

## 융합인재교육(STEAM)의 창의성과 문제해결력 효과에 관한 메타분석 - 연구방법 및 연구자를 중심으로 -

이석진<sup>1</sup>, 김남숙<sup>2</sup>, 이윤진<sup>2</sup>, 이승진<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>국민권익위원회, <sup>2</sup>송실대학교, <sup>3</sup>한국교육학술정보원

### A meta-analysis of the effect for Creativity, Creative Problem Solving Abilities in STEAM

Seokjin Lee<sup>1</sup>, NamsOOK Kim<sup>2</sup>, Yoonjin Lee<sup>2</sup>, Seungjin Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>ACRC, <sup>2</sup>Soongsil University, <sup>3</sup>KERIS

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 6 December 2016

Received in revised form

7 January 2017

Accepted 15 January 2017

##### Keywords:

meta-analysis, STEAM, creativity, creative problem solving ability

#### ABSTRACT

The analysis was carried out with meta-analysis on master's and doctoral dissertations, and academic journals that analyzed the effects of STEAM education between 2012 and 2015. From the total number of 75 dissertations and articles analyzed, 183 different effect sizes were calculated. The analysis was done to find out the kinds of differences that would be created according to the effect size of creativity, problem-solving ability, and researcher, target area, student division research design type, and level of schools. The total effect size of creativity scored 0.776, and demonstrated satisfaction in symmetry of funnel plot, with no publication biases. The fail-safe N scored 780, and since the number is smaller than 8,945, the results of this research has credibility. Furthermore, problem-solving ability shows intermediate level of effect size with a score of 0.584. It also showed satisfaction in symmetry with funnel plot, with no publication bias. With the different research methods of the sub-factors of creativity, fluency scored the highest with 0.929, flexibility with 0.881, originality with 0.838, sophistication with 0.653, abstractness with title 0.705, and resistance to termination, 0.527.

This study finds its significance in the demonstration of average effect size of STEAM education through meta-analysis. According to research results, the effects of inclusive education could be determined, yet the specific effect cause or learning principles were difficult to find. It was found that the effects of STEAM education do not rise or fall depending on school age, and demonstrated differences in creativity according to the research methods or the researchers.

## 1. 서론

현대사회는 남과 다른 독창적인 사고와 능동적으로 새로운 것을 탐구하는 능력을 요구하고 있다(Suh, 2009). 학생들의 창의성을 육성하는 것이 국가의 성장과 발전에도 지대한 영향을 미치기에 시대적 요구에 부응하기 위해 전 영역에 걸쳐 창의적인 교육이 확대되고 있다. 창의성은 새롭고 적절한 것을 산출해내는 과정과 산물을 포함하는 고차원적 지적과정 및 사고과정으로, 알려지지 않은 새로운 아이디어나 그와 관련된 새로운 산출물을 산출하는 능력이다(Lee, 2004).

많은 학자들은 미래를 이끌어갈 인재들의 혁신역량을 '융합과 창의성'으로 보고 있다. 2011년 당시 교육과학기술부는 STEAM 교육 강화를 중점과제로 선정하였는데, 이것은 '융합과 창의성'을 기조로 한 미래교육의 새로운 비전 제시라고 할 수 있다. 이 때부터 한국정부는 본격적으로 세계적 과학기술인재 양성을 목표로 교육과 과학기술의 융합 시너지를 활용하고자, 초·중등 교육 단계에서 융합인재교육(STEAM) 교육 정책을 시작하였다. 이 후 다양한 분야에서 STEAM 교육에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있으며, 초중등학교 현장에서 STEAM 관련 연구시범학교, 교사 연구회 등을 중심으로 STEAM교육이 활발하게 진행되고 있는 추세이다.

2011년도에 STEAM 연구(시범)학교가 16개로 시작하여 2012년 80개, 2013년도에는 88개로 확대되었으며 STEAM 연구시범 학교의 경우는 STEAM 관련 교과(과학, 수학, 기술·가정, 음악·미술)교육 과정의 20% 범위 이내에서 STEAM 수업을 운용하도록 하고 있다. 우리나라는 미국에서 도입한 STEAM교육체계에 예술분야 통합교육을 실시함으로써 초중등 교육 강화 방안으로 활용하고 있다(Kim, 2011).

창의성은 소수의 영재에게만 있는 능력이 아니라 모든 사람들이 갖고 있는 중요한 능력이며 개인마다 그 수준과 정도의 차이가 있다(Chun, 2005). 창의성은 개인의 지적 잠재력을 개발하고, 기업이나 교육계에서 효율적인 인적자원의 활용에 도움이 되기에 초·중·고 등학생 뿐 아니라 대학생에게도 강조되고 있다.

그동안 창의성과 STEAM 교육에 대한 연구가 지속적으로 진행되어 많은 연구가 축적되었으며, 이에 효과성에 대한 메타분석도 활발히 진행되고 있다. 융합인재교육(STEAM) 연구 동향 분석에서 융합인재교육 연구의 연도별 게재 빈도를 살펴보면, 2012년은 2011년에 비해 연구가 양적으로 급격히 증가하였고 2013년도에도 지속적으로 증가하였으며, 2014년에는 연구의 증가추세가 주춤하는 경향을 나타내고 있다(Table 1. 참조).

\* 교신저자 : 이승진 (sungjin@keris.or.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.1.0087>

Table 1. Trend of STEAM research

	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
sum	32	104	191	205	206
Journals	17	54	77	79	75
Dissertations	15	50	114	126	131

An & Yoo(2015)는 STEAM 연구 동향 분석을 실시하여 다음과 같은 결론을 도출하였다. 첫째, STEAM교육 연구는 최근 2~3년간 급격히 증가하였으며, STEAM교육 연구에서 영재교육이 차지하는 비율이 상대적으로 높았다. 둘째, STEAM교육 연구와 영재교육에서의 STEAM교육 연구 모두 초등학교를 대상으로 한 연구가 가장 많았다. 셋째, 영재교육에서의 STEAM교육은 과학 연계형 융합 프로그램을 중심으로 연구되고 있으며, 예술영역은 미술영역 중심에서 점차 다양한 영역으로 확대되고 있다.

최근에는 과학, 수학, 기술, 공학, 예술, 수학 등 5가지 융합요소를 모두 포함한 형태가 가장 많았다. 예술영역은 미술이 융합된 프로그램 중심에서 차츰 다양한 영역으로 확대되고 있으며 5가지 융합 요소를 모두 포함한 형태가 가장 많았다. 이러한 증가는 국가적 차원에서 융합인재교육을 시행하였다는데서 그 원인을 찾을 수 있다(Lee et al., 2014; Kim et al., 2015).

Kim(2012)은 STEAM을 적용한 발명영재 프로그램에서 학생들의 탐구 활동에 대한 태도가 긍정적이라고 하였다. STEAM을 통해 얻은 결론은 교과서 체계가 STEAM형태로 편성되어야 하며 다양한 학문의 이해와 융합, 창의적 아이디어 발상 과정이 필요하다고 하였다. Lee et al.(2012)은 전국 중등교사 중 과학, 수학, 기술 교과를 담당하는 251명을 대상으로 설문조사를 실시하였는데, 교사들은 통합 교육의 필요성에 대하여 긍정적으로 생각하였으나 STEAM 교육에 대한 인식 및 적용비용이 낮았다. STEM 교육의 활성화를 위해 수업 콘텐츠를 비롯하여, 행정 및 교사 연수 등의 지원이 필요하다. Cho, Kim, & Heo(2012)는 미래 사회에서 요구되는 핵심 역량인 STEAM은 창의 인성교육으로 수학, 과학 흥미도가 낮아지고 있는 현실의 해결방안으로서 탐구기반, 설계 기반의 교육으로 학생 스스로 탐구하고 설계하는 프로그램이다. 이를 위해 여러 교사들의 협업이 중요하다고 하였다.

Lee, & Lee(2013)는 초등학교 4학년을 대상으로 STEAM 교육을 적용한 과학수업은 초등학교의 창의성과 과학 관련 태도 향상에 유의미한 효과를 가져왔다고 하였다. 그리고 다양한 지역과 학년을 고려한 STEAM 교육 주제와 프로그램을 개발하고 재구성하여 과학 수업에 적극적으로 활용할 필요가 있다고 하였다. Ryu(2012)은 초등과학 영재와 초등일반학생을 대상으로 뇌 기반 STEAM 교육 프로그램을 적용한 결과 창의성과 정서기능 향상에 유의미한 효과를 보였다고 하였다 그리고 빠른 산출물만 요구하는 STEAM 교육은 형식적인 통합교육에 그칠 우려가 있으므로 생물학적 발달 단계를 고려한 뇌에 근거하여STEAM 교육 프로그램을 개발하여야 한다고 하였다.

Kim(2012)은 초등 수학영재를 대상으로 4D-Frame 교구활동 중심의 STEAM 교육 프로그램이 학생들의 창의성 하위 영역 중 유창성, 융통성 영역을 신장시키는 효과를 가져왔다고 하였다. 그리고 융합인재교육의 시대적 요구에 부합하여 STEAM 교육에 대한 보다 많은 관심이 필요하며, 학문통합 방식, 학교급을 달리한 STEAM 교육 프로

그램 개발에 대한 연구가 필요하다고 하였다.

최근 몇 년간 많은 양의 융합인재교육 연구가 진행되어 다양한 연구 결과가 축적되었다. Han(2013)은 2011년부터 2014년까지 발표된 STEAM 교수-학습 프로그램 개발과 관련 학회지와 학위논문이 131건을 분류하여 STEAM 교육에 대한 전반적인 동향을 분석하였다. 연구의 유형으로 질적연구, 양적연구, 질층적 연구 형태로 나타나고 있으나 양적연구가 상대적으로 많은 비중을 차지하고 있다고 하였다. 한국교육학술정보원에서 제공하는 RISS(학술연구정보서비스)에서 융합인재교육 관련 논문을 검색해보면 STEAM 프로그램 도입 2009년 이후 STEAM을 독립변인으로 한 연구가 300건이 넘었으며, 이중 양적연구를 통해 STEAM 교육의 효과를 분석한 논문도 150여 건이 나 되었다. 이들 연구들은 대부분 그 효과들의 개별적인 연구단위로 보고되고 있을 뿐만 아니라, 각각의 연구결과들이 경우에 따라 상이한 결과들을 제시하기도 하여 융합인재교육의 효과에 대한 일반적인 결론을 얻기에 어려움이 있다. 따라서 여러 학자들에 의하여 다양한 융합인재교육이 실시되고 있는 STEAM 교육이 현장에서 보다 바람직한 방향으로 정착되기 위해서는 발표된 연구논문을 토대로 STEAM교육의 효과를 메타분석을 통해 검정해 보는데 의의가 있을 것으로 판단된다.

