

초등학생의 정신용량과 인지양식에 따른 과학탐구능력

임청환 · 남진수¹

(대구교육대학교) · ¹(대구교대 부속초등학교)

A Study on the Science Process Skills according to Mental Capacity and Cognitive Style of Elementary Students

Lim, Cheong-Hwan · Nam, Jin-Soo¹

(Teagu National University of Education) · ¹(Taegu Attached Elementary School)

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore the relationship among science process skills, mental capacity and cognitive styles of elementary students. For the study 264 fifth-grade students were sampled. The Test of Science Process Skills(TSPS) was used as a measure of science process skills. Figural Intersection Test(FIT) was used as a measure of mental capacity. Group Embedded Figure Test(GEFT) was also used as a measure of cognitive styles. The results of this study showed that the science process skills increases progressively as the mental capacity increases. The field independent students showed significantly higher($p < .05$) science process skills than the field dependent ones. There was no significant interaction between mental capacity and cognitive styles on science process skills. The findings indicated that there may be evidence to argue that mental capacity and cognitive styles play a important role in development of science process skills. The present study provided a possibility of Neo-Piagetian approach in science education research, and also showed an importance of cognitive development in the performance of science inquiry task.

Key Words : science process skills, mental capacity, cognitive styles, Neo-Piagetian approach in science education research

I. 서론

과학과 기술의 급속한 발달이 현대 사회를 산업 사회에서 지식과 정보 중심의 정보화 사회로 변화시켰다. 따라서 현대인의 생활은 점차 복잡하고 빠르게 변화하는 사회현상 속에서 끊임없이 다양한 문제에 직면하고 이를 해결해 나가는 과정의 연속선에 위치하게 되었다. 그래서 현대의 과학교육은 공학적 발전과 변화에 대응할 수 있도록 새로운 기능을 계속적으

로 교육하고 훈련을 받아야만 하는 평생교육의 방향으로 교육의 개념이 바뀌어 가고 있고, 또한 미래 사회를 대비한 적응능력의 계속적 교육을 위해서는 과학교육의 역할이 더욱 커져가고 있다.

국내·외의 학교 과학교육과정에서도 정보화 사회에 능동적으로 참여하고 풍요로운 삶을 영위하기 위한 과학교육의 목표로 문제 해결 능력의 신장을 강조하고 있다. 과학의 문제 해결 과정에서 요구되는 중요한 인지능력 중의 하나가 탐구능력인데, 이는 탐구

¹1999년 6월 15일 받음.

능력이 여러 분야에서 넓은 전이 효과를 나타내고 있기 때문이다(Nakayama, 1988). 1973년에 개정된 3차 교육과정에서 탐구학습이 도입되면서 과학적 탐구 능력의 습득이 과학교육의 주된 목표로 부각되어 지금에 이르고 있으며, 현행 초등학교 6차 교육과정에서도 시대적 변화에 대처하고 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 기르기 위해서 과학의 기본 개념 이해 및 과학탐구능력의 신장을 강조하고 있다(교육부, 1994).

이러한 과학탐구능력의 중요성에 걸맞게 많은 과학 교육자들이 탐구능력의 신장을 위한 학습이론을 제시하고 이에 따른 실험연구와 탐구능력과 관련된 변인들에 대한 상관조사 연구들이 Piaget의 인지발달론에 이론적 근거를 두고 국내·외에서 이루어졌다. Piaget의 이론에 의하면 아동의 인지발달은 논리적 조작구조의 질적인 변화에 의해 결정된다. 따라서 아동의 논리적 조작구조는 인지발달을 결정짓는 선행적인 필수 요인에 해당된다. 그러나 Piaget의 이론은 수평적 이동 현상이나 발달단계 간의 천이 현상을 설명할 수 있는 기제가 불명료하다는 문제점을 지니고 있다.

