

# EPL을 활용한 교육이 초등학생의 고등사고력에 미치는 효과에 대한

## 메타분석

김동만<sup>0</sup>, 이태욱\*

<sup>0</sup>\*한국교원대학교 컴퓨터교육과

e-mail: emotionman@indischool.com<sup>0</sup>, twlee@knue.ac.kr\*

# A Meta-Analysis on the Effects of Educational Programming Language on Elementary School Student's High-level Thinking

Dong Man Kim<sup>0</sup>, Tae Wuk Lee\*

<sup>0</sup>\*Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

### ● 요약 ●

이 연구의 목적은 기존 EPL 관련 연구들을 조사 및 수집하여 메타분석을 통해 초등학생의 고등사고력 향상에 미치는 전체 효과 크기의 산출과 다양한 변인에 따른 효과크기를 확인하는 것이다. 그래서 이 연구로 초등학생의 고등사고력 및 다양한 요인들에 대한 EPL 교육의 실제적 효과를 객관적으로 확인하고 일반화하였다.

이 연구의 결과는 1)EPL을 활용한 교육이 초등학생들의 고등사고력을 크게 향상시키는 교수학습 도구임이 확인되었고, 2) EPL을 활용한 교육은 창의적 사고력, 논리적 사고력 등의 향상에 크게 도움이 되는 것으로 확인되었으며, 3) App Inventor, Scratch, Dolittle 등이 고등사고력 향상에 미치는 효과가 큰 것으로 확인되었다.

**키워드:** EPL, Elementary School Student, High-level Thinking, Meta-Analysis

## I. Introduction

초등 컴퓨터교육 분야에서도 고등사고력 향상을 목적으로 교육용 프로그래밍 언어(Educational Programming Language: 이하 EPL)를 교육도구로 사용하고 있다. 그동안 국내에서 초등학생을 대상으로 EPL을 활용한 고등사고력 향상에 대한 많은 연구가 있었지만, 이들 연구가 고등사고력 향상에 대한 일반화된 결과를 도출하기엔 한계가 있다.

그래서 이 연구는 EPL 교육이 초등학생들의 고등사고력에 미치는 영향에 관한 연구들을 수집하여 메타분석을 통해 초등학생의 고등사고력 향상에 미치는 전체 효과크기의 산출과 다양한 변인에 따른 효과크기를 확인하여 실제적 효과를 객관적으로 확인하고 일반화하는데 목적이 있다.

이 연구의 목적과 관련하여 설정한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 초등학생들을 대상으로 한 EPL 교육활동이 고등사고력에 영향을 미치는 전체 효과크기는 어떠한가?

둘째, EPL 교육활동의 특징에 따른 고등사고력에 미치는 효과크기의 차이는 어떠한가?

## II. Preliminaries

### 1. 교육용 프로그래밍 언어

교육용 프로그래밍 언어(EPL)는 교육을 목적으로 고안된 프로그래밍 언어로 단순한 문법과 학습자의 사고력, 문제해결력, 창의적 표현력, 협업능력, 의사소통 등의 능력을 신장시키기 위한 목적으로 배우기 쉽게 만들어진 프로그래밍 언어이다[1]. 대표적인 EPL은 Scratch, Entry, App Inventor, Blockly, Dolittle, Kodu, AgentSheet, Squeak 등이 있다[1].

### 2. 고등사고력

Newmann(1991)에 의하면, 고등사고력(higher-level thinking)은 비판적 사고(critical thinking), 확산적·창의적 사고(divergent or creative thinking), 추론(reasoning), 문제 해결력(problem solving), 의사결정력(decision making)과 같은 개념들이 포함되며 도전적(challenge)이고 확장적(expanded)인 정신에 적용된다고 하였다[2].

