

의학교육을 위한 메타버스의 교육적 가능성 탐색

홍현미¹, 윤영현², 김영전³

¹제주대학교 의과학연구소, ²서울대학교 의과대학 해부학교실, ³원광대학교 의과대학 의학교육학교실

Exploring the educational potential of metaverse for medical education by Hyeonmi Hong¹, Young Hyun Yun², Youngjon Kim³ (¹Institute for Medical Science, Jeju National University College of Medicine, Jeju, Republic of Korea; ²Department of Anatomy, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Republic of Korea; ³Department of Medical Education, Wonkwang University School of Medicine, Iksan, Republic of Korea)

Abstract Interest in the metaverse is increasing as learners participate in learning with presence, improving learning motivation, and interaction. Currently, the use of metaverse in medical education remains in a test-phase of introduction within some companies, while some medical school professors are beginning to utilize it. Therefore, it is difficult to ascertain whether the metaverse has educational potential when used in medical education. This exploratory study investigates the possibility of the educational use of the metaverse. Both the educational usefulness and the examples of its educational usage in domestic and foreign medical schools are explored. As the metaverse is expected to be introduced and utilized more actively in the future, some of its advantages and limitations in medical education have been identified. In light of the vast potential of the metaverse in medical education, the method of educating and preparing medical students should be developed by preparing a new educational foundation.

Received: August 3, 2022
Revised: March 15, 2023
Accepted: March 16, 2023

Correspondence to
Youngjon Kim
Department of Medical Education, Wonkwang University School of Medicine, 460 Iksan-daero, Iksan 54538, Republic of Korea
Tel: 82-63-850-6763
Fax: 82-63-850-7310
E-mail: Youngjonkim77@wku.ac.kr

Key words: Education, medical, Metaverse, Interaction, XR

서 론

코로나19의 장기화로 인하여 수업 방식이 면대면에서 비대면 온라인 수업으로 빠르게 전환되면서 언택트(untact) 시대로의 뉴노멀(new normal)로 전면적이고 비가역적으로 변화하고 있다. 더불어 정보기술(information technology)은 교육의 디지털 전환(digital transformation)을 가속화시키고 있다.¹ 이와 같은 변화는 교육에서 블렌디드 러닝(blended learning)의 다양한 형태를 시도하게 해서 많은 변화를 초래하였고, 향후에는 비대면 플랫폼 중에서도 상호작용이 가능한 메타버스를 활용한 원격 학습이 더욱 확장될 것으로 보인다.² 메타버스는 가공과 추상을 의미하는 메타

(meta)와 현실 세계를 뜻하는 유니버스(universe)의 합성어로, 인류 삶의 방식을 획기적으로 바꿀 기술로 주목받고 있다. 교육의 맥락에서 메타버스는 그동안 물리적으로 불가능했던 가상 세계와 현실 세계가 융합된 3차원 공간이 새로이 만들어지면서, 지금까지 경험하지 못한 교육 현장에서 참여자 간의 상호작용으로 학습, 소통, 공감 등의 전인적 교육 활동이 가능할 것이라는 기대가 있다.³

교육에서 교수자와 학습자, 학습자와 학습자 간의 상호작용은 학습의 성공을 결정짓는 중요한 요소이며,⁴ 그동안 교육 분야에서는 물리적 공간이나 가상환경에서 테크놀로지 활용 및 수업 설계 전략에 대한 연구들이 지속되어 왔다. 코로나 이후 교육 현장에서 비대면 학습 환경에 대한 수용도가 높은 상황을 고려할 때, 메타

본 론

1. 메타버스의 정의

메타버스라는 용어는 1992년 SF 작가인 닐 스티븐슨(Niel Stephenson)의 소설 『스노우 크래쉬(Snow Crash)』에서 상상한 몰입형 가상 세계로 처음 언급되었다.³ 이 소설에서는 메타버스는 인간들이 만든 가상 세계로, 메타버스에서 활동하는 가상의 캐릭터가 바로 아바타를 의미한다. 일반적으로 메타버스는 초월한다는 의미를 가진 메타(meta)와 우주, 세계를 뜻하는 유니버스(universe)를 합성한 용어이며, 게임에서 활용하는 단순 3차원 가상 공간이라는 개념에서 나아가 5G를 비롯한 인공지능 기술의 발전으로 현실과 유사한 가상 생태계로 정의되고 있으며⁵ 연구자에 따라 다양하게 정의되고 있다.

