

## 코딩 교육프로그램 효과에 대한 메타분석

허 균<sup>†</sup>

<sup>†</sup>부경대학교(교수)

### A Meta-analysis on the Effects of Coding Education Programs

Gyun HEO<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Pukyong National University(professor)

#### Abstract

The purpose of this study is to encyclopedically analyze and generalize the effects of coding education programs. The study subjects are 36 academic journals and dissertations published until December 2022. The research method used is meta-analysis to determine the effect size. The results are as follows: first, the overall effect size of coding education programs is 0.570, indicating a moderate effect size. Second, there are significant differences in the results of coding education programs, with creativity showing the largest effect size, followed by achievement and problem-solving, computational thinking, and motivation and attitude. The use of robots or devices has a larger effect size compared to not using them. Third, there are significant differences in the types of coding used in coding education programs, with unplugged coding having the largest effect size at 0.865, followed by text coding and block coding. This study is significant as it provides comprehensive research trends and useful information for designing coding education programs and offers ideas for future studies.

**Key words :** Coding education program, Block coding, Text coding, Meta-analysis

### 1. 서론

최근 학생들 뿐 아니라 성인들도 코딩 교육에 대한 관심이 커지고 있다. 테크놀로지의 발달로 자율주행, AI, 로봇 등은 코딩을 통해 직접 구현할 수 있게 되었다. 취업과 관련된 뉴스에 따르면, “교육생 10명 중 8명이 3개월 내 취업...” 과 같은 기사에서 개발자 양성 코딩프로그램에 비전 공자의 비중이 77.4%에 이르는 것으로 보도하고 있다(Kim, 2023). 이는 코딩을 전문가들이 하는 어려운 프로그래밍이 아니라 일상 생활에 적용 가능한 사고 도구라고 생각해 볼 수 있다. 이런 맥락에서 교육부에서는 2026년까지 ‘100만 디지

털 인재양성’이라는 구체적인 목표를 세우고 있다. 이를 달성하기 위해 초등과 중등 교육과정에서 코딩교육을 필수화하였고, 고등학교 교육과정에서는 학점형의 코딩과목을 신설할 것을 계획하고 실행에 옮기고 있다. 이를 통해 국민 누구나 코딩을 통해 국민의 디지털 교육 기회 확대와 역량 강화를 추진하고 있는 것이다(Ministry of Education, 2022).

최근 여러 연구에서도 다양한 영역에서 코딩 교육프로그램의 개발과 적용 사례들이 등장하고 있다. 오픈소스 프로세싱(Processing) 코딩 도구를 활용한 미술 코딩교육 연구나 소닉파이(Sonic Pi)를 활용한 음악 코딩교육 연구 등은 예술 영역에

<sup>†</sup> Corresponding author : 051-629-5970, [gyunheo@pknu.ac.kr](mailto:gyunheo@pknu.ac.kr)

서 코딩교육을 활용하는 사례가 될 것이다(You, 2020; Yoo, 2019). 연구들에 따라서는 샵피오리(SAP사의 Fiori)와 같은 코딩 소프트웨어를 활용하여 창의적 문제해결과정을 살펴보는 연구들(Suh, 2017; Yoo, 2019; Shin, 2019)도 보고되고 있으며, 환경교육, 독서교육, 수학 및 과학 교육 등의 다양한 주제 영역에서 코딩 교육프로그램이 개발되어 활용되고 있다(Hong, Lee, 2021; Ji, 2020; Han, 2019; Lee, 2018; Lee, Cha, 2017). 블록 코딩이나 텍스트 코딩이 가능한 스크래치(Scratch)나 엔트리(Entry), 파이썬(Python) 같은 코딩 소프트웨어들이 활용될 뿐 아니라 코볼, 모블로, 알버트BT, 오조봇 등과 같은 로봇이나 보드 등을 활용한 다양한 형태의 코딩 교육이 이뤄지고 있다.

