

# Investigating Academic Success and Satisfaction in Self-paced Learning with 3D Printed Teaching Aids

Young-Hee Lee<sup>1</sup>, Yong-Ki, Lee<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Nursing, Dongnam Health University

<sup>2</sup>Department of Nuclear Medicine, Gachon Gil Hospital

Received: December 06, 2023. Revised: December 29, 2023. Accepted: December 31, 2023.

## ABSTRACT

This study investigated the effects of utilizing 3D printed teaching aids on academic achievement and learning motivation in a non-face-to-face learning environment during the COVID-19 pandemic. The study was divided into an experimental and a comparison group that applied traditional lecture-based teaching and self-directed learning using 3D printed teaching aids and videos. The results of the study showed that the experimental group using 3D printed brain puzzles improved their academic performance compared to the comparison group using traditional lectures. This may be due to the fact that visual and experiential learning helped students to acquire knowledge on their own. The brain puzzles provided an interesting learning experience for the students, and their overall satisfaction with the class was also positive. These results indicate that teaching with teaching aids can increase students' motivation to learn and improve their academic performance. Therefore, the active introduction of 3D printed teaching aids in the non-face-to-face learning environment caused by COVID-19 is expected to improve the quality of education through innovation in learner-centered teaching methods.

Keywords: COVID-19, Virtual learning, Self-paced learning, 3D printing

## I. INTRODUCTION

코로나바이러스 19(COVID-19)의 전 세계적 대유행의 장기화는 사회 전반적으로 많은 영향을 미치고 있다. 전염병의 확산을 방지하기 위해 많은 사람들이 접촉할 수 있는 시설과 업종의 운영을 제한하였으며, 각종 집회와 모임을 중단하였다. 이에 따라 비대면 접촉이 일반화되었으며, 이른바 언택트 사회(Untact Society)가 되었다<sup>[1,2]</sup>.

이러한 영향은 교육기관에서도 나타났으며, 교육기관은 전통적인 수업방식에서 벗어나 다양한 방식의 비대면 수업을 도입할 수밖에 없었다. 비대면 강의는 실시간 수업이나 동영상 수업으로 이루어지며, 이러한 수업방식의 변화는 학생들의 학업과 학교생활에 많은 변화를 동반하고 있다. 이렇게 변

화된 학습 환경 속에서 온라인 퀴즈 및 과제 등의 새로운 학습관리 시스템이 도입되었다<sup>[3-6]</sup>.

학습자 또한 비대면 수업방식에 적응하며 스스로 학습의 주도권을 가지고 적절한 학습목표와 학습전략을 가진 자기주도학습을 통해 학습을 실행하고 있다. 자기주도학습은 적극적으로 주어진 과제나 문제를 해결해나가며, 학습 진도를 자기 능력에 맞추어 조절함으로써 타인주도적 학습보다 학업성취에 효과적이다<sup>[7,8]</sup>.

그러나 코로나바이러스 19의 대유행이 장기화된에 따라 학습자의 학업성취 의욕이 저하된 상황에서 자기주도학습이 효과를 발휘하기에는 어려움이 있다. 이에 따라 수업의 재미와 흥미를 유발해 학습의욕을 높이기 위해 게임형 플레이팩토 도구, 도구와 컴퓨터 활용 등 다양한 교구를 활용한 수업에

\* Corresponding Author: Yong-Ki, Lee

E-mail: yklee@gilhospital.com

Tel: +82-032-460-9006

서 학생들의 학업 성취도가 향상된 것을 볼 수 있다<sup>[9]</sup>. 이에 보건계열 학생들을 대상으로 3D 프린터를 이용하여 학습교구를 제작하고 활용한 수업에 한 학습자의 학업성취도와 만족도를 평가하고자 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 연구 대상

본 연구의 참여자들은 수도권에 소재하는 보건계열 학생들이다. 4개 학급으로 1학년에 재학 중인 학생들로 인체해부학을 수강하는 학급을 대상으로 하였다. 2개 학급은 전통적인 강의식 교수법을 적용하였으며, 다른 2개 학급은 3D 프린터로 제작한 신경계 교구와 동영상을 활용한 자기주도학습을 적용하여 수업을 진행하였다. Table 1과 같이 연구 대상의 총 인원은 117명이며, 남학생 59명, 여학생 58명이었다.

