

Evaluation of Virtual Reality Simulation of Dental Caries through Student Questionnaire

Byunggee Kim¹, Jeeheon Ryu², Jaehwan Kim³, Seonmi Kim¹, Namki Choi¹

¹Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University

²Department of Education, College of Education, Chonnam National University

³1 Bit Junior Dental Clinic

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the applicability of virtual reality simulation after experience of dental caries diagnosis for dental students before exposing to clinical pediatric practice.

A pediatric patient model of a five-year-old child with primary dentition was developed and a caries model that is amenable to VR(virtual reality) diagnosis was organized and set-up. The dental student's were allowed to use the simulated model for fifteen minutes and their experiences were evaluated using a self-reported questionnaire to evaluate presence and usability of this application.

Overall, virtual presence and appearance area of the simulation were highly scored. The result indicates that the VR model has no significant difference from the actual clinical caries regardless of grade of students, gender and VR experience. If the prototype is continuously advanced, its applicability in dental education will increase.

Key words : Virtual reality, Caries diagnosis, Dental education, Dental student

I. 서 론

가상현실(Virtual reality, VR)이라 불리는 기술은 가상의 환경에서 시청각 및 오감을 통한 경험을 하고, 촉각 등의 감각적 피드백을 받는 상호작용을 의미한다. 이는 시공간적 제한이 없이 상대적으로 저렴하고, 쉽게 접하며, 실제 환경에 대해 높은 정확도의 정보를 표현하고, 교육 분야에서 획기적인 기회를 제공하는 측면에서 각광받고 있다[1]. 특히 최근 몇 년간, 의학 영역에서 가상현실 기술의 발달이 크게 발달되어왔다[2].

가상현실을 이용한 치의학 분야에 대한 접근은, 치과 의사나 치과대학 학생들에게 치아 와동 형성, 하치조 신경 전달 마취 같은 훈련, 구강 악안면 수술 술 전 술기 훈련, 치과 공포증을 갖는

환자에서 공포심을 극복하게 하는 시도까지 다양하게 이루어지고 있다[3-5].

치의학 전공 학생들은 임상 진료 시작 전까지 소아환자와 직접 소통할 기회가 적고, 외래 관찰을 통한 단순 경험이 대부분이어서 치과 의사가 되었을 때 직접적인 소아환자의 진단을 위한 경험이 부족한 상태이다[6]. 소아치과학의 교육 영역에도 가상현실 기술을 이용한 교육의 필요성이 대두되고 있다[7]. 따라서 만약 실제 임상상황과 유사한 VR 경험을 제공하면 이러한 점을 보완할 수 있을 것이다. 이 연구는 임상 실습 전의 치의학 전공 학생들에게 소아 환자에서 치아우식 진단을 경험하게 하는 가상현실 프로그램을 개발하여 적용해보고, 응용가능성을 평가해보고자 하였다.

Corresponding author : Namki Choi

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University, 33 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, 61186, Republic of Korea

Tel: +82-62-530-5660 / Fax: +82-62-530-5669 / E-mail: nkchoi@jnu.ac.kr

Received January 22, 2020 / Revised March 18, 2020 / Accepted March 12, 2020

www.kci.go.kr

II. 연구 재료 및 방법

본 연구는 전남대학교의 생명윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심의를 통과한 후 시행되었다(IRB No: 1040198-190819-HR-086-03).

1. 연구 대상

가상현실 체험 연구에 참여한 참가자는 남자 23명, 여자 18명으로 총 41명이었으며, 소아환자의 임상진료 경험이 없는 치의 학전문대학원 3학년 학생들과(28명), 임상진료 경험이 있는 4학년 학생(13명)이 참여하였다. 4학년의 술자로써의 임상 노출 기간은 12개월이었다. 이중 가상현실 기기의 사용 경험이 있는 대상자는 25명, 경험이 없는 대상자는 16명이었다.

2. 연구 방법

1) 가상현실을 이용한 치아우식의 진단 경험

이 연구는 전남대학교 교육학과와 함께 프로그램을 개발하였다. 하드웨어로는 오쿨러스 리프트(Oculus Rift, Facebook Technologies, LLC, USA)가 사용되었으며, 소프트웨어 시뮬레이션은 유니티 테크놀로지스 사의 유니티(Unity)를 이용하여 치아우식 진단 소프트웨어를 제작하였다. 좀 더 사실적인 가상 환경의 구현을 위해 실제 5세 여아의 목소리를 기반으로 한 가상의 소아환자 모델인 단비(DANVI: Dental Avatar for Narrational Virtual Interaction)를 개발하였다(Fig. 1).

