



초등학생을 대상으로 한 인공지능 교육프로그램의 효과에 대한 메타분석*

백근찬¹, 정상준²

《 요 약 》

본 연구의 목적은 메타분석을 활용하여 인공지능을 활용한 교육프로그램이 우리나라 초등학생들에게 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’에 미치는 효과를 종합적으로 검토하는데에 있다. 이를 위하여 기존에 작성된 총 42편의 선행 연구를 토대로 효과성을 분석하는 메타분석을 실시하였다.

연구 결과, 첫째, ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’ 모두에서 인공지능을 활용한 교육프로그램이 긍정적인 효과를 나타냈다. 이러한 결과는 인공지능을 활용한 교육이 학습 뿐만 아니라 창의적, 역량적 요소에도 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하여 추후 인공지능을 활용한 교육을 다양한 범위로 확대할 수 있다는 점을 시사한다.

둘째, 메타분석 결과 이질성이 발견되어 학위논문, 학술지 논문으로 구분하여 출판 유형에 따른 조절효과를 확인하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 인공지능을 활용한 교육프로그램의 효과성이 일관적이고 보편적일 수 있음을 보여주는 결과이다.

셋째, 교육 회기에 따르는 조절효과를 확인하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 다만 ‘역량’ 요소의 경우 근소한 수준의 유의성이 나타나 교육 회기의 질적 구성, 교육 내용에 대한 체계성을 갖춘다면 회기에 따라 추후 차이를 보일 수 있음을 시사한다.

주제어 : 초등학생, 인공지능 교육프로그램, 메타분석, 인지·역량·태도, 교육 효과

* 이 논문은 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2021S1A3A2A01090926).

1. 서울대학교 교육학과 강사, yesbkc1@snu.ac.kr (주저자)

2. 전북대학교 교육문제연구소 객원 연구원, junnjune@hanmail.net (교신저자)

I. 서론

최근 인공지능(Artificial Intelligence, AI)의 비약적인 발전은 사회 전반에 걸쳐 커다란 변화를 이끌고 있으며, 이러한 변화는 교육 영역에도 예외 없이 영향을 미치고 있다(관계부처합동, 2019; 교육부, 2020). 특히 AI 기술을 교육에 접목하려는 인공지능 기반 교육(AI in Education, AIED)의 중요성이 부각되면서, 학습자 중심의 맞춤형 교육, 데이터 기반 교수 전략, 인지 및 정의적 발달을 지원하는 다양한 AI 활용 가능성이 제기되고 있다(관계부처합동, 2020). 이러한 흐름 속에서 우리나라는 2022 개정 교육과정을 통해 AI 관련 내용을 교육과정 전반에 반영하고 있으며, 초·중등학교를 중심으로 인공지능 소양과 역량 강화를 위한 교육적 기반을 확대해가고 있다(교육부, 2020).

이러한 정책적 흐름에 발맞추어, 인공지능 교육의 실효성을 높이기 위한 다양한 연구와 프로그램 개발이 활발히 이루어지고 있다. 특히 AI 기술을 활용한 교육프로그램의 개발 및 그 효과성을 검증하려는 시도는 학교급에 따라 다양하게 수행되어 왔으며, 이러한 연구들은 인공지능 교육 프로그램의 효과에 대한 이해를 높이고, 실제 교육 현장에서의 적용 가능성과 성과를 확인하는 데 기여해 왔다(김가람, 2023; 박지민·정혜영, 2021; 김민상 외, 2024; 정재은, 2023 등). 그 축적된 결과는 지금까지의 AI 교육의 실제 효과에 대해 통합적으로 성찰할 수 있는 기반이 되고 있다. 그러나 이러한 연구들은 교육 대상, 적용 기간, 프로그램 유형, 분석 방법 등이 상이하 여 그 결과를 종합적으로 이해하는 데 한계가 있다. 이에 따라, 학교급별로 축적된 AI 교육 프로그램 효과성에 대한 연구들을 체계적으로 분석하여 그 전반적 효과 수준을 파악하고, 효과에 영향을 미치는 조절 요인을 확인하려는 메타분석 연구의 필요성이 대두되고 있다.

이러한 맥락에서, 최근에는 AI 교육프로그램의 효과 크기를 통합하여 전체적인 교육 효과를 조망하려는 메타분석 연구들이 수행되었다(강운경 외, 2021; 박은정, 2023a; 박은정, 2023b; 박채린, 2024; 박혜미, 신효정, 2025; 석나영, 2023; 양창모, 2025; 오한길, 2024; 윤소희, 2022). 그러나 해당 연구는 학교급 구분 없이 전체 데이터를 통합하여 분석함으로써, 학교급에 따른 교육적 맥락과 학습자의 발달 특성을 충분히 반영하지 못했다는 한계를 가진다. 인공지능 교육이 학교급에 따라 기대하는 교육적 목표나 접근 방식, 그리고 학습자의 인지적·정서적 특성이 달라지는 점을 고려할 때, 향후 연구에서는 학교급을 구분한 세분화된 분석이 필요하다.

AI 교육 프로그램의 목적과 기대 효과는 학교급에 따라 상이하게 설정되는 경향이 있다. 예컨대 초등 단계에서는 AI에 대한 흥미 유발과 기본 개념 형성, 창의적 사고력의 함양이 강조되는 반면, 중등 단계에서는 진로 탐색, 알고리즘 기반 문제 해결력, AI 기술에 대한 도구적 활용

역량 강화에 더 큰 비중을 둔다(교육부, 2022). 이처럼 교육적 목표가 다르다는 점은 AI 프로그램의 설계, 운영 방식, 그리고 학습자 반응에 차이를 초래할 수 있으며, 이는 곧 프로그램의 효과성에도 영향을 미칠 가능성이 있다. 따라서 AI 교육 프로그램의 효과성을 보다 정밀하게 이해하기 위해서는 학교급별로 효과의 양상과 영향 요인을 비교 분석하는 접근이 필요하다. 이는 결과적으로 학교급에 따른 맞춤형 교육 프로그램 개발과 정책 설계의 토대를 마련하는 데 기여할 수 있을 것이다.

이처럼 학교급별 AI 교육의 목표와 효과에 차이가 존재함에도 불구하고, 현재까지 수행된 메타분석 연구는 대부분 초·중등 교육을 통합하거나 중등 중심으로 수행되어 초등교육에 특화된 효과 분석은 상대적으로 미진한 실정이다. 특히 초등교육 단계에서는 프로그램 설계의 방향성과 학습자의 반응이 다르게 나타날 가능성이 높은 만큼, 초등학생을 대상으로 한 AI 교육 프로그램의 효과를 별도로 검토할 필요가 있다.

이에 본 연구는 초등학생을 대상으로 수행된 인공지능 교육 프로그램 관련 선행연구들을 체계적으로 수집하고 분석함으로써, 전반적인 효과 수준과 함께 프로그램 구성, 교육 기간, 측정 도구와 같은 조절 요인이 효과 크기에 미치는 영향을 종합적으로 검토하고자 한다. 이를 통해 초등교육 맥락에 적합한 인공지능 교육의 방향성과 실천적 시사점을 도출하는 데 목적이 있다.