하지만 여러 형태의 다양한 코딩 교육프로그램의 개발과 연구의 등장에도 불구하고, 코딩 교육 프로그램 연구들의 전반적인 효과성이 어떠한지 정확히 알 수 없는 실정이다. 기존 연구에서는 초등학교의 파이썬 활용 교육효과를 보고하거나(Yoon, Jang, 2020), 인공지능 교육프로그램의 청소년 효과성(Kang et al., 2021)에 관한 메타분석 결과가 최근 소개되기도 하였다. 하지만, 코딩 교육프로그램에 대한 효과성에 대해 종합하는 연구는 거의 찾아보기 어려운 실정이다. 코딩 교육프로그램들의 연구사례들이 어느 정도 출판되고, 연구 형태가 어떻게 되며, 연구 대상이 어떠한지 종합적으로 분석하는 연구는 거의 없었다. 이에 메타분석연구를 통해 코딩 교육프로그램 연구의 일반적인 특성을 확인할 필요가 있다. 그리고 코딩 교육프로그램 연구에서 활용하는 코딩 소프트웨어나, 코딩 유형, 로봇 등의 보조 기기를 활용하는지 여부 등 코딩 교육프로그램과 관련된 좀더 세부적인 특성들에 대해서도 정리할 필요가 있다. 이와 더불어 코딩 교육프로그램이 갖는 전반적인 효과성을 확인하고, 여러 가지 연구 특성이나 교육 프로그램 특성에 따른 효과성의 차이를 확인할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 메타분석을 통해 코딩 교육프로그램 연구들에 대해 종합하고 그 효과성에 대해 파악해 보고자 하였다. 구체적으로 코딩 교육프로그램의 연구 일반 특성, 프로그램 운영과 관련된 세부특성, 프로그램의 전체 효과성, 연구 특성이나 프로그램 세부특성에 따른 효과성 차이 등을 살펴보고자 하였다. 본 연구를 위한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 코딩 교육프로그램의 연구 일반 특성은 무엇인가?

둘째, 코딩 교육프로그램의 연구 운영상 특성은 무엇인가?

셋째, 코딩 교육프로그램의 전체 효과성은 어떠한가?

넷째, 교육성과, 코딩 유형, 로봇 사용, 출판 및 학교 유형에 따른 코딩 교육프로그램의 효과성 차이는 어떠한가?

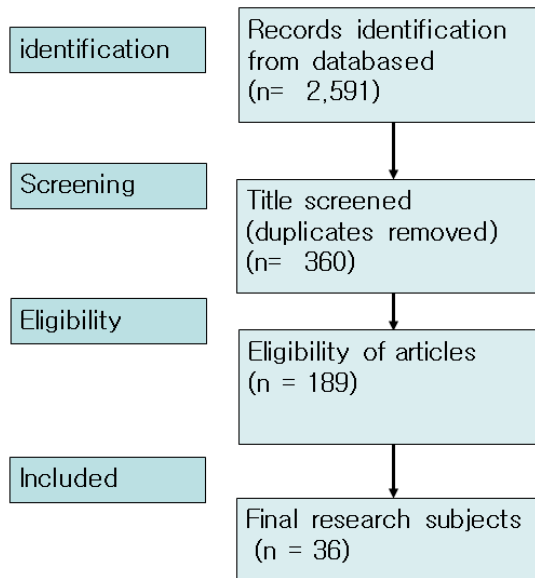
## II. 연구 방법

### 1. 연구대상 논문의 선정

메타분석으로 코딩 교육프로그램의 효과크기를 파악하기 위해 2022년 12월까지의 국내의 학위논문과 학술지 논문을 연구대상으로 하였다. 자료 수집은 한국교육학술정보원(<http://www.riss.kr>) 검색 사이트를 활용하였으며, ‘코딩 교육프로그램’으로 검색하였다. 그 결과 국내학술지 논문과 학위논문이 총 2,591편이 검색되었다. 다음 단계로 논문 제목에 ‘코딩 교육프로그램’, ‘Coding 교육 프로그램’, ‘코딩프로그램’, ‘코딩 교육’ 등을 포함하고 있는 논문들로 한정하였다. 그 결과 360편(학술지 257편, 학위논문 103편)이었다. 이 중 중복된 논문은 제외하였다. 학위논문과 학술지가 같이 있는 경우는 학술지를 우선 대상으로 하였다. 그 결과 연구대상은 189편으로 줄었다. 다음으로는 효과크기 도출을 위한 실험연구 형태의 사전-사후 검사 결과가 정확히 제시된 연구나 이

를 추정할 수 있는 연구들로 선정하였다. 이 과정에서 연구대상이 36편으로 되었고, 본 연구의 최종 대상이 되었다.

