

# 우리나라 중학생들의 논리적 사고 능력에 대한 메타 분석 - 1980 ~ 2000년까지의 학술지 게재 논문을 중심으로 -

김영민\* · 김수현

부산대학교

## A Meta-analysis on the Logical Thinking Ability of Korean Middle-School Students

- Meta-analysis of the researches between 1980 and 2000 -

Youngmin Kim\* · Soo Hyun Kim

Pusan National University

**Abstract:** The purpose of the study is to meta-analyze research results on Korean students' logical thinking ability. The results of meta-analysis on the research studies between the year 1980 and the year 2000 show that about 40-50% of Korean middle school students have conservation reasoning, proportional reasoning and combinatorial reasoning abilities, and that about 25-30% of them have control of variables and probability reasoning abilities. In addition, only 8% of the Korean middle-school students have correlational ability. When comparing their logical thinking ability results with those of Japanese and American middle-school students, The ratio (32.6%) of Korean middle-school students who have formal thought ability is a little higher than that of American students (30.6%), but much lower than that of Japanese students (50.1%).

**Key words:** meta-analysis, logical thinking, proportional reasoning, control of variables reasoning, conservation reasoning, probability reasoning, correlational reasoning, combinatorial reasoning, international comparison.

### I. 서 론

학생들의 논리적 사고 능력은 학생들이 과학을 학습하는 데 있어 크게 영향을 미친다. 많은 실험들이 변인통제 능력을 필요로 하며, 과학의 많은 내용이 비례 추론을 요구한다. 그러므로 학생들의 논리적 사고 능력을 정확히 측정하여 그 데이터를 가지고 있는 것은 과학 교육과정을 구성하고 교사가 학생들을 가르치는 수준을 결정하는 데 있어서도 매우 중요하다.

Inhelder and Piaget(1958)가 길이가 조절되는 막대, 진자의 운동 등을 도구로 사용하여 아동과 청소년들의 비례논리, 변인통제 논리, 조합 논리 등의 논리적 사고 능력을 측정하여 발표한 이래로 도구를 달리 하여 비례 논리와 변인통제 논리를 측정하는 등(Karplus, et al, 1974; Matteis, et al, 1985) 학생들의 논리적 사고 능력에 대한 연구가 많이 이루어져 왔다. Karplus 등(1975)은 미국과 6개 유럽 국가 중

학생들을 대상으로 비례논리와 변인통제 논리 형성 정도를 조사하여 이들의 25%가 비례논리가 형성되어 있고, 20%가 변인통제 논리가 형성되어 있다고 보고 하였다. 물론 국가별로 비례논리가 형성된 학생들의 비율과 변인통제 논리가 형성된 학생들의 비율도 보고하였다. 그리고 Matheis 등(1992)은 미국 노스캐롤라이나 주 학생들과 일본 학생들의 논리적 사고 능력에 대해 비교 연구한 바 있다. 이 연구 결과에 의하면 일본 학생들의 경우는 보존 논리가 70.6%, 비례 논리가 53.1%, 변인통제 논리가 50.7%, 확률논리가 41.6%, 상관논리가 8.5%, 조합논리가 76.3% 형성되어 있고, 미국 학생들의 경우는 보존 논리가 60.8%, 비례 논리가 16.9%, 변인통제 논리가 27.0%, 확률논리가 16.7%, 상관논리가 8.6%, 조합논리가 53.3% 형성되어 있다고 보고하였다. 미국 학생들의 변인 통제 능력 또는 형식적 사고 능력에 있어서의 성 차이(sex difference)에 대한 메타 분석 연구(Ross, J. A.;

\*교신저자: 김영민(minkiy@pusan.ac.kr)

\*\*2009.02.28(접수) 2009.04.27(1심통과) 2009.06.01(2심통과) 2009.06.04(최종통과)

Meehan, 1984)는 있었으나 논리적 사고 변인들에 대한 미국 학생들과 일본 학생들을 대상으로 한 메타 분석 연구는 찾지 못했다.

우리나라 중등학교 학생들을 대상으로 한 논리적 사고 조사 연구는 1982년에 한국교육개발원(한중하 외, 1982)에서 처음으로 이루어졌다. 같은 해에 한 개 연구(이숙영, 1982)가 더 있었으나 중학교 2학년만을 대상으로 하였고 소규모여서 일반적인 경향을 파악할 수 있는 연구로 보기는 어렵다. 중학교 학생 3318명을 대상으로 전국 규모로 조사한 한중하 외(1982)의 연구에 의하면, 확률논리는 중학교 1학년의 경우 4.0%, 2학년의 경우 7.1%, 3학년의 경우 13.0%가 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 비례논리는 중학교 1학년 5.8%, 2학년 11.0%, 3학년 30.8%가 형성되어 있으며, 변인통제 논리는 중학교 1학년 3.8%, 2학년 7.2%, 3학년 7.5%가 형성되어 있는 것으로 조사되었다. 이때 사용된 검사 도구는 Gray & BSCS가 개발한 'How's Your Logic Test'와 Karplus and Peterson이 개발한 "The Ratio Puzzle"이었다. 이후부터 한국의 중등학교 학생들을 대상으로 한 논리적 사고 능력 조사 연구는 상당히 많이 이루어졌다.

한국 학생들의 논리적 사고 능력을 조사한 연구들 중에서 비교적 큰 표집 대상을 통해 조사한 연구는 권재술 외(1987년, 3702명 대상), 유갑열(1988년, 2497명 대상), 박종윤 외(1997년, 1236명 대상) 등의 연구가 있으며, 한 개 학년에 대해서 표집 대상을 크게 하여 조사한 연구들(강경련, 1996; 김용미, 1996; 김정화, 1996)도 있다. 그런데 이들의 연구 결과를 보면, 논리적 사고 능력의 하위 논리별 형성 정도가 연구자마다 다르며 그 차이가 단순히 몇 %정도가 아니라 경우에 따라서는 20~30%를 넘는 경우도 있다. 예를 들면, 권재술 외(1987)가 조사한 연구에 의하면 중학교 1, 2, 3학년 학생들의 보존 논리 형성 정도가 각각 38.8%, 41.7%, 49.8%인데 비해, 다음 해에 연구된 유갑열(1988)의 조사에 의하면 중학교 1, 2, 3학년 학생들의 보존 논리 형성 정도는 60.8%, 56.1%, 64.6%로 학년별로 22.0%, 14.4%, 14.8%나 높게 나타났다. 그런가 하면, 1990년대에 조사된, 박종윤 등(1997)의 연구에 의하면, 보존 논리 형성 정도가 중학교 1, 2, 3학년 학생들의 경우 각각 36.9%, 39.8%, 47.7%인데 비해, 강경련(1997)의 중학교 1학년 655명을 대상으로 한 조사 결과는 보존 논리 형성 정도가 39.4%였