Acceleration Studies Foundation에서는 이러한 메타버스의 유형을 메타버스 로드맵(metaverse roadmap)을 통해 요소별로 분류하여 유형을 제시하였는데, 메타버스가 구현된 공간 및 정보의 형태에 따라 AR, 라이프 로깅(life logging), 가상 세계(virtual world)와 거울 세계(mirror world)로 구분하였다(Fig. 1). 증강(augmentation)은 기존의 실제에 새로운 기능을 추가하는 기술을 일컬으며, 시뮬레이션(simulation)은 완전히 새로운 환경을 제공하여 현실을 모델링하는 기술을 지칭한다. 친밀한(intimate) 기술은 내부적으로 개인이나 사물의 정체성과 행동에 초점을 맞추어 사용자가 아바타 혹은 디지털 프로필을 사용하여 시스템의 행위자로 직접 등장하는 사용자의 주체를 말한다. 외부(external) 기술은 외부에 집중되어 사용자 주변 세계에 대한 정보와 제어를 제공하는 기술을 의미한다.⁹

세컨드 라이프(second life)는 메타버스의 초기 버전이라고 할 수 있다. 대표적인 메타버스 기반 플랫폼으로는 로블록스(Roblox),

버스 학습 환경에서도 그 구성 요소의 효과적 활용에 대한 관심이 높아지고 있고,² 의학교육도 예외는 아니다. 기존의 가상현실이나 증강현실과 달리 현재까지 파악된 메타버스의 가장 큰 장점은 온라인 술기 교육을 시행하면서 가상의 인물(혹은 환자)을 통해 서로 소통할 수 있다는 것이다. 이러한 소통을 전제로 한 메타버스는 학습자들이 학습 실재감(presence)을 갖고 학습에 참여함으로써 몰입이 이루어지고 학습 동기를 향상시킬 수 있을 것이라 기대된다.⁵ 이는 결국 의학교육에서도 메타버스 환경에서 가상의 인물이 어떠한 환경에서 어떠한 역할을 수행할 때 어떠한 상호작용을 할 것인지, 이를 교육적으로 활용하기 위한 장치는 무엇인지에 대한 교육적 접근이⁶ 필요함을 시사한다.

지금까지 테크놀로지를 활용한 의학교육은 기초의학보다는 임상 술기를 중심으로 하는 임상의학에 집중되는 상황이다. 의학교육에서 임상 실습은 학생들에게 필수적인 과정이지만, 진료가 이뤄지는 병원 현장을 그대로 교육 현장으로 변형하기에는 한계가 있고, 실시간 진료가 이뤄지는 상황에서 교수자인 의료진이 교육을 목적으로 학습자에 집중하는 데 어려움이 있었다. 의료가 단순한 지식 전달이 아닌 단계적 전문성 발달의 과제임을 고려하면 계속적인 지도와 피드백이 필요한데, 대부분 진료 현장에서는 집중하는 교수자의 참여를 설득하기에 한계가 있다. 이러한 이유로 최근에는 안전한 환경을 제공할 수 있고, 재사용이 가능하며, 실제 술기 전에 가상의 환자를 대상으로 실험을 할 수 있는 가상 시뮬레이션이 보급되면서⁷ 테크놀로지를 활용한 교육이 확대되는 경향을 보이고 있다. 2000년대 이후 의학교육에서 가상현실(virtual reality, VR)와 증강현실(augmented reality, AR)에 대한 연구와 실제 교육 현장에서의 활용 탐색은 계속되어 왔으며,⁸ 혼합현실(mixed reality, MR)이 포함된 확장현실(extended reality, XR)까지 발전하였고, 현재 이를 모두 포함하는 메타버스 도입을 시도하고 있다.

현재 의학교육에서 메타버스의 활용은 일부 기업의 상업용 기술의 시험적 소개 수준이다. 다른 메타버스 환경에서 병원 혹은 의학 교육의 기관 등이 소개되는 경우가 있으나 아직 교육의 맥락까지 잘 구조화된 연구물은 확인되지 않는다. 하지만 그동안 VR과 AR, MR, XR 등이 의과대학에서 활용되어 왔고, 이러한 기술의 연장선에 있는 메타버스의 활용을 통한 의학교육이 예상된다.

