

일개 의과대학 해부학 교육에서 가상 현실 활용에 대한 학생 경험

정혜원¹, 강원석², 김진우², 윤상필²

¹제주대학교 의과대학 의학과, ²제주대학교 의과대학 해부학교실

Learner Experience on Anatomy Learning with Virtual Reality in a Medical College

Hyewon Jeong¹, Won Suk Kang², Jinu Kim², Sang-Pil Yoon²

¹Medical Course, College of Medicine, Jeju National University

²Department of Anatomy, College of Medicine, Jeju National University

Abstract : As traditional face-to-face educations have been threatened under Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, variant and more flexible teaching and learning methods should be considered in anatomy education with cadavers. We received a grant from “University Innovation-Support Project” in Jeju National University with a title “Education improvement with virtual reality (VR) in medical science”, and MDBOX VR with head-mounted display was introduced in 2022. In the University, students had learned anatomy with textbooks, lecture notes, cadavers, E-anatomy (e-anatomy.or.kr), and applications (including Complete Anatomy and Human Anatomy Atlas) as well as MDBOX VR. Students used the MDBOX VR without teachers’ intervention during the regular course of “Human Body: Structure and Function-I” (gross anatomy and neuroanatomy), and learner experience was freely answered on lecture evaluation questionnaire. Learners preferred textbooks, lecture notes, and cadavers to MDBOX VR for anatomy learning. Learners agreed to that MDBOX VR is able to make them understand each movement or 3-D structures, but disagreed to that MDBOX VR will eventually replace the dissection course. Despite the pros and cons of MDBOX VR, learner experience was summarized as “less realistic than cadavers, less convenient than the applications”. Although this survey on VR showed conflicting results in anatomy learning, the era requires integrating virtual teaching and learning in medical education. Anatomists should consider the proper teaching methods using the technology-based blended learning with VR.

Keywords : Anatomy, Cadaver, Education, Questionnaire, Virtual reality

서론

이 논문은 2023학년도 제주대학교 교육·연구 및 학생지도비 지원에 의해서 연구되었음.

저자(들)는 ‘의학논문 출판윤리 가이드라인’을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

Received: June 7, 2023; **Revised:** June 20, 2023; **Accepted:** June 21, 2023

Correspondence to: 윤상필 (제주대학교 의과대학 해부학교실)

E-mail: spyoon@jeju.ac.kr

해부학 교육을 위한 다양한 교수·학습 방법의 적용이 시도되고 있다. 이차원 그림책과 3차원 어플리케이션(3D atlas)을 이용한 비교에서 성적에 유의한 차이는 없지만 학생은 3차원 그림이 골반이나 살과 같은 특정 부위의 학습



Fig. 1. MDBOX VR consists of a hardware with monitor (A), head-mount display (B and C), and joystick (D).

에 유용하다고 평가하였다[1,2]. 코로나바이러스감염증-19 (Coronavirus disease 2019; COVID-19) 대유행으로 온라인 수업, 대면 실습과 온라인 실습의 병행이 이루어진 경우도 성적에 차이가 없었고, 학생은 온라인 강의에 대한 선호를 보인다[3]. 결과적으로 COVID-19 유행으로 전통적인 해부학 교육에서 온라인 교육 자료, 3D 프린팅, 가상 현실(virtual reality, VR)과 증강 현실 등 새로운 교수-학습 방법이 요구되고 있다[4].

강의, 시체 해부(dissection), 교과서로 대표되는 전통적 의과대학 해부학 교육에 비해 VR은 지식 향상에 효과를 보였지만 다른 디지털 자료(2D, 3D model) 대비 유의성은 없다고 분석되었다[5]. 머리뼈 교육에서 VR, 시체, 그림책 군으로 나누었을 때 성적의 차이는 없지만 그림책만 본 군에 비해 VR 또는 시체를 이용한 군의 만족도가 높았는데, VR이 복잡한 해부 구조의 이해에 도움이 되었고 동기 부여에 효과적이었기 때문이다[6]. 전통적인 해부와 VR 해부의 장단점이 비교 제시된 바 있다[7]. VR 기기는 입체적인 해부학 교육에서 강점을 보이는 반면, 고비용, 어지러움(VR sickness, cybersickness)이나 욕지기(nausea) 등 가상 현실 기기에 적응하는 과정에서 발생하는 부작용에 대한 고려가 필요하다[7-9]. 최근 기술 개발의 결과 비용이 감소하고 접근성이 증가함에 따라 VR을 활용한 의학 교육이 급증하는 추세를 보인다[10]. 특히 전통적인 교육, 일반 VR에 비해 몰입형 가상 현실 기기(head-mounted device or head-mounted display, HMD)를 사용하면 학생의 학습 동기 부여, 만족도, 성과에 긍정적 영향이 배가된다. 결과적으로 메타분석[8,11]에서 VR을 이용한 교육은 최소한

전통적인 해부학 교육에 비해 나쁘지 않고, 보조 자료로 유용하다고 결론지었다.