본 논문은 총 다섯 장으로 구성된다. 먼저 제Ⅱ장에서는 인공지능 교육의 개념 및 AI 교육 프로그램의 효과에 대한 기존 이론과 선행연구를 고찰하여 메타분석의 이론적 기초를 제시한다. 제Ⅲ장에서는 본 연구의 메타분석 절차, 자료 선정 기준, 효과 크기 산출 방식 및 분석 방법을 상세히 기술한다. 제Ⅳ장에서는 전체 효과 크기 및 조절변인 분석 결과를 제시하며, 제Ⅴ장에서는 연구 결과에 대한 해석, 시사점, 한계 및 향후 연구 방향을 논의한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 인공지능 교육의 개념

인공지능(AI) 교육은 단순한 기술 습득을 넘어, 학습자에게 AI의 원리와 사회적 의미를 이해 시키고, 이를 활용하여 문제를 해결하는 역량을 기르도록 돕는 통합적 교육 활동으로 정의된다. 한국 교육과정에서도 AI 교육은 '인공지능의 이해', '활용', '가치와 윤리'의 세 영역으로 구성되며, 단순 기능 교육이 아닌 리터러시, 실천력, 윤리의식을 고르게 함양하는 것을 목표로 한다(교육

부, 2022; 관계부처 합동, 2019).

특히 초등학교에서는 이러한 목표가 학생의 발달 수준에 맞게 구성된다. 추상적인 개념보다는 구체적인 활동 중심으로 설계된 교육 방식이 선호되며, 놀이 기반 활동, 스토리텔링, 생활 속 사례 탐색 등이 AI 개념을 직관적으로 이해하고 학습자의 흥미를 유도하는 데 효과적인 접근으로 활용된다(박슬기, 2022; 정지운, 2024). 이러한 방식은 학습자의 인지적 이해를 도울 뿐 아니라, 학습 상황에 대한 정서적 안정감과 수용 태도를 형성하는 데에도 긍정적인 영향을 미친다.

또한 AI 교육은 교과 간 융합적 성격을 띠며, 다양한 과목의 내용과 사고방식을 결합하는 통합형 학습의 기회를 제공한다. 이 과정에서 학습자는 창의성, 문제해결력, 디지털 소양 등과 같은 핵심역량을 자연스럽게 함양하게 되며, 이는 AI 교육이 단순한 기술 습득을 넘어 실천적 사고와 가치 중심 교육으로 확장될 수 있는 가능성을 보여준다(문우중 외, 2023; 강운경 외, 2021).

이러한 AI 교육의 특성은 궁극적으로 인지, 역량, 태도라는 세 가지 교육적 효과와 밀접하게 연결된다. AI 교육은 개념적 이해를 요구하는 '인지' 측면에서 학습자의 정보 처리 능력을 자극하고, 실생활 문제 해결을 위한 '역량' 측면에서는 창의적 사고와 기술 활용 능력을 개발하며, 기술을 수용하고 올바르게 활용하려는 '태도' 측면에서는 윤리의식과 학습 동기를 고양하는 데 기여한다. 초등학교에서의 AI 교육은 이 세 요소를 유기적으로 통합함으로써 학생의 인지적, 정의적, 사회적 성장을 동시에 도모할 수 있는 기반을 제공하며, AI 시대를 살아갈 미래 인재 양성을 위한 핵심 교육으로 기능한다.

2. 인공지능 교육 프로그램 메타분석

최근 인공지능 교육의 효과성을 검토하고자 하는 메타분석 연구들이 국내에서도 활발히 수행되고 있다. 윤소희(2022)는 초·중·고·대학생을 포함한 다양한 교육 대상자의 데이터를 통합하여, AI 교육의 전반적인 효과 크기를 제시한 바 있다. 박채린(2024) 역시 초·중등 교육을 중심으로 다양한 변인을 고려한 메타분석을 수행하였으나, 학교급 구분보다는 전체 경향을 조망하는 데 중점을 두었다. 인지 영역에 특화된 분석을 시도한 석나영(2023)의 연구는 초·중등 학생을 대상으로 한 AI 융합교육의 인지적 효과를 증점적으로 분석함으로써, 특정 영역 중심 분석의 가능성을 보여주었다.

오한길(2024)과 박혜미·신효정(2025)은 중등교과를 중심으로 AI 교육프로그램의 효과를 분석하였고, 강운경 외(2021)는 청소년을 대상으로 한 메타분석을 통해 중·고등학생 중심의 연구

흐름을 강화하였다. 박은정(2023a, 2023b)은 AI 챗봇을 활용한 영어교육 프로그램의 효과를 메타분석을 통해 살펴보았다. 마지막으로, 양창모(2025)는 학교급 구분 없이 대규모 데이터를 통합하여 AI 교육의 전반적인 효과를 폭넓게 분석하였으며, 전체적인 교육 효과에 대한 종합적 이해를 제공하였다. 이들 연구는 AI 교육 프로그램의 효과에 대한 다양한 관점을 제공하고 있으나, 대부분 학교급에 따른 발달 특성과 교육적 요구를 충분히 고려하지 못한 한계를 지닌다. 특히 초등학생을 대상으로 한 독립적이고 구조화된 메타분석은 드물게 수행되었으며, 이는 초등교육의 맥락을 반영한 세분화된 분석의 필요성을 제기한다.

지금까지의 선행연구에서 반복적으로 나타난 AI 교육의 효과 범주는 학습자의 개념 이해, 문제해결력 및 실천 능력, 그리고 정서적 반응과 태도와 관련된 요소들이 중심을 이루고 있다. 이러한 경향은 인지, 역량, 태도라는 세 가지 교육적 범주로 체계화될 수 있으며, 이는 교육과정 설계, 교수학습 활동, 평가 및 피드백 과정 전반에서 핵심적인 분석 기준으로 기능할 수 있다. 실제로 인지 영역은 AI 교육의 개념적 접근과 기술 이해 수준을 반영하며(석나영, 2023), 역량 영역은 AI를 활용한 창의적 문제 해결이나 협업 능력과 직결된다(강윤경 외, 2021). 태도 영역은 AI 기술을 수용하고 학습 동기를 유지하며(박은정, 2023a; 박은정, 2023b), 윤리적 판단을 내리는 데 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구는 기존 문헌의 흐름을 반영하여 이 세 범주를 중심으로 효과를 분석하고자 하며, 이를 통해 초등학생 대상 AI 교육 프로그램의 실질적인 교육 효과를 보다 구조적으로 검토하고자 한다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