개별적 연구단위로 보고된 융합인재교육의 효과에 대해 포괄적으로 분석하는 메타분석도 많이 연구되고 있다(Kim, & Won, 2014). 초등학교 STEAM 교육의 창의성 효과에 대한 메타 분석 STEAM 교육 프로그램의 효과 크기는 있는 것( $g=0.703$ )으로 나타났다. 이는 각각의 개별 프로그램이 STEAM 교육의 목표인 창의성을 향상시키는 것에 대해 긍정적이라 할 수 있다. 구체적으로 하위변인이라 할 수 있는 창의적 사고기능( $g=0.593$ )과 창의적 사고성향( $g=1.179$ ) 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 특히 창의적 사고성향은 그 효과성이 큰 것으로 나타났다. Kim et al.(2015)은 통합교육의 효과에 대한 메타분석에서 통합교육의 전체 효과크기는 0.88( $U3=81.06%$ )로 Cohen(1987)의 해석기준에 따르면 큰 효과크기를 나타냈다. 종속변인에 따른 효과크기를 분석한 결과, 과학적 태도의 효과크기가 가장 큰 것으로 나타났으나 모든 종속변인이 중간크기 이상의 효과크기를 갖는 것으로 분석되었다. 학교급 별 효과크기 분석에서는 유치원을 대상으로 한 연구의 효과 크기가 가장 큰 것으로 나타났으며 일반학생과 영재학생의 구분에서는 영재학생을 대상으로 한 연구의 효과크기가 더 큰 것으로 나타났다. 집단크기 별 효과크기는 30명 이하의 소집단을 대상으로 한 연구가 가장 컸으며, 정규교과 시간보다 방과 후 활동을 비롯한 교과 외 시간에 시행한 연구의 효과크기가 더 큰 것으로 분석되었다. 통합교육 설계의 중심이 되는 교과 별로 효과크기를 분석한 결과, 예체능 교과의 효과크기가 가장 컸으나 모든 교과에서 중간 크기 이상의 효과크기가 나타났다. Jung & Shin(2015)은 국내 통합교육 효과 연구에 대한 메타 분석에서 첫째, 전체 25편에서 추출한 63개의 종속변인에 대한 평균 효과의 크기는 1.021로 큰 크기의 효과가 있는 것으로 나타났다. 둘째, 장애이해교육 연구들의 평균 효과의 크기는 1.112로 큰 크기의 효과가 있는 것으로 나타났다. 셋째, 교육과정 통합교육 프로그램 연구들의 평균 효과의 크기는 0.835로 큰 크기의 효과가 있는 것으로 나타났다. 넷째, 초등학교에서 실시된 통합교육 연구들의 평균 효과의 크기는 저학년이 0.793이고 고학년이 0.994로 중간 및 큰 크기의 효과 있는 것으로 나타났다. 마지막으로

중·고등학교에서 실시된 통합교육 연구들의 평균 효과의 크기는 0.997로 큰 크기의 효과가 있는 것으로 나타났다. Park & Shin(2012)은 5학년 2학기 ‘우리 몸’ 단원에 STEAM 교육을 적용하여 교육과정을 재구성하여 실시한 수업이 학생들의 자기 효능감, 흥미 및 과학태도에 긍정적인 영향을 미쳤다고 하였다. 특히 현재의 교과중심의 교육과정 내에서 과학과를 중심으로 STEAM 교육을 수업현장에 적용하여야 한다고 강조하였다. Kim & Won(2014)은 초등학생의 창의성 향상을 위한 STEAM 교육프로그램의 효과를 메타분석을 통해 STEAM 교육 프로그램의 효과 크기는 있는 것( $g=0.703$ )으로 나타났다. 구체적으로 하위변인이라 할 수 있는 창의적 사고기능( $g=0.593$ )과 창의적 사고성향( $g=1.179$ ) 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 특히 창의적 사고성향은 그 효과성이 큰 것으로 나타났다.

이처럼 융합인재교육의 효과성이 검증되고 있으나 그 동안 융합인재교육에 대한 메타분석은 융합인재교육에 대한 종속변인과 그 종속변인의 하위변인들에 대한 평균 효과크기를 분석하거나 연구대상자들의 인적 매개변인에 대한 평균 효과크기를 분석하는 정도였다. STEAM교육의 효과성에 대한 연구는 다양한 변인들을 중심으로 분석되고 있지만, 창의성과 문제해결력에 대한 분석은 일반적으로 창의성이 문제해결과정에 영향을 미치고 창의적 능력수준에 따라 창의적 문제해결력에 차이를 가져온다는 수준으로 연구되고 있다. 창의성은 문제해결과정에서 발견이 되며, 직면한 문제의 효과적 해결을 위한 대안을 종합하고 선택하는 과정으로 이해될 수 있다. 창의성은 문제해결을 위해 아이디어를 내고, 가설을 세우고, 문제해결을 위한 새로운 의견을 생각해 내는 능력을 의미한다고 볼 수 있다(Nickerson, 1999). STEAM교육의 목적인 창의성 향상에 문제해결력이 어떠한 효과가 있는지를 살펴봄으로써 STEAM교육의 실행과 개선을 위한 시사점을 줄 수 있을 것이다. 본 연구에서는 Torrance(1992) & Ball(1992)의 구성요소를 참고하여 과학적 창의성(독창성, 유창성, 융통성, 정교성, 제목의 추상성, 성급한 종결에 대한 저항)과 창의적 문제해결력으로 분류하였다.

메타분석은 어떤 주제에 대해 요약·정리된 실증적 지식을 산출하기 위해 여러 연구에서 추출된 계량적 연구결과를 종합·분석하는 방법을 말한다. 메타분석 방법은 특정영역의 효과성 검증을 위해 많은 개별연구들의 결과를 하나로 종합하는 수량적 접근법으로, 개별연구들의 결과를 동일한 측정치로 환산하여 종합적인 결론을 이끌어 내는 분석이다. 특히 각종 학술정보의 범람 속에서 체계적으로 압축된 지식 또는 정보들을 필요로 할 경우 메타분석기법은 매우 유용한 방법이라고 할 수 있을 것이다(Oh, 2011) 융합인재교육을 활용한 창의성 효과와 관련된 선행연구들이 활발히 진행되고 있는 시점에서 메타분석을 적용하여 선행연구결과에 대한 체계적이고 종합적인 결론을 정리해 보는 것은 융합인재교육을 활용한 창의성 개발에 유용한 정보를 제공할 것이다. 따라서 본 연구에서는 기존에 연구된 메타분석의 변인별 효과크기를 분석하는 하는 데서 한발 더 나아가 연구방법 및 연구자의 지위에 따라 차이가 있는지를 밝혀보는데 있다. 국내에서 발표된 STEAM 교육을 독립변인, 창의성과 창의적 문제해결력을 종속변인으로 연구된 논문들을 대상으로 STEAM을 활용한 학습이 학습자들의 창의성에 어느 정도 효과가 있는가를 연구방법과 연구자를 매개변인으로 하여 메타분석을 통해 융합인재교육의 학습효과를 밝히는데 주된 목적이 있다.

이와 같은 연구목적을 달성하기 위해 본 연구에서는 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, STEAM교육은 연구방법에 따라 학습자들의 창의성과 문제해결력 효과는 차이가 있을 것이다.

둘째, STEAM교육은 교수자의 차이(교사와 비교사 집단)에 따라 학습자들의 창의성과 문제해결력 효과는 차이가 있을 것이다.

셋째, 융합인재교육(STEAM)을 활용한 학습이 과학적 창의성과 창의적 문제해결력의 중재변인(지역, 학령, 영재/일반)에 따라 학습효과에 차이가 있을 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 설계 및 절차

이 연구에서는 STEAM교육을 받은 학생들의 창의성과 문제해결력 효과를 통계적으로 종합하기 위하여 메타분석을 실시하였다. 메타분석이란 여러 연구결과들을 수집하여 다시 분석하는 것을 말하며, 분석의 분석으로 어느 특정분야 또는 주제에 관하여 누적된 연구 결과들을 종합할 목적 하에 독립적으로 이루어진 개별 연구의 결과들을 한데 모아 통계적으로 분석하는 방법이다(Glass, 1976). 기존의 연구결과들을 통합하고자 하는 노력들은 통계적 유의도 검증을 통한 리뷰방식이 표집 크기에 따른 영향을 너무 많이 받을 뿐만 아니라 효과의 방향성과 크기를 제시하지 못한다는 제한점을 가지고 있었다. 그래서 이를 극복하기 위한 대안으로 1976년에 Gene Glass에 의해 메타분석이 제안되었다(Lee, 2013).

연구절차는 Jackson(1980)이 제안한 메타분석 절차를 따랐다. 1단계로 연구문제를 설정하고, 2단계에서는 연구문제에 따라 연구물을 수집하여 선정기준을 마련한 후 최종적으로 선정하였다. 3단계에서는 수집한 분석대상 논문의 특성들을 확인하는 과정으로 자료의 처리 및 분석방법을 마련하고 코딩표를 개발하였다. 4단계로 코딩표에 자료를 코딩한 후 개별 효과크기 및 평균 효과크기를 산출하고, 이들 효과크기가 동일한 전집에서 표집된 것인지를 확인하였다. 5단계에서는 결과제시 유형을 선택하여 효과크기를 해석하였으며, 마지막 6단계에서는 연구결과를 기술하였다.

### 2. 자료수집 및 선정

이 연구는 창의성 관련 변인들이 융합인재교육의 효과에 미치는 영향을 분석하기 위하여 2012년부터 2015년까지 국내에서 발행된 석·박사 학위논문과 학술지 게재 논문을 연구 분석 대상으로 활용하였다. 2011년은 연구 자료가 적어 대상에서 제외 하였다. 대상이 융합교육은 미래사회의 발전을 위한 중요한 교육이다. 그리고 이러한 융합교육을 통해 학생들의 창의성과 문제해결력을 신장시킬 수 있다. 그러므로 융합교육을 통해 창의성 및 문제해결력을 기를 수 있도록 많은 노력을 하고 있다. 이러한 관점에서 융합교육이 과학적 창의성과 창의적 문제해결력에 효과가 있는지 검증할 필요가 있었다.

자료 수집은 한국교육학술정보원(<http://www.riss4u.net>), 국회전자도서관(<http://www.nanet.go.kr>)에서 제공하는 온라인 데이터베이스를 활용하였다. “융합인재교육”, “STEAM”, “창의성”, “문제해결력”

Table 2. Selection Standards(PICOS)

변인유형	구체적 변인	
대상(P)	· 유아, 초등, 중등, 고등학생 * 남·녀 혼합	
개입방법(I)	STEAM 교육을 적용한 과학수업	
비교집단(C)	· 일반교육 * 단일집단 : STEAM 교육 전·후	
연구결과(O)	· 과학적 창의성: 독창성, 유창성, 융통성, 정교성, 제목의 추상성, 성급한 종결에 대한 저항 · 창의적 문제해결력	
연구설계 유형(S)	· 단일집단(전후) · 실험집단/비교집단(전후) · 실험집단/비교집단(사후)	
통계값	· 효과크기를 산출하는데 필요한 통계치를 제시해야 함 - 평균(m), 표준편차(sd), 사례수(n), r * 평균 효과크기 표시 : 표준화 평균차(smd-Hg)	
변인	조절변인	· 실험방법 : 단일집단 사전사후, 실험집단/비교집단 사후 · 연구자 : 교사, 비교사
	중재변인	· 대상지역 : 대도시, 중소도시 · 학생구분 : 일반, 영재 · 학급별 구분 : 유아, 초등저(1~3년), 초등고(4~6년), 중학교, 고등학교

\* P(연구대상자- Population or participants), I(방법 및 프로그램- Intervention), C(비교집단 - Comparison, O(연구결과 - Outcomes), S(연구 설계유형- Study designs)

을 키워드로 검색하여 국내 석·박사 학위논문과 학술지 논문을 검색하였으며, 이들 논문 중 온라인 열람이 가능한 논문 중 다음의 자료 선정 기준을 만족하는 논문만을 분석 대상 자료로 활용하였다.

첫째, 융합인재교육을 대상으로 한 논문을 추출하였다. 초, 중, 고등학생을 대상으로 실험 설계한 논문을 선발하였다. 둘째, 이 연구는 융합인재교육을 통한 창의성 관련 변인들의 효과크기를 분석하는데 목적이 있으므로, 융합인재교육을 독립변인으로 한 창의성 결과를 본 연구를 대상으로 선정하였다. 따라서 창의성의 효과를 보기 위하여 융합인재교육을 독립변인으로 하고 사전, 사후 결과를 비교한 연구를 대상으로 하였다. 셋째, 메타분석에 사용될 자료는 효과크기를 계산하는데 필요한 수치들이 제시되어야 하므로 질적 연구와 문헌 연구는 분석대상에서 제외하고 결과를 수량적인 형태로 제시한 연구만을 선

정하였다, 즉 사례 수, 평균, 표준편차 등의 기술적 통계치가 제시된 연구를 선정하였다. 넷째, 동일한 내용을 다른 발간형태로 발행한 경우를 제외하였다. 예를 들어, 석·박사 학위논문의 내용을 학술지에 요약하여 게재된 경우는 데이터를 사용한 연구가 중복되어 연구 결과를 한 쪽으로 치우치게 만드는 오류를 범할 수 있기 때문에 제외하였다(Table 2. 참조).