COVID-19 대유행 초기 Rose [12]는 다른 사회 변화와 마찬가지로 의학교육 역시 진보적이며 학술적인 접근이 필요한 시대가 되었고, 이에 대한 실질적 해결책으로 원격교육의 형태를 제시하였다. 그러나 동시에 충분한 성찰(reflection)과 평가(evaluation)를 통해 교육과정의 개혁과 전환이 이루어지는 계기로 삼아야 한다고 제시하였다. COVID-19로 인해 시체 접근성이 떨어짐에 따라 원격 교육의 일환으로 VR의 가능성이 제시된 보고[13]처럼, 우리 대학에서도 COVID-19 대유행으로 대면 교육이 어려워지고, 또한 시체 수급률의 저하와 같은 상황을 대비함과 동시에 고도화된 교육 환경을 구축하여 교육 체계의 전환을 모색할 필요성에 공감하였다. 그 결과 2021년 2주기 대학혁신지원사업에 ‘가상 현실을 이용한 교육 방법 개선’ 주제로 선정되어 몰입형 가상 현실 기기인 MD-BOX VR (MEDICAL IP, Seoul, Korea)을 도입하였다(Fig. 1). 따라서 교과서, 강의록 등 강의 자료, 시체, 영상 자료(E-anatomy; e-anatomy.or.kr, 대한해부학회편, 범문에듀케이션)와 함께 VR을 대학에서 설정한 학습자료로, 학생 개인은 3D 앱 등을 추가 학습 자료로 활용하여 해부학을 학습할 수 있게 하였다. 해부학 학습이 끝난 일부 학생을 대상으로 단기간 MDBOX VR 기기를 체험하게 하고, 그 결과를 2022년 대한해부학회 학술대회에서 발표하였다[14]. 이 연구에서는 2022학년도에 개설한 교과목에 참여한 학생들의 강의 평가를 통해 MDBOX VR을 이용한 해부학 학습 경험을 다른 학습 자료를 이용한 학습 경험과 비교하

Table 1. Multiple choice answers by students on the priority of learning materials

Learning materials	Priority			Multiple responses allowed
	1st	2nd	3rd	
Text	11 (40.74%)	12 (44.44%)	3 (11.11%)	26 (96.30%)
Lecture notes	16 (59.26%)	9 (33.33%)	1 (3.70%)	26 (96.30%)
Cadavers		5 (18.52%)	11 (40.74%)	16 (59.26%)
E-anatomy		1 (3.70%)	8 (29.63%)	9 (33.33%)
MDBOX VR				
Others			4 (14.81%)	4 (14.81%)
	27 (100%)	27 (100%)	27 (100%)	81 (300%)

고, 그 결과를 보고하여 해부학 교육에 참여하는 교수, 학생 등 관련자들과 공유함으로써 해부학 교육의 대안을 논의하고자 하였다.

재료 및 방법

1. MDBOX VR 사용

2022학년도 의예과 2학년 2학기에 개설된 ‘인체의 구조와 기능I’ 및 ‘인체의 구조와 기능I 실습’은 15주 동안 진행되었다. 해당 교과목은 전통적인 해부학 분류 상 ‘맨눈해부학’과 ‘신경해부학’에 해당한다.

해당 학년 수강 학생은 총 36명(남학생 20명, 여학생 16명)으로 별도의 실험적 처치를 위한 구분은 하지 않았다. MDBOX VR은 해부학 실습실에 비치하여 ‘인체의 구조와 기능I 실습’ 시간에 자유롭게 이용할 수 있게 하였고, 학기 중 개발자에 의한 2회의 사용법 안내 외 별도의 지시 또는 개입은 하지 않았다.

2. 강의 평가

본 기관의 경우 전임교원 4인 이상의 공동 강의에 대해 대학 본부 주관의 강의 평가가 이루어지지 않아 의과대학에서 별도로 계약한 두잇서베이(www.dooit.co.kr; Seoul, Korea)에 의뢰하여 모든 강의 및 평가가 끝난 2022년 12월 20일부터 2022년 12월 23일까지 온라인 강의 평가를 시행하였다. 학생은 자유롭게 강의 평가에 참여할 수 있었고, 평가에 소요되는 시간은 약 10분이었다.

