고, 형성이 안된 학생일수록 과학 학업성취도가 낮을 것이라고 예언한다. 따라서, 확률논리와 조합논리가 미형성된 학생들을 그대로 방치했을 경우 지속적인 학습결손의 원인이 된다고 생각할 수 있다.

그런데 초등학생의 논리적 사고력의 형성 정도를 비교한 연구 결과, 논리적 사고 형성 정도의 순서가 보존, 조합, 변인통제, 비례, 상관, 확률논리로 확률논리의 형성 정도가 가장 낮은 것으로 나타났다(오상관, 1994). 또한, 학생들의 인지수준은 Piaget의 이론에 나타난 것과는 달리 대부분이 구체적 조작기나 과도기에 있었으며, 형식적 조작기에 있는 학생들의 비율은 매우 낮다고 하였다(문홍무와 최병순, 1987; 안선민, 1990; 최영준 등, 1985; 한중하, 1982; Lawson & Renner, 1975).

이처럼 많은 학생들이 형식적 사고 수준에 도달하지 못하고, 학습자 간 학습 결과의 차이를 보이는 원인은 개개의 학습자가 가지고 있는 인지 특성으로 규정되고 있다. 그 결과 학생들의 인지수준을 높이기 위해 교수방법이나 교육 프로그램을 마련하려는 노력이 적지 않다. 강행고(1997), 구본장(1999), 강영란

(2000)은 PET(Probability Experimental Tool)를 제시하여 초, 중학교 학생들의 기초 확률학습에 컴퓨터의 도입 가능성을 주장하고, 교수 학습 방법에 대한 연구 및 컴퓨터 소프트웨어를 개발하였다. 그리고 많은 연구자들이 CASE(Cognitive Acceleration through Science Education)와 같은 논리프로그램을 수업에 적용하여 그 효과를 분석하였다(김은정, 2002; 신경인, 2002; 정금자, 2002).

또 다른 방면에서 인지수준을 높이기 위한 노력으로 학습 시기에 대한 연구가 Lenneberg(1967)에 의해 이루어졌다. Lenneberg는 인간의 언어발달에 대한 증거와 다양한 종류의 뇌손상 결과를 이용하여 언어발달에 대한 결정적 시기를 제안했다(Michel & Tyler, 2005). Piaget는 정신적 성장이 신경계통과 내분비계의 성숙과 밀접한 관계가 있다고 확신하였다. 그는 인간의 발달 과정에서 특정 발달이 이루어지는 최적의 시기가 있다는 것을 인정하고, 만약 그 시기에 충분한 발달이 이루어지지 않는다면 이후 학습에 큰 어려움이 따를 것이라고 보았다(김보경, 1991).

뇌의 가소성이 가장 유연한 시기는 생의 초기이다. 따라서 정보처리에 필요한 시냅스가 가장 왕성하게 형성되는 시기도 바로 이때이다. 많은 수의 시냅스는 정보처리의 용량, 정확성, 신속성을 의미하기 때문에 이 시기에 다양한 자극을 주게 되면 좋은 지적 능력을 가질 수 있게 된다. 그 결과 많은 학자들이 결정적 시기(critical period)라는 개념을 사용하여 생의 초기 학습의 중요성을 강조하고 있다.

결정적 시기에 대한 연구는 Konrad Lorenz(1957)에 의해 최초로 실행되었다. Lorenz는 오리나 거위새끼들이 부화 후 종종 어미를 따라가는 대신에 사람을 따라가는 현상에 대해 연구하였다. 그 결과 발달 형태에 있어서 결정적 시기가 있다는 결론을 내렸다. 결정적 시기에 대한 연구는 그 대상이 초기 동물(Lorenz, 1957; Scott, 1962)에서 인간으로까지 범위가 확대되었다.

인간 발달에 있어 생후 2년간 대뇌피질 세포의 발달이 계속되고 신경세포간의 연결도 계속된다. Russell은 인간의 행동 발달은 대뇌발달과정에서 비교적 변화가 가능한 시기에 어떻게 학습이 이루어지느냐에 따라 좌우되므로 이 시기의 학습이 중요하다고 주장하였다. 또한 지적 발달에서도 결정적 시기가 있음을 Goldford에 의해 지적되었다(이옥주, 1977).