고, 김용미(1997)가 중학교 2학년 707명을 대상으로 한 조사 결과는 보존 논리 형성 정도가 40.7%였고, 김정화(1997)가 중학교 3학년 747명을 대상으로 조사한 연구 결과는 보존 논리 형성 정도가 41.9%로 학년에 따라 각각 2.5%, 0.9%, 5.5%로 미미하거나 적은 차이를 보이는 등 다양한 연구 결과를 보이고 있다.

지금까지의 연구들이 제시한 우리나라 중학생들의 논리적 사고 능력을 보면 보존논리 형성의 경우, 중학교 1학년은 36.9% ~ 64.8%, 중학교 2학년의 경우는 39.8% ~ 64.4%, 중학교 3학년의 경우는 47.7% ~ 75.9%로 조사자에 따라 상당한 편차를 보이고 있다. 조합논리의 경우는 그 편차가 훨씬 더 커서 1980년대 조사된 결과에 의하면, 중학교 1학년의 경우 2.5%(안선민, 1989) ~ 56.8%(유갑열, 1988), 중학교 2학년의 경우에는 4.8%(안선민, 1989) ~ 67.3%(유갑열, 1988), 그리고 중학교 3학년의 경우에는 9.7%(안선민, 1989) ~ 77.3%(유갑열, 1988)로 매우 큰 편차를 보이고 있다. 그 밖의 다른 하위 논리에 대해서도 조사자에 따라 상당한 편차를 보이고 있다.

이러한 결과들은 우리나라 학생들의 논리적 사고 능력에 대해 평균적으로 어느 정도 형성되어 있다고 말하기 어렵게 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 그동안 이루어진 연구결과들을 메타 분석해 봄으로써, 논리적 사고 능력의 하위 논리들에 대해 우리나라 학생들의 평균적인 형성 정도를 분석해 보고 비슷한 시기에 조사된 일본과 미국 중학생들의 논리적 사고와 비교해 보는 것을 목적으로 하였다. 미국과 일본 중학생들을 대상으로 한 연구는 메타 분석한 연구를 찾기 어려워 대규모 표집 학생을 대상으로 한 한 개 연구 결과만을 사용하였다. 그러므로 그 한 개 연구 결과를 우리나라 메타분석 한 결과와 비교한 것은 본 연구의 한계에 속한다.

## II. 연구 방법 및 절차

본 연구에서 우리나라 중학생들의 논리적 사고 능력에 대한 메타 분석을 위해 설정한 분석 대상과 분석 방법은 다음과 같다.

### 1. 분석 대상 연구의 선정

우리나라에서 중학생들을 대상으로 한 논리적 사고

조사 연구는 1980년대 초부터 많이 이루어졌으며, 논리적 사고 조사만을 수행한 연구도 있고, 논리적 사고와 다른 능력과의 상관관계를 보기 위해 논리적 사고를 조사한 연구들도 있다. 또한, 한 학급 정도의 학생들을 소규모로 표집하여 조사한 연구도 있고, 전국적으로 수천 명의 학생들을 표집하여 조사한 연구도 있다. 이렇게 많은 연구들 중에서 본 연구에서는 메타 분석 대상을 선정하기 위해 다음과 같은 선정 준거를 설정하였다.

첫째, 조사 및 분석 결과에 대한 신뢰도 확보를 위해 메타 분석 대상 연구는 학술지에 게재된 논문으로 한다.

둘째, 같은 검사지를 사용한 연구들을 대상으로 한다. 대부분의 연구들이 GALT 검사지를 사용하였으므로 GALT 검사지를 사용한 연구를 대상으로 한다. 그런데 GALT 검사지는 축소본과 완성본이 있으며, 축소본을 사용했을 때와 완성본을 사용했을 때의 결과가 다르다는 연구 결과(강순희 외, 1998)를 받아들이고, 비교하고자 하는 미국과 일본의 결과가 축소본을 사용했을 때의 결과임을 감안하여 GALT 축소본을 사용한 연구들을 별도로 선정하여 분석한다.

GALT 검사 도구는 Lawson이 개발한 검사도구(Lawson, 1978)와 TOLT(Tobin and Capie, 1980) 검사도구의 일부를 활용하여 Roadrangka, et al(1983)이 개발한 것이다. GALT 검사 도구의 내적 일치도 계수(Cronbach  $\alpha$ )는 0.85이었으며, 각 논리별 신뢰도는 0.37에서 0.83을 나타내었으며, 단지 상관 논리와 조합논리의 경우에만 신뢰도가 0.58이하이었다. 전체 6개의 각 논리 유형별 타당도 계수는 0.45(비례논리)~0.88(조합논리)이다. 전체 6개 논리의 평균 난이도는 0.40이며 상관논리는 0.11로 가장 어렵고, 보존논리는 0.63으로 가장 쉽다(Roadrangka, et al, 1983).

## 2. 메타 분석 대상으로 선정된 논문들

1980년대 초 이래로, 중학생을 대상으로 꽤 많은 편수의 논리적 사고 조사 연구들이 수행되었다. 이들 중 GALT 완본과 축소본을 이용하여 논리적 사고를 조사한 연구는 Table 1 ~ Table 3과 같다.<sup>1</sup>

Table 1 ~ Table 3에서 보는 바와 같이, 우리나라

**Table 1**  
Researches related to secondary students' logical thinking studied in 1980s

Year	Researcher(s)	No. of students		Test tool*	District	Published Journal or thesis
		Grade(no. of students)	Total			
1987	Choi, B. S. and Hur, M.	G7(227)	688	GALT(F)	Chonbuk (city and rural)	JKASE***
		G8(232)				
		G9(229)				
1987	Kwon, J. S., Choi, B. S. and Hur, M.	G7(1179)	3702	GALT(R)	City**	JKASE
		G8(1237)				
		G9(1286)				
1987	Choi, B. S.	G7(227)	900	GALT(F)	Cities	Chemistry Education
		G8(232)				
		G9(229)				
		G10(105)				
1987	Moon, H. M. and Choi, B. S.	G10(435)	435	GALT(F)	Chonbuk (city)	Chemistry Education
		G11(107)				
1988	유갑열	G7(817)	2497	GALT(R)	Seoul, Inchon, Kyounggi	Physics Education
		G8(824)				
		G9(856)				

\* In test tool, GALT(F) means that GALT full version was used, and GALT(R) means that GALT reduced version was used.