코딩 교육프로그램 관련 연구들의 선정과정은 PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) 절차(Moher et al., 2009)를 따랐으며, [Fig 1]은 이러한 과정을 나타낸다.



[Fig. 1] Data Gathering Process.

## 2. 분석 방법

분석을 위해 데이터 코딩을 통해 자료들을 정리하고, 효과크기를 도출하고 해석하는 방식으로 이뤄졌다.

먼저, 수집된 연구대상 논문을 데이터 코딩을 위해 연구자, 출판연도, 출판형태(학위논문, 학술지), 연구대상(학교급), 프로그램 시간(차시), 연구대상, 코딩 교육프로그램, 사용 소프트웨어, 주제, 코딩 분류 등을 엑셀로 기록하였다. 효과크기 계산을 위해 표본크기, 평균, 표준편차 등을 입력하였고, 한 연구 내에 여러 개의 결과가 있

을 때는 개별 연구처럼 코딩하였다. 코딩 과정에서 CMA(Comprehensive Meta-Analysis) 4.0 프로그램을 활용하여 기본적인 정보 입력을 통해 효과크기를 계산하였다. 각 연구마다 서로 다른 연구방법과 결과들을 보고하고 있어 본 연구에서는 ‘랜덤효과모형(Random effect model)’을 적용하였다. 특히, Cohen의 효과크기 d를 교정한 Hedges’s g값을 활용하여 효과크기를 계산하였다.

## Ⅲ. 연구 결과

### 1. 연구의 일반적 특성

연구의 일반적인 특성은 최종 연구결과로 채택된 코딩 교육프로그램에 관한 연구 36편을 각 연구 단위로 분석하였다. 연구들의 일반적인 특성을 출판연도, 학교급, 출판형태로 살펴보면 <Table 1>과 같다.

첫째, 출판연도는 2017년부터 코딩 교육프로그램 연구로부터 꾸준히 이뤄지고 있다. 2017년에는 5편(14.0%)이었지만 이후 2018년 - 2021년까지는 꾸준히 매년 7편(19.4%)이 출판되었고, 2022년에는 3편(8.3%)이 출판되었다.

둘째, 학교급별로는 유아나 초등학생들을 대상으로 하는 연구들이 24편(66.6%)으로 대부분을 차지하고 있다. 구체적으로, 대학생 6편(16.7%), 고등학생 1편(2.8%), 중학생 1편(2.8%), 초등학생 12편(30.6%), 유아 13편(36.0%) 이다. 기타 4편(11.1%)에는 성인(강사) 2편, 초등+중등 1편, 중등+대학생(예비교사) 1편, 초등+대학생 1편이 있다.

셋째, 출판 형태는 대부분 학술지가 많았다. 구체적으로 23편 (63.9%)이 학술지였고, 석사학위논문 10편(27.8%), 박사학위논문 3편(8.3%) 이다.

### 2. 코딩 교육프로그램 운영 특성

코딩 교육프로그램에 관한 연구 36편을 연구 분석 단위로 그 특성을 분석하였다. 구체적으로,

<Table 1> Distribution of Publish Years, School Type and Publication Form

Publish Years	Frequency	School Type	Frequency	Publication Form	Frequency
2017	5 (14.0%)	Early Childhood	13 (36.0%)	Journal	23 (63.9%)
2018	7 (19.4%)	Elementary School	11 (30.6%)		
2019	7 (19.4%)	Middle School	1 (2.8%)	Master thesis	10 (27.8%)
2020	7 (19.4%)	High School	1 (2.8%)		
2021	7 (19.4%)	University	6 (16.7%)	Ph.D thesis	3 (8.3%)
2022	3 (8.4%)	Etc.	4 (11.1%)		
Sum	36 (100%)		36 (100%)		36 (100%)