1970년대에 들어서면서, Piaget의 이론으로 설명했던 보존개념의 획득, 성취 수준에서의 과제간 유사성, 학습 준비도의 발달적 차이, 발달의 보편적 계열성과 같은 현상을 재해석하고 수평적 이동 현상, 과제간의 낮은 상관 관계, 훈련의 효과 등과 같은 현상을 설명하기 위해서 정보처리 이론을 받아들여 수정·보완한 새로운 인지발달 이론이 Pascual-Leone, Case, Siegler, Halford 등에 의해 나타나게 되었다(강영하, 최진수, 1989). 이들의 이론은 신피아제 이론으로 불려진다. 이들이론 중에서 Pascual-Leone은 인지발달을 설명하기 위해서 무의식적 조작자의 개념을 도입하였으며, 무의식적 조작중 정신용량에 해당하는 M 조작자의 크기에 따라 인지 발달을 설명하고 있다(Sternberg, 1987). Pascual-Leone에 의하면 아동의 인지발달은 아동들이 작업공간 내에서 동시에 처리할 수 있는 독립된 스키마의 최대 개수 즉, 정신용량에 의해서 좌우된다. 이때 정신용량은 나이가 증가함에 따라 증가된다. 따라서 아동의 논리구조는 정신용량의 증가에 의해 나타나는 일종의 산물로 간주된다.

따라서, 이제까지의 Piaget의이론을 배경으로 수

행되었던인지발달과 탐구능력과의관계에 대한 연구는 Pascual-Leone의 이론적 견지에서 탐구능력의 발달을 조사할 필요성이 있다. 본 연구에서는 Pascual-Leone의 이론을 배경으로 하여 정신용량과 인지양식에 따라 탐구능력에 어떠한 차이가 있는지 알아보는데 목적이 있다. 이를 위해 다음과 같은 구체적인 연구 문제를 설정하였다.

(1) 초등학교 5학년 학생의 정신용량과 과학탐구 능력은 어떠한 관계가 있는가?

(2) 초등학교 5학년 학생의 인지양식과 과학탐구 능력은 어떠한 관계가 있는가?

(3) 초등학교 5학년 학생의 탐구능력에 미치는 정신용량과 인지양식의 상호작용 효과는 있는가?

II. 연구 절차 및 방법

1. 연구 대상

정신용량과 인지양식에 따라 과학탐구능력에 차이가 있는지 알아보기 위하여 대구광역시 소재하고 있는 2개 학교의 5학년 중에서 4학년씩 총280명을 무선 표집하여 자료를 수집하였다. 수집과정에서 검사에 불참했거나 기초수학능력이 부족한 학생, 불성실하게 응답한 학생 16명을 제외한 총 264명을 분석 대상으로 하였다. 남학생이 146명이고, 여학생이 118명이다.

2. 검사도구

학생들의 과학탐구능력, 정신용량, 인지양식을 조사하기 위하여 다음과 같은 검사 도구를 사용하였다.

(1) 과학탐구능력 측정 도구

본 연구에서 사용한 과학탐구능력 측정 도구는 권재술과 김범기(1994)에 의해 개발된 '과학탐구능력 검사(TSPS: Test of Science Process Skills)'이다. 어휘 수준은 초등학교 5학년을 기준으로 기술되었으며, 학교 학습 내용에 직접적으로 의존하지 않는 일상의 소재를 중심으로 초·중 학생들의 탐구능력을

측정하기 위해 개발된 것이다.

이 검사지는 일반적으로 통용되는 탐구과정 요소들을 하위 요소로 구성하였는데, 기초 탐구능력인 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상 등의 요소와 통합 탐구능력인 자료변환, 자료해석, 변인통제, 가설설정, 일반화 등 총 10개의 하위 요소로 구성되어 있다. 문항은 각 하위 요소별로 3문항씩 구성되어 있어 전체 30문항이며, 문항의 형식은 4지선다형 객관식이다. 전체 검사 시간은 40분이다. 평균 난이도는 .59이며, 양분점 변별도는 .34이다. Spearman-Brown의 반분 신뢰도는 초등학생에서 .679이며, 내부일치 신뢰도(KR-20)는 초등학교 6학년에서 .744이다.

(2) 정신용량 측정 도구

본 연구에서 정신용량을 측정하기 위하여 사용한 도구는 Pascual-Leone이 구성적 조작자 이론에 근거하여 개발한 지필검사 형태의 정신용량 측정 도구인 FIT(Figural Intersection Test)이다. 검사 문항은 겹쳐진 도형의 공통 부분에 점을 찍는 것으로, 겹쳐진 도형의 수가 많을수록 문제를 해결하는데 더 큰 정신용량이 요구된다. 예를 들면, 8개의 도형이 겹쳐진 8부류(class)의 문항들은 정신용량 7이 요구되며, 7개의 도형이 겹쳐진 7부류의 문항들은 정신용량 6이 요구된다. 본 연구에서는 5개의 연습 문항과 36개의 검사 문항으로 구성된 검사지를 우리말로 번역한 '정보처리 능력 검사(안수영 1995)'를 이용하여 정신용량을 측정하였다. 이 연구에서 사용한 검사지는 2개의 도형이 겹쳐지는 2부류의 문항들로부터 8개의 도형이 겹쳐지는 8부류의 문항들로 구성되어 있다. 따라서 정신용량을 7까지 측정할 수 있다.

