

## 삼차원 시각화 애플리케이션과 게임기반학습의 맨눈해부학 교육에 대한 효과: 일부 치위생학과 학생을 중심으로

김다혜<sup>1</sup>

<sup>1</sup>동서대학교 보건의료계열 치위생학과

## Effects of a 3D Visualization Application and Game-Based Learning on Gross Anatomy Education: Focused on Some Students in the Department of Dental Hygiene

Da-Hye Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Dental Hygiene, Division of Health Science, Dongseo University

**Abstract** : There is a lack of domestic studies that have designed anatomical education programs for systematic cadaver dissection and compared them with existing teaching methods. The purpose of this study was to explore effective educational methods in limited environments by for applying 3D visualization and game-based learning. The study included 43 participants who took a 'Head and neck anatomy' course in a department of dental hygiene. The anatomy of the skull, as well as muscles in the head and neck areas were considered using a 3D visualization application. Later in the class, the course content was structured according to a game-based learning method. A survey was conducted in order to measure participants' perceptions of the teaching methods. The data were analyzed using descriptive statistics, correlation analysis, and a paired-sample T-test. Satisfaction with the teaching methods applied to the gross anatomy class was observed with regard to game-based learning (4.49), 3D visualizing application (4.01), and drawing (3.81). Among the educational methods suggested in the question, the students' ranked the following teaching methods from first to third as follows: game-based learning, a 3D visualization application, and observation of an anatomical model. The average score difference (8.40) of the pre- and post-assessment of the participants' perception of 3D visualization and game-based learning, was larger than the score difference (1.26) of the class conducted according to the conventional method. The academic achievement of participants was significantly increased ( $p < 0.001$ ). Proper use of 3D visualization applications and game-based learning in gross anatomy programs contributes to increases in student motivation, students' interest in the subject matter, cooperative learning, and improvement in learning outcomes. This study will be helpful to instructors in various fields, including dental hygiene departments, which operate gross anatomy classes.

**Keywords** : Gross anatomy education, 3D visualization applications, Game-based learning

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

**Received:** August 19, 2019; **Revised:** September 15, 2019; **Accepted:** September 16, 2019

**Correspondence to:** 김다혜 (동서대학교 보건의료계열 치위생학과)

**E-mail:** dahye1124@dongseo.ac.kr

## 서론

우리 몸의 구조에 대한 이해는 보건의료계열뿐만 아니라 인체와 관련한 모든 전공 분야에서 반드시 필요하다. 해부학의 다양한 분야 중에서도 맨눈해부학 교과목을 통한 교육은 관련 전공에서 기본이 되는 필수 과정이라 할 수 있다. 최근 의과대학 및 치과대학에서는 교육 과정의 개편에 따른 맨눈해부학 교과목 시수의 감소 추세에 따라 다양한 변화가 진행되고 있다[1]. 또한 새로운 매체와 교수법을 활용한 교육을 지속적으로 시도하여 기존 수업의 한계를 극복하려는 노력이 이어지고 있다[2,3].

치위생학에서 기초치위생 분야는 임상 역량을 향상시키기 위한 토대가 되며, 그 중에서도 해부학 지식은 치위생(학)과 학생들이 예비 치과위생사로서 반드시 갖추어야 할 기본 소양이라 할 수 있다. 그러나 현재 학교별로 상이한 체제로 맨눈해부학 교육을 운영하고 있으며, 효과적인 교육 방법은 여전히 정립되지 않은 상황이다[4]. 치위생(학)과를 포함한 보건계열과 그 외에 맨눈해부학 교과목을 운영하는 다양한 전공 분야에서는 대부분 시신해부실습의 기회가 턱없이 부족한 실정이므로, 이를 보완한 체계적인 해부학 교육 과정이 필요하다.

최근 해부학 수업에 적용된 새로운 교수법으로는 통합교육[5], 플립러닝(flipped learning) [6], 게임기반학습(game-based learning) [7-9], 또래학습(peer teaching) [10,11], 애플리케이션의 활용[12,13], 삼차원 시각화 기술(three-dimensional (3D) visualization technology)의 활용[14], 점토모형(clay modeling)의 활용[15], 3D 프린팅(three-dimensional printing) 기술의 활용[16,17] 등이 있다.

본 연구에서는 우선 맨눈해부학 교과목에 3D 시각화 애플리케이션(3D visualizing application)을 활용하여 학생들의 만족도와 학업 성취도를 향상시키고자 하였다. 맨눈해부학의 학습을 위해서는 인체의 구조와 구조 간의 관계에 대해 삼차원으로 사고하는 능력이 필요하다. 3D 시각화 기술은 해부 구조들 사이의 위치 관계를 다양한 방향과 각도에서 관찰할 수 있도록 하며[14], 학습자의 시공간인지능(visuo-spatial ability)을 향상시켜 해부 구조에 대한 이해력을 높일 수 있도록 한다. 스마트폰과 태블릿 피시(tablet PC)를 통한 애플리케이션의 사용이 보편화됨에 따라 해부학 교육에서도 3D 시각화 기술을 접목한 소프트웨어 프로그램이 개발되고 있다[18,19]. 모바일 기기(mobile device)를 학습용으로 활용하는 사례가 점차 늘어나고 있으며, 이에 대한 학생들의 긍정적인 반응 또한 확인되었다[20,21].