<Table 2> Features of the Coding Education Program

Coding S/W Type	Frequency	Coding Type	Frequency	Use Robot	Frequency
Unplug	8 (22.1%)	Unplug Coding	8 (22.1%)	Using Robot, Board and etc.	17 (47.2%)
Scratch	12 (33.2%)				
Entry	5 (13.9%)				
App Inventor	1 (2.8%)	Block Coding	20 (55.6%)		
code.org	1 (2.8%)				
Alice	1 (2.8%)				
Processing	1 (2.8%)				
Sonic Pi	1 (2.8%)	Text Coding	6 (16.7%)		
Python	2 (5.6%)				
SAP Fiori	2 (5.6%)				
etc	2 (5.6%)	Block + Text Coding	1 (2.8%)	Not Use	19 (52.8%)
		Block + Block Coding	1 (2.8%)		
Sum	36 (100%)		36 (100%)		36 (100%)

코딩 교육프로그램 특성을 소프트웨어(S/W) 유형, 코딩 유형, 로봇 기기 사용 여부로 살펴보았다. 그 결과는 <Table 2>와 같으며, 이를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 코딩 소프트웨어 유형은 연구 주제에 따라 다양하게 나타났다. 빈도수가 가장 높은 것은 스크래치(Scratch)로 12건(33.2%)인 것으로 나타났다. 다음으로 언플러그 활동으로 8건(22.1%), 엔트리 5건(13.9%)으로 나타났다. 문제해결과정에서 많이 활용되는 코딩 소프트웨어인 샵피오리(SAP 사의 Fiori)를 사용하거나, 음악 코딩에서 활용되

는 소프트웨어인 소닉파이(Sonic Pi) 등도 있다. 연구 주제에 따라 미술 코딩에서 활용되는 오픈 프로세싱(Processing) 등도 활용되고 있다.

둘째, 코딩 유형은 블록코딩(Block Coding) 방식이 가장 많이 활용되고 있다. 블록코딩 유형은 스크래치(Scratch), 엔트리(Entry), 앱인벤터(App Inventor), 코드오알지(Code.org), 엘리스(Alice) 등의 다양한 소프트웨어에서 쉬운 코딩을 위해 채택하고 있는 방식으로 초보자부터 전문가까지 많이 활용한다. 본 연구 분석 대상 논문 중 20건 (55.6%)의 연구에서 활용하고 있었다. 반면, 텍스

트 코딩(Text Coding)은 컴퓨터 사용에 익숙한 전문가들이 많이 활용하는 방식으로 6건(16.7%)의 연구에서 활용하고 있었다.

최근에는 파이썬(Python)을 많이 활용하고 있으며 연구 주제 영역에 따라 샵피오리(SAP Fiori), 소닉파이(Sonic Pi), 프로세싱(Processing) 등을 활용하고 있었다. 어떤 연구들은 블록코딩과 텍스트 코딩을 혼합(1건, 2.8%)하거나 여러 종류의 블록코딩 소프트웨어를 쓴 연구 사례(1건, 2.8%)도 있었다. 언플러그 코딩 활동(8건, 22.1%)을 통해 코딩 교육프로그램을 실시하는 경우도 있었다.

셋째, 코딩 교육프로그램에서 로봇이나 보드 등을 활용하는 경우가 많았다. 구체적으로 연구 대상 논문들에서 17건(47.2%)에서는 로봇이나 기기 등을 활용하였다. 반면, 19건(52.8%)에서는 로봇 등을 사용하지 않았다. 로봇이나 기기를 활용하지 않는 프로그램에서는 주로 관심의 초점이 프로그래밍 자체의 학습에 맞춰져 있었다.

반면, 로봇이나 기기를 사용하는 프로그램에서는 프로그래밍이 컴퓨터 화면 뿐만 아니라 눈에 보이는 결과로 나타나는 것을 중요시하였다. 연구 대상의 논문에서 활용된 로봇과 같은 기기로는 편보드, 마이크로비트, 비트브릭, 코블(COBL), 코블S, 알버트BT, 비봇(BeeBot), 오조봇, 모블로 등이 있었고, 전문가 수준의 메이커 교육 뿐 아니라 초보자들의 코딩 개념을 익히는 곳까지 광범위하게 활용되고 있음을 확인할 수 있었다.