평가 항목은 VR[15]과 거꾸로 학습[16]에 대한 설문 문항을 참고하여 구성하였다. 평가 내용 중 만족도는 5점 Likert 척도(1 매우 그렇지 않다; 5 매우 그렇다)를 이용하

였고, 기타 의견에 대해서는 자유롭게 기술하도록 하였다. 모든 평가 내용은 익명으로 처리되었다. 모든 평가를 완료하지 않았더라도, 응답한 모든 자료는 분석에 이용되었다.

3. 결과 분석

학생의 수가 적어 결과는 응답자 수로 표시하였고, 별도의 통계 처리는 하지 않았다. 남학생과 여학생 나이는 Shapiro-Wilk 정규성(normality) 검정에서 정규분포(normal distribution)를 이루고 있지않아 Mann-Whitney U 검정으로 분석하였다(SigmaPlot 14.0, Systat Software Inc., San Jose, CA, USA).

결 과

1. 학습자료 선호도

교수-학습이 진행되는 동안 학생이 활용한 학습 자료의 우선 순위에 대해 3개를 우선 응답하도록 요청하였다(Table 1). 학습 자료의 예로 1) 교과서(국소해부학, 넷째판(2022), 대한해부학회편, 고려의학; 스넬 임상신경해부학, 제8판(2020), 박경한 외, 신홍메드싸이언스), 2) 강의 자료, 3) 시체, 4) E-anatomy, 5) MDBOX VR과 같이 대학에서 제공한 자료를 명시하였고, 나머지는 6) 기타로 제시하였다.

학습 자료의 우선 순위에서 교과서와 강의 자료가 매우 높은 비율(각각 96.30%)을 보였다. 시체(59.26%)와 E-anatomy(33.33%)가 학습에 도움이 되었다는 응답에 이어, 기타 자료(14.81%)를 이용했다는 응답이 뒤를 잇는다. 이 때 사용한 기타 자료는 3D 어플리케이션으로, 대표적으로 ‘Complete Anatomy (3D4Medical.com; Elsevi-

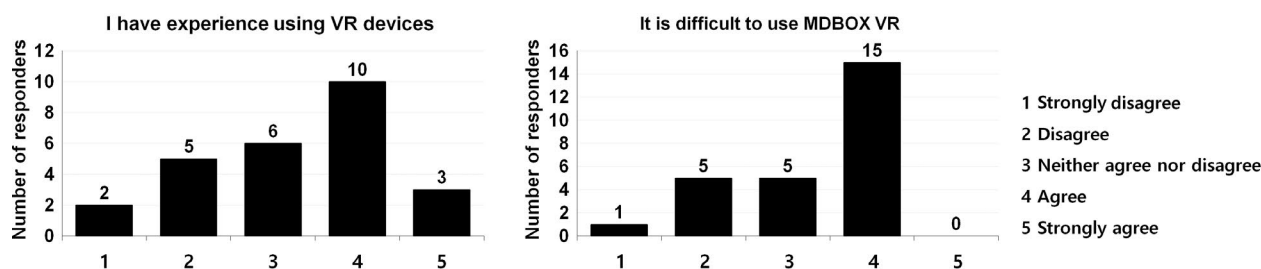


Fig. 2. Learner responses on previous and current experience on VR devices including MDBOX VR.

Table 2. Results from the main part of the survey on using MDBOX VR.

Survey statements	Likert scale
I. Attention and motivation	
It helps me to increase my interest and motivation to learn anatomy	3.38 ± 0.94
It helps me to fix my attention to learn anatomy	3.08 ± 1.06
II. Autonomous learning	
It would allow me to repeat by myself through autonomous learning	2.81 ± 0.94
III. 3-Dimensional comprehension	
It is able to make me understand each movement or 3-D structures	3.77 ± 0.82
It increases my chance of success in understanding anatomy	3.38 ± 0.80
IV. Possibility of replacement	
It will eventually replace the dissection course	1.96 ± 0.92
V. Technical development	
It is difficult to use VR	3.31 ± 0.93
I have experience using VR devices	3.27 ± 1.15
It seems mature and well thought out to learn 3-D structures	3.35 ± 0.80

Results are appeared as mean ± standard deviation. Likert scale (1-5), where 1 = strongly disagree and 5 = strongly agree.

er, Amsterdam, Netherlands)’와 ‘Human Anatomy Atlas (visiblebody.com; retrieved Jan 21, 2022)’가 제시되었다. MDBOX가 학습의 우선 순위가 되었다는 응답은 없었다.