자료의 수집과 그 선정과정을 보면 Figure 1과 같다.

### 3. 분석자료의 특성변인 코딩

수집된 논문들의 특성을 코딩하기 위한 분석틀을 엑셀 워크시트를 활용하여 구성하였으며, 이에 따라 기본정보(저자, 제목, 발행년도,

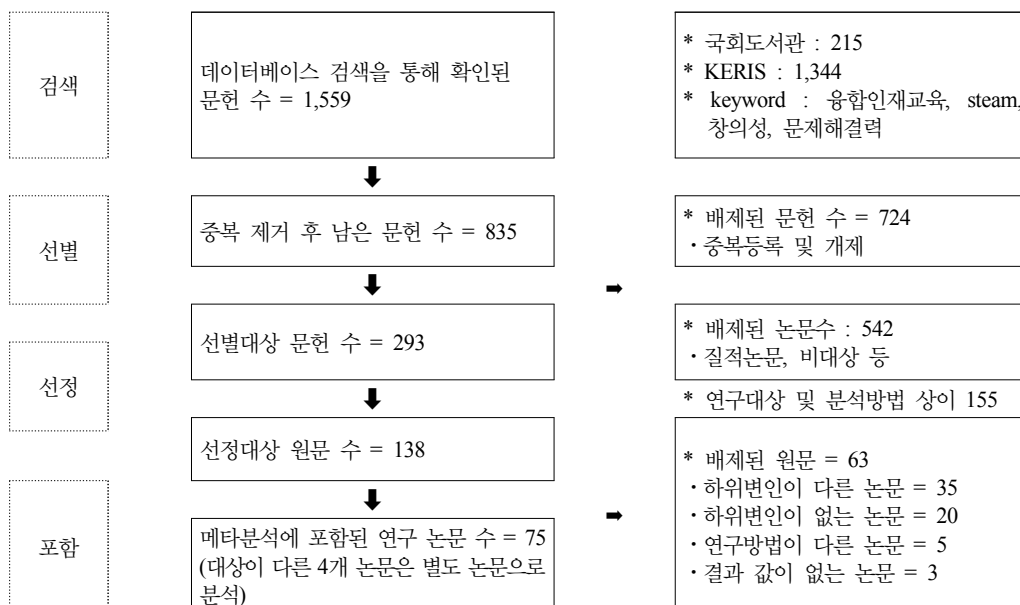


Figure 1. Selecting process

Table 3. General characteristics of effect size(N : 75편)

변인	하위변인	사례수	인	하위변인	사례수
교수자*	교사	58	발표논문	학위	47
	비 교사	17		학술	28
대상지역*	대도시	36	중점과목	과학	36
	중소도시	39		기술	9
학생구분*	영재	14		공학	9
	일반	61		예술	21
연구표본	50명 이하	39	학교급 별*	유치	9
	50-99명	29		초등	54
	100명 이상	7		중등	9
출판연도	2012	6		고등	3
	2013	22		10차수 이내	22
	2014	20	10~29차수	41	
	2015	27	20차수 이상	12	
실험설계* 유형	단일집단 사전/사후	32	· 효과크기 사례 수 : 183개(창의성:154, 문제해결력: 29)		
	사후검사 통제집단	43	· 1개의 논문에 변인별로 구분한 것은 별도 효과크기 사례로 함		

자료출처), 연구방법(대상, 사용한 통계방법, 변인, 측정도구), 연구결과(표본수, 평균, 표준편차), 종속변인(창의성, 문제해결력)으로 정리하였다. 이러한 과정을 통해 최종적으로 75편의 논문이 선정되었으며, 창의성 6개의 하위변인에서 총 154개, 문제해결력에서 29개의 사례를 추출하였다(Table 3. 참조).

#### 4. 효과크기 산출 및 자료분석

동일한 주제에 대하여 독립적으로 연구된 논문들이 많아짐에 따라 연구결과들을 결합하고 분석하여 합리적이고 체계적으로 통합하는 메타분석이 요구된다. 자료의 분석은 다양한 형태의 결과들을 통합 혹은 비교가 가능하도록 공통의 표준화된 단위로 변환시키기 위하여 효과크기를 사용하였다. 이때, 동일한 주제의 연구라 할지라도 서로 일치하지 않은 척도를 가진 경우에는 그 결과 들을 종합하기 위한 동일 척도로 바꾸어 주는 표준화 과정이 필요하다(Kook *et al.*, 2008). 이 연구에서는 최종적으로 선정된 75편의 논문들에 대하여 6개의 창의성과 관련변인을 추출하여 154개 효과크기를 산출하였고, 창의적 문제해결력에서 29개의 효과크기를 산출하였다.

본 연구에서는 일본 Kitasato 대학의 Leon Bax에 의해 개발된 MIX(Meta-analysis with Interactive eXplanations)를 사용하였다. MIX는 분석내용을 클릭하면 분석 결과가 제시되는 “Click-and-go” 시스템이다. 분석결과들은 수치적으로 요약하는 수치해석(Numerical output)과 그래프를 이용한 분석(Graphical output)의 형태로 제공된다. 출판편의(Publication bias)를 확인할 수 있는 소 표본 연구효과 검정(Small study effects test)은 다양한 통계량들과 그래프를 통하여 해석 할 수 있다. 입력형태는 기술형 형태(Descriptive type)로 하였고 메타분석에 사용되는 원 자료들은 실험집단과 대조집단의 자료로 연속형 자료(Continuous data)로 연속형 반응변수인 실험집단과 대조집단의 집단크기, 평균 그리고 표준편차를 입력하여 Hedge의 g 통계량으로 효과크기를 산출하였다. 먼저 원 자료 탐색을 위해 숲 그림(Forest plot)을 살펴본 후 수치 해석적으로 고정효과모형(Fixed

effects model)을 적용하여 Hedge의 표준화된 평균차(HG)로 각 연구의 실험군과 대조군 사이의 효과크기(effect size)를 병합하였다. 산출된 효과크기 값은 Cohen(1988)이 제시한 d 값으로 이 값은 표본의 크기가 작을 경우 과대 추정되는 경향이 있다(Borenstein *et al.*, 2009). 따라서 사례수가 많은 연구에 가중치를 부여하여 전체 효과크기를 계산하였다. 또한 산출된 d 값을 교정하기 위하여 Hedges & Olkin(1985)이 제시한 공식을 활용하여 교정효과크기 값인 Hg로 전환한 후 분석에 활용하였다.

메타분석 결과 산출되는 효과크기를 해석하기 위해 본 연구에서는 Cohen과 Wolf의 기준을 사용하였다. Cohen(1987)은 평균 효과크기(d)가 0.2 이하이면 작은 효과를 보이는 것이고, 0.5는 중간 정도의 효과를 보이며, 0.8 이상이 되어야 큰 효과를 보이는 것으로 해석하였다. 또한, Wolf(1986)는 효과크기가 0.25이상이면 교육적으로 유의미한 수준이며, 0.5 이상이면 실질적이고 치료적인 차원에서 유의미한 것으로 해석의 기준을 제시하였다.

본 연구는 모집단 추정 보다 일반화 검증에 초점을 두고 있으며 또한 연구의 대상과 장소 그리고 시간적 차이가 있음을 인지하고 있으므로 연구간 변동(between-study variation)을 고려한 랜덤효과모형(random effects model)을 적용하였다. 한편 메타분석의 문제점으로 지적되는 출판편향(Publication bias)의 존재여부를 확인하기 위하여 깔때기 그림(Funnel plot)을 그려보고 절단과 보충(trim-and-fill)방법을 통해 이질적인 연구를 제거하고 보정하여 새로운 값은 제기하였다.

### III. 연구결과 및 논의

#### 1. 융합인재교육의 효과크기와 출판편의

융합인재교육에 따른 창의성 및 문제해결력에 대한 평균효과크기는 Table 4과 같다. 유의확률이  $p < 0.05$ 로 융합인재교육 전후에 따른 차이가 있는 것으로 나타났다. 창의성의 평균효과크기는 0.776으로 Cohen(1988)의 기준에 따르면 높은 효과크기를 나타내고 있으며 문

Table 4. Effect size

	Effect size and 95% confidence interval					Test of null		Heterogeneity			
	N	ES(Hg)	SE	Var	95%CI	z	p	Q-value	df(Q)	p-value	I-squared
Fixed Model											
Creativity solving problem	154	0.629	0.019	0.000	0.591-0.667	32.599	0.000	1464.998	153	0.000	89.556
	29	0.604	0.036	0.001	0.532-0.675	16.587	0.000	150.496	28	0.000	81.395
Random Model											
Creativity solving problem	154	0.776	0.061	0.004	0.656-0.895	12.710	0.000				
	29	0.584	0.089	0.008	0.409-0.759	6.539					

제해결력에 있어서는 0.584로 중간 크기의 효과크기를 나타내고 있다. 융합인재교육은 문제해결력보다는 학생들의 창의력 향상에 더 많은 영향을 미치고 있는 것으로 보인다. 융합인재교육은 교육이므로 Wolf(1986)의 기준에 따르면 효과크기가 모두 0.25이상이므로 교육적으로 유의미한 것으로 해석할 수 있다

창의성에 관한 메타분석의 연구결과가 얼마나 신빙성이 있는지를 살펴보기 위해 일반적으로 Funnel plot 과 안정화 계수(fail-safe N)방법을 사용하였다. 먼저 Figure 2의 Funnel plot에서도 대칭성을 만족하고 있으므로 출판편의가 존재하지 않는다고 볼 수 있다. 전통적인 fail-safe N 분석으로 Rosenthal 계산방식이 있는데, Table 5의 결과에서 보는 것처럼 전체 효과가 유의하지 않게( $P > \alpha$ ) 되려면 8945개의 추가 연구가 필요함을 보여준다. Rosenthal(1979)은 이 수치(N)가

비록 충분히 크지는 않다 하더라도 어느 정도만 되면 신빙성 있는 결과라고 주장하였으며, 이 N의 기준은  $5k+10$ 으로 제시하였다(k 연구수). 즉  $5*(154)+10=780$ , 따라서 fail-safe N이 780개 보다 더 많으면 이 연구 결과는 신빙성이 있다고 주장한다.

문제해결능력에 관한 메타분석의 연구결과가 얼마나 신빙성이 있는지를 살펴보기 위한 그래프 분석 Funnel plot은 Figure 3과 같다. 대칭성을 만족하고 있으므로 출판편의가 존재하지 않는다고 볼 수 있다. Fail-safe N 분석으로 Rosenthal 계산방식은 Table 6의 결과와 같다. 전체 효과가 유의하지 않게( $P > \alpha$ ) 되려면 1,710개의 추가 연구가 필요함을 보여준다. Rosenthal(1979) N은  $5*(29)+10=155$ , 따라서 fail-safe N이 155개 보다 더 많으면 이 연구 결과는 신빙성이 있다고 주장한다.