### 3. 코딩 교육프로그램 효과성

코딩 교육프로그램은 효과성이 유의한 것으로 나타났다. 코딩 교육프로그램의 효과성은 메타분석을 통해 나타난 프로그램의 전체 평균 효과크기로 확인할 수 있다.

코딩 교육프로그램의 전체 평균 효과크기를 분석하여 <Table 3>에 제시하였다. 36개 연구로 분석한 결과 전체 평균 효과크기는 .570으로 나타났다. Cohen의 기준(Cohen, 1988)에 따르면 중간 이상의 효과가 있는 것으로 해석할 수 있다. 코딩 교육프로그램을 실시하였을 때 중간 이상의 교육 효과를 볼 수 있음을 의미한다. 또 동질성 검정은 연구가 하나의 모집단에서 추출된 것을 가정하는 것을 확인하는 것이다(Borenstein et al., 2009). 코딩 프로그램과 관련된 다양한 연구들로부터 다양한 결과들이 나타나기 때문에 고정효과를 가정하기가 어렵고, 이에 랜덤효과모형이 적절한 것으로 판단된다.

<Table 3>의 결과에서 Q값이 135.979이었고  $p=.000$ 으로 유의하였으므로 동일 집단 표본 추출 귀무 가설이 기각된다. 이는 각 개별 연구들이 다른 특성을 가지고 있다고 생각할 수 있으며,  $I^2$  값이 74.261로 나타나 약 74.3%의 높은 비율로 개별 연구 효과가 이질적임을 나타낸다. 이에 랜덤효과모형을 기반으로 결과를 보고하는 것이 타당함을 확인할 수 있었다.

### 4. 코딩 교육프로그램 효과성 차이

코딩 교육프로그램의 효과성 차이를 교육성과(Outcome), 로봇사용, 코딩유형, 출판 유형, 학교 유형에 따라 살펴보았다.

<Table 3> Effect Size of Total Average Mean and Heterogeneity Test Result

Model	k	ESr	SE	95% CI	Q	Q <sub>p</sub>	I <sup>2</sup>
Fixed	36	.394	.025	.346~.443	135.979	.000	74.261
Random	36	.570	.057	.457~.682			

k=number of studies, ESr : average effect size, SE : Standard Error, 95% CI : Confidence Interval, Q: homogeneity test statistics, Q<sub>p</sub> :significant probability for Q values, I<sup>2</sup>=heterogeneity test statistics.

<Table 4> Effect Size of Outcomes in Coding Education Program

<i>Outcome Variables</i>	<i>k</i>	<i>ES</i>	<i>SE</i>	<i>95% CI</i>	<i>Q(df)</i>	<i>p</i>
Computational Thinking	98	.563	.037	.491~.634	15.303(4)	.004
Creativity	50	.797	.080	.641~.954		
Achievement&Problem Solving	43	.745	.080	.589~.901		
Motivation & Attitude	33	.488	.056	.379~.597		
etc.	7	.320	.295	-.259~.899		
Total	231	.590	.057	.538~643		

*k*=number of cases, *ES* : effect size, *SE* : Standard Error, *95% CI* : Confidence Interval, *Q* : homogeneity test statistics, *df*: degree of freedom, *p*: significant probability

<Table 5> Effect Size of Research Questions in Coding Education Program

<i>Robot Use</i>	<i>k</i>	<i>ES</i>	<i>SE</i>	<i>95% CI</i>	<i>Q(df)</i>	<i>p</i>
Not Use	111	.537	.036	.466~.607	9.596(1)	.002
Use	120	.711	.044	.626~.797		
Total	231	.607	.028	.553~661		
<i>Coding Type</i>	<i>k</i>	<i>ES</i>	<i>SE</i>	<i>95% CI</i>	<i>Q(df)</i>	<i>p</i>
Unplugged Coding	69	.865	.080	.709~1.021	15.534(2)	.000
Block Coding	115	.527	.032	.464~.590		
Text Coding	47	.563	.053	.460~.667		
Total	231	.571	.026	.521~622		
<i>Publish Type</i>	<i>k</i>	<i>ES</i>	<i>SE</i>	<i>95% CI</i>	<i>Q(df)</i>	<i>p</i>
Articles	151	.593	.032	.530~.656	20.7824(2)	.000
Master	55	.815	.069	.681~.949		
Ph.D	25	.397	.061	.278~.517		
Total	231	.589	.026	.537~641		
<i>School Type</i>	<i>k</i>	<i>ES</i>	<i>SE</i>	<i>95% CI</i>	<i>Q(df)</i>	<i>p</i>
Kindergarden	76	.820	.068	.687~.952	34.509(5)	.000
Elementary School	89	.549	.040	.472~.627		
Middle School	19	.333	.061	.214~.451		
High School	4	.449	.104	.245~.653		
University	29	.609	.057	.497~.722		
Adult(for Lecturer)	14	.805	.126	.558~1.053		
Total	231	.565	.025	.516~615		