3D 시각화 애플리케이션과 더불어 소그룹 단위의 게임기반학습을 활용하여 동기유발과 협동학습이 이루어지도록

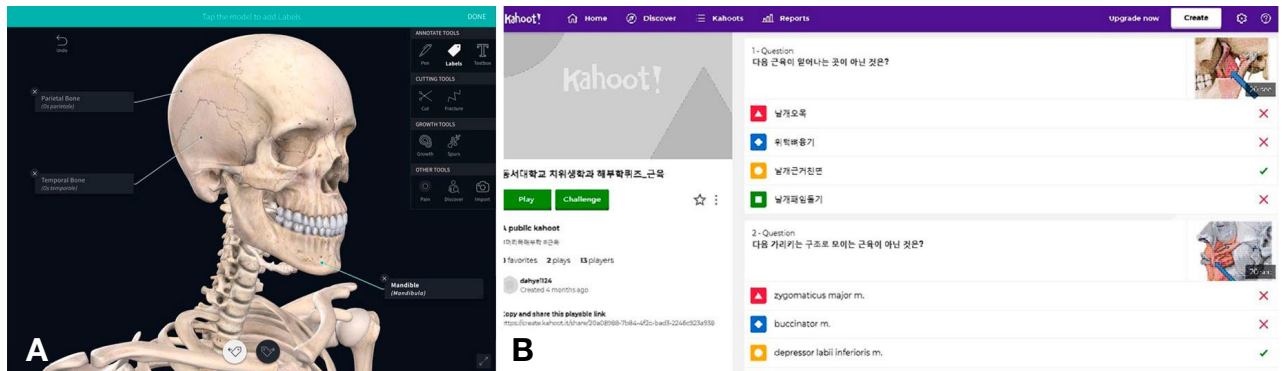
하였다. 게임기반학습 또는 게임화(gamification)는 학습자에게 학습의 과정 동안 즐거움의 기회를 제공함과 동시에 복잡한 문제를 해결하기 위해 상호작용하면서 경쟁과 성공을 경험하게 하는 방법이다[22,23]. 게임은 다양한 학습유형을 가진 학생들을 만족시키고, 자기주도학습을 촉진하며, 정보를 습득하고 그것을 유지하며 적절히 응용하는 데 도움을 준다[24,25]. 해부학 교과목의 방대한 학습 내용은 교육 과정에 대한 학생들의 흥미를 감소시키므로 [26], 게임기반학습을 적절히 운영하여 학습의 효과를 높일 수 있을 것이라 기대하였다.

현재까지 해부학 교육을 위한 특정 교수법의 효과를 분석한 단편적인 연구는 다양하게 진행되었으나, 구조화된 해부 교육 프로그램을 기존의 전통적인 수업 방식과 비교 분석한 국내 연구는 부족하다. 본 연구를 통하여 학습자의 시공간 인지능력과 협동 능력을 함께 배양하기 위한 해부학 교수법(3D 시각화, 게임기반학습)의 효과를 분석하고, 전통적인 교육 방법과 비교하여 제한된 환경에서의 효과적인 교육 방안을 모색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 연구는 D대학교 치위생학과에서 두경부해부학 교과목을 수강한 재학생 43명(여자 41명, 남자 2명)을 대상으로 진행하였다. 수강생들은 직전 학기에 선수 과목인 기초해부생리학을 통해 인체의 전반적인 구조에 대해 학습하였다. 두경부해부학 수업의 주제는 머리뼈, 머리·목 부위의 근육, 신경, 혈관 등의 항목으로 구성된다. 우선 머리뼈와 근육의 수업을 진행하기 전 학생들의 학습 수준을 진단하기 위해 20문항으로 구성된 사전평가(pre-test)를 시행한 후 교재와 슬라이드 자료를 이용한 이론 수업을 운영하였다.

이론을 전달한 후에는 학습자 개인이 스마트폰으로 다운로드한 3D 시각화 애플리케이션을 통해 각 과정마다 해당하는 해부 구조와 위치 관계를 확인하는 시간을 가졌다. 우선 스마트폰에서 이용이 가능한 모든 해부학 관련 애플리케이션을 검색한 후 1) Essential Skeleton (3D4 Medical, Dublin, Ireland)과 2) Complete Anatomy (3D4 Medical, Dublin, Ireland)를 선정하여 사용하였다. Essential Skeleton은 전신의 뼈를 관찰할 수 있도록 제작되었으며, 두경부해부학 수업 시간에는 날개 머리뼈에 대한 내용을 확인하도록 지도하였다. 관찰 시에는 교수자의 개별 지도와 표현이 정밀하지 않은 일부 해부 구조에 대한 보충 설명을 병행하였다. 해당 애플리케이션은 머리뼈의 전체 형태와 더불어 날개 머리뼈의 구조를 원하는 각도에서 3D로 확인할 수 있으며, 모든 모바일