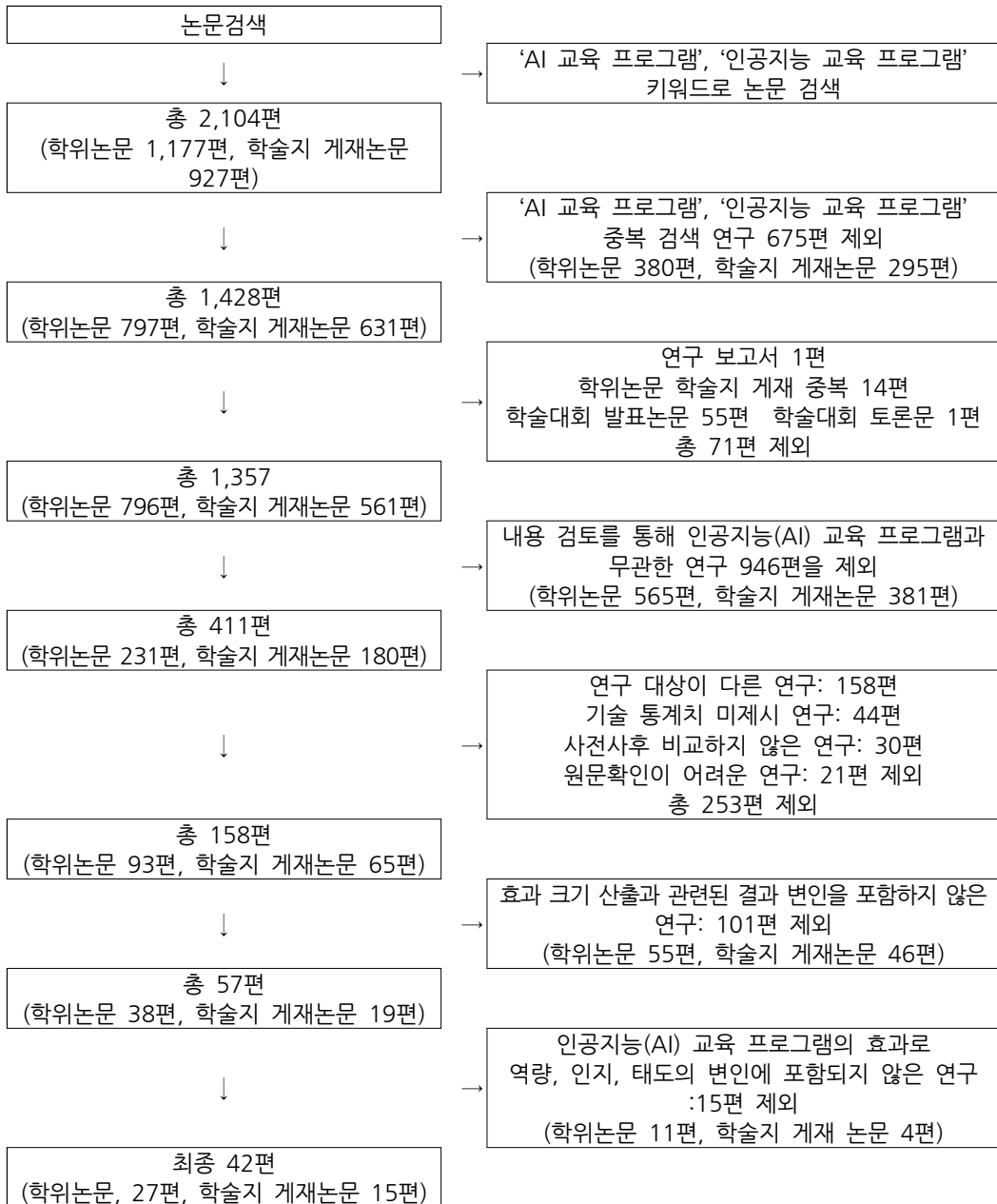
본 연구에서는 메타분석을 위한 자료를 수집하기 위해 학술연구정보서비스(RISS, www.riss.kr)를 활용하였다. ‘AI 교육 프로그램’, ‘인공지능 교육 프로그램’을 주요 검색어로 사용하고, 주제 분류는 ‘교육’으로 설정하여 학위논문과 학술지 논문을 대상으로 자료를 수집하였다. 검색은 2025년 2월 7일부터 2월 17일까지 11일 동안 진행되었다. ‘AI 교육 프로그램’ 키워드로 검색된 논문은 총 968편(학위논문 507편, 학술지 게재논문 461편)이었고, ‘인공지능 교육 프로그램’ 키워드로는 총 1,136편(학위논문 670편, 학술지 게재논문 466편)이 검색되었다. 1차로 검색된 총 2,104편(학위논문 1,177편, 학술지 게재논문 927편)의 논문 중 중복 검색 연구

675편(학위논문 380편, 학술지 게재논문 295편)을 제외하였다.

2차로 남은 총 1,428편(학위논문 797편, 학술지 게재논문 631편) 중 연구보고서 1편, 학위논문 학술지 동일한 연구내용이 학위논문과 학술지 게재논문으로 중복된 경우(학술지 논문만을 포함하고 학위논문은 제외하였음) 14편, 학술대회 발표 논문 55편, 학술대회 토론문 1편 총 71편을 제외하였다. 3차로 남은 총 1,357편(학위논문 796편, 학술지 게재논문 561편) 중 내용 검토를 통해 인공지능(AI) 교육 프로그램과 무관한 연구 946편(학위논문 565편, 학술지 게재논문 381편)을 제외하였다. 4차로 남은 총 411편(학위논문 231편, 학술지 게재논문 180편) 중 초등학생을 대상으로 하지 않은 연구 158편, 기술 통계치 미제시 연구 44편, 사전사후 비교하지 않은 연구 30편, 원문확인이 어려운 연구 21편 총 253편을 제외하였다.

선정된 총 158편(학위논문 93편, 학술지 게재논문 65편) 중 효과 크기 산출과 관련된 결과변인을 포함하지 않은 연구 101편(학위논문 55편, 학술지 게재논문 46편)을 제외하여 총 57편의 논문을 선정하였고, 해당 논문 중 인공지능 교육 프로그램의 효과로 역량, 인지, 태도의 범주에 포함되지 않은 연구 15편(학위논문 11편, 학술지 게재 논문 4편)을 제외하였다. 따라서 최종 분석에 포함된 논문은 42편으로 학위논문 27편, 학술지 게재논문 15편이었다. 최종적으로 선정된 논문들은 각 연구마다 AI활용 전, 후의 효과를 확인한 종속변수가 다르므로 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’의 세 요인으로 나누어 분류 및 코딩을 실시하였다.

구체적으로 역량의 요인에 포함시킨 논문은 종속 변인으로 ‘AI 역량’, ‘창의역량’을 포함한 창의성, ‘인공지능 역량’ 등으로 구분된 논문만을 선정하였다. 선정된 논문 중 두 요인의 효과에 모두 포함되는 경우에는 두 영역에 하위 요인에서 제시된 통계값을 별도로 코딩하였다. 따라서 한 논문이 두 요인 각각의 분석에 활용된 경우도 있다. 구체적으로 인지요인은 ‘AI 리터러시’, ‘인공지능 이해도’, ‘통계적 소양’ 등을 선정하였으며, 태도 요인은 ‘인공지능 활용 태도’, ‘AI 학습태도’, ‘인성’ 등의 효과를 확인한 논문을 선정하였다. 역량 요인에 포함된 논문은 학위논문 10편, 학술지 논문 8편으로 총 18편이었으며, 인지 요인에 포함된 논문은 학위논문 17편, 학술지 논문 2편으로 총 19편이었고, 태도 요인에 포함된 논문은 학위논문 4편, 학술지 논문 7편으로 총 11편이었다. 이 중에서 학위논문 4편과 학술지 논문 2편이 두 개의 요인에 나누어 코딩되었다.



[그림 1] 분석 대상 논문 선정 과정

2. 자료코딩 및 분석방법

먼저 논문 선정 과정에서 선정된 분석 대상 논문에 대하여 연구진의 협의에 따라 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’의 범주로 분류하였다. 분류를 마친 뒤 각 연구의 연구자와 논문 출판의 연도를 확인하였고, 연구 참여자의 사례 수와 종속변인에 대한 평균과 표준편차, 교육 프로그램의 회기 수를 코딩하였다. 연구의 모든 분석에는 Jamovi 2.6.44 프로그램을 활용하였다. <표 1>은 최종 연구 대상 논문으로 선정된 42편(학위논문 27, 학술지 논문 15편)의 논문을 정리한 것이다.