Table 1. Research subjects

Subjects	
Comparison Class	Experimental Class
57 (Male: 27, Female: 30)	60 (Male: 32, Female: 28)

### 2. 검사 도구

본 연구에 사용된 신경계 교구는 Fig. 1과 같이 뇌의 10개 영역을 3D 프린터로 제작하여 퍼즐로 만들었다. 사용된 3D 프린터(Creality3D, Shenzhen, CR-10 Max, China)는 적층형이며, 재료는 PLA(Polylactic acid)이다.

사전 학업 성취도 검사는 뇌의 역할, 세부 영역 이름 등을 알고 있는지 매우 우수, 우수, 보통, 미흡, 매우 미흡 단계로 나누어 자가 진단으로 검사하였다. 사후 학업성취 검사는 모두 100점 만점의 20문항으로 구성하였으며, 실험반과 비교반에 대한 사전 사후 성취도를 검사하여 차이를 알아보았다. 강의평가는 사후 성취도 검사 후 온라인으로 진행하였다. 통계분석은 통계 프로그램인 SPSS Ver. 24.0 (IBM Co, Chicago, USA)을 이용하여 브레인

퍼즐을 활용한 수업이 실험반의 학업성취도에 어떤 효과가 있는지 알아보기 위하여 사전 사후 검사 결과에 대한 독립 표본 T 검정(Independent t-test)을 하였다. 신뢰구간을 95%로 정하여 p-value가 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판정하였다.

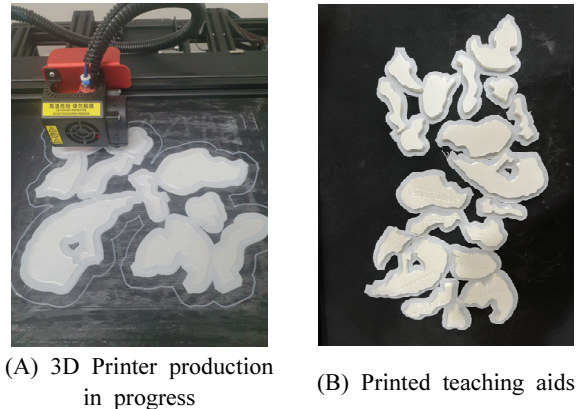


Fig. 1. 3D printed teaching aids output image.

### 3. 수업 진행

본 연구를 위하여 2022년 9월에 비교반의 경우는 교과서와 강의자료를 사용하여 일반적인 강의식 수업을 진행하였고, 실험반에서는 3D 프린터로 제작한 브레인 퍼즐을 활용하여 중추 신경계통 중 뇌 부분의 수업을 진행하였다. 브레인 퍼즐을 활용한 수업은 Fig. 2와 같이 뇌 영역 별 색칠하기, 퍼즐 맞추기 등으로 이루어졌다. 수업은 사전에 녹화된 동영상을 온라인으로 시청하였으며, 실험반에서 활용한 학습 교구는 수업이 있는 주치의 월요일에 학교에서 수령하도록 하였다.

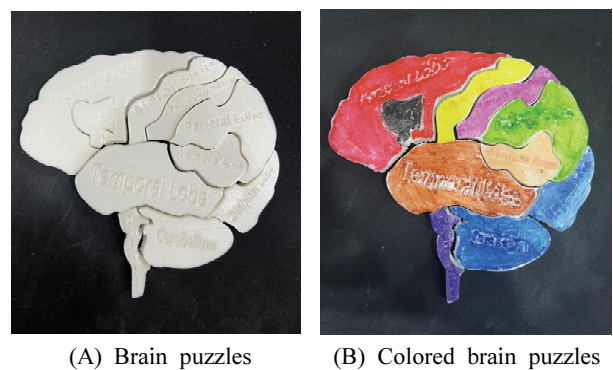


Fig. 2. Classroom teaching aids.

### III. RESULT

#### 1. 학업성취도

신경계통 해부학 수업의 학업성취도에 대하여 사전 성취도, 사후 성취도의 평균과 표준편차는 Table 2와 Table 3의 결과에서 보는 것과 같이 비교반과 실험반의 신경계통 해부학 수업에 있어서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 사전 성취도 평가에서는 자가 진단평가로 비교반 76.14, 실험반 77.02로 차이가 0.88로 낮게 나타났으나, 사후 성취도 평가에서는 비교반 70.42, 실험반 75.17로 실험반의 평균이 4.75 높게 나타났다. 결과적으로 브레인 퍼즐을 이용하여 수업을 진행 한 학습의 학업성취도가 비교반에 비하여 향상된 것을 알 수 있었다.

