

인공지능 학습기 기반 멘토링이 취약계층 초등학생의 학습격차 해소에 미치는 효과*

The Effectiveness of a Mentoring Program Using an Artificial Intelligence Learning Device to Reduce the Educational Gap of Underprivileged Elementary School Students

1차원고접수: 2024.07.02. 수정원고접수: 2024.09.01. 최종게재결정: 2024.09.21.

이보람¹

¹대구대학교 아동가정복지학과,
조교수

Lee, Boram¹

¹Dept. of Child and Family Welfare,
Daegu University

국문초록 본 연구는 코로나19 팬데믹 이후 심화된 교육격차를 해소하기 위하여 취약계층 초등학생에게 제공한 인공지능 학습기와 지역사회 자원을 활용한 멘토링의 개입 효과를 분석하고자 하였다. 본 연구의 대상은 멘토링 프로그램에 참여한 취약계층 초등학생 104명이다. 이들은 약 8개월 동안 인공지능 기술을 적용한 학습기를 활용하여 자기 주도적으로 학습하였고, 지역사회 자원봉사자의 학습지원, 정서 지원 멘토링을 받았다. 본 연구는 단일집단 사전-사후 검사 설계로 이루어졌고, 본 연구에서 분석한 자료는 연구참여자들이 8개월 동안 사용한 인공지능 학습기의 출력결과와 학습 수행률, 국어와 수학 사전-사후 형성평가 점수, 그리고 자기 기입식으로 조사한 학습효능감이다. 연구 결과, 멘토링에 참여한 학생들의 국어와 수학 점수는 모두 통계적으로 유의하게 향상되었다. 학생들의 인공지능 학습기 활용도에 따라 '고활용 집단'과 '저활용 집단'으로 분류하였는데, 특히 '고활용 집단' 학생의 수학 점수가 큰 폭으로 향상하였으며, 학습효능감도 높게 나타났다. 본 연구는 에듀테크 기술과 지역사회자원을 활용하여 취약계층 학생들의 교육격차를 해소하려는 새로운 시도였으며, 또 이 과정에서 학교를 대신할 수 있는 지역사회 안전망의 구축 가능성을 확인했다는 점에서 의의가 있다.

주요어 초등학생, 교육격차, 인공지능학습기, 멘토링, 하이터치 하이테크

Abstract This study examines the impact of artificial intelligence (AI) learning devices and community-based mentoring on underprivileged elementary students to alleviate post-COVID 19 pandemic educational disparities. 104 school-aged students engaged in self-directed learning with AI devices and received mentoring for 8 months. Data included device usage, attendance, pre-and post-assessment scores in Korean language and math, and self-reported learning efficacy. Results showed significant improvements in Korean language and math scores for students in the mentoring program. A 'high-utilization group' displayed notable gains in math scores and learning efficacy. This study underscores the potential of EdTech and community-based mentoring in bridging educational gaps for underprivileged students, suggesting a viable alternative to traditional schooling.

Keywords elementary school students, educational gap, artificial intelligence learning device, mentoring, high touch high tech

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

재난은 모든 사회 구성원에게 같은 영향을 미치지 않고 불평등을 심화시키듯이(Mutter, 2016), 코로나바 이러스감염증-19(이하 '코로나19')의 확산은 취약계층

아동의 교육격차와 불평등을 심화하였다. 코로나19의 확산을 예방하기 위해 시행한 원격수업과 대면수업의 병행은 학생들 간 학습격차를 발생시켰다(서울특별시교육청교육연구정보원, 2021). 그리고 학업성취가 중위권이던 학생들이 상·하위권 양쪽으로 이탈하는 현상이 가속화됨에 따라 학업성취도 분포가 허리가 가늘어진 호리병 모양으로 변하면서 잘하는 아이들은 더 잘

* 본 연구는 경기도 평택시와 사단법인 아시아교육협회의 연구비 지원을 받아 작성된 것임.

Corresponding to 이보람 (Lee, Boram)

대구대학교 아동가정복지학과, 조교수 (Dept. of Child and Family Welfare, Daegu University) E-mail. leeboram@daegu.ac.kr

Copyright © 2024 The Korean Association of Human Development. All rights reserved.

하고, 못하는 아이들은 더 못하는 학력 양극화가 뚜렷해졌다(부산광역시교육청, 2020; 서울특별시교육청교육연구정보원, 2021).

학교에서는 모든 학생이 비교적 균등한 교실 환경에서 수업을 듣고, 또래와 상호작용하면서 배움의 격차를 좁혀나갈 수 있다(Berkowitz, Moore, Astor, & Benbenishty, 2017). 하지만 원격수업은 학생들이 가정 내에서 수업을 듣는 상황이다 보니 학생 개인의 능력이나 학습 환경의 변화뿐만 아니라 가정환경이 학생들의 경험과 배움의 질에 큰 영향을 미치게 된다(박미희, 2020; 이보람, 이강이, 2021; Gouëdard, Pont, & Viennet, 2020). 코로나19 팬데믹 동안 학부모의 학습 보조와 지도 여부, 학생들의 사교육 수강 여부, 가정 내 스마트 기기와 장치의 준비도 등의 차이는 학생들의 수업 참여와 학습 성과에 차이를 발생시켰다(강미애, 남성욱, 2020; 박미희, 2020; 임수현, 정은선, 2021; 정은화, 이강이, 2021; 정익중, 2020). 특히 저소득층이나 취약계층 가정의 경우에는 재택근무가 불가능한 서비스직 혹은 일용직에 종사하는 부모들의 비율이 높아서 가정 내 아동들의 돌봄 공백이 발생하였다(정익중, 2020). 돌봄 공백은 단순히 아동·청소년의 식사를 챙겨주거나 안전을 보장해주는 사람이 없는 것을 의미하지 않는다. 교육의 기회를 제대로 가질 수 없는 것, 사회적 기술을 발달하는 데 필요한 본보기가 없는 것, 자아개념을 형성하고 삶의 목표를 세워가는 과정에서 필요한 정서적 안전기지가 없다는 것 등을 의미한다(Evans & Cassells, 2014; Evans, Gonnella, Marcynyszyn, Gentile, & Salpekar, 2005). 실제로 취약계층 아동들은 보호자의 도움 없이 원격수업에 참여할 때 집중이 흐트러지거나 과제를 제대로 이해하지 못하고(강미애, 남성욱, 2020), 게임이나 동영상 시청을 하는 등 수업 참여에 소홀하게 되었다(임수현, 정은선, 2021). 그리고 취약계층 아동일수록 팬데믹 상황에서 더욱 사회적으로 고립되는 경향이 있어서 정신건강과 사회관계에 더 많은 위험 요인을 가진다는 연구들이 축적되었다(Fegert, Vitiello, Plener, & Clemens, 2020; Tso et al., 2020; Whitley, Beauchamp, & Brown, 2021). 따라서 우리 사회는 취약계층 학생들의 학습격차와 교육

공백뿐만 아니라 심리·사회적 건강 및 삶의 질을 지원할 방안을 모색할 필요가 있다(Hasudungan & Ningsih, 2021; Iivari, Sharma, & Ventä-Olkkonen, 2020; Whitley et al., 2021).