\*\* There is no exact name of the city in the article.

\*\*\* Journal of the Korean Association for Science Education

<sup>1</sup>본 자료에서 석사학위 논문은 국회도서관에 소장된 자료 중 제목을 중심으로 조사하였으며, 제목에서 '논리적 사고' 표현이 있다 하더라도 하위논리 조사 결과가 제시되지 않은 연구는 제외하였다.

**Table 2**  
*Researches related to secondary students' logical thinking studied in 1990s*

Year	Researcher(s)	No. of students		Test tool*	District	Published Journal or thesis
		Grade(no. of students)	Total			
1990	An, S. M	G7(640)	2040	GALT (R)	Seoul	Ehwa Gyoyuk Nonchong
		G8(672)				
		G9(728)				
1992	Lee, J. H.	G11(832)	832	GALT (F)	Seoul, Kyounggi	Master thesis
1993	Lee, E. A.	G11(103)	103	GALT (F)	Seoul	Master thesis
1994	Chung, J. K. and Lee, J. R.	G9(479)	479	GALT (F)	Seoul	Ehwa Gyoyuk Nonchong
1993	Woo, J. O. and Kim, J. I.	G11(558)	558	GALT (R)	Seoul, Chungju, Kwangju	JKASE**
1996	Park, J. Y. and Kang, S. H.	G11(470)	470	GALT (F)	Seoul, Kyounggi	Chemistry Education
1997	Kang, K. R.	G7(655)	655	GALT (R)	Seoul	Master thesis
1997	Kim, Y. M.	G8(707)	707	GALT (R)	Seoul	Master thesis
1997	Chung, J. Y.	G11(821)	821	GALT (R)	Seoul	Master thesis
1997	Park, S. Y. and Kang, S. H.	G11(681)	681	GALT (R)	Seoul	Ehwa Gyoyuk Nonchong
1997	Kim, J. H.	G9(747)	747	GALT (R)	Seoul	Master thesis
1997	Park, J. Y., Kang, S. H., Woo, A. J., and Hur, E. K.	G7(407)	1236	GALT (F)	Seoul	Chemistry Education
		G8(437)				
		G9(392)				

\* In test tool, GALT(F) means that GALT full version was used, and GALT(R) means that GALT reduced version was used.

\*\* Journal of the Korean Association for Science Education

학생들의 논리적 사고에 관한 연구는 1980년대 중반부터 1990년대 중반까지 집중적으로 이루어졌으며, 그 이후에는 학술지에 발표된 것은 거의 없고, 석사학위 논문으로 발표된 것이 전부이다. 이렇게 1990년대 중반 이후 학생들의 논리적 사고에 대한 연구가 거의 없는 것은 학생들의 논리적 사고 능력이 시대에 따라 변하는 것은 아니라는 것을 전제로 하고 있다고 생각된다. 본 연구에서는 이 전제를 받아들여 집중적으로 연구된 시기의 우리나라 학생들의 논리적 사고 수준에 대한 메타분석 결과가 우리나라 학생들의 일반적인 논리적 사고 수준으로 보고자 한다. 아울러 석사학위 논문으로 발표된 것은 학술지 발표 논문에 비해 심사과정의 신뢰성이 확보되었다고 보기 어렵기 때문에

본 연구에서는 메타분석 대상에서 제외하였다. 또한, Table 1에서 최병순(1987) 연구는 최병순, 허명(1987) 연구의 표집 대상 중에서 고등학생 경우만 추가하였으며, 문흥무, 최병순(1987) 연구는 고등학생을 대상으로 한 것이므로 제외하면 1980년대에 수행된 연구 중에서 메타 분석 대상 연구는 3개가 된다. Table 2에 제시된 1990년대에 연구된 논문 중에서는 석사학위 논문과 고등학생을 대상으로 한 연구를 제외하면 분석 대상 연구는 3개가 된다. 2000년 이후에는 논리적 사고 조사 연구가 모두 석사학위 논문으로만 발표되었으므로 분석 대상으로 선정된 연구는 없다. 그러므로 전체적으로 6개의 연구가 메타분석 대상으로 선정되었다. 이들은 모두 학회 학술지 또는 대학 논문집에 수록

Table 3

Researches related to secondary students' logical thinking studied in 2000s

Year	Researcher	No. of students		Test tool*	District	Published Journal or thesis
		Grade(no. of students)	Total			
2004	Ko, K. H.	G7(176)	559	GALT (F)	Seoul	Master thesis
		G8(190)				
		G9(193)				
2005	Lee, S. J.	G11(574)	574	GALT (R)	Kyounggi	Master thesis
		G7(571)				
		G8(542)				
2005	Kim, S. H.	G9(583)	2790	GALT (R)	Big cities, small cities, rural area	Master thesis
		G10(627)				
		G11(467)				

\* In test tool, GALT(F) means that GALT full version was used, and GALT(R) means that GALT reduced version was used.

되어 있으며, 1980년대, 1990년대, 2000년대로 나누어 분류해 보았더니 Table 4와 같았다. 6편의 논문 중에서 1980년대에 수행된 3편의 연구 중 2편은 GALT 축소본을 사용하여 조사되었고, 1편은 GALT 완본을 사용하여 조사되었으며, 1990년대에 수행된 연구 3편 중에서 2편은 GALT 완본을 사용하여 조사되었고, 1편은 GALT 축소본을 사용하여 조사되었다.

본 연구에서는 GALT 축소본을 사용했을 때의 논리적 사고 형성 정도와 축소본이든 완본이든 GALT 도구를 사용했을 때의 논리적 사고 형성 정도를 별도로 분석하였다.