**Fig. 1.** Anatomy teaching methods applied to this study. (A) 3D visualizing application (Complete Anatomy), (B) game-based learning (Kahoot!). (source - <https://3d4medical.com/>, <https://kahoot.com/>)

일 기기에서 무료로 이용이 가능하다. 머리뼈와 근육에 대한 모든 이론 수업을 진행한 후에는 Complete Anatomy 애플리케이션을 활용하였다. 이는 Essential Skeleton에 비해 상대적으로 정밀하게 해부 구조를 묘사하고 있으며, 뽀뽀만 아니라 다른 계통의 해부 구조도 층별로 가감하여 관찰이 가능하다는 장점이 있다. 일주일간 무료 이용이 가능한 시험 버전(trial version)을 적극 활용하여 머리뼈 및 근육의 학습 내용을 보충할 수 있도록 지도하였다.

머리뼈와 근육의 수업을 마친 후에는 각각 소그룹 단위의 게임기반학습을 진행하여 학습 내용을 정리하고 학생들의 흥미를 유발하였다. 우선 문헌검색 과정을 통해 선행 연구를 분석하여 본 수업에 활용이 가능한 방법을 파악한 뒤 Kahoot! (Oslo, Norway)을 선택하였다. Kahoot!은 교수자가 사전에 출제한 퀴즈에 대해 다수의 학습자가 동시에 접속하여 풀어나가는 게임기반 학습플랫폼이다(Fig. 1). 우선 교수자가 홈페이지 상에서 머리뼈와 관련한 문항 25개를 개발하고, 머리뼈의 수업을 완료한 후 모든 수강생들을 2~4명 단위로 팀을 구성하였다. 팀 내 대표자 한 명이 홈페이지에 접속해 제시된 문항에 대한 구성원들 간의 논의 후 답변을 입력하였다. 한 문제(제한시간 20초)를 풀 때마다 정답을 제시하고 부연 설명을 하였으며, 보기별 응답수를 확인하였다. 신속히 정확한 답변을 입력한 최우수팀에 대해서는 전공 교재로 보상하여 학습 동기를 부여하였다. 머리·목 부위의 근육에 대한 수업을 진행한 후에도 동일한 방식으로 게임기반 학습을 한 차례 더 운영하였다.

모든 학습활동을 종료한 이후의 변화된 학습 수준을 평가하기 위하여 사전평가와 동일한 개수와 난이도의 항목으로 구성된 사후평가(post-test)를 시행하였다. 또한 본 수업에 적용한 학습활동(3D 시각화, 게임기반학습)의 효과를 분석하기 위하여 해당 교육법을 적용하지 않은 수업 주제(머리·

목 부위의 신경 및 혈관)에 대해서도 평가를 진행하였으며, 학습 주제 간의 난이도 차이에 따른 문제를 보완하기 위해 동일한 방식으로 사전 및 사후평가를 시행하여 각 주제의 점수차를 비교하였다. 모든 내용 중 중요한 구조에 대해서는 기존의 수업 방식인 개별 드로잉(drawing) 과제를 부여하여 학습에 도움을 주고자 하였다.

학기말에는 수업에 적용한 교육 방법에 대한 학생들의 의견을 확인하기 위하여 설문조사를 시행하였다. 교육 방법에 대한 만족도, 유용성, 개인 의견을 파악하기 위하여 구조화된 설문지를 이용하였고, 자기기입 설문조사를 수행하였다. 설문지는 총 17 문항으로 맨눈해부학 교육 방법에 대한 만족도 3개, 교육 방법의 유용성 12개, 교육 방법에 대한 의견 2개 항목으로 구성하였다. 맨눈해부학 교육 방법에 대한 만족도는 3D 시각화 애플리케이션, 게임기반학습, 드로잉 각각에 대한 만족도를 조사하였다. 교육 방법의 유용성으로는 위의 세 가지 방법과 관련하여 학습에 대한 동기부여, 학습능력 향상, 흥미 유발, 협동학습에 대한 도움이 되었는가의 여부를 확인하였다. 교육 방법에 대한 만족도 및 유용성에 대한 문항은 리커트 5점 척도(five-level Likert scale)로 ‘매우 그렇지 않다’ 1점, ‘그렇지 않다’ 2점, ‘보통이다’ 3점, ‘그렇다’ 4점, ‘매우 그렇다’ 5점으로 구성하였다. 해부학 교육 방법에 대한 의견으로는 전통적인 방식과 새로운 교수법의 예시를 제시하여 유용한 방법을 우선순위에 따라 나열하도록 하였다. 마지막으로 개방형 문항을 포함하여 수업을 통해 경험하였거나 경험해보고 싶은 교육 방법에 대한 의견을 파악하였다. 모든 자료는 SPSS 20 (SPSS, Inc., Chicago, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 유의수준은 0.05로 설정하였다. 맨눈해부학 교육 방법에 대한 만족도, 유용성, 효과적인 교육 방법에 대한 의견을 파악하고자 기술통계분석을 시행하였고, 문항간 상관관계를 분석하기 위하여 상관계수를