한편, 코로나19로 인한 학력 양극화는 다양한 원격 교육 플랫폼과 콘텐츠 개발, 인공지능기술 적용 등과 같은 에듀테크 기술의 활용을 가속화하였다(Dong, Cao, & Li, 2020). 그리고 동시에 컴퓨터, 스마트 기기, 인공지능, 로봇 등과 같이 발전된 기술이 등장하면서 이를 교육의 맥락에 적용하는 구체적인 방안에 대한 논의가 이어져 오고 있다. 다양한 기술과 첨단 매체는 교사에게 교육의 보조 수단이 되기도 하고, 학습자의 측면에서는 주된 교육 도구로 활용될 수도 있다. 특히 전 세계 에듀테크 산업을 선도하고 있는 우리나라는 민간의 비영리 교육단체와 기업을 중심으로 인공지능(artificial intelligence; AI) 기반의 학습 가치와 중요성을 확산하고 있으며, 교육격차를 해소하기 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 인공지능기술은 개별 학생의 학업성취도 수준이나 습관, 그리고 인지 패턴 등을 분석하여 맞춤형 지원과 피드백을 제공함으로써 배움의 질을 높일 수 있다(Chen, Chen, Lin, 2020). 인공지능 학습기는 개별 학생이 무엇을 이해하지 못하는지, 어떤 도움을 주면 새로운 개념을 더욱 잘 이해할 수 있는지 실시간으로 진단하며 그에 맞춰 학습 자료를 제공한다. 해외에서는 인공지능 학습기의 효과를 평가하기 위해 주로 대학생을 대상으로 연구가 활발히 이루어졌는데, 인공지능 기반의 개인 맞춤형 교육은 학생의 특성을 정확하게 파악하고, 학생 개인에 맞춘 학습경로를 제시하여(Maghsudi, Lan, Xu, & van Der Schaar, 2021) 학생들의 학습 동기와 성취도를 높이는 데 효과적이라고 나타났다(Tapalova, Zhiyenbayeva, & Gura, 2022). 초등학교 연령의 아동을 대상으로 한 연구는 많지 않지만, 인도네시아 초등학생을 대상으로 한 연구에서 인공지능 모델을 기반으로 한 학습 자료 제공이 학습성과를 향상시키고(Pardamean, Suparyanto, Cenggoro, Sudigyo, & Anugrahana, 2022), 미국의 8~11세 학생들 대상으로 제공한 게임 기반의 인공지능 학습 환경이 학생들의 문제해결력을 향상했다는 결과가

있었다(Lee et al., 2021). 따라서 코로나19로 학력의 양극화가 더욱 심화한 현재 상황에서 인공지능 학습기를 활용하면 학습에 뒤처지는 아이들에게 개별화된 맞춤형 교육으로 도움을 줄 수 있다(Tregubov, 2021).

전통적인 교실의 맥락에서 에듀테크 기술들을 활용할 때, 학습의 개인적인 측면과 교사 및 또래와의 상호작용적인 측면을 어떻게 균형 맞출 수 있을지에 대한 고민이 지속되고 있다. 이러한 논의는 주로 ‘하이터치 하이테크(high touch high tech; HTHT)’ 개념을 기반으로 이루어지는데 ‘하이터치 하이테크’는 우리 삶에서 점점 더 확산하는 기술의 사용에 있어서 인간중심의 가치와 인간 대 인간의 상호작용 중요성을 강조하기 위하여 사용된다(Cornell & Bollet, 1989; Pyle, 1985). 즉 교육의 맥락에서 ‘하이터치 하이테크’는 기술을 적용하더라도 교육 경험에 필수적으로 필요한 공감, 개인적인 관심, 직접적인 상호작용과 같은 인간적인 요소를 유지하는 것이 중요함을 강조한다(Pyle, 1985; Tsoi, Kwan, Leung, & Tse, 2011). 교육에 기술을 활용할 때도 인간 중심적인 상호작용과 교사의 지원이 함께 접목되어야 학생의 배움과 잠재력 발휘를 효과적으로 끌어낼 수 있기 때문이다(Lee, Steer, Jimenez, King, & Erikson, 2020).

더욱이 학업성취에 있어서 중하위권에 있는 취약계층 학생은 학습과 관련하여 학습된 무기력감(learned helplessness)을 느끼고 학업 동기나 효능감이 낮은 경향이 있다(Maier & Seligman, 1976). 취약계층 학생의 학업성취 증진을 위해 시도한 다양한 개입의 효과에 관해 연구한 메타분석 결과에 따르면, 과외나 멘토링을 통한 맞춤형 학습지원은 학업성취와 통계적으로 유의미한 관계가 있고, 다른 개입 방법보다 큰 효과 크기를 보인다(Dietrichson, Bøg, Filges, & Klint Jørgensen, 2017; Raposa et al., 2019). 교사나 멘토의 정서적 지지와 맞춤형 피드백은 학생들의 자율성과 효능감을 증진함으로써 학업능력 증진에 시너지 효과를 발휘하는데, 특히 나이가 어린 학생일수록 사회적 상호작용을 통해 지식을 습득하고, 사회적 관계를 통해 자기 생각과 감정을 조절하는 경험을 배운다(Sulistyaningrum et al., 2021).

따라서 취약계층 학생들에게 인공지능 학습기를 이용하여 프로그램을 제공할 때도 학생들이 교사나 멘토와 상호작용할 수 있는 환경을 조성할 필요가 있으며, 수업의 많은 부분에서 사회적 연결감이나 실재감을 느끼도록 하는 것이 중요하다(최형미, 이동국, 2020).

교육부는 코로나19의 장기화가 가시화되던 2020년 8월 「모든 학생들을 위한 교육 안전망 강화방안」을 발표하였는데, 이 안에는 멘토링이나 학습 컨설팅 등으로 학습결손과 교육격차 문제를 해결하겠다는 내용이 포함되어 있다(교육부, 2020). 코로나19 이후 교육격차에 대한 우려와 관심이 높아지면서 지자체와 민간의 비영리 교육단체 등을 중심으로 다양한 멘토링 프로그램이 시행되었고, 그 효과에 대한 긍정적인 결과도 축적되었다(김경리, 정영식, 2022; 배진형, 안정선, 방진희, 2021; 이보람, 이은별, 송무석, 2023). 게다가 2023년 2월에는 교육부가 「모두를 위한 맞춤교육의 실현, 디지털 기반 교육혁신 방안」을 발표함에 따라 정부 주도하에 인공지능 디지털 교과서를 개발하고 있다(교육부, 2023). 사회적 문제에 대응하는 정책은 과학적이고 체계적인 연구를 통해 근거기반 정책(evidence-based policy)으로 마련할 필요가 있다. 따라서 인공지능 학습기와 멘토링을 적용한 프로그램의 영향평가를 시행하고, 이를 바탕으로 인공지능 학습기를 활용하는 교육 모델이나 멘토링 모델을 찾아 성공적인 사례를 구축하는 노력이 필요하다. 특히 에듀테크 기술을 활용한 맞춤교육의 경우, 학생들의 학습 선호도 및 양식에 따라 각기 다른 학습 경험을 제공할 수 있다. 따라서 학생들이 인공지능 학습기를 사용하는 패턴이나 선호도에 따라 교육의 효과가 달라지는지 집단을 구분하여 살펴볼 필요가 있다.