본 연구는 향후 보다 적극적인 도입과 활용이 예상되는 메타버스의 교육적 활용에 대한 탐색 연구로 교육적 활용 가능성, 의학교육에서의 활용 상황들을 고찰하고자 한다. 그리고 이를 통해 향후 의학교육에서 메타버스가 정착되고, 교육적으로 활용되기 위한 과제를 도출하고자 한다.

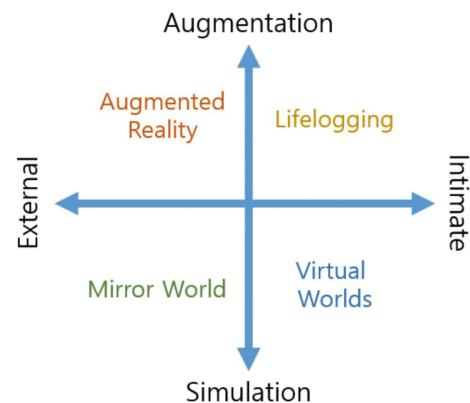


Figure 1. Metaverse roadmap.⁹

마인크래프트(Minecraft), 게더타운(Gather Town) 등이 있다. 국내의 경우 제페토(ZEPETO), 비추얼밋업(Virtual Meet Up) 등의 플랫폼이 개발되어 서비스 중에 있다. 아바타를 통해 가상 공간에서의 소통 및 새로운 경험의 장으로 메타버스 플랫폼들이 활용되고 있으며, 게임을 넘어 다양한 분야에 적용되고 있다.¹⁰

2. 메타버스의 교육적 유용성

높은 몰입도를 통해 새로운 소셜 커뮤니케이션 공간으로 높은 자유도를 가지는 메타버스의 특성은 학생들이 코로나19라는 현실의 한계를 넘어 사회적으로 연결될 수 있도록 하였고, 학습에 대한 흥미와 몰입도의 향상을 통해 확장된 학습에의 참여를 이끌었다. 더불어 콘텐츠 소비자에서 창작자(creator)로써의 경험을 확대시키는 데 교육적 유용성을 지닌다.¹¹

가상의 공간에서 제공되는 수준 높은 몰입감이 학생들의 상호작용을 높인다는 면에서 메타버스의 필요성이나 중요성에 대한 설명과 근거들은 여러 연구들에서의 주장이 대체로 일치하는 편이다. 메타버스의 교육적 활용 가능성에 대한 연구들은 세 가지로 구분해서 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 비대면 방식에서 나타난 교육의 제한점을 극복하기 위한 대안이다.¹² 코로나19로 교육과정을 운영하기 위해 전면적으로 원격 교육이 실시되었다. 전통적으로 교수자와 학습자가 같은 공간에서 학습하던 대면 학습 방식이 비대면 학습 방식으로 변화되었다. 하지만 비대면 교육 장면에서 여러 문제점들이 대두되기 시작하였고, 이러한 문제점을 메타버스를 활용함으로써 해결할 수 있다는 것이다. 둘째, 메타버스를 통해 새로운 학습 기회가 제공될 수 있다. 그동안 시도해 보지 못한 학습 활동이 가능해지기 때문이다. 메타버스의 활용은 온라인 학습에서 잘 구현할 수 없었던 새로운 차원을 제공한다는 것이다. 이는 학습 기회를 확대할 수 있다는 관점이다.¹³ 연구에 따르면 메타버스를 진로교육에 접목함으로써 상호작용이 촉진되었다. 진로교육뿐만 아니라 원격으로 연결되면서 입체적인 공간 구현으로 제한적 경험에 대한 확대된 학습 기회를 제공할 수 있다.²

메타버스의 교육적 활용은 기술적인 측면보다 학습 가능성에 대한 교육적 관점이 더 중요하다. 코로나19로 인한 비대면 온라인 교육으로의 전환은 교육계 전체에 새로운 도전이었고, 효과적인 원격 교육 방법을 찾기 위한 다양한 시도가 이루어졌다. 그럼에도 불구하고 비대면 교육에서의 교수자와의 피드백 부족과 학습 지원 결여 등의 한계가 드러나면서 학습자들과 교수자와의 상호작용의 어려움이 부각되었고, 결과적으로 학습 격차는 더욱 심화된 것으로 보고되었다.² 따라서 학습자의 학습 동기 유발과 적극적인 학습 참여를 유도하는, 상호작용적인 수업 설계를 통해 이러한 문제를 해결