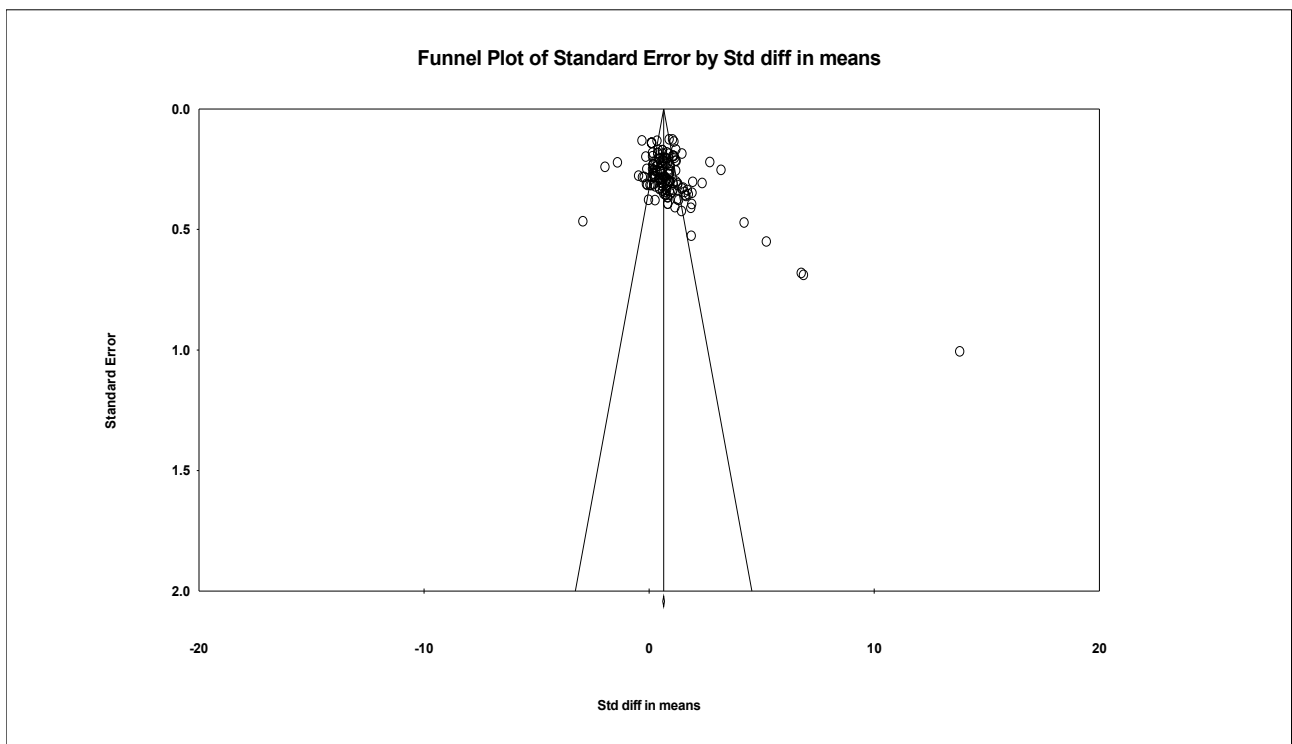


Figure 2. Creativity funnel plot

Table 5. Rosenthal's Creativity Classic fail-safe N

Z-value for observed studies	p-value for observed studies	Alpha	Tails	Z for alpha	Number of observed studies	Number of missing studies that would bring p-value to >alpha
34.99636	0.00000	0.05000	2.00000	1.95996	154.00000	8945.00000

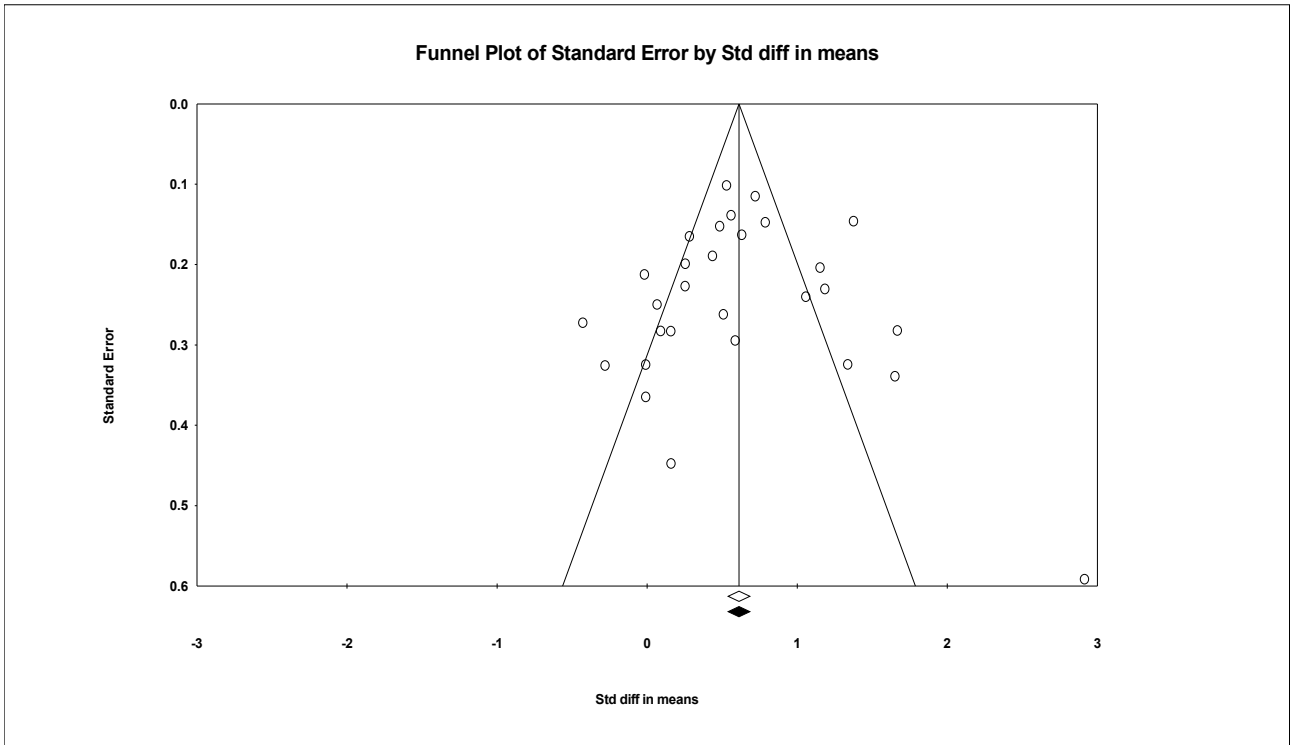


Figure 3. Problem solving funnel plot

Table 6. Rosenthal's problem solving Classic fail-safe N

Z-value for observed studies	p-value for observed studies	Alpha	Tails	Z for alpha	Number of observed studies	Number of missing studies that would bring p-value to >alpha
15.17542	0.00000	0.05000	2.00000	1.95996	29.0000	1710.000

2. 창의성의 연구방법 및 교수자에 따른 차이 분석

가. 연구방법 및 연구자에 따른 효과크기

창의성에 있어서 실험설계 즉 단일집단과 실험·통제집단에 따른 평균 효과크기를 분석한 해 보면 Table 7과 같다. 먼저 단일집단 실험에서 평균 효과크기(Hg)는 0.7250 이고, 95% 신뢰구간은 (0.5983, 0.8516)이며, 표준화 평균 차 검정에 의하면 유의확률 (p값)은 <0.0001로 연구 간 차이가 있다고 할 수 있다. 즉 학생들에 대한 융합인재교육은 교육 전후에 따라 점수 차이가 있으며, 큰 효과크기를 크다고 할 수 있다. 연구간 변동  $r^2$ 에 대하여 추정 값은 0.1498 이다. 단일집단에서 연구자별 차이를 보면 비교사가 연구한 융합인재교육의 효과크기는 1.0368(CI : 0.7623-1.3111)으로 교사들이 연구한 것보

다 높게 나타났다.

실험·통제집단 실험에서 평균 효과크기는 0.7510 이고 95% 신뢰구간은 (0.5959, 0.9064)이며, 표준화 평균 차 검정에 의하면 유의확률 (p값)은 <0.0001로 연구 간 차이가 있다고 할 수 있다. 즉 학생들에 대한 융합인재교육은 교육에 따라 점수 차이가 있으며, 큰 효과크기를 크다고 할 수 있다. 연구간 변동  $r^2$ 에 대하여 추정 값은 0.5049 이다. 실험·통제집단 실험내에서 연구자별 차이를 보면 교사들의 연구에서 평균 효과크기가 0.8742(CI : 0.6825-1.0660)으로 비교사보다 높게 나타났다.

실험방법에 따른 차이는 크게 나타나지 않지만 연구자에 따라서는 오히려 단일집단 실험에서는 비교사 연구자가 높은 효과크기를 보이는 반면, 실험·통제집단 실험에서는 오히려 교사 연구자가 더 높게 나타났다.

Table 7. Effect size of STEAM research on Creativity

구분	Number of cases	Number of students	Hg	95%		z	p	$\tau^2$
				Lower	Upper			
single case	59	4,106	0.7250	0.5983	0.8516	11.2218	< 0.0001	0.1498
teacher	45	2,860	0.6298	0.4960	0.7636	9.2246	< 0.0001	0.1176
non-teacher	14	1,246	1.0368	0.7624	1.3111	7.4074	< 0.0001	0.1696
control group posttest	95	5,958	0.7510	0.5959	0.9064	9.4847	< 0.0001	0.5043
teacher	70	4,098	0.8742	0.6825	1.0660	8.9352	< 0.0001	0.5685
non-teacher	25	1,860	0.4420	0.1910	0.6930	3.4520	< 0.0006	0.3435

Table 8. Test of publication bias using Egger's regression line & Sensitivity

구분	Regression				Sensitivity		Trim-and-fill		
	Intercept	95%		p-value	Fail-safe N	Tolerance-level	method	Imputation	Resulting meta-analysis outcome
		Lower	Upper						
single case	0.5140	-0.7573	1.7853	0.4215	5,950	305	Lo	0	
teacher	0.4194	-0.9759	1.8147	0.5476	2,633	235	Lo	0	
non-teacher	0.8618	-1.8837	3.6073	0.5070	651	80	Lo	2	0.8938
control group posttest	4.1966	2.1085	6.2847	0.0001	14,363	485	Lo	0	
teacher	4.6880	2.3457	7.0303	0.0002	9,441	360	Lo	0	
non-teacher	0.5627	-4.9875	6.1129	0.8357	492	135	Lo	0	

나. 출판편의(Publication bias)와 민감도 분석(Sensitivity analysis)

창의성에 있어서 실험설계 즉 단일집단과 실험·통제집단에 따른 출판편의 및 민감도 분석은 Table 8과 같다. 먼저 단일집단 사전사후 실험의 출판편의를 검증하기 위해 Egger의 회귀선을 이용한 검증에서 절편은 0.5140로 추정되며, 유의확률 0.4215로 추정된 회귀선이 원점을 지난다는 귀무가설이 채택됨으로 출판편의가 존재하지 않는다고 판단 할 수 있다. Fail-safe N 5,950이 Tolerance level 305보다 크기 때문에 메타분석 결과가 안정적이라 할 수 있다.

실험·통제집단의 실험에서 Egger의 회귀선 절편은 4.1966으로 추정되며, 유의확률 0.0001로서 출판편의가 존재한다고 볼 수 있다.

다만, Fail-safe N 14,363이 Tolerance level 485보다 크기 때문에 메타 분석 결과가 안정적이라 할 수 있다.

단일집단 실험 중 교사들이 연구한 논문들은 Egger의 회귀선을 이용한 검증에서 절편이 0.4194로 추정되며, 유의확률 0.5476로 추정된 회귀선이 원점을 지난다는 귀무가설이 채택됨으로 출판편의가 존재하지 않는다고 판단 할 수 있다. Fail-safe N 2,633이 Tolerance level 235보다 크기 때문에 메타분석 결과가 안정적이라 할 수 있다. 비교사의 경우 가장 이질적인 2개의 자료를 대체하여 병합된 새로운 결과 0.8938을 가지며 신뢰구간은 (-1.8836, 3.6074)으로 교육처치 후 점수가 더 높다고 할 수 있다. 이는 통계적으로 효과가 있는 논문 2개가 발표되지 않았거나 등록되지 않았다고 추측 할 수 있다.