정리하면, 본 연구의 목적은 코로나19 팬데믹으로 발생한 취약계층 초등학생의 교육 공백과 학습격차를 해소하기 위하여 인공지능 기술을 활용한 학습기와 지역사회 자원을 활용한 멘토링을 제공한 교육복지 사업의 성과를 분석하고 앞으로의 정책 및 서비스 운영 방향을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

2. 연구문제

- 연구문제 1. 인공지능 학습기를 적용한 멘토링 프로그램은 취약계층 초등학생의 학습성과에 어떠한 영향을 미치는가?
- 연구문제 2. 인공지능 학습기 활용 정도에 따라 분류한 취약계층 초등학생의 집단별 특성은 어떠한가?
- 연구문제 3. 인공지능 학습기 활용 정도에 따라 분류한 취약계층 초등학생의 집단별 학습성과와 학습 효능감에는 차이가 있는가?

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 경기도 OO시 관내의 저소득가정, 북한이탈·다문화가정, 한부모가정 등 취약계층 학생의 학습격차 해소를 위해 실시한 멘토링 프로그램에 참여한 초·중등학생 총 165명이다. 하지만 본 연구에서는 연구대상 165명 가운데, 인공지능학습기 사용이 저조하거나 멘토링에 성실히 참여하지 않은 학생의 비율이 높았던 61명의 중학생을 제외한 초등학생 총 104명의 자료를 분석하였다. 자료를 제공한 104명 초등학생은 스스로 연구에 참여하기를 희망하였고 법정대리인인 주 양육자의 동의를 받았으며, 분석한 자료는 인공지능 학습기 활용현황과 국어, 수학 사전-사후 형성평가 점수, 그리고 자기 기입식 설문조사이다. 분석의 대상이 된 104명 초등학생의 특성은 성별에 따라서 남아 53명(51.0%), 여아 51명(49.0%)으로 비슷한 비율이었으며, 학년에 따라서는 1학년 16명(15.4%), 2학년 21명(20.2%), 3학년 24명(23.1%), 4학년 21명(20.2%), 5학년 7명(6.7%), 6학년 15명(14.4%)이었다.

2. 측정도구

1) 국어, 수학 형성평가

학업성취를 진단하기 위해서 멘토링 프로그램의 시행 전과 시행 8개월 후에 학생들을 대상으로 국어와 수학 형성평가를 하였다. 인공지능 학습기에서 국어와 수학 과목에 관련된 학습콘텐츠를 집중하여 제공하였기 때문에 국어와 수학에 한정하여 평가를 시행하였다. 프로그램 시행 전에 실시한 형성평가는 직전 학년의 내용을 평가할 수 있는 수준의 문항으로 구성하였으며, 프로그램 시행 후는 멘토링 프로그램에 참여한 당시의 학년 수준에 맞는 문항들로 구성하였다. 국어와 수학의 형성평가는 과목당 25문항 총 50문항이다.

2) 인공지능 학습기 활용 정도

멘토링 프로그램에 참여한 학생들의 인공지능 학습기 활용 정도를 살펴보기 위하여 약 8개월간의 출석률과 학습 수행률을 분석하였다. 출석률은 미리 계획한 학습날짜에 맞춰서 기기를 잘 활용하였는지를 의미하고, 학습 수행률은 학습일마다 인공지능 학습기가 제공한 수준에 맞는 학습콘텐츠를 얼마나 성실히 수행하였는지를 의미한다.

3) 학습효능감

멘토링 프로그램에 참여한 취약계층 초등학생들의 학습효능감을 살펴보기 위하여 정미경(2003)의 자기조절학습 검사에서 ‘동기’에 해당하는 하위 영역의 12개의 문항을 활용하였다. ‘나는 앞으로도 좋은 성적을 받을 수 있을 것이다.’, ‘나는 수업 내용을 학습할 수 있는 능력이 있다.’와 같은 문항에 대해 ‘전혀 그렇지 않다’, ‘그렇지 않다’, ‘그저 그렇다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’의 5점 리커트형 척도로 응답하도록 구성되어 있다. 점수가 높을수록 학생의 학습에 대한 내적동기 및 학습 효능감 수준이 높다고 이해할 수 있다. 분석에 활용한 학습효능감 척도의 신뢰도 계수는 .93이었다.

3. 연구절차

본 연구의 대상인 취약계층 초등학생은 2021년 4월부터 11월까지 약 8개월 동안 인공지능 학습기와 지역 사회의 고용 중단 여성이나 대학생과 같은 자원봉사자의 학습지원과 정서지원 멘토링을 받았다. 멘토는 멘토링에 필요한 사전 교육과 슈퍼비전 등을 받으면서 멘티 개별 요구에 맞는 맞춤형 멘토링을 제공하였다. 멘토링은 주 2회 60분 ~ 90분 동안 지역아동센터, 마을카페, 복지관, 작은 도서관 등에서 1:1 대면으로 진행되었다. 다만, 코로나19의 확산세가 강할 때는 한시적으로 모바일이나 데스크톱으로 화상회의를 진행할 수 있는 클라우드 플랫폼인 ZOOM을 통해서 하였다.

본 연구의 실험 설계는 단일집단 사전-사후 검사 설계(one-group pretest-posttest design)로 통제집단 없이 멘토링에 참여한 초등학생들을 대상으로 사전과 사후에 두 번 국어와 수학 형성평가를 시행하였다. 설문조사는 학생의 학습효능감과 멘토링 참여 만족도 및 요구를 분석하기 위해 실시하였으며, 멘토링이 모두 끝난 사후에 한 번 시행하였다. 설문조사와 형성평가는 자기 기입식 온라인 조사방식으로 진행하였으며 학부모와 멘토가 아동에게 설문조사의 목적 및 내용을 안내한 후에 아동이 직접 설문 링크와 형성평가 링크를 클릭하면 인터넷에 연결된 컴퓨터 또는 모바일 디바이스에서 자발적으로 참여할 수 있도록 하였다. 법정대리인이라 할 수 있는 부모가 자녀의 조사 참여를 동의하였어도 학생 본인이 참여에 동의하지 않거나 조사 중간에 참여하는 것을 철회하거나 중단하는 것이 가능하게 하였다. 아동의 학습기 사용 현황은 아동에게 부여된 ID 별로 멘토링 참여 기간의 출석률과 학습 수행률 자료를 받아 분석하였다.