하지만 결정적 시기란 개인의 발달단계에서 특정 시기가 지나면 학습이 종료된다는 것을 의미하므로 이후 많은 연구에서는 민감한 시기(sensitive)나 최적의 시기(optimal period)라는 개념으로 대체되기도 하였다. 민감한 시기나 최적의 시기라는 개념을 사용하는 것은 많은 연구자들이 특정한 연령에 정상적으로 전개되는 생물학적인 과정이 있고 그것들이 경험에 대한 신경반응을 지시한다는 생각을 가지도록 하였다(Michel & Tyler, 2005). 이에 논리적 사고의 중요한 근간이 되는 확률논리나 조합논리의 학습에 있어서도 최적의 시기가 있는가에 대한 의문을 가지게 한다.

본 연구에서는 확률논리와 조합논리가 형성되지 않은 학생들을 대상으로 프로그램을 적용, 그 효과를 분석하고, 논리 지도의 최적시기를 규명하여 그들의 인지 발달을 촉진시키고자 한다. 그 결과 논리의 미형성으로 인하여 생길 수 있는 과학, 수학에서의 학습결손과 지속적인 학습 부진아의 수를 줄일 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 검사 도구

확률논리와 조합논리의 형성 여부를 평가하기 위한 검사도구는 Georgia 대학의 Roadranka, Yeany, & Padilla(1983)에 의해 개발된 논리적 사고력 검사지(Group Assessment Logical Thinking, GALT)를 참고하여 개발하였다.

검사 도구는 사전검사와 사후검사를 구분하여 개발하였으며 확률논리 2문항, 조합논리 2문항으로 구성하였다. 각 문항은 2개의 하위 문항으로 구성되었다. 확률논리는 정답과 그 이유를 묻는 문항으로 이루어져있고, 조합논리는 주어진 문제에서 가능한 모든 조합을 적도록 하였다. 모든 검사는 지필로만 이루어졌다. 이는 과학교육 전문가 5인에게 타당도를 검증받았고, 확률논리의 조합논리의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 각각 .67, .65이다.

2. 연구대상

연구의 목적에 따라 논리가 형성되지 않은 학생을

표집하기 위하여 초등학교 4, 5, 6학년 430명을 대상으로 확률논리와 조합논리의 형성정도를 검사하였다. 학생들의 논리 형성 정도를 검사한 결과 확률논리가 형성된 학생은 10.5%에 불과했다. 그 외 과도기적 단계가 24.7%, 미형성 학생이 64.9%로 4, 5, 6학년 모두 대다수의 학생들이 확률논리가 형성되지 않은 상태였다. 이러한 결과는 학습자들의 인지 수준이 Piaget의 논리 발달 수준에 이르지 못함을 의미하며 이는 한중하(1982), 최영준, 최병순과 이원식(1985), 문홍무와 최병순(1987) 등의 연구결과와 일치한다.

조합논리는 형성 11.4%, 과도기 58.1%, 미형성 학생 30.5%로 형성학생의 비율이 상당히 낮았다. 이는 안선민(1990), 이상태(2003)의 연구 결과와 일치한다. 조합논리의 분포에서 비교적 많은 학생들이 과도기 상태에 있다는 것은 한중하(1982)의 연구결과와 일치한다.

사전검사 결과 확률논리와 조합논리가 미형성 학생들 중, 생년월일과 성별을 고려하여 피험자를 선정하였다. 4학년(10.5 ± 0.4세), 5학년(11.6 ± 0.3세), 6학년(12.5 ± 0.5세)에서 각 20명씩, 남녀 비율을 각각 50%씩으로 선정하였으며 되도록이면 생년월일이 비슷한 학생들을 대상으로 선정하였다.