### 3. 메타 분석 방법

논리적 사고의 하위 논리 형성 정도를 조사한 연구들은 모두 조사 대상 전체 학생에 대한, 형성된 학생 수의 백분율로 형성 정도를 나타내고 있다. 따라서 본 연구에서는 분석 대상 연구들에서 조사 대상으로 했던 학생 수를 모두 합하여 전체 학생으로 하고, 각 연구에서 형성된 것으로 분석된 학생 수를 모두 합하여, 전체 학생 수에 대한 형성된 학생 수의 비율(백분율)을 구하는 방법을 사용하였다. 이와 같은 방법으로 하위 논리별 평균 형성 정도를 구하였다. 이렇게 6개 연구 결과들을 통합함으로써 표집 학생 수를 크게 하고 연구 대상 표집 지역을 넓힘으로써 논리적 사고 검사

결과의 신뢰도를 높이고자 하였다. 그럼에도 불구하고 표4에서 보는 것과 같이 지금까지 조사된 연구의 표집 대상 지역이 서울을 비롯한 도시에 편중되어 있음을 보이고 있어, 일부 시골 지역이 포함되어 있긴 하지만 이 결과는 우리나라 도시 지역 학생들의 논리적 사고 수준으로 보는 것이 타당하다고 생각된다.

본 연구에서는 평균을 산출하는 데 있어, 두 가지 값을 산출하였는데, 첫째는 전체적인 평균(이하 전체 평균)이고, 둘째는 GALT 축소본을 사용했을 때의 평균(이하 축소본 평균)을 산출하였다. 보존 논리의 경우를 예로 들면, 전체 6개 연구를 통합한 보존논리의 전체 평균값과 축소본을 사용한 3개 연구의 축소본 평균값은 다음과 같이 구해진다.

전체 평균(보존논리) = 6개 연구 분석 결과에서 보존 논리 형성자 수의 합 / 6개 연구에서 표집 학생 수의 합.

축소본 평균(보존논리) = 축소본을 사용한 3개 연구 분석 결과에서 보존 논리 형성자 수의 합 / 3개 연구에서 표집 학생 수의 합.

### 4. 일본과 미국 학생들의 논리적 사고 능력(비교 대상 연구의 결과)

비슷한 시기에 조사된 일본과 미국 중학생들의 논리적 사고 능력과의 비교를 위해 본 연구에서는 Mattheis, et al(1992)의 연구 결과를 준거로 사용하

**Table 4**  
Selected researches for meta-analysis

Year	Author	Grade (no. of students)	Correct answer rate(%)						Total no. of students	Test tool*	District	Journal
			Conser	Prop	Con of Var	Prob	Corr	Comb				
year 1980-1989												
1987	Choi and Hur (A)	G7(227)	39.6	32.8	17.6	17.2	8.4	17.7	688	GALT (F)	Chonbuk (city and rural)	JKASE***
		G8(232)	29.7	37.1	24.1	14.6	8.6	22.9				
		G9(229)	37.6	41.5	27.5	34.5	7.9	36.2				
1987	Kwon, Choi, and Hur (B)	G7(1179)	38.8	34.6	19.4	16.5	6.5	-	3702	GALT (R)	city**	JKASE
		G8(1237)	41.7	35.6	21.7	24.7	7.9	-				
		G9(1286)	49.8	47.7	29.5	38.4	9.8	-				
1988	You (C)	G7(817)	60.8	31.2	24.5	27.7	8.5	56.8	2497	GALT (R)	Seoul, Inchon, Kyounggi	Korean Physics Education
		G8(824)	56.1	33.2	33.4	31.1	9.8	67.3				
		G9(856)	64.6	56.9	48.0	53.0	9.5	77.3				
year 1990-1999												
1990	An (D)	G7(640)	43.6	36.6	11.2	13.5	5.7	2.5	2040	GALT (R)	Seoul	Ehwa Gyoyuk Nonchong
		G8(672)	50.6	37.8	24.3	21.6	6.9	4.8				
		G9(728)	53.2	51.8	27.1	39.8	8.7	9.7				
1993	Jung and Lee (E)	G9(479)	40.7	48.2	35.1	61.0	53.7	16.5	479	GALT (F)	Seoul	Ehwa Gyoyuk Nonchong
1997	Park, Kang, Woo, and Hur (F)	G7(407)	36.9	33.7	23.6	34.9	8.6	22.1	1236	GALT (F)	Seoul	Korean Chemistry Education
		G8(437)	39.8	47.8	34.6	53.3	7.1	32.0				
		G9(392)	47.4	56.6	50.3	71.4	6.1	40.1				
after year 2000												
none												

\* In test tool, GALT(F) means that GALT full version was used, and GALT(R) means that GALT reduced version was used.

\*\* There is no exact name of the city in the article.

\*\*\* Journal of the Korean Association for Science Education.

였다. 이 연구는 GALT 검사지 축소본을 사용하였고, 표집 학생수 규모가 크며(일본, 4397명; 미국 NC주, 3291명), 본 연구에서와 마찬가지로 중학교 학생들을 대상으로 하였기 때문에 비교하기에 적절하다고 생각되

었다. 이 연구의 결과는 Table 5와 같다. 우리나라 학생들의 논리적 사고 수준과 비교하는 데 있어서는 우리나라 학생들 대상 연구들 중에서 GALT 축소본을 사용한 연구 결과들에 대한 메타분석 결과를 사용하였다.

**Table 5**  
Correct answer rate(%) of Japanese and American(NC state) middle-school students on sub-scales of GALT.

	All	Conser	Prop	Con Var	Prob	Corr	Comb
Japan	50.1	70.6	53.1	50.7	41.6	8.5	76.3
USA(NC)	30.6	60.8	16.9	27.0	16.7	8.6	53.3

### III. 결과 분석 및 논의

논리적 사고의 하위 논리별로 메타적으로 분석한 결과는 다음과 같다.

#### 1. 보존 논리 형성 정도

보존 논리에 대해, 메타분석 대상 연구들에서 조사한 한국 중학생들의 형성 정도는 Table 6과 같다. 연구자에 따라서 우리나라 중학생의 보존 논리 형성 정도 조사 결과는 1학년의 경우 36.9%에서부터 60.8%까지 23.9%의 차이를 보이며, 2학년의 경우에도 29.7 ~ 56.1%로 26.4%의 차이를 보이고, 3학년의 경우에도 37.6% ~ 64.6%로 27.0%의 차이를 보이고 있다.