하여야 한다. 줌(ZOOM) 등을 통한 화상회의 기술은 실시간 수업을 통해 학습자에게 즉각적인 피드백이 가능해 대면 수업과 유사한 학습을 가능하게 하였다.¹⁴

학습 환경을 구축할 때, 학습실재감(learning presence)은 학습에서 학습 활동을 참여하게 하거나 촉진시키는 데 긍정적인 영향을 미치는 중요한 요인이다.^{15,16} 메타버스 학습 환경의 특징인 공간 이동성과 아바타에 의한 상호작용을 교육 환경에서 효과적으로 활용한다면 직접적인 학습 활동을 통해 학습자의 활발한 참여를 촉진할 수 있고,¹⁷ 다른 동료 학습자와의 언어적, 비언어적 상호작용을 통해 사회적인 관계 증진에도 도움을 줄 수 있다. 가상환경에서의 공간 이동 경험은 공간 지각을 증진시킬 뿐만 아니라,¹⁸ 학습에 더욱 몰입할 수 있도록 학습자를 돕는다.

Dale¹⁹이 제시한 경험의 원추는 학습자의 경험이 직접적인 참여에 의한 행동적 경험에서부터 시작하여 관찰 등의 인지적 경험을 거쳐 최종적으로 언어와 상징에 이르는 형태로 분류한다. 이는 수동적인 학습보다 능동적인 학습이 효과적임을 나타낸다. 의학교육에서의 메타버스 공간은 학습자가 직접적인 행동을 통해 학습할 수 있고, 학습자와 교수자 간에 다양한 형태의 상호작용이 발생함으로써 능동적인 정보 인지 활동을 돕는 공간이 될 수 있다. 메타버스에서 발생하는 상호작용은 대화, 설명, 토론뿐 아니라 체험까지 포함된 능동적 활동으로, 학습의 효과가 특히 클 것으로 기대된다.⁵

3. 의과대학에서 메타버스의 교육적 활용

메타버스를 도입한 의학교육은 초기 단계이기 때문에 아직 그 효과가 검증되지 않았다. 메타버스가 코로나19 팬데믹 시대 의료 훈련의 한계를 극복하는 데 도움이 될 수 있기 때문에 의학교육에서의 메타버스의 필요성을 인식할 수 있도록 메타버스 경험을 확장해야 한다. 2021년 대한의학정보학회가 주최한 학술대회에서는²⁰ 메타버스를 활용하더라도 의학교육에서의 효과를 검증하기 어렵기 때문에 가능성을 확인하는 것이 중요하며, 아직 그 기술이 불완전하더라도 의학교육에 신기술을 적용하는 데 제약이 없어야 한다는 점이 대두되었다. 또한 의과대학에서 메타버스를 도입에 망설이는 이유로 콘텐츠가 의료 지침을 준수하였는지, 학습 설계와 평가 도구의 검증이 이루어졌는지 판단하기 어렵기 때문이라는 의견이 제시되었다.²⁰ 더불어 메타버스 공간에서 구현할 수 있는 기술이 제한적이라는 점도 한계로 제시되었다. 현재 확인되는 메타버스 공간에서의 의료교육은 가상 공간에 강의실이나 의료 시설을 만들고 교수자가 시술이나 수술 등의 영상 자료를 제공하는 교수-학습을 수행하는 형태로, 가상의 교수자와 학생이 참여하는 형태이다(Fig.

2). 그러나 강의실 수준을 넘어서서 실제 수행의 실감을 느끼기에는 기술적 한계가 있다.

가상 공간에서 오감이 구현되지 않는다면 임상 교육에 한계가 있다. 현재는 청각과 시각만 모사가 가능하지만, 진단에서는 후각과 촉각도 중요한 감각이다. 따라서 기존의 VR, AR과 큰 차이가 없다는 점이 문제로 지적되었다.²¹

따라서 메타버스의 교육적 활용을 위해서는 각 유형별 기술적 특성과 설계에 대해서 제대로 이해하는 것이 필요하며,¹⁰ VR 기술을 활용한 체험과 같은 이벤트성 수업이 되지 않아야 한다. 현재에는 다음과 같은 사례에서 메타버스를 의학교육에 활용하고 있다.

