

# 3D 프린터 활용 유아디자인교육 프로그램이 유아의 창의성 및 유용성 증진에 미치는 효과

정지현

경성대학교 유아교육학과 부교수

## Effects of design education program for young Children using 3D printer on creativity improvement

Ji-Hyun Jung

Associate Professor, Department of early Childhood education, Kyungseong University

**요약** 본 연구의 목적은 3D프린터를 활용한 유아디자인교육 프로그램을 유치원 현장에 적용하여 유아의 창의성과 유용성에 미치는 효과를 검증하고, 그 결과를 통해 3D프린터라는 매체의 유아교실 내 활용도를 높일 수 있는 현실적인 방안을 마련하는데 있다. 이러한 연구목적을 달성하기 위해 A광역시에 소재한 G유치원 만5세 유아 38명을 각 실험집단과 비교집단으로 나누어 2017년 8월부터 2018년 1월까지 약 6개월간 총15회에 걸친 실험처치를 통해 자료를 수집하였다. 연구도구로서는 Torrance의 창의성검사 한국어판중 유아용 도형검사와 유용성검사척도가 사용되었으며 자료의 처리 및 분석은 기술통계방법과 공분산분석을 통해 이루어졌다. 연구의 결과, 3D프린터를 활용한 프로그램은 유아의 창의성과 유용성 증진에 통계적으로 유의미한효과가 있었으며, 특히 창의성 구성과 정교성에 두드러진 효과를 보였다. 이러한 결과는 창의적 인재 양성을 주요 목표로 삼고 있는 기존의 누리과정과 3D프린터를 더욱 폭넓게 연계 할 수 있는 가능성 및 유아교육 현장에서 활용될 수 있음을 시사한다.

**주제어** : 3D프린터, 유아디자인교육, 유아 창의성, 유용성, 교수학습방법

**Abstract** The purpose of this study is to verify the effect on the creativity and Usability of young Children by applying design education program for young Children using 3D printer to the kindergarten field and, through the results, to prepare a realistic way to increase the utilization of 3D printer media in infant classrooms. In order to achieve this research purpose, 38 infants aged 5 from G kindergarten located in metropolitan A are divided into each experimental group and comparative group, and from August 2017 to January 2018, data were collected through 15 experiments over a period of about 6 months. As a research tool, in the Korean version of Torrance's Creativity Test, an infant shape test and a usability test scale were used, and the data processing and analysis were conducted through technical statistical methods and covariance analysis. As a result of the study, the program using 3D printer had a statistically significant effect on promoting creativity and Usability of young Children, and in particular, it had a remarkable effect on the elaboration of creativity composition. Based on these results, discussions on the existing Nuri process, which mainly aims to cultivate creative talents, the possibility of connecting 3D printers more widely and the role of teachers were made.

**Key Words** : 3D printer, Design education for young children, Creativity young children, Usability, Teaching- Learning method

\*This Work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and National Research Foundation of Korea(NRF - 2016S1A5A2A01027148)

\*Corresponding Author : Ji-Hyun Jung(jj144@ks.ac.kr)

Received April 17, 2020  
Accepted June 20, 2020

Revised May 11, 2020  
Published June 28, 2020

## 1. 서론

현대사회는 4차 산업 혁명 시대로 진입하면서 그 이전 시대 사람들의 상상 속의 존재하던 현상과 사물들의 현실화가 이루어지고, 이로 인해 사람들의 일상이 바뀌어 가고 있다. 가상현실과 증강현실, 사물인터넷, 드론, 로봇 등의 현대 문명의 이기들은 현재뿐만 아니라 미래 인간의 삶을 획기적으로 변모시킬 전조를 드러내고 있다. 이러한 변화는 제반 산업 분야뿐만 아니라 사회 각 분야에서의 변화를 초래하고 있으며[1]. 교육 분야 또한 예외는 아니다 우리나라와 세계 여러 선진국들은 현재 변화하는 산업 수요에 맞는 창의적 인재 양성을 각급 학교에 요청하고 있으며[2]. 그러한 요구에 따라 대부분의 이들 국가들은 초등학교 교육과정에서부터 스텝과 코딩 교육 등의 소프트웨어 교육에 심혈을 기울이고 있다 [3-4]. 우리나라에서도 초등학교 교육과정에 코딩 교육과 AI 관련 교육을 이미 도입하였거나 도입을 준비하고 있어 당분간 이러한 흐름은 지속될 것처럼 보인다[5].

한편 우리나라 교육부에서는 지난 2013년 유아교육 선진화 추진 계획의 일환으로서 R러닝을 도입하여 교사 보조 로봇을 국가수준 유치원 교육 과정과 연계시킨 새로운 교수-학습 방법을 시도하기도 하였다. 그러나 이러한 선진화의 흐름은 유아교육 현장에서 두드러진 성과를 이어가고 있지 못한 상황이며, 최근에는 이를 대상으로 한 코딩 교육이나 소프트웨어 교육에 대한 연구는 계속 이루어지고는 있지만 그 실천은 아직까지 매우 미비한 수준이라 할 수 있다[6-8].

