

Effects of Practical Training Using 3D Printed Structure-Based Blind Boxes on Multi-Dimensional Radiographic Image Interpretation Ability

Youl-Hun Seoung^{1,2,*}

¹Department of Radiological Science, College of Health Medical Science, Cheongju University

²Medical Images Science & Education in Korea Lab.

Received: February 13, 2023. Revised: February 27, 2023. Accepted: February 28, 2023.

ABSTRACT

In this study, we are purposed to find the educational effect of practical training using a 3D printed structure-based blind box on multidimensional radiographic image interpretation. The subjects were 83 (male: 49, female: 34) 2nd year radiological science students who participated in the digital medical imaging practice that was conducted for 3 years from 2020 to 2022. The learning method used 3D printing technology to print out the inside structure of the blind box designed by itself. After taking X-rays 3 times (x, y, z axis), the structure images in the blind box were analyzed for each small group. We made the 3D structure that was self-made with clay based on our 2D radiographic images. After taking X-rays of the 3D structure, it was compared whether it matches the structural image of the blind box. The educational effect for the practical training surveyed class faithfulness, radiographic image interpretation ability (attenuation concept, contrast concept, windowing concept, 3-dimensional reading ability), class satisfaction (interest, external recommendation, immersion) on a 5-point Likert scale as an anonymous student self-writing method. As a result, all evaluation items had high positive effects without significant differences between males and females. Practical education using blind boxes is a meaningful example of radiology education technology using 3D printing technology, and it is expected to be used as content to improve students' problem-solving skills and increase satisfaction with major subjects.

Keywords: Blind box, Radiology education technology, 3D printing, Radiographic image interpretation ability, Educational effect

I. INTRODUCTION

방사선학과는 전리 및 비전리 방사선을 이용하여 투영된 인체 정보를 진단적 가치로 재생산할 수 있는 방사선사를 배출하는 학과이다^[1]. 진단적 가치는 판독하는 의사에게 정확한 질병 정보를 제공할 때 의미가 있다. 이러한 영상진단검사체는 단순한 엑스선 촬영으로 획득되는 것이 아니라 환자의 자세, 질병의 특성, 해부학적 구조물의 형태학적 특징, 영상후처리 등을 고려한 고도의 검사능력이 있어야 가능하며, 이러한 고정밀의 검사력은 재검사로 인한 의료방사선의 피폭을 최소화할 수 있다.

이를 위해서는 방사선의 물리적 특성과 해부학적 지식 그리고 디지털영상의 특징 등을 선제적으로 학습한 후 관련 실습을 반복하여 훈련해야 한다^[2]. 특히, 인체정보는 3차원적인 해부학적 구조물이지만 엑스선(X-ray)으로 투영되는 영상은 2차원이기 때문에 의료영상정보학, 디지털의료영상학 등과 같은 전공기초에서 엑스선영상획득 개념의 이해와 함께 실습교육과정이 필요하다. 그 중 엑스선에 투영된 2차원 영상을 종합하여 3차원으로 해독할 수 있는 실습 훈련은 중요하다. 이러한 해독능력은 진단적 가치가 있는 인체정보를 획득하고 해석하는 방사선사의 실무역량이 될 수 있다. 또한 디지털영

* Corresponding Author: Youl-Hun Seoung E-mail: radimage@cju.ac.kr

Tel: +82-43-229-7993

상인 경우는 디지털후처리를 통해 대조도분해능을 조절할 수 있기 때문에 이에 대한 이해와 활용능력이 요구된다. 그러나 국내에서는 해외와 달리 교육용으로 엑스선을 조사하는 실습교육이 많은 제한을 받고 있어 교내실습을 생략하는 대학도 생기고 있다. 최근에는 학령인구 감소로 인해 대학의 입학 경쟁력이 낮아져 대학 수학 능력이 저하되어 방사선영상을 해독하는데 어려워하는 학생들이 많아지고 있다. 이러한 어려움은 전공만족도와 수업몰입도를 떨어뜨려 중도탈락률을 높일 수 있는 개연성이 있다. 이를 해결하기 위해 정보통신기술(Information and Communications Technology, ICT) 중 하나인 3차원(3-dimension, 3D) 프린팅 기술을 활용하여 자체 제작한 실습용 인체 팬텀으로 교육하거나, 3차원 인체 모사 조형물을 이용한 영상해부학 교육이 시도되고 있다^{3,4)}. 3D 프린팅 기술은 소프트웨어 코딩 교육 의무화 등으로 교육 분야에서의 활용도가 커지고 있어 디자인교육, 기계공학 교육 등에 이용되고 있다⁵⁻⁷⁾. 이러한 3D 프린팅 기술은 설계에 따라 자유롭게 조형물을 출력하기 때문에 방사선영상해독력을 이해할 수 있는 구조물을 창의적으로 구현할 수 있다. 즉, 학습자들이 알지 못하는 3차원적 구조물을 출력하고 육안적으로 확인이 안 되도록 불투명한 박스(Box) 안에 넣고 엑스선을 조사하여 투영된 영상을 해독할 수 있는 교육과정을 설계할 수 있다. 우리는 이 박스를 블라인드(Blind)박스라고 명명하기로 하였다.