3. 처치 프로그램

실험집단에 처치한 프로그램은 Adey & Shayer(1994)의 Thinking Science를 참고하여 개발하였다. 확률논리와 조합논리가 형성되지 않은 학생들이 쉽게 논리를 습득 할 수 있도록 활동 중심의 쉬운 프로그램을 개발하였다. 확률논리 프로그램은 세 가지 색깔의 바둑돌을 섞어두고 흰 바둑돌을 꺼낼 가능성을 찾도록 하였다. 조합논리 프로그램은 활동카드를 만들어 티셔츠와 바지의 짝을 맞추는 방법과 과일가게에서 과일을 고르는 방법을 모두 찾도록 하였다.

4. 자료 수집 및 분석

확률논리, 조합논리의 형성정도를 파악하여 처치할 학생을 선정하기 위해 사전검사를 실시하였다. 서울시·대구시 소재 초등학교 1개교에서 4, 5, 6학년 430명을 대상으로 하였다. 연구자가 사전에 검사의 취지와 주의사항을 설명한 후 해당학교 교사들에 의

해서 실시되었다. 검사에 소요된 시간은 20분 정도로 하였으며 검사지는 우편을 이용하여 배부 및 회수하였다.

사전검사 결과 채점 시 확률논리는 한 문항 당 세부 항목에 따라 2점 만점으로 하였다. 조합논리는 가능한 조합을 모두 나열한 경우 2점, 과반수이상 정답을 적은 경우 1점, 과반수 이하로 정답을 적은 경우는 0점으로 하였다. 논리의 형성은 문항별 교차 확인 방법에 의해서 분류하였다. 즉, 0~1점(미형성), 2~3점(과도기), 4점(형성)으로 각 형성 논리를 구분하였다.

프로그램 처치하기 위하여 대구 지역은 연구자와 교육을 받은 대학원생이 직접 방문 처치하였으며, 서울 지역은 처치할 내용 및 방법, 활동지를 동봉한 우편을 통해 해당학교 교사가 처치하였다. 처치에 소요된 시간은 각 논리마다 약 30분 정도로 하였다. 주어진 과제를 학생들이 쉽게 해결할 수 있도록 자체 제작한 카드 및 교구를 사용하였고, 주어진 문제를 해결할 수 있을 때까지 활동을 반복하여 실시하였다.

프로그램 처치 대상은 애초에 4학년부터 중학생까지를 대상으로 실시할 계획이었으나 사전검사 결과에서 논리가 미형성된 6학년 학생들의 수가 적어서 처치 대상을 6학년 학생까지로 하였다. 프로그램 처치 후 4~6주 사이에 다시 확률논리, 조합논리 검사를 재 실시하여 논리형성 여부를 확인하였다.

자료의 통계처리는 SPSS 12.0K for Windows 통계 프로그램을 이용하였다. 사전 사후검사의 채점 결과에 대한 자료처리는 학년, 연령, 지역, 성별을 독립변인으로 설정하고 확률논리 및 조합논리의 형성정도를 종속변인으로 두었다. 무엇보다도 본 연구는 논리 학습의 최적시기를 찾는 데 목적이 있으므로 실험군 내에서 처치 전 후 논리 형성 정도의 차이가 가장 큰 학년을 찾는 데 주안점을 두었다.

Ⅲ. 연구 결과

이 연구의 목적은 확률논리와 조합논리가 형성되지 않은 학생을 이들 논리 형성 지도를 위한 최적 시기를 찾는 것이다. 이를 위하여 사전검사를 통하여 확률논리와 조합논리의 형성되지 않은 학생들 중에서 각 학년별 20명을 선정하여 프로그램을 처치하고 4주 뒤 사후검사를 실시하였다. 처치 집단은 모두 논리가 미형성된 학생이므로 사전검사의 평균은 0점이며, 같은

교육을 받고 동시에 사후검사를 실시하였으므로 처치 집단 간 형성율의 차이는 학년에 따른 프로그램 처치 효과의 차이라고 할 수 있다.