**Table 1.** Satisfaction and usefulness of anatomy teaching methods\*

Category		Frequency (%)					Mean $\pm$ S.D. <sup>†</sup>
		1	2	3	4	5	
Satisfaction	3D visualizing application	1 (2.3)	1 (2.3)	7 (16.3)	21 (48.8)	13 (30.2)	4.02 $\pm$ 0.89
	Game-based learning	1 (2.3)	0 (0)	1 (2.3)	16 (37.2)	25 (58.1)	4.49 $\pm$ 0.77
	Drawing	0 (0)	3 (7.0)	10 (23.3)	22 (51.2)	8 (18.6)	3.81 $\pm$ 0.82
3D visualizing application	Motivation	0 (0)	0 (0)	7 (16.3)	28 (65.1)	8 (18.6)	4.02 $\pm$ 0.60
	Learning ability	0 (0)	0 (0)	9 (20.9)	27 (62.8)	7 (16.3)	3.95 $\pm$ 0.62
	Interest	0 (0)	1 (2.3)	7 (16.3)	22 (51.2)	13 (30.2)	4.09 $\pm$ 0.75
	Cooperation	0 (0)	1 (2.3)	9 (20.9)	21 (48.8)	12 (27.9)	4.02 $\pm$ 0.77
Game-based learning	Motivation	0 (0)	0 (0)	3 (7.0)	14 (32.6)	26 (60.5)	4.53 $\pm$ 0.63
	Learning ability	0 (0)	0 (0)	9 (20.9)	16 (37.2)	18 (41.9)	4.21 $\pm$ 0.77
	Interest	0 (0)	0 (0)	3 (7.0)	18 (41.9)	22 (51.2)	4.44 $\pm$ 0.63
	Cooperation	0 (0)	0 (0)	3 (7.0)	18 (41.9)	22 (51.2)	4.44 $\pm$ 0.63
Drawing	Motivation	0 (0)	3 (7.0)	17 (39.5)	17 (39.5)	6 (14.0)	3.60 $\pm$ 0.82
	Learning ability	0 (0)	1 (2.3)	15 (34.9)	18 (41.9)	9 (20.9)	3.81 $\pm$ 0.79
	Interest	0 (0)	3 (7.0)	14 (32.6)	17 (39.5)	9 (20.9)	3.74 $\pm$ 0.88
	Cooperation	0 (0)	9 (20.9)	20 (46.5)	9 (20.9)	5 (11.6)	3.23 $\pm$ 0.92

\*Questionnaire items were composed of five-level Likert scale.

<sup>†</sup>S.D.: Standard Deviation

구하였다. 새로운 교수법을 적용한 주제와 미적용한 주제 간의 사전 및 사후평가 점수 차의 분석을 위해서는 대응표본 T 검정 (paired t-test)을 이용하였다.

## 결 과

### 1. 맨눈해부학 교육 방법에 대한 만족도 및 유용성

맨눈해부학 수업에 적용한 교육 방법에 대한 만족도는 게임기반학습이 가장 높았으며, 3D 시각화 애플리케이션의 활용도 긍정적인 반응을 보였다. 기존의 수업 방식인 드로잉 활

동은 상대적으로 낮은 만족도를 나타냈다. 교육 방법의 유용성에 관한 문항 점수도 동일한 양상을 보였다. 게임기반학습의 유용성과 관련한 질문 가운데 학습에 대한 동기부여가 되었다는 의견이 가장 높은 점수를 기록하였으며, 흥미유발 및 협동학습, 학습능력 향상이 그 뒤를 이었다. 다음으로 3D 시각화 애플리케이션을 활용한 해부학 실습은 흥미유발, 동기부여 및 협동학습, 학습능력 향상의 순서로 높은 점수를 얻었다. 마지막으로 드로잉을 이용한 전통적인 학습 활동도 학습능력 향상에 도움이 되었으며, 흥미유발, 동기부여, 협동학습 관련 항목에서도 긍정적인 답변을 얻었으나, 위의 두 가지 교수법에 비해 상대적으로 낮은 점수를 보였다(Table 1).