따라서 본 연구에서는 3D 프린팅 구조물 기반 블라인드박스를 이용한 실습교육이 다차원 방사선영상해독력에 미치는 교육적 효과를 알아보고 방사선교육공학의 새로운 시도를 하고자 하였다.

II. SUBJECTS AND METHODS

1. 대상

본 연구의 실습교육 대상자는 2020년부터 2022년까지 3년간 진행된 디지털의료영상학 실습에 참여한 충청도 소재의 일개 4년제 대학교의 방사선학과 2학년의 83명(남자: 49명, 여자: 34명)이었다.

2. 방법

2.1. 블라인드박스 제작

블라인드박스는 내용물과 외관을 3D 전용 모델러 프로그램(CADian3D, IntelliKorea, Korea)을 이용하여 설계하였다. 내용물은 Fig. 1과 같이 가로 × 세로(10×10 mm)를 정육각형 모양의 블록을 기본적으로 적층하는 형태로 설계하였다.

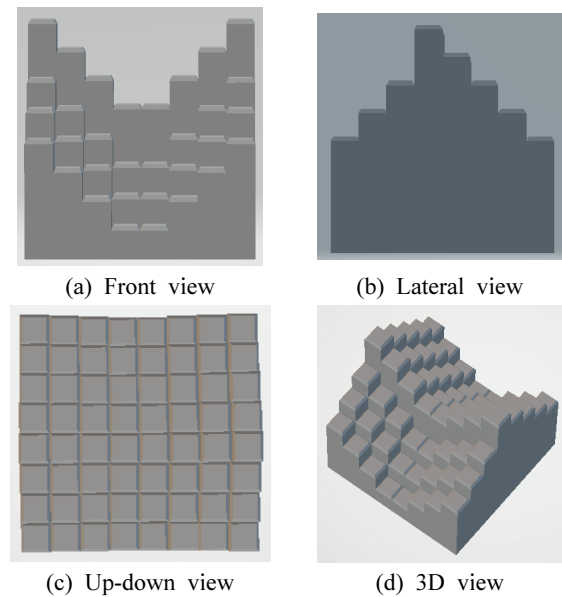


Fig. 1. Design of construction in the blind box.

내용물 구조는 엑스선이 조사되었을 때 피사체 두께에 의해 엑스선 감쇠 정도가 X축, Y축, Z축 방향으로 상이하도록 설계하였으며, 전체 크기는 80 × 80 × 80 mm이다. 외관은 내용물을 삽입한 후 외부에서 보이지 않도록 불투명한 단순 정사각형의 박스형태로 설계하였다. 모델링된 내용구조물은 3D 프린팅을 위해 STL (Stereo Lithography) 파일로 변환한 후 균등한 대조도가 형성될 수 있도록 100% 내부 채움의 출력 조건으로 설정하였다. 3D 프린팅 방식은 용융적층방식(fused deposition modeling, FDM)을 이용하였다. 재료는 폴리락트산(polylactic acid, PLA)을 사용하여 3D 프린터(Sindoh, DP 200, Korea)로 모델링을 출력하였다.

2.2. 수업방법

본 연구에서는 Fig. 2와 같이 수업모형을 수립하였다.

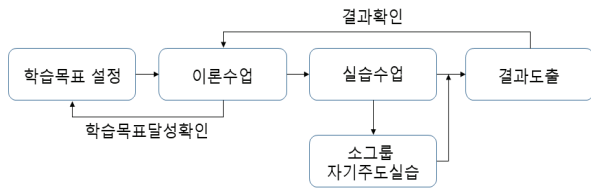


Fig. 2. Instructional model in class.

제시된 수업모형에서는 먼저 Table 1과 같이 행동주의 학습이론에 근거하여 구체적인 학습목표를 설정하여 이론수업을 진행하였다^[8]. 이때 구체적인 방사선영상해독력의 학습목표는 영상형성을 위한 엑스선 감쇠에 대한 개념(Attenuation concept), 영상 대조도 개념(Contrast concept), 디지털 영상후처리에 의한 윈도우닝 개념(Windowing concept), 획득된 2차원(2-dimension, 2D) 투영 엑스선영상을 근거로 3차원 조형물을 제작할 수 있는 3차원해독력(3-dimensional interpretability) 등으로 설정하였다.