Table 2. Pre-course evaluation results

Subject	Variable	Evaluator (N)	평균	표준편차	유의확률
Neuro anatomy	Comparison Class	57	76.14	13.572	0.222
	Experimental Class	60	77.02	12.116	

Table 3. Post-course evaluation results

Subject	Variable	Evaluator (N)	평균	표준편차	유의확률
Neuro anatomy	Comparison Class	57	70.42	18.9	0.021
	Experimental Class	60	75.17	16.0	

#### 2. 강의평가 및 수업 만족도

Table 4와 같이 신경계통 해부학 수업의 강의평가는 실험반이 94.62, 비교반이 88.2로 브레인 퍼즐을 이용하여 수업한 반에서 더 높은 점수의 강의평가로 나타났다.

Table 4. Evaluation of lecture

Subject	Variable	Evaluator (N)	Engagement rate(%)	Score
Neuro anatomy	Comparison Class	55	96.5	88.20
	Experimental Class	57	95	94.62

강의평가의 세부 항목 중 만족도에 관한 항목의 평가는 Table 5와 같다. 수업의 ‘난이도’는 실험반이 60명 중 27명이 ‘매우 만족한다’, 23명이 ‘만족

한다’로 83.3%의 학생이 만족하는 것으로 나타났다. 반면 비교반에서는 57명 중 24명이 ‘매우 만족한다’, 16명이 ‘만족한다’로 70.2%의 학생이 만족하는 것으로 나타났다. 강의가 학습동기와 흥미를 유발했는지 묻는 질문에는 실험반 학생의 30명이 ‘매우 만족한다’, 18명이 ‘만족한다’로 답변하였으며, 비교반에서는 24명이 ‘매우 만족한다’, 19명이 ‘만족한다’로 답변하였다. 그러나 비교반에서 ‘불만족’과 ‘매우 불만족’으로 답변한 학생이 각각 3명과 1명이었다. 수업의 전반적인 ‘만족도’에서는 실험반이 ‘매우 만족한다’ 32명, ‘만족한다’ 21명으로 88.3%의 학생이 만족하는 것으로 나타났으며, 비교반에서는 ‘매우 만족한다’ 28명, ‘만족한다’ 18명으로 80.7%의 학생이 만족하는 것으로 나타났다.

### VI. DISCUSSION

세계적으로 코로나바이러스 19의 대유행이 장기화됨에 따라 교육 기관들은 대면 수업에서 비대면 수업으로 전환하였다. 이러한 교육 방식의 전환은 교육 불평등을 야기하며 학업성취도에 차이를 발생시키고 있다<sup>[9]</sup>. 교수자 중심적 교육 환경에서 학습자 중심의 교육으로 전환하려는 교육 동향이 사회적 환경 변화에 따라 급진적으로 변화를 가져왔으며 수요자 중심의 교육과정의 자기주도적 학습이 교육개혁을 가져올 수 있을 학습원리로 사용되고 있다<sup>[10, 11]</sup>.

본 연구에서는 코로나바이러스 19 대유행으로 인한 비대면 학습 환경에서 3D 프린터로 제작한 교구의 활용이 학업성취도와 학습 동기에 미치는 영향을 탐구하였다. 전통적인 강의식 교수법과 3D 프린터로 제작한 교구 및 동영상을 활용한 자기주도학습을 적용한 실험반과 비교반으로 나누어 실험을 진행하였다.