서울대학교 의과대학은 기존 해부 실습용 인체를 활용하는 실습 교육을 대체하기 위해 선택 과목으로 ‘해부 신체 구조의 3D 영상 소프트웨어와 3D 프린팅 기술 활용 연구 및 실습’ 총 4과정을 메타버스를 통해 진행하였다. 학생들은 수술이 필요한 환자의 실제 데이터를 토대로 VR, AR, 3D 프린팅 콘텐츠를 제작하고, 체험하고, 토론에 참여하였다. 해부학 실습 교육은 경제적, 윤리적 한계를 지니고 있지만, 가상 세계를 통한 체험은 환자의 진단과 수술에 대한 경험을 경제적, 윤리적 한계 없이 자유롭게 할 수 있다.²² 분당서울대학교병원에서는 스마트 수술실을 통해 폐암 수술 교육을 시연하면서 아시아 각국의 흉부외과 의료인 200여 명이 메타버스 안에서 체험할 수 있도록 하였다. 체험자들은 메타버스 안에서 자유롭게 움직이며 전문의와 간호사의 역할까지 확인하였으며, VR 장비 없이도 참여할 수 있었다. 흉부외과에서는 전공의 교육을 위해 가상으로 진행되는 수술 교육에 메타버스를 활용하고 있다.⁹



Figure 2. Clinical procedures education using metaverse platform. Spinal puncture technique demonstration.

1) 분당서울대학교병원 스마트 수술실

분당서울대학교병원에서는 2019년 스마트 수술실을 마련하였다.⁹ 수술 과정을 생중계하거나 녹화할 수 있는 카메라 장비와 방송실은 물론, 수술실을 360°로 촬영하는 8K 화질의 카메라를 설치하여 VR 기기를 착용하면 수술실 안에 실제로 들어가 있는 듯한 느낌을 받을 수 있다. 기존 수술 과정을 중계하는 방식은 시점이 고정되어 있는 반면, 메타버스를 이용한 수술 참관은 수술 과정뿐 아니라 주변의 전문의와 간호사가 어떤 역할을 하는지도 확인할 수 있다. 실제로 아시아심장혈관흉부외과학회(ASCVTS)에서 2021년 5월 29일 온라인 학술 대회에서 시연한 폐암 수술 교육은 아시아 각국의 흉부외과 의료인 200여 명이 메타버스 안에서 체험할 수 있었으며, head mounted display (HMD) 장비가 있으면 보다 몰입할 수 있는 환경을 구성할 수 있었다. 흉부외과에서는 전공의가 교육받기 위해서는 동물의 심장이나 폐를 이용해야 하는데, 현실적으로 어려운 환경에 있어 가상으로 수술 교육을 진행하고 있으며, 2021년 하반기에는 의대생 임상 실습 교육과 싱가포르국립대학교병원 교육에도 활용할 예정이다. 분당서울대학교병원에서는 메타버스를 활용하여 교육뿐 아니라 암환자들이 편안하게 항암 치료를 받을 수 있도록 가상 환경을 구현하는 시도를 하고 있다.

2) 서울대학교 의과대학

서울대학교 의과대학은 2021년 ‘해부 신체구조의 3D 영상 소프트웨어와 3D프린팅 기술 활용 연구 및 실습’ 과목과 인체 해부학 실습에 메타버스를 도입한 실습 교육을 실시하였다.²³ 해당 교육 과정에서는 의대생들이 가상 현실을 통해 인체 내부를 분석하는 해



Figure 3. Medical students use a virtual-reality headset in human anatomy laboratory at Seoul National University College of Medicine.