2. MDBOX VR에 대한 강의 평가

해당 학년 수강 학생 36명 중 설문에 응한 인원은 남학생 16명, 여학생 15명으로 응답율은 86.11%이었다. 응답자 31명 중 남학생 2명, 여학생 3명이 완료하지 않아 26명이 완료(72.22%)하였다. 설문에 참여한 남학생과 여학생의 나이는 각각 21.7 ± 1.8, 21.4 ± 1.4세이고 나이의 중간값은 각각 21세로 통계적으로 유의한 성별 차이는 없었다 ($p=0.902$).

학생 다수가 VR 사용 경험이 있었지만(매우 그렇다

11.54%; 그렇다 38.46%), MDBOX VR 활용이 어렵다(매우 그렇다 0%; 그렇다 57.69%)고 답하였다(Fig. 2).

MDBOX VR에 대한 강의 평가 문항을 주의 집중 및 동기 부여, 자기 주도적 학습, 3차원 이해, 대체 가능성, 기술 개발로 분류하였다(Table 2). MDBOX VR은 3차원 이해(3.77 ± 0.82점)에 가장 도움이 되었지만, 전통적 해부를 대체할 수 없을 것(1.96 ± 0.92점)이라고 응답하였다.

과반의 학생이 MDBOX VR을 통해 학습에 대한 동기 부여 또는 흥미 유발에 도움이 되었다(매우 그렇다 7.69%; 그렇다 46.15%)고 답하였고, 상당수가 해부학 학습에 필요한 집중력 유지에 도움이 된다(매우 그렇다 3.85%; 그렇다 38.46%)고 하였다. 그러나 학생들은 MDBOX VR을 이용해 자율학습이 가능하다고 느끼거나 실제 자율학습을 하지는 않았다(매우 그렇지 않다 3.85%; 그렇지 않

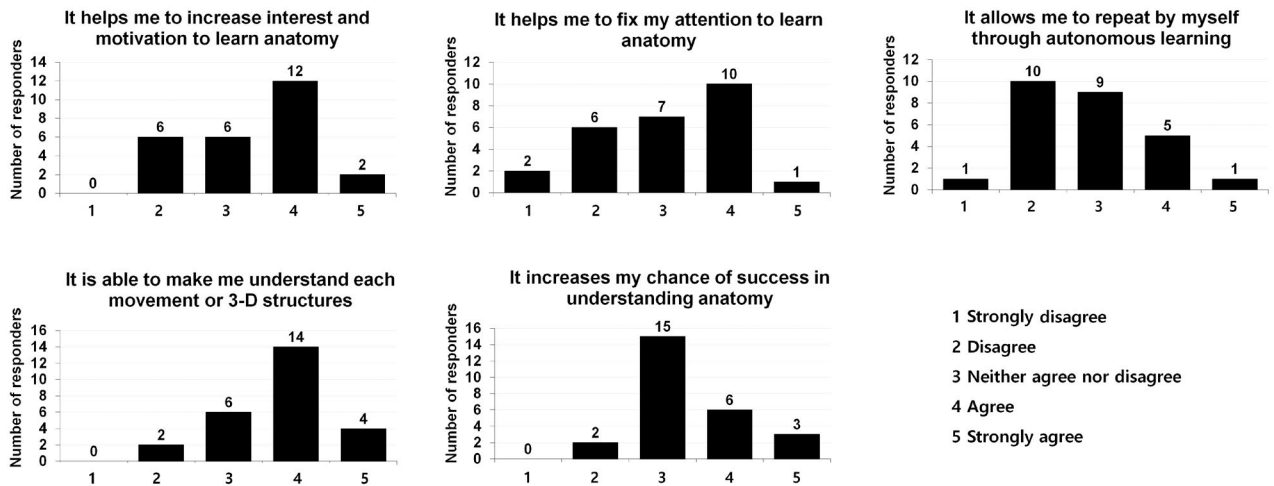


Fig. 3. Learner responses on attention and motivation, autonomous learning, 3-dimensional comprehension with MDBOX VR.

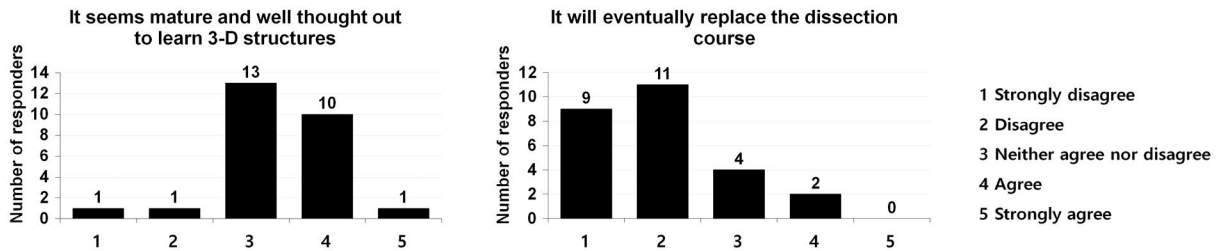


Fig. 4. Learner responses on technical development and possibility of replacement of MDBOX VR on dissection.