연구 결과, 브레인 퍼즐을 활용한 실험반에서 전통적인 강의식으로 학습한 비교반 보다 학업성취도의 향상으로 이어졌다. 교구를 활용한 자기 주도적 영어 읽기<sup>[12]</sup>, 다양한 구체물을 이용한 수학 학습<sup>[13]</sup> 등의 수업에서 학업성취도가 향상된 선행 연구와 같은 결과를 보였다. 이러한 결과는 학습 환경의 혁신이 학습자의 능동적 참여를 촉진하는 효

과를 보여주고 있다. 이는 시각적이고 체험적인 학습을 통해 학생들이 주체적으로 지식을 습득하는데 도움이 되었을 것으로 추정된다. 특히, 뇌의 3D 모델을 사용한 브레인 퍼즐은 학생들에게 흥미로운 학습 경험을 제공했을 것으로 보인다. 또한 수업의 전반적인 만족도에서도 실험반이 높게 나타났으며, 특히 학습 동기와 흥미를 유발하는 데 있어서도 긍정적인 결과를 얻었다. 학습 동기와 흥미는 학생들이 수업에 참여하고 더 적극적으로 학습에 착수할 수 있도록 하는 중요한 동력이다. 이러한 결과는 교구를 활용한 수업이 학생들의 학습 동기를 높일 수 있는 효과를 나타낸다. 더욱이 수업의 난이도에 대한 만족도가 높게 나타난 결과는 학습 경험이 어렵지만 동시에 흥미로웠다는 것을 시사한다. 실험반 학생들이 브레인 퍼즐 수업의 난

이도를 만족한다고 평가한 것은 고난도의 학습 경험이 도전적이면서도 보상적이었음을 나타낸다. 이는 학생들이 자발적으로 참여하고 노력함으로써 얻은 성취감이 성공적인 학습 경험으로 이어졌음을 시사한다. 그러나 실험반과 비교반의 학습 진도에는 차이가 없었으나, 실험반에서 활용한 학습 교구의 색칠하기, 퍼즐 맞추기, 동영상 시청 등에 소요된 학습시간에는 학습자마다 차이가 있을 수 있다. 학습시간의 차이가 학업 성취도에 영향을 미칠 수 있음을 확인하기 위한 추가적인 분석이 필요하다. 향후에는 다양한 과목과 학년, 교육 단계에 대한 실험 및 조사가 필요하며, 더 큰 규모와 다양성을 갖춘 연구를 통해 결과의 일반화 가능성을 검증하는 것이 중요할 것으로 사료된다.

Table 5. Evaluate of lecture satisfaction in classes [Unit : Number]

Category	classes	Very satisfied	Satisfied	Neutral	Dissatisfied	Very dissatisfied
The material covered and the level of difficulty was appropriate.	comparison	24	16	12	4	1
	experimental	27	23	8	2	0
The content of the course was easy to understand and clearly organized.	comparison	25	19	8	4	1
	experimental	31	18	10	1	0
The professor kept me motivated and interested in learning through his lectures.	comparison	24	19	10	3	1
	experimental	30	18	12	0	0
The course has improved my knowledge and skills in the field.	comparison	28	17	9	2	1
	experimental	32	24	4	0	0
I am generally satisfied with the class	comparison	28	18	9	1	1
	experimental	32	21	6	1	0

## V. CONCLUSIONS

코로나바이러스 19로 인한 비대면 학습환경에서 3D 프린터로 제작한 교구의 활용이 학업성취도 향상과 학습 동기 유발에 긍정적인 영향을 미쳤다. 브레인 퍼즐을 이용한 수업은 학생들의 자기주도 학습과 전반적인 만족도를 높였으며, 학업성취도에서도 유의미한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 혁신적인 교육 방법이 학습자의 참여와 성취도 향상에 기여할 수 있음을 나타낸다.

## Acknowledgement

본 연구는 2023년도 동남보건대학교 교내연구비의 지원에 의해 수행되었다.

## Reference

- [1] K. H. Jeong, C. H. Park, "Evaluation of Satisfaction with Non-face-to-face Education of Radiology Students", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 15, No. 6, pp. 911-917, 2021.