부화 활용 실습이 포함되었으며, 윤리적 문제가 제기되는 카테바(해부 실습용 시신) 실습 교육을 대체할 수 있을 것으로 기대되었다. 기존에는 평면 화면을 통해 장기 속을 구현한 3D 공간을 관찰하는 정도였으나, HMD 장비를 이용하여 심장의 내부 구조물뿐만 아니라 이를 몰입감 있게 확인할 수 있는 메타버스가 개발되었으며(Fig. 3), 실제 카테바만으로 교육을 진행한 집단과 메타버스를 병행한 집단의 학업 성취도를 비교한 결과, 메타버스 병행이 더 효과적인 측면이 있음을 확인하였다.²³

3) 싱가포르 National University of Singapore (NUS) 의과대학

Yong Loo Lin School of Medicine은 3차원 홀로그래프 기술을 사용하여 특정 의료 절차를 배우고 해부학적 구조를 연구하기 위해 마이크로소프트(Microsoft) 및 국립대학 보건 시스템(National University Health System)과의 협력을 통해 Polaris 프로젝트를 시작하였다. 2022년 4월부터 마이크로소프트의 홀로렌즈 2 (HoloLens 2)를 사용하여 의과대학 및 간호대학의 학부생들이 임상 시나리오를 시각적으로 이해하는 교육을 실시한다. NUS 의과대학은 현실적인 임상 시나리오 도입을 통하여 임상 술기(clinical soft skills)와 임상 해부학을 교육하고자 캐눌러(cannula) 삽입, 카테터 삽입(catheters)과 같은 임상 절차 기술을 연습할 수 있도록 교육용 소프트웨어를 개발하였고, 다양한 수준의 학생들이 최고의 임상 실습 수준에 달성할 수 있도록 충분한 훈련을 제공하고자 면대면에서 뿐만 아니라 원격 환경에서의 교육 제공을 통해 학생들의 역량 개발을 도모하고 있다.²⁴

4) 영국 Queen Mary 의과대학

영국 Queen Mary 의과대학에서는 의학교육에서 인터넷과 공간 컴퓨팅이 결합한 메타버스에 대해 논의하고 의료 산업을 디지털 방식으로 변화시킬 계획을 설명하는데 홀로그래프, 아바타는 물론 AR 및 MR 장치와 같은 기술을 사용한 XR 기반 교육에 대한 지식을 토대로 강의를 제공하고 있다. 의과대학생들은 메타(Meta)사의 오쿨러스 헤드셋이나 PC에 설치된 앱을 사용하여 학교 교육과정에서 강의와 몰입형 인터랙티브에 참여하고 있다. 그리고 메타버

스는 기존의 온라인 강의에 비해 대면에서만 가능했던 학습 활동에 참여할 수 있다는 이점이 있어 ZOOM이나 Teams에서 불가능한 실제 시뮬레이션 기반 의료 절차를 훈련시키기에 매우 유용한 기술임을 확인하였다. 메타버스에 기반한 교육은 학생의 참여도와 학습자 유지율을 높이는 데 기여하며 학습자의 흥미를 돋우는데도 효과적인 의학교육에서의 중요한 교수 방법으로서의 변화로 더 나아가 하이브리드 러닝 학습 플랫폼으로 학생들을 가르치는 것을 탐색하고 있다.²⁵

이 외에도 영국 옥스포드대학 산하 MRC WIMM 전산생물학센터 AVI 그룹에서는 뇌졸중 환자 치료에 적용하기 위해 초음파, CT, MRI, 현미경과 함께 작동하는 메타버스 프로그램을 개발하였다.⁹ 한편 미국 Labster 사에서는 캘리포니아주립대학, 하버드, MIT, 스탠퍼드, 버클리, 홍콩대학 등 세계 유명 대학에 메타버스상의 시뮬레이션 형태로 실습 도구를 제공한다.⁹ 학생들은 메타버스 시뮬레이션을 통해 외과 수술 실습과 체내 성분 결합 등을 경험하는데, 메타버스를 활용하면 실수에 대한 부담이 없고, 경제적인 추가 비용이 불필요하며, 입체적인 학습이 가능하다.

결론

MZ 세대, 즉 디지털 네이티브(digital native) 학습자들이 대학에 입학하고 있고, 그에 맞게 대학교육과 의학교육이 변화될 준비를 해야 한다. 메타버스는 학습자들 사이에 사회적 상호작용이 현실 세계의 면대면보다 약하고, 정체성이 확립되지 않은 학습자의 경우 현실에서의 탈피로 인한 혼란을 야기할 수 있는 단점을 지니고 있다.¹⁰ 하지만 가상 세계에서 실재감 높은 상호작용이 가능하여 학습자 사이에 사회적 유대감을 높일 수 있고, 학습자들은 서로의 존재감을 느끼며 학습에 몰입할 수 있으며, 학습 이해도를 효과적으로 높일 수 있다는 점에서 교육적 활용 가치가 높다고 볼 수 있다. 최근 전 세계적으로 메타버스 이용자가 빠르게 확산되고 있음을 고려하면 새로운 메타버스 플랫폼의 개발 경쟁도 날로 높아질 것이다.²⁶ 국내외 의과대학에서의 활용 사례를 분석한 결과, 메타버스를 통해 환자의 진단과 수술에 대한 해부학 실습 및 수술 교육 시