Table 1. Learning objectives

학습목표
1 나는 엑스선 감쇠 개념을 설명할 수 있다.
2 나는 엑스선영상의 대조도 개념을 설명할 수 있다.
3 나는 엑스선영상의 윈도우닝 개념을 설명할 수 있다
4 나는 엑스선영상으로 3차원 조형물을 만들 수 있다

실습수업은 Fig. 3과 같이 소그룹 내에서 자기주도 형식으로 실습을 진행하였다.

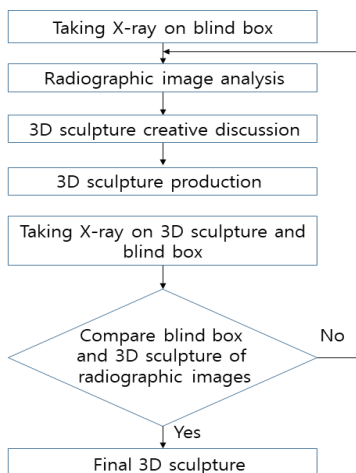
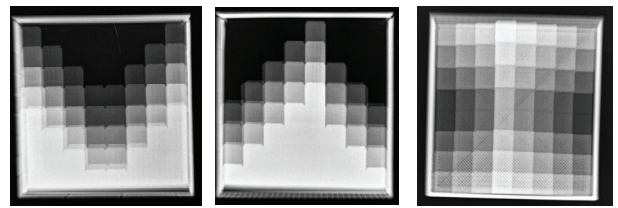


Fig. 3. Instructional model of blind box on self-directed learning using 3D printing technology.

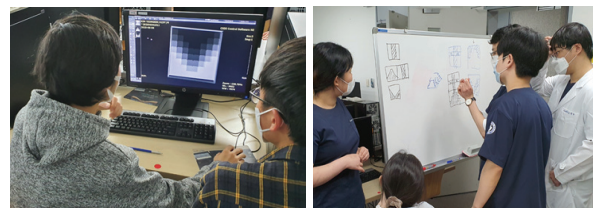
첫 번째로 3D 프린팅 기술로 제작된 블라인드박스를 진단용방사선발생장치(MXHF-1500R, MIS, Korea)와 디지털방사선영상검출장치(CXDI, Canon, Japan)를 이용하여 엑스선 촬영하여 디지털표준의료영상(Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM) 파일로 획득하였다. 이때 엑스선 촬영은 50 kVp, 2.5 mAs의 촬영조건으로 교수가 블라인드박스를 서로 직교하는 X축, Y축, Z축 방향으로 3장의 영상을 직접 촬영하여 Fig. 4와 같이 획득하였다.



(a) Front view (b) Lateral view (c) Up-down view

Fig. 4. Radiographic images of blind box.

두 번째로 Fig. 5-(a)와 같이 획득된 영상들은 학생들이 평균 5명 내외의 소그룹 형태로 의료영상저장전송시스템(G3, Infinitt Healthcare, Korea)에서 분석하도록 하였다. 분석내용은 엑스선의 감쇠에 따른 영상의 변화와 윈도우닝 조작을 통한 대조도의 변화를 관찰하는 것이다.

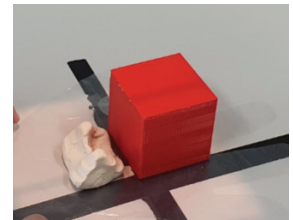


(a) Radiographic image analysis

(b) 3D sculpture production discussion



(c) 3D sculpture production



(d) Taking X-ray on 3D sculpture and blind box

Fig. 5. Cases of self-directed learning using 3D Printing products.

세 번째는 Fig. 5-(b), (c)와 같이 분석된 내용을 그룹별로 토의하고 3차원조형물을 지점토로 자체 제작하였다. 네 번째는 Fig. 5-(d)와 같이 제작된 3차원 조형물을 블라인드박스과 같이 엑스선 촬영하여 영상을 획득하였다.

마지막으로 획득영상이 블라인드박스 내 내용구조물과 일치하는지 판단하였다. 이때 일치하지 않으면 두 번째 단계로 환류하여 순차적으로 재진행하여 Fig. 6과 같은 사례처럼 일치될 때까지 반복하여 수행하였다.