4. 자료분석

수집된 자료의 통계적 분석을 위해 IBM SPSS Statistics for Windows, version 19 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 프로그램을 사용하였다. 먼저, 연구 대상의 사회

인구학적 특성을 살펴보기 위해 빈도분석을 하였으며, 학생들이 응답한 학습효능감 척도의 신뢰도를 검증하기 위해서 Cronbach's α 를 계산하였다. 그리고 사전과 사후의 국어, 수학 점수에 변화가 있는지 살펴보기 위해 대응표본 t -test를 실시하였으며, 인공지능 학습기 활용 정도에 따라 집단을 분류하기 위해 K-평균 군집분석(k-means clustering)을 시행하였다. 군집분석 시행 시에 최적을 집단 수를 결정하는 데 어려움이 있다는 한계를 보완하기 위해서 엘보우 방법(elbow method)을 적용하여 군집내 변동성(within-cluster sum of squares)을 계산하였고, 군집 내 변동성 값이 급격히 감소하는 지점을 찾아 집단 수를 결정하였다. 또한 인공지능 학습기 활용 정도에 따라 분류한 두 집단별 학습성과에 차이가 있는지 살펴보기 위하여 반복측정 이원변량분석(Two-way repeated ANOVA)을 시행하였고, 학습효능감의 차이는 t -test로 분석하였다. t -test 결과의 효과 크기는 Hedges' g 값을 통해 살펴보았다.

III. 결과 및 해석

1. 인공지능 학습기를 적용한 멘토링 프로그램이 학습성과에 미친 영향

멘토링 프로그램에 참여한 취약계층 초등학생의 학업성취도가 향상되었는지 살펴보기 위하여 단일집단 사전-사후 검사 설계로 국어와 수학 형성평가를 시행하였다. 사전, 사후 점수를 활용한 대응표본 t -test의 결과, 표 1에 제시된 바와 같이 두 과목에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(국어: $t = -8.21$, $p < .001$, 수학: $t = -6.01$, $p < .001$). 구체적으로 국어 점수는 사전

표 1. 국어, 수학 점수 대응 t -test 결과
($N = 104$, 단위 = $M(SD)$)

구분	형성평가 시험시기		t
	사전	사후	
국어	50.94 (31.26)	75.81 (19.98)	-8.21***
수학	35.88 (27.05)	52.84 (22.77)	-6.01***

*** $p < .001$.

에 50.94점, 사후에 75.81점으로 평균 약 25점 정도 향상되었고, 수학은 사전에 35.88점 사후에 52.84점으로 평균 약 17점이 향상된 것으로 나타났다.

2. 인공지능 학습기 활용 정도와 그에 따라 분류한 집단별 특성

1) 인공지능 학습기 활용 정도

멘토링 프로그램에 참여한 학생들이 인공지능 기반 학습기를 잘 활용하였는지 살펴보기 위하여 그림 1과 같이 멘토링 참여 기간인 8개월간의 출석률과 학습 수행률을 살펴보았다. 멘토링을 시작한 4월에는 멘토링을 구조화하고 지역아동센터나 도서관의 사정에 따라서 개입이 늦게 시작된 곳도 있어서 출석률과 수행률이

그리 높지 않았다. 하지만 5월, 6월, 7월에는 약 60% 이상의 높은 출석률, 수행률도 60%에 가까운 수행률을 보이다가 여름방학을 기점으로 출석률과 수행률이 약간 낮아졌다. 하지만 개학 이후에 다시 출석률과 수행률이 높아지는 모습을 확인할 수 있었다.

2) 인공지능 학습기 활용현황에 따라 나눈 집단별 특성

취약계층 초등학생의 인공지능 학습기 활용도에 따라 집단별 차이가 있는지 살펴보기 위하여 인공지능 학습기 활용 정도에 따라 집단을 구분하였다. 멘토링에 참여한 8개월간의 출석률과 수행률 현황을 활용하여 K-평균 군집분석을 실시하였고, 엘보우 방법에 근거하여 두 집단을 도출할 수 있었다. 그림 2에 제시된 바와 같

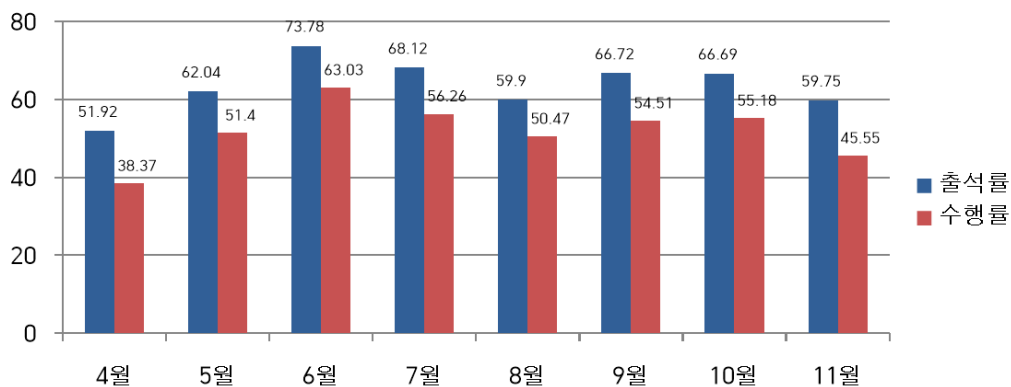


그림 1. 인공지능 학습기 활용현황 (n = 104)

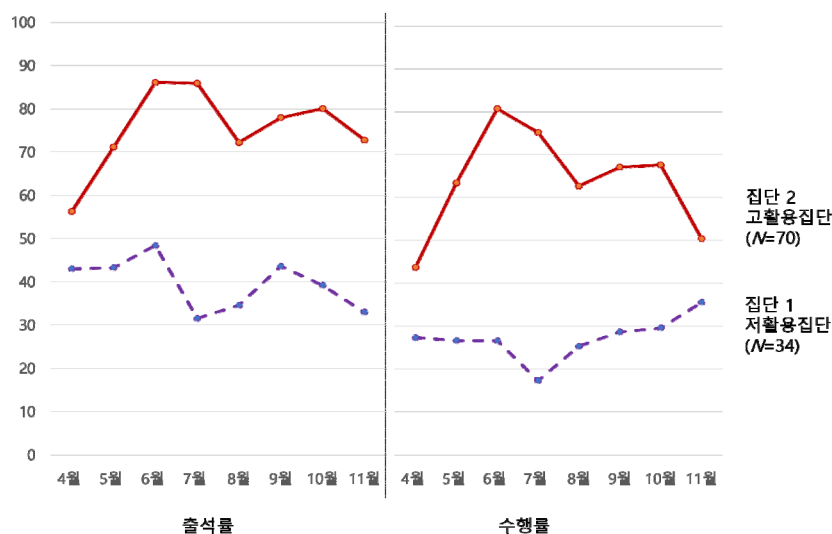


그림 2. 인공지능 학습기 활용에 따라 나눈 집단 분류 (n = 104)