FIT 검사지의 신뢰도(Cronbach's α)는 0.88이며, 연구 대상에게 실시한 정보처리 능력 검사지의 신뢰도(Cronbach's α)는 0.78이었다.

(3) 인지양식 검사 도구

본 연구에서 인지양식을 측정하기 위하여 사용된 검사지는 집단잠입도형 검사(GEFT: Group Embedded Figural Test)이다. 이 검사는 복잡한 도형에 포함되어 있는 단순한 도형이 어디에 있는지 찾

는 검사이다. 상단에 표시된 단순 도형을 복잡한 도형 속에서 크기와모양이 같은 도형을 찾아야 한다. 이 때, 인지양식의 차이에 따라 복잡한 도형에 이끌리는 정도의 차이가 나므로, 단순한 도형을복잡한 도형 내에서 찾을 때 겪는 어려움은 인지양식의 차이에 따라 달라지게 된다.

검사문항의 구성은 각 16문항 씩의 I부와 II부로 구성되어 있으며, 검사 소요 시간은 10분이다. 검사 문항의 채점은 맞으면 1점, 틀리면 0점으로 채점하여 각 대상자의 전체 점수를 계산하였다. 전체 점수 중 상위 27%에 해당되는 피험자를 장독립, 하위 27%에 해당되는 피험자를 장의존 인지양식 집단으로 각각 구분하였다.

3. 검사의 실시

과학탐구능력, 정신용량, 인지양식의 지필 검사는 모두 1998년 5월 중에 선정된 연구 표집학교의 각 학급별로 실시하였다. 연속된 검사로 인하여 학생들이 검사에 피로를 느끼지 않도록 하루에 1검사씩 모두 3일 동안 각 담임교사의 감독아래 실시되었다. 검사 실시 전에 각 담임교사들에게 검사의 성격과 검사 요령 등을 숙지시킨 후, 주의 사항을 전달하였다.

FIT를 이용한 정신용량 검사는 정규 수업 시간을 이용하여 실시되었다. 이 연구에서는 기능적 정신용량을 측정하므로, 13분의 시간 제한을 두고 검사를 실시하였다. 이 검사를 실시하기 전에 연습문항을 이용하여 검사 방법을 충분히 지도하였다. 특히, 시간 안배를 잘하여 시간 부족으로 문제를 풀지 못하는 일이 없도록 강조하였다. 다른 나머지 2개의 검사는 충분한 시간을 주어 시간이 부족하여 답을 하지 못하는 사례가 없도록 배려하였다.

4. 자료의 분석

수집된 자료 중에서 불성실하게 응답하였거나, 1개의 검사라도 불참한 학생의 자료는 배제하고 3개의 검사에 모두 성실히 응답한 학생들의 자료를 모두 전산 입력하여 SPSS/PC⁺를 이용하여 기술통계 및 추

리통계를 하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 변인들의 분포

본 연구에서 조사한 과학탐구능력, 정신용량의 분포를 알아보았다. 과학탐구능력과 정신용량의 성별 평균값은 다음 표 1과 같다.

Table 1. Mean and standard deviation of TSPS and FIT test score

| | TSPS score | | FIT score | |
|-------------------|------------|------|-----------|------|
| | M | SD | M | SD |
| Male (N=146) | 17.01 | 3.93 | 3.33 | .88 |
| Female (N=118) | 16.66 | 3.49 | 3.39 | 1.00 |
| Total (N=264) | 16.86 | 3.74 | 3.36 | .93 |

위 표 1에서 볼 수 있는 바와 같이 과학탐구능력의 전체 평균은 16.86(30점 만점)을 보이고 있으며, 남학생이 여학생보다 약간 높은 수준을 보이고 있다.