Table 1. Metaverse for medical education

Strength	Participating in learning with learning presence improves learning motivation Increase interaction with high level of immersion Helps overcome the limitations of medical training
Limitation	It is necessary to verify the effectiveness of education using the metaverse in medical education It is necessary to verify the Instructional design and evaluation tools of medical education using metaverse

연을 실시한 것이 학업 성취도 결과가 높았다. 또한 시뮬레이션 기반 의료 절차를 훈련시키기에 다른 기술에 비해 메타버스가 교육적으로 매우 유용함을 확인하였다. 임상 술기와 임상 해부학 교육에서 메타버스를 활용하는 것은 원격 환경에서의 교육을 통한 역량 개발 향상의 결과를 가져옴으로써 메타버스에 활용한 의학교육이 효과적임을 확인하였다. 의학교육에 메타버스를 도입하는 것은 분명 많은 장점을 가지고 있으나, 기술적 한계 또한 동시에 지니고 있다(Table 1). 본 연구에서 제시한 사례에서도 시청각에 국한된 메타버스 공간을 구축하고 있어 실제 임상 현장과는 다소 거리가 있다. 그러나 메타버스 공간에서는 기존의 VR, AR과 달리 학습자간, 학습자와 교수자 간 소통이 가능하다는 장점이 있으며, 이를 극대화할 수 있는 전략이 연구될 필요가 있다. 이와 같이 메타버스를 교육에 적극적으로 도입함으로써 임상 능력을 보유한 의료인 양성에 대비하고 있다.

학습자 입장에서 가장 현실 콘텐츠를 이용할 때, 시각적으로 현실감이 높을수록 이해도가 높아지므로²⁷ 기존의 VR에서 한 단계 더 나아가 자유로운 소통이 가능한 메타버스는 높은 교육적 효과를 보일 것으로 기대된다. 의학교육에서의 메타버스 활용은 환자의 안전이 위협되지 않는 상황에서, 시각화된 실제와 유사한 맥락에서 학생들이 반복적으로 임상 연습이 실시될 수 있고, 학습자에게 통제 가능한 학습 경험을 제공할 수 있다는 점에서 강점을 지니고 있다.²⁸

테크놀로지의 발전은 세상의 변화를 날로 가속화하고 있다. 이는 사회뿐 아니라 교육 환경에도 영향을 미치고 있으며, 특히 비대면 교육이 확대되고 있는 상황에서 새로운 기술인 메타버스는 새로운 교육의 장을 열 수 있는 수단이 될 것이다. 이에 의학교육에서도 메타버스의 교육적 유용성과 활용 가능성에 대한 고찰을 통해 새로운 교육 기반을 마련해야 한다. 기술이 발전함에 따라 새로운 환경과 기회 속에서 예비 의료인을 준비시키고, 교육하는 방법도 발전해야 한다. 메타버스는 의학교육의 효과를 보다 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A5B5A16084033).

REFERENCES

1. Kudyba S. COVID-19 and the acceleration of digital transformation

and the future of work. *Int Syst Manag* 2020;37:284-7.

2. Yang EB, Ryu JH. Effects of peer and teacher avatars on learning presence and visual attention in the metaverse learning environment. *The Journal of Educational Information and Media* 2021;27:1629-53.

3. Sparkes M. What is a metaverse. *NewScientist* 2021;251:18.

4. Moore MG. Theory of transactional distance. In: Keegan D, editor. *Theoretical principles of distance education*. London: Routledge; 1993. p.22-38.

5. Jeon J, Jung SK. Exploring the educational applicability of metaverse-based platforms. *The Korean Association of information Education Research Journal* 2021;12:361-8.