유아교육 분야를 비롯한 교육학 분야에서 이러한 4차 산업혁명 시대의 다양한 테크놀로지를 대상으로 수행된 연구들 중에는 교수-학습방법, 유아나 학생들의 창의성이나 문제해결력에 대한 효과를 검증하는 연구들이 많은 비중을 차지하고 있다[9-13]. 이러한 경향은 결국 미래 사회가 요구하는 창의적 인재를 양성하는 것과 깊은 관련이 있어 보인다. 이러한 창의성은 유아기부터 다양한 학령기에 이르기까지 독창성, 유창성, 정교성, 민감성, 융통성의 개념으로 흔히 설명되어 왔으며, 최근에는 그 연령에 따라 좀 더 다양하고 차별적인 창의성 요소들에 대한 연구들이 수행되고 있다[14]. 그중에서 디자인 교육과 새로운 창의성 요소인 유용성의 관련성을 탐색한 연구가 이루어지는 등 각 산업분야의 특성에 맞는 창의성 요소에 대한 탐구가 지속될 전망이다[15,16].

디자인 교육에서의 유용성이란 사용자가 목표를 달성

할 수 있도록 디자인하는 것으로 사용자의 용이성과 목표를 원수하기 위한 이용의 편의성을 제공하는 것이라고 하였다[17]. 따라서 이러한 유용성은 디자인 작업을 통해 새롭게 만들어낸 제품이나 사물들이 사람들의 실생활에서 그들이 사용하고자 하는 용도나 목적에 따라 심리적일 뿐만 아니라 실용적으로 기능할 수 있는 것이어야 한다.

유아를 대상으로 하는 디자인 교육 선행연구들은 유용성과 창의성 증진을 위한 유아디자인교육 프로그램 개발 및 효과[18-20], 유아의 유용성 척도 개발 연구[21], 교수-학습방법[22,23], 유아교사의 인식 및 요구[24,25]에서 이러한 유용성을 유아디자인 교육에 핵심요소로 주장하고 있다. 이들 선행연구들은 양적인 면에서 아직까지 소수에 불과하지만 유아디자인교육 프로그램 개발 및 적용 효과 등에서 유아의 창의성 및 유용성 증진에 디자인 교육의 긍정적인 효과를 드러낸 바 있다. 그리고 최근에는 이러한 디자인 교육에 3D프린터를 활용한 사례들도 점차 나타나고 있는 추세이다. 3D프린터는 우리 사회의 4차 산업혁명 시대로의 진입을 상징하는 대표적인 도구로서 입체형의 사물을 기존의 절삭하는 방식이 아닌 적층하는 방식으로 사물이나 실물 제품을 출력시키는 프린터이다. 따라서 3D프린터를 통해서 마치 바닥에서 재료를 쌓아 올리듯 사용자가 원하는 그 어떠한 사물이나 제품도 구현해 낼 수 있는 것이다. 현재 3D프린터는 산업계 전반에서 활용도 및 활용가치가 급속도로 높아지고 있는 상황이며, 최근에는 개인용 3D프린터까지 보급이 이루어져 미래 산업의 모습을 가정에서부터 바꾸어갈 전망이다.

이러한 3D프린터는 디자인 분야에서도 그 효용 가치를 높이 평가받고 있으며 특히 창의성 교육을 위한 3D프린트 활용 디자인 교육도 활발하게 이루어지므로 그 긍정적인 효과가 지속적으로 검증되고 있다[26,27]. 유아교육 분야에서는 해외의 일부 사례가 소개되고는 있으나 국내에서의 관련 연구들[11-13,28,29]은 유아들이 교실 내에서 사용하는 블록 등의 놀잇감들을 직접 제작해 보는 경험에 의미를 살펴보는 정도의 기초적인 수준에 머물고 있어 이제 시작 단계에 들어선 상황이라 할 수다. 즉, 아직까지 3D프린터를 활용한 유아디자인교육 프로그램이 유아의 창의성과 유용성에 미치는 영향을 직접적으로 검증한 연구는 미흡한 상황이다. 교육을 통한 창의적 인재양성은 현재 뿐만 아니라 미래에도 지속될 교육의 핵심가치이며, 이러한 창의성은 가소성이 높은 유아시기

에 길러져야 할 필요가 있다. 유아를 대상으로 한 디자인 교육과 3D프린터를 활용한 다양한 디자인 교육의 시도는 유아와 학습자의 창의성을 증진시킬 수 있다는 경험적 증거를 마련해주고 있으며, 따라서 3D프린터를 활용한 유아 디자인 교육은 현재 4차 산업시대 뿐만 아니라 미래사회의 변화에 적극적으로 대처하는 하나의 교육적 방안이 될 수 있으리라 생각된다.