이러한 결과는 본 연구에서 사용한 도구와 같은 도구를 사용하여 얻은 강심원과 우종욱(1994)의 연구 결과에서 나타난 평균값(남: 15.36, 여:15.43)보다는 높으나, 김범기와 권재술(1994)이 제시한 평균값(17.47)보다는 낮다. 같은 도구를 사용하여 얻은 두 선행 연구 결과와 본 연구에서 얻은 과학탐구능력의 평균값에 차이가 나는 이유는 강심원과 우종욱(1994)의 연구 대상이 대도시뿐만 아니라 중소도시 및 읍면지역까지 포함되어 있기 때문에 과학탐구능력의 평균값이 본 연구 결과보다 낮게 나타났으며, 권재술과 김범기(1994)의 자료는 초등학교 5, 6학년을 대상으로 하였기 때문에 본 연구 결과보다 높게 나타난 것으로 생각된다. 정신용량은 여학생이 남학생보다 약간 높게 나타났으나 큰 차이는 나타나지 않았다.

2. 정신용량에 따른 과학탐구능력 수준

정신용량에 따른 과학탐구능력의 수준을 알아보기 위하여 각 정신 용량별 과학탐구능력의 평균값을 구하여 그래프로 나타낸 결과는 다음 그림 1과 같다.

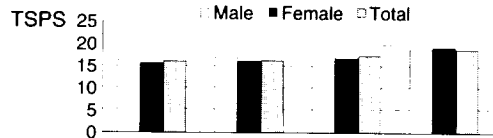


Fig. 1. Mean of TSPS in accordance with FIT

그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 정신용량이 클수록 과학탐구능력의 평균값이 높다는 것을 알 수 있다. 또한 정신용량이 2에서 4사이의 학생은 남학생이 여학생보다 과학탐구능력의 평균값이 높게 나타나고 있으나, 정신용량 5에서는 여학생의 과학탐구능력 평균값이 높게 나타났다. 정신용량과 성별에 따라 과학탐구능력에 차이가 있는지 알아보기 위하여 분산분석을 실시한 결과 다음 표 2와 같다.

Table 2. ANOVA results of TSPS by mental capacity and sex

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|--------|
| Main Effects | 250.730 | 4 | 62.683 | 4.717* |
| FIT | 242.613 | 3 | 80.871 | 6.086* |
| SEX | 14.395 | 1 | 14.395 | 1.083 |
| Interactions | 19.942 | 3 | 6.647 | .500 |
| Explained | 270.672 | 7 | 38.667 | 2.910 |
| Residual | 3401.858 | 256 | 13.289 | |
| Total | 3672.530 | 263 | 13.964 | |

* $p < .05$

표 2에 나타난 분산분석의 결과를 보면, 주효과는 $F=4.717$ 로 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다. 독립변인인 정신용량에 따라 과학탐구능력은

F=6.086으로 통계적으로 유의한 차이를 나타내고 있지만 성별에 따른 과학탐구능력은 차이가 없는 것으로 나타났다. 그리고 정신용량과 성이 과학탐구능력에 미치는 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

한편 과학탐구능력의 하위요소별로 정신용량과 성에 따라 차이가 있는지 분석한 결과는 자료변환, 변인통제, 일반화의 탐구요소에서 정신용량에 따라 차이가 있었다($p < .05$).

이러한 결과는 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상 등 기초탐구능력에서는 문제 해결을 위해 많은 정신용량을 필요로 하지 않기 때문에 정신용량에 따라 차이가 나타나지 않은 것으로 해석할 수 있다. 상대적으로 자료변환, 변인통제, 일반화 등의 탐구요소는 문제 해결을 위해서 고차원적인 사고가 요구되므로 이러한 탐구요소에서는 정신용량에 따라 차이가 나타난 것으로 사료된다.

3. 인지양식에 따른 과학탐구능력의 차이

장독립 인지양식과 장의존 인지양식에 따라 과학탐구능력의 평균 점수를 분석한 결과 다음 그림 2와 같다.

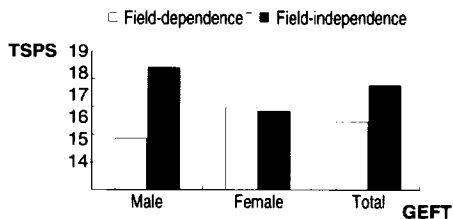


Fig. 2. Mean of TSPS in accordance with GEFT

그림 2에서 볼 수 있는 바와 같이 전체적으로는 장독립인지양식자의 과학탐구능력 평균이 장의존 인지양식자보다 높으며, 남학생의 경우 장독립과 장의존 인지양식에 따른 과학탐구능력의 차이가 크게 나타났다. 여학생의 경우는 장의존 인지양식자가 좀더 높은 탐구능력을 보이나 큰 차이는 없었다. 이러한 인지양식별, 성별에 따라 과학탐구능력에 차이가 있는지 분

