

유·초·중·고등학생 대상 과학적 태도에 대한 메타분석

김보향 · 박종호*

진주교육대학교(학생) · *진주교육대학교(교수)

A Meta-Analysis of Scientific Attitude for Kindergarten, Elementary, Middle, High School Students

Bohyang KIM · Jong-Ho PARK*

Chinju National University of Education(student) · *Chinju National University of Education(professor)

Abstract

The purpose of this study is to perform meta-analysis with researches about scientific attitude on the research of science education (124 papers published) in Korea so that it can comprehensively analyze the existing studies and verify the effectiveness. The meta-analysis results of this study showed different effect sizes depending on the variables of the study on scientific attitudes. First, in terms of the number of participants, the average effect size was decreased in the order of less than 40, 40~59, 60~79, 80~99, more than 100 people. In the case of level of schools subjected to researches, the effectiveness was big in the order of kindergarten > elementary school > middle school > high school. In addition, the effect size in accordance with related scientific areas in the research got bigger in the order of biology > physics > integrated science > chemistry > earth science. The effect size according to dependent variables except scientific attitude was greater in the order of problem-solving ability > science concepts > process skills > creativity > study achievement. Through meta-analysis by variables of researches, as less people participated and they were younger, the researches showed greater effectiveness. Also, in the case of related science areas, the effect of biology and physics was bigger than other areas when applying them to experiments. When including problem-solving ability, science concepts and process skills as dependent variables to a research together, the effectiveness was great.

Key words : Meta-analysis, Scientific attitudes, Science education, Effect size, Statistics

I. 서론

2015 개정 과학과 교육과정의 목표는 자연 현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다(Ministry of Education, 2015). 이는 과학적 소양을 기르기 위해서는 과학의 기본 개념을 이해하고

과학적 사고력, 문제해결력을 기르는 것뿐만 아니라 과학적 태도를 함양하는 것이 필요함을 나타낸다. 또한 7차 교육과정과 2007 그리고 2009 개정 과학 교육과정의 목표에서도 자연현상과 과학학습에 흥미와 호기심을 가지고 생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 가질 것을 강조하고 있다(Ministry of Education Science and Technology, 2009). 이와 같이 현대의 과학교육은 오랜 시간 동안 과학적 태도에 높은 관심을 가지고 과학적

* Corresponding author : 055-740-1241, parkkdp@cuc.ac.kr

태도를 함양을 추구해왔다.

Jeong(1996)은 학습자가 긍정적인 정의적 특성을 가지고 있느냐 부정적인 정의적 특성을 가지고 있느냐 하는 것이 지적 성취의 성패를 결정지으며 긍정적인 정의적 특성은 학습 상황에서 추진체 역할을 하는 반면 부정적 정의적 특성은 학습활동을 방해하는 장애물 기능을 한다고 지적했다. 또한 정의적 특성이 학업에 직접적, 간접적으로 미치는 영향은 많은 연구에 의해 확인되었다(Jin, 1996; Kim and Kim, 2012; Park, 2015).

과학 학습에서의 정의적 특성은 과학적 태도와 과학에 대한 태도로 나눌 수 있다. 과학적 태도는 과학자적인 태도를 의미하며 과학에 대한 태도는 과학에 대한 긍정적 또는 부정적 태도를 의미한다(Seo, 2013). 국내 과학교육에서는 과학교육의 목표에서 제시된 바와 같이 과학적 태도의 함양을 강조하고 있으며 많은 연구자들이 다양한 독립변인이 과학적 태도에 미치는 영향을 연구하고 나름의 결과를 제시하고 있다.

이처럼 과학적 태도에 대한 높은 관심은 과학적 태도 함양을 위한 다양한 방법을 모색하는 계기가 되었으나 방대한 양의 연구결과에 대한 종합적인 결론이 없어 연구 설계에 따라 제한점이 많은 교육학 연구의 특성상 연구결과를 현장에 적용하는 데 어려움을 겪는다. 심지어 일부 연구는 동일한 연구 주제에 대해 다른 발견을 제시하거나 상반된 결론을 내놓는 경우도 있다.

이러한 문제를 해결하고 과학적 태도에 대한 방대한 양의 연구를 통합적이고 객관적으로 정리하여 제시하기 위해서는 체계적이고 과학적인 이론에 근거해서 종합하여 일반화하는 메타분석 연구가 필요할 수 있다. 메타분석은 개별로 연구된 결과들을 하나로 통합하는 수량적인 접근방법으로 각 연구의 표준점수인 효과 크기를 구하고 그것의 평균을 얻는 방식이다(Oh, 2002). 이를 통해 기존의 여러 연구들을 통합하여 분석할 수 있으므로 보다 강력하고 객관적인 결론을 내릴 수 있고, 여러 연구 간을 비교하고 효과를 검증하는

등 다양한 분석이 가능하다.

국내 과학교육 분야에서는 과학관련 통합교육의 효과에 대한 메타분석(Lee et. al., 2012), STS 수업모형 적용 효과에 관한 메타분석(Jung et. al, 2008), 협동학습이 과학지식 탐구능력 및 정의적 영역에 미치는 효과에 관한 메타분석(Seo, 2013), 유아 과학교육프로그램의 효과에 관한 메타분석(Im, 2013)이 있다. 모든 연구가 효과성을 알아보고자 하는 독립변인을 설정하여 연구물을 수집·메타 분석하는 방식이었다. 즉, 연구의 중심이 과학적 태도가 아닌 효과성을 알아보고자 하는 독립변인에 있었다. 따라서 과학적 태도를 종속변인으로 하여 이루어진 방대한 양의 연구를 종합적으로 분석하여 기존 연구들의 효과성을 제시한 사례는 보고된 것이 없어 과학적 태도에 대한 높은 관심에 비해 연구결과를 보편적으로 활용하는데 어려움을 겪고 있다.

그러므로 본 연구에서는 메타분석을 통해 국내 과학교육연구에서의 과학적 태도와 관련된 연구들의 통합적인 분석 및 효과 크기의 산출을 통해 기존 연구의 효과성과 변인별 효과크기를 알아보고 나타나는 특징을 분석해보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 메타분석 이론

메타분석은 분석들의 분석으로서 특정 연구문제에 대해 독립적으로 수행된 선행 연구들의 결과들을 통합하여 결론을 내리기 위해 많은 수의 개별적 연구나 결과들을 통계적 방법을 사용하여 분석하는 이론 및 방법이다(Glass, 1977; Glass et. al., 1976; Oh, 2002). 또한 메타분석은 문헌을 고찰하는 방법으로써 같은 주제에 대한 개별적 연구들로부터의 분석결과를 단위로 하여 통계적으로 재분석하는 과정이다.