이 집단 1은 32.7%(34명)가 분류되었으며 출석률과 수행률이 비교적 낮은 집단이었고, 집단 2는 67.3%(70명)이 분류된 출석률과 수행률이 높은 집단이었다. 인공지능 학습기 활용 정도에 따라 집단 1은 ‘저활용 집단’, 집단 2는 ‘고활용 집단’으로 명명하였다. 집단별로 인공학적 특성이 다른지 살펴보았지만, 각 집단에 속한 초등학생의 성별과 연령은 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

3. 인공지능 학습기 활용 정도에 따라 분류한 집단별 학습성과와 학습효능감의 차이

1) 집단별 학습성과의 차이

인공지능 학습기 활용 정도에 따라 분류한 두 집단별 학습성과에 차이가 있는지 살펴보기 위하여 반복측정 이원변량분석을 실시하였다. 먼저, 두 집단 간 공분산행렬이 동일한지 Box의 동일성 검정을 시행하였는

데, Box'M = 11.170, $F = 1.060$, $p = .389$ 로 가정을 만족하였다(Box, 1950). 또한 두 시점에서 측정한 점수차의 분산이 일정한지 살펴보기 위하여 Mauchly 구형성 가정을 검정하였는데, 가정이 위반되어 Greenhouse-Geisser의 통계적 교정 방법을 적용하였다(Greenhouse & Geisser, 1959). 개입의 효과를 살펴보는 연구의 경우에 종종 구형성 가정이 위반되므로 다양한 교정법을 고려할 수 있는데, 가장 보수적인 결과를 제공하는 Greenhouse-Geisser의 방법을 선택하였다(Greenhouse & Geisser, 1959; Maxwell & Delaney, 2003). 집단별 국어, 수학 반복측정 이원변량분석 결과는 표 2에 제시하였으며, 집단별 국어, 수학 사전-사후 점수를 차이를 직관적으로 확인할 수 있도록 그림 3과 그림 4에 그래프로 제시하였다.

구체적으로, 집단별 국어 점수변화에 대한 차이는 형성평가 시험 시기($F = 101.86$, $p < .001$)에서만 통계적으로 유의한 차이가 나타났고 집단별, 시기와 집단의 상

표 2. 집단별 사전-사후 학습성과의 차이

($N = 104$)

과목	집단	형성평가 시험시기		F	
		사전	사후		
국어	저활용 집단 ($n = 34$)	55.00 (29.19)	72.21 (20.50)	시기	101.86***
	고활용 집단 ($n = 70$)	48.97 (32.24)	77.56 (19.64)	집단	.006
수학	저활용 집단 ($n = 34$)	36.47 (24.18)	42.18 (21.45)	시기*집단	3.76
	고활용 집단 ($n = 70$)	35.60 (28.50)	58.01 (21.69)	시기	42.92***
				집단	3.13
				시기*집단	6.20*

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

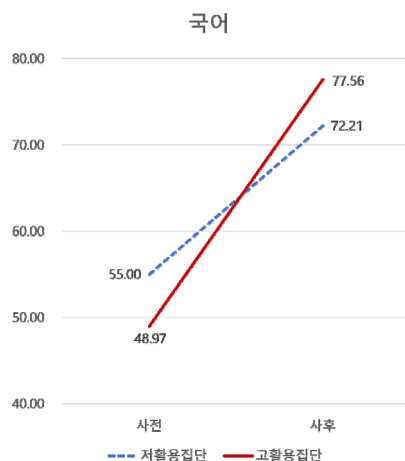


그림 3. 집단별 국어 사전-사후 점수

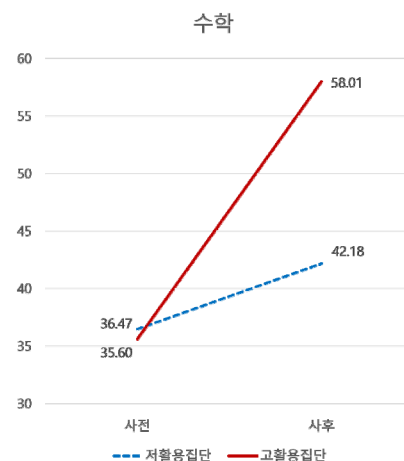


그림 4. 집단별 수학 사전-사후 점수

호작용은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 국어 점수변화는 인공지능 학습기의 활용도에 따라 나눈 집단에 상관없이 사전과 사후의 점수 차가 더 크다는 것을 의미한다.

집단별 수학 점수변화에 대한 차이는 시험 시기($F = 42.92, p < .001$)와 시기와 집단의 상호작용($F = 6.20, p < .05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이는 국어와 마찬가지로 수학 역시 집단에 상관없이 사전과 사후의 점수 차가 크지만, 인공지능 학습기의 활용도에 따라 나눈 집단별로 시기별 점수변화에 차이가 있다는 것을 의미한다. 그림 4와 같이 학습기의 고활용 집단에서 수학 점수 향상의 폭이 매우 높게 나타났다.

2) 집단별 학습효능감의 차이

인공지능 학습기 활용 정도에 따라 분류한 두 집단별 학습효능감의 차이가 있는지 살펴보았다. 학습효능감은 8개월간의 멘토링에 참여한 이후에 한 번 측정하였는데, 표 3과 같이 집단간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($t = -2.01, p < .05$). 인공지능 학습기를 잘 활용한 집단의 학습효능감이 그렇지 않은 집단과 비교해 높게 나타났다. 서로 다른 표본 크기를 가진 자료에서 발생한 차이에 대해 효과 크기를 측정하기 위해서 Hedges'g 값을 산출하였는데, 0.42로 중간 정도의 효과가 있는 것으로 나타났다(Rosnow, Rosenthal, & Rubin, 2000). 이는 멘토링에 적극적으로 참여하며 학습기를 잘 활용한 학생들은 그렇지 않은 학생들에 비해 자신이 공부를 더 잘할 수 있고, 좋은 성적을 받으리라는 자신감을 높게 가지고 있다고 해석할 수 있다.