실험·통제집단 실험 중 비교사들이 연구한 논문들은 Egger의 회

Table 9. Comparison of effect sizes with different dependent variables

Variable	Number of cases	Number of students	Hg	95%		z	p	$\tau^2$	Heterogeneity	
				Lower	Upper					
Flexibility		22	0.881	0.641	1.121	7.200	0.000	0.256		
	single case	6	442	0.6829	0.4373	0.9284	5.452	< 0.0001	0.0257	
	control group posttest	16	1106	0.8695	0.5491	1.1898	5.3196	< 0.0001	0.3474	
Fluency		38	0.929	0.687	1.171	7.526	0.000	0.496		
	single case	15	1124	0.7850	0.486	1.084	5.1458	< 0.0001	0.2519	
	control group posttest	23	1402	0.9406	0.6931	1.1881	7.4477	< 0.0001	0.2759	
Originality		39	0.838	0.578	1.098	6.316	0.000	0.605		
	single case	15	1386	0.7529	0.6064	0.8994	10.0721	< 0.0001	0.0163	Q-value : 5.478
	control group posttest	24	1531	0.8065	0.4417	1.1712	4.3336	< 0.0001	0.7356	df(Q) : 5
Abstractness of Titles		16	0.705	0.333	1.076	3.716	0.000	0.487		
	single case	7	364	0.2701	-0.0029	0.5431	1.9388	0.0525	0.0425	p-value : 0.360
	control group posttest	9	488	1.0111	0.3354	1.6869	2.9327	0.0034	0.9544	
Elaboration		28	0.653	0.297	1.008	3.598	0.000	0.826		
	single case	12	712	0.6862	0.3078	1.0646	3.5545	< 0.0004	0.3408	
	control group posttest	16	1049	0.2465	-0.1658	0.6588	1.1719	0.2412	0.6228	
Resistance to Premature Closure		11	0.527	0.216	0.838	3.317	0.001	0.187		
	single case	4	178	1.1401	0.8206	1.4595	6.9955	< 0.0001	0.0000	
	control group posttest	7	382	0.4983	0.1005	0.8960	2.4552	0.0141	0.1997	



귀선을 이용한 검증에서 절편이 0.5627로 추정되며, 유의확률 0.8357로 추정된 회귀선이 원점을 지난다는 귀무가설이 채택됨으로 출판편의가 존재하지 않는다고 판단 할 수 있다. Fail-safe N 492이 Tolerance level 135보다 크기 때문에 메타분석 결과가 안정적이라 할 수 있다. 교사들이 연구한 논문들에서는 Egger의 회귀선 절편은 4.6880으로 추정되며, 유의확률 0.0002로서 출판편의가 존재한다고 볼 수 있다. 다만, Fail-safe N 9,441이 Tolerance level 360보다 크기 때문에 메타 분석 결과가 안정적이라 할 수 있다.

다. 창의성 하위변인 효과크기

창의성 관련 하위변인들의 연구방법에 따른 효과크기를 분석한 결과는 Table 9과 같다. 먼저 유창성이 0.929(CI :0.687-1.171)로 가장 높게 나타났으며, 높은 효과크기를 나타내며 그 뒤를 이어 융통성 0.881.(CI :0.641-1.121), 독창성 0.838(CI :0.578-1.098), 제목의 추상성 0.705(CI :0.333-1.076), 정교성 0.653(CI :0.297-1.008), 종결에 대한 저항 0.527(CI :0.216-0.838)로 나타났다. 유창성, 융통성, 독창성에 있어서는 높은 효과크기를 나타내고 있으면 제목의 추상성, 정교성, 저항에 대한 종결에서는 중간 크기의 효과크기를 나타내고 있다. 그리고 하위변들 간의 동질성 검증에서 p-value=0.360(Q-value : 5.478, df(Q) : 5)로 자료의 동질성은 검증되었다.

하위변인들의 연구방법에 따른 효과크기에서 모든 분야에서 높은 효과크기를 나타내고 있다. 다만 단일집단 실험의 제목의 추상성 0.2701(CI : -0.0029-0.5431)과 실험·통제집단의 정교성 0.2465(CI : -0.1658-0.6588)은 신뢰구간에 “0”이 포함되어 있어 통계적으로 유효하지 않은 것으로 나타났다.

라. 창의성 하위변인의 출판편의(Publication bias)와 민감도 분석(Sensitivity analysis)

창의성 하위변인들의 출판편의를 알아보기 위해 Egger’s 회귀선과 민감도 분석결과는 Table 10와 같다. 대체적으로 Fail-safe N이

Tolerance-level보다 크게 나타나 출판편의가 없으며 안정적인 것으로 나타났으나, 위 효과크기 분석에서 통계적으로 유효하지 않은 단일집단 실험의 제목의 추상성, 실험·통제집단 실험의 정교성과 저항에 대한 종결 변인은 Fail-safe N이 Tolerance-level보다 적은 것으로 나타나 출판편의가 있는 것으로 판단할 수 있다. 단일집단 실험에 있어서 독창성과 저항에 대한 종결 변인의 경우 이상치 자료를 조정함에 따라 평균 효과크기가 하향으로 조정되어 독창성에서는 3개, 저항에 대한 종결에서는 1개의 자료가 특이하게 높게 나타났음을 알 수 있었다. 이는 통계적 효과가 없는 논문이 출판되지 않은 것으로 추측 할 수 있겠다.

3. 문제해결력의 연구방법 및 연구자에 따른 차이분석

가. 연구방법 및 연구자에 따른 효과크기

문제해결력에 있어서 실험설계 즉 단일집단과 실험·통제집단에 따른 평균 효과크기를 분석한 해 보면 Table 11과 같다. 먼저 단일집단 실험에서 평균 효과크기(Hg)는 0.6839 이고, 95% 신뢰구간은 (0.4540, 0.9138)이며, 표준화 평균 차 검증에 의하면 유의확률 (p값)은 <0.0001로 연구 간 차이가 있다고 할 수 있다. 즉 학생들에 대한 융합인재교육은 교육 전후에 따라 점수 차이가 있으며, 중간정도의 효과크기를 나타내고 있다. 단일집단에서 연구자별 차이를 보면 비교사가 연구한 문제해결력의 효과크기는 0.8434(CI : 0.2911-1.3957)으로 교사들이 연구한 것보다 높게 나타났다.

실험·통제집단 실험에서 평균 효과크기는 0.7429 이고 95% 신뢰구간은 (0.4860, 0.9998)이며, 표준화 평균 차 검증에 의하면 유의확률 (p값)은 <0.0001로 연구 간 차이가 있다고 할 수 있다. 즉 학생들에 대한 융합인재교육은 문제해결력에 향상에 차이가 있으며, 높은 효과크기를 나타내고 있다. 연구간 변동  $r^2$ 에 대하여 추정 값은 0.1522이다. 실험·통제집단 실험내에서 연구자별 차이를 보면 비교사들의 연구에서 평균 효과크기가 1.1928(CI : -0.9559-3.3416)으로 교사보다 높게 나타났다. 그러나 신뢰구간이 “0”을 지나고 있어 통계적으로

Table 10. Test of publication bios using Egger’s regression line & Sensitivity

구분		Regression			p-value	Sensitivity		Trim-and-fill		
		Intercept	95%			Fail-safe N	Tolerance-level	method	Imputation	Resulting meta-analysis outcome
			Lower	Upper						
Flexibility	single case	2.332	-0.2638	4.9297	0.0672	66	40	Lo	3	0.5104
	control group posttest	5.2774	0.6645	9.8904	0.0278	613	90	Lo	0	
Fluency	single case	1.1009	-2.2567	4.4584	0.4912	438	85	Lo	0	
	control group posttest	5.5400	2.5958	8.4842	0.0008	1394	125	Lo	0	
Originality	single case	0.7686	-0.8773	2.5145	0.3315	497	85	Lo	3	0.6906(↓)
	control group posttest	5.5666	0.8479	10.4853	0.0233	903	130	Lo	0	
Abstractness of Titles	single case	0.5875	-3.1409	4.3159	0.7022	4	45	Lo	0	
	control group posttest	9.3883	2.9809	15.7958	0.0105	136	55	Lo	0	
Elaboration	single case	-2.0049	-6.4328	2.4230	0.3368	217	70	Lo	0	
	control group posttest	-2.7007	-9.5481	4.1467	0.4118	61	90	Lo	0	
Resistance to Premature Closure	single case	0.4869	-2.1550	3.1289	0.5109	43	30	Lo	1	1.1072(↓)
	control group posttest	-1.4501	-10.7797	7.8795	0.707	33	45	Lo	0	

Table 11. Effect size of STEAM research on problem solving

구분	Number of cases	Number of students	HG	95%		z	p	$\tau^2$
				Lower	Upper			
single case	15	1,440	0.6839	0.4540	0.9138	5.8298	< 0.0001	-
teacher	10	824	0.5843	0.3920	0.7767	5.9540	< 0.0001	0.0372
non-teacher	5	616	0.8434	0.2911	1.3957	2.9929	0.0028	0.3496
control group posttest	14	851	0.7429	0.4860	0.9998	5.6678	< 0.0001	0.1522
teacher	13	813	0.6298	0.4218	0.8379	5.9341	< 0.0001	0.0677
non-teacher	2	152	1.1928	-0.9559	3.3416	1.0881	0.2766	2.2963

유효하지 않다고 볼 수 있다. 사례수가 적어 정확한 측정이 이루어지지 않았음을 알 수 있다.

문제해결력의 단일집단 교사 및 비교사와 실험집단 교사 및 비교사의 Forest plot은 Figure 4와 같다. 위 분석에서 같이 실험·통제집단 비교사의 Forest plot는 다이아몬드가 “0”에 걸쳐있어 통계적으로 효과가 없는 것으로 나타났다.

나. 출판편의와 민감도 분석

문제해결력에 있어서 실험설계 즉 단일집단과 실험·통제집단에 따른 출판편의 및 민감도 분석은 Table 12과 같다. 먼저 단일집단 사전사후 실험의 출판편의를 검증하기 위해 Egger의 회귀선을 이용한 검증에서 절편은 1.0419로 추정되며, 유의확률 0.4215로 추정된 회귀선이 원점을 지난다는 귀무가설이 채택됨으로 출판편의가 존재하지 않는다고 판단 할 수 있다. Fail-safe N 529로 Tolerance level 85보다 크기 때문에 메타분석 결과가 안정적이라 할 수 있다.

실험·통제집단의 실험에서 Egger의 회귀선 절편은 4.4461로 추정되며, 유의확률 0.0018로서 출판편의가 존재한다고 볼 수 있다. 다만, Fail-safe N 320이 Tolerance level 80보다 크기 때문에 메타분석 결과가 안정적이라 할 수 있다.

위 분석에서 통계적으로 유효하지 않은 실험·통제집단의 비교사 부분에 있어서는 출판편의가 있고 안정성확보에 실패하였다. 실험·통제집단의 교사 부분에 있어서 이상치 자료 5개를 보정한 후 분석한 효과크기는 0.4263으로 하향 조정되었다.

4. 중재변인에 따른 효과크기의 차이분석

학교급 별, 학생구분 및 지역별에 대하여 효과크기를 분석한 결과는 Table 13과 같다.