이 연구 결과들에 대해 메타 분석해 보았더니, 중학생 전체적으로는 약 48%의 학생들이 보존 논리가 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 중학교 1학년 학생들의 경우는 약 45%의 학생들이, 중학교 2학년은 약 46%, 중학교 3학년이 되면 약 52% 정도가 형성되는 것으로 나타났다. 보존 논리는 중학교 1학년과 2학년 사이에는 별로 차이가 나지 않다가(평균 차, 0.8%), 3학년이 되면 2학년에 비해 비교적 크게(평균 차, 5.7%) 높아지는 것을 볼 수 있다.

GALT 축소본을 사용했을 경우만 분석해 보면, 중학생 전체적으로는 약 50%가 형성된 것으로 나타났으며, 이는 비슷한 시기에 조사된 일본(70.6%)과 미국(North Carolina 주, 60.8%)의 중학생들보다 낮은

것으로 나타났다.

#### 2. 비례 논리 형성 정도

비례 논리에 대해, 메타분석 대상 연구들에서 조사한 한국 중학생들의 형성 정도는 Table 7과 같다. 비례 논리의 경우에는, 연구자에 따라서 그 조사 결과가 1학년의 경우에는 31.2%에서부터 36.6%로 별로 차이를 보이지 않았으나, 2학년의 경우에는 33.2 ~ 47.8%로 14.6%의 차이를 보이고, 3학년의 경우에도 41.5% ~ 56.9%로 15.4%의 차이를 보이고 있다.

이 연구 결과들에 대해 메타 분석해 보았더니, 중학생 전체적으로는 약 42%의 학생들이 비례 논리가 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 중학교 1학년 학생들의 경우는 약 34%의 학생들이, 중학교 2학년은 약 39%, 중학교 3학년이 되면 약 51% 정도가 형성되는 것으로 나타났다. 비례 논리의 발달은 보존논리와 약간 다른 양상을 보여준다. 중학교 1학년과 2학년 사이에 약간 차이를 보이다가(평균 차, 5.3%), 3학년이 되면 2학년에 비해 비교적 크게(평균 차, 11.7%) 높아지는 것을 볼 수 있다.

GALT 축소본을 사용했을 경우만 분석해 보면, 중학생 전체적으로는 약 42%가 비례논리가 형성된 것으로 나타났으며, 이는 비슷한 시기에 조사된 일본(53.1%) 중학생들보다는 낮고, 미국(North Carolina 주, 16.9%)의 중학생들보다는 크게 높은 것으로 나타났다.

**Table 6**

*Korean middle-school students' correct answer rate(%) on the Conservation Reasoning Test in six articles.*

	A	B*	C*	D*	E	F	Average	Average(R)**
G7 (N=3270; N*=2636)	39.6	38.8	60.8	43.6		36.9	45.1	47.4
G8 (N=3402; N8=2733)	29.7	41.7	56.1	50.6		39.8	45.9	48.2
G9 (N=3970; N*=2870)	37.6	49.8	64.6	53.2	40.7	47.4	51.6	55.1
Total (N=10642; N*=8239)	35.6	43.6	60.6	49.3		41.3	47.7	50.0

\* Correct answer rate when using the reduced version of GALT.

\*\* Average of the correct answer rate when using the reduced version of GALT.

Table 7

Korean middle-school students' correct answer rate(%) on the Proportional Reasoning Test in six articles

	A	B*	C*	D*	E	F	Average	Average(R)**
G7 (N=3270; N*=2636)	32.8	34.6	31.2	36.6		33.7	34.0	34.0
G8 (N=3402; N8=2733)	37.1	35.6	33.2	37.8		47.8	39.3	38.2
G9 (N=3970; N*=2870)	41.5	47.7	56.9	51.8	48.2	56.6	51.0	51.5
Total (N=10642; N*=8239)	37.6	41.5	40.7	42.4		45.9	42.1	41.5

\* Correct answer rate when using the reduced version of GALT.

\*\* Average of the correct answer rate when using the reduced version of GALT.

### 3. 변인통제 논리 형성 정도

변인통제 논리에 대해, 메타분석 대상 각각의 연구에서 조사한 한국 중학생들의 형성 정도는 Table 8과 같다. 변인통제 논리의 경우에는 보존 논리와 마찬가지로 연구자에 따라서 1학년부터 형성 정도가 많이 다르다. 1학년의 경우에는 11.2%에서부터 24.5%로 13.3%의 차이를 보였으며, 2학년의 경우에는 21.7 ~ 34.6%로 12.9%의 차이를 보이고, 3학년의 경우에도 27.1% ~ 50.3%로 23.2%의 차이를 보이고 있다.

이 연구 결과들에 대해 메타 분석해 보았더니, 중학

생 전체적으로는 약 30%의 학생들이 변인통제 논리가 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 중학교 1학년 학생들의 경우는 약 20%의 학생들이, 중학교 2학년은 약 27%, 중학교 3학년이 되면 약 36% 정도가 형성되는 것으로 나타났다. 그리고 변인통제 논리의 경우에는 앞의 보존 논리나 비례논리와는 달리 1학년과 2학년 차이(평균 차, 7.4%)와 2학년과 3학년의 차이(평균 차, 9.2%)가 비슷하다. 즉, 다른 논리의 경우에는 3학년이 될 때 크게 높아지는 것과 달리, 연령 증가에 따라 발달하는 정도가 비슷함을 알 수 있다.

GALT 축소본을 사용했을 경우만 분석해 보면, 중

Table 8

Korean middle-school students' correct answer rate(%) on the Control of Variables Reasoning Test in six articles.

	A	B*	C*	D*	E	F	Average	Average(R)**
G7 (N=3270; N*=2636)	17.6	19.4	24.5	11.2		23.6	19.5	18.6
G8 (N=3402; N8=2733)	24.1	21.7	33.4	24.3		34.6	26.9	25.9
G9 (N=3970; N*=2870)	27.5	29.5	48.0	27.1	35.1	50.3	36.1	34.4
Total (N=10642; N*=8239)	23.1	23.7	35.5	21.2		36.0	29.0	26.6

\* Correct answer rate when using the reduced version of GALT.

\*\* Average of the correct answer rate when using the reduced version of GALT.