메타분석의 통계에서 주된 작업은 선행 연구에서 제시되는 다양한 형태의 통계값을 통일된 효

파크기로 변환시키는 것이다. 이는 제각각 다른 선행연구의 통계값을 공통적인 측정단위로 바꾸어야 종합적인 분석이 가능하기 때문이다. 메타분석에서는 개별 연구 결과를 효과크기라는 공통적인 측정단위로 변환한다.

효과크기란 통계적 유의도 검증을 통한 전통적인 리뷰 방식이 표집 크기에 따른 영향을 너무 많이 받을 뿐만 아니라 효과의 방향성과 크기를 제시해주지 못하는 제한점을 지니고 있어서 그것을 극복하기 위한 대안으로 제시된 방법이다. 효과크기를 표현하는 방식은 연구 상황에 따라 여러 가지가 존재하며, 효과크기를 계산하는 방식 또한 다양하다(Suh, 2005; Oh, 2002). 효과크기의 공통 지수로 나타내는 방법에는 표준화된 평균차를 이용한 효과크기, 상관계수의 효과크기, 그리고 분할표의 메타분석 방법으로서 승산비의 효과크기 등이 널리 쓰이고 있다. 분석 대상 논문의 통계방법에 따라 효과크기를 구하는 방법이 다르게 적용되는데 본 연구에서는 표준화된 평균차로 나타내는 효과크기를 이용하여 효과크기를 산출하였다.

가. 효과크기(Effect Size)의 산출

Glass(1977)는 일반적으로 통제집단의 표준편차를 사용하여 효과크기를 계산할 것을 제안하였다. 그러나 대부분의 실험연구에서는 비교 대상이 되는 집단들의 모집단을 동변량이라고 가정하고 있기 때문에 정확한 모집단의 표준편차를 추정하기 위해서는 두 집단의 모집단에 관한 통합변량 추정치로부터 통합표준편차를 구하는 것이 더 바람직하다. 통합표준 편차, S_p 는 식(1)과 같이 표현된다.

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{(n_1+n_2-2)}} \dots\dots\dots (1)$$

n_1 :실험집단 사례 수, n_2 :통제집단 사례 수
 S_1 :실험집단 표준편차, S_2 :통제집단 표준편차

따라서 본 연구는 변인별로 논문을 분류하여 식 (1)을 이용하여 통합표준편차, ES_{sm} 를 산출한 후,

$$ES_{sm} = \frac{\bar{x}_e - \bar{x}_c}{S_p} \dots\dots\dots (2)$$

\bar{x}_e :실험집단 평균점수, \bar{x}_c :통제집단평균점수

식 (2)로 표현되는 표준화된 평균차의 효과 크기 계산 공식을 이용했다. 또한 실험집단과 통제 집단의 사례수가 다를 경우에도 이 계산 공식을 이용하여 효과크기를 구할 수 있다. 이때 발생하는 표준화된 평균차의 표준오차, se 는 식 (3)으로 표현된다.

$$se = \sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1n_2} + \frac{(ES_{sm})^2}{2(n_1+n_2)}} \dots\dots\dots (3)$$

그러나 위의 공식대로 표준화된 평균차에 의한 효과크기를 산출할 때, 표본수가 적으면 효과크기가 실제 값보다 크게 산출되는 경향이 있기 때문에 이를 교정하기 위해 역변량가중치(w)를 부여한다. w 는 표준오차의 역수를 사용하여 식 (4)와 같이 표현된다.

$$w = \frac{2n_1n_2(n_1+n_2)}{2(n_1+n_2)^2 + n_1n_2ES_{sm}^2} \dots\dots\dots (4)$$

이렇게 산출된 효과크기가 양의 값이면 실험집단이 비교집단보다 결과 변수의 값이 큰 것을 의미하고, 음의 값인 경우에는 비교집단이 실험집단보다 오히려 큰 측정값을 의미하는 것이라 보았다. Cohen(1988)에 따르면 효과크기가 0.8 이상이면 큰 효과, 0.5 이상이면 보통 효과, 0.2 이상이면 작은 효과이다.

그리고 각 연구의 효과크기를 구하고 나면 그룹별 평균 효과크기를 식 (5)와 같이 산출하였다.

$$\overline{ES} = \frac{\sum(wES)}{\sum w} \dots\dots\dots (5)$$

ES: 각 사례별 효과크기

나. 효과크기의 동질성 검정 통계량

메타분석에 관한 문제점들이 지적되고 있는데 그 중 한 가지 문제점은 개별 연구결과들의 효과크기들이 동일 모집단으로부터 추출되어 나온 값인가 하는 의문점이다. 즉 각각의 효과크기들이 모집단의 동질성 가정을 만족하는가에 대해 Hedges and Olkin (1985)은 모집단에 대한 효과크기의 동질성 문제를 해결하기 위하여 동질성 검정 방법을 제안하였다. 최종적으로 본 연구의 분석 대상 논문의 통계치를 공통의 효과크기로 변환한 후, 이들 값의 분포가 동질성을 유지하는지를 판단하기 위해 식 (6)을 적용하여 효과크기 분포를 살펴보게 된다. 식 (6)에서 구한 동질성 검정 통계량, Q값은 자유도 k-1의 카이제곱분포를 따른다. 만약 귀무가설이 기각되지 않는다면 효과크기들의 분산이 표준오차를 초과하지 않는다고 할 수 있다. 즉 동질하다는 결론을 내릴 수 있으므로 모수효과 모형을 사용하였다. 그러나 만약 동질성 검정에서 귀무가설이 기각되어 산출된 효과크기의 값들이 이질적인 자료로 구성되었다면 동일 모집단에서 선정한 것이 아님을 의미하므로 랜덤효과모형을 사용하였다.

$$Q = \sum(w \times ES^2) - \frac{[\sum(w \times ES)]^2}{\sum w} \dots\dots\dots (6)$$