이에 본 연구를 통해 3D프린터를 활용한 유아디자인 교육 프로그램을 실험 처치하여 이 프로그램이 유아의 창의성과 유용성에 미치는 영향을 검증하고자 하였다. 본 연구를 통해 드러난 결과는 3D프린터라는 매체의 유아 교실 내 활용도를 높일 수 있는 현실적인 방안 마련과 더불어 국가수준의 유치원 교육과정에서 지속적으로 중요 시하는 창의적 인재 양성을 가능케 해 줄 수 있는 지원방안을 마련하는 데 도움을 줄 것으로 활용하고자 한다.

이러한 연구목적을 달성하기 위해 본 연구에서 설정한 연구 문제는 다음과 같다.

1. 3D프린터를 활용한 유아디자인교육 프로그램이 유아의 창의성에 미치는 효과는 어떠한가?
2. 3D프린터를 활용한 유아디자인교육 프로그램이 유아의 유용성에 미치는 효과는 어떠한가?

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

유아의 창의성 증진을 위한 메이커 디지털 기반 유아디자인교육 프로그램의 현장적용을 통한 효과검증을 위해 A광역시에 위치한 G사립유치원의 만5세 2개의 반을 표집 하였다. 표집 된 2개의 반 중 실험집단으로 선정된 하늘반의 경우 전체 유아27명 중 19명이 실험 대상이었으며 비교집단으로 선정된 구름반의 경우 전체 유아26명 중 19명이 실험에 참여하였다. 실험대상 유아들은 실험이 시작되기 전 사전에 학부모의 동의를 구한 후 동의를 얻은 유아들에 한정되었으며 실험도중 병결 등의 이유로 결석이 잦았던 유아 4명은 실험에서 탈락되었다. 실험에서 탈락된 유아들은 창의성 및 유용성 사후 검사에서 제외되었으며, 따라서 해당유아들의 창의성 및 유용성 사전 검사결과 또한 연구자료의 처리 및 분석 대상에서 제외되었다. 실험대상 유아들의 성별 구성은 두 집단 모두 남아 10명, 여아 9명이었다.

Table 1. research subjects by group, average monthly age, and sex

group	N	M	F	months (average)
experimental group	19	10	9	74.85
control group	19	10	9	75.12
total	38	20	18	

### 2.2 연구도구

#### 2.2.1 창의성 검사도구

본 연구 대상인 유아들의 창의성 사전사후 검사에 사용된 도구는 Torrance(1984)의 Torrance Test of Creative Thinking : Thinking Creative with Picture를 번역한 한국판 TTCT 도형검사였다. 이 검사 도구는 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항(resistance to prematureclosure)의 5개 기준 관련 척도와 함께 13개 준거 관련 척도를 측정할 수 있다. 그리고 그림 구성, 불완전 도형완성, 선 더하기의 3가지 하위검사로 구성되어 있으며 각 검사 당 10분씩 총 30분 동안 주어진 도형을 기초로 그림을 완성시키고 제목을 붙이도록 하였다. 창의성도형검사(TTCT)의 측정 내용을 살펴보면 Table 2과 같다.

Table 2. Details of TTCT's figure test

test	contents	
	norm-bases scale	reference-bases scale
Activity1 composition picture	originality, abstractionity of titles	emotional Expression, clarity of story, A movement or activity, The expressiveness of the title, unique visualization, internal visualization, Humor, richness of a mental image, various of a mental image, Fantasy
Activity2 Painting Completion	fluency, originality, abstractionity of titles, Elaboration resistance to pre matureclosure	emotional Expression, clarity of story, A movement or activity, The expressiveness of the title, combination of incomplete shapes, unique visualization, internal visualization, Humor, richness of a mental image, various of a mental image, Fantasy
Activity3 Line Drawing	fluency,originality, elaboration	emotional Expression, clarity of story, A movement or activity, The expressiveness of the title, combination of lines, unique visualization, boundary extension or Breaking, internal visualization, Humor, richness of a mental image, various of a mental image, Fantasy

2.2.2 유아 유용성 척도

본 연구의 대상인 유아들의 유용성을 검사하기 위해 이종길(2015), 장승민(2015)이 연구에서 사용한 유용성 검사 도구를 사용하였다. 유아 유용성 척도의 하위영역과 각 영역별 문항수를 살펴보면, 실용적 표현력 6문항, 개인적 배려 5문항, 집단적 배려 13문항으로 총 3개영역 24문항으로 구성되어 있다. 유아 유용성 척도는 담임교사에 의해 평정되었으며 5점 Likert척도 방식으로 점수화하도록 되어있다. 본 연구에서의 유아 유용성 척도의 신뢰도는 Cronbach's  $\alpha$ 는 실용적 표현력 .85, 개인적 배려 .81, 집단적 배려 .82로 전체 신뢰도는 .84로 나타났다.