- <https://doi.org/10.7742/jksr.2021.15.6.911>
- [2] Y. S. Lee, D. K. Shin, "An Investigation of the Implementation of Online Classes in the Untact Era Caused by the COVID-19 Pandemic", *Journal of Curriculum Evaluation*, Vol. 23, No. 4, pp. 39-57, 2020. <https://doi.org/10.29221/jce.2020.23.4.39>
- [3] H. S. Choi, "A study on the non-face-to-face teaching experience of college freshmen due to Covid-19", *Korean Journal of General Education*, Vol. 15, No. 1, pp. 273-286, 2021. <https://doi.org/10.46392/kjge.2021.15.1.273>
- [4] J. Y. Park, "Reflections on online education in universities spurred by COVID-19", *Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers*, Vol. 60, No. 7, pp. 32-36, 2020.
- [5] S. M. Kim, "Analysis of press articles in Korean media on online education related to COVID-19", *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 21, No. 6, pp. 1091-1100, 2020. <https://doi.org/10.9728/dcs.2020.21.6.1091>
- [6] Y. S. Lee, "A study on the Correlation of between Online Learning Patterns and Learning Effects in the Non-face-to-face Learning Environment", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 21, No. 8, pp. 557-562, 2020. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.8.557>
- [7] A. K. Yang, H. J. Cho, "An Analysis on the Influence of Self-Regulated Learning upon Academic Achievement", *The Journal of Korean Educational Forum*, Vol. 8, No. 3, pp. 61-82, 2009.
- [8] M. K. Chung, "The relationship between university students' self-regulated learning and creative, critical thinking ability", *Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, Vol. 6, No. 1, pp. 163-182, 2007.
- [9] M. G. Park, J. H. Moon, J. H. Ryu, "The Effects of Using the Game-based PlayFACTO on Mathematics Achievements and Attitude toward Mathematics", *The Journal of Korea Elementary Education*, Vol. 26, No. 1, pp. 225-241, 2015.
- [10] S. S. Oh, H. Y. Jung, "A Comparison of Freshmen's Perceptions of Engaging Non-face-to-face Online Education", *Journal of Knowledge Information Technology and Systems*, Vol. 15, No. 6, pp. 1143-1152, 2020. <http://dx.doi.org/10.34163/jkits.2020.15.6.021>
- [11] Y. A. Shin, H. S. Sim, "Difference between the Self-Directed Learning Ability and High School Students' Personality Type", *Journal of the Korea Academy of Psychological Type*, Vol. 13, pp. 25-44, 2006.
- [12] S. M. Moon, "The Effects of Self-directed English Learning through Varied Teaching Aids on English Academic Achievement for Middle School Students", Doctoral dissertation, Graduate School of Education, Jeju National University, 2016
- [13] E. J. Kim, S. P. Lyu, S. Y. Han, "Design and Implementation of Self-directed Mathematics Learning Program Using Objects -On the Lesson of Angles in the Mathematics of Elementary School-", *Journal of Information Processing Systems*, Vol. 11, No. 2, pp. 1107-1110, 2004.

## 적층형 3D 프린팅으로 제작한 신경계 교구를 활용한 자기주도학습의 학업성취도와 만족도 조사

이영희<sup>1</sup>, 이용기<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>동남보건대학교 간호학과

<sup>2</sup>의료법인 길의료재단 길병원 핵의학과

### 요 약

본 연구에서는 코로나바이러스 19(COVID-19) 대유행이 지속되는 상황에서의 비대면 학습환경에서 3D 프린터로 제작한 교구의 활용이 학업성취도 향상과 학습 동기 유발에 미치는 영향을 조사하였다. 전통적인 강의식 교수법과 3D 프린터로 제작한 교구 및 동영상 활용을 통한 자기주도학습을 적용한 실험반과 비교반으로 나누어 실험을 진행하였다. 연구 결과, 3D 프린터로 제작한 브레인 퍼즐을 활용한 실험반에서는 전통적인 강의식으로 학습한 비교반에 비해 학업성취도의 향상이 나타났다. 이는 시각적이고 체험적인 학습을 통해 학생들이 주체적으로 지식을 습득하는 데 도움이 되었을 것으로 추정된다. 브레인 퍼즐을 통한 수업은 학생들에게 흥미로운 학습 경험을 제공하며, 수업의 전반적인 만족도에서도 긍정적인 결과를 얻었다. 이러한 결과는 교구를 활용한 수업이 학생들의 학습 동기를 높이고 학업성취도를 향상시킬 수 있는 효과를 나타낸다. 따라서 코로나바이러스 19로 인한 비대면 학습 환경에서 3D 프린터로 제작한 교구의 적극적인 도입은 학습자 중심의 교육 방법의 혁신을 통해 교육의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

중심단어: 코로나바이러스 19, 비대면 학습, 자기주도학습, 3D 프린팅

### 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	이영희	동남보건대학교 간호학과	교수
(교신저자)	이용기	의료법인 길의료재단 길병원 핵의학과	방사선안전관리자