다. 랜덤 효과 모형

랜덤 효과 모형의 특성은 서로 다른 연구들의 이질성을 감안하고 있는데 있다. 랜덤효과모형은 통계 값의 계산에서 단지 표본오차 만을 고려하였던 고정 효과 모형에서와 달리 이들 값들로부터 새로 포함시킨 랜덤 효과 변량의 값을 빼주어야 한다. 따라서 기존의 역변량 가중치는 랜덤

효과 변량의 값을 빼주어야 한다. 랜덤효과의 변량, v_θ 을 추정하는 것은 식 (7)로 표현된다.

$$v_\theta = \frac{Q - k - 1}{\sum w - (\frac{\sum w^2}{\sum w})} \dots\dots\dots (7)$$

k: 효과크기 관측치의 수

이때 계산되어 나온 교정도는 역변량 가중치의 값이 음수가 나올 경우에는 0값으로 설정하고 계산하였다. 이와 같이 구해진 검정통계량 값은 자유도 1의 카이제곱 분포를 따른다. 만약 귀무가설이 기각되지 않는다면 실험집단과 비교집단의 평균 차는 존재한다고 할 수 없다.

라. 평균 효과크기의 표준오차($se_{\overline{ES}}$), 신뢰구간, 신뢰도검정

결과적으로 산출한 평균 효과크기에 대하여 식 (8)과 같이 표준오차를 구하여 모수 값과 통계 값과의 차이를 알아봄으로써 주어진 추정량에 포함될 가능한 오차를 추정하였다. 그리고 구해진 표본오차를 식 (9-1), (9-2) 적용하여 평균효과크기의 95% 신뢰구간을 설정하였다.

$$se_{\overline{ES}} = \sqrt{\frac{1}{\sum w}} \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{하한값(Lower)} = \overline{ES} - 1.96(se) \dots\dots\dots (9-1)$$

$$\text{상한값(Upper)} = \overline{ES} + 1.96(se) \dots\dots\dots (9-2)$$

se : 평균 표준오차

마지막으로 본 연구결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 N_f 를 구하였다. 메타분석에서 연구들을 종합할 때 가장 문제가 되는 점이 특정주제에 관한 선행 연구 결과들이 그 주제에서 이루어진 모든 연구를 총망라할 수 없다는 문제와 연구자의 연구 결과가 유의한 차이가 발견되지 못할 경우에 출판되지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 메타분석의 결과로

종합된 효과가 일반적으로 유의한데, 이러한 결과가 과연 몇 편의 논문이 추가됨으로써 전반적으로 유의하지 않는 것으로 나타나겠는가를 알아보는 것이다. 따라서 추가되는 논문수 N_f 가 크면 메타분석으로 밝혀진 효과성이 결코 허위가 아니라고 결론을 내릴 수 있다. 본 연구에서는 Orwin(1983)이 제시한 식 (10)을 사용하였으며 d_c 는 몇몇 알 수 있는 가상적 연구들이 메타분석에 추가 되었을 때 평균 효과크기와 똑같이 선정된 기준치이다. 본 연구에서는 작은 효과를 나타내는 0.2로 하였다.

$$N_f = \frac{N(\overline{ES} - d_c)}{d_c} \dots\dots\dots (10)$$

N : 메타분석에 사용된 연구의 수,
 d_c : 평균 효과크기의 기준치

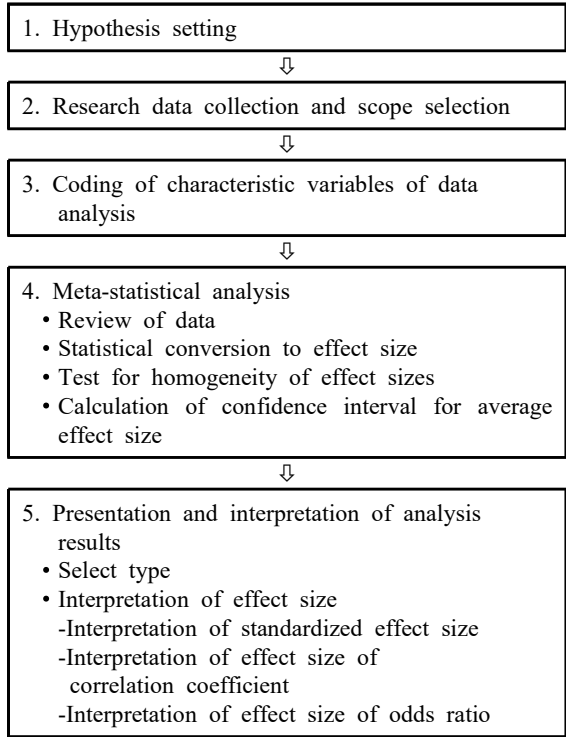
2. 연구 방법

가. 연구절차

메타분석은 단순히 연구결과에 대한 통계적 분석만을 시도하지 않는다. 분석을 위해서 통계적인 분석 이전에 거쳐야 할 단계로 Jackson(1980)은 연구를 위한 질문 또는 가설 설정, 검토대상 연구물들의 선정 및 수집, 연구 자료들의 특성 변인 코딩, 연구결과의 메타통계분석, 분석결과의 제시와 해석, 메타분석을 통해 얻어진 결과의 문서 작성 등의 여섯 단계의 절차를 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 메타 분석을 위하여 [Fig. 1]과 같이 연구의 절차를 수행하였다.

나. 분석대상 논문 선정

본 연구에서는 국내 과학교육분야에서의 과학적 태도에 관한 연구 중에서 과학적 태도를 종속 변인으로 한 연구로서, 한국연구재단에 등재 및 등재 후보지로 등록된 학술지에 게재된 논문과 석·박사학위논문을 대상으로 하였다. 메타분석 자료로서 유용한 범주를 충족시키기 위해 다음과



[Fig. 1] Meta-analysis procedure.

같은 조건이 충족되는 자료를 선정하였다.

첫째, 실험연구로서 실험집단과 통제집단이 있고, 효과크기를 산출할 수 있는 평균값, 표준편차, 사례 수, t값, F값과 같은 통계값이 제시된 논문을 선정하였다.

둘째, 질적 연구는 연구대상에서 제외하였으며, 실험연구라 해도 단순 빈도분석으로 통계 처리하여 독립변인과 종속변인 간의 관계를 파악할 수 없는 논문은 제외시켰다.

셋째, 연구결과가 부적절하게 제시된 연구들도 제외시켰다. 예를 들면, 사후 검사 결과만 제시하였거나, 사전검사와 사후검사 간의 단순한 차이만 제시한 경우는 제외시켰다.