IV. 논의 및 결론

본 연구는 코로나19 팬데믹으로 발생한 취약계층 초·중·고등학교의 교육 공백과 학습 격차를 해소하기 위하여 제공한 인공지능 학습기와 지역사회 기반 멘토링 프로그램의 효과를 평가하는 것이다. 이를 위해 경기도 OO 시에서 인공지능 학습기를 활용한 멘토링 프로그램에 참여한 초·중·고등학교 총 165명 중에서 연구에 참여한 초·중·고등학교 104명의 자료를 분석하였다. 구체적으로 활용한 분석자료는 학생들이 8개월간 사용한 인공지능 학습기의 출석률, 과제수행률과 국어와 수학 사전, 사후 형성평가 점수, 그리고 학습효능감 설문조사이다. 이를 바탕으로 분석한 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 인공지능 학습기를 활용한 개입은 소외계층 학생의 교육격차를 해소할 수 있다는 가능성을 확인하였다. 연구에 참여한 학생들의 국어와 수학 점수가 사전과 비교해 사후에 큰 폭으로 향상하였다. 약 8개월간의 짧은 개입이었음에도 이러한 결과가 나온 것은 인공지능 학습기를 활용하는 개입이 개별 학생의 학업성취도 수준이나 습관, 그리고 인지 패턴 등을 분석하여 맞춤형 지원과 피드백을 제공함으로써 배움의 질을 높일 수 있다는 주장(Chen et al., 2020; Tregubov, 2021)을 뒷받침한다. 이는 코로나19로 학력의 양극화가 더욱 심화된 상황에서 인공지능 학습기를 활용하면 학습에 뒤처지는 아이들에게 도움을 줄 수 있다는 선행 연구(Tregubov, 2021)를 지지하는 결과이다. 학습 격차가 커졌다는 것은 한 교실 내에 다양한 수준의 학업성취 및 발달 수준을 가진 학생들이 존재한다는 것을 의미한다. 인공지능 기술은 학생들의 학업 수행과 관련된 실시간 데이터 수집, 분석 및 맞춤형 학습 경험 제공, 학습자 중심의 교육환경 제공 등을 가능하게 하여 교육의 질을 향상시키고, 특히 학업에 뒤처지는 학생들에게 최적의 비례를

표 3. 집단별 학습효능감의 차이

(N = 104)

집단	학습효능감	t	효과 크기
저활용 집단 (n = 34)	2.49 (.83)	-2.01*	Hedge's g = 0.42
고활용 집단 (n = 70)	2.77 (.58)		

* $p < .05$.

제공한다(정제영 등, 2024; Kokku, et al., 2018). 따라서 코로나19 팬데믹 이후에 단일 교실 내에서 다양한 요구가 있는 학생들의 배움을 지원하고 학업성취도를 향상하는데, 인공지능과 같은 첨단기술을 사용하는 것이 효과적임을 알 수 있었다.

둘째, 인공지능 학습기 활용 정도에 따라 고효율 집단과 저효율 집단으로 나누었는데, 두 집단 간에 성별, 학년과 같은 인구학적 변인의 차이는 없었다. 하지만 멘토링 프로그램이 모두 종료된 이후에 측정한 학습효능감에서 두 집단 간 차이가 나타난 점은, 멘토링 과정에서 내적인 동기가 고취된 학생들이 인공지능 학습기를 더욱 잘 활용하게 된 것으로 해석할 수 있다. 물론, 본 연구를 통해서 교사나 멘토의 개입이 학생의 인공지능 학습기 활용에 직접적인 영향을 미쳤는지 확인할 수는 없다. 하지만 이 프로그램은 ‘하이터치 하이테크’를 기반으로 인공지능 학습기만 제공한 것이 아니라 지역사회 자원을 활용하여 멘토링을 병행하였다. 멘토는 멘티 학생이 인공지능 학습기를 활용하는 동안 경험할 수 있는 학업적 어려움(예: 어려운 문제를 함께 풀거나 적절한 학습량을 조절하여 학습계획은 세우는 일 등)을 들어주고 함께 해결책을 찾아나가며 멘티가 학업에 집중할 수 있도록 지원하였다. 따라서 교사나 멘토가 제공한 하이터치, 즉 정서적 지지와 맞춤형 피드백이 학생의 인공지능 학습기 활용 정도에도 영향을 미쳤다고 해석할 수 있다.

셋째, 인공지능 학습기의 활용도에 따라 나눈 고효율 집단과 저효율 집단 간의 학업성취 변화에 차이가 있음을 확인하였다. 구체적으로, 멘토링 기간 동안 인공지능 학습기를 더욱 많이 활용한 집단의 수학 점수 향상 폭이 크게 나타났는데, 이러한 결과 역시 인공지능 학습기의 효용성을 입증하는 결과로 해석할 수 있다. 물론, 학생들의 학습 선호도 및 학습 양식에 따라 인공지능 학습기를 사용하는 패턴이나 선호가 다르게 나타날 수 있다. 또한 나이가 어린 학생일수록 사회적 상호작용을 통해 지식을 습득하는 것이 가상의 학습 기기를 사용하는 것에 비해서 발달 단계상 더욱 적합할 수 있다(최형미, 이동국, 2020; Sulistyaningrum et al., 2021).

하지만 본 연구에서 인공지능 학습기를 제공하면서 멘토를 통한 심리·사회적 지원을 함께 제공한 것은 학생들이 인공지능 학습기를 사용할 때도 사회적 연결감이나 실재감을 느낄 수 있도록 조치한 것이다. 즉 멘토의 정서적 지원과 도움으로 인공지능 학습기를 잘 활용한 학생들은 학업성취도 향상에 시너지효과를 경험했을 가능성이 크다.

마지막으로, 지역사회 자원을 활용한 멘토링은 학생들의 학습효능감을 증진시키는 효과가 있었다. 앞서 언급했듯이 멘토는 학생들의 학업을 직접적으로 지원(예: 어려운 문제를 함께 풀거나 적절한 학습량을 조절하여 학습계획은 세우는 일 등)하기도 했지만, 학습된 무기력감이나 미래에 대한 불안 또는 친구나 가족 간의 갈등 등을 다루기 위한 정서적인 지원도 제공하였다. 취약계층 학생에게 과외나 멘토링을 통한 맞춤형 학습을 지원하는 것은 학업성취와 통계적으로 유의미한 관계가 있고, 다른 개입 방법보다 큰 효과 크기를 보인다(Dietrichson et al., 2017; Raposa et al., 2019). 그리고 취약계층 학생들에게는 학업과 관련된 개입보다는 멘토링을 통한 심리·사회적 연결감을 제공하는 것이 발달에 있어 더욱 긍정적으로 작용한다는 것을 확인할 수 있었다(최형미, 이동국, 2020).

‘학교’라는 공간은 학생들의 인지적 참여뿐만 아니라 행동적, 정서적, 그리고 관계성을 충족시켜 주는 공간이므로 코로나19 기간에 발생한 교육 공백의 문제를 다룰 때는 학업성취에만 초점을 맞추어서는 안 된다(Drane, Vernon, O’Shea, 2021). 특히 취약계층 학생들은 학업에 대한 자신감이나 효능감이 낮은 경향이 있으므로 교사나 멘토가 지속적인 관심을 기울여 학생들의 학습된 무기력감을 해소하고, 학습효능감과 긍정적인 학습동기를 가질 수 있도록 지원할 필요가 있다.