2.3 연구절차

본 프로그램은 실험처치 사전에 이루어지는 교과교육과 예비검사를 포함하여 2017년 8월부터 2018년 1월까지 총 15회에 걸쳐 실험처치 되었다. 프로그램 운영은 만5세 유아를 대상으로 실시하였으며, 유치원 일과 운영시간 및 유아의 발달특성을 고려하여 회당 60분을 넘지 않도록 계획하였다. 프로그램은 자유선택활동과 대·소집단 활동으로 이뤄졌으며, 활동은 훈련을 받은 담임교사에 의해 진행되었다. 담임교사들은 3년제 유아교육과의 전문 학위를 소지한 교사들이었으며, 유치원 현장경력은 7년으로 동일하였다. 유아들은 실험처치 3주 전부터 자유선택활동 시간에 3D 프린터를 자유롭게 탐색할 수 있도록 기회를 가졌다. 유아들은 자유선택활동시간에 담임교사와의 개별적인 상호작용을 통해 3D프린터를 활용한 활동들에 대한 다양한 생각들을 나누는 기회를 가짐으로써 활동에 대한 관심과 흥미 및 집중도를 높일 수 있었다.

본 연구에서 사용된 측정도구의 적절성과 검사 시간 소요, 검사방법의 타당성 및 현장 적합성을 확인하기 위해 실험처치 사전에 담임교사들을 대상으로 검사도구의 내용과 검사방법에 대해 소개하고 실험대상이 아닌 유아 4명을 대상으로 예비검사를 실시하였다. 예비검사 결과 담임교사들이 검사도구 세부문항을 이해하는데 큰 어려움이 없는 것으로 나타났으며 검사 진행시 유아들과 상호작용 및 적절한 시간 소요에 큰 무리가 없는 것으로 나타났다. 프로그램 운영을 효과적으로 진행하기 위해 교사훈련을 실시하였으며, 회당 2시간 총 3회에 걸쳐 진행하였다. 또한 본 실험처치 전 연구자가 고안한 3D프린터 활용 창의적 수업 실체를 5회간

참관하고 매회 협의시간을 가졌으며 협의회는 약 1시간이 소요되었다. 실험기간동안 실험집단에는 3D프린터를 활용한 유아디자인교육 프로그램이 순차적으로 적용되었으며 같은 기간 동안 비교집단에는 연령별 누리과정의 만5세 미술활동이 이루어졌다. 실험기간이 끝난 후 이루어진 창의성과 유용성 검사는 사전검사와 같이 담임교사에 의해 이루어졌으며, 창의성 검사 결과는 공인된 관련 전문 기관에 의뢰하여 채점에 공정성과 객관성을 확보하였다.

본 실험을 위해 고안된 실험처치 프로그램의 차시별 구성 내용은 다음의 Table 3과 같다.

Table 3. Details of 3D program implemented

curricular themes	themes	week	title of Activity 3D printerdesign	creative components	design components	size of group
countries around the world	Festival	1st week	Designing souvenir for Busan Fireworks festival.	originality, resistance to premature closure	Usability, collective consideration	large group
		2nd ~3rd week	Designing lunch bdx of many Countrys	fluency, originality	Usability, individual Consideration	large group
	Festival/autumn	4th ~5th week	Designing food utensils of many countrys	fluency, originality abstraction of title	Usability, individual Consideration	small group
		6th ~7th week	Designing Olympic medals	elaboration, abstraction of title, resistance to premature closure	individual Consideration	small group
Environment and Life	conservation of nature	8th ~9th week	Designing ECO wall clock	originality, resistance to premature closure	Usability, collective consideration	large group
		10th ~11th week	Designing Badge for environmental protection	originality, elaboration	Usability, collective consideration	free choice activity
	future life and tools	12th ~13th week	I am! 3D printer It's Designer	fluency, originality resistance to premature closure	Usability	small group
		14th ~15th week	Designing house-keeping robot in 2026	fluency, originality	Usability, individual Consideration	large group

Table 3에 제시된 바와 같이 본 연구에서 실험 처치된 프로그램은 연령별 누리과정의 만5세 생활주제인 세계 여러 나라와 가을에 연계된 총 8개의 활동으로 구성되어 15주에 걸쳐 차시별로 진행되었다. 실험 처치된 프로그램의 활동 중 올림픽 매달 디자인하기의 활동내용을 소개하면, 먼저 활동목표를 동계올림픽에서 볼 수 있는 다양한 경기종목에 대해 알고 올림픽에서 선수들에게 수여되는 금, 은, 동 메달을 디자인 할 수 있으며 매달이 가지는 가치와 의미에 대해 올바른 이해와 태도를 가지는데 두었다. 담임교사들은 동계올림픽 사진과 동영상자료를 통해 평창 동계올림픽을 유아들에게 소개하고 동계올림픽에서 열리는 다양한 종목에 대해 탐색하는 시간을 가졌다. 이야기 나누기 활동에 이어 동계올림픽 시상식에서 수여되는 금, 은, 동 메달들을 소집단별로 디자인하는 활동을 하였는데 이 과정에서 교사들은 사람들이 좋아할 만한 매달의 디자인에 대해 유아들과 상호작용하며 각자의 아이디어를 반영한 매달을 디자인하도록 하였다. 또한 3D프린터를 통해 출력된 매달들을 집단별로 유아들에게 소개하며 자신들이 디자인한 매달을 다른 용도로 활용한다면 어디에 쓸 수 있는지에 대해 이야기 나누는 경험을 함께 나누었다.