넷째, 위의 첫째, 둘째, 셋째를 모두 충족하는 과학적 태도 대한 연구 논문 124편을 분석대상으로 선정하였다. 이 중 학위논문과 학술지에 동시에 게재된 경우에는 중복의 오류를 배제하기 위

해 논문 전체를 검토한 후 효과크기를 산출할 때 필요한 자료가 더 자세히 기술된 논문으로 선정하였다.

다. 자료 코딩

Oh(2002)와 Hong(2008)의 조사 도구 개발 기준을 참고하여 준거분석틀을 <Table 1>같이 정리하였다.

첫째, 연구의 기초 정보인 연구 논문의 일련번호, 출판연도, 연구자, 제목, 출처 등을 포함시켰다.

둘째, 연구의 실험 설계에 관련하여 중재변인 중 학교급, 참여자 수, 실험처치연구의 효과성을 알아보기 위하여 각종 통계치인 실험집단과 통제집단의 사후검사 점수의 평균과 표준편차, t값, F값을 포함시켰다.

셋째, 코딩에서 관련 과학영역(물리, 화학, 생물, 지구과학), 검사도구 및 종속변인을 포함시켰다.

넷째, 한 개의 논문에서 두 개 이상의 종속변인을 측정할 경우 각각 하나의 독립된 표본으로 간주하여 분석에 포함시켰다.

<Table 1> Reference analysis framework

Coding item	
Baseline data	Serial number, Author, Paper title, Publish year, Paper source
Experiment design	Intervention variable: School class, Number of participants, Area of science, Check tool dependent variable: Problem solving ability, Inquiry, Academic achievement, Creativity, Science concept
statistics	Sample size, Average, Standard deviation, t-value, F-value

3. 자료 분석 방법

수집된 124편의 논문의 특성을 분석하기 위해

사례를 추출하고 자료의 코딩 및 분석은 MS Excel 2010과 이공계 데이터 분석 소프트웨어 (Sigmaplot 8.0)을 활용하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 분석대상 논문의 특성

가. 학술지 게재 여부별 분포

학술지 게재 여부별 연구 논문의 분포는<Table 2>와 같다. 학술지에 게재된 논문이 61(58%) 편, 학술지에 미게재된 석·박사학위논문은 63(51%) 편으로 조사되었다. 학위 논문 중 학술지에 게재된 경우는 1편으로 학술지에 게재된 것만 인정하였다.

<Table 2> Distribution by academic journal publication status

Type of paper	Number of Papers(%)
Publication	61(49)
Non-publication (Thesis for a Degree)	63(51)
Total	124(100)

나. 분석 대상 논문의 연구변인별 특징

분석 대상 논문에서 추출한 효과크기의 특징을 알아보기 위해 각 논문의 연구에서 설계한 변인별 연구의 구체적인 특성을 <Table 3>에 제시하였다.

(1) 독립변인별 분포

<Table 4>는 독립변인별 분포를 나타낸 것이다. 멀티미디어 연구가 9편(7%), 구성주의가 8편(6%), 체험활동이 9편(7%), 과학 탐구가 12편(10%), STS교육이 6편(5%), 글쓰기가 5편(4%), STEAM이 4편(3%), 과학수업이 13편(11%), 통합 활동이 25편(20%), 학습전략이 6편(20%)이었다. 가장 많은 변인은 순서는 통합 활동 > 과학수업 > 과학탐구활동이었다.

<Table 3> Variables in the analysis paper

Variable types	Detailed variable
Independent variable	Science concept, Multimedia, Gifted education, Environmental education, Scientific inquiry, STS-education, Writing, STEAM, Science class, Etc
Intervention variable	School class :kindergarten, Elementary, middle, High Number of participants : Under-40, 40~59, 60~79, 80~99, Above-100. Area of science: Physics, Chemistry, Biology, Earth science, Mixed area, Etc Scientific attitude check tools: science-related affective domain(Kim et al., 1998) TOSRA(Fraser, 1978)
Dependent variable	None, Problem solving ability, Inquiry, Academic achievement, Creativity, Science concept

<Table 4> Distribution according to independent variables

Independent variable	Number of Papers(%)
Multimedia	9(7)
Constructivism	8(6)
Experience activity	9(7)
Scientific inquiry	12(10)
STS-education	6(5)
Writing	5(4)
STEAM	4(3)
Science Class	13(11)
Integrated activity	25(20)
Learning strategy	6(5)
Etc	27(22)
Total	124(100)

(가) 참여자수별 분포

분석 대상 논문의 참여자수별 분포는 40명 미만이 14편(11%), 40~59명이 49편(38%), 60명~79명이 33편(26%), 80명~99명이 11편(9%), 100명 이상이 20편(16%)으로 나타났다. 이를 통해 연구의 참여자수가 40~80명이 가장 많은 것을 알 수 있다. 참여자수별 분포를 <Table 5>에 정리하여 나타내었다.

(나) 학교급별 분포

학교급별 분포는 유치원이 42편(33%), 초등학교 58편(46%), 중학교 13편(10%), 고등학교 14편(11%)이었다(<Table 6>). 과학적 태도에 대한 연구는 초등학생이 가장 활발히 진행되었으며 유치원생을 대상으로도 활발히 진행됨을 알 수 있다.

<Table 5> Distribution according to number of participants

Number of participants	Number of Papers(%)
Under-40	14(11)
40~59	49(38)
60~79	33(26)
80~99	11(9)
Above-100	20(16)
Total	127(100)

<Table 6> Distribution according to School class of participants

School Class	Number of Papers(%)
kindergarten	42(33)
Elementary	58(46)
middle	13(10)
High	14(11)
Total	127(100)

(다) 과학영역별 분포

<Table 7>은 과학영역별 분포를 정리한 표이다. 분석 대상 연구의 관련 과학영역별 분포를 살펴보면 물리는 15편(12%), 화학은 19편(15%), 생물은 18편(14%), 지구과학은 8편(6%), 2개 이상의 영역이 혼합된 경우는 30편(24%), 기타는 37편(29%)이다. 분명한 교과내용이 아닌 탐구활동과 관련된 과학의 기능이나 여러 영역이 통합되어 영역이 불분명한 경우 모두 기타로 분류하였다. 특히, 유치원생을 대상으로 연구한 경우 특정 과학영역이 아닌 탐구활동이나 놀이 형태의 실험처치가 많아 기타로 분류되어 기타에 속하는 연구 수가 많았다.