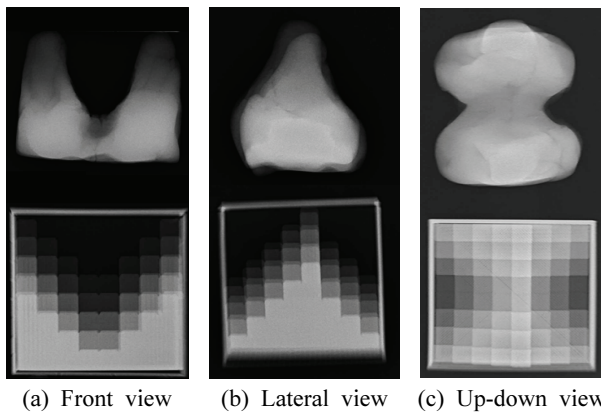


Fig. 6. Radiographic images of blind box with self-making 3D products.

최종 도출된 결과물은 이론수업에서 학습한 내용과 맞는지 확인하고 학생 스스로 수업초기에 제시된 학습목표를 달성했는지 평가하도록 하였다.

3. 설문평가 및 신뢰도

수업에 참여한 학생들은 수업성실도(평소 수업태도, 예·복습 정도, 학습목표이해도), 방사선영상해독력(엑스선감쇠개념, 대조도개념, 윈도우닝개념, 3차원해독력), 수업만족도(흥미도, 외부추천도, 수업몰입도)를 5점 리커트 척도로 무기명 자기 기입방식으로 설문에 응답하였다. 이때 수거된 설문지의 안정성과 일관성, 예측 가능성을 평가하기 위해 크론바하 알파(Cronbach's α) 계수를 사용했으며 0.6 이상이면 신뢰도에 이상이 없는 것으로 정의하였다. 그 결과 수업성실도의 α 계수는 0.836, 방사선영상해독력은 0.927, 수업만족도는 0.942로 수집되어 설문응답에 높은 신뢰도로 응답하였다.

4. 통계적 분석

수집된 데이터는 SPSS software (SPSS 24.0 for Windows, SPSS, Chicago, IL USA)를 사용하여 참여 학생들의 인구학적 특성에 대한 빈도 분석과 성별에 따른 측정변수 평균값의 유의한 차이를 독립 표본 t-test로 검정하였다. 각 변수 간의 상관관계는 피어슨(Pearson) 상관계수(r)로 분석하였고, r값이 1에 가까울수록 상관관계가 높은 것으로 분석하였다. 이때 p-value가 0.05 이하이면 유의한 차이가 있다고 정의하였다.

III. RESULTS

1. 대상자들의 인구학적 일반적 특성

대상자들은 Table 2와 같이 남학생이 49명(59.0%)으로 평균 나이가 25.2세이고 여학생은 34명(41.0%)으로 22.8세이었다. 남녀의 나이 차이는 남학생들의 군복역 후 복학생들이 있기 때문이며 나이 표준편차가 여학생들보다 큰 이유이기도 하다.

Table 2. General characteristics of the subject

Gender	Age	N(83)	%
Male	25.24 ± 2.63	49	59.0
Female	22.76 ± 0.89	34	41.0
Total	24.20 ± 2.41	83	100.0

2. 수업성실도, 방사선영상해독력, 수업만족도의 그룹별 비교

3D 프린팅 구조물 기반 블라인드박스를 이용한 실습교육의 효과와 남녀 학생 그룹 사이의 차이를 분석하였다. 그 결과 Table 3과 같이 모든 변수에서 유의한 차이 없이 보통 이상의 높은 효과를 보였다. 수업성실도는 평소 수업태도와 예·복습 정도, 블라인드박스 실습방법의 이해정도를 평균한 결과 남녀 간의 유의한 차이 없이 평균 4.4점 이상으로 보통 이상의 성실도를 보였다. 방사선영상해독력은 엑스선 감쇠에 대한 개념 이해정도, 대조도에 대한 개념 이해정도, 윈도우닝에 대한 개념 이해정도, 2차원 투영을 기반한 3차원해독력 등에 대한

자가 평가한 결과 모든 방사선영상해독력 하위변수에서 유의한 차이 없이 평균 4.5점 이상으로 높은 수업이해도를 보였다. 그 중 여학생들의 대조도 개념 이해정도가 4.7점으로 가장 높게 측정되었다. 수업만족도는 수업흥미도, 외부추천도, 수업몰입도

정도를 자가 평가한 결과 모든 수업만족도 하위변수에서 유의한 차이 없이 평균 4.6점 이상으로 높은 수업만족도를 보였다. 그 중 여학생들의 외부추천도가 4.79점으로 가장 높게 측정되었다.