본 연구는 통제집단 없이 단일집단을 대상으로 한 사전-사후 검사 설계로 진행되었기 때문에 다른 집단에 일반화하기 어렵고, 학생들의 학습성취가 높아진 것이 시간이 지남에 따라 자연스럽게 발생한 변화인지 개입의 효과인지를 엄밀하게 입증하기에는 한계가 있다. 그리고 멘토링 프로그램 역시 8개월이라는 짧은 기간 동

안 제공되었기 때문에 단순 개입의 효과로 이러한 결과가 도출된 것인지, 만약 개입의 효과가 있다면 그것이 지속될 수 있을지를 논의하기에는 어려움이 있다. 또한 초등학교 1학년부터 6학년까지 연구대상의 학년 범위가 넓어서 발달 특성의 차이를 반영하지 못했을 가능성이 있다. 추후 연구에서는 이러한 한계점을 보완할 수 있도록 통제집단과 실험집단을 비교하는 방법(pretest-posttest control group design)이나 단순 개입 효과와 인공지능 학습기를 활용한 멘토링 프로그램의 효과를 분리해서 분석할 수 있는 요인설계(factorial design)방법, 그리고 개입의 지속 효과를 평가할 수 있는 연구 방법을 적용하여 엄밀하게 살펴볼 수 있다.

이러한 한계점에도 불구하고 본 연구는 에듀테크 기술과 지역사회자원을 활용하여 소외계층 학생들의 교육격차를 해소하기 위한 새로운 시도였으며, 또 이 과정에서 학교를 대신할 수 있는 사회적 안전망을 새롭게 구축하고 확장할 수 있다는 가능성을 확인하였다. 또한 학교 현장에 인공지능 디지털 교과서(AIDT) 도입을 앞두고 교사가 멘토의 역할과 같이 학생들의 동기와 자기주도학습을 지원하는 하이터치 역량을 함양할 필요가 있다는 시사점을 제공한다는 점에서 의의가 있다.

참고문헌

- 강미애, 남성옥 (2020). 코로나19로 인한 쌍방향 원격수업에 관한 연구: 세종시 초등학교 교사들과 FGI 질적연구방법을 중심으로. *학습자중심교과교육연구*, 20(21), 89-116. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.21.89>
- 교육부. (2020. 8. 11). 모든 학생들을 위한 교육안전망 강화 방안 마련. <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&lev=0&statusYN=W&s=moe&m=020402&opType=N&boardSeq=81535>에서 2022년 3월 9일 인출
- 교육부. (2023. 2. 23). 디지털 기반 교육혁신 방안. <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=156554289>에서 2022년 3월 9일 인출
- 김경리, 정영식 (2022). 온라인 멘토링이 자기주도학습 능력, 정서적 안정감, 학습효과에 미치는 영향. *정보교육학회 논문지*, 26(4), 239-249. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2022.26.4.239>
- 박미희 (2020). 코로나19 시대의 교육격차 실태와 교육의과제: 경기 지역을 중심으로. *교육사회학연구*, 30(4), 113-145. <https://doi.org/10.32465/ksocio.2020.30.4.005>
- 배진형, 안정선, 방진희 (2021). 코로나 (COVID-19) 시기, 지역사회 멘토링과 대학 멘토지원사업의 성과에 대한 연구: 프로그램 평가 및 대학생 멘토의 경험을 중심으로. *학교사회복지*, 54, 129-160. <https://doi.org/10.20993/jSSW.54.6>
- 부산광역시교육청. (2020. 11. 10). 부산교육청, 학력 저하 및 학력격차 해소방안 마련에 착수. https://www.pen.go.kr/board/view.pen?boardId=BBS_0000025&menuCd=DOM_000000104006001000&orderBy=REGISTER_DATE%20DESC&paging=ok&startPage=1&dataSid=5745713에서 2023년 4월 20일 인출
- 서울특별시교육청교육연구정보원. (2021). 코로나19 전후, 중학교 학업성취등급 분포를 통해 살펴본 학교 내학력 격차 실태 분석. <https://www.serii.re.kr/fus/MI0000000000000000493/board/BO00000341/ctgynone/view0010v.do>에서 2023년 4월 20일 인출
- 이보람, 이강이 (2021). 코로나바이러스감염증-19로 인한 공교육 원격수업에 대한 학부모의 인식과 자녀교육 지원현황. *가정과삶의질연구*, 39(2), 63-78. <https://doi.org/10.7466/JFBL.2021.39.2.63>
- 이보람, 이은별, 송무석 (2023). 코로나19로 심화된 교육격차 해소를 위한 지역사회 기반 멘토링 프로그램에 참여한 멘토의 경험 분석. *한국생활과학회지*, 32(2), 99-115. <https://doi.org/10.5934/kjhe.2023.32.2.99>
- 임수현, 정은선 (2021). 코로나19 기점으로 나타난 초등학교 4, 6학년 수학 학업성취도 변화 분석. *한국초등교육*, 32(3), 249-266. <https://doi.org/10.20972/kjee.32.3.202109.249>
- 정미경 (2003). 중학생의 자기조절학습 검사 개발. *교육학연구*, 41(4), 157-182.
- 정은화, 이강이 (2021). 잠재프로파일 분석을 통한 어머니의 양육 및 교육지원 유형 - 코로나19로 인한 초등학교 1학년 온라인 학습상황을 중심으로. *인간발달연구*, 28(3), 317-337. <https://doi.org/10.15284/kjhd.2021.28.3.317>
- 정익중 (2020). 코로나19 전후 아동 일상변화와 행복. 2020 제17차 아동복지포럼: 코로나19가 바꾼 일상변화와 아동 행복 자료집. 서울: 초록우산어린이재단 아동복지연구소.
- 정제영, 박준호, 강주원, 김동준, 김진관, 김효정, 이성강, 이성일, 이혜림, 장덕진 (2024). 교사가 이끄는 교실혁명: AI 디지털교과서 100% 활용하기(초등편). 서울: 피와이메이트.
- 최형미, 이동국 (2020). COVID-19에 따른 중등 교사의 원격수업에 대한 경험 탐색. *학습자중심교과교육연구*, 20(16), 1047-1071.