전숙자(2001)는 고차원적 사고능력에는 비판적 사고력, 창조적 사고력, 문제 해결력(탐구력), 의사 결정력 등이 있다고 하였고[3], 이해주(1994)는 고급사고력은 크게 지식, 지적 기능, 숙고하는 태도

등 3가지 요소로 구성되며, 문제해결력, 의사결정력, 비판적 사고력, 창조적 사고력, 메타인지 등을 모두 포함하는 개념으로 정의하였다[4].

이 연구에서는 고등사고력을 ‘학습자가 창의적으로 문제를 해결할 때 복합적으로 발생하는 정신 작용’으로 정의하고, 논리적 사고력 (logical thinking), 문제해결력(problem solving), 창의적 사고력 (creative thinking), 의사결정력(decision making), 비판적 사고력 (critical thinking), 메타인지(metacognition) 등을 고등사고력으로 한정한다.

### 3. 메타분석

메타분석(meta-analysis)은 두 개 이상 개별적인 연구들의 추정치를 종합하여 요약 추정치를 합성하고 통계적으로 재분석하여 그에 따른 효과크기(effect size)를 확인하는 연구방법으로, 해당 주제에 대한 종합적인 결론을 도출해낼 수 있다[5]. 메타분석은 특정 주제에 대해 많은 양적 연구 결과가 누적되어 있을 경우 이를 종합적으로 분석하거나, 특정 주제에 대해 상반된 결론이 난무하여 신뢰할 수 있고 타당한 결론이 필요할 때 사용되어 온 연구방법이다[6].

## III. Method

### 1. 분석대상

메타분석을 수행하기 위해 2018년 5월 5일부터 15일까지, 10일간 한국교육학술정보원(RISS)에 원문을 공개한 2008년부터 2018년 4월 까지 최근 약 10년간 국내에서 발표된 학위 논문 및 학술지 논문을 분석대상으로 정하였다. 논문을 수집하기 위해 검색 키워드(key word)로 ‘고등사고’, ‘논리적 사고’, ‘문제해결’, ‘의사결정’, ‘창의적 사고’, ‘비판적 사고’, ‘메타인지’ 등을 사용하였으며, 이들 각 검색어로 검색한 후 결과 내에서 ‘소프트웨어교육’, ‘EPL’, ‘프로그래밍언어’ 등과 대표적인 EPL인 ‘Scratch’, ‘Entry’, ‘App Inventor’, ‘Blockly’, ‘Dolittle’, ‘Kodu’, ‘AgentSheet’, ‘Squeak’ 등을 각각 재검색하였다. 이렇게 검색된 논문은 3,635이었고, 인터넷 브라우저로 제목과 초록을 확인하여 중복된 논문을 제외하고 내려 받았다. 그 후 Fig. 1과 같은 2차례의 논문 선정 절차를 거쳐, 최종 39편의 논문을 선정하였다.

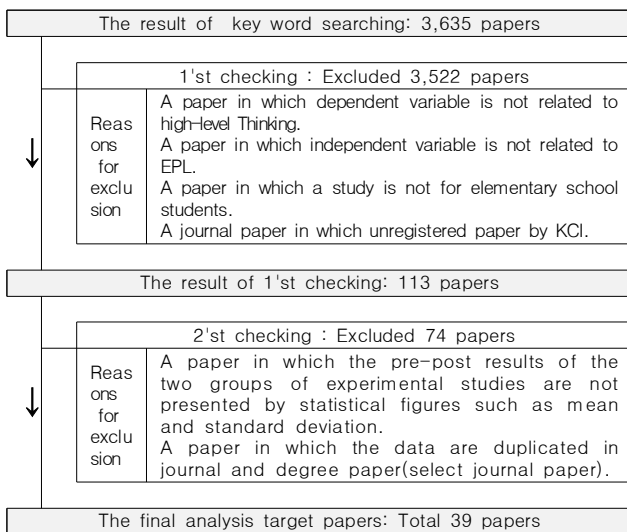


Fig. 1. The checking process of studies

### 2. 자료의 코딩

자료의 코딩은 일련번호, 논문제목, 발행연도, 연구지역, EPL 유형, 고등사고력 각 구성요소 등과 실험 및 통제 집단 각각의 표집 수, 평균, 표준편차 등을 데이터 처리하였다.