Table 3. Comparison of all variables between male and female

Variables	Group	Mean	SD	t-value	p-value
Class faithfulness	Male	4.422	0.691	-0.030	0.976
	Female	4.427	0.554		
Attenuation concept	Male	4.594	0.665	-0.716	0.861
	Female	4.625	0.647		
Contrast concept	Male	4.656	0.653	-0.301	0.765
	Female	4.708	0.624		
Class Understanding Windowing concept	Male	4.594	0.665	0.061	0.952
	Female	4.583	0.584		
3-dimensional interpretability	Male	4.563	0.669	-0.116	0.908
	Female	4.583	0.654		
Total class Understanding	Male	4.588	0.614	-0.236	0.814
	Female	4.625	0.551		
Interest	Male	4.656	0.653	0.183	0.853
	Female	4.625	0.576		
Class Satisfaction External recommendation	Male	4.687	0.645	-0.653	0.516
	Female	4.792	0.510		
Immersion	Male	4.469	0.761	-1.547	0.128
	Female	4.750	0.532		
Total class Satisfaction	Male	4.604	0.589	-0.808	0.423
	Female	4.722	0.470		

SD: Standard deviation

Table 4. Correlation of matrix in variables

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	.775**	.724**	.735**	.711**	.680**	.672**	.726**	.380**	0.238
B		1	.880**	.807**	.643**	.636**	.709**	.795**	.396**	0.089
C			1	.919**	.756**	.704**	.777**	.812**	.490**	0.183
D				1	.805**	.710**	.816**	.837**	.529**	0.193
E					1	.670**	.745**	.684**	.535**	0.207
F						1	.784**	.640**	.412**	0.082
G							1	.786**	.511**	0.208
H								1	.538**	0.122
I									1	0.002
J										1

A: Class faithfulness, B: Practice understanding, C: Attenuation concept, D: Contrast concept, E: Windowing concept, F: 3-dimensional interpretability, G: Interest, H: External recommendation, I: Immersion, J: Age
 ** p<0.01

3. 변수 간의 상관관계분석

대상자 나이, 수업성실도, 방사선영상해독력, 수업 만족도의 하위변수 간의 상관관계를 알아본 결과 Table 4와 같이 엑스선 감쇠 개념 이해정도, 대조도 개념 이해정도 간의 상관관계수(r)가 0.919 ($p < 0.01$)로 유의하게 가장 높았다. 수업성실도는 블라인드박스 실습방법의 이해도와 가장 높은 상관관계를 보였다($r=0.775$). 블라인드박스 실습방법의 이해도도는 엑스선 감쇠 개념 이해도와 가장 높은 상관관계를 보였다($r=0.880$). 대조도 개념 이해도도는 수업의 외부추천도와 가장 높은 상관관계를 보였다($r=0.837$). 윈도우닝 개념 이해도와 2차원 투영을 기반한 3차원해독력은 수업흥미도와 가장 높은 상관관계를 보였다($r=0.745$, $r=0.784$). 수업흥미도와 수업의 외부추천도는 대조도 개념 이해도와 가장 높은 상관관계를 보였다($r=0.816$, $r=0.837$). 수업 몰입도는 수업의 외부추천도가 가장 높은 상관관계를 보였다($r=0.538$).

IV. DISCUSSIONS

본 연구에서는 의료방사선교육 현장의 학습에로 사향을 해결하고 교육적 효과를 향상시키기 위해 3D 프린팅 기술을 이용하여 블라인드박스를 교육 도구로 개발하였고 그 효과를 검증하고자 하였다. 이처럼 과학기술을 이용하여 교육에 필요한 도구나 기술을 만들어 교육 활동에 응용하는 학문분야를 교육공학(educational technology)이라고 한다. 즉, 교육공학은 설계, 개발, 활용, 관리, 평가 영역 등을 탐구하는 학문이다. 교육공학은 제2차 세계대전 이후 시작된 새로운 학술영역이라고 할 수 있다^[9]. 우리나라에서는 1985년 창립된 “한국교육공학회”를 시작으로 2000년대 이후로는 인터넷의 보급과 정보통신기술에 힘입어 급격하게 성장하고 있는 연구 분야이다^[10,11].

본 연구에서는 효과적인 수업전략을 모색하기 위해 파블로프(Pavlov)와 스키너(Skinner)가 주장한 행동주의 학습이론을 기반하여 수업모형을 설계하였고 3D 프린팅 기술로 블라인드박스를 개발하였다. 이를 활용하기 위해서 수업 초기에 학습목표를

명확하게 제시하였고, 학생들이 구체적으로 어떤 행동으로 학습목표를 성취해야 하는지 교수자가 관리하였다. 그 결과 학생들의 수업성실도는 높은 점수로 평가되었다. 또한 실물의 3차원 구조물을 제작하기 위해서 소단위로 구성된 학생들이 서로 토의하고 도출된 모형을 엑스선영상으로 확인하는 환류(feed-back) 과정을 거쳐 스스로 평가할 수 있도록 하였다. 마지막으로 학생들이 학습목표를 확인하고 목표달성에 대한 성취감을 느끼게 하여 수업 후 행동의 변화를 유도하였다.