<Table 7> Distribution according to Science area

Science Area	Number of Papers(%)
Physics	15(12)
Chemistry	19(15)
Biology	18(14)
Earth Science	8(6)
Mixed area	30(24)
Etc	37(29)
Total	127(100)

(2) 과학적 태도 외 종속변인별 분포

종속변인별 분포를 <Table 8>에 나타내었다. 수집한 메타분석 대상 논문은 총 124편이나 하나의 연구논문에서 여러 개의 종속변인으로 설정하는 경우가 있어 각각을 하나의 사례로 추출한 결과 총 140개의 사례가 추출되었다. 과학적 태도와 가장 높은 빈도로 함께 설계되는 변인으로는 탐구능력이 51편(36%)으로 가장 많았다. 그 다음으로 학업성취도가 38편(27%), 과학개념과 기타가 14편(10%), 창의성이 12편(9%), 문제해결력이 11편(8%)이었다.

<Table 8> Distribution according to dependent variables

Dependent variables	Number of Papers(%)
Problem solving ability	11(8)
Inquiry	51(36)
Academic achievement	38(27)
Creativity	12(9)
Science concept	14(10)
Etc	14(10)
Total	140(100)

2. 과학적 태도에 대한 연구의 변인별 효과 크기

메타분석 대상 연구에서 통계 값을 추출하여 과학적 태도 관련 연구의 종재변인의 효과성을 검증하고 함께 설계한 종속변인에 따른 효과크기의 차이를 분석하였다.

가. 참여자수에 따른 효과크기

참여자수에 따른 효과크기, 신뢰구간, 신뢰도, 표준오차 등을 <Table 9>로 정리하였다. 과학적 태도와 관련한 연구의 참여자수가 40명 미만인 경우 수집된 사례가 14개였으나 극단적 효과크기가 산출되는 In(2012)의 연구를 제외하고 식 (5)를 사용하여 평균 효과크기를 산출하였다. 그러나 식 (6)을 통해 동질성 검정 통계량을 구한 결과, 귀무가설이 기각되어 랜덤효과모형을 적용하였다. 식 (7)을 사용하여 랜덤효과 변량을 산출하여 다시 효과크기를 구한 결과 2.1로 높은 효과가 있으며 동질성 검정 결과도 13.7로 귀무가설이 기각되지 않으므로 동질한 모집단에서 추출되었음을 알 수 있다. 식 (8)을 이용하여 구한 표준오차를 바탕으로 95% 신뢰구간은 식 (9-1)과 식 (9-2)을 이용하여 구하였다. 마지막으로 식 (10)을 이용하여 신뢰도 검정을 한 결과 효과크기를 0.2 수준으로 낮추려면 적은 효과를 보이는 121.6편의 가상의 연구가 추가되었을 때 가능하다는 연구 결과가 나타났으므로 제시된 효과크기가 통계

<Table 9> Effect size according to number of participants. (P: number of participants, N: Number of Papers)

P	N	Q	-95% (CI)	\overline{ES}	+95% (CI)	$se_{\overline{ES}}$	N_f
< 40	13	13.7	1.5	2.1	2.6	0.29	121.6
40~59	49	65.8	0.9	1.2	1.4	0.11	251.9
60~79	32	31.5	0.5	0.7	0.6	0.06	63.8
80~99	11	9.8	0.4	0.5	0.6	0.07	48.3
> 100	20	16.6	0.2	0.3	0.4	0.07	7.7

적으로 타당함을 알 수 있다.

참여자 수가 40~59명인 경우 랜덤효과 모형을 적용한 결과 효과크기가 1.2로 높은 효과를 나타내고 있으며 동질성 검정 통계량이 65.8로 자유도가 49인 카이제곱분포를 따르므로 동질성에 문제가 없다. 또한 신뢰도 검정 결과 251.9로 비교적 큰 값이 나타났으므로 신뢰도가 높은 연구결과임을 알 수 있다.

참여자수가 60~79명인 경우 극단의 효과크기가 산출되는 Cho(2006)의 연구를 제외하고 랜덤효과모형으로 효과크기를 산출하였다. 그 결과 효과크기가 0.7로 보통 효과가 있음을 알 수 있으며 통계량이 31.5, 신뢰도 검정이 63.8로 오류가 없는 것으로 나타났다.

참여자 수가 80~99명인 경우, 효과크기가 0.5로 보통효과의 기준인 0.5와 같은 효과크기를 보였으며, 통계량이 9.8, 신뢰도 검정 결과 48.3로 나타났다. 또한 사례수는 적으나 표준오차가 매우 작게 나타났으므로 신뢰도가 높은 결과라 할 수 있다.

참여자 수가 100명 이상인 경우 랜덤효과모형을 적용하였으며 그 결과 효과크기가 0.3으로 작은 효과가 있는 것으로 나타났다. 신뢰도 검정 결과 7.7이라는 다소 낮은 수치가 나타났지만 이는 효과크기가 낮아서 나타난 결과이며 표준오차

가 0.07로 아주 작게 산출되었으므로 신뢰할 수 있는 결과임을 알 수 있다. 또한 통계량이 16.6으로 동질성 역시 오류가 없음을 알 수 있다.

전체 결과를 종합해보면 효과크기는 40명 미만이 가장 높고 참여자 수가 많아질수록 낮아지는 경향을 보인다.

나. 학교급에 따른 효과크기

본 연구의 대상인 유치원의 경우 수집된 사례가 42개였으나 극단적 효과크기가 산출되는 Cho(2006)과 In(2012)의 연구를 제외하고 랜덤효과모형을 적용한 결과 효과크기가 1.7로 높은 효과를 보이는 것으로 나타났으며 신뢰도 검정 결과 307.4로 메타분석의 오류 가능성이 낮음을 알 수 있다.

연구대상이 초등학생인 경우 극단적인 효과크기를 산출하는 Kim and Lee(2012)의 연구를 제외시키고 랜덤효과모형을 적용하였다. 통계값을 산출한 결과 효과크기가 0.5으로 중간 효과를 나타내고 있으며 동질성 검정 통계량이 52.3, 신뢰도 검정이 94.9로 나타났다. 또한 표준오차가 0.05로 작게 산출되었다.