또한 가상현실을 통한 치아우식 진단 프로그램은 참여 학생들이 직접 국제 치아우식 탐지 및 평가 체계 II(International Caries Detection and Assessment system II, ICDAS II)기준에 따라 치아

우식을 가상현실 하에서 관찰 및 평가 할 수 있도록 개발하였다 [8,9](Table 1). 참여자들은 사전에 ICDAS II 기준 및 그에 부합하는 임상사진 자료들을 숙지 후 각각 15분간 가상의 환자와 구현된 치아 우식모델을 검진하고, 가상 손목밴드의 버튼을 통해 우식 치아의 방사선 사진을 확인 할 수 있도록 구현하였다(Fig. 2, 3). 치아 우식모델의 경우, 압축공기로 건조된 치면이라는 전제 하에 바로 진단을 하도록 구현하였다. ICDAS II 기준 코드 2의 74번 치아와 코드 3의 75번 구강 모델, 코드 5에 해당하는 84번

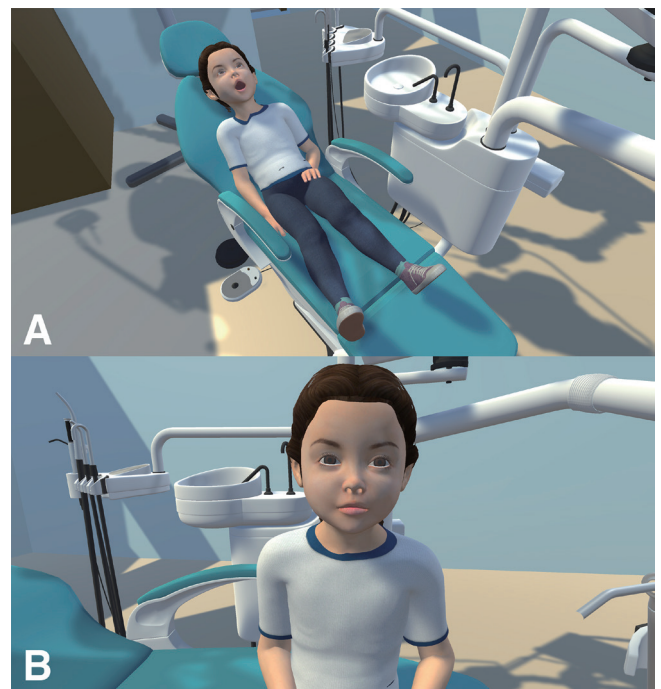


Fig. 1. Clinical environment and pediatric patient model in virtual reality. (A) Virtual patient model lying on the dental chair, (B) Virtual patient model sitting on the dental chair.

Table 1. International caries detection and assesment system II criteria

Code Number	Description
Code 0	Sound tooth surface : no evidence of caries after 5 s air drying
Code 1	First visual change in enamel: opacity or discoloration (white or brown) is visible at the entrance to the pit or fissure seen after prolonged air drying
Code 2	Distinct visual change in enamel visible when wet, lesion must be visible when dry
Code 3	Localized enamel breakdown (without clinical visual signs of dental involvement) seen when wet and after prolonged drying
Code 4	Underlying dark shadow from dentine
Code 5	Distinct cavity with visible dentine
Code 6	Extensive (more than half the surface) distinct cavity with visible dentine