방사선학과는 이론과 실습이 융합되어 있는 실무중심의 학문으로써 임상기술의 역량을 배양하기 때문에 다양한 실습 기자재가 요구된다. 방사선학과에서는 전통적으로 슬라이드, 프로젝트 등의 고전적인 매체와 PPT (Power Point) 등의 컴퓨터 매체를 활용하는 이론교육과 방사선발생장치, 초음파장비, CR (Computed Radiography), DR (Digital Radiography), PACS (picture archiving communication system) 등과 같은 임상장비를 이용하는 실습교육을 진행하고 있다. 최근에는 혼합현실 기법과 가상현실 등을 이용한 방사선 교육콘텐츠가 개발되어 교육의 진보적인 노력이 시도되고 있다^[12,13]. 그러나 의료영상 정보학 등과 같은 기초과목의 실습교육 기자재나 도구 등의 개발은 미흡하여 저학년들의 전공몰입도와 전공정체성에 대한 이해가 부족한 경우를 많이 경험할 수 있다. 특히, 예비 방사선사로서 방사선영상에 대한 해독력은 매우 중요하다. 방사선영상은 엑스선에 의해서 투영된 피사체를 보여주고 있기 때문에 무의식적으로 빛 반사에 의한 상을 인식했던 습관을 극복하기는 어렵다. 따라서 본 연구와 같이 전문적인 교육훈련이 필요하다. 방사선영상을 이해하기 위해서는 엑스선 감쇠 개념, 대조도 개념, 윈도우닝 개념을 기반으로 2차원 투영상을 3차원 구조물로 해독할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 초기 영상획득 단계에서부터 서로 직교하는 X축, Y축, Z축 방향의 다차원 투영된 영상이 필요하다. 본 실습에서도 3가지 방향의 영상을 획득하여 일반엑스선검사에서 정면상, 측면상, 사방향상 영상을 왜 얻어야 하는지 이해할 수 있도록 하였다. 본 연구에서 개발한 블라인드박스의 구조물은 두께 변화만을 가지고 엑스선 감쇠의 특성을 파악

할 수 있도록 하였다. 이때 윈도우닝 처리를 통해 Fig. 7과 같이 고대조도영상과 저대조도영상의 차이를 육안적으로 체득하게 함으로써 블라인드박스의 구조물을 3차원적으로 해독할 수 있도록 하였다. 이를 통해 학생들은 높은 수업만족도를 보였고, 윈도우닝개념을 이해하고 2차원 투영상을 활용한 3차원해독력을 갖추었다고 스스로 평가하였다.

선행연구에서는 방사선학과 저학년들 대상 전공 기초이론교육의 효과를 높이기 위해 개념지도 작성 등의 참여학습을 시도하여 교육적 효과를 얻었다는 보고가 있었다^[14]. 따라서 본 연구에서 제안한 블라인드박스 활용 실습교육과 개념지도 작성 이론교육이 같이 실천된다면 교육적 효과가 가중될 수 있으리라 판단된다. 또한 엑스선영상해독력은 엑스선 촬영법 이해도 간의 높은 상관관계가 있다는 선행연구를 기반으로 2학년 기초전공에서 엑스선영상해독력을 높인다면 전공심화과목인 엑스선 촬영법 교과목의 이해도를 높일 수 있으리라 기대한다^[15].

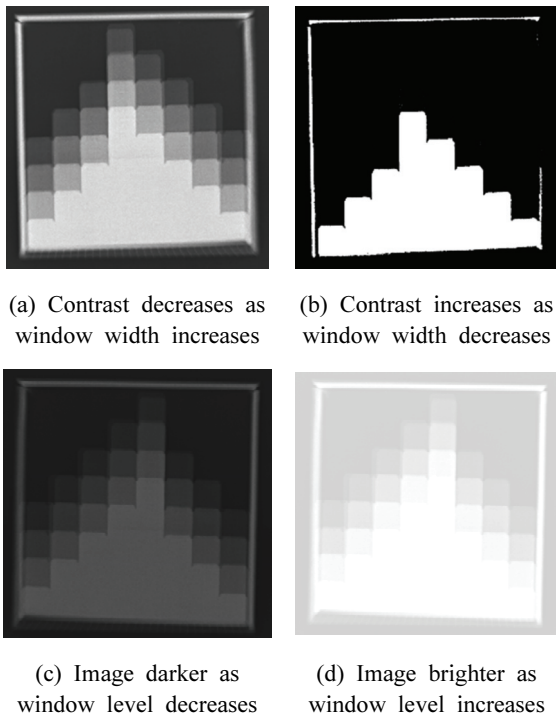


Fig. 7. Effect of windowing on images contrast.

