

과학 추론능력과 과학 탐구능력에 영향을 미치는 학습자 변인 분석¹⁾

김영신 · 정완호 · 이진희*
(한국교원대학교) · (서울정덕초등학교)*

The Analysis of Learner's Variables Affecting on Scientific Reasoning and Science Process Skills

Kim, Young-Shin · Chung, Wan-Ho · Lee, Jin-Hee*
(Korea National University of Education) · (Jungduk Elementary School)*

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the learner's variables affecting on scientific thinking and scientific process skills. To study this purpose, through the procedure study, the learner's variables were divided into cognitive variable, ego variable, and affective variable, then the questionnaire survey through the reconstruction of standardization instrument was made over 120 elementary school fifth grade student in Seoul, Anyang, and Pajoo. The results of this study were as follows: 1) The learner's variables affecting on scientific thinking were cognitive variable and for female students, also affect affective variable. The subordinated categories of statistically significant degree of explanation were achievement motivation, cognitive level, and cognitive style and another statistically significant correlation were meta-cognition, self regulated learning, self efficacy, and multiple intelligence. 2) The learner's variables affecting on science process skills were cognitive variable and affective variable. And the subordinated categories of statistically significant degree of explanation were achievement motivation, and cognitive level. And another statistically significant correlation were meta-cognition, self regulated learning, self efficacy, multiple intelligence, and attribution.

I. 연구의 필요성 및 목적

새천년 밀레니엄시대를 맞는 지금, 과학은 하루가 다르게 발달하고 있다. 따라서 과학교육의 목표가 단순히 지식 전달 위주의 형태를 벗어나서 문제 해결 능력의 신장에 중요한 과학 탐구능력의 증진이나 과학적 사고력의 배양에 두는 것은 당연한 일이다.

과학적 사고력은 지적 사고와 함께 학습의 인지 과정에서 가장 중요한 요인 중의 하나로 지적되고 있다. 과학적 사고력의 저하는 과학뿐만 아니라 수학, 사회, 역사 등 개인적 관심사 및 사회적 문제에 관련된 의사 결정에 영향을 미치고, 일상 생활에서 학문적 결핍의 원인이 된다. 더욱이 과학적 사고력은 학습과 지적 사고에 많은 영향을 주는 것으로 나타났다

1) 이 논문은 1999년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.
Email: kys106@blue.knue.ac.kr(김영신)

(Lawson, 1995).

1950년대 이후 교육과정의 혁신이 일어나면서 과학 교육에서도 내용이나 결과를 중시해 온 전통적인 방법에서 탐구 중심의 과정적 기능 중심으로 전환되면서 탐구 기능(science process skill)이 중요한 강조점으로 대두되었다. 미국의 SAPA에서는 13가지 탐구 과정 요소를 제시하고 있다. 우리 나라의 과학 교육과정에서는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등과 같은 기본 탐구 요소를 중심으로 과학을 직접 경험하도록 하고, 이것의 습득을 통해 과학 하는 방법을 알게 하며, 또 문제에 직면하였을 때 문제를 바르게 해결하는 습관을 습득시키게 하고 있다.

이러한 과학적 사고력 및 과학 탐구능력의 배양을 목적으로 하는 과학교육은 단 한 가지 변인에 의해 변화되는 것이 아니다. 학습자 개인의 인지구조, 태도, 가치관, 재능, 학습환경, 교사 등 다양한 변인들간의 복합적인 체제 속에서 이루어진다(Kohr, 1986; Rowlands, 1995; Friedman & Carterette, 1996). 따라서 어떠한 변인들이 과학적 사고력과 과학 탐구 능력에 영향을 미치고 있는지를 알아보는 것은 무척 의미있는 일일 것이다.