2.4 연구자료의 처리 및 분석

본 연구에서 실시한 실험을 통해 수집된 자료들은 SPSS 21.0을 통해 분석되었다. 먼저 실험대상 유아들의 월령, 사전검사와 사후검사 점수의 평균 그리고 표준편차를 산출하기 위해 기술통계 방법으로 처리하였으며 동일집단 내 사전사후검사의 평균값 비교 및 집단 간 사전사후검사의 평균값 비교를 위해 두 집단의 사전검사를 공변량으로 통제하는 공분산 분석을 실시하였다.

3. 연구결과

3.1 3D프린터를 활용한 유아디자인 교육 프로그램이 유아의 창의성에 미치는 효과

3D프린터를 활용한 유아디자인 교육프로그램이 유아의 창의성에 미치는 효과를 알아보기 위해 집단 별 사전과 사후검사 점수에 평균값을 산출하여 비교한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Results of pre and post-tests with TTCT

variables	group	pre-test		post-test		adjusted post-test	
		M	SD	M	SD	M	SD
fluency	experimental group	89.53	18.73	105.42	19.20	105.37	4.40
	Control group	97.47	11.97	103.79	18.01	103.85	4.40
originality	experimental group	81.63	17.82	96.32	13.12	96.60	3.50
	Control group	85.05	16.40	97.79	17.07	97.52	3.50
abstraction	experimental group	69.26	32.78	77.32	32.15	76.39	6.83
	Control group	65.32	30.03	78.95	33.57	79.88	6.83
elaboration	experimental group	101.37	26.09	129.26	21.20	132.89	4.33
	Control group	114.63	18.98	117.37	22.94	113.74	4.33
openness	experimental group	57.26	24.63	89.26	25.88	96.61	5.92
	Control group	91.95	24.12	86.89	23.75	79.56	5.92
all Creativity	experimental group	79.79	15.94	99.47	12.87	104.07	1.48
	Control group	90.84	10.99	96.95	12.81	92.35	1.48

두 집단의 사전검사와 사후검사 평균점수를 비교하면, 조정평균 산출결과 사후검사에서 비교집단에 비해 실험집단이 추상성을 제외한 모든 하위변인과 총점에 서 보다 높은 증가치를 나타내었다.

집단 간 창의성 점수에 차이를 보다 엄정하게 알아보기 위해 두 집단의 사전 창의성 점수를 공변인으로 한 공변량 분석을 실시하였으며, 그 결과는 Table 5 와 같다.

Table 5. Results of covariance analysis with TTCT

variables	source of variance	X <sup>2</sup>	df	MS	F
fluency	covariance(pre-test)	6.56	1	6.56	.02
	maineffect(group)	20.52	1	20.53	.06
	residual	12468.0	35	356.23	
originality	covariance(pre-test)	283.46	1	283.46	1.23
	maineffect(group)	8.06	1	8.06	.04
	residual	8072.38	35	230.64	
abstraction	covariance(pre-test)	7817.02	1	7817.02	8.83**
	maineffect(group)	115.42	1	115.42	.13
	residual	30979.90	35	885.14	

elaboration	covariance(pre-test)	3754.04	1	3754.04	10.99**
	maineffect(group)	3199.33	1	3199.33	9.37**
	risidual	11952.83	35	341.51	
openness	covariance(pre-test)	2086.93	1	2086.93	3.98
	maineffect(group)	1800.47	1	1800.47	3.43
	risidual	18377.37	35	525.07	
all Creativity	covariance(pre-test)	3610.52	1	3610.52	93.91***
	maineffect(group)	1112.15	1	1112.15	28.93***
	risidual	372590.00	35	38.45	
**p<.01, ***p<.001					

Table 5에서 보이는 바와 같이 본 프로그램 실시 후 정교성(F=9.37, p<.01)과 창의성 총점(F=28.93, p<.001)에서 두 집단 간 뚜렷하게 유의미한 차이를 나타냈다. 따라서 3D프린터를 활용한 유아디자인 교육 프로그램은 유아의 창의성에 대체로 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

### 3.2 3D프린터를 활용한 유아디자인 교육 프로그램이 유용성에 미치는 효과

3D프린터를 활용한 유아디자인 교육프로그램이 유아의 유용성에 미치는 효과를 알아보기 위해 집단 별 사전과 사후검사 점수에 평균값을 산출하여 비교한 결과는 Table 6과 같다.

**Table 6. Test results of mean difference between pre-tests with Usability scale (N=38)**

	experimental group (n=19)		Control group (n=19)		t
	(M)	(SD)	(M)	(SD)	
pre-tests	59.04	5.96	73.60	5.56	8.936***
***p<.001					

두 집단 간 평균에 차이를 알아보기 위해 차이검증을 실시한 결과를 살펴보면, 사전검사에서 p<.001수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 실험집단과 비교집단이 동질적이지 않으므로 유용성 검사 사전점수를 공변인으로 통제하여 유용성 총점에 대해 공분산분석을 실시한 결과는 다음 Table 7와 Table 8에 나타난 것과 같다.