연도별로 선정된 논문을 살펴보면, 2021년 논문 5편, 2022년 논문 5편, 2023년 논문 16편, 2024년 논문 14편, 2025년 논문 2편이 활용되었다.

<표 1> 연구 대상 논문

	연구자(연도)	출판유형	연구 참여 인원 (명)	종속변인	분류
1	김정영 (2022)	학위논문	22	창의성	역량
2	이예지 (2022)	학위논문	23	AI역량/디지털 리터러시	역량/ 인지
3	조소영 (2024)	학위논문	25	AI역량	역량
4	온혜원 (2023)	학위논문	26	AI역량/AI 리터러시	역량/ 인지
5	김상백 (2023)	학위논문	164	창의적 문제해결	역량
6	김혜진 (2025)	학위논문	20	창의성/인성	역량/ 태도
7	오찬웅 (2024)	학위논문	20	비판적, 창의적 사고역량	역량
8	오성수 (2024)	학위논문	22	창의적 사고역량/ 시리터러시	역량/ 인지
9	신혜지 (2024)	학위논문	23	컴퓨팅 사고력	역량
10	박기림 (2023)	학위논문	22	창의적 문제해결력	역량
11	박지민, 정혜영 (2021)	학술지 논문	18	창의적 문제 해결력/ 인공지능윤리의식	역량/ 태도
12	김봉철 외(2021)	학술지 논문	39	컴퓨팅사고력	역량
13	정혜영 외 (2024)	학술지 논문	259	창의역량	역량
14	김인철, 유인환 (2023)	학술지 논문	25	창의적 문제해결력	역량
15	김보람, 김현주 (2024)	학술지 논문	25	환경역량 검사/ 인공지능 활용 태도	역량/ 태도
16	문우종 외 (2021)	학술지 논문	27	컴퓨팅사고력	역량
17	김혜란, 최선영 (2021)	학술지 논문	19	창의적 문제해결력	역량

18	김중균, 김경언 (2023)	학술지 논문	101	인공지능역량	역량
19	정재은 (2023)	학위논문	20	시리터러시	인지
20	최권능 (2022)	학위논문	13	시윤리의식	인지
21	구단희 (2023)	학위논문	22	시리터러시	인지
22	정지운 (2023)	학위논문	29	시리터러시	인지
23	최소영 (2023)	학위논문	40	시리터러시	인지
24	이지영 (2023)	학위논문	18	시리터러시	인지
25	정다이 (2024)	학위논문	26	시리터러시	인지
26	양재호 (2024)	학위논문	30	시리터러시	인지
27	박슬기 (2022)	학위논문	23	인공지능이해도	인지
28	엄주희 (2025)	학위논문	22	디지털 리터러시	인지
29	김가람 (2023)	학위논문	20	시리터러시	인지
30	김소연 (2024)	학위논문	24	시리터러시	인지
31	문우종 (2024)	학위논문	26	데이터리터러시	인지
32	신혜연 (2023)	학위논문	28	데이터 리터러시	인지
33	이슬, 마대성 (2022)	학술지 논문	21	인공지능에 대한 이해도	인지
34	김윤하, 장혜원 (2023)	학술지 논문	19	통계적 소양	인지
35	강동휘 (2023)	학위논문	20	시윤리의식	태도
36	신예지 (2024)	학위논문	20	친환경적 소비	태도
37	최일훈 (2021)	학위논문	29	환경감수성	태도
38	백수현, 유지원 (2024)	학술지 논문	22	시학습태도	태도
39	정한별, 문성환 (2023)	학술지 논문	21	인공지능 기술에 대한 태도	태도
40	송주영, 전용주 (2023)	학술지 논문	22	인공지능 윤리의식	태도
41	임지원, 김영식 (2024)	학술지 논문	23	인공지능에 대한 태도	태도
42	김민상 외(2024)	학술지 논문	1141	인공지능 기술 태도	태도

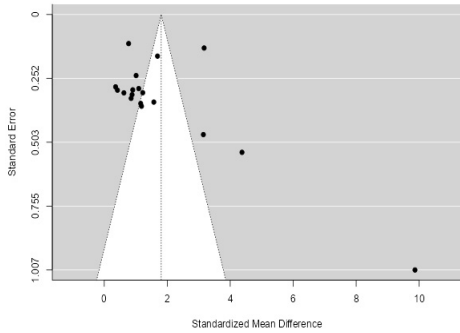
IV. 연구 결과

1. 출판 편향 분석

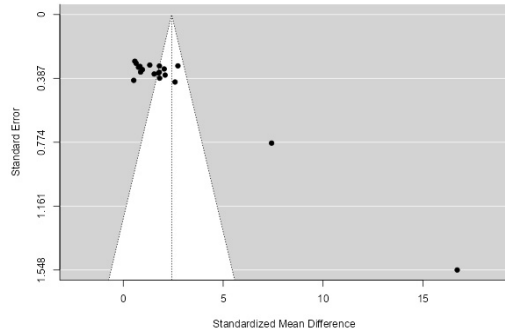
연구 분석에 앞서 메타분석 결과의 타당성을 확보하고, 효과크기에 대한 과대추정 가능성을 점검하기 위해 출판편향 분석을 실시하였다. 출판 편향의 경우 메타분석을 실시할 때 “연구에 포함된 연구들이 전체 연구를 대표하지 못하는 오류”를 분석하는 것으로, 메타 분석에 활용한

연구의 오류를 확인하는 분석이다(황성동, 2016). 분석에는 Fail-safe N, Egger의 회귀검정, Trim and fill 분석, Funnel plot 시각화를 포함하였다.

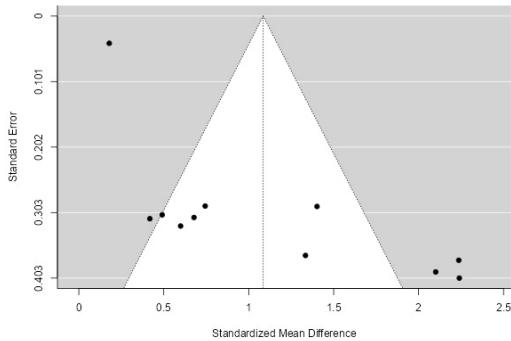
출판 편향 분석은 AI 교육 프로그램의 효과를 하위 구인으로 구분하였으므로 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’의 세 요인으로 나누어 분석을 실시하였다. 먼저 Funnel plot을 통해 효과크기의 좌우 대칭성을 살펴보았다. [그림 1~3]은 각각 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’의 Funnel plot을 제시한 결과이다. 결과를 살펴보면 ‘역량’과 ‘인지’ 요인에서 일부 비대칭성이 관찰되었다. ‘태도’의 요인에서는 연구 수가 적은 편임에도 불구하고 상대적으로 대칭에 가까운 형태를 보였다. 다음으로 Fail-safe N, Egger의 회귀검정, Trim and Fill 분석을 실시하였다. 결과는 <표 2>에 제시하였다.