지금까지의 과학적 사고력 및 과학 탐구능력에 관한 연구들을 보면 주로 탐구능력이나 과학적 사고력 향상을 위한 학습 이론을 제시하고 이에 따르는 효과를 검증하는 실험 연구이거나 각각의 변인과 과학적 사고력 및 과학 탐구능력에 대한 일대일 상관 관계 연구가 대부분이었다. 이들 선행 연구에서 분석한 변인은 인지 양식, 연령, 성격, 논리적 사고력, 정신용량, I·Q나 경험과의 관계 등이다.

이러한 연구들은 1970년대 이전에는 개인의 인지적 능력과 교육의 효과가 관계 깊다는 인지 심리학 관련 연구의 교육 연구 풍토에 의해 연구되었다. 1970년대 이후에는 이러한 인지적 특성뿐만 아니라 비 인지적 특성과 교육의 효과와 관련된 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 이러한 연구는 각각의 학습자 변인들이 과학 탐구능력이나 과학적 사고력과 어떻게 영향을 주고받았는지에 대한 일대일 상관 관계의 연구이기 때문에 각각의 학습자의 다양한 특성 변인들이

과학 탐구능력이나 과학적 사고력의 전체적인 구조와 맥락 속에서 어떻게 영향을 주고받는지를 알 수는 없다.

따라서 이 연구는 이에 착안하여 그 동안의 연구를 통합하여 과학적 사고력과 과학 탐구능력에 영향을 미치는 학습자 변인을 분석하여 후속 연구에 시사점을 마련하는데 데 그 목적이 있다고 할 수 있다. 따라서 본 연구의 문제는 다음과 같다. 첫째, 과학적 사고력 및 과학 탐구 능력과 학습자 변인 사이의 상관 관계는? 둘째, 과학적 사고력 및 과학 탐구 능력에 영향을 미치는 학습자 변인은?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

연구 대상은 대도시는 서울의 J 초등학교를, 중·소도시는 안양의 Y 초등학교를, 읍·면 지역은 경기도의 P초등학교의 5학년 2학급을 무선 군집 표집하였다. 수집된 240명의 자료 중에서 각 검사지에 모두 응답하지 않았거나, 중간에 전학을 하여 분석에 적당하지 않은 대상은 제외하고 실제 분석에 사용된 피험자의 구성은 <표 1>과 같다.

표 1. 최종 표집된 피험자의 지역별·남여별 분포

지 역	남	여	계
대 도 시	40	40	80
중·소도시	35	36	71
읍·면지역	29	30	59
총 계	104	106	210

2. 검사 도구 및 자료의 분석 방법

1) 검사 도구

(1) 과학 추론 능력과 과학 탐구능력 검사

과학 추론능력과 과학 탐구능력 검사에 사용된 검사지는 범 내용적(content-free)이고, 기존 연구에서 많이 사용되고 있는 타당도와 신뢰성을 인정받고 있

는 검사지이다.

우선 과학 추론능력 검사는 Lawson(1995)이 제작하고 Kwon(1997)이 번역한 것으로 신뢰도는 Cronbach α = .85이다. 총 14문항으로 구성되어 있는데, 1번에서 7번까지 그리고 9번 문항은 이유와 답을 묻는 문항으로 구성되어 있으며, 8번, 10-14번 문항은 서술형 문항으로 구성되어 있다. 문항은 물 붓기 과제 2문항, 진자 과제 2문항, 파리 과제 2문항, 확률 과제와 조류 과제 1문항, 쥐 과제 1문항, 개구리 과제 1문항, 훗날 과제 2문항, 삼투 과제 2문항으로 구성되어 있다. 과학적 추론 검사의 채점은 이유와 답을 묶어서 채점하여, 정답을 표시한 경우 1점, 오답을 표시한 경우 0점을 부과하였다. 따라서, 과학적 사고력 검사 점수의 범위는 0점에서 14점의 범위를 갖는다.

과학 탐구능력 검사지는 권재술와 김범기(1994)가 제작한 검사지로 신뢰도는 Cronbach α = .85이며 10개의 탐구 요소를 포함하고 있다. 각 탐구 요소당 3문항씩 총 30문항으로 구성되어 있다. 채점은 정답을 표시한 경우에 1점, 그 이외의 경우에 0점을 부과하였다. 따라서 과학 탐구능력 점수의 범위는 0점에서 30점의 범위를 갖는다.