먼저 창의성에 있어서 유의확률 p<0.05 이하로 통계적으로 유의하게 나타났으므로 융합인재교육을 함으로 인한 창의성 효과는 하지 않는 것보다는 차이가 있는 것으로 나타났다. 연구대상 학생이 일반

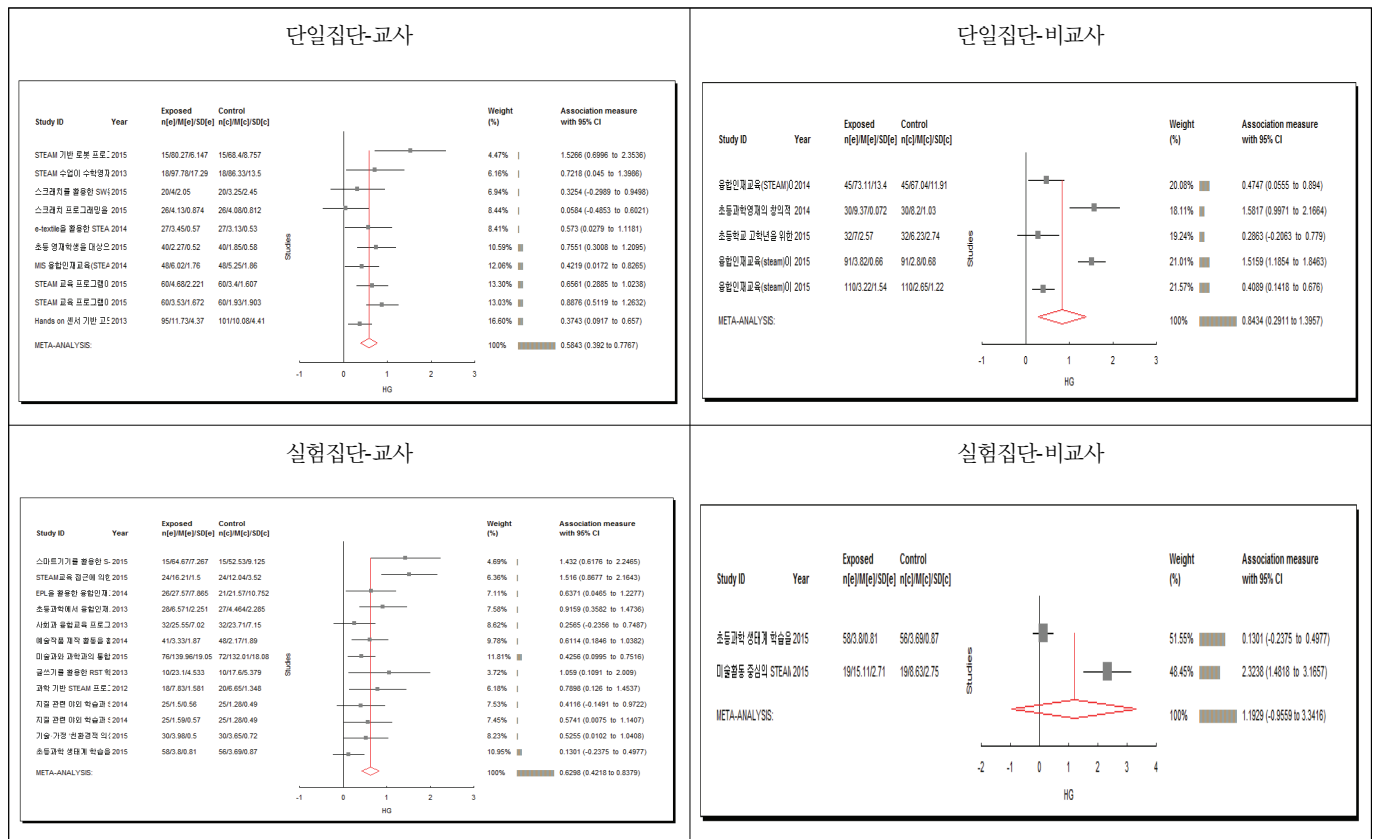


Figure 4. Problem solving forest plot

Table 12. Test of publication bias using Egger's regression line & Sensitivity

구분	Regression			p-value	Sensitivity		Trim-and-fill		Resulting meta-analysis outcome
	Intercept	95%			Fail-safe N	Tolerance-level	method	Imputation	
		Lower	Upper						
single case	1.0419	-2.8864	4.9702	0.5764	529	85	Lo	0	
teacher	1.2588	-1.9891	4.5068	0.3975	154	60	Lo	0	
non-teacher	2.3301	-16.2082	20.8684	0.7159	107	35	Lo	0	
control group posttest	4.4461	2.0246	6.8675	0.0018	320	80	Lo	0	
teacher	3.5222	1.2700	5.7745	0.0055	228	75	Lo	5	0.4263(↓)
non-teacher	9.0640	-	-	-	8	20	Lo	5	

학생 또는 영재학생으로 구분하여 분석한 결과 일반학생(0.838, CI : 0.705-0.970)이 영재학생(0.532, CI : 0.213-0.851)보다 효과크기가 더 높은 것으로 나타났다. 학교급 별로 보면 유치원(1.472, CI : 1.088-1.856)으로 가장 높게 나타났고, 이어서 고등학생(0.743, CI : 0.255-1.231), 초등(고)(0.726, CI : 0.515-0.927), 초등(저)(0.656, CI : 0.455-0.858), 중학교(0.491, CI : 0.245-0.736) 순으로 효과크기가 큰 것으로 나타났다. 지역별로 보면 대도시(0.873, CI : 0.741-1.006)가 중소도시(0.653, CI : 0.415-0.891)보다 높은 것으로 나타났다.

다음은 문제해결력에 있어서 학교급 별에 있어서는 초등(고)를 제외하면 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 즉 융합인재교육의 효과가 없다는 것으로 나타났다. 이는 충분한 사례가 없어 나타난 현상으로 보여 진다. 학생구분에 있어서는 창의성과는 반대로 영재학생(0.916, CI : 0.499-1.334)이 일반학생(0.482, CI : 0.288-0.675)보다 효과크기가 더 큰 것으로 나타났다. 지역별로도 창의성 보다는 반대로 중소도시(0.630, CI : 0.437-0.823)가 대도시(0.540, CI :

0.179-0.901)보다 효과크기가 더 크게 나타났다.

#### IV. 결론 및 제언

국내 융합인재교육은 2010년 12월 교육과학기술부의 ‘창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국’ 보고서에서 융합인재교육(STEAM)이 제안된 이래, 우리나라 융합인재교육은 창의적인 미래 인재 확보를 위한 매우 중요한 교육적 접근으로서 교육현장에 급속하게 추진·확산되고 있다. 본 연구는 창의인재의 양성이라는 필요성에 부응하여 수행된 다양한 융합인재교육 중 2012년부터 2015년 까지 최근 4년간 융합인재교육의 효과를 분석한 석·박사 학위 논문과 학술지 논문을 대상으로 메타분석을 실시하였다. 총 분석대상 논문 75 편의 논문으로부터 총 183개의 효과크기를 산출하고, 연구의 종속변인인 창의성과 그 하위변인, 문제해결력과 중재변인인 연구자, 대상 지역, 학생구분, 실험설계유형, 학교급 별에 따라 효과크기에 어떠한

Table 13. Comparison of effect sizes with different intervention variables

		N	ES	SE	Var	95% CI	Z	p	$\tau^2$
창의성									
학생구분	일반	133	0.838	0.068	0.005	0.705-0.970	12.405	0.000	0.520
	영재	21	0.532	0.163	0.026	0.213-0.851	3.268	0.001	0.481
학교급별	유치원	31	1.472	0.198	0.038	1.088-1.856	7.514	0.000	1.044
	초등(저)	32	0.656	0.103	0.011	0.455-0.858	6.378	0.000	0.265
	초등(고)	62	0.721	0.105	0.011	0.515-0.927	6.865	0.000	0.607
	중학교	24	0.491	0.125	0.016	0.245-0.736	3.921	0.000	0.317
	고등학교	5	0.743	0.249	0.062	0.255-1.231	2.987	0.003	0.266
지역별	대도시	98	0.873	0.068	0.005	0.741-1.006	12.932	0.000	0.358
	중소도시	58	0.653	0.121	0.015	0.415-0.891	5.381	0.000	0.763
문제해결력									
학생구분	일반	21	0.482	0.099	0.010	0.288-0.675	4.882	0.000	0.154
	영재	8	0.916	0.213	0.045	0.499-1.334	4.300	0.000	0.275
학교급별	유치원	2	0.163	0.425	0.181	-0.671-0.997	0.384	0.701	0.269
	초등(저)	2	0.110	0.152	0.023	-0.187-0.407	0.725	0.469	0.000
	초등(고)	21	0.657	0.098	0.010	0.466-0.849	6.716	0.000	0.151
	중학교	3	0.998	0.644	0.415	-0.265-2.260	1.549	0.121	1.084
	고등학교	1	0.282	0.164	0.027	-0.040-0.605	1.717	0.086	0.000
지역별	대도시	11	0.540	0.184	0.034	0.179-0.901	2.935	0.003	0.292
	중소도시	18	0.630	0.098	0.010	0.437-0.823	6.402	0.000	0.126

차이가 있는지를 분석하였다. 분석대상 논문에 제시된 종속변인의 효과검증 항목을 먼저 창의성과 문제해결력에 대한 효과크기를 분석하였다. 창의성 하위변인으로 융통성, 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 종결에 대한 저항성 대하여 분석하였다. 그리고 각 종속변인들에 대한 중재변인으로 연구자와 연구설계 방법에 따른 차이 분석과 학생구분, 학교급별, 대상지역에 따른 효과크기를 분석하였다. 그리고 각 분석에 대한 효과크기의 출판편의 및 Funnel plot을 제시하였으며 개별 논문별 특성을 파악하기 위하여 Forest plot를 제시하였다.

분석자료의 특성을 보면 연구자에 있어서 비 교사가 17건 보다 현직 교사가 58건으로 나타났다. 이는 현직 교사가 실험대상자와의 접근이 수월하고 직접 융합교육을 지도하기 때문에 그 효과에 대한 관심이 많을 것으로 볼 수 있겠다. 대상지역을 보면 대도시 및 중소도시가 비슷한 수준으로 전국적인 관심분야라는 것으로 파악할 수 있겠다. 학생구분에 있어서는 영재학생 대상이 14개(18.6%)이고 일반학생 대상이 61개(81.4%)이며, 발표논문에 있어서는 학위논문 47개(62.6%)이고 학술지 논문은 28개(37.4%)였다. 융합인재교육의 중점과목에 있어서는 과학이 36개(48.0%)로 가장 많았고 예술 21개, 기술과 공학이 각각 9개로 나타났는데 이는 An & Yoo (2015)의 영재 교육에서의 융합인재교육 연구 동향에서 나타난 과학>예술>기술공학 순위와 일치하였다. 학교급 별로 보면 초등학교를 대상으로 한 연구가 54개(72.0%)로 나타났고 유치부와 중학교가 9개 고등학교는 3개로 나타났다. 교육횟수에 있어서는 10~29차수가 41개(54.6%)로 10차수 이내가 22개, 20차수 이상은 12개로 나타났다. 출판연도를 보면 2012년에 7개, 2013년도 22개, 2014년도 20개, 2015년도 27개로 매년 증가하고 있는 것으로 나타났다.

효과분석 결과에 따르면 창의성에 대한 전체 효과크기가 0.776로 나타나 융합인재교육이 창의력 향상에 효과가 있음을 알 수 있다. 문제해결력에 있어서는 0.584로 나타나 중간 정도의 효과크기를 나타내고 있다. 이는 Kang & Bak(2014)의 창의성 및 문제해결력 관련 메타분석에서도 창의성이 문제해결력 보다 높게 나타났다. 융합인재교육은 교육이므로 Wolf(1986)의 기준에 따르면 효과크기가 모두 0.25이상 이고  $p < 0.000$ 으로 교육적으로 유의미한 것으로 해석할 수 있다. 이는 Kim & Won (2014)의 창의성 효과 메타분석에서 전체 효과크기 0.703로 비슷하게 나타났으며, Kim *et al.* (2015)의 창의성 메타분석에서 전체 효과크기가 1.02이고 문제해결력은 0.66로 나타난 것과 창의성이 문제해결력보다 더 높게 나타 대체로 연구의 결과는 일치하는 것으로 나타났다.