Table 3. ANOVA results of TSPS by cognitive style and sex

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|--------|
| Main Effects | 67.843 | 2 | 33.922 | 2.488 |
| FIT | 59.078 | 1 | 59.078 | 4.333* |
| SEX | 2.730 | 1 | 2.730 | .200 |
| Interactions | 61.110 | 1 | 61.110 | 4.482* |
| Explained | 128.953 | 3 | 42.984 | 3.153 |
| Residual | 1976.913 | 145 | 13.634 | |
| Total | 2105.866 | 148 | 14.229 | |

* $p < .05$

산 분석을 한 결과는 표 3에 나타내었다.

표 3에 의하면 주효과는 통계적으로 유의하지 않으나, 인지양식에 따른 과학탐구능력에는 통계적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 인지양식과 성과의 상호작용 효과도 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 임청환 외(1997), 강심원과 우종욱(1994), Nakayama(1988)의 결과와도 일치한다.

4. 과학탐구능력에 미치는 정신용량과 인지양식의 상호작용 효과

과학탐구능력에 미치는 정신용량과 인지양식의 상호작용 효과가 있는지 알아보기 위하여 정신용량, 인지양식을 독립변인으로 하여 분산 분석을 하였는데, 그 결과는 다음 표 4와 같다.

정신용량과 인지양식에 따라 과학탐구능력에는 차이가 있지만 상호작용 효과는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다.

5. 논의

만약 과학탐구능력의 성취가 사실에 대한 기억을 바탕으로 하는 것이라면, 정신용량이나 인지양식과 학교교육자들 사이에 간과하고 지나칠 수도 있는 변인일 것이다. 그러나 과학탐구능력은 비교적 안정적인

Table 4. ANOVA results of TSPS by mental capacity and cognitive style

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|--------|
| Main Effects | 231,073 | 4 | 57,768 | 4.457* |
| FIT | 165,960 | 3 | 55,320 | 4.268* |
| GEFT | 53,555 | 1 | 53,555 | 4.132* |
| Interactions | 47,227 | 3 | 15,742 | 1.215 |
| Explained | 278,300 | 7 | 39,757 | 3.067* |
| Residual | 1827,566 | 141 | 12,961 | |
| Total | 2105,866 | 148 | 14,229 | |

* $p < .05$

특성을 지니고 있으며, 인간의 정보처리와 문제해결과 깊은 관련을 맺고 있다.

본 연구에서는 Pascual-Leone의 이론에 따라 정신용량과 인지양식에 따라 과학탐구능력에 차이가 있는지 알아보았다. 본 연구 결과에 의하면 정신용량과 인지양식에 따라 과학탐구능력에 차이가 있음을 알 수 있다. 정신용량이 다른 인지 변인인 논리적 사고력, 지능보다 문제 해결 결과를 설명할 수 있는 높은 예언 변량임을 밝히고 있는 안수영(1995)의 연구 결과로 볼 때, 정신용량이 과학탐구문제의 해결을 예언할 수 있는 타당한 변인이라고 생각할 수 있다. 현재까지 중고등학생들을 대상으로 문제의 요구주의력과 문제해결자의 인지능력이 문제해결에 미치는 영향에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 이 분야의 연구에서도 기능적 정신용량과 문제해결과의 관계가 정적인 상관관계를 나타내고 있다(여원구, 1997; 고영우, 1996; 김경희, 1995; 안수영, 1995; 김혜경, 1991).

특히, SAPA의 분류기준으로 볼 때, 낮은 사고 기능을 요구하는 기초탐구기능에서는 정신용량에 따라 성취 수준에 차이가 없었고, 대부분의 통합탐구기능에서는 정신용량에 따라 성취 수준에 차이가 있었다. 이러한 결과는 기초탐구기능보다 통합탐구기능을 수행할 때 보다 많은 정신적 조작과 용량을 필요로 함을 알 수 있다.

인지양식과 과학탐구능력간의 상관관계에 대한 연구(정진수·정완호, 1994)는 이 두변인 사이에

$r = .24$ 의 상관관계가 있음을 밝히고 있는데, 이러한 상관관계는 본 연구의 결과에서도 인지양식에 따라 과학탐구능력에 차이가 있는 것으로 확인되었다. 이는 정보처리 과정에서 특정 인지양식의 선호가 과학탐구 능력과 유의한 관계가 있다는 강심원과 우종욱(1994), Nakayama(1988)의 연구 결과를 뒷받침한다.