(2) 학습자 변인

학습자 변인과 관계된 검사지는 선행 연구된 검사지를 재구성하거나 그대로 사용하였는데, 문헌 조사를 통해 학습자 변인을 크게 인지 변인, 자아 변인, 태도 변인으로 나누어 실시하였다. 각각의 변인은 하위 범주를 두고 있으며, 사전 검사를 통한 문항 선정을 통해 재구성하여 신뢰도를 측정하였다(이진희, 2000).

검사지의 대부분(인지양식과 인지수준검사지 제외)은 Likert 5단계로 이루어져 각각의 하위 범주는 각 문항별로 1점에서 5점을 부과하였다. 이 중 인지 양식 검사와 인지 수준 검사는 기존의 검사지를 그대로 사용하여 획득 점수로 처리하였다.

검사의 시간 제한은 특별히 두지 않았으나, 인지 양식 검사는 원 검사지를 그대로 사용하였으므로 20분의 시간 제한을 두었다. 이들 검사지는 충분한 시간 간격을 두고 투입하였으므로 연구 대상자들이 지겨워

하지 않을 수 있도록 충분히 배려하였다.

인지변인 중 인지 양식과 인지수준을 제외한 검사지의 문항수는 총 33문항이며 신뢰도는 Cronbach α = .89이며, 인지양식 검사지의 신뢰도는 Cronbach α = .88이고, 인지수준 검사지의 신뢰도는 Cronbach α = .85이다. 한편, 자아변인의 검사지의 총 문항수는 50문항이며, 신뢰도는 Cronbach α = .79 이다. 또, 태도 변인의 검사지의 총문항수는 51문항이며, 신뢰도는 Cronbach α = .91이다.

2) 자료의 처리 및 분석

본 연구의 결과 분석은 우선, 과학적 사고력 및 과학 탐구능력에 어떤 학습자 변인이 유의미한 관계가 있는지를 알아보기 위해 각 학습자 변인과 그 하위범주로 나누어 전체집단, 성별, 지역별로 각각을 상관관계 분석을 실시하였다.

두 번째로, 상관관계 분석을 통해 유의미한 상관관계가 있는 학습자 변인과 그 하위범주들을 각각 집단전체, 성별, 지역별로 독립변수로 지정해두고, 과학적 사고력과 과학 탐구능력을 종속 변수로 하여 단계적 다중회귀 분석에 참여시켜 과학적 사고력과 과학 탐구능력에 유의한 예언력이 있는 변인을 찾아보았다. 이 단계적 다중 회귀 분석 방법은 변수 증감법(stepwise)으로, 독립변수의 추가시 증가된 설명력이 정해진 유의수준에 이르지 못할 때 변수의 추가를 중지하는 방법으로 가장 적합도가 큰 변수를 찾는 방법으로 좀더 유의성이 높은 학습자 변인을 찾기 위하여 이 분석방법을 사용하였다. 위와 같은 분석은 spss/win(8.0) 통계 프로그램으로 처리하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

초등학생들의 과학 추론 능력과 과학 탐구능력에 영향을 미치는 학습자 변인을 분석하기 위하여 인지 변인, 자아 변인, 태도 변인의 학습자 변인과 과학 추론능력과 과학 탐구능력과의 상관 관계와 다중회귀분석을 실시하였다.

먼저, 각 변인의 평균과 표준 편차는 <표 2>에 제시하였다. 학습자의 특성 변인 중 가장 높은 성취 점수

를 보이고 있는 것은 자아 존중감(66.53%)이며, 다음은 자기조절 학습 능력(65.17%), 다중 지능(64.23%) 순으로 나타났다. 반면에 낮은 성취 점수를 보이고 있는 것은 과학 추론 능력(5.71%), 인지양식(9.08%)로 나타났다.