다 38.46%). 학생들은 3차원 이해와 관련해 MDBOX VR이 움직임 또는 3차원 구조에 대한 이해에 도움이 되었다(매우 그렇다 15.38%; 그렇다 53.85%)고 하였지만, 해부학의 이해에 도움이 되었다(매우 그렇다 11.54%; 그렇다 23.08%; 보통 57.69%)고 하지는 않았다(Fig. 3).

MDBOX VR의 효과적인 3차원 학습이 가능한 정도로 기술적 완성도가 높지 않다(매우 그렇다 3.85%; 그렇다 38.46%)고 응답하였다. 결과적으로 다수의 학생들은 MDBOX VR이 시체를 통한 교육 과정을 대체할 수 있을 것으로 생각하지 않았다(매우 그렇지 않다 34.62%; 그렇지 않다 42.31%)(Fig. 4).

3. MDBOX VR에 대한 학생 의견

다수의 학생이 MDBOX VR 사용 중 부작용을 경험한 적이 없다(매우 그렇지 않다 42.31%; 그렇지 않다 42.31%; Likert scale 1.81 ± 0.94)고 하였다. 학생이 기술한 부작용 사례에서 어지러움 2건(9.52%), 두통 1건(4.76%), 안경으로 인한 불편함 1건(4.76%)이 확인되었다.

다른 학습 자료와 비교할 때 MDBOX VR의 장점과 단점에 대해 학생이 자유롭게 답변한 내용을 분류하였다(Table 3).

학생들이 답변한 MDBOX VR의 장점은 주로 입체적 이해에 있었다(66.67%). 실제 답변의 예는 다음과 같다.

“아무리 그림이나 실습 자료로 봐도 구조물 간의 관계가 잘 머리에 그려지지 않아 공공대면 것들이 있는데, VR로 확인하면 보다 선명하게 눈에 들어와서 기억에 잘 남았고 답답함이 풀렸다”

다른 의견은 기술적으로 부위별로 떼어 입체적으로 볼 수 있다는 것이었다(9.52%).

“Cadaver 해부 과정 없이도 자료를 입체적으로 자유롭게 돌려 볼 수 있고, 각 부위를 떼어 보기도 편하다”

반면 단점도 분명해서 MDBOX VR의 조작이 불편하고 번거롭다는 의견(72.73%)과 구조물 구현이 미흡하다는 의견(18.18%)이 대부분이었다. 실제 답변의 예는 다음과 같다.

“카데바에 비해 현실성이 떨어지고, 해부 어플에 비해 편의성이 떨어진다”

Table 3. Narrative answers by students about strong points and weak points of MDBOX as compared with other learning materials, followed by the number of repeated answers

Strong points	No. of answers
Realistically understand the 3-dimensional positional relationship	14 (66.67%)
Be disassembled and observed by parts	2 (9.52%)
Be viewed on the big screen	2 (9.52%)
Not otherwise specified	2 (9.52%)
Weak points	No. of answers
Inconvenient or cumbersome operation	16 (72.73%)
Insufficient implementation technology	4 (18.18%)
Not otherwise specified	2 (9.52%)

고 찰

VR을 이용한 해부학 교육에 대한 메타 분석[7,8,11]은 최소한 전통적인 교육에 비해 나쁘지 않다는 비열등성을 제시한다. Tursø-Finnich 등[17]은 HMD 기반 VR이 해부학 학습에 있어 긍정적인 부분이 있지만, 다른 이용할 수 있는 학습 자료에 비해 더 낫다고 간주하지는 않았다. 기존 보고와 마찬가지로 MDBOX VR은 운동/움직임 또는 3차원 구조에 대한 이해에 도움이 되었다는 응답이 가장 많았다. 그러나, 학생 대부분(보통이다 57.69%)은 MDBOX VR이 해부학의 이해에 도움이 된다고 보지 않았다. 따라서 가장 효과적인 해부학 교육법은 해부, 학습 소프트웨어, 플라스틱모델, 가상 현실을 결합하는 등 다양한 자료를 이용하는 것[18]이라는 주장에 동의한다.