[그림 2] 역량 Funnel plot



[그림 3] 인지 Funnel plot



[그림 4] 태도 Funnel plot

Fail-safe N, Egger의 회귀검정, Trim and Fill 분석결과를 확인해 보면 모든 요인에서 Egger의 회귀계수가 통계적으로 유의하여($p < .001$) 출판 편향의 가능성을 시사하였다. 하지만 메타 분석 결과의 통계적인 유의성을 무효화하기 위하여 필요한 연구의 수를 추정하는 지표인 Fail-safe N이 Rosenthal(1979)이 제안한 $5k+10$ 의 기준에 비하여 훨씬 높은 수치로 나타났다. 즉, 역량의 경우 3814개의 연구가 추가되어야 본 연구의 통계적 유의성을 무효화 할 수 있다는 의미이다. 또한 Funnel plot의 비대칭성을 기준으로 보정이 필요한 연구수를 제안하는 Trim and fill의 결과가 세 요인 모두 0으로 나타났다. 따라서 Egger의 회귀계수의 유의성에 따라 일부 출판 편향의 가능성이 존재하지만 전체적인 분석 결과에 중대한 영향을 미칠 가능성은 낮다고 판단하고 이후 분석을 실시하였다.

〈표 2〉 하위 요인별 출판편향 분석

하위 요인	Fail-safe N	Egger의 회귀계수	Trim and fill (보정된 연구 수)
역량	3814	5.09***	0
인지	3149	10.86***	0
태도	553	2.84***	0

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

2. ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’의 효과 크기

먼저 AI 교육 프로그램이 초등학생들의 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’에 미치는 영향을 확인하기 위하여 효과크기를 확인하였다. 결과는 〈표 3〉에 제시되었다.

〈표 3〉 전체 효과 크기

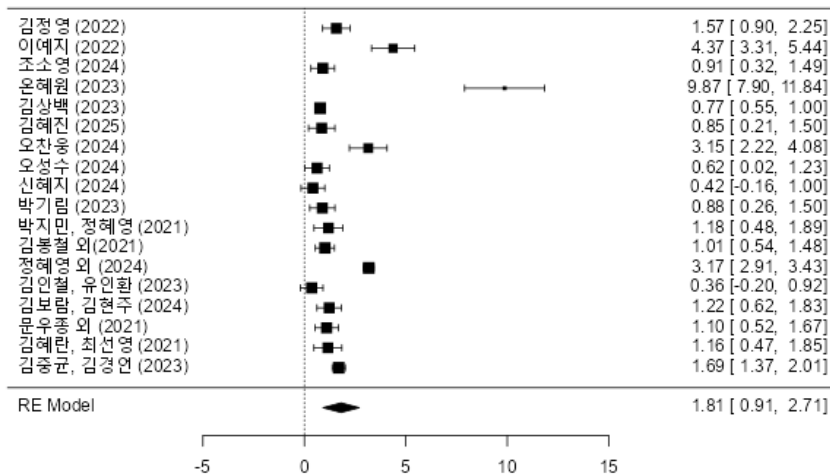
하위 요인	논문 수	효과 크기	표준오차	95% 신뢰구간	Z
역량	18	1.81	0.46	[0.91, 2.71]	3.94***
인지	19	2.42	0.74	[0.97, 3.88]	3.26***
태도	11	1.09	0.23	[0.63, 1.54]	4.71***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

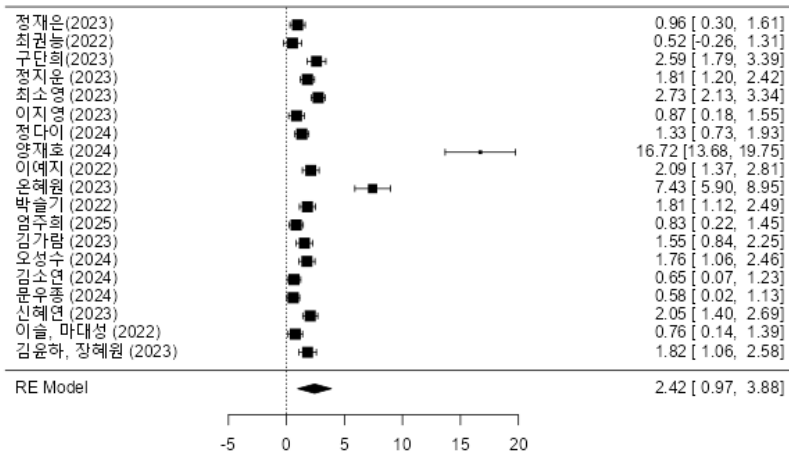
먼저, 역량 영역에서는 총 18편의 연구가 포함되었으며, 평균 효과크기는 1.81(SE = 0.46)으로 나타났고, 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($Z = 3.94, p < .001$). 이는 AI 교육이 초등학생의 역량 향상에 대체로 강한 영향을 미친다는 것을 의미한다. 자료의 이질성 지표(I^2)는 98.3%로 상당히 크게 나타났고 이는 통계적으로 유의하였다($Q(17) = 368.47, p < .001$).

다음으로 인지 영역에서는 19편의 연구가 포함되었고, 평균 효과크기는 2.42(SE = 0.74)로 나타났고 이 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났고($Z = 3.26, p < .001$), 이는 초등학생을 대상으로 실시하는 AI 교육프로그램이 인지 영역에도 강한 효과를 보인다는 것을 의미한다. 그러나 이질성 지표(I^2)는 98.8%로 상당히 크게 나타났고 이는 통계적으로 유의하였다($Q(18) = 226.61, p < .001$).

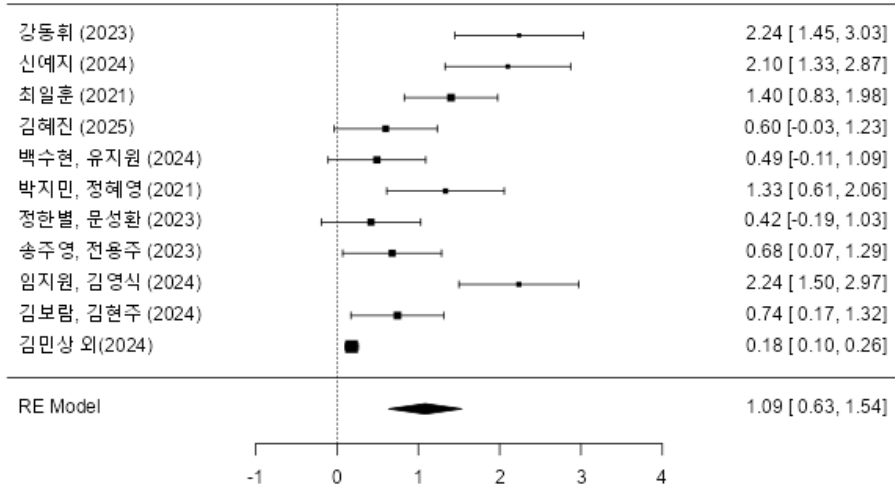
태도 영역은 11편의 연구가 포함되었으며, 평균 효과크기는 1.09(SE = 0.23)로 나타났고, 결과가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($Z = 4.71, p < .001$). 이는 AI 교육 프로그램이 초등학생들의 태도에도 긍정적인 영향을 미친다는 것을 의미한다. 태도 영역 또한 이질성 지표(I^2)는 89.02%로 상당히 크게 나타났고 이는 통계적으로 유의하였다($Q(10) = 106.00, p < .001$). 이상의 결과를 종합하면, AI 교육은 역량, 인지, 태도 전 영역에 걸쳐 긍정적 효과를 나타내는 것으로 확인되었으나, 각 하위 요인에서 매우 높은 이질성을 보였기 때문에 논문의 유형에 따른 차이, 그리고 교육 프로그램의 회기에 따르는 차이의 효과를 확인하는 조절효과 분석을 실시하였다.