자료 코딩 작업에서 석사학위자 한 명과 함께 각 논문의 데이터를 확인하였고, 한 논문에 고등사고력의 요소 중 2가지 이상을 측정할 경우는 각각의 사례 수에 포함하였다. 의사결정력, 비판적 사고력, 메타인지 등과 관련된 연구는 선별되지 않았다. 코딩은 Excel 2010 프로그램을 사용하였고, 코딩의 결과인 의미 있는 효과크기 사례 수는 Table 1과 같다.

Table 1. Cases of effect sizes

Item		Number	Total
EPL education program		41	41
EPL type	Scratch	25	41
	Dolittle	6	
	App Inventor	3	
	Entry	2	
	Kodu	3	
	Squeak	2	
Area	Big city	15	41
	Medium city & Rural	25	
	None	1	
High-level Thinking	Logical thinking	20	41
	Problem solving	16	
	Creative thinking	4	

### 3. 변인 및 연구 모델 설정

코딩한 결과를 바탕으로 이 연구의 독립변인인 EPL과 종속변인인 고등사고력의 변화를 확인하기 위한 연구 모델을 설정하였다. 또한 조절변인을 연구지역으로 설정하여 고등사고력에 미치는 영향 차이와 이질성의 원인을 확인할 수 있게 Fig. 2과 같이 설계하였다.

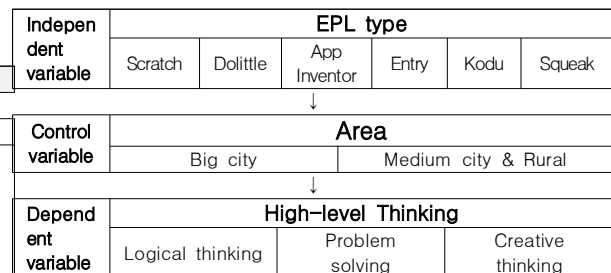


Fig. 2. Model of meta-analysis

### 4. 분석절차 및 방법

이 연구는 Table 2와 같이 Egger M.외(1997) 2인이 함께 제시한 메타분석 5단계 절차에 따라 분석을 실시하였다[7].

Table 2. Process of statistical analysis of meta-analysis

Step	Content & method
1	Search for presence of between-study heterogeneity: Cochran Q test, I <sup>2</sup>
2	Performing meta-analysis: fixed or random effect model, forrest plot
3	Checking publication bias: funnel plot
4	Search for causes of heterogeneity: subgroup analysis
5	Interpreting and presenting meta-analysis result

이 연구는 코딩된 데이터를 바탕으로 CMA 3.0 프로그램을 사용하여 메타 분석을 실시하였다.

## IV. Result

### 1. 이질성 검사

이 연구에서 고정효과모형(fixed-effects model)으로 전체 이질성(between-study heterogeneity) 검사를 실시한 결과는 Table 3.과 같다.

Table 3. Result of between-study heterogeneity

k	Q	I <sup>2</sup>	p	95% CI	Hedges' g	SE
41	<b>177.269</b>	<b>77.435</b>	0.000	0.575~0.740	0.658	0.042

검증 결과, I<sup>2</sup>가 77.435%로 이질성이 큰 것으로 확인되었다. 그래서 연구들의 이질성이 크고 사회과학적 실험 데이터이므로, 이 연구의 메타분석 모형으로 무선효과모형(random-effects model)을 선정하였다.

### 2. 출판편견 조사

출판편견(publication bias)을 시각적으로 검토하기 위해 분석 대상 연구들의 전체적인 효과크기의 분포를 Funnel plot로 나타내었고, 그 결과는 Fig. 3.과 같다.