연구대상이 중학생과 고등학생인 경우 사례수가 각각 13, 14로 적었으나 표준오차가 0.09, 0.05로 작게 나타나 신뢰할 수 있는 결과임을 알 수 있다. 산출된 효과크기는 중학생의 경우 0.5로 중

<Table 10> Effect size according to School class. (S: School Class, N: Number of Papers, KI: Kindergarten, EL: Elementary school, MI: Middle school, HI: High school))

S	N	Q	-95% (CI)	\overline{ES}	+95% (CI)	$se_{\overline{ES}}$	N_f
KI	40	40.1	1.5	1.7	1.9	0.12	307.4
EL	57	52.3	0.4	0.5	0.6	0.05	94.9
MI	13	13.7	0.3	0.5	0.7	0.09	18.9
HI	14	14.2	0.2	0.4	0.5	0.05	10.0

간효과에 가까운 효과를 보였으며, 고등학생은 0.4로 낮은 효과를 나타냈다.

위와 같은 연구 결과를 <Table 10>에 정리하여 나타내었다. 전체 결과를 종합해보면 효과크기는 연구대상의 학교급이 유치원일 때 가장 높고 학교급이 높아질수록 그 효과크기가 낮아진다.

다. 과학영역에 따른 효과크기

<Table 11>은 과학영역에 따른 효과크기를 나타낸 것이다. 과학적 태도와 관련한 연구에서 실험과 관련한 영역이 물리인 경우 수집된 사례 15개 중 극단적 효과크기가 산출되는 In(2012)의 연구를 제외하고 14개의 사례에 대해 랜덤효과모형을 적용하였다. 그 결과 효과크기가 0.8로 높은 효과에 준하는 효과를 보이는 것으로 나타났으며 동질성 검정 통계량이 21.0이고, 신뢰도 검정 결과가 41.4로 동질한 자료를 바탕으로 한 신뢰할 수 있는 결과임을 알 수 있다.

<Table 11> Effect size according to Area. (N: number of Papers, A: Science Area, PH: Physics, Ch: Chemistry, BI: Biology, EA: Earth Science, MA: Mixed area)

A	N	Q	-95% (CI)	\overline{ES}	+95% (CI)	$se_{\overline{ES}}$	N_f
PH	14	21.0	0.5	0.8	1.1	0.15	41.4
CH	18	13.4	0.4	0.6	0.6	0.04	29.2
BI	18	23.1	0.6	0.9	1.2	0.16	61.4
EA	7	5.8	0.2	0.4	0.6	0.12	6.9
MA	30	38.0	0.5	0.7	0.9	0.11	71.1

관련 영역이 화학인 경우 극단적인 효과크기를 산출하는 Cho(2006)의 연구를 제외시킨 결과 효과크기가 0.6로 중간 효과를 나타내었으며 표준오차가 0.04로 매우 작게 나타났다. 통계량은 13.4, 신뢰도 검정 결과는 29.2로 산출되었다.

관련 영역이 생물인 경우 효과크기는 0.9로 높은 효과를 보이고 신뢰도 검정 결과는 61.4, 동질

성검정 통계량은 23.1로 나타났다.

관련 영역이 지구과학인 경우 8개의 사례 중 극단적 효과크기를 갖는 Kim and Lee(2012)의 연구를 제외시키고 랜덤효과모형을 적용했다. 그 결과 효과크기는 0.40으로 낮은 효과를 보였으며 통계량이 5.8, 신뢰도 검정 결과가 6.9로 나타났다. 신뢰도 검정 결과가 다소 낮게 나타났으나 본래 효과크기가 낮고 사례수가 7개이므로 6.9의 결과는 신뢰도에 문제가 없으므로 해석된다.

여러 영역이 혼합되어 실험에 적용된 경우, 효과크기가 0.7로 보통 효과를 보였으며 통계량은 38.0, 신뢰도 검정 결과 71.1으로 나타났다.

전체 결과를 종합해보면 효과크기는 생물 > 물리 > 혼합 > 화학 > 지구과학 순으로 높게 나타나며 생물과 물리는 높은 효과, 혼합과 화학은 보통 효과, 지구과학은 낮은 효과를 나타낸다.

라. 과학적 태도 외 종속변인에 따른 효과 크기

<Table 12>는 과학적 태도 외 종속변인에 따른 효과크기를 나타낸 것이다. 과학적 태도 외 종속변인이 문제해결력인 경우 효과크기가 1.4로 높은 효과크기를 나타낸다. 동질성 검정 결과 10.5로 동질적인 자료로부터 산출된 값을 알 수 있었다 또한 신뢰도 검정 결과는 63.3으로 신뢰할 수 있는 결과임을 보였다.

탐구능력이 과학적 태도와 함께 종속변인으로 설정된 경우, 수집된 사례는 총 51개였으나 극단적인 효과크기가 나타나는 Lee and Bae(2003), Cho et. al.(2009), Kim(2010), Hwang(2011), Kang(2012)의 연구를 제외시키고 랜덤효과모형을 적용시키는 과정을 반복한 결과 총 5개의 사례를 제외시켜 동질성을 확보하였다. 46개의 사례의 평균 효과크기는 0.8으로 높은 효과크기를 나타내었으며 신뢰도 검정 결과 136.0로 신뢰도에 문제가 없음을 나타냈다.

과학적 태도 외 종속변인이 학업성취도인 경우 효과크기가 0.5로 중간효과에 가까운 효과를 나타냈으며 통계량이 43.7, 신뢰도 검정 결과가

51.6으로 나타났다.

과학적 태도 외 종속변인이 창의성인 경우 극단적 효과크기를 보이는 Kim and Lee(2012)의 연구를 제외하고 11개의 사례를 랜덤효과모형에 적용시켰다. 그 결과 효과크기가 0.7로 중간 효과를 보였으며 통계량은 9.9, 신뢰도 검정 결과는 27.1로 나타났다.

과학적 태도 외 종속변인이 과학개념인 경우 효과크기가 극단적으로 나타나는 Cho(2006)의 연구를 제외하고 13개의 연구를 랜덤효과모형에 적용하여 통계값을 산출하였다. 그 결과 효과크기가 0.9로 높은 효과크기를 보였으며 통계량이 17.0, 신뢰도 검정 값이 43.4로 나타났다. 그러나 표준오차가 크게 산출되어 95% 신뢰구간이 0.5~1.2으로 길게 나타났다.