학생 전체적으로는 약 27%가 변인통제 논리가 형성된 것으로 나타났으며, 이는 비슷한 시기에 조사된 일본(50.7%) 중학생들보다는 낮고, 미국(North Carolina 주, 27.0%)의 중학생들과는 비슷한 것으로 나타났다.

#### 4. 확률 논리 형성 정도

메타분석 대상 각각의 연구에서 조사한 한국 중학생들의 확률 논리 형성 정도는 Table 9와 같다. 확률 논리의 경우에는 앞에서 설명한 3가지 논리에 비해, 연구자에 따라 그 형성 정도에 있어 훨씬 더 큰 차이를 보이고 있다. 1학년의 경우는 13.5%에서부터 34.9%까지 21.4%의 차이를 보이며, 2학년의 경우에도 14.6 ~ 53.3%로 무려 39.3%의 차이를 보이고 있으며, 3학년의 경우에도 34.5% ~ 71.4%로 36.9%의 차이를 보이고 있다.

이 연구 결과들에 대해 메타 분석해 보았더니, 중학생 전체적으로는 약 33%의 학생들이 확률 논리가 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 중학교 1학년 학생들의 경우는 약 21%의 학생들이, 중학교 2학년은 약 29%, 중학교 3학년이 되면 약 47% 정도가 형성되는 것으로 나타났다. 확률 논리의 경우에는 비례논리와 마찬가지로 1학년과 2학년 차이(평균 차, 7.6%)보다는 3학년이 되었을 때 2학년에 비해 형성자 비율이 크게(평균 차, 18.8%) 높아지는 것을 볼 수 있다. 1, 2학년 차이와 2, 3학년 형성자 비율 차는 보존 논리나

비례 논리에 비해서 더 크다.

GALT 축소본을 사용했을 경우만 분석해 보면, 중학생 전체적으로는 약 30%가 확률논리가 형성된 것으로 나타났으며, 이는 비슷한 시기에 조사된 일본(50.7%) 중학생들보다는 낮고, 미국(North Carolina 주, 27.0%)의 중학생들보다는 약간 높은 것으로 나타났다.

#### 5. 상관 논리 형성 정도

메타분석 대상의 각 연구에서 조사한 한국 중학생들의 상관 논리 형성 정도는 Table 10과 같다. 상관 논리의 경우에는 그 형성자 비율이 3학년이 되어서도 매우 낮으며, 앞에서 설명한 네 가지 논리에 비해, 연구자에 따라 그 형성 정도 차이가 매우 적음을 보이고 있다. 1학년의 경우 5.7%에서부터 8.6%까지 2.9%의 차이를 보이며, 2학년의 경우에도 6.9 ~ 9.8%로 역시 2.9%의 차이를 보이고 있으며, 3학년의 경우에도 6.1% ~ 9.8%로 3.7%의 차이를 보이고 있다.

이 연구 결과들에 대해 메타 분석해 보았더니, 중학생 전체적으로는 약 10%의 학생들이 상관 논리가 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 중학교 1학년 학생들의 경우는 약 7%의 학생들이, 중학교 2학년은 약 8%, 중학교 3학년이 되면 약 14% 정도가 형성되는 것으로 나타났다. 상관논리는 중학교 3학년이 되어서도 14% 정도의 학생들만 형성되는 것으로 나타나 매우 느리게 발달하는 양상을 보인다. 또, 이 논리는 1, 2, 3학

**Table 9**  
Korean middle-school students' correct answer rate(%) on the Probability Reasoning Test in six articles.

	A	B	C	D	E	F	Average	Average(R)**
G7 (N=3270; N*=2636)	17.2	16.5	27.7	13.5		34.9	21.0	19.2
G8 (N=3402; N8=2733)	14.6	24.7	31.1	21.6		53.3	28.6	25.9
G9 (N=3970; N*=2870)	34.5	38.4	53.0	39.8	61.0	71.4	47.4	43.1
Total (N=10642; N*=8239)	20.9	26.8	37.5	25.6		53.0	33.3	29.8

\* Correct answer rate when using the reduced version of GALT.

\*\* Average of the correct answer rate when using the reduced version of GALT.

**Table 10***Korean middle-school students' correct answer rate(%) on the Correlational Reasoning Test in six articles.*

	A	B*	C*	D*	E	F	Average	Average(R)**
G7 (N=3270; N*=2636)	8.4	6.5	8.5	5.7		8.6	7.2	6.9
G8 (N=3402; N8=2733)	8.6	7.9	9.8	6.9		7.1	8.1	8.2
G9 (N=3970; N*=2870)	7.9	9.8	9.5	8.7	53.7	6.1	14.4	9.4
Total (N=10642; N*=8239)	8.3	8.1	9.3	7.2		7.3	10.2	8.2

\* Correct answer rate when using the reduced version of GALT.

\*\* Average of the correct answer rate when using the reduced version of GALT.

년 사이에 형성률 차이가 7%정도밖에 되지 않아 학년이 높아져도 별로 향상되지 않음을 보이고 있다.

GALT 축소본을 사용했을 경우만 분석해 보면, 중학생 전체적으로는 약 8%가 상관논리가 형성된 것으로 나타났으며, 이는 비슷한 시기에 조사된 일본(8.5%) 중학생들 및 미국(North Carolina 주, 8.6%)의 중학생들과 비슷한 정도로 형성된 것으로 나타났다.

## 6. 조합 논리 형성 정도

메타분석 대상의 각 연구에서 조사한 한국 중학생들

의 조합 논리 형성 정도는 Table 11과 같다. 조합 논리의 경우에는 앞의 어떤 논리에 비해서도, 그 형성 정도에 있어서 연구자에 따라 가장 큰 차이를 보이고 있다. 그리고 B연구자는 이 논리에 대해 분석해 놓고 있지 않았다. 연구자에 따른 각 학년 학생들의 형성자 비율을 보면, 1학년의 경우 2.5%에서부터 56.8%까지 54.3%의 차이를 보이며, 2학년의 경우에도 4.8 ~ 67.3%로 역시 62.5%의 차이를 보이고 있으며, 3학년의 경우에도 9.7% ~ 77.3%로 67.6%의 차이를 보이고 있다. 중앙값에 비해 C연구에서는 지나치게 높고, D연구에서는 지나치게 낮은 형성자 비율을 보이고 있다.