창의성에 있어서 연구방법과 연구자에 따른 효과크기를 비교해보면 단일집단에서 교사들의 연구한 것은 0.725로 나타났고 대학원생 등 비 교사들이 연구한 것은 0.629로 조금 낮게 나타났다. 두집단 사후비교에서 보면 교사들이 연구한 것은 0.874로 높은 수준의 효과크기를 나타내고 있으며, 비 교사들의 경우 0.442로 가장 낮게 나타났다. 즉 융합인재교육에 있어서 창의성 향상은 두집단 사후비교와 교사들의 연구에서 효과크기가 가장 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

창의성 하위변인들의 연구방법에 따른 차이를 보면 유창성이 0.929로 가장 높게 나타났고, 융통성 0.881, 독창성 0.838, 정교성 0.653, 제목의 추상성 0.705, 종결에 대한 저항 0.527로 나타났다. 이는 Lee & Cho(2014)의 창의성 연구에서 나타난 창의성 하위변인의 효과크기 순서인 유창성, 융통성, 독창성, 정교성과 일치하였다.

다음은 문제해결력의 연구방법 및 연구자의 분석을 보면 단일집단의 경우 비 교사들이 연구한 것이 0.843이고 교사들이 연구한 것을 보면 0.584로 나타났고, 두집단 사후비교 연구에서는 비 교사들이 연구한 것이 1.193, 교사들이 연구한 것은 0.629로 대체로 비 교사들이 연구한 논문에서 문제해결력은 높게 나타났다.

연구의 종속변인인 창의성과 문제해결력과 연구의 중재변인인 연구자, 대상지역, 학생구분, 실험설계 유형, 학교별로 효과크기에 어떤 차이가 있는지를 분석하였다. 먼저 창의력에 있어서 학생구분을 보면 일반 0.838로 영재 0.532보다 높게 나타났는데 이는 영재들보다 일반 학생들에게 융합인재교육의 효과가 더 높게 나타난다는 것을 알 수 있다. 학교급 별로 보면 유치원생이 1.472로 가장 높게 나타났고 그 다음이 고등학교 0.743, 초등(고) 0.721, 초등(저) 0.656, 중학교 0.491로 나타났다. 이는 Kim *et al.* (2015)과 Kang & Bak(2014)의 창의성 메타분석과 결과 유치원, 고등학교, 초등학교, 중학교 순으로 나타난 것과 일치하였다. 융합인재교육의 창의성 효과는 연령대에 따라 규칙적으로 변하는 것이 아니라는 것을 알 수 있다. 지역별로 보면 대도시가 0.873이고 중소도시는 0.653으로 대도시 학생들에게서 더 높게 나타났다.

다음은 문제해결력에 있어서 보면 학생구분에서 영재학생이 0.916으로 일반학생 0.482보다 월등히 높다는 것을 볼 수 있겠다. 학교급 별로 보면 중학생이 0.998로 가장 높게 나타났고, 초등(고) 0.657으로 중간 크기의 효과크기를 보이고 있으나 유치원, 초등(저), 고등학교 낮은 효과크기를 나타내고 있다. 이는 초등(고)를 제외하면 창의성 효과크기와 반대의 결과를 보이고 있다. 지역별로 보면 대도시가 0.540, 중소도시 0.630으로 나타나 큰 차이를 보이지 않고 있으나 창의성과는 반대의 결과를 보이고 있다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 먼저, 본 연구에서는 국내 융합인재교육(STEAM)의 효과를 메타분석을 통해 알아보았다. 국내에서 지금까지 융합인재교육에 대한 창의성과 문제해결력의 메타분석을 실시한 연구가 그리 많지 않은 상황에서 2012년 이후 실시한 국내 융합인재교육의 창의성 및 문제해결력 효과 관련 연구들 전체에 대해 분석한 후, 이들 연구들 중에서 메타분석이 가능한 연구들을 대상으로 메타분석을 실시하고 그 평균의 효과크기를 제시하였다는 점에서 본 연구의 의의가 있다고 할 수 있다.

둘째, 본 연구에서는 메타분석 연구의 의의로는 인구통계학적인 중재변인으로 연구자와 연구방법에 대하여 어떠한 차이가 분석한 것이다. 단일집단 사전사후 연구와 실험집단 통제집단의 사후 통계치를 대상으로 연구자는 교사와 비교사로 구분하여 연구하였다. 창의력에 있어서는 연구방법과 연구자에 따라 차이가 있다는 것이 밝혀졌다. 문제해결력에 있어서는 사례수가 많은 교사에 있어서는 차이가 있는 것으로 나타났으나 비 교사에 있어서는 연구방법이나 연구에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

마지막으로 융합인재교육의 효과는 학교급별 분석에 있어서 학령에 따라 상승 또는 하향하는 것이 아니라 는 것이 밝혀졌다. 융합인재교육의 효과를 높이기 위해서는 어느 분야에 대한 학습효과를 기대할 것인가를 먼저 확정하고 학교 급별에 따라 교육을 실시해야 할 것이다.

본 연구에서는 통합교육의 효과를 판단할 수는 있으나 효과가 나타나는 원인이나 학습 원리에 대해서는 구체적으로 설명할 수 없었다. 효과적인 융합인재교육이 이루어지는 학습과정을 파악하기 위해서는

학습이 이루어지는 과정을 좀 더 세분화하여 범주를 설정하고 이에 따른 효과크기를 분석하려는 노력이 필요할 것으로 생각된다. 또한 연구기간이 짧아 연구의 흐름이나 방향을 알아보는 데는 한계가 있다. 이 연구는 국내에서 이루어진 융합인재교육에 대해 기존의 범주유형과 다른 연구방법과 연구자를 기준으로 한 것이다. 이 연구에서 얻어진 시사점은 추후 미래 인재양성을 위한 융합인재교육의 효과적인 실행과 개선에 활용될 수 있을 것이다. 또한 앞으로 연구되는 융합인재교육 연구의 누적된 자료는 연구 시기나 앞으로의 연구의 흐름을 밝히는 좋은 계기가 될 것이다.

## 국문요약

미래교육의 새로운 비전으로 융합과 창의성을 기조로 한 융합인재교육이 초·중·고등학교 현장에서 활발하게 진행되고 있다. 그동안 융합인재교육 연구는 영재교육 영역에서 초·중·고등학생 대상 연구가 중점적으로 이루어졌으며, 개별적 단위로서의 효과성 연구가 주로 진행되었다. 이에 본 연구는 메타분석을 적용하여 선행연구결과에 대한 체계적이고 종합적인 결론을 정리해봄으로써 융합인재교육을 활용한 창의성 개발에 유용한 정보를 제공할 목적으로 시행되었다.

분석은 2012년부터 2015년 까지 최근 4년간 발표된 융합인재교육의 효과를 분석한 석·박사 학위 논문과 학술지 논문을 대상으로 메타분석을 실시하였다. 총 분석대상 논문 75편의 논문으로부터 총 183개의 효과크기를 산출하고, 연구의 종속변인인 창의성과 그 하위변인, 문제해결력과 중재변인인 연구자, 대상지역, 학생구분, 실험설계유형, 학교급 별에 따라 효과크기에 어떠한 차이가 있는지를 분석하였다. 창의성에 대한 전체 효과크기가 0.776로 나타났고, funnel plot에서 대칭성을 만족하고 있어 출판편의가 존재하지 않는다고 볼 수 있으며, fail-safe N이 780개로 8,945보다 작으므로 이 연구 결과는 신빙성이 있다고 주장할 수 있다. 또한, 문제해결력에 있어서는 0.584로 나타나 중간 정도의 효과크기로 나타났고, funnel plot에서 대칭성을 만족하고 있으므로 출판편의가 존재하지 않으며, fail-safe N이 780개로 1,170보다 작으므로 이 연구 결과는 신빙성이 있다고 주장할 수 있다. 창의성 하위변인들의 연구방법에 따른 차이를 보면 유창성이 0.929로 가장 높게 나타났고, 융통성 0.881, 독창성 0.838, 정교성 0.653, 제목의 추상성 0.705, 종결에 대한 저항 0.527로 나타났다.

본 연구는 융합인재교육의 효과를 메타분석으로 그 평균의 효과크기를 제시했다는 점에서 의의를 찾을 수 있다. 연구결과 통합교육의 효과는 판단할 수 있었으나 효과의 원인, 학습원리에 대해서는 구체적인 발견이 어려웠다. 융합인재교육의 효과는 학령에 따라 상승 또는 하향하는 것이 아니라 그것이 밝혀졌으며, 창의력에 있어서는 연구방법과 연구자에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다.

**주제어 :** 메타분석, 융합교육(STEAM), 창의성, 창의적 문제해결력

## References

An, H. & Yoo, M. (2015). Analysis of Research Trends in STEAM Education for the Gifted. *Journal of Gifted/Talented Education* 25(3).  
Borenstein, M., Cooper, H., Hedges, L., & Valentine, J. (2009). Effect sizes for continuous data. *The handbook of research synthesis and meta-analysis*, 2, 221-235.

Cho, H., Kim, H., & Heo, J. (2012). Understanding of STEAM though Field Application Case. KEDI Issue Paper.  
Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.  
Chun, K. (2005). *Creology*. Seoul: Hakmusa.  
Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational researcher*, 5(10), 3-8.  
Han, H. (2013). The Analysis of Research Trends on STEAM Instructional Program and the Development of Mathematics-Centered STEAM Instructional Program. *Communications of mathematical education*, 27(4), 523-545.  
Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. NY: Academic Press.  
Jackson, G. B. (1980). Methods for integrative reviews. *Review of educational research*, 50(3), 438-460.  
Jung, K., & Shin, H. (2015). The Meta-Analysis of Studies about the effects of Inclusive Education in Korea. *The Journal of Special Children Education*, 17(3), 203-231.  
Kang, H. S., & Bak, B. G. (2014). A Meta-Analysis on the effects of Creativity programs, *The Korean Journal of Educational Psychology*, 24(4), pp. 735-759.  
Kim, J. (2011). A Cubic Model for STEAM Education. *The Journal of Korea Technology Education Association*, 11(2), 124-139.  
Kim, J., Park, E., Park, J., Bang, D., Lee, Y., & Yoon, H. (2015). A Meta-Analysis on the Effects of Integrated Education Research. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 35(3).  
Kim, J. & Won, H. (2014) The Effect of Creativity in STEAM Education by Meta-Analysis in Elementary school. *Journal of Educational Evaluation*, 27, 965-985.  
Kim, W. (2012). STEAM Program Development and Application for Improving Creativity of the Gifted Elementary Student about Math : Focused on 4D-Frame Teaching Aid Activity. The Graduate School of Korea national University of Education. Master's thesis.  
Kook, S., Han, H., Kim, G., & Choi, K. (2008). The Anti-diabetic Effect of Ginseng in Experimental Diabetic Rats: Meta Analysis. *Journal of the Korean Data Analysis Society*.  
Lee, S. (2013). A Meta Analysis on Variables of Satisfaction in Elder's Lifelong Education. The Graduate School of Soongsil University. Master's thesis.  
Lee, H. (2004). The Effects of Creative Cognition Training Program for Elementary School Students' Creativity. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 18(3), 211-229.  
Lee, H., Kwon, Y., Kim, S., Son, S., Han, W. S., Hong, S. K., Park, B. Y., & Jeon, J. (2014). An analysis of the trends of domestic research related to integrated education in science. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 18(2), 295-319.  
Lee, H., Son, D., Kwon, H., Park, K., Han, I., Jung, H., Lee, S., Oh, H., Nam, J., & Oh, Y. (2012). Secondary Teachers' Perceptions and Needs Analysis on Integrative STEM Education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(1).  
Lee, S., & Lee, H. (2013). The Effects of Science Lesson Applying STEAM Education on the Creativity and Science Related Attitudes of Elementary School Students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 60-70.  
Lee, Y. & Cho, Y. (2014). A Meta-Analysis of the Effects of Creativity Training Programs in Elementary Practical Arts. *Journal of Korean practical arts education*, 27(2).  
Nickerson, R. S. (1999). *Enhancing creativity*. YN: Cambridge university press.  
Oh, S. (2011). *Theory and Practice of Meta-analysis*. press. kunkuk.  
Park, H., & Shin, Y. (2012). Effects of Science Lesson Applying STEAM Education on Self-efficacy, Interest, and Attitude towards Science. *Biology Education*, 40(1), 132-146.  
Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological bulletin*, 86(3), 638.  
Ryu, J. (2012). The Effects of Brain based STEAM Education on Creativity and Emotional Intelligence of the Science Gifted Elementary Students and Elementary General Students. The Graduate School of Korea national University of Education. Master's thesis.  
Suh, M. (2009). The Effect of Creativity Course on Creative Personality and Creativity for Graduate Students in Education. *The Journal of Yeolin Education*, 17, 1-25.  
Torrance, E. P. & Ball, O. E. (1992). *Torrance Tests of Creative Thinking: Streamlined scoring guide Firgural A and B*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.  
Wolf, F. (1986). *Meta-analysis: Quantitative methods for research synthesis*. Beverly Hills, CA: Sage.