전체 결과를 종합해보면 문제해결력과 과학개념, 탐구능력을 함께 알아본 연구의 효과크기가 순서대로 높은 효과크기를 나타냈으며 창의성과 학업성취도순으로 중간 효과를 나타냈다.

<Table 12> Effect size according to variable. (V: Variable, N: number of Papers, PS: Problem solving ability, IN: Inquiry, AA: Academic achievement, CR: Creativity, SC: Science concept)

V	N	Q	-95% (CI)	\overline{ES}	+95% (CI)	$se_{\overline{ES}}$	N_f
PS	11	10.5	1.1	1.4	1.6	0.12	63.3
IN	46	66.3	0.6	0.8	0.9	0.09	136.0
AA	38	43.7	0.4	0.5	0.6	0.05	51.6
CR	11	9.9	0.4	0.7	0.9	0.15	27.1
SC	13	17.0	0.5	0.9	1.2	0.18	43.4

IV. 결론

본 연구에서는 국내 과학교육분야의 과학적 태도에 관한 연구논문 중 메타분석의 요건에 맞는 논문 124편을 대상으로 메타분석 하여, 과학적

태도에 관한 연구들의 효과성을 검증하고 통합적인 분석을 하였다. 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학교육연구에서 과학적 태도에 대한 연구의 독립변인으로는 멀티미디어, 구성주의, 체험활동, 과학 탐구, STS, 글쓰기, STEAM, 과학수업, 통합 활동, 학습전략 등이 있으며, 주로 과학적 태도 단일 종속변인을 알아본 경우보다 문제해결능력, 과학탐구능력, 학업성취도, 창의성, 과학개념 등에 미치는 영향을 동시에 분석한 연구가 많았다. 연구의 중재변인으로는 연구대상의 학교급, 참여자수, 실험에 적용한 과학관련 영역 및 성별, 일반/영재, 검사도구 등을 설정하여 다양한 형태의 연구가 이루어졌다.

둘째, 과학적 태도에 대한 연구의 변인별 효과크기는 연구 설계의 차이에 따라 다르게 나타났다. 참여자수의 경우, 그 수가 많을수록 효과크기가 감소하는 경향을 보였다. 40명 미만과 40명~59명일 때는 평균 효과크기가 각각 2.1, 1.2로 높은 효과를 보였으며 60명~79명일 때는 0.7로 보통 효과, 80명~99명과 100명 이상일 때는 0.5, 0.3으로 낮은 효과를 나타냈다. 이러한 결과는 중재집단이 커질수록 효과크기가 줄어든다는 선행 메타분석 연구결과(Song and Kim, 2012)와 같은 결과를 보였다.

또한 연구 대상의 학교급의 경우 유치원생이 평균 효과크기가 1.7로 가장 큰 효과를 보였으며 연령이 높아질수록 효과크기가 감소하여 초등학교는 0.5, 중학교는 0.5, 고등학교는 0.4의 효과크기를 나타냈다. 이는 Lee(2007)의 연구와 Ha(2008)의 연구결과와 같이 연령 및 학년이 올라갈수록 과학에 대한 흥미도와 선호도가 떨어지는 것에서 기인한 것으로 보여 진다. 유치원생 대상 연구의 높은 효과크기는 Im(2013)의 유아 과학교육프로그램의 교육적 효과에 대한 메타분석에서의 유아의 과학적 태도 하위영역별 효과크기가 높은 효과를 나타낸다는 연구결과와 일치한다.

연구에 투입된 관련 과학영역에 따른 효과크기

는 생물이 0.9로 높은 효과를 나타내며 물리가 0.8, 영역 혼합이 0.7, 화학이 0.6으로 보통 효과, 지구과학이 0.4로 낮은 효과를 나타냈다. 지구과학이 낮은 효과를 보이는 것은 초등학교의 과학 교과 기피원인 분석 연구에서와 같이 학생들이 지구과학에 어려움을 느끼고 기피하는 경향이 반영된 것으로 보인다(Ha, 2008). 그러나 Ha(2008)의 연구에서 지구과학 영역과 함께 에너지 영역도 기피한다는 연구 결과와 맞지 않으므로 향후 더 많은 관련 연구를 수집·메타 분석하여 더욱 객관적인 분석이 필요할 것으로 여겨진다.

마지막으로 과학적 태도 외 설계된 종속변인에 따른 효과크기를 살펴보면 문제해결력과 과학개념의 평균 효과크기가 각각 1.4와 0.9로 높은 효과를 나타냈으며 탐구능력과 창의성이 0.8, 0.7로 보통 효과를, 학업성취도가 0.5로 낮은 효과를 보였다. 그러나 과학적 태도와 다른 변인과의 상관관계에 의해서 효과크기에 영향을 주는지에 대해서는 본 연구의 메타분석으로는 파악하기가 어려워 추가적인 연구가 필요하겠다.

위와 같은 연구 결론을 종합하면 국내에서 과학적 태도에 관한 연구가 다양한 형태로 설계되어 꾸준히 연구되고 있음을 알 수 있다. 또한 연구변인별 메타분석을 통해 참여자 수가 적고 연령이 낮을수록 과학적 태도에 관한 연구의 효과성이 높으며, 과학영역의 경우 물리와 생물을 실험에 적용했을 때 지구과학, 화학영역보다 효과가 높았다. 과학개념, 탐구능력, 문제해결력을 종속변인으로 함께 설계했을 때 과학적 태도에 대한 효과성이 컸음을 알 수 있다.

본 연구의 과학적 태도에 관한 메타분석 결론으로부터 다음과 같이 종합적으로 제언할 수 있다. 학생들의 과학적 태도 변화와 향상을 목적으로 연구자들이 실험 연구하거나 학교에서 교사들이 과학수업을 할 때 참여자수, 학교급, 과학영역 등을 고려하여 진행된다면 좀 더 향상된 학생들의 과학적 태도 변화를 기대할 수 있다. 그리고 과학개념, 탐구능력, 문제해결력 등을 고려하여

실험 연구와 수업이 설계되어 학생들에게 적용된다면 효과적인 과학적 태도 향상을 기대할 수 있다. 따라서 본 연구의 과학적 태도에 대한 메타분석 결과는 학생들의 과학적 태도 변화를 확인하는 양적 연구에 활용되어 실험연구의 설계 그리고 학교에서 과학수업 설계 등에 도움을 줄 것이다.