인지 변인 범주 중에 초인지, 다중지능, 자기조절 학습능력의 백분율 점수는 60점이 넘었지만, 인지양식과 인지수준은 극히 낮은 수준인 것으로 나타났다. 자아 변인과 태도 변인 범주에 속하는 변인은 약 60점의 수준을 유지하고 있다.

과학 탐구능력의 백분율 점수 약 50점을 넘어 선행 연구(권재술과 김범기, 1994; 성충현, 1997)와 비슷한 수준을 유지하고 있다.

표 2. 변인의 평균, 표준편차와 % 점수

범주	변인	평균	표준 편차	% 점수
인지 변인	초인지	18.52	2.50	61.73
	다중지능	67.44	10.91	64.23
	자기조절 학습능력	19.55	3.27	65.17
	인지양식	2.36	2.35	9.08
	인지수준	4.87	1.32	22.14
자아 변인	자아 효능감	34.95	4.04	63.55
	자아 정체감	51.40	5.03	57.11
	자아 개념	26.00	3.96	57.78
태도 변인	자아 존중감	39.92	5.90	66.53
	성격	64.78	9.25	61.70
	귀인 성향	25.89	4.21	57.53
	성취 동기	67.31	11.81	64.10
	과학 추론 능력	0.80	1.16	5.71
	과학 탐구 능력	15.49	4.12	51.63

인지양식, 인지수준, 과학 추론능력 점수가 극히 낮게 나타난 것은 이들 변인이 두뇌의 기능과 관련이 있기 때문으로 사료된다(Kwon, 1997). 선행 연구(정완호, 1998; 김영신 등, 2000)에 의하면 인지양식, 인지수준, 과학 추론 능력이 전두엽연합령의 기능과 깊

은 관련이 있다고 보고하고 있다. 따라서 초등학교 5학년 학생들은 전두엽연합령의 기능이 아직 발달 단계에 있기 때문에 이들 변인이 다른 변인에 비해 낮은 점수를 얻은 것으로 사료된다.

1. 상관관계 분석

1) 학습자 변인과의 상관 관계

학습자 변인과 과학 추론능력과 과학 탐구능력과 상관관계를 분석한 결과는 <표 3>에 제시하였다. <표 3>에서 보는 것과 같이 과학 추론능력과 유의미한 상관관계를 보이고 있는 변인은 인지양식, 인지수준, 성취 동기로 나타났다. 그 중 인지 양식은 과학 추론 능력과 부적인 상관관계를 보이는 것으로 나타나, 선행 연구(정완호, 1998)와 다른 결과를 보였다.

과학 탐구능력과 유의미한 상관관계가 있는 변인은 초인지, 자기조절 학습 능력, 인지수준, 자아 효능감, 성취 동기인 것으로 나타났다. 과학 탐구능력과 변인 사이의 상관관계를 분석 한 선행의 연구에서는 인지양식(강심원과 우종욱, 1995)과 성격(성충현, 1997)이 유의미한 상관관계가 있다고 보고하고 있으나, 본 연

표 3. 과학 추론능력과 과학 탐구 능력과 학습자 변인 사이의 상관관계 결과

	과학 추론능력	과학 탐구능력
초인지	.11	.16**
다중지능	.08	.11
자기조절 학습능력	.09	.13*
인지양식	-.14*	.02
인지수준	.14*	.16**
자아효능감	.03	.16**
자아정체감	-.05	-.02
자아개념	-.01	-.05
자아존중감	.04	.11
성격	-.02	.03
귀인성향	.04	-.03
성취동기	.15*	.21**

* p < .05, ** p < .01

구에서는 유의미한 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 한편, 과학 추론능력과 과학 탐구능력 모두와 유의미한 상관관계를 보이고 있는 변인은 인지수준과 성취 동기였다.