[그림 5] 역량의 Fores plot



[그림 6] 인지의 Fores plot



[그림 7] 태도의 Fores plot

3. 출판 유형에 따른 효과 크기 차이

본 연구에서는 AI 교육 프로그램의 효과크기에 영향을 미칠 수 있는 조절변수로서 출판 유형(0 = 학위논문, 1 = 학술지 논문)을 범주형 변수로 설정하고, 각 하위 요인(역량, 인지, 태도)별로 메타회귀분석을 실시하였다. 출판 유형은 연구의 질적 특성과 출판 과정의 엄격성이 다르기 때문에, 동일한 교육 프로그램일지라도 그 보고 방식에 따라 효과크기 차이가 존재할 수 있기 때문에(Frattaroli, 2006), 조절효과 가능성을 검토하고자 하였다.

〈표 4〉 출판 유형에 따른 조절효과

변인	k	계수 항목	효과크기	표준오차	95% 신뢰구간	Z
역량	18	절편	1.99	0.63	[0.77, 3.21]	3.19*
		조절효과	-0.34	0.79	[-1.89, 1.21]	-0.43
인지	19	절편	2.51	0.76	[1.03, 4.00]	3.32***
		조절효과	-1.22	2.38	[-5.89, 3.45]	-0.51
태도	11	절편	1.61	0.44	[0.76, 2.46]	3.71***
		조절효과	-0.71	0.50	[-1.70, 0.28]	-1.41

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

분석 결과는 〈표 4〉와 같다. 먼저 역량 요인에서의 절편은 1.99로 나타났으며, 이는 학위논문으로 보고된 연구들에서의 평균 효과크기가 통계적으로 유의하다는 것을 보여준다($Z = 3.19$, $p < .001$). 그러나 조절변수인 출판 유형의 회귀계수는 -0.34 로 나타나 학위논문일 경우 효과크기가 상대적으로 클 수 있지만 이러한 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다($Z = -0.43$, $p = .66$).

인지 요인에서도 유사한 결과가 나타났다. 절편이 2.51 ($Z = 3.32$, $p < .001$)로 유의하게 나타나 학위 논문의 평균 효과크기가 통계적으로 유의하였으나, 조절효과는 -1.22 ($Z = -0.51$, $p = .607$)로 통계적으로 유의하지 않았다. 이는 출판 유형이 인지 영역에서의 효과크기 차이를 설명하지 못함을 의미한다.

태도 요인에서도 절편은 1.61 ($Z = 3.71$, $p < .001$)로 통계적으로 유의하였으나, 조절효과는 -0.71 ($Z = -1.41$, $p = .157$)로 나타나, 출판 유형에 따른 효과크기 차이는 이 영역에서도 통계적으로 유의하지 않았다.

4. 회기에 따른 효과 크기 차이

다음으로 AI 교육 프로그램의 효과크기에 영향을 미칠 수 있는 조절변수로 교육 회기 수를 설정하고, 하위 영역별로 메타회귀 분석을 실시하였다. 분석 결과는 <표 4>와 같다.

<표 5> 회기에 따른 조절효과

변인	k	계수 항목	효과크기	표준오차	95% 신뢰구간	Z
역량	18	절편	-0.97	1.51	[-3.93, 1.99]	-0.22
		회기 수	0.23	0.12	[-0.01, 0.46]	1.92
인지	19	절편	3.09	2.28	[-1.375, 7.545]	1.36
		회기 수	-0.06	0.16	[-0.359, 0.268]	-0.28
태도	11	절편	1.46	0.81	[-0.122, 3.039]	1.81
		회기 수	-0.04	0.07	[-0.179, 0.108]	-0.48

먼저 역량 요인에서는 회기 수가 증가함에 따라 효과크기가 증가하는 경향을 보였다. 회기 수의 회귀계수는 0.23(SE = 0.12)로 나타났고, Z값은 1.92(p = .055)로 통계적으로 유의하지는 않았지만 유의수준 .05에서 근소한 수준의 유의성을 보여주어 회기수에 따른 경향성을 확인해 볼 수 있었다. 이는 회기 수가 많아질수록 AI 교육의 역량 향상 효과가 증가할 가능성을 시사한다.

다음으로 인지 영역에서는 회기 수의 회귀계수가 -0.06(SE= 0.16, Z = -0.28, p = .78)으로 나타나, 교육 회기 수가 효과크기에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

태도 영역에서도 유사한 양상이 나타났다. 회기 수의 회귀계수는 -0.04(SE = 0.07, Z = -0.48, p = .63)로 통계적으로 유의하지 않아 회기 수에 따른 효과 변화는 확인되지 않았다.

V. 논의 및 결론

본 연구는 인공지능(AI) 교육프로그램의 효과가 우리나라 초등학교 학생들에게 효과적일 수 있는지를 체계적으로 확인하고자 하였다. 이를 확인하고자 총 42편의 논문을 대상으로 ‘역량’,

‘인지’, ‘태도’의 세 하위 요인으로 나누어 사전검사 점수와 사후검사 점수의 차이에 대하여 메타 분석을 실시하고, 출판 유형과 교육의 회기 수를 조절변수로 설정하여 효과크기 차이를 분석하였다. 본 연구에서 도출된 주요 연구 결과와 이에 대한 논의 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’ 세 요인 모두에서 인공지능 교육프로그램이 유의한 긍정적 효과를 나타내었으며, ‘인지’ 요인에서는 가장 큰 효과를 보였으며 다른 두 요인 모두 높은 수준의 효과성을 보였다. 이러한 결과는 초등학생을 대상으로 한 교육의 효과성을 메타분석으로 확인한 선행연구들(강운경, 장유나, 배상영, 홍세희, 2021; 윤소희, 2023)의 효과성보다 높은 효과성을 보였다. 이러한 결과들은 인공지능을 활용한 교육이 학습의 효과뿐만 아니라 창의성과 같은 역량적 요소, 그리고 윤리의식 등과 같은 태도의 영역에도 긍정적 영향을 미칠 수 있기 때문에 다양한 분야에서 활용할 수 있음을 보여주는 결과이다. 추가로 인공지능을 활용한 교육 프로그램이 초등학생에게 높은 효과성을 보였다는 점에서 초등교육 현장에서 단순히 진로 탐색, 체험의 수준이 아니라 교육의 도구로 활용할 수 있다는 교육의 효과를 확인했다는 점에서 시사점을 제공한다. 특히 인공지능 활용 교육이 단순한 기능 습득이 아니라 창의적 사고력, 윤리의식 등을 증진시키는 데에도 효과적임을 확인할 수 있었다. 이러한 점은 초등교육 현장에서 학습뿐만 아니라 다양한 영역에서 활용될 수 있음을 시사한다.

둘째, 본 연구에서는 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’ 세 하위 요인에서 연구 간의 이질성이 발견되어 출판 유형에 따라 효과 크기의 차이를 보이는지 조절효과를 확인하였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 초등학생을 대상으로 실시하는 인공지능을 활용한 교육 프로그램이 출판 목적에 따라 결과가 다르지 않다는 것을 보여주는 결과이다. 즉, 초등교육에서 인공지능을 활용한 교육 프로그램의 효과성이 일관적이며 보편적일 수 있음을 보여주는 결과이다.