References

- Cho HS, Kim SW, and Kim MJ(2009). The Effects of Natural Exploration Activities Based on Children's Scientific Questions on Scientific Process Skills and Attitudes. *Early Childhood Education Research & Review*, 13(5), 213~236.
<https://www.riss.kr/link?id=A104801368>
- Cho JE(2006). Study of the Effect of Science Education through Art on Preschool Children's Scientific Concepts and Attitude regarding. Chung Ang University MD thesis.
<https://www.riss.kr/link?id=T10666693>
- Cohen, J(1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fraser BJ(1978). Test of Science-Related Attitudes (TOSRA). [Database record]. APA PsycTests.
<https://doi.org/10.1037/t55068-000>
- Glass G(1977). Integrating findings: The meta-analysis of research. In L. S. Shulman(ed.), *Review of Research in Education*, 5, 351~379.
<https://doi.org/10.3102/0091732x005001351>
- Glass GV, McGaw B and Smith ML(1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Education researcher*, 5(10), 3~8.
<https://doi.org/10.2307/1174772>
- Ha JH(2008). A study of the recognition and causes of the elementary school students of the scientific discipline evasion. Jeonju National University of Education MD thesis.
<https://www.riss.kr/link?id=T11228285>
- Hedges LV and Olkin I(1985). *Statistical methods for meta-analysis*. New York: Academic Press
- Hong SY(2008). A Meta-Analysis on the Effects of Creativity Programs in Kindergarten. Chungnam

- National University MD thesis.
<https://www.riss.kr/link?id=T11248405>
- Hwang YS(2011). The Effectiveness of Cooking Activities Integrated Picture Books using Learning Cycle: Young Children's Science Ability. *Korea Journal of Child Care and Education*, 67, 245~271.
<https://www.riss.kr/link?id=A82619759>
- Im JY(2013). A Meta-Analysis of the Effect of the Early Childhood Science Education Program. Chonbuk National University MD thesis.
<https://www.riss.kr/link?id=T13417898>
- In JC(2012). Development and Effectiveness of Integrated Young Children Energy Program with STS method Approach. Incheon National University PhD thesis.
<https://www.riss.kr/link?id=T13403675>
- Jackson, GB(1980). Methods for integrative reviews. *Review of Educational Research*, 50, 438~460.
<https://doi.org/10.3102/0034654305000>
- Jeong MS(1996). An Analysis on the Relationship between Affective Variables and Academic Achievement. *Korean journal of educational research*, 34(1), 131~148.
<https://www.riss.kr/link?id=A105837084>
- Jin BS(1996). Relationship on Affective Behavior Characteristics and Academic Achievement of Students. *Ggeumgunonchong*, 4, 81~95.
- Jung MJ, Yoon KS and Kwon DK(2008). A Meta-analysis on the Application Effects of STS Teaching and Learning Model. *Journal Science Education*, 32(2), 51~70.
<https://www.riss.kr/link?id=A76520900>
- Kang S(2012). The effect of science education using experience institution of community on scientific inquiry competences and attitudes, pro-social behavior of children. *Korean Journal of Child Education and Care*, 12(3), 63~81.
<https://www.riss.kr/link?id=A104444122>
- Kim DS and Lee YS(2012). Effects of Future Problem Solving Program on Creativity and Scientific Attitude. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 5(1), 51~59.
<https://www.riss.kr/link?id=A60154253>
- Kim HN, Chung WH and Jeong JW(1998). National Assessment System Development of Science-Related Affective Domain. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 18(3), 357~369.
<https://www.riss.kr/link?id=A75737797>
- Kim JH(2010). The Effects of Integrated Science and Art Activities Based on the Constructivist approach on Young Children's Scientific Attitudes and Scientific Process Skills. Myongji University MD thesis. <https://www.riss.kr/link?id=T12078992>
- Kim SY and Kim HN(2012). Achievement of Science-related Affective Domain of Elementary, Middle, and High School students. *Journal of the Elementary Education Society*, 16(0), 1~19.
<https://www.riss.kr/link?id=A60214804>
- Lee HN, Kwon HS, Park GS, Jeong CR, Oh HJ and Nam JC(2012). The Effects of Integrated Science Instruction: A Meta-Analysis on Scientific Knowledge, Scientific Inquiry Ability, and Science-related Attitude. *Korean Journal of Teacher Education*, 28(2), 223~245.
<https://www.riss.kr/link?id=A104048537>
- Lee JH and Bae SJ(2003). The Effects of Literature-based Science Activities on Children's Science Inquiry Ability and Attitude. *Journal of Future Early Childhood Education*, 10(1), 61~83.
<https://www.riss.kr/link?id=S27399>
- Lee SH(2007). The Study on the Science academic achievements according to the science preferences of pupils. Busan National University of Education MD thesis. <https://www.riss.kr/link?id=T12042681>
- Ministry of Education(2015). Science and curriculum. Ministry of Education.
- Ministry of Education Science and Technology (2009). Science and curriculum. Ministry of Education, Science and Technology.
- Oh SS(2002). The theory and practice of meta-analysis. Seoul: Konkuk University Press.
- Orwin RG(1983). A fail-safe N for effect size in meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 8(2), 157~159.
<https://doi.org/10.3102/10769986008002157>
- Park JY(2015). An Analysis on Research Trends for Elementary Science Education -Focusing on Papers Published in Domestic Journals. Seoul National University of Education MD thesis.
<https://www.riss.kr/link?id=T13727696>
- Seo MR(2013). A Meta-Analysis of the Effect of Cooperative Learning on Scientific Knowledge,

- Inquiry Process Skills and the Affective Domain. Korea National University MD thesis. <https://www.riss.kr/link?id=T13092373>
- Song IS and Kim SR(2012). The effect of intervention on academic achievement of under achievement students: A Meta-analysis. The Korean Journal of Educational Methodology Studies, 24(4). 683~711. <https://doi.org/10.17927/tkjems.2012.24.4.683>
- Suh WK(2005). The Meta-Analysis of Academic Achievement Variables for the Underachieving Gifted Child. Sookmyung Women's University PhD thesis. <https://www.riss.kr/link?id=T10210944>
-
- Received : 02 February, 2024
 - Revised : 11 March, 2024
 - Accepted : 21 March, 2024