**Table 11***Korean middle-school students' correct answer rate(%) on the Combinatorial Reasoning Test in five articles.*

	A	B*	C*	D*	E	F	Average	Average(R)**
G7 (N=2091; N*=1457)	17.7	-	56.8	2.5		22.1	29.2	32.9
G8 (N=2165; N8=1496)	22.9	-	67.3	4.8		32.0	36.0	39.2
G9 (N=2684; N*=1584)	36.2	-	77.3	9.7	16.5	40.1	39.2	46.2
Total (N=6940; N*=4537)	25.6	-	67.3	5.8		31.3	35.2	39.7

\* Correct answer rate when using the reduced version of GALT.

\*\* Average of the correct answer rate when using the reduced version of GALT.

이 연구 결과들에 대해 메타 분석해 보았더니, 중학생 전체적으로는 약 35%의 학생들이 조합 논리가 형성되어 있는 것으로 나타났으며, 중학교 1학년 학생들의 경우는 약 29%의 학생들이, 중학교 2학년은 약 36%, 중학교 3학년이 되면 약 39% 정도가 형성되는 것으로 나타났다. 조합 논리의 경우에는 다른 논리들의 발달 양상과는 다르게 1학년과 2학년 차이(평균 차, 6.8%)가 2학년과 3학년의 차이(평균 차, 3.2%)보다 높으며, 학년별 형성 정도는 변인통제 논리와 비슷한 것을 볼 수 있다.

GALT 축소본을 사용했을 경우만 분석해 보면, 중학생 전체적으로는 약 40%가 조합논리가 형성된 것으로 나타났으며, 이는 비슷한 시기에 조사된 일본(76.3%) 중학생들 및 미국(North Carolina 주, 53.3%) 중학생들보다 훨씬 낮은 것으로 나타났다.

## 7. 종합적 비교

앞에서 제시한 하위 논리에 대한 중학생들의 형성 정도를 국가에 따라 종합적으로 제시하면 Table 12와 같다.

Table 12에서 보는 바와 같이 전체적으로 볼 때, 일본 중학생들의 논리 형성 정도가 가장 높고, 우리나라 중학생들이 미국 중학생들보다 형성 정도가 높긴 하지만 그 차는 그리 크지 않다. 하위 논리별로 보면, 보존 논리와 조합논리는 일본 중학생들이 월등하게 높고, 미국 중학생들도 우리나라 중학생들보다 높으며, 비례 논리, 확률 논리는 우리나라 중학생들이 일본 중학생들보다는 낮고 미국 중학생들보다는 높은 것으로 나타났으며, 변인통제 논리는 일본 학생들은 과반수가 형성된 반면 한국 중학생들과 미국 중학생들은 27% 정도로 비슷하게 형성된 것으로 나타났다. 그리고 상관 논리는 3개국 중학생들이 모두 매우 낮은 비율로 형성되어 있으며, 그 비율도 비슷한 것으로 나타났다.

## IV. 결론 및 논의

설문 조사의 특성상 응답자가 얼마나 성의 있게 답변했는가는 그 결과에 대한 신뢰도에 영향을 미친다. 응답자에 따라 성의 있게 답변하기도 하고 그렇지 않을 수도 있다. 또한 문화적인 영향을 배제할 수 없다. 이러한 이유로, 연구자에 따라 조사 결과가 다르게 나타날 수 있다. 그러므로 유층 표집과 대규모 표집은 신뢰도를 높이는데 중요한 역할을 한다. 본 연구에서의 메타분석은 이러한 오류를 좀 더 줄일 수 있으며 다양한 조사 결과에 대해 평균적인 형성 정도를 파악하게 해주었다.

Inhelder and Piaget(1958)에 의하면, 만 12세가 되면 일반적으로 형식적 조작기에 이르는 것으로 되어 있다. 그러나 그 후 많은 Piagetian 연구들에 의해 그 연령이 문화적인 차이에 따라 많이 달라지는 것으로 조사되었다. 전체적으로 볼 때, 우리나라 중학생들 중에서 형식적 조작 단계에 이른 학생들은 32% 정도로 비교적 낮으며, 하위 논리별로는 우리나라 중학생들의 보존 논리와 비례 논리의 형성율이 비교적 높지만(각각 48%, 42%) 상관 논리 형성율은 매우 낮다.

정확히 같은 시간에 같은 통제 상황에서 조사된 것은 아니지만 우리나라 중학생들의 하위 논리 형성율은 일본 중학생들에 비해 크게 낮으며, 미국 중학생들과는 비슷한 수준인 것으로 나타났다. Karplus *et al*(1975)이 덴마크, 스웨덴, 이탈리아, 미국, 오스트리아, 독일, 영국의 13 ~ 15세 학생들(우리나라 중학생 연령에 해당) 약 1800명을 대상으로 비례 논리와 변인통제 논리를 조사한 결과에 의하면 이들의 약 25%가 비례 논리가 형성되어 있었으며, 약 20%가 변인통제 논리가 형성되어 있는 것으로 나타났다. 우리나라 학생들의 비례 논리와 변인통제 논리는 이들 보다는 높은 것으로 보인다.

**Table 12**

*Comparison of logical thinking ability(correct answer rate, %) among Korean, Japanese, American middle-school students*

	All	Conser	Prop	Con Var	Prob	Corr	Comb
Korea	32.6	50.0	41.5	26.6	29.8	8.2	39.7
Japan	50.1	70.6	53.1	50.7	41.6	8.5	76.3
USA(NC)	30.6	60.8	16.9	27.0	16.7	8.6	53.3

상관 논리는 우리나라, 일본, 미국 중학생들이 모두 10% 미만의 형성율을 보이고 있음을 볼 때, 이 논리는 중학교 과정에서는 형성되기가 매우 어려운 논리인 것으로 보이며, 고등학생 이후에는 어떻게 변화하는지 심층적 조사가 필요한 것으로 보인다.