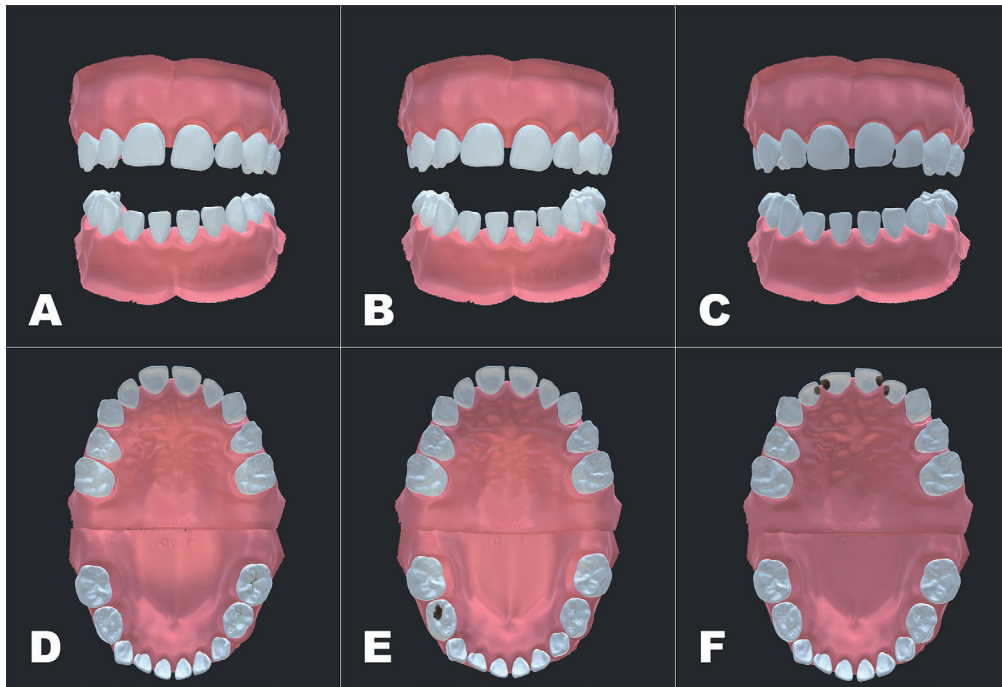


Fig. 2. Caries model in virtual reality. (A) Closed form model of ICDAS II code 2 caries on #74 and code 3 on #75, (B) Closed form model of ICDAS II code 5 caries on #84, (C) Closed form model of ICDAS II code 5 caries on #51, 52, 61, 62, (D) Open form model of ICDAS II code 2 caries on #74 and code 3 on #75, (E) Open form model of ICDAS II code 5 caries on #84, (F) Open form model of ICDAS II code 5 caries on #51, 52, 61, 62.

치아를 지난 모델, 그리고 51, 52, 61, 62번의 코드 5에 해당하는 치아우식 모델로 총 3쌍의 정교 및 상하악 교합면을 관찰 가능한 유치열기 구강 모델을 제작하였다(Fig. 2). 가상 손목밴드의 경우, 참여자의 왼쪽 손목에 위치하도록 제작되었으며, 가상의 On, Off 버튼을 통하여 구강 모델의 방사선 사진을 확인 가능하도록 하였다(Fig. 3).

참여자는 가상의 진료실과 환자가 있는 환경을 우선 체험 후 치아 우식모델을 경험하였다(Fig. 1). 참여자는 가상현실 기기를 착용 후 소아 환자가 앉아있는 가상의 치과 진료실 환경을 경험해보고, 환자가 누워 있는 상태에서 재관찰하였다. 가상의 환자와 진료실 환경에 대한 경험을 위하여 참여자는 우식 검진 전 간단한 인사 및 인적사항 등을 묻는 단계별 행동유도를 진행하였으며 이에 따라 정해진 순서에 맞춰 감독자가 키보드의 조작키를 눌러 가상환자가 질문에 반응을 할 수 있도록 하였다(Fig. 4). 치아우식 진단 시뮬레이션으로 넘어가 세 종류의 치아 우식 모델 및 손목밴드를 통한 방사선 사진을 관찰하였고, 시뮬레이션 내의 임상사진이 포함된 ICDAS II 분류표를 보고 가상 치아 우식 모델에 구현된 우식과 실제 임상 사진을 비교 하였다[9,10](Fig. 5).



Fig. 3. Arm band model with standard x-ray button. (A) X-ray off-states of the arm band, (B) X-ray on-states of the arm band.