<첨부> 분석대상 논문 목록

연번	제목	저자	발행처	년도	구분
1	EPL을 활용한 융합인재교육(STEAM)이 문제해결력에 미치는 영향	홍수빈	경인교육대학교	2014	학위
2	e-textile을 활용한 STEAM 교육이 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향	박영선	한국교원대학교	2014	학위
3	Hands on 센서기반 고도화된 STEAM 교육프로그램의 효과	김석희, 유현창	한국컴퓨터교육학회	2013	학술
4	ICM 기반 과학통합프로그램(Project Clarion)이 초등 저학년 학생의 과학적 개념과 창의성에 미치는 영향	이방실	승실대학교	2015	학위
5	MIS 융합인재교육(STEAM) 프로그램이 초등과학 영재의 창의적 인성, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향	김지환 등	한국초등과학교육학회	2014	학술
6	PRIDE 융합인재교육 원리에 따른 초등과학교육에서 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 영향	김혜란, 최선영	교육문화연구회	2015	학술
7	RSP모형을 적용한 초등실과 교과에서의 발명교육프로그램이 창의성에 미치는 효과 : ‘생활과 기술’단원 중심으로	김소영	서울교육대학교	2015	학위
8/9	STEAM 교육프로그램이 초등과학 영재학생과 일반학생의 과학 창의적 문제해결력과 과학학습 흥미도에 미치는 영향	최종문	대구교육대학교	2015	학위
10	STEAM 기반 로봇 프로그래밍 교육이 중등정보영재 학생의 창의적 문제해결력 향상에 미치는 영향	이홍규	한국교원대학교	2015	학위
11	STEAM 수업 자료 개발 및 적용을 통한 중등 수학 영재의 창의성 변화 분석	김태미	이화여자대학교	2014	학위
12	STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과	김미숙	대구교육대학교	2013	학위
13	STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학교과 흥미도에 미치는 영향	김덕호	한국과학교육학회	2014	학술
14	STEAM 프로그램을 적용한 수업이 중학생의 학업성취도, 창의적 사고, 과학적 태도 및 진로성숙도에 미치는 영향	김영희	부산대학교	2015	석사
15	STEAM활동이 초등학생의 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향	채희인, 노석구	경북대학교 과학교육연구소	2013	학술
16	STEAM(융합인재교육) 기반의 환경미술교육이 유아의 창의성 및 환경 친화적 태도에 미치는 효과	윤지선	동국대학교	2015	학위
17	STEAM교육 접근에 의한 발명활동이 유아의 창의성 및 과학적 문제해결력에 미치는 영향	김남희	한국유아교육학회	2015	학술
18	STEAM프로그램을 이용한 초등학생의 창의적 사고력에 미치는 효과	이미주	고려대학교	2015	석사
19	과학기반 STEAM프로그램이 초등과학 영재학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향	김권숙, 최선영	한국초등과학교육학회	2012	학술
20	과학기반 STEAM을 적용한 과학수업이 초등학생들의 과학관련 태도 및 과학탐구능력에 미치는 영향	허소윤	한국교원대학교	2014	석사
21	과학기반 STEAM을 적용한 ‘태양계와 별’ 단원수업이 창의적 사고 활동 및 과학적 태도에 미치는 영향	이형민	부산교육대학교	2013	학위
22/23	과학과 예술을 융합한 과학수업이 고등학생들의 인식에 미치는 영향	황주란	한국교원대학교	2014	학위
24	과학기반 STEAM 전문학습 프로그램이 공간지각능력 및 과학적 태도에 미치는 효과	이용섭, 김순식	대한지구과학교육학회	2012	학술
25	글쓰기를 활용한 RST 학습이 초등 정보영재의 문제해결력에 미치는 영향	전수련	한국교원대학교	2013	학위
26	기술·가정 ‘친환경적 의생활과 옷 고쳐 입기’ 단원 STEAM 교수·학습 과정안 개발과 평가	신성미	한국교원대학교	2015	학위
27/28	뇌 기반 STEAM 교육이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성과 정서지능에 미치는 효과	류제정	한국초등과학교육학회	2013	학술
29	디지털 스토리텔링 기반의 STEAM 수업 프로그램 개발 및 적용 효과	이하룡	부산대학교	2013	학위
30	로봇을 활용한 STEAM 기반 학습이 초등영재의 창의성 신장에 미치는 영향	유선경	한국교원대학교	2013	학위
31	로봇을 활용한 STEAM기반 프로그래밍교육이 초등학생의 창의성 및 인성에 미치는 효과	채수풍	한국정보교육학회	2015	학술
32	만 5세 유아를 위한 창의적 예술·과학 융합프로그램의 개발 및 적용효과	최지원	경희대학교	2014	학위
33	미술, 과학 교과의 융합인재교육(STEAM)프로그램이 창의성과 과학적 사고에 미치는 영향에 관한 연구	이정아	한양대학교	2015	학위
34	미술·과학 융합교육(STEAM) 프로그램이 유아의 창의성 발달에 미치는 효과	박은성	명지대학교	2013	학위
35	미술과 통합한 유아과학교육 프로그램의 개발 및 적용 효과	김남연	중앙대학교	2012	학위
36	미술과와 과학과의 통합적 접근에서 PBL모형의 적용이 문제해결력에 미치는 영향 : 고등학교 1학년을 중심으로	김가영	이화여자대학교	2015	학위
37	미술활동중심의 STEAM(융합인재)교육이 유아의 창의적 문제해결력, 자기효능감, 의사소통능력에 미치는 영향	조여울	건국대학교	2015	학위
38	보드게임기반 수학 STEAM 교육 프로그램이 융합인재역량에 미치는 영향	김형식	경인교육대학교	2015	학위

39	사회과 융합교육 프로그램 개발 및 적용 효과	이수진	서울교육대학교	2013	학위
40	산책을 통한 STEAM 활동이 유아의 과학적 탐구능력과 창의성에 미치는 영향	김보영	한국유아교육학회	2015	학술
41	새노래 지도 시 노랫말 바꾸어 부르기 활동이 유아의 창의성에 미치는 영향	김혜진	이화여자대학교	2013	학위
42	센서 기반 스크래치 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용	김태훈	한국정보교육학회	2014	학술
43	스마트기기를 활용한 S-STEAM교육이 지적장애학생의 창의성과 과학에 대한 태도에 미치는 영향	현진주	한국교원대학교	2015	학위
44	스크래치프로그래밍 기반 교육용 로봇활용수업이 초등학생의 창의성과 논리적 사고력에 미치는 영향	장윤호	건국대학교	2015	학위
45	스크래치프로그래밍을 활용한 “작은생물” STEAM 수업이 초등과학영재에게 미치는 효과	최영미	한국초등과학교육학회	2015	학술
46	스크래치를 활용한 STEAM 기반 교육 프로그램 개발 및 적용 -초등학교 6학년 과학교과를 중심으로	오정철 등	한국컴퓨터교육학회	2012	학술
47	스크래치를 활용한 SW융합교육 프로그램이 초등학생의 ICT소양과 SW인식에 미치는 영향	홍정미	경인교육대학교	2015	학위
48	스크래치를 활용한 초등학교의 창의적 STEAM 프로그램 개발 및 적용	신승기	대구교육대학교	2012	학위
49	스토리텔링 교육연극 기반 steam 교육이 초등학생들의 과학적 태도에 미치는 효과	태진미, 박양숙	창의력교육연구회	2013	학술
50	식물의 관다발계와 동물의 순환계를 연계한 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용	한명재	제주대학교	2014	학위
51	실과교과 주제중심의 STEAM 프로그램이 창의성에 미치는 영향	김은향	서울교육대학교	2013	학위
52	영재를 위한 융합인재교육프로그램의 개발 및 효과성 분석에 관한 연구	박정은	인천대학교	2014	학위
53	영재학생들의 창의성과 학업적 자기효능감에 미치는 융합인재교육의 효과	최보라	한국교원대학교	2013	학위
54	예술작품 제작 활동을 활용한 STEAM 교육이 초등학생의 학습 몰입도와 과학 창의적 문제해결력에 미치는 영향	조순영	이화여자대학교	2014	학위
55	융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학관련 태도에 미치는 영향	이시예, 이형철	한국초등과학교육학회	2013	학위
56	융합 인재교육(STEAM)에 기반 한 조형 활동이 유아의 창의성에 미치는 영향 : 움직이는 조형 활동을 중심으로	유윤정	명지대학교	2013	학위
57	융합인재교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과	장진경	대구교육대학교	2014	학위
58	융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향	박혜원	한국생물교육학회	2012	학술
59	융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등과학 수업이 창의적 사고와 정서지능에 미치는 영향	배진호 등	한국초등과학교육학회	2014	학술
60/61	융합인재교육(steam)이 초등학교 고학년의 과학적 태도 및 창의적 문제해결에 미치는 영향	홍광표, 조준오	한국교육문제연구회	2015	학술
62	융합인재교육(STEAM)이 초등학생의 창의성과 학습몰입에 미치는 효과	조보람, 이정민	학습지중심교과교육학회	2014	학술
63	융합인재교육(STEAM)프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 흥미도에 미치는 영향	고동국	제주대학교	2013	학위
64	중학생들의 방과 후 창의적 체험 활동에서 창의적 사고력과 비판적 사고력강화 steam 지향 과학 교수 전략	이우정	교과교육학연구	2014	학술
65	지질관련 야외학습과 STEAM 교육을 융합한 프로그램개발 및 적용효과	김덕호	한국초등과학교육학회	2014	학술
66	창의 연극을 활용한 영어 수업이 중학교 3학년 학습자의 영어 말하기, 창의성 및 정의적 태도에 미치는 영향	이향진	이화여자대학교	2015	학위
67	창의력 신장을 위한 스크래치 활용 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용	함현아	제주대학교	2013	학위
68	창의적 문제해결력 신장을 위한 중학교 과학 수업 전략의 개발 및 적용 효과	윤현정 등	한국화학회	2011	학술
69	초등 영재학생을 대상으로 한 지층과 화석관련 STEAM프로그램이 학업성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 효과	김덕호	이화여자대학교	2015	학술
70	초등과학 생태계 학습을 위한 자연놀이 활용 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 효과	고은혁	제주대학교	2015	학위
71	초등과학에서 융합인재교육 프로젝트학습이 학생의 창의적 문제해결력 및 학업성취도에 미치는 효과	김문경	경북대학교 과학교육연구소	2013	학술
72	초등과학영재들의 과학적 창의성 및 태도 신장을 위한 과학 기반의 STEAM 프로그램 개발 및 적용	서권수	창원대학교	2013	학위
73	초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발	강호감, 김태훈	영재교육연구	2014	학술
74	초등학교 고학년을 위한 스마트러닝기반의 STEAM교육프로그램 개발	오미옥	충부대학교	2015	학위
75	통합형 마인드맵 활동이 중학교 2학년 학생들의 창의적 사고력에 미치는 영향	윤현정	대한화학회	2015	학술