**Table 7. Results of descriptive analysis with Usability scale (N=38)**

sortation	pre-Usability		post- Usability		adjusted poat- Usability	
	(M)	(SD)	(M)	(SD)	(M)	(SD)
experimental group	59.04	5.96	75.32	4.70	77.08	1.30
Control group	73.60	5.56	81.24	5.13	79.49	1.30

사전 유용성 검사 점수는 비교집단(M=73.60, SD=5.56)이 실험집단(M=59.04, SD=5.56)에 비해 높았으며, 두 집단 간 사전검사 평균 점수 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 실험집단과 비교집단의 유아들이 유용성 수준에 차이가 있음을 의미하므로 두 집단이 동질적이지 않음을 나타낸다. 따라서 사전 유용성 검사 점수를 공변인으로 통제한 후 사후 유용성 검사 총점에 대해 분산분석을 실시한 결과는 Table 8과 같다.

**Table 8. Results of covariance analysis with Usability scale**

source of variance	SS	df	MS	F	Partial η <sup>2</sup>
covariance (pre-test)	503.44	1	503.44	22.13***	.32
maineffect (group)	27.25	1	27.25	1.12***	.03
risidual	1069.40	47	22.75		
sum	1600.08	49			
***p<.001					

공분산분석 결과 주효과는 F=22.13으로 3D 프린터 활용 유아디자인교육에 따른 실험집단과 비교집단의 사후 유용성 검사 총점에서 .001수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 비록 비교집단에 사후 유용성 검사 점수가 실험집단에 유용성 사후 검사 점수보다 높게 나타났지만 실험집단에 사전·사후 검사 간 평균점수에 증가량이 비교집단에 사전·사후 평균 점수간 증가량 보다 유의미한 수준에 큰 차이를 보이므로 3D 프린터를 활용한 유아디자인 교육 프로그램이 유아의

유용성에 증진에 효과가 있는 것으로 나타났다.

#### 4. 논의 및 결론

본 연구는 3D 프린터를 활용한 유아디자인 프로그램을 유치원의 만5세 유아들에게 실험 처치하여 이 프로그램이 유아의 창의성 및 유용성에 미치는 효과를 검증하였다. 이러한 연구결과를 통해 국가수준 유치원 교육과정에서의 3D 프린터의 활용방안 마련과 유아의 창의성 증진을 위한 3D프린터 활용 방안 마련의 기초자료를 제공하는 데 연구의 목적을 두었다.

본 연구에서 얻은 결과에 대해 논의한 내용은 다음과 같다.

첫째, 3D프린터를 활용한 유아디자인교육 프로그램은 실험대상 유아의 창의성 증진에 통계적으로 유의미한 효과를 나타내었다. 유아의 창의성을 구성하는 5개 하위영역 독창성, 유창성, 정교성, 제목의 추상성, 성급한 종결에의 저항 중 특히 정교성에서 가장 두드러진 효과를 나타내었다. 이러한 결과는 유아디자인교육 프로그램 개발 및 그 프로그램이 유아의 창의성 증진에 미치는 효과를 검증한 이종길(2015)의 연구에서 개발된 프로그램이 유아의 창의성 전체 점수 상승에 효과가 있었다는 결과와 맥락을 같이 하고 있다. 그리고 3D프린터를 디자인교육에 활용하여 여러 교과영역과 관련된 학습자의 창의성에 미치는 영향을 검증한 연구들이 창의성 증진에 미치는 긍정적인 결과를 드러낸 것보다 깊은 연관을 가질 수 있다[1-4,30]. 보다 직접적으로는 유아교육분야에서 3D프린터를 활용한 소수의 연구사례[11-13,26]에 드러난 바처럼, 유아들은 그들 자신만의 놀이감 제작과정에서 그리고 과학적 문제해결능력과 목공놀이 과정에 자신들의 창의성을 마음껏 드러내거나 창의성에 바탕한 역량 증진의 모습을 보인 것과 본 연구의 결과를 연결 지어 생각해 볼 수 있다. 즉, 실험에 참여한 유아들은 자신들이 만들고자 하는 놀이감을 비롯한 자신들의 디자인을 위해 삶 주변에 있는 사물들을 더욱 민감하게 바라보고, 가능한 다양한 아이디어를 생각해 내, 상상속의 영성한 아이디어를 보다 정교하게 만들어 가고자하는 동기화된 모습을 나타내었다고 볼 수 있다. 특히 정교성에서 가장 두드러진 차이를 보인 것은 3D프린터만이 갖는 독특한 기계적 특성에 기인한 것으로 보인다. 기존의 절삭가공방식이 아닌 적층 식으로 사물을 출력함으로써 아주 정교하고 세밀

한 구조와 형태를 갖춘 사물을 구현해 낼 수 있다. 3D 프린터의 이러한 특징으로 유아들은 처음에 자신이 가지고 있던 영성한 아이디어를 다 세밀한 부분까지 다듬고 결합을 보완해 나가는 정교성을 높여 나갔다고 볼 수 있다.