특히, 본 연구의 수업은 소그룹의 수업모형에서 학생들은 일방적인 강의식 교육을 벗어나 문제해결능력을 향상시킬 수 있는 문제중심학습(problem

based learning, PBL)의 특징을 가지고 있다. 선행연구에서는 문제중심학습법을 통해 문제를 해결하는 능력과 의사소통능력, 협동적 토론과정과 자기 주도적 학습에 적극 참여시켜 전문직업인으로서 방사선사를 양성해야 한다고 주장하였다^[16]. 본 연구에서는 이를 구체적으로 방사선교육의 기초전공인 디지털의료영상학에서 실천하기 위해 실습 도구를 3D 프린팅 기술로 개발하고 소그룹 내에서 학생들이 능동적으로 적극적인 활동을 할 수 있도록 교수자는 조력자의 역할을 하였다. 그 결과 학생들은 수업 시작부터 매우 긍정적인 성실성을 보였으며, 높은 수업몰입도를 나타냈다. 이러한 수업모형은 방사선영상의 기본적인 개념을 실습교육을 통해 실증적으로 체득하게 함으로써 높은 수업만족도를 달성하였다. 이는 방사선의 이론교육과 교육공학의 개념을 융합되어 실천된 방사선교육공학의 모범적인 사례라고 판단된다.

그러나 개발된 블라인드박스 내 내용구조물의 형태가 아직까지는 한정되어 있으며, 두께 변화만으로 엑스선 감쇠 특성을 설명하는 제한점이 있어 다양한 형태와 물질로 방사선영상의 특성을 이해할 수 있는 콘텐츠 개발이 요구된다.

V. CONCLUSIONS

본 연구에서는 3D 프린팅 구조물 기반 블라인드박스를 이용한 실습교육이 다차원 방사선영상해독력에 미치는 교육적 효과를 알아본 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 블라인드박스를 이용한 실습교육은 수업성실도, 방사선영상해독력, 수업만족도에 대해 남녀 간의 유의한 차이 없이 높은 긍정적인 효과가 있었다.

둘째, 블라인드박스를 이용한 실습교육을 통해 엑스선의 감쇠 개념과 대조도 개념 간의 상관관계가 매우 높다는 사실이 규명되었다.

셋째, 3D 프린팅 기술을 활용한 방사선교육공학의 의미있는 사례로써 학생들의 문제해결능력 향상과 전공과목의 만족도를 증대시키는 콘텐츠로 활용할 수 있다.