## 2. 맨눈해부학 교육 방법에 대한 의견

맨눈해부학 교과목의 학습에 도움이 되는 교육 방법에 대한 우선순위를 답자료를 바탕으로 높은 순위에 가중치를 부여하여 평균을 분석한 결과 게임기반학습-3D 시각화 애플리케이션의 활용-해부모형 관찰-동영상 또는 사진(X-ray, CT, MRI 등)-시신해부실습-드로잉-타 교과목과의 통합교육 순으로 도움이 될 것이라 답하였다(Table 2). 해부학 수업을 통해 경험하였거나, 경험해보고 싶은 교육 방법에 대한 추가 의견을 개방형 문항을 통해 조사한 결과, 게임기반학습에 대

한 학생들의 호응도가 높음을 확인하였다. 본인의 학습 수준을 파악할 수 있도록 하고 학습에 대한 동기를 일으켰으며, 흥미 요소도 있어 학습능력의 향상에 도움이 되었다는 의견을 볼 수 있었다. 애플리케이션을 이용한 학습이 이해 수준의 향상에 도움을 주었으나, 세밀하게 표현되지 않은 부분은 오히려 혼란을 초래하였다는 의견도 확인할 수 있었다. 그 외에 해부모형 관찰 또는 시신해부실습 경험을 원하는 일부 학생들도 있음을 파악하였다.

## 3. 맨눈해부학 교육 방법의 문항간 상관성

3D 시각화 애플리케이션의 활용, 게임기반학습, 드로잉에 대한 세부 문항(만족도, 학습에 대한 동기부여, 학습능력 향상에 대한 도움, 흥미유발, 협동학습에 대한 도움) 사이의 Pearson 상관계수를 분석한 결과 세 가지 방법 모두 양의 상관관계를 보였다. 전체 세부 항목들 가운데 절반 가량에서 문항간에 0.6 이상의 강한 양의 상관관계가 관찰되었다( $p < 0.01$ ) (Table 3).

**Table 2.** Helpful anatomy teaching methods

Teaching method	Mean
Game-based learning	5.60
3D visualizing application	5.19
Plastic model	4.77
Video or photo (X-ray, CT, MRI, etc.)	4.13
Cadaver dissection	3.74
Drawing	3.68
Integrated education	1.68

**Table 3.** Correlation coefficient between items in the method of anatomical education

Teaching method	Item	Satisfaction	Motivation	Learning ability	Interest	Cooperation
3D visualizing application	Satisfaction	1				
	Motivation	.449**	1			
	Learning ability	.613**	.780**	1		
	Interest	.534**	.580**	.732**	1	
	Cooperation	.557**	.619**	.705**	.655**	1
Game-based learning	Satisfaction	1				
	Motivation	.382*	1			
	Learning ability	.385*	.644**	1		
	Interest	.578**	.711**	.736**	1	
	Cooperation	.480**	.771**	.736**	.759*	1
Drawing	Satisfaction	1				
	Motivation	.734**	1			
	Learning ability	.564**	.798**	1		
	Interest	.824**	.784**	.786**	1	
	Cooperation	.435**	.534**	.581**	.518**	1

\*, < .05; \*\*, < .01

**Table 4.** Scores of pre and post evaluation according to whether new teaching method is applied

New teaching method		Mean $\pm$ S.D. <sup>†</sup>	t-statistics	p-value*
Applied	Pre-test	1.83 $\pm$ 2.14	-11.327	< .001
	Post-test	10.24 $\pm$ 5.70		
	Difference	8.40 $\pm$ 4.81	9.777	< .001
Non-applied	Pre-test	0.67 $\pm$ 0.99	-2.754	0.009
	Post-test	1.91 $\pm$ 3.35		
	Difference	1.26 $\pm$ 2.96	9.777	< .001

<sup>†</sup>S.D.: Standard Deviation

\*by paired t-test



#### 4. 맨눈해부학 교육 방법에 따른 학업 성취도

새로운 교수법(3D 시각화, 게임기반학습)을 적용한 주제(머리뼈, 머리·목 부위의 근육)의 경우 수업 전과 후에 시행한 평가의 평균 점수차가 8.40이었다. 반면에 기존의 방식으로 교재와 슬라이드 자료를 이용한 이론 수업과 드로잉 실습만을 활용한 수업(머리·목 부위의 신경 및 혈관)의 사전 및 사후평가의 평균 점수차는 1.26점이었다. 대응표본 T 검정을 시행한 결과 새로운 교수법을 적용한 경우의 학업 성취도가 유의하게 증가함을 확인하였다( $p < 0.001$ ) (Table 4).

## 고찰

치위생학 분야에서 맨눈해부학 교과목을 포함한 기초치위생 과목들은 실험 및 실습이 중요함에도 불구하고 여건상 대부분 이론에 편중된 교수자 중심의 수업으로 운영되고 있다. 연구자의 선행 연구에 따르면 치위생(학)과에서 이루어지고 있는 해부학 실습은 대부분 뼈 모형 관찰, 드로잉, 사진과 동영상 등을 포함한 시청각 자료의 활용이 혼용된 형태이며, 외부 시신해부실습은 일부 기관에서 일회성으로 진행되었다[4]. 시신해부실습은 전통적인 해부학 실습 방법으로 선행 연구를 통해 학생들의 높은 선호도를 확인하였으며, 연구자는 체계적인 시신해부실습 프로그램의 내용을 제안한 바 있다[27]. 그러나 여전히 여러 가지 제약으로 인해 시신해부실습이 가능한 외부 기관에서의 이상적인 프로그램 운영은 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 실현 가능성이 높고 효율적인 맨눈해부학 교육을 위한 새로운 교수법을 적용하여 효과를 분석해보고자 하였다.