셋째, 본 연구에서는 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’ 세 하위 요인에서 연구 간의 이질성이 발견되어 교육 회기에 따라 효과 크기의 차이를 보이는지 조절효과를 확인하였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 ‘역량’ 요인의 경우 근소한 경향성을 확인할 수 있었다. 이러한 점은 비록 통계적으로 유의한 결과를 도출하지는 못했지만, 교육 회기의 질적인 구성, 교육 내용을 체계적으로 구성할 경우 인공지능을 활용한 교육의 효과성이 더욱 강화될 수 있음을 예측해 볼 수 있다.

지금까지 확인한 본 연구의 한계점과 추후 연구에 대한 제언은 다음과 같다. 먼저 본 연구에서는 초등학생들의 ‘역량’, ‘인지’, ‘태도’ 세 가지 요인만을 구분하여 확인했다는 한계가 있다. 따라서 추후 연구에서 메타 연구를 수행한다면, 본 연구에서 확인하지 못한 요인을 더 세분화해서

살펴볼 필요가 있다. 만약 다른 요인에서도 일관적인 연구 결과가 도출된다면 인공지능을 활용한 교육을 더 많은 영역에 배치, 활용할 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구는 초등학생만을 대상으로 효과를 확인했다는 한계를 지닌다. 특히 강윤경 외 (2021)의 연구에서는 초등학생들에게 실시한 교육의 효과가 중학생, 고등학생 보다 낮다는 메타 분석 결과를 도출하였다. 따라서 추후 연구에서는 각 영역을 세분화하여 중학교, 고등학교에서의 효과성을 확인할 필요가 있다. 만약 영역을 세분화 하였을 때 초등학생이 중·고등학생보다 효과적이라는 결과를 도출할 수 있다면 초등학교 시기부터 다양한 분야에 인공지능을 활용한 교육을 실시하여 그 효과성을 더 극대화시킬 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구에서는 출판 유형, 교육 회기의 조절효과만을 확인했다는 한계점을 지닌다. 이러한 점은 본 연구에서 출판 유형에 따른 효과가 나타나지 않았지만, 출판 유형 외의 다른 조절 요인의 가능성은 여전히 열려 있음을 보여주는 결과이기도 하다. 예컨대, 교수자의 전문성, 프로그램의 운영 방식, 학습자의 초기 수준이나 동기, 교육 기간 및 교육 내용의 구성 등의 다양한 요인이 효과크기의 차이에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 후속 연구에서는 보다 다양한 조절변수를 포함한 분석을 통해 효과크기 변동의 원인을 보다 정교하게 규명할 필요가 있다. 또한 교육 환경 및 맥락적 특성을 반영한 세분화된 분석이 병행된다면, AI 교육 프로그램의 효과성을 보다 구체적으로 설명할 수 있을 것이다.

끝으로 추후 인공지능 교육 프로그램 실시의 효과를 확인하는 연구의 경우 더욱 다양한 프로그램을 진행할 필요가 있다. 본 연구에서 확인한 연구들은 상당수 선행 연구와 유사한 방식으로 인공지능 교육 프로그램을 활용하고 있었다. 하지만 앞으로 인공지능의 활용도가 더욱 높아질 것이라 예상되는 상황에서 다양한 프로그램을 활용하여 그 효과성을 확인하는 실험 연구들이 진행될 수 있다면 미래 초등교육에 효율성, 효과성을 증대시킬 수 있을 것이라 기대한다.

※ 논문 투고일: 2025. 5. 29. ※ 논문 수정일: 2025. 7. 16 ※ 게재 확정일 : 2025. 8. 13.

〈참고문헌〉

- 강동휘(2023). **노벨엔지니어링(Novel Engineering)기반 AI교육프로그램 개발 및 적용**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 강윤경, 장유나, 배상영, 홍세희(2021). 인공지능 교육프로그램이 청소년에게 미치는 효과 연구에 대한 메타분석. **교육정보미디어연구**, 27(4), 1273-1294.
- 관계부처 합동 (2019). **인공지능 국가전략**.
- 관계부처 합동 (2020). **전국민 AISW교육 확산 방안**.
- 교육부 (2020). **정보교육 종합계획**.
- 교육부 (2022). **2022 개정 교육과정, 이렇게 바꿉니다**. 교육부 보도자료.
- 구단희(2023). **인공지능 리터러시 향상을 위한 공간 데이터 활용 인공지능 융합교육 프로그램 개발**. 서울대학교 대학원 석사학위청구논문.
- 김가람(2023). **실생활 문제에 기반한 데이터셋 활용 인공지능 교육 프로그램이 초등학생의 인공지능 리터러시에 미치는 영향**. 한국교원대학교 대학원 석사학위청구논문.
- 김민상, 김경이, 김형욱, 김정은(2024). 초등학교 인공지능 캠프 프로그램이 인공지능기술 태도 및 데이터 리터러시 역량에 미치는 효과. **학습자중심교과교육연구**, 24(6), 15-25.
- 김윤하, 장혜원(2023). 초등학생의 통계적 소양 신장을 위한 데이터와 인공지능 예측모델 기반의 통계프로그램 개발 및 적용. **수학교육논문집**, 37(4), 717-736.
- 김소연(2024). **환경 문제를 중심으로 한 초등학생 대상 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 적용**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 김상백(2023). **초등학생 대상 노벨 엔지니어링을 활용한 인공지능 융합교육 프로그램 개발 및 적용**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 김보란, 김현주(2024). **노벨엔지니어링(Novel Engineering) 기반 생태환경교육 프로그램이 초등학생의 환경역량 및 인공지능 활용 태도 함양에 미치는 영향**. **한국실과교육학회지**, 37(2), 187-206.
- 김봉철, 김봄솔, 고은정, 문우중, 오정철, 김종훈(2021). 지역화 공공데이터 기반 초등학생 머신러닝 교육 프로그램 개발. **정보교육학회논문지**, 25(5), 751-759.
- 김인철, 유인환(2023). 창의적 문제해결력 향상을 위한 도전기반학습 중심의 머신러닝 학습프로그램 개발. **초등교육연구논총**, 39(4), 113-136.
- 김정영(2022). **해양환경오염에 관한 AI기반 융합인재교육 프로그램이 초등학생의 환경감수성과 창의적 문제해결력에 미치는 영향**. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 김중균, 김경연(2023). 인공지능을 활용한 교과융합 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경소양과 인공지능역량에 미치는 영향. **한국초등교육**, 34(3), 195-210.
- 김혜란, 최선영(2021). 초등과학 실시간 쌍방향수업을 위한 인공지능 융합교육프로그램의 개발과 적용 - ‘식물의 생활’ 단원을 중심으로 -. **초등과학교육**, 40(4), 433-442.
- 김혜진(2025). **노벨 엔지니어링 기반 인공지능 융합 수학교육 프로그램을 통한 창의·인성과 정의적 영역 변화 분석**. 경인교육대학교 교육전문대학원 석사학위청구논문.
- 문우중(2024). **체인지메이커 기반 인공지능 교육 수업모형 및 프로그램**. 제주대학교 대학원 박사학위청구논문.
- 문우중, 김봄솔, 고승환, 고은정, 김종훈(2023). 딥러닝 원리 중심의 인공지능 교육 프로그램 개발 및 적용. **정보교육학회논문지**, 27(3), 225-234.