1. 확률논리

확률 논리 프로그램 처치 및 사후검사를 통하여 처치 전과 후 학생들의 확률논리 형성에 변화가 있는지를 살펴보았다. 확률논리 프로그램 처치 후 학생의 논리 형성률은 과도기와 형성학생을 포함하여, 4학년이 15%, 5학년이 25%, 6학년이 40%가 증가되었다. <표 1>은 프로그램 처치 후 학년별 확률논리 형성의 변화를 나타낸 것이다.

표 1 처치 후 학년별 확률논리 형성 () : %

학년	미형성	과도기	형성
4(N=20)	17(85.0)	3(15.0)	0(0.0)
5(N=20)	15(75.0)	4(20.0)	1(5.0)
6(N=20)	12(60.0)	6(30.0)	2(10.0)
계	44(73.3)	13(21.7)	3(5.0)

또한, 평균점수 역시 4, 5, 6학년에서 각각 .15, .30, .50으로 모두 증가한 것으로 나타났다. 이는 학습이 학생들의 확률논리 형성에 도움을 준 것으로 해석된다. <그림 1>은 학년에 따른 확률논리 평균 점수의 향상정도를 나타낸 것이다.

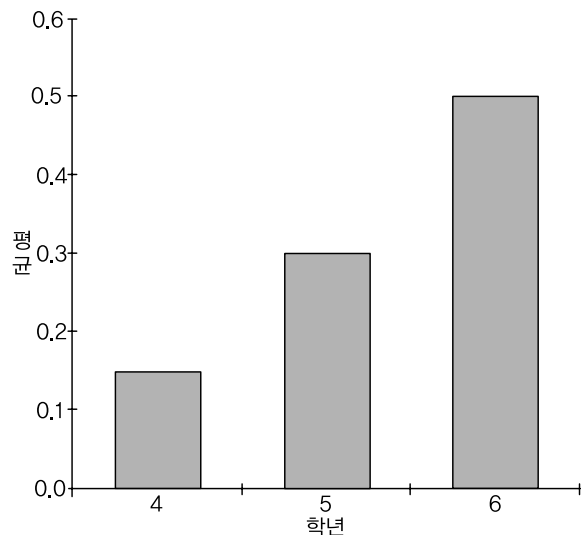


그림 1 처치 후의 학년별 확률논리 평균 점수

표 2 확률논리 처치에 따른 평균 증가의 학년간 T-검증 결과

학년간	학년	M	SD	t 값
4학년-5학년	4학년	.15	.37	-.99
	5학년	.30	.57	
5학년-6학년	5학년	.30	.57	-1.00
	6학년	.50	.69	
4학년-6학년	4학년	.15	.37	-2.01*
	6학년	.50	.69	

*p<.05

학년 간 평균의 증가에 있어서 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위하여 T-검증을 실시하였다. <표 2>와 같이 T-검증 결과 4학년과 5학년 간, 5학년과 6학년 간에는 유의미한 차이가 없었으나 (p).05) 4학년과 6학년 간에는 유의미한 차이가 있었다(p<.05).

따라서 확률논리의 학습 효과는 학년이 증가함에 따라 유의미하게 증가하였음을 알 수 있다. 이 결과는 CASE 확률 프로그램을 이용한 정금자(2002)의 연구와 일치한다. 그러나 처치 후 확률논리가 형성된 학생은 극히 낮게 나타났는데 이는 Piaget가 제시한 학습의 준비도 때문으로 판단된다. Piaget는 학습자의 논리 및 학습을 위해서 신경계 및 호르몬의 발달이 이루어져야 함을 주장하였다(김은아, 2005).

2. 조합논리

조합 논리 프로그램의 처치 후 결과를 보면 논리가 완전히 형성된 학생은 없었으며 과도기 학생들이 많이 증가하였다. 특히, <표 3>에서와 같이 6학년 학생의 논리 형성률이 63.2%가 증가되어 처치 후 많은 향상이 있었음을 확인할 수 있었다.