## 국문 요약

이 연구의 목적은 한국 중학생들의 논리적 사고에 대해 메타분석을 통해 평균적인 논리 형성 정도를 알아보는 것이다. 1980년대부터 2000년까지 학술지에 게재된 논리적 사고 하위 논리를 조사한 연구는 6편이며, 이들에 대해 메타 분석해 본 결과, 우리나라 중학생들의 GALT 검사에 의한 논리적 사고 형성자 비율은 32% 정도이며, 하위 논리별로 보면, 보존 논리 48%, 비례 논리 42%, 변인통제 논리 29%, 확률 논리 33%, 상관 논리 10%, 조합논리 35% 정도로 나타났다. 우리나라 중학생들의 논리 형성자 비율 평균은, 비슷한 시기에 다른 연구자들에 의해 조사된 미국 학생들의 수준(31%)과는 비슷하고 일본 중학생들의 수준(50%)에 비해서는 많이 떨어지는 것으로 나타났다.

주요어: 메타 분석, 논리적 사고, 비례 논리, 변인통제 논리, 보존 논리, 확률 논리, 상관 논리, 조합 논리, 중학생, 과학 교육, 국제비교

## 참고 문헌

- 강경련(1997). 중학교 1학년 학생들의 인지수준과 과학교과 내용의 인지요구도 수준과의 관계 분석 -6차 교육과정 1년 화학영역을 중심으로-, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 강순희, 노정원, 박종운(1998). 과학교육 연구에 사용된 GALT 원본과 축소본에 대한 조사 연구, 한국과학교육학회지, 18(3), 399~413.
- 고경휘(2004). 중학생들의 인지발달 수준과 과학 교과서 생물 분야의 수준과의 관계 연구, 성균관대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 권재술, 최병순, 허명(1987). 중학교 과학과 교육과정 및 그 운영진단 (II), 한국과학교육학회지, 7(2), 1~14.
- 김수현(2006). 한국의 중·고등학교 학생들의 논리적 사고 능력에 관한 조사 및 시간적 변화 분석 연구, 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김용미(1997). 중학교 학생들의 인지수준과 과학교과 내용의 인지요구도 수준과의 관계 분석, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김정화(1997). 중학교 과학 3 '물질의 반응' 단원 내용의 인지 요구도 수준 분석 및 활용 방안, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 문홍무, 최병순(1987). 고등학생의 지적 발달 수준과 화학 내용이 요구하는 조작 수준과의 관계 연구, 화학교육, 14(2), 116~127.
- 박숙연, 강순희(1997). 고등학교 화학 II 교과서 내용의 인지요구도 수준 분석 및 활용방안, 이화교육논총, 9, 21~43.
- 박종윤, 강순희(1996). 고등학교 화학 II(하) 교과서 내용이 요구하는 논리적 사고력 수준과 학생들의 인지수준 비교 연구, 화학교육, 21(5), 335~344.
- 박종윤, 강순희, 우애자, 허은규(1997). 중학교 화학개념이 요구하는 과학적 사고력 수준과 학생들의 인지수준을 고려한 교수방안에 관한 연구, 화학교육, 23(4), 267~278.
- 안선민(1990). 서울지역 중학교 학생의 사고력 발달정도 -Piaget의 지적 사고유형에 의한 현 중학교 과학교과서 내용과의 비교를 위하여-, 이화교육논총, Vol. 1, 207~227.
- 우종옥, 김종일(1993). 고등학생의 인지수준과 과학탐구능력과의 관계 분석, 한국과학교육학회지, 13(2), 296~307.
- 유갑열(1988). 한국과 일본 중학생의 과학적 사고력 및 탐구과정 능력에 관한 비교연구, 물리교육, 6(2), 159~169.
- 이숙영(1982). 과학적 사고력의 발달 수준과 과학학업 성취도와의 관계 -중학교 2학년 남학생을 중심으로-, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이승진(2005). 고등학교 2학년 학생들의 인지수준과 생물 I 교과 내용이 요구하는 인지수준과의 관계 연구, 성균관대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이은아(1993). 고등학교 2학년 인문계 학생들의 지적 발달수준과 물리 교과 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 관계, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이자현(1992). 화학 교과 내용이 요구하는 과학적

사고력 수준과 고등학교 2학년 학생들의 인지수준과의 비교 연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.

정지영(1997). 고등학교 화학 I 교과서 내용의 인지요구도 수준 분석 및 활용방안, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.

정진경, 이종록(1994). 중학생들의 인지수준과 과학교과 중 물리 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 관계, 이화교육논총, 5, 134~145.

최병순, 허명(1987), 중학생들의 인지수준과 과학교과 내용과의 관계 분석, 한국과학교육학회지, 7(1), 19~32.

한중하, 최돈형, 김영민(1982). 중·고등학교 학생의 과학적 사고 발달에 관한 조사 연구, 한국교육개발원.

Inhelder, B. and Piaget, J. (1958). The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence, London: Routledge & Kegan Paul Ltd.

Karplus, E., Karplus, R., & Wollman, W. (1974). "Intellectual Development Beyond Elementary School IV: Ratio, the Influence of Cognitive Style.", School Science and Mathematics, 75(6), 476-482.

Karplus, R., Karplus, E., Formisano, M., & Paulsen, A.-C. (1975). Proportional Reasoning and Control of Variables in Seven Countries, Advancing Education Through Science-Oriented Programs, Report ID-25, ERIC ED 132-046, SE 021-723.

Lawson, A. E.(1978), The development and validation of a classroom test of formal reasoning. Journal of Research in Science Teaching, 15(1), p.11~17.

Matteis, F. E., Spooner, W. E., & Coble, C. R. (1985). A study of the logical thinking skills, integrated process skills, and attitudes of junior high school students in North Carolina. East Carolina University, Department of Science Education. ERIC Document Reproduction Services No. ED 285754.

Matteis, F. E., Spooner, W. E., Coble, C. R., Takamura, S., Matsumoto, S., Matsumoto, K., & Yoshida, A. (1992). A Study of the Logical Thinking Skills and Integrated Process Skills of Junior High School Students in North Carolina and Japan, Science Education, 76(2), 211-222.

Meehan, A. M.(1984). A Meta-Analysis of Sex Difference in Formal Operational Thought, Child Development, 55, 1110-1124.

Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J.(1983), "The Construction and Validation of a Group Assessment Logical Thinking, Paper Presented at the Annual Meeting of the NARAT 56th Conference," Dallas, Texas.

Ross, J. A.(1988). Controlling Variables: A Meta-Analysis of Training Studies, Review of Educational Research, 58(4), 405-437.

Tobin, K. G. & Capie, W.(1980). The test of logical thinking: Development and applications. Paper Presented at the annual meeting of the National Association For Research in Science Teaching, Boston, Massachusetts.