- 박기림(2023). **초등학생을 위한 인공지능 창작 진로교육 프로그램 개발 및 적용**. 성균관대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 박슬기(2022). **학습동기 향상을 위한 스토리텔링 활용 초등 AI 교육 프로그램 개발 및 적용**. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 박은정(2023a). AI 챗봇을 활용한 영어교육 프로그램이 언어교육 효과에 미치는 영향에 대한 메타분석. **영어교과교육**, 22(3), 113-132.
- 박은정(2023b). 메타분석에 의한 AI 챗봇 기반 영어교육 프로그램의 교육효과 비교. **영어어문교육**, 30(1), 41-61.
- 박지민, 정혜영(2021). 플립러닝을 활용한 프로젝트 기반 인공지능교육 프로그램이 인공지능 윤리의식과 창의적 문제해결력에 미치는 영향. **교과교육학연구**, 25(5), 359-368.
- 박채린(2024). **국내 초·중등 교육에서 인공지능 활용의 효과에 대한 메타분석**. 한국교원대학교 대학원 석사학위청구논문.
- 박혜미, 신호정(2025). 국내 중등 교과별 AI 융합 교육 프로그램의 효과성에 대한 메타분석. **교육정보미디어연구**, 31(2), 539-566.
- 백수현, 유지원(2024). 초등학생을 위한 AI 융합교육 프로그램 개발 및 효과성 분석. **컴퓨터교육학회 논문지**, 27(2), 75-87.
- 석나영(2023). **초중등 인공지능 융합교육의 인지적 효과에 대한 메타분석**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 송주영, 전용주(2023). 책임윤리 기반의 초등학생을 위한 인공지능 윤리교육 프로그램 개발 및 적용. **컴퓨터교육학회논문지**, 26(2), 29-39.
- 신예지(2024). **인공지능 기반 도구를 활용한 친환경적 소비행동 프로그램 개발 및 적용**. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위청구논문.
- 신혜연(2023). **초등 중학년의 데이터 리터러시 향상을 위한 언플러그드 교육 프로그램 개발**. 경인교육대학교 교육전문대학원 석사학위청구논문.
- 신혜지(2024). **갈등 상담 챗봇 제작 프로그램이 초등학생의 컴퓨팅사고력과 갈등해결능력에 미치는 효과**. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위청구논문.
- 양재호(2024). **디지털 리터러시 향상을 위한 초등학생용 생성형 AI 융합 수업 프로그램 개발**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 양창모(2025). 학교에서의 인공지능교육의 효과성에 관한 메타분석. **정보교육학회논문지**, 29(1), 35-42.
- 임주희(2025). **AI 학습플랫폼에서의 디지털 역량 강화 교육 프로그램 적용의 효과성 연구**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 오성수(2024). **백워드 설계 기반 초등 인공지능 교육 프로그램이 인공지능 리터러시와 창의적 사고 역량에 미치는 영향**. 한국교원대학교 교육대학원석사학위청구논문.
- 오찬웅(2024). **비판적·창의적 사고 역량 향상을 위한 생성형 AI 기반의 글쓰기 피드백 프로그램 개발**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 오한길, 허혜연, 김기수(2024). 중등 교과 인공지능 교육프로그램에 대한 메타분석. **한국기술교육학회지**, 24(1), 153-179.
- 은혜원(2024). **생태전환교육 기반 초등학생 인공지능 교육 프로그램 개발 및 적용**. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 윤소희(2023). 인공지능 교육의 효과에 대한 메타분석. **교원교육**, 39(1), 27-53.
- 이슬, 마대성(2022). **초등학교 저학년을 위한 데이터 수집 교육 프로그램 개발 및 적용**. **정보교**

육학회논문지, 26(1), 45-53.

이예지(2022). 머신러닝 기반 초등학생 인공지능 융합교육 프로그램 개발 및 적용 : 초등학교 3학년을 중심으로. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.

이지영(2023). 인공지능 리터러시 함양을 위한 인공지능 융합 교육 프로그램 개발. 서울대학교 대학원 석사학위 청구논문.

임지원, 김영식(2024). 게임형 인공지능 교육 프로그램이 초등학교 저학년의 인공지능 태도에 미치는 영향. 정보교육학회논문지, 28(1), 105-115.

정다이(2024). 포스트 휴먼 담론 중심의 AI 윤리 프로그램 개발 및 적용 연구. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.

정재은(2023). AI 리터러시 신장을 위한 체화된 인지(embodied cognition) 기반의 인공지능 이해 중심 융합교육프로그램 개발 및 적용. 동국대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.

정지운(2024). AI 원리 융합 수학교육 프로그램이 초등학생의 AI 리터러시와 수학적 태도에 미치는 영향. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.

정한별, 문성환(2023). 로봇 활용 인공지능 교육 프로그램이 초등학생의 인공지능 기술에 대한 태도에 미치는 영향. 초등교육연구논총, 39(2), 1-22.

정혜영, 동민주, 박지민, 윤수정, 이수현, 이정은, 홍진의(2024). AI 챗봇 및 메타버스를 활용한 초등학교 6학년 영어 프로그램이 영어 교과 요인 및 창의성 요인 신장에 미치는 영향. 교과교육학연구, 28(1), 1-15.

조소영(2024). 초등 고학년을 중심으로 한 챗봇 기반 인공지능 진로 탐색 및 설계 프로그램 개발과 적용. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위 청구논문.

최권능(2022). AI 윤리교육을 위한 D.I.E 프로그램이 AI 윤리의식에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위 청구논문.

최소영(2023). 지속가능발전교육을 위한 데이터 기반 초등학교 인공지능 교육 프로그램 개발 및 적용. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위 청구논문.

최일훈(2021). 인공지능 기반 도구를 활용한 미세먼지 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경감수성과 자기효능감에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.

황성동 (2016). 메타분석에 있어서 출간오류: 의미와 분석. 인간발달연구, 23(1), 1-19.

Frattaroli, J. (2006). Experimental disclosure and its moderators: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 132(6), 823-865.

Rosenthal, R. (1979). The "file drawer problem" and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638-641.

〈Abstract〉

A Meta-Analysis of the Effectiveness of Artificial Intelligence Education Programs for Elementary School Students

Baek, Keunchan¹, Jeong, Sangjun²

This study aimed to examine the effects of AI-based educational programs on South Korean elementary school students using a meta-analysis. The analysis focused on three areas: competency, cognition, and attitude. A total of 42 prior studies were included in the meta-analysis.

First, AI-based programs showed positive effects across all three areas. This suggests that AI education not only supports learning but also promotes creativity and competency. These findings imply that AI-based education can be expanded to a wider range of applications.

Second, heterogeneity was found in the effect sizes. A moderator analysis was conducted based on publication type (dissertations vs. journal articles), but no significant differences were observed. This indicates that the effectiveness of AI education may be consistent across different study types.

Third, a moderator analysis by the number of instructional sessions also showed no significant differences. However, a marginally significant effect was found in the competency domain. This suggests that program quality and content structure may influence outcomes over time.

Keywords : Elementary Students, Artificial Intelligence Education Programs, Meta-Analysis, Cognition, Competency, and Attitude, Educational Effectiveness

1. Lecturer, Dept. of Education, Seoul National University, yesbkc1@snu.ac.kr (Lead Author)

2. Visiting Researcher, Jeonbuk National University Education Assignment Institute, junnjune@hanmail.net (Corresponding Author)