표 3 처치 후 학년별 조합논리 형성 () : %

학년	미형성	과도기	형성
4(N=20)	16(80.0)	4(20.0)	0
5(N=20)	15(75.0)	5(25.0)	0
6(N=20)	7(36.8)	12(63.2)	0
계	38(63.3)	21(35.0)	0

또한 평균점수에 있어서도 4, 5, 6학년에서 각각 .20, .25, .63으로 특히 6학년에서 평균이 크게 증가

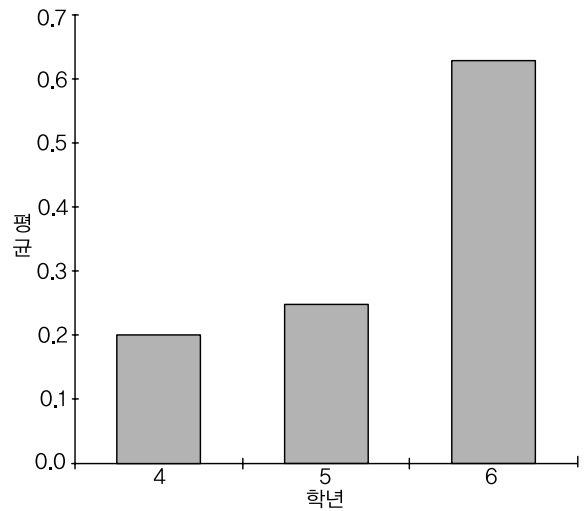


그림 2 처치 후의 학년별 조합논리 평균 점수

하였다. <그림 2>는 학년에 따른 조합논리 평균 점수의 향상정도를 나타낸 것이다. 학년 간 평균의 증가에 있어 유의미한 차이가 있는지를 검증하기 위하여 T-검증을 실시한 결과 <표 4>와 같이 4학년과 5학년 간에는 유의미한 차이가 없었으나(p).05) 5학년과 6학년 간에는 유의미한 차이(p<.05)가 있었다.

논리 프로그램을 처치한 결과 확률논리와 조합논리에 있어서 유의미한 향상이 있었지만 이는 일부 학생들의 과도기 상태로의 변화였으며 논리 형성에 있어서 전이 효과는 보이지 않았다. 이는 Lawson & Wollman(1976)이 11세에서 13세 학생을 대상으로, 의도적인 수업처치에 의한 형식적 조작으로의 발달이 가능한가에 관한 연구에서 유의미한 향상은 있었지만 일반전이 효과는 나타나지 않았다고 보고한 결과와 일치한다. 또한, 논리가 미형성 된 학생들로 하여금 완전한 논리 형성의 향상을 이루기는 어렵다는

표 4 조합논리 처치에 따른 평균 증가의 학년간 T-검증 결과

학년간	학년	M	SD	t 값
4학년-5학년	4학년	.20	.41	-.37
	5학년	.25	.44	
5학년-6학년	5학년	.25	.44	-2.54*
	6학년	.63	.50	
4학년-6학년	4학년	.20	.41	-2.26
	6학년	.63	.50	

* $p < .05$

(Lawson, Blacke & Nordland, 1975) 연구 결과와도 일치한다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 논리적 사고의 근간이 되는 확률논리와 조합논리 미형성 학생의 인지 가속을 위한 논리지도의 최적시기를 규명하고자 하는 연구이다. 초등학교 4학년부터 6학년까지의 학생을 대상으로 사전 검사를 실시하고, 논리가 미형성된 학생들에게 프로그램을 처치한 결과 다음과 같이 요약할 수 있다.

학습을 통하여서는 논리 형성에 있어서 의미 있는 향상은 나타났지만, 일반전이 효과는 보이지 않았다. 확률논리와 조합논리의 사전검사에서 평균점이 0점인 미형성 학생의 프로그램 처치 후 4, 5, 6학년에서 모두 평균점 향상이 있었다. 확률논리의 사후검사 결과 4, 5, 6학년의 평균점에 있어서 각각 0.15, 0.30, 0.69의 향상이 있었으며, 학년간 유의미한 차이 ($p < .05$)가 있었다. 형성율의 증가는 4학년이 15.0%, 5학년 25.0%, 6학년 40.0%를 얻을 수 있었다. 그러나 과도기 학생의 비율(21.7%)을 제외한 형성학생의 비율은 여전히 저조(5.0%)하였으며 다수의 학생이 미형성 상태(73.3%)를 유지하고 있었다.