*k*=number of cases, *ES* : effect size, *SE* : Standard Error, *95% CI* : Confidence Interval, *Q* : homogeneity test statistics, *df*: degree of freedom, *p*: significant probability

첫째, 코딩 교육프로그램의 교육성과 차이는 유의한 것으로 나타났다. <Table 4>는 코딩 교육프로그램의 종속변인들로 교육성과 정도를 보고 하고 있다. 효과크기 순으로 창의성(.797), 학업능력 및 문제해결력(.745), 컴퓨팅 사고(.567), 동기 및 태도(.488)가 유의하였다. 그리고 이들 교육성

과들은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Q=15.303, p=.004).

둘째, 로봇이나 기기를 사용하는 연구 사례들(.711)이 그렇지 않은 연구 사례들(.537) 보다 교육 효과가 유의하게 높은 것으로 나타났다. <Table 5>는 이러한 결과를 보고하고 있다. 코딩 교육프로그램에서 로봇이나 기기를 활용하는 것이 상대적으로 효과가 컸다.

셋째, 코딩 유형에 따라 코딩 교육프로그램의 효과성이 차이가 있는 것으로 나타났다. <Table 5>에서와 같이, 언플러그 코딩(.865), 텍스트 코딩(.563), 블록코딩(.527) 순으로 효과크기가 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 언플러그 코딩 교육프로그램의 효과크기가 상대적으로 큰 효과크기를 나타내었다.

넷째, 출판 유형에 따라 코딩 교육프로그램의 효과성이 차이가 있는 것으로 나타났다. <Table 5>에서와 같이, 석사논문(.815), 학술지(.593), 박사논문(.397) 순으로 효과크기가 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 석사논문에서 보고하고 있는 코딩 교육프로그램의 효과크기가 상대적으로 큰 것으로 나타났다.

다섯째, 학교 유형에 따라 코딩 교육프로그램의 효과성이 차이가 있는 것으로 나타났다.

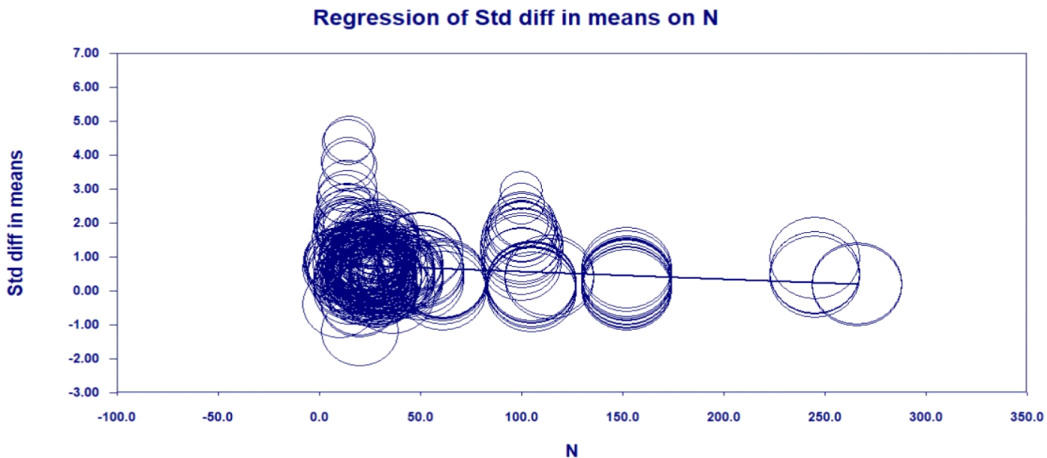
<Table 5>에서와 같이, 유아(.820), 성인(.805), 대학(.609), 초등(.549), 고등(.449), 중등(.333) 순으로 효과크기가 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 유아와 성인을 대상 코딩 교육프로그램의 효과크기가 상대적으로 큰 것으로 나타났다.