둘째, 3D프린터를 활용한 유아디자인교육 프로그램이 유아의 유용성에 미치는 효과는 통계적으로 유의미한 수준에서 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이종길(2015)의 연구에서 유아디자인교육 프로그램이 유용성 증진에 긍정적인 영향을 미쳤다는 결과와 그 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다. 유용성은 디자인 작업을 통해 만들어내는 제품이나 사물이 사용자가 목표로 하는 일의 성취를 가능케 하는 심미적이고 실용적인 기능(Bardre, 2002)이라는 점에서 3D프린터를 통해 출력된 사물의 정교함과 내구성 및 재질의 강도 그리고 유아디자인교육 프로그램이 갖는 유용성이 일반적인 유아디자인교육 프로그램보다 상대적으로 더 큰 효과를 가진다고 볼 수 있다. 특히 유용성 사전점수가 비교집단의 점수보다 현저히 낮았던 실험집단 유아들이 실험처치 후 보였던 유용성 점수에서의 급격한 상승폭은 이러한 3D프린터와 유아디자인교육과의 강력한 상승효과를 여실히 보여주는 증거라 할 수 있다.

결론적으로 3D프린터라는 4차 산업혁명시대의 테크놀로지는 교육적 매체로 다양한 프로그램과 연계될 때 그 효과를 배가시킬 수 있는 많은 장점을 지니고 있음이 본 연구에서 확인되었다. 특히 창의적 인재 양성을 그 목표로 하는 국가수준의 교육과정에서 그러한 목표의 달성을 가능케 할 수 있는 4차 산업혁명 시대의 흐름에 부합하는 매체라 할 수 있을 것이다. 그러나 유아교육의 대상인 유아들에 발달특성을 고려한다면 해결해야 할 과제가 있는 것도 사실이다. 비록 유아들이 자신의 상상에 부합하는 모양의 사물 제작에 주도적으로 참여한다 하더라도 현재 3D프린터의 기술적 한계로 인해 그러한 결과물이 출력되는데 까지 최소 8시간 이상의 긴 시간이 소요되므로 유아들이 활동에 대한 그들의 흥미와 관심을 지속시킬 수 있도록 이전에 교사나 다른 유아들이 제작한 사물들을 탐색해보는 활동등 활동에 지속성을 기할 수 있는 철저한 사전 준비가 필요해 보인다. 따라서 예비유아교사양성 단계에서부터 현직교사교육단계에 이르기까지 이러한 테크놀로지를 교육 매체화하여 교실에서 사용할 수 있도록 적절한 지원

이 이루어져야 할 필요가 있다. 특히 개별 유아교사의 3D프린터와 같은 디지털 테크놀로지에 대한 관심도와 수용도를 파악하여 높은 관심 수용도를 보이는 교사들에 대한 지원이 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다. 그리고 3D프린터 활용에 유아교사 뿐만 아니라 유아들이 주도적으로 참여할 수 있도록 유아 수준에서 다룰 수 있는 3D프린터와 소프트웨어 상의 기술적 개선이나 개발이 또한 이루어져야 할 필요가 있을 것으로 보인다. 이러한 요구들이 충족될 때, 3D프린터를 활용한 유아 디자인 교육은 현재 4차 산업 혁명시대를 살고 있는 유아들에게 그들의 흥미와 관심도에 맞는 교육매체를 통한 창의성교육을 경험케할 수 있으며 창의적 인재양성을 그 목적으로 하는 2019년 개정 누리과정의 현장 도입이후에도 놀이중심교육과정을 지원해줄 수 있는 효과적인 교육매체와 교육적 접근으로서의 기능과 역할을 기대할 수 있을 것이다.