- <https://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.16.1047>
- Berkowitz, R., Moore, H., Astor, R. A., & Benbenishty, R. (2017). A research synthesis of the associations between socioeconomic background, inequality, school climate, and academic achievement. *Review of Educational Research*, 87(2), 425-469.
<https://doi.org/10.3102/0034654316669821>
- Box, G. E. (1950). Problems in the analysis of growth and wear curves. *Biometrics*, 6(4), 362-389.
<https://doi.org/10.2307/3001781>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Cornell, R. A., & Bollet, R. M. (1989). High touch in the high tech world of education: Impact '89. *Educational Media International*, 26(2), 67-72.
<https://doi.org/10.1080/0952398890260204>
- Dietrichson, J., Bøg, M., Filges, T., & Klint Jørgensen, A. M. (2017). Academic interventions for elementary and middle school students with low socioeconomic status: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 243-282.
<https://doi.org/10.3102/0034654316687036>
- Dong, C., Cao, S., & Li, H. (2020). Young children's online learning during COVID-19 pandemic: Chinese parents' beliefs and attitudes. *Children and Youth Services Review*, 118, 105440.
<https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105440>
- Drane, C. F., Vernon, L., & O'Shea, S. (2021). Vulnerable learners in the age of COVID-19: A scoping review. *The Australian Educational Researcher*, 48(4), 585-604.
<https://doi.org/10.1007/s13384-020-00409-5>
- Evans, G. W., & Cassells, R. C. (2014). Childhood poverty, cumulative risk exposure, and mental health in emerging adults. *Clinical Psychological Science*, 2(3), 287-296.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102183>
- Evans, G. W., Gonnella, C., Marcynyszyn, L. A., Gentile, L., & Salpekar, N. (2005). The role of chaos in poverty and children's socioemotional adjustment. *Psychological Science*, 16(7), 560-565.
<https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.01575.x>
- Fegert, J. M., Vitiello, B., Plener, P. L., & Clemens, V. (2020). Challenges and burden of the Coronavirus 2019 (COVID-19) pandemic for child and adolescent mental health: A narrative review to highlight clinical and research needs in the acute phase and the long return to normality. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 14, 1-11.
<https://doi.org/10.1186/s13034-020-00329-3>
- Gouëdard, P., Pont, B., & Viennet, R. (2020). *Education responds to COVID-19: Implementing a way forward* (OECD Education Working Papers No. 224). Paris, France: OECD.
<https://doi.org/10.1787/8e95f977-en>
- Greenhouse, S. W., & Geisser, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, 24(2), 95-112.
- Hasudungan, A. N., & Ningsih, T. Z. (2021). Learning loss: A real threat in education for underprivileged students and remote regions during the Covid-19 pandemic. *International Journal of Distance Education and E-Learning*, 7(1), 12-23.
<https://doi.org/10.36261/ijdeel.v7i1.2223>
- Iivari, N., Sharma, S., & Ventä-Olkkonen, L. (2020). Digital transformation of everyday life-How COVID-19 pandemic transformed the basic education of the young generation and why information management research should care? *International Journal of Information Management*, 55, 102183.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102183>
- Lee, J., Steer, L., Jimenez, E., King, E., & Erikson, E. (2020). *Designing the education workforce* (KDI School of Pub Policy & Management Working Paper No. 20-13). Retrieved January 10, 2022, from <https://archives.kdisc.hool.ac.kr/handle/11125/34496>
- Lee, S., Mott, B., Ottenbreit-Leftwich, A., Scribner, A., Taylor, S., Park, K., Rowe, J., Glazewski, K., Hmelo-Silver, C., & Lester, J. (2021). AI-infused collaborative inquiry in upper elementary school: A game-based learning approach. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(7), 15591-15599.
<https://doi.org/10.1609/aaai.v35i17.17836>
- Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J., & van Der Schaar, M. (2021). Personalized education in the artificial intelligence era: What to expect next. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38, 37-50.
<https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3055032>
- Maier, S., & Seligman, M. (1976). Learned helplessness: Theory and evidence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105(1), 3-46.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.105.1.3>
- Maxwell, S. E., & Delaney, H. D. (2003). *Designing experiments and analyzing data*. New York: Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781410609243>
- Mutter, J. (2016). Opportunity from crisis: Who really benefits from post-disaster rebuilding efforts? *Foreign Affairs*. Retrieved October 10, 2022, from <https://www.foreignaffairs.com/articles/2016-04-18/opportunity-crisis>
- Pardamean, B., Suparyanto, T., Cenggoro, T., Sudigyo, D.,

- & Anugrahana, A. (2022). AI-based learning style prediction in online learning for primary education. *IEEE Access*, 10, 35725-35735.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3160177>
- Pyle, K. R. (1985). High tech/high touch: A synergy applicable to career development. *Journal of Career Development*, 12(2), 145-156.
<https://doi.org/10.1177/089484538501200204>
- Raposa, E. B., Rhodes, J., Stams, G. J. J. M., Card, N., Burton, S., Schwartz, S., Sykes, L. A. Y., Kanchewa, S., Kupersmidt, J., & Hussain, S. (2019). The effects of youth mentoring programs: A meta-analysis of outcome studies. *Journal of Youth and Adolescence*, 48(3), 423-443.
<https://doi.org/10.1007/s10964-019-00982-8>
- Rosnow, R. L., Rosenthal, R., & Rubin, D. B. (2000). Contrasts and correlations in effect-size estimation. *Psychological Science*, 11(6), 446-453.
<https://doi.org/10.1111/1467-9280.00287>
- Sulistyaningrum, R., Utama, S., & Dessty, A. (2021). Analysing skills of planning, conduct, and assessment in teachers during online mathematics teaching. *Profesi Pendidikan Dasar*, 8(1), 63-74.
<https://doi.org/10.23917/ppd.v8i1.13108>
- Tapalova, O., Zhiyenbayeva, N., & Gura, D. (2022). Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *Electronic Journal of E-Learning*, 20(5), 639-653.
<https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.2597>
- Tregubov, V. (2021). Using voice recognition in e-learning system to reduce educational inequality during covid-19. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications*, 11(4), 1-16.
<https://doi.org/10.5121/ijcsea.2021.11401>
- Tso, W. W. Y., Wong, R. S., Tung, K. T. S., Rao, N., Fu, K. W., Yam, J. C. S., Chua, G. T., Chen, E. Y. H., Lee, T. M. C., Chan, S. K. W., Wong, W. H. S., Xiong, X., Chui, C. S., Li, X., Wong, K., Leung, C., Tsang, S. K. M., Chan, G. C. F., Tam, P. K. H., Chan, K. L., Kwan, M. Y. W., Ho, M. H. K., Chow, C. B., Wong, I. C. K., & Ip, P. (2020). Vulnerability and resilience in children during the COVID-19 pandemic. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 31(1), 161-176.
<https://doi.org/10.1007/s00787-020-01680-8>
- Tsoi, M., Kwan, R., Leung, K., & Tse, S. (2011). Reconciling “human touch” with “high tech”? Enhancing learning through technology. In *Education unplugged: Mobile technologies and web 2.0* (pp. 366-374). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-22383-9_30
- Whitley, J., Beauchamp, M. H., & Brown, C. (2021). The impact of COVID-19 on the learning and achievement of vulnerable Canadian children and youth. *FACETS*, 6(1), 1693-1713.
<https://doi.org/10.1139/facets-2021-0096>