### 5. 코딩 교육프로그램 효과 영향요인

코딩 교육프로그램의 효과에 영향을 주는 요인을 출판연도, 연구참여자 수, 교육프로그램 시간 등의 연속변인을 넣어 메타 회귀분석을 실시하였다. 분석 결과 연구참여자 수가 코딩 교육프로그램에 부적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 코딩 교육프로그램에서 참여자 수가 적을수록 효과가 높은 것을 알 수 있다. <Table 6>과 [Fig. 2]는 이러한 결과를 나타낸다.

<Table 6> Result of Meta Regression

Covariate	Coefficient	SE	z	p
Intercept	-20.2440	49.1256	-.41	.6803
Years	.0104	.0243	.43	.6686
Hours	.0009	.0027	.32	.7508
N	-.0022	.0006	-4.01	.0001



[Fig. 2] Graph of the Number of Sample.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 코딩 교육프로그램 효과를 메타분석을 통해 종합적으로 살펴보았다. 이를 통한 결론 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 코딩 교육프로그램은 중간 이상의 효과성을 나타낸다. 구체적으로 연구결과를 통해 전체 평균효과크기가 .570이 나왔고, 중간보다 다소 높은 효과크기를 나타내고 있다. 이를 관련 분야의 메타분석 선행연구들과 비교해 볼 수 있다. 메이커 교육에 대한 메타분석(Lee, 2019)에서 .72, 인공지능 교육에서 메타분석(Kang et al., 2021)에서 .80이 나타났다. 따라서 코딩 교육프로그램의 전체 평균 효과크기는 이들에 비해 상대적으로 다소 낮은 중간정도의 효과크기를 나타내었다. 기존 연구에서는 연구 대상을 청소년으로 한정하였는데, 본 연구에서는 유아부터 성인에 이르기까지 대상 영역을 확장한 점에 차이가 있다.

둘째, 코딩 교육프로그램을 통해 창의성, 학업능력 및 문제해결력, 컴퓨팅사고, 동기 및 태도를 효과적으로 향상시킬 수 있는 여러 연구들을 통합적으로 제공한다. 연구결과에 따르면, 컴퓨팅사고를 향상시키는 데 초점이 맞추어진 것으로 기대되는 코딩 교육프로그램은 창의성 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다. 창의성이나 학업능력, 문제해결력 등은 효과크기가 .797 및 .745로 비교적 큰 효과가 있는 것으로 나타난 반면 컴퓨팅사고나 동기 및 태도 향상 등은 .563 및 .488로 중간 정도의 효과가 있는 것으로 나타난 것이다. 이는 연구의 특성이나 대상에 따라 코딩 교육프로그램의 설계 과정에서 소프트웨어 활용 뿐 아니라 언플러그드 코딩, 로봇이나 기기 활용 등에 이르기까지 다양한 것을 포함하고 있는데서 기인한 것으로 생각된다. 이러한 증거로는 소프트웨어만 활용해서 교육할 경우 효과크기가 .537에 그치는데 로봇이나 기기들을 활용할 경우 .711로 효과크기가 훨씬 높아지는 결과에서 확인할 수

있다. 특히 언플러그드 코딩활동은 .865의 큰 효과크기를 나타내었다.