본 연구에서 학습자의 호응이 가장 높았던 교육 방법은 Kahoot!을 이용한 게임기반학습이었다. 학습자가 중심이 되는 게임기반학습은 학생들의 호응을 이끌고 수업에 대한 적극적인 참여를 유도하였다. Ismail 등[28]은 Kahoot!이 제공하는 경쟁적인 환경이 학생들로 하여금 학습에 대한 긍정적인 감정을 불러일으켜 동기를 부여할 수 있다고 하였다. 이와 더불어 문제에 대한 즉각적인 피드백을 통한 상호작용은 학생들이 스스로의 학습 수준을 판단하는 기준이 되어 학습의 필요성을 느낄 수 있게끔 하였다. 본 연구에 참여한 학생들이 해당 항목에 가장 높은 평가를 한 이유도 이 때문일 것이다. 게임화의 특성과 시청각 자극 요소로 인한 흥미의 유발은 학생들의 심리적인 부담을 감소시킨다는 결과도 확인하였다. 학생들은 개인보다 팀 단위의 게임기반학습을 선호한다는 선행 연구의 결과에 따라 소그룹 단위의 활동을 시행하여 협동 학습이 가능하도록 하였다[29]. Felszeghy 등[29]은 Kahoot!을 통한 게임화가 학습에 대한 동기를 제공

하였고, 협동 학습을 통해 개인적인 어려움을 극복할 수 있다고 하였다. 뿐만 아니라 교수자의 즉각적인 피드백에 대해 학습자가 매우 긍정적인 반응을 보였으며, 게임기반학습이 수업의 흥미를 높인다고 하여 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 다만 게임화의 경쟁적인 요소가 학생들에게 오히려 부담으로 작용할 가능성을 배제할 수 없고, 해당 교수법의 과도한 적용은 분산을 일으켜 부정적인 결과를 초래할 수 있으므로 주의가 필요하다[7].

다음으로 3D 시각화 애플리케이션을 활용한 교육 방법 또한 학습자의 높은 평가를 받았다. 이 방법은 해부학 교과목에 대해 학생들이 가장 어려워하는 해부 구조의 이해에 직접적인 도움이 될 수 있으며, 시신을 이용한 해부실습을 대체할 수 있는 유용한 방법이다. 3D 시각화 기술을 적용한 해부 실습은 해부 구조 사이의 위치 관계를 보다 잘 이해할 수 있도록 하고, 맨눈해부학 지식을 장기간 유지하도록 한다[30]. 스마트폰을 이용하여 삼차원 해부 구조를 자신이 원하는 대로 조절하면서 관찰하는 과정은 모바일 기기가 익숙한 요즘의 학생들에게 흥미로운 경험이 되었다. 또한 활동 중에 동료 학습자 사이의 또래학습이 자연스럽게 이루어져 학습 효과가 증진되었다. 그러나 무료로 이용 가능한 애플리케이션의 경우 일부 구조가 정밀하게 표현되지 않았거나 잘못된 부분이 있어 이에 대한 지도를 수행했음에도 불구하고 학습자의 혼란을 초래하였다. Chakraborty 등[12]이 제안한대로 애플리케이션 사용에 대한 소정의 비용을 지불하고, 스마트폰보다 편리하게 관찰이 가능한 교육용 태블릿 피스를 구비하여 실습을 운영한다면 보다 양질의 교육이 가능할 것이다. 최근에는 가상현실(virtual reality)과 증강현실(augmented reality)을 해부학 교육에 적용한 사례도 보고되고 있으므로 이에 대해서도 고려해 볼 필요가 있다[30].

교수자가 제시한 다양한 해부학 교육 방법 중 학습자가 선택한 1~3 순위는 게임기반학습, 3D 시각화 애플리케이션 활용, 해부모형 관찰로 나타났다. 플라스틱 모형을 애플리케이션과 함께 이용한다면 시각과 촉각을 모두 자극하여 실습의 완성도를 높일 수 있을 것이다. 3D 프린팅 기술을 활용한 해부모형의 제작이 가능한 여건이라면 장기적으로 봤을 때 보다 경제적인 실습을 운영할 수 있을 것이다. 본 연구에서 적용한 3D 시각화와 게임기반학습 모두 비용 효율적인 방법으로 학업 성취도와 만족도를 모두 높일 수 있다는 장점이 있다. 두 가지 교수법을 적용한 수업 주제와 적용하지 않은 주제 간의 사전 및 사후 평가에서도 새로운 교수법을 적용한 경우의 학업 성취도가 눈에 띄게 향상됨을 확인하였다. 반면에 기존에 활용해오던 드로잉 활동은 이번 학기에 새롭게 적용한 교수법에 비해 상대적으로 학생들의 만족도가 낮음을 알 수 있었다. 이는 해당 활동의 경우 개인 과제의 형태