6. Kim Y. Application of social constructivism in medical education. *Korean Med Educ Rev* 2020;22:85-92.

7. Lee J, Kim H. Exploring the potential of virtual reality and haptic technology in clinical education in health care and case analysis. *The Korean Society for Educational Technology Academic Conference Presentation* 2017;2017:55-6.

8. Hong H, Kim Y. Applications and effects of edtech in medical education. *Korean Med Educ Rev* 2021;23:160-7.

9. Metaverse Roadmap. A Cross-Industry Public Foresight Project [Internet]. Los Gatos: Acceleration Studies Foundation; c2022 [cited 2022 Jan 20]. Available from: <https://metaverseroadmap.org/MetaverseRoadmapOverview.pdf>.

10. Rospigliosi PA. Metaverse or simulacra? Roblox, minecraft, meta and the turn to virtual reality for education, socialisation and work. *Interact Learn Environ* 2022;30:1-3.

11. Kye B, Han N, Kim E, Park Y, Jo S. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *J Educ Eval Health Prof* 2021;18:32.

12. Jeong Y, Lim T, Ryu J. The effects of spatial mobility on metaverse based online class on learning presence and interest development in higher education. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media* 2021;27:1167-88.

13. Lim T, Yang E, Kim K, Ryu J. A study on user experience analysis of high school career education program using metaverse. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* 2021;21:679-95.

14. Basilaia G, Dgebuadze M, Kantaria M, Chokhonelidze G. Replacing the classic learning form at universities as an immediate response to the COVID-19 virus infection in Georgia. *Int J Res Appl Sci Eng Technol* 2020;8:101-8.

15. Mo S. A comparison study of social presence by gender and interaction means in a college-level online learning environment. *Korean J General Edu* 2021;15:287-302.

16. Lee J, Nam S, Huh M, Bae Y. Effects of presence on domestic online learning outcomes: a meta-analysis. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media* 2020;26:853-78.

17. Griol D, Sanchis A, Molina JM, Callejas Z. Developing enhanced

- conversational agents for social virtual worlds. *Neurocomputing* 2019;354:27-40.
18. Ziker C, Truman B, Dodds H. Cross reality (XR): challenges and opportunities across the spectrum. In: Ryoo J, Winkelmann K, editors. *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education*. New York: Springer; 2021. p.55-77.
 19. Dale E. *Audio-visual methods in teaching*. 3rd ed. New York: Dryden Press; 1969.
 20. Kim H. Metaverse can help overcome challenges of medical training [Internet]. Seoul: *Korea Biomedical Review*; c2021 [cited 2022 Jan 20]. Available from: <https://www.koreabiomed.com/news/articleView.html?idxno=11602>.
 21. Park Y. The metaverse that has been digging into medical school education. Will it be realized in reality? [Internet]. Seoul: *Medical-Times*; c2022 [cited 2022 Jan 3]. Available from: www.medical-times.com/Main/News/NewsView.html?ID=1144918.
 22. Oh D. Medical IP, the first in Korea to introduce metabus practical training to Seoul National University College of Medicine [Internet]. Seoul: *Maeil Business News Korea*; c2022 [cited 2022 Jan 10]. Available from: <https://www.mk.co.kr/news/it/9920694>.
 23. Koo H. Training in lung cancer surgery through the metaverse, including extended reality, in the smart operating room of Seoul National University Bundang Hospital, Korea. *J Educ Eval Health Prof* 2021;18:33.
 24. Raj A. Microsoft redefines healthcare education with mixed reality [Internet]. Kuala Lumpur: *Tech Wire Aisa*; c2022 [cited 2022 Mar 20]. Available from: <https://techwireasia.com/2022/01/microsoft-redefines-healthcare-education-with-mixed-reality/>.
 25. Cureton D. Queen Mary medical students join metaverse lectures [Internet]. Blackburn: *XR Today*; c2022 [cited 2022 Mar 20]. Available from: <https://www.xrtoday.com/virtual-reality/queen-mary-medical-students-join-metaverse-lectures/>.
 26. Park J. Exploring the possibility of using metaverse in Korean language education. *Journal of the International Network for Korean Language and Culture* 2021;18:117-46.
 27. Lee M. A study on the satisfaction of basic medical class applying virtual reality (VR). *Journal of KOEN* 2019;13:531-7.
 28. Guze PA. Using technology to meet the challenges of medical education. *Trans Am Clin Climatol Assoc* 2015;126:260-70.