## REFERENCES

- [1] S. R. Jeong, S. J. Chang. (2019). *Production of fusion-type realistic contents using 3D motion control technology*. 9(4), 146-151.
- [2] J. T. Kim, J. Y. Park & B. H. Lee. (2017). Implementation of Functional Blocks of Modular Toy for Creative Education. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(5), 95-102.  
DOI : 10.22156/CS4SMB.2017.7.5.095
- [3] H. G. Ryu. (2020). *Development of The Smart Block Education Program Using 3D Printing : Focused on a Creative Education Program for Middle School Students*. Master dissertation Kookmin University, Seoul.
- [4] H. B. Han. (2019). *The Effect of 3D Printing on the Convergence Talent Education (STEAM) in Design Education*. Master dissertation. Chung Ang University, Seoul.
- [5] J. Y. Lee. (2020.01.05.). *In the era of artificial intelligence," the government will create a step-by-step "basic plan for AI education" from elementary school*.  
<https://www.yna.co.kr/view/AKR2020010310550004?input=1195m>.
- [6] S. M. Park, J. H. Jung & M. J. Kang (2019). Analysis on Kindergarten Teachers' Stage of Concerns about Physical Computing Based on the CBAM. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 20(3), 298-305.  
DOI : 10.5762/KAIS.2019.20.3.298
- [7] G. W. Lee & K. J. Yoo. (2019). The Effect of coding robot activities based on collaborative problem solving study on teacher learning support behavior and childrens mathematical problem solving ability. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 24(4), 345-371.
- [8] B. A. Choi. (2018). Affordance Analysis of Each Smart Toy Type - Focusing on the coding education for children -, *Journal of Cultural Product & Design*, 55, 163-173.
- [9] Y. S. Eun. (2019). *Effects of technological problem-solving activity using the 3D printing on subject interest and creative confidence in middle school technology subject*. Master dissertation. Chungnam University, Daejeon.
- [10] Y. J. Lee. (2016). *3D Printing for Basic Design Practice : Application Research as Educational Contents*. Master dissertation. Chung-Ang University, Seoul.
- [11] J. H. Kim. (2019). *Development and Effect of Young Children Woodwork Play Program Integrating Math-Science Based on Learning Cycle*. Doctoral dissertation. Myongji University, Seoul.
- [12] S. Y. Jeong. (2019). *The Effects of Maker Education on Young Children's Scientific Problem Solving Ability and Social Competence*. Master dissertation. Changwon University, Changwon.
- [13] K. M. Joe. (2017). *The Development and the Effect in the Early Childhood Science Education Program Based on Maker Education*. Doctoral dissertation. Kyungsoong University, Busan.
- [14] J. P. Guilford. (1986). *Creative talents. Their nature, uses and development*. Buffalo, NY: Bearly Limited.
- [15] J. G. Lee. (2015). *The Development and effect of a young children's design education program for improvement of usefulness and creativity*. Master Dissertation. Kyungsoong University. Busan.
- [16] K. M. Cho & T. C. Kim and K. S. Kim. (2005). A Study of Design Education for the Public and its Development Direction. *Archives of Design Research*, 18(1), 91-104.
- [17] A. N. Bardre. (2002). *Shaping web usability---interaction design in context*.



- interactions*, 9(3), 45-47
- [18] H. H. Mun & S. H. Kim. (2017). The Effects of designing 3D art on the Reasoning Ability and Creativity of 5-year Old Children. *Journal of Early Childhood Education & Educare Welfare*, 21(1), 93-118.
- [19] M. Y. Son & J. W. Hwang. (2020). The effect of the design education program applying the design thinking process on children's creativity and emotional intelligence. *Early Childhood Education Research*, 40(1), 241-265.
- [20] G. S. Ahn & A. S. Shin. (2017). The Effects of Design Activities for Children Based on Brain-based Learning Principles on Children's Art Activities and Linguistic Expression. *Journal of Early Childhood Education & Educare Welfare*, 2(3), 79-106.
- [21] J. G. Lee. (2019). A Study on the Development of a Usefulness Scale for Early Childhood. *Culture and Convergence*, 41(3), 1251-1282.
- [22] J. G. Lee & Y. H. An. (2019). Exploring Creative Class Experience Using Design Thinking Model of Early Childhood Teachers. *The Korea Open Association for Early Childhood Education*, 2019(11), 163-178.
- [23] J. G. Lee & Y. H. An. (2020). Exploring the creativity class experiences of early childhood teachers using d.School of Design Thinking model. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(2), 203-232.
- [24] A. S. Shin & G. S. Ahn. (2016). A Study on the Early Childhood Teachers' Recognition and Practice of Brain-based Children Design Education Program. *Korean Journal of Children's Media*, 15(4), 23-48.
- [25] Y. J. Lee. (2016). *3D Printing for Basic Design Practice : Application Research as Educational Contents*. Master dissertation Chung-Ang University, Seoul.
- [26] W. S. Lee. (2015). *A Study on the Development of High-Heeled Shoes Design Applied on the Aesthetic Characteristic of Romantic Avant-Garde and 3D Printer : Focused on UK Fashion Designer Shoes*. Master dissertation. Wonkwang University, Iksan.
- [27] A. R. Cho. (2020). *Research on the direction of design education in the Fourth industrial Revolution era*. Master dissertation Dongguk University, Seoul.
- [28] H. R. Park. (2017). *A Qualitative Study on a Play Material Making Project of 5-Year-Old Children by Utilizing a 3D Printer*. Master dissertation. Keimyung University, Daegu.
- [29] S. Y. Lee. (2019). *The development and effects of in-service training to promote a maker education capacity by using makerspace of early childhood teachers*. Doctoral dissertation. Chung-Ang University, Seoul.
- [30] J. S. Lee. (2016). *STEAM program using 3D printing developed considering the characteristics of gifted elementary students*. Master dissertation. Daegu National University of Education Graduate School of Education, Daegu.

## 정지현(Ji-Hyun Jung)

[정회원]



- 2004년 6월 : Teachers college, columbia university Department of curriculum and teaching (유아교육학박사)
- 2008년 3월~ 현재 : 경성대학교 유아교육학과(부교수)

- 관심분야 : 디지털매체를 활용한 유아교육, 다문화교육
- E-Mail : jj144@ks.ac.kr