셋째, 코딩 교육프로그램 운영시 소프트웨어 교육을 확장하여 로봇이나 보조기기 등을 활용할 수 있는 다양한 교육영역으로의 확장이 필요하다. 연구 결과에 따르면 편보드, 마이크로비트, 비트블럭, 코블, 알버트BT, 비봇, 오조봇, 모블로 등 코딩 교육에서 다양한 로봇이나 기기를 활용하여 코딩으로 확장하였을 때 컴퓨팅 사고 뿐 아니라 창의력 및 문제해결력이 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 반면, 이러한 효과는 초등학교, 중학교나 고등학교 보다는 유치원, 성인, 대학교 등에서 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 메이커 교육의 메타분석 결과(Lee, 2019)에서 대학과 유치원의 효과크기가 높게 나온 부분과 유사한 결과이지만 단순히 소프트웨어 활용 효과만 살펴본 연구(Yoon and Jang, 2020)와는 학교급에서 반대로 나오는 것을 확인할 수 있다. 따라서 코딩 교육 및 유사한 정보화 교육 운영시 모니터링 뿐 아니라 로봇이나 증강현실 등을 적용할 수 있는 교육 프로그램이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 실험 형식의 논문들만을 대상으로 메타분석을 실시하여 코딩 교육프로그램의 효과성을 살펴보았다. 추후 연구에서는 상관관계를 보고하고 있거나 구조적 관계, 설문결과 등의 연구결과들에서 원인과 결과를 도출할 수 있는 메타경로분석이나 메타구조방정식을 활용한 접근이 필요하다.

#### References

- Borenstein M, Hedges LV, Higgins JP and Rothstein HR(2009). Introduction to Meta-Analysis. John Wiley & Sons, Ltd.
- Cohen J(1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Han S and Kim HB(2019). A Study on the Change of the Perception of Students' Computational Thinking and Scientific Attitudes in Earth Science



- Classes Using a Block-based Coding. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 12(2), 131~140.  
<https://doi.org/10.15523/JKSESE.2019.12.2.131>
- Hong SY and Lee SW(2021). Development and Application of Elementary School Environmental Education Program Based on Coding Education. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 34(1), 19~42.  
<http://dx.doi.org/10.24062/kpae.2021.34.1.19>
- Ji HA(2020). A Study on the effects of reading education using Book-Coding. Kyonggi University Doctoral Degree.
- Kang YK, Jan YN, Bae SY, and Hong SH(2021). A Meta-analysis of the Effects of Artificial Intelligence Education Programs on Adolescents. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 27(4), 1273~1294.  
<https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.27.4.1273>
- Kim JW(2023). "8 out of 10 trainees get a job within 3 months... starting salary of 35 million won", *HanKyong News* 2023.01.13.  
<https://www.hankyung.com/it/article/2023011322191>
- Lee DK(2019). A Meta-Analysis of the Effects in Maker Education. *The Journal of Educational Information and Media*, 25(3), 577~600.  
<http://dx.doi.org/10.15833/KAFEIAM.25.3.577>
- Lee JH and Cha GM(2020). The Correlation between Block-coding Software Education and the Resilience of Elementary School Students. *Journal of Creative Information Culture*, 6(1), 31~40.  
<http://www.doi.org/10.32823/jcic.6.1.202004.31>
- Lee SB(2018). The Effects of the Mathematical Program on Teachers and Learners' Affective Characteristics Based on Coding Instruction Using Python in Function of the Seventh Grade. Dankook University Master Degree.
- Ministry of Education(2022). 1 Million Digital Talent Development, Report 20220822.  
<https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=92346&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opType=N>
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG and PRISMA Group(2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), 1~6.  
<https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Shin YE, Jung HJ, and Suh EK(2019). Effect of Coding Education Program based on Design Thinking for Non-engineering students. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(10), 351~373.  
<http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2019.19.10.351>
- Suh EK(2017). Development of Creative Thinking and Coding Course method on Design Thinking using Flipped Learning. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(16), 173~199.  
<https://doi.org/10.22251/jlcci.2017.17.16.173>
- Yoo HS(2019). A Study on the Development of Music Education using Coding for Enhancing Creativity. Sangmyung University Doctoral Degree.
- Yoon SH and Jang BS(2020). The Meta-Analysis on Effects of Education of Python for Elementary School Students. *Journal of Industrial Convergence*, 18(5), 97~101.  
<https://doi.org/10.22678/JIC.2020.18.5.097>
- You SM(2020). Development and Effects of Art Coding Education Program on Computational Thinking. Sejong University Doctoral Degree.

- 
- Received : 24 January, 2023
  - Revised : 31 January, 2023
  - Accepted : 02 February, 2023