이는 탐구 활동을 수행하는데 논리적 사고가 바탕이 되기 때문에 인지 수준과 과학 탐구능력의 관계가 높다(Baird & Borich, 1987; Lawson, 1995)는 선행연구들과 같은 맥락으로 볼 수 있다. 또한, 과학 추론능력 검사가 Piaget의 인지 수준에 기초한 검사이었기 때문에 인지 변인 과학적 사고력과 상관관계에 영향을 크게 미쳤을 것으로 사료된다. 또, 이러한 결과는 과학적 사고력이 지적 사고에 많은 영향이 있다는 Lawson(1985)의 연구와 같은 맥락으로 볼 수 있다.

2) 범주와의 상관 관계

학습자 변인을 구성하는 인지 변인, 자아변인, 태도 변인의 3가지 범주와 과학 추론능력과 과학 탐구능력과의 상관 관계 결과는 <표 4>와 같다. 과학 추론능력과 유의미한 상관관계를 보이고 있는 범주는 인지 변인이다. 과학 탐구능력과 유의미한 상관관계를 보이고 있는 것은 인지 변인과 태도 변인으로 나타났다.

표 4. 학습자 변인의 하위 범주와의 상관 관계

범주	과학 추론능력	과학 탐구능력
인지 변인	.14*	.21**
자아 변인	.01	.08
태도 변인	.08	.13*

* p < .05, ** p < .001

과학 탐구능력과 학습자 변인과의 상관 계수는 r = .01~.34의 범위로 과학 추론 능력에 비하면 비교적 높고 유의미한 상관 관계가 많은 편이다. 인지 변인 범주는 과학 추론능력과 과학 탐구 능력 모두와 유의미한 상관관계를 보이고 있다. 이러한 결과는 논리적 사고력, 인지 양식, 능력이 과학 탐구능력에 영향을 주고 있다는 선행 연구(Baird & Borich, 1987; Lawson, 1995; 소원주·우중욱, 1994; 정진수, 1995; 오상관, 1995; 김승화, 1996)와 같은 맥락으로

볼 수 있다.

이는 초등학교 학생에게 있어서 과학 추론능력과 과학 탐구능력은 자아 변인, 태도 변인보다는 인지 변인과 더 깊은 관련성이 있을 것으로 사료된다. 따라서 초등학교 학생들의 과학 추론능력과 과학 탐구능력의 향상을 위한 교수-학습 과정에서 초인지, 인지 수준과 같은 학습자의 인지적 변인의 발달을 위한 노력이 이루어지길 기대한다(임청환, 1992).

2. 회귀 분석 결과

1) 과학 추론능력

과학 추론능력과 과학 탐구능력을 종속 변수로 하여 다중 회귀 분석을 실시하여, 과학 추론능력과 과학 탐구능력에 영향을 주는 학습자 변인을 알아보았다. <표 5>는 과학 추론능력에 대한 회귀 분석 결과이다. 과학 추론 능력을 예언하는데 있어 100%를 기준으로 가장 높은 유의 수준으로 성취 동기가 2.18%의 예언력을 가지고 있었으며, 다음은 성취 동기와 인지 수준 연합하여 4.05%의 예언력을 가지고 있는 것으로 나타났다. 학습자의 인지적 변인이 과학 추론능력을 설명하는 예언력은 약 6.23%로 매우 낮게 나타났다.

한편, 3가지 범주 중 인지 변인이 과학 추론능력을

표 5. 과학 추론능력에 대한 회귀분석 결과

예측 변인	R	R2	B	β	F
성취동기	.15	.02	.02	.15	4.64*
인지수준	.20	.04	.02	.17	4.37*
인지양식	.25	.06	-.07	-.15	4.56**

* p < .05, ** p < .01

예언하는 범주로 나타났다. 과학 추론능력에 대한 인지 변인의 예언력은 약 2.08%로 나타났다. 학습자 변인의 다중 회귀 분석에서 얻은 회귀식의 잔차는 -0.0649이므로 이상의 결과를 중심으로 과학적 사고력을 예언할 수 있는 회귀식을 만들면 다음과 같다.

$$\text{과학적 사고력} = -0.0649 + 0.1428 \times (\text{성취동기}) + 0.0167 \times (\text{인지수준}) - 0.0730 \times (\text{인지 양식})$$

이것을 간단히 도식으로 나타내면 다음(그림 1)과 같다.