메타 분석에 이용된 HMD 기반 VR 교육은 평균 35명을 대상으로 한 소규모 연구이고, 단기간에 수행된 연구였다는 한계 또한 분명하였다[8]. 이 연구 역시 참여 학생은 36명에 불과하고 학업 성취도 비교 등 자료가 부족하여 대표성을 가질 수는 없겠지만, 한 학기 동안 진행되었다는 장점이 있다. 당해 년도 맨눈해부학 교육이 강의 자료 없이 교과서 중심으로 진행되었기 때문에 교과서를 유용한 학습자료로 선택한 비율이 높았을 것으로 생각하였다. 그럼에도 불구하고 MDBOX VR 활용이 우선 순위에 있지 않은 이유로 1) 기기가 학생이 정규 교육 시간 외에도 자유롭게 접근할 수 있는 공간에 비치되지 않았다는 점, 2) 와이파이 연결이 불안정하였다는 점, 3) 해부 실습과 MDBOX VR 병행이 부담스러웠다는 점, 4) 자세히 관찰할 수 있는 구조물(소위 콘텐츠)이 한정적이었다는 점, 5) 여러 명이 사용할 수 없다는 점 등이 제기되었다. 문제 제기에도 불구하고 해당 기기의 구입 비용 등을 고려할 때 학생이 자유롭게 접근할 수 있게 비치할 수 없다는 한계가 있

고, 콘텐츠의 한계는 기술 개발이 진행 중이라는 점을 고려해야 할 것이다.

초기 HMD 기반 VR 사용 시 나타나는 부작용은 눈과 관련된 증상(ocular symptom)과 기타 증상(non-ocular symptom)으로 구분하였고, 이 부작용은 사용 시작 후 6분 이내에 대부분 사라진다고 보고되었다[19]. 이후 HMD 기반 VR 사용 시 나타나는 공통적인 부작용으로 어지러움, 욱지기, 흐린 시야(blurred vision)가 제시되었고, 어지러움과 욱지기는 시간이 흐르면 적응 가능한 것으로 평가되었다[8]. MDBOX VR 사용 시 부작용을 경험한 학생은 주로 어지러움과 두통을 호소하였고, 부작용보다는 편의성 때문에 활용이 떨어진다는 의견이 다수였다. MDBOX VR 사용 시간을 구체적으로 제한하지 않았고, 사용 시간에 따른 부작용의 변화를 별도로 조사하지 않아 구체적인 결과를 제시할 수 없는 한계가 있다. Munafa 등[20]은 여성이 더 흔히 어지러움을 호소한다고 보고하였지만 이후 성별에 따른 차이를 제시한 보고는 없었고, 이 연구에서도 성별에 따른 차이는 확인할 수 없었다.

해부용 시체는 ‘자발적 기증(donor)’ 또는 ‘인수자가 없는 시체(unclaimed)’로 구분하고 있는데, 비교적 최근 보고에서도 인수자가 없는 시체를 사용하는 국가(66.2%)가 더 많았다[21]. 따라서 미국(Icahn School of Medicine at Mount Sinai, NY)의 경우 시체에 대한 비용 문제로 인해 HMD 기반 VR의 대안 가능성을 제시한 바 있고[8], COVID-19로 인해 시체 접근성이 떨어짐에 따라 원격 교육의 일환으로 VR의 가능성이 더 긍정적으로 제시되었다[13]. 그러나, 우리 대학[22]을 포함한 우리나라의 경우 기증에 의한 시체 수급만 가능하기 때문에 이 문제를 직접 비교할 수 없다. 이 연구에서 MDBOX VR이 시체를 통한 교육과정을 대체할 수 있을 것이라 생각한다는 응답이 가장 적었다. 기술 개발에도 불구하고 VR이 시체 해부를 대

체하기는 힘들 것이라는 선행 연구 결과[13,23]와 일치하는 것이다. 특히 학생들에게 있어 시체는 첫 환자의 신체에 해당하기 때문에 시체를 통한 학습이 의사로서의 성장에 중요하다고 판단한다. 즉, 단순히 해부를 하는 것이 아니라 동반된 병적 현상 등 학습법 함양에 기여할 뿐만 아니라, 해부 과정에서 감성 지능(emotional intelligence), 공감(empathy), 상호작용과 협동 등 전문가 행동(professional behaviors)을 배울 수 있기 때문이다.

이상의 경험을 기반으로 교육에 참여하는 이해관계자별 전망을 제시하고자 한다.