로 부여된 것이기에 즉각적인 피드백의 부재에 따른 결과로 보인다. 연구에 적용한 교수법들에 대한 학생들의 선호도에 는 차이가 있었으나, 각 교수법과 관련한 세부 문항 간의 모 든 상관관계수는 유의한 수준에서 중간 이상의 양의 상관관계 를 보였다. 특정 교수법에 대한 선호도와는 별개로 해당 교 수법과 관련한 하나의 세부 항목에 대해 긍정적으로 평가한 경우 다른 항목들에 대해서도 높게 평가하는 경향을 보임을 알 수 있었다. 외부 기관에서의 체계적인 시신해부실습 진 행이 여의치 않고 그 외에 학점 편성, 비용 등 여러 가지 제 약이 따르는 곳에서 맨눈해부학 교육 프로그램을 운영할 경 우 우선 교재 및 슬라이드 자료와 더불어 3D 시각화 애플리 케이션과 해부모형을 활용해 학습자의 시공간인지능을 향 상시킬 수 있을 것이다. 또한 중요한 비중을 차지하거나 학 생들이 어려워하는 주제를 선별하여 온라인 게임기반학습 을 진행해 학습에 대한 동기를 부여하고 흥미를 유발할 수 있을 것이다. 본 연구는 단일 기관에서 일부 학생들을 대 상으로 하여 단기적으로 진행하였으므로 그 결과를 일반화할 수는 없다. 그리고 특정 교수법을 임의로 선정하여 프로그램 을 설계하였으므로 그 결과가 다른 교수법에 비해 뛰어나다 고 단정지을 수 없다. 그러나 접근이 편리하고 적용이 용이 한 3D 시각화 애플리케이션과 게임기반학습에 대한 학습자 의 긍정적인 평가와 객관적인 학업 성취도의 향상을 확인하 였으므로 의미가 있다고 볼 수 있다. 본 연구가 맨눈해부학 수업을 운영하는 치위생(학)과를 포함한 다양한 분야의 교 수자들에게 도움이 되기를 기대한다.

## REFERENCES

1. Chapman SJ, Hakeem AR, Marangoni G, Prasad KR. Anatomy in medical education. *Ann Anat.* 2013;195:409-14.
2. Eleazer CD, Scopa Kelso R. Influence of study approaches and course design on academic success in the undergraduate anatomy laboratory. *Anat Sci Educ.* 2018;11:496-509.
3. Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Ann Anat.* 2016;208:151-7.
4. Kim DH, Ha JE. Current status and suggestions for the improvement of gross anatomy education in dental hygiene program. *Korean J Phys Anthropol.* 2015;28:167-74. Korean.
5. Bolender DL, Ettarh R, Jerrett DP, Laherty RF. Curriculum integration = course disintegration: what does this mean for anatomy? *Anat Sci Educ.* 2013;6:205-8.
6. Fleagle TR, Borcharding NC, Harris J, Hoffmann DS. Application of flipped classroom pedagogy to the human gross anatomy laboratory: Student preferences and learning outcomes. *Anat Sci Educ.* 2018;11:385-96.
7. Ang ET, Chan JM, Gopal V, Li Shia N. Gamifying anatomy education. *Clin Anat.* 2018; 31:997-1005.
8. McCoy L, Lewis JH, Dalton D. Gamification and multimedia for medical education: A landscape review. *J Am Osteopath Assoc.* 2016;116:22-34.
9. Sipiaryuk K, Gallagher JE, Hatzipanagos S, Reynolds PA. A rapid review of serious games: From healthcare education to dental education. *Eur J Dent Educ.* 2018;22:243-57.
10. Scott JL, Moxham BJ, Rutherford SM. Building an open academic environment - a new approach to empowering students in their learning of anatomy through 'Shadow Modules'. *J Anat.* 2014;224:286-95.
11. Kim YH, Hong CW, Oh SO, Yoon S, Kim MJ, Ju SI, et al. The impact of alternating dissection in conjunction with reciprocal peer teaching on practical exam scores in a medical anatomy course. *Korean J Phys Anthropol.* 2018;31:83-9. Korean.
12. Chakraborty TR, Cooperstein DF. Exploring anatomy and physiology using iPad applications. *Anat Sci Educ.* 2018;11:336-45.
13. Yang KW, Park SU, Kim JY, Lee HS, Choi IJ, Lee JH. Effectiveness of smartphone application in histology practice. *Anat Biol Anthropol.* 2019;32:17-21.
14. Yamine K, Violato C. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anat Sci Educ.* 2015;8:525-38.
15. Akle V, Peña-Silva RA, Valencia DM, Rincón-Perez CW. Validation of clay modeling as a learning tool for the periventricular structures of the human brain. *Anat Sci Educ.* 2018;11:137-45.
16. Backhouse S, Taylor D, Armitage JA. Is This Mine to Keep? Three-dimensional printing enables active, personalized learning in anatomy. *Anat Sci Educ.* 2018 Nov 8. doi: 10.1002/ase.1840.
17. Smith CF, Tollemache N, Covill D, Johnston M. Take away body parts! An investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education. *Anat Sci Educ.* 2018;11:44-53.
18. Brown P, Hamilton N, Denison A. A novel 3D stereoscopic anatomy tutorial. *Clin Teach.* 2012;9:50-3.
19. Tan S, Hu A, Wilson T, Ladak H, Haase P, Fung K. Role of a computergenerated three-dimensional laryngeal model in anatomy teaching for advanced learners. *J Laryngol Otol.* 2012;126:395-401.
20. Hwang GJ, Wu PH. Applications, impacts and trends of mobile technology-enhanced learning: A review of 2008-2012 publications in selected SSCI journals. *Int J Mobile Learn Organ.* 2014;8:83-95.
21. Vafa S, Chico DE. A needs assessment for mobile technology-enhanced learning in anatomy. *Anat Sci Educ.* 2018;11:385-96.