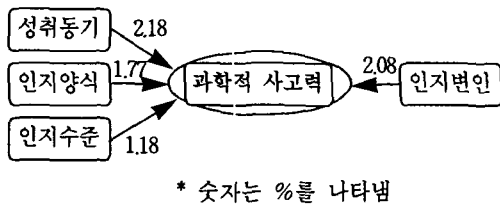


그림 1. 과학적 사고력에 영향을 미치는 학습자 변인과 하위범주

2) 과학 탐구능력

학습자 변인이 과학 탐구능력에 미치는 영향을 다중 회귀 분석으로 알아본 결과는 다음 <표 6>과 같다. <표 6>과 같이 성취 동기가 가장 높게 과학 탐구능력을 예언하고, 인지 수준이 그 뒤를 따르고 있다. 우선, 성취 동기는 과학 탐구능력을 약 4.3%를 예언하는 것으로 나타났다. 성취 동기와 인지 수준이 연합하여 약 6.9%의 과학 탐구능력을 예언할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 비록 작은 예언력이지만 인지 수준(논리적 사고력)과 과학 탐구능력의 인과 관계 연구인 Germann(1994)의 β 계수가 .05라는 것과 비교하면 본 연구는 β 계수가 .15로 같은 맥락이라고 사료된다.

표 6. 과학 탐구능력에 대한 회귀분석 결과

변수명	R	R ²	B	β	F
성취동기	.21	.04	.07	.21	9.34**
인지수준	.26	.07	.06	.16	7.52**

** $p < .01$

과학 탐구능력에 영향을 미치는 범주는 인지 변인 범주로 예언력은 4.28% ($p < .01$)이었다. 통계분석에서 얻은 회귀식의 잔차가 10.3848이므로 이를 종합하여 과학 탐구능력의 회귀식을 작성해보면 다음과 같다.

$$\text{과학 탐구능력} = 10.3848 + 0.0712 \times (\text{성취동기}) + 0.0629 \times (\text{인지수준})$$

이것을 간단히 도식으로 나타내면 다음(그림 2)와 같다.

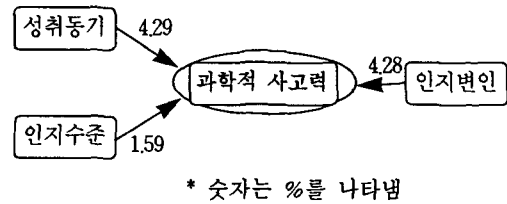


그림 2. 과학 탐구능력에 영향을 미치는 학습자 변인과 하위범주

IV. 결론 및 제언

과학 교육에서 중요한 목표가 되는 과학적 사고력과 과학 탐구능력에 영향을 미치는 변인이 무엇인지를 알아보는 본 연구는, 우선 선행 연구를 통해 학습자에 관련된 변인을 크게 인지 변인, 자아 변인, 태도 변인으로 나누고, 각각의 하위 범주를 두어 기존의 표준화된 검사지를 재구성하여 초등학교 5학년 210명의 아동들을 대상으로 조사·분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

우선, 초등 학생의 과학적 사고력에 가장 큰 영향을 미치는 학습자 변인은 인지 변인이었으며, 그 하위 범주에는 성취동기, 인지 수준, 인지양식 순으로 과학적 사고력을 설명해 줄 수 있는 것으로 나타났다. 그 밖의 과학적 사고력과 유의미한 상관이 있는 범주는 초인지, 자기 조절 학습 능력, 자아효능감, 다중 지능으로 나타났다. 그러나 본 연구에서는 자아 개념, 자아존중감, 자아정체감, 귀인 성향, 성격은 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

한편, 과학 탐구능력에 큰 영향을 미치는 변인은 역시 인지 변인이었으며, 그 하위범주에는 성취동기, 인지수준이 가장 크고 유의미한 예언력이 있었다. 그 밖에도 초인지, 자기 조절 학습 능력, 자아효능감, 다중 지능, 자아 개념, 귀인 성향이 유의미한 상관을 가졌다. 그러나, 본 연구에서는 인지양식, 자아존중감, 자아정체감, 성격은 유의한 관계가 없었다.