IV. 결 론

본 연구에서는 초등학교 5학년 264명을 대상으로 정신용량과 인지양식에 따라 과학탐구능력에 차이가 있는지 조사하여 분석하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

(1) 실제 문제 해결 상황에서 학습자가 동시에 최대한으로 처리할 수 있는 독립된 스키마 또는 덩어리지식인 정신용량에 따라 과학탐구능력에 차이가 있다. 특히, 보다 높은 정신용량을 요구하는 통합탐구기능에서 높은 정신용량을 지닌 학습자가 높은 탐구능력을 나타낸다.

(2) 한 개인이 사물을 인지하는 과정에서 주위의 자극이나 정보를 어떻게 처리하고 조직하는가에 대하여 나타내는 일관성 있고 지속적인 양식인 인지양식에 따라 과학탐구능력에 차이가 있다. 장독립인지양식자가 장의존인지양식자보다 높은 과학탐구능력을 보였다.

(3) 과학탐구능력에 미치는 정신용량과 인지양식의 상호작용 효과는 통계적($P < .05$)으로 유의하지 않다.

적 요

본 연구는 초등학생들의 정신용량과 인지양식에 따라 과학탐구능력에 차이가 있는지 알아보는데 목적이 있다. 대구시내에 소재하고 있는 초등학교의 5학년 264명을 대상으로 조사하였다. 과학탐구능력을 측정하기 위한 과학탐구능력 검사(TSPS), 정신용량을 측정하기 위한 FIT(Figural Intersection Test), 인지양식을 측정하기 위한 잠입도형검사(GEFT) 등 3가지 지필 검사를 실시하여 자료를 수집하였다. 본

연구의 결과 학생들의 정신용량이 클수록 과학탐구능력의 성취도가 높았다. 장독립적인 학생이 장의존적인 학생보다 통계적으로 유의미($p < .05$)하게 과학탐구능력의 성취도가 높았다. 그러나 과학탐구능력에 미치는 정신용량과 인지양식의 상호작용 효과는 통계적으로 유의미하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 본 연구의 결과는 정신용량과 인지양식이 과학탐구능력의 발달에 중요한 역할을 하고 있음을 시사한다. 아울러, 본 연구는 과학교육 연구에서 신피아제적 접근에 대한 가능성을 제공한다. 본 연구 결과로 볼 때, 과학 탐구과제의 수행에 인지 발달이 매우 중요한 변인임을 시사한다.

참 고 문 헌

- 강심원, 우종욱(1995). 인지양식에 따른 인지수준과 과학탐구능력에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 15(4), 404-416.
- 강영하, 최진수(1989). 인지발달의 구조와 과정에 대한 신피아제적 해석. 공주교대논총, 제25집, 181-205.
- 고영우(1996). 화학 문항의 요구정신용량과 논리 구조가 학생들의 문제 해결에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 교육부(1994). 국민학교 교육과정해설(Ⅱ)-바른생활, 도덕, 슬기로운생활, 사회, 자연. 서울:대한교과서 주식회사.
- 권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정 도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 김경희(1995). 문제환경과 학생의 인지능력이 Mole에 관련된 문제해결에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김혜경(1991). 화학반응에서 양적 관계에 대한 화학 문제의 주의력 차원과 학생의 주의력과의 관계성 연구. 서울대학교 석사학위논문.
- 안수영(1995). 학습자의 정신용량과 덩이지식의 크기 및 문제의 요구정신용량이 과학 문제해결에 미치는 영향. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 여원구(1987). 화학양론과 관련된 문제해결에 영향을 미치는 변인에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 임청환, 김승화, 양일호(1997). 초·중학생들의 과학탐구능력에 미치는 인지적, 정서적 특성에 대한 공변량 구조 분석. 한국과학교육학회지, 17(1), 1-10.
- 정진수, 정완호(1995). 중학교 과학수업에서 학습자의 특성에 따른 순환 학습 모형의 효과. 한국과학교육학회지, 15(3), 284-290.
- Nakayama, G.(1988). A study of the relationship between cognitive styles and integrated science process skills. ERIC ED 291 592.
- Sternberg, R. J.(1987). A Day at Developmental Downs: Sportscast for Race Neo-Piagetian Theories of Cognitive Development. *International Journal of Psychology*, 22, 507-529.