- gy use in medical education. *Int J Med Educ*. 2013;4:230-5.
22. Nevin CR, Westfall AO, Rodriguez JM, Dempsey DM, Cherrington A, Roy B, et al. Gamification as a tool for enhancing graduate medical education. *Postgrad Med J*. 2014;90:685-93.
  23. Ahmed M, Sherwani Y, Al-Jibury O, Najim M, Rabee R, Ashraf M. Gamification in medical education. *Med Educ Online*. 2015;20:29536.
  24. Kerfoot BP, Baker H, Pangaro L, Agarwal K, Taffet G, Mechaber AJ, et al. An online spaced-education game to teach and assess medical students: A multi-institutional prospective trial. *Acad Med*. 2012;87:1443-9.
  25. Parise S, Crosina E. How a mobile social media game can enhance the educational experience. *J Online Learn Teach*. 2012;8:209-22.
  26. Dinsmore CE, Daugherty S, Zeitz HJ. Student response to the gross anatomy laboratory in medical curriculum. *Clin Anat*. 2001;14:231-6.
  27. Kim DH. The effect and suggestions for operation of cadaver dissection program for dental hygiene students. *Korean J Phys Anthropol*. 2015;28:213-21. Korean.
  28. Ismail MA, Ahmad A, Mohammad JA, Fakri NMRM, Nor MZM, Pa MNM. Using Kahoot! as a formative assessment tool in medical education: a phenomenological study. *BMC Med Educ*. 2019;19:230.
  29. Felszeghy S, Pasonen-Seppänen S, Koskela A, Nieminen P, Härkönen K, Paldanius KMA, et al. Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching. *BMC Med Educ*. 2019;19:273.
  30. Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat Sci Educ*. 2017;10:549-59.

**간추림** : 현재 체계적인 시신해부실습의 운영이 어려운 전공에 적합한 해부교육 프로그램을 설계하고 기존의 수업 방식과 비교 분석한 국내 연구는 부족하다. 본 연구는 3D 시각화와 게임기반학습을 적용하여 제한된 환경에서의 효과적인 교육 방안을 모색하고자 하였다. 본 연구는 치위생학과에서 두경부해부학 교과목을 수강한 43명을 대상으로 진행하였다. 머리뼈와 머리·목 부위의 근육에 대해 3D 시각화 애플리케이션으로 해부 구조를 확인하고, 수업 종료 후에는 소그룹 단위의 게임기반학습을 진행하여 학습 내용을 정리하였다. 교육 방법에 대한 의견을 파악하기 위하여 설문조사를 수행하였고, 모든 자료는 기술통계, 상관분석, 대응표본 T 검정을 이용하여 분석하였다. 맨눈해부학 수업에 적용한 교육 방법에 대한 만족도는 게임기반학습(4.49), 3D 시각화 애플리케이션(4.01), 드로잉(3.81) 순으로 관찰되었다. 문항 중 제시한 교육 방법 중 학습자가 선택한 1~3 순위는 게임기반학습, 3D 시각화 애플리케이션 활용, 해부모형 관찰로 나타났다. 기존의 방식대로 운영한 수업의 사전 및 사후평가의 평균 점수차(1.26)에 비해 3D 시각화와 게임기반학습을 적용한 주제의 점수차(8.40)가 크고, 학업 성취도가 유의하게 증가함을 확인하였다( $p < 0.001$ ). 맨눈해부학 교육 프로그램의 운영 시 3D 시각화 애플리케이션과 게임기반학습을 적절히 활용한다면 학습에 대한 동기 부여, 흥미유발, 협동학습, 학습능력의 향상이 가능할 것이다. 본 연구가 맨눈해부학 수업을 운영하는 치위생(학)과를 포함한 다양한 분야의 교수자들에게 도움이 되기를 기대한다.

**찾아보기 낱말** : 맨눈해부학 교육, 삼차원 시각화 애플리케이션, 게임기반학습