따라서 이러한 결론을 바탕으로 몇 가지 제언을 하

고자 한다.

우선, 본 연구에서는 대체적인 상관관계가 미미하게 나온 편이므로 학습자의 다른 변인 즉 학습자 특성의 환경적 특성이나 교사의 특성에 따른 과학적 사고력과 과학 탐구능력과의 관계가 다뤄져야 하고 또 자아변인과의 관계도 더 심도 있게 다루는 후속연구가 필요하다고 사료된다.

둘째, 본 연구의 결과를 바탕으로 선정된 변인들을 고려한 학습 이론을 제시하고, 그 효과를 검증하는 실험 연구가 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

강심원, 우종욱 (1995). 인지 양식에 따른 인지 수준과 과학탐구능력에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 15(4), 406-416.

권재술, 김범기 (1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. *한국과학교육학회지*, 14(3), 251-264.

김승화 (1996). 공변량 구조 분석에 의한 과학탐구능력과 학습자 특성과의 인과 관계 연구. *한국교원대학교 박사 학위논문*.

김영신, 권용주, 박윤복, 구수정, 정완호 (2000). 과학 성취도에 영향을 미치는 전두엽 연합영역의 기능에 대한 종단적 연구. *한국생물교육학회지*, 28(4), 418-424.

성충현 (1997). 학습자의 성격 특성에 따른 과학 탐구능력 및 과학관련 태도의 분석. *한국교원대학교 석사학위논문*.

소원주, 우종욱 (1994). 중학생의 논리적 사고력과 통합적 탐구능력에 관한 한·일 비교연구. *한국과학교육학회지*, 14(3), 312-320.

오상관 (1995). 국민학생의 논리적 사고력과 과학탐구능력과의 관계. *한국교원대학교 석사학위논문*.

이진희 (2000). 과학적 사고력과 과학 탐구 능력에 영향을 미치는 학습자 변인 분석. *한국교원대학교 대학원 석사학위 논문*.

임청환 (1992). 서열화 이론의 방법과 절차 및 이를 이용한 과학 탐구 기능 요소의 위계적 분석. *한*

국과학교육학회지, 12(3), 91-108.

정완호 (1998). 비례논리 형성에 미치는 학습자 요인 및 비례논리 신장을 위한 프로그램 효과 분석. *한국과학교육학회지*, 18(4), 503-516.

정진수 (1995). 중학교 과학 수업에서 학습자특성에 따른 순환 학습 모형의 효과. *한국교원대학교 석사학위논문*.

Baird, W. F., & Borich, G. D. (1987). Validity considerations for research on integrated science process skill and formal reasoning ability. *Science Education*, 71(2), 256-269.

Friedman, M.P. & E. C. Carterette (eds.) (1996) *Cognitive Ecology*. Academic Press.

Germann, P. J. (1994). Testing a model of science process skills acquisition: An interaction with parent's education, preferred language, gender, science attitude, cognitive development, academic ability, and biology knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(7), 749-783.

Kohr, R. L. (1986). *Correlates of cognitive student outcomes*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association(70th, San Francisco, CA.)

Kwon, Y. J. (1997). *Linking Prefrontal Lobe Functions with Reasoning and Conceptual Change*. Unpublished doctoral dissertation, Tempe, AZ: Arizona State University.

Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *JRST*, 22(7), 569-617.

Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.

Rowlands, M (1995). Against methodological solipsism: The ecological approach. *Philosophical Psychology*, 8(1), 5-24.