조합논리 역시 4학년에서 0.15, 5학년에서 0.30, 6학년에서 0.50의 평균점 상승을 보였다. 또한 평균점에 향상에 있어서 학년간 유의미한 차이($p < .05$)가 있었다. 하지만 조합논리 처치 후 논리 형성학생으로의 전이는 없었으며 과도기 학생의 비율만 35.0% 증가했음을 확인할 수 있었다.

이상의 연구 결과에 기초하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 확률논리와 조합논리는 학습에 의해서 향상

은 이루어졌지만, 인지발달과 같은 질적인 변화는 이루어지지 않았다. 선행연구에서는 인지발달 가속 프로그램의 적용 2-3년 후에 명백해 진다(Shayer, 1996)고 보고하고 있어 인지발달과 같은 질적 변화가 있기 위해서는 많은 시간이 필요할 것으로 생각된다.

둘째, 학습을 통해 확률논리와 조합논리가 형성되지 않은 학생들의 형성이 증가되는 최적 시기를 찾을 수 없었다. 즉, Piaget의 연구에서처럼 인지 발달 단계에서 전이효과는 학습에 의해서보다는 신경계 및 호르몬 등과 같은 학습자의 내적발달이 더 중요하다고 볼 수 있다. 이와 같은 결과로부터 논리 미형성 학생의 학습에 의한 논리형성으로의 전이 효과는 찾기 어려웠다.

이 연구는 확률논리와 조합논리가 형성되지 않는 학생을 지도하기 위한 최적의 시기를 찾고자 하였으나, 이들 논리 미형성 학생들의 논리가 형성되는 시기를 찾지 못하였다. 논리 미형성은 지속적인 학습부진으로 이어질 수 있으므로 논리 미형성 학생들의 인지 가속에 도움을 줄 수 있는 다양한 방법의 연구가 필요하다.

참고 문헌

- 강영란(2000). 확률 학습프로그램을 이용한 확률 개념의 교수·학습에 관한 연구. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 강행고(1997). PET(Probability Experimental Tool)을 이용한 확률 개념의 교수·학습에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문.
- 구본장(1999). 초등학교 학률 개념 지도에 관한 연구. 인천교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김보경(1991). 몬테소리와 빼아제에 있어서의 인지개