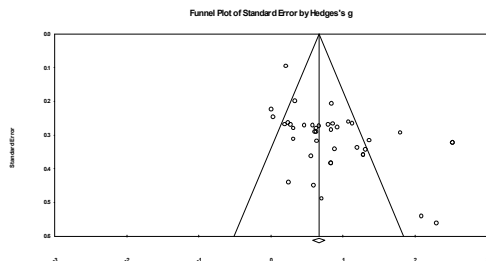


Fig. 3. Funnel plot

결과를 시각으로 확인했을 때, 깔때기 밖의 연구들이 상당부분 눈에 띄어 출판편견이 존재할 것으로 판단되지만, 나머지 많은 연구들

이 깔때기 안쪽 중상단에 골고루 분포되어 있어 출판편견으로 인한 문제가 크지 않은 것으로 판단된다.

### 3. EPL이 고등사고력에 미치는 전체 효과크기

EPL을 적용한 교육에서 고등사고력에 미치는 효과에 대한 전체 효과크기를 무선효과모형으로 산출하였다[8]. 그 결과 값은 Table 4.와 같다.

Table 4. Effect size of the EPL education

k	Hedges' g	95% CI	SE	p
41	<b>0.818</b>	0.635~1.001	0.093	0.000

EPL 교육이 초등학생의 고등사고력에 미치는 영향에 대한 전체 효과크기는 큰 효과크기(Hedges' g=0.818)를 나타내었으며, 고등사고력 신장에 유의미한 영향(95% CI=0.635~1.001)을 미치는 것으로 나타났다[8][9]. 따라서 EPL을 적용한 교육활동은 초등학생의 고등사고력 향상에 다른 수업도구보다 항상 효과가 높은 수준인 것으로 나타났다.

### 4. 변인별 효과크기 차이 분석

메타분석 연구 모델의 변인별 효과크기 차이를 알아보기 위해 무선효과모형으로 하위군 분석(subgroup analysis)을 실시하였다.

#### 4.1 EPL 종류에 따른 효과크기 차이

독립변인인 EPL 종류별 효과크기 차이의 분석 결과는 Table 5.와 같다.

Table 5. Effect size by EPL type

Type	k	Hedges' g	95% CI	SE	p
<b>App Inventor</b>	3	<b>0.871</b>	<b>0.399~1.344</b>	0.241	0.000
<b>Dolittle</b>	6	<b>0.833</b>	<b>0.287~1.378</b>	0.278	0.003
<b>Entry</b>	2	<b>0.445</b>	<b>0.050~0.841</b>	0.202	0.027
Kodu	3	1.028	-0.345~2.402	0.701	0.142
<b>Scratch</b>	25	<b>0.844</b>	<b>0.614~1.073</b>	0.117	0.000
Squeak	2	0.496	-0.092~1.085	0.300	0.098

App Inventor, Scratch, Dolittle, Entry 등의 교육프로그램은 초등학생의 고등사고력 향상에 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 그리고 유의미한 결과 값을 갖는 EPL 중 App Inventor, Scratch, Dolittle, Entry 순으로 효과가 큰 것으로 나타났다. 다만, Scratch를 제외한 다른 EPL을 활용한 연구사례가 부족함을 고려한 해석이 필요하다. 또한 EPL의 종류 간의 효과크기 차이(Q=4.139, d.f.=5, p<0.530)는 통계적으로 유의하지는 않았다.

#### 4.2 고등사고력 하위요소별 효과크기 차이

종속변인인 고등사고력 하위요소별 효과크기 차이의 분석 결과는 Table 6.과 같다.