교수는 VR 기기를 전통적 해부학 교육의 보완책으로 사용할 수 있는 효과적 방법을 개발해야 한다. 예를 들어 교육 과정에 VR 기반 실습을 시체를 이용한 실습과 혼합하여 구성하는 것이다. 학생들이 어플리케이션 등을 이용한 시각 장비 사용에 익숙한 세대이기는 하지만, 시체를 이용한 해부와 마찬가지로 VR 기기를 이용한 해부 방법을 교육하는 것이 필요하였다. 맨눈으로 확인하기에 매우 작은 구조물, 입체적 구조 또는 운동에 대한 설명 과정에 VR 기기 활용을 높이는 것도 유용한 방법이라고 생각하였다. 우리 대학의 교육 과정에서 시체 해부와 VR 해부를 병행한 결과, 주어진 시간에 두 가지 해부를 모두 수행하는 것이 매우 힘들었다는 의견이 있었다. 따라서 VR 기기에 대한 사용 방침을 명확히 하는 한편 학생이 학습할 수 있는 기회를 제한하지 않을 수 있는 방법 역시 강구되어야 할 것으로 생각하였다.

학생은 시체 해부와 VR 해부의 강점을 이해하고, 이를 적절히 활용하려는 노력이 필요하다. 해부학 실습책이나 E-anatomy를 통해 예습을 할 수 있는 것처럼 VR 기기를 통한 예습도 가능할 것이다. 나아가 시체 해부가 진행되어 해부 이전 상태를 학습하기 위한 도구로 VR 기기를 활용하는 것도 한 방법이 된다. 이상의 과정들은 학생 사이, 교수-학생 사이 되먹임을 통해 기관별로 적합한 활용법을 제시할 수 있을 것이다.

개발자는 의과대학 해부학 교육을 위한 콘텐츠 및 개발에 신경을 써야 할 것이다. 현재 MDBOX VR은 장기 또는 기관별 자료의 편차가 상당하다. “움직임”과 관련된 자료를 포함하여 임상의학 등 추가 자료를 함께 제공할 수 있으면 학습에 더 유용할 것으로 판단하였다. 학습 과정에서 기억을 위해 간단한 퀴즈와 같은 기능을 추가하는 것도 입체적 사고에 어려움을 겪는 학생에게 도움을 줄 수 있다. 우리 대학의 경우 어플리케이션이 MDBOX VR보다 활용도가 높았다는 점에서, MDBOX VR을 어플리케이션으로 개발하는 방법 또는 어플리케이션과 같이 편의성을 강화하는 방향으로의 개발도 고려할 수 있다고 생각하였다. 최

종적으로 VR 기기를 통한 경험이 시체를 통한 해부와 근접해 질 수 있는 정도의 질 관리가 필요하다. VR 기기를 이용한 해부가 전통적 해부를 대체할 수 있는지가 관심사가 되고 있는 상황에서 시체 해부를 통해 얻는 사실적 경험, 생명 존중과 같은 윤리, 책임감과 협동심 등 단순한 지식 습득을 넘어서는 경험을 제공할 수 있는지에 대한 고려가 필요한 시점이라고 생각한다.

REFERENCES

1. Park S, Kim Y, Park S, Shin JA. The impacts of three-dimensional anatomical atlas on learning anatomy. *Anat Cell Biol.* 2019;52:76-81.
2. Yun YH, Jo DH, Jeon SK, Kwon HY, Jeon YM, Shin DH, et al. The impact of the modified schedules of anatomy education on students' performance and satisfaction: Responding to COVID-19 pandemic in South Korea. *PLoS One.* 2022;17:e0266426.
3. Yoo H, Kim D, Lee YM, Rhyu IJ. Adaptations in anatomy education during COVID-19. *J Korean Med Sci.* 2021; 36:e13.
4. Kwon HW, Lee JH, Park JH. Current status and prospect of anatomical education in Corona Era. *Anat Biol Anthropol.* 2022;35:35-40.
5. Zhao J, Xu X, Jiang H, Ding Y. The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: a meta-analysis of randomized controlled studies. *BMC Med Educ.* 2020;20:127.
6. Chen S, Zhu J, Cheng C, Pan Z, Liu L, Du J, et al. Can virtual reality improve traditional anatomy education programmes? A mixed-methods study on the use of a 3D skull model. *BMC Med Educ.* 2020;20:395.
7. Onigbinde OA, Chia T, Oyeniran OI, Ajagbe AO. The place of cadaveric dissection in post-COVID-19 anatomy education. *Morphologie.* 2021;105:259-66.
8. Barteit S, Lanfermann L, Bärnighausen T, Neuhann F, Beiersmann C. Augmented, mixed, and Virtual reality-based head-mounted devices for medical education: systematic review. *JMIR Serious Games.* 2021;9:e29080.
9. Taylor L, Dyer T, Al-Azzawi M, Smith C, Nzeako O, Shah Z. Extended reality anatomy undergraduate teaching: A literature review on an alternative method of learning. *Ann Anat.* 2022;239:151817.
10. Xu X, Mangina E, Campbell AG. HMD-based virtual and augmented reality in medical education: a systematic review. *Front Virtual Real.* 2021;2:692103.
11. Duarte ML, Santos LR, Guimarães Júnior JB, Peccin MS.