- 념의 비교 연구. 대구대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김영민, 이성이(2001). 학교과학 우수아들의 논리적 사고력 수준과 물리심화 학습 성취도의 상관 조사. *한국과학교육학회지*, 21(4) 677-688.
- 김은아(2005). 피아제 인지발달이론의 뇌 과학적 해석. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김은정(2002). Thinking Science 프로그램의 확률 활동이 초등학교의 확률적 사고 형성에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 문흥무, 최병순(1987). 고등학생의 지적 발달 수준과 화학 내용이 요구하는 조작 수준과의 관계 연구. *화학교육*, 14(2), 116-127.
- 신경인(2002). Thinking Science 프로그램의 확률 활동이 중학생의 확률적 사고 형성에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 안선민(1990). 서울지역 중학교 학생의 사고력 발달 정도. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 오상관(1994). 국민학생의 논리적 사고력과 과학탐구 능력과의 관계. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이옥주(1977). 각인과 초기학습과의 관계. 서울여자대학 논문집 6, 69-81
- 이영미(1992). 고3 자연계 학생의 논리적 사고 발달 수준과 물리 교과 학업 성취도와의 관계 연구. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이태희(2002). 뇌와 마음. 서울: 참나무.
- 정금자(2002). 서울지역 중학교 학생의 사고력 발달 정도. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 최영준, 이원식, 최병순(1985). 중·고등학생들의 논리적 사고력의 형성에 관한 연구 I. *한국과학교육학회지*, 5(1), 1-9.
- 한중하(1978). 과학적 사고. *과학교육연구 논총*, 3(2), 31-39.
- 한중하(1982). 중·고등학생의 과학적 사고 발달에 관한 조사연구. 한국교육개발원, 연구보고 RR82-24.
- 한중하(1986). 과학지식 형성과정과 학생의 인지발달 과정의 관계 연구. 한국교육개발원, 연구보고 KD86-13-01-12.
- Adey, P., & Shayer, M. (1994). Really raising standards: Cognitive intervention and academic achievement. London; New York: Routledge.
- Lawson, A., Blacke, A., & Nordland, F. (1975). Training effects and generalization of the ability to control variables in high school biology student. *Science Education*, 59(3), 387-396.
- Lawson, A. E., & J. W. Renner. (1975). Relationships of science subject matter and developmental levels of learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(4), 347-358.
- Lawson, A., & Wollman, W. (1976). Encouraging the transition from concrete to formal cognitive function and experiment. *Journal of Research in Science Teaching*, 13, 413-430.
- Lenneberg, E. H. (1967). The biological foundations of language. New York: Wiley.
- Lorenz, K.(1957). The conception of instinctive behavior. In C. H. Schiller (Ed. and Trans.), *Instinctive behavior*, 129-175. New York: International Universities Press.
- Michel, G. F., & Tyler, A. N. (2005). Critical period: A history of the transition from questions of when, to what, to how. *Developmental Psychobiology*, 46, 156-162.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1975). The origin of the idea of chance in children. London: Routledge & Kegan Paul.
- Reny, A. (1979). Remarks on the teaching of probability, Budapest: Mathematical institute of the hungarian. Academy of Science.
- Roadrangka, V., Yeany. R. H., & Padilla. M. J. (1983). The construction and validation of group assessment of logical thinking. Paper presented at the annual meeting of the national association for research in science teaching, Dallas, Texas.
- Scott, J. P. (1962). Critical periods in behavioral development. *Science*, 138. 949-

958.

Shayer, M. (1996). The long-term effects of cognitive acceleration on pupils' school achievement. Center for the Advancement of Thinking. King's college: London.

국문 요약

이 연구의 목적은 확률 논리와 조합 논리가 형성되지 않은 학생들에게 논리 지도를 위한 최적의 시기를 찾고자 하는 것이다. 초등학교 4, 5, 6학년 학생 430명을 대상으로 논리의 형성정도를 사전에 검사하였다. 검사도구는 GALT를 참고하여 개발하였고, 이는 과학 교육 전문가에게 타당도를 검증 받았다. 처리 프로그램은 두 가지 논리가 모두 형성되지 않은 각 학년 20명의 학생을 대상으로 수행하였다. 이는 바둑돌과 카드를 반복적으로 수행하는 검사도구이다. 4주 뒤 사후검사에서 확률논리와 조합논리의 발달정도를 알아보는 검사를 다시 수행하였고 그 변화는 확인되었다.

확률논리의 경우 4, 5, 6학년에서 형성율이 각각

15%, 25%, 40% 증가하였고, 평균도 .15, .30, .50 증가하였다. T-검중에 의한 의미있는 결과는 6학년 중에서 얻어졌다. 그러나 과도기 학생 비율(21.7%)를 제외하면 형성 학생의 비율은 5.0%로 여전히 저조하였고, 다수의 학생(73.3%)은 미형성 상태를 유지하였다. 조합논리의 경우 4, 5, 6학년에서 형성율이 각각 20%, 25%, 63.2% 증가하였고, 평균도 .20, .25, .63 증가하였다. T-검중에 의한 의미있는 결과는 역시 6학년 중에서 얻어졌다. 그러나 처치 후 논리 형성 학생으로의 전이는 없었으며, 과도기 학생의 비율만 35% 증가하였다.

위의 연구결과, 확률논리와 조합논리가 형성되지 않은 학생들은 학습을 통한 향상은 이루어 졌지만, 인지발달과 같은 질적인 변화는 이루어지지 않았다. 이 연구로 인하여 확률논리와 조합논리의 학습 효과가 큰 6학년 학생들의 인지수준 개선을 위한 여러 분야에서 더 활발한 연구가 이루어지길 기대한다.

주요어 : 확률논리, 조합논리, 최적의 시기, 논리적 사고