Table 6. Effect size on high-level thinking element

Element	k	Hedges' g	95% CI	SE	p
Creative thinking	4	<b>1.146</b>	0.628~1.664	0.264	0.000
Logical thinking	20	<b>0.855</b>	0.558~1.151	0.151	0.000
Problem solving	16	<b>0.719</b>	0.469~0.969	0.128	0.000

EPL을 활용한 교육은 고등사고력 중 창의적 사고력이 가장 크고 논리적 사고력, 문제해결력 순으로 나타났으며, 이는 모두 통계적으로 유의미한 결과를 나타내었다. 다만, 창의적 사고력 향상에 관한 연구 사례가 다소 부족함을 고려한 해석이 필요하다. 또한, 고등사고력의 하위요소 간의 효과크기 차이(Q=2.197, d.f.=2, p<0.333)는 통계적으로 유의하지는 않았다.

#### 4.3 지역에 따른 효과크기 차이

조절변인인 지역별 효과크기 차이의 분석 결과는 Table 7.와 같다.

Table 7. Effect size by area

Area	k	Hedges' g	95% CI	SE	p
Big city	15	<b>0.886</b>	0.539~1.232	0.177	0.000
Medium city & Rural	25	<b>0.796</b>	0.584~1.007	0.108	0.000

EPL 교육을 적용한 지역 중에서 대도시가 중소도시 및 읍면지역 보다 효과크기가 큰 것으로 확인되었다. 그러나 연구지역 간의 효과크기 차이(Q=0.189, d.f.=1, p<0.664)는 통계적으로 유의하지는 않았다.

## V. Conclusions

이 연구를 통해 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, EPL을 활용한 교육이 고등사고력 향상에 미치는 전체 효과가 큰 효과크기(Hedges' g=0.818)를 갖는 것으로 나타나, EPL은 초등학교 학생들의 고등사고력을 크게 향상시키는 교수학습 도구임을 확인하였다.

둘째, 초등학교를 대상으로 한 EPL 활용 SW교육은 고등사고력 중 창의적 사고력과 논리적 사고력 향상에 크게 도움이 되는 것으로 확인되었다.

셋째, EPL 중에서 App Inventor, Scratch, Dolittle 등이 고등사고력 향상에 미치는 효과가 큰 것으로 확인되었다.

향후 EPL 교육이 고등사고력의 요소에 미치는 영향이 변인별로 차이가 발생하는 원인에 대한 분석을 실시하고자 한다.

Effects that Scratch Programming has on Creative Problem-solving for Gifted Elementary Students, Journal of the Korean Association of Information Education, Vol. 12, No. 3, pp. 323-332, Sep. 2008.

- [2] Newmann F. M., "Promoting higher order thinking in social studies : Overview of a study of sixteen high school department," Theory and research in Social Education, Vol. 19, No. 4, pp. 323-340, Winter. 1991.
- [3] Sugja Jeon, "A New Understanding of Social Studies Education" Seoul, Korea : Education Science Press, pp. 455, 2001.
- [4] Hae Joo Lee, "A Study of Educational Methods for Development of Higher Order Thinking, Association Of Social Education In Korea," Theory and Research in Citizenship Education, Vol. 18, No. 1, pp. 23-42, Feb. 1994.
- [5] Hyun Kang, "Statistical Considerations in Meta-Analysis Department of Anesthesiology and Pain Medicine," Hanyang Med Rev, Published online <https://doi.org/10.7599/hmr.2015.35.1.23>, Feb. 2015.
- [6] Yeonhee Yun, "A Meta-analysis of the relationship between principals' transformational leadership and job satisfaction, organizational effectiveness," Doctoral dissertation, Graduate School of Ewha Womens University, Feb. 2008.
- [7] Egger M., Smith GD, Phillips AN, "Meta-analysis: principles and procedures" BMJ, Dec. 1997.
- [8] Hedges, H., Olkin, I., "Statistical methods for meta-analysis" Orlando, FL: Academic Press, 1985.
- [9] Borenstein M, Hedges LV, Higgins J, Rothstein HR., "A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis," Research Synthesis Methods, Vol. 1, No. 2, pp. 97-111, Apr. 2010.

## REFERENCES

- [1] Jeong-Beom Song, Bok-Mun Jeong, Tae-Wuk Lee,