- Learning anatomy by virtual reality and augmented reality. A scope review. *Morphologie*. 2020;104:254-66.
12. Rose S. Medical student education in the time of COVID-19. *JAMA*. 2020;323:2131-2.
 13. Sinou N, Sinou N, Filippou D. Virtual reality and augmented reality in anatomy education during COVID-19 pandemic. *Cureus*. 2023;15:e35170.
 14. Jeong H, Yoon SP. Learner experience on anatomy learning with MDBOX VR. 2022 Annual Meeting of Korean Association of Anatomists. Korean Association of Anatomists. p97.
 15. Bork F, Lehner A, Eck U, Navab N, Waschke J, Kugelmann D. The effectiveness of collaborative augmented reality in gross anatomy teaching: a quantitative and qualitative pilot study. *Anat Sci Educ*. 2021;14:590-604.
 16. Ferrer-Torregrosa J, Jiménez-Rodríguez MÁ, Torralba-Estelles J, Garzón-Farinós F, Pérez-Bermejo M, Fernández-Ehrling N. Distance learning icts and flipped classroom in the anatomy learning: comparative study of the use of augmented reality, video and notes. *BMC Med Educ*. 2016;16:230.
 17. Tursø-Finnich T, Jensen RO, Jensen LX, Konge L, Thinggaard E. Virtual reality head-mounted displays in medical education - a systematic review. *Simul Healthc*. 2023;18:42-50.
 18. 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.
 19. Ames SL, Wolffsohn JS, McBrien NA. The development of a symptom questionnaire for assessing virtual reality viewing using a head-mounted display. *Optom Vis Sci*. 2005;82:168-76.
 20. Munafo J, Diedrick M, Stoffregen TA. The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects. *Exp Brain Res*. 2017;235:889-901.
 21. Habicht JL, Kiessling C, Winkelmann A. Bodies for anatomy education in medical schools: an overview of the sources of cadavers worldwide. *Acad Med*. 2018;93:1293-300.
 22. Kang WS, Kim J, Yoon SP. Demographic characteristics of body donation program database at Jeju National University Medical School. *Anat Biol Anthropol*. 2021;34:31-7.
 23. Lee H, Lee JH. The value of anatomy in medical humanities education for future talents. *Anat Biol Anthropol*. 2023; 36:37-42.

간추림 : COVID-19 유행으로 인해 시체를 이용한 전통적인 해부학 교육이 어려워진 상황에서 보다 다양하고 유연한 교수-학습 방법에 대한 고려가 필요하였다. 2021년 2주기 대학혁신지원사업에 ‘가상 현실(virtual reality, VR)을 이용한 교육 방법 개선’ 주제로 선정되어 몰입형 가상 현실 장비(MDBOX VR)를 도입하였다. 교과서, 강의 자료, 시체, 영상 자료(E-anatomy; e-anatomy.or.kr), 3D 앱 등의 학습 자료와 함께 MDBOX VR을 활용하여 해부학을 학습하도록 하였다. MDBOX VR은 교수자의 간섭 없이 학생이 실습실에서 자유롭게 이용할 수 있게 하였고, 교육이 끝난 후 강의 평가를 통해 해부학 학습 경험을 조사하였다. 학생은 교과서, 강의 자료, 시체를 주요 학습 자료로 이용하였고, MDBOX VR이 주요 학습 자료가 되었다는 응답은 없었다. 학생들은 MDBOX VR은 움직임 또는 3차원 구조에 대한 이해에 도움이 되었다고 하였지만, 시체를 통한 교육 과정을 대체할 것으로 생각하지는 않았다. MDBOX VR이 갖는 장단점에도 불구하고, 그 사용 경험은 “카데바에 비해 현실성이 떨어지고, 해부 어플리케이션에 비해 편의성이 떨어진다”로 요약되었다. 이 연구에서 학생들은 MDBOX VR에 대해 상반된 반응을 보이는 하였지만, 의학교육에 있어 가상 현실의 활용은 시대의 요구에 해당한다. 기술 개발에 따른 가상 현실을 혼합한 해부학 교육 방법에 대한 고려가 필요하다고 생각한다.

찾아보기 낱말 : 해부학, 교육, 가상 현실, 시체, 강의평가