References

- [1] H. R. Jung, M. S. Kim, J. Choi "Job Analysis for Curriculum Improvement of Radiologic technologist", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 34, No. 3, pp. 221-229, 2011.
- [2] Y. H. Seoung, "Error Analysis of General X-ray Examination by Using Simulation Training", *Journal of the Korea Society of Radiology*, Vol. 12, No. 7, pp. 919-927, 2018.
<https://doi.org/10.7742/jksr.2018.12.7.919>
- [3] W. J. Choi, D. H. Kim, "Making Human Phantom for X-ray Practice with 3D Printing", *Journal of the Korea Society of Radiology*, Vol. 11, No. 5, pp. 370-377, 2017.
<https://doi.org/10.7742/jksr.2017.11.5.371>
- [4] Y. H. Seoung, "A Case Study of Three Dimensional Human Mimic Phantom Production for Imaging Anatomy Education", *Journal of the Korea Society of Radiology*, Vol. 12, No. 1, pp. 71-78, 2018.
<https://doi.org/10.7742/jksr.2018.12.1.71>
- [5] H. S. Choi, M. R. Yu, "A Study on Educational Utilization of 3D Printing : Creative Design Model-based Class", *Journal of Korean Association of Information Education*, Vol. 19, No. 2, pp. 167-174, 2015. <http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2015.19.2.167>
- [6] H. J. So, J. H. Lee, B. K. Kye, "An Exploratory Study about the Activity Framework for 3D Printing in Education and Implementation", *Journal of Korean Association of Information Education*, Vol. 21, No. 4, pp. 451-462, 2017.
<https://doi.org/10.14352/jkaie.2017.21.4.451>
- [7] I. H. Lee, J. M. Shin, H. Y. Cho, "Design and Operation of 3D Printing Education Curriculum in Mechanical Engineering", *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 14, No. 3, pp. 21-26, 2015.
<https://doi.org/10.14775/ksmpe.2015.14.3.021>
- [8] W. H. Lee, "An Understanding of 'Competencies' in the 2015 National Curriculum: Focus on the Behavioristic and Cognitive Perspectives", *Journal of Curriculum Integration*, Vol. 9, No. 4, pp. 113-134, 2015.
- [9] R. M. Morgan, "Educational Technology: Adolescence to Adulthood", *Journal of Educational Communications and Technology*, Vol. 26, pp. 142-152, 1978. <http://www.jstor.org/stable/30218556>
- [10] H. M. Chung, Y. C. Yang, " "Journal of Educational Technology" 20 years: Analysis on Research Domains, Research Methods, and Learning Theories", *Journal of Educational Technology*, Vol. 21, No. 4, pp. 167-194, 2005.
- [11] G. Y. Yun, H. W. Yoo, H. J. Kim, I. W. Park "The Trends and Keywords Analysis of Research in Educational Technology in Korea: Focused on the 「Journal of Educational Technology」 from 2014 to 2022", *Journal of Educational Technology*, Vol. 38, No. 4, pp. 983-1014, 2022.
<http://dx.doi.org/10.17232/KSET.38.4.983>
- [12] H. H. Park, J. G. Shim, S. M. Kwon, "Mixed Reality Based Radiation Safety Education Simulator Platform Development : Focused on Medical Field", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 44, No. 2, pp. 123-131, 2019.
<https://doi.org/10.17946/JRST.2021.44.2.123>
- [13] J. G. Shim, S. M. Kwon, "Analysis of Learning Effect through the Development and Application of Virtual Reality(VR) Education Content for Radiology Students", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 43, No. 6, pp. 519-524, 2020.
<https://doi.org/10.17946/JRST.2020.43.6.519>
- [14] Y. H. Seoung, "Report of Radiologic Education Effect Case in First-year Students at University Using Concept Map", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 42, No. 6, pp. 491-496, 2019.
<https://doi.org/10.17946/JRST.2019.42.6.491>
- [15] Y. H. Seoung, "Educational Effects of Self-directed Learning Method Using 3D Printing Products on Radiological Science Students", *Journal of the Korea Society of Radiology*, Vol. 14, No. 1, pp. 45-51, 2020. <https://doi.org/10.7742/jksr.2019.14.1.45>
- [16] K. S. Lee, J. H. Yang, I. H. Go, "The Application Plan of Problem-Based Learning in Radiological Technology Teaching", *Journal of radiological science and technology*, Vol. 44, No. 2, pp. 197-203, 2007.
<https://doi.org/10.1186/s12909-016-0753-7>

3D 프린팅 구조물 기반 블라인드박스를 이용한 실습교육이 다차원 방사선영상해독력에 미치는 효과

성열훈^{1,2,*}

¹청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과

²한국영상의과학교육연구실

요 약

본 연구에서는 3D 프린팅 구조물 기반 블라인드박스를 이용한 실습교육이 다차원 방사선영상해독력에 미치는 교육적 효과를 알아보려고 하였다. 대상은 2020년부터 2022년까지 3년간 진행된 디지털의료영상학 실습에 참여한 방사선학과 2학년의 83명(남자: 49명, 여자: 34명)이었다. 학습방법은 3D 프린팅 기술을 이용하여 자체 설계한 블라인드박스 내 구조물을 출력하였다. 이를 엑스선 촬영한 후 소그룹별로 블라인드박스 내 구조물영상을 분석한다. 분석 결과로 3차원구조물을 지점으로 자체 제작하고 엑스선 촬영한 후 블라인드박스 내 구조물영상과 일치하는지 비교한다. 평가방법은 수업성실도(평소 수업태도, 예·복습 정도, 학습목표이해도), 방사선영상해독력(엑스선감쇠개념, 대조도개념, 윈도우닝개념, 3차원해독력), 수업만족도(흥미도, 외부추천도, 수업몰입도)를 5점 리커트 척도로 무기명 자기 기입방식으로 설문조사하였다. 그 결과 모든 평가항목이 남녀 간의 유의한 차이 없이 높은 긍정적인 효과가 있었다. 블라인드박스를 이용한 실습교육은 3D 프린팅 기술을 활용한 방사선교육공학의 의미있는 사례로써 학생들의 문제해결능력 향상과 전공과목의 만족도를 증대시키는 콘텐츠로 활용되기를 기대한다.

중심단어: 블라인드박스, 방사선교육공학, 3D 프린팅, 방사선영상해독력, 교육효과

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	성열훈	청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과	교수