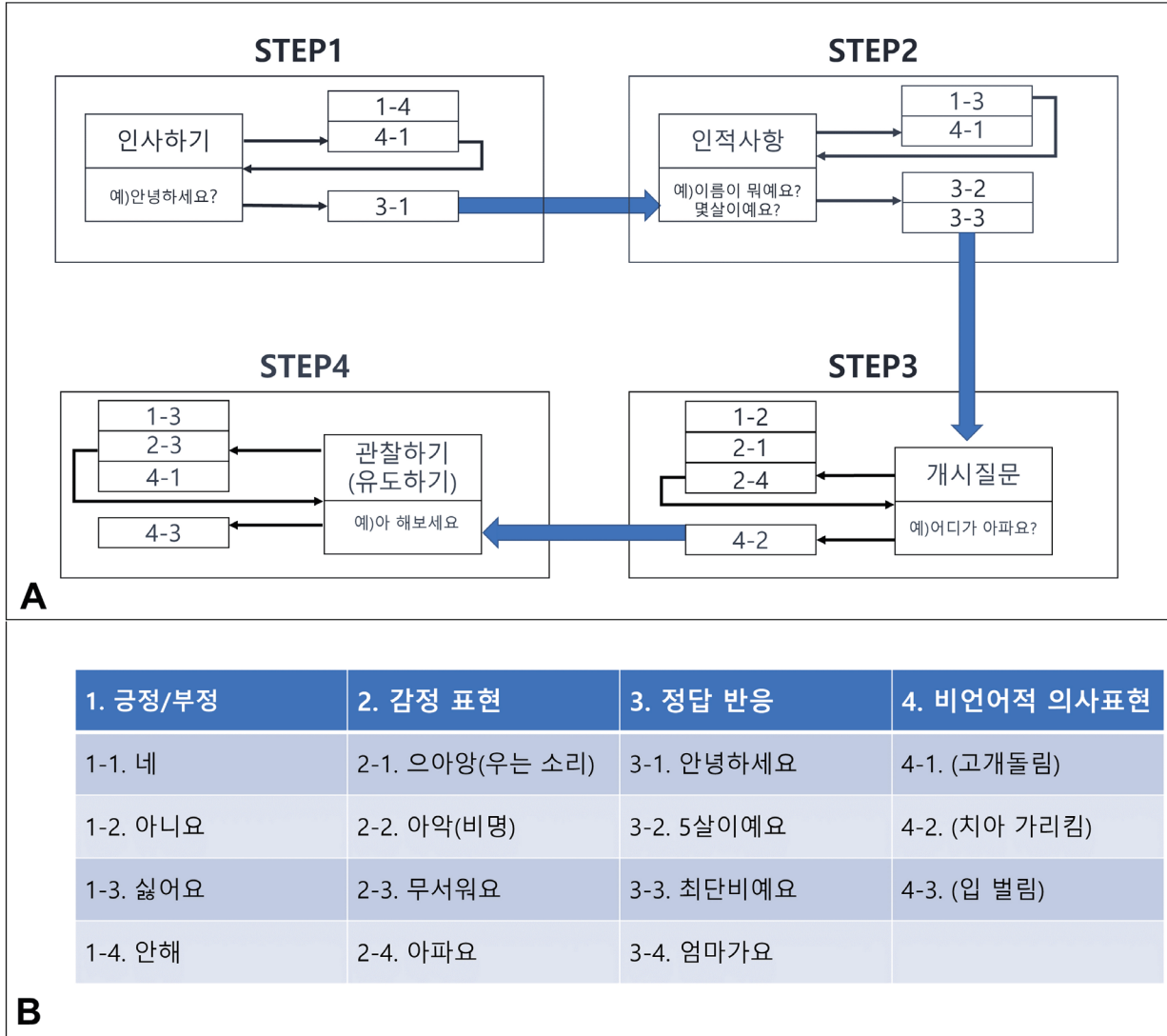


Fig. 4. Virtual patient simulation protocol in clinical environment. (A) Virtual patient feedback protocol, (B) Virtual patient response according to the expression form.



Fig. 5. Caries model with ICDAS II criteria in virtual reality.

연구에 참가한 후, 가상환자 및 치아우식 시뮬레이션 경험에 대한 총 21문항의 설문지를 통해 효과를 평가하였다(Fig. 6). 각 문항은 진료실 내의 가상환자와의 행동유도에 대한 환자 실재감 평가를 위한 설문 6문항과 우식모델에 대한 가상실재감에 대한 설문 15문항으로 이루어졌다[11-18](Fig. 6). 가상환자에 대한 실

재감 평가 설문은 16-21번 문항의 외양 평가로 구성되었고, 우식모델에 대한 가상실재감은 세부적으로 1, 4, 7, 10, 13번 문항의 공간실재감, 2, 5, 8, 11, 14번 문항의 몰입감, 3, 6, 9, 12, 15번 문항의 사실성이라는 하위 항목들로 평가되었다[11-18](Fig. 6).

【가상실재감 설문】

이름(학번): _____ (_____)

여러분이 경험한 것에 대한 질문입니다. 각 설문의 질문 내용에 동의하는 정도에 따라서 자신의 생각을 1점(전혀 그렇지 않다)에서 7점(매우 그렇다)으로 답변해 주세요.

모든 문항에 대하여 빠짐없이 기록해 주세요.	전혀 그렇지 않다			보통이다			매우 그렇다
1. 실습 대상물을 실제로 보고 있는 것 같은 느낌을 받았다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2. 제시된 화면은 나의 감각을 모두 사로잡은 것 같았다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3. 실습 대상물이 진짜처럼 느껴졌다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4. 실습 장면에 실제 있는 것처럼 느껴졌다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
5. 제시된 장면의 시각적인 요인이 나를 몰두하게 만들었다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
6. 공간의 물리적 속성들이 사실처럼 지각되었다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
7. 실습하는 공간의 분위기가 어떤지 쉽게 인지할 수 있었다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
8. 나 자신이 화면속의 상황에 있는 것 같았다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
9. 실습 장면들이 사실적으로 느껴졌다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
10. 영상 속의 대상물을 만질 수 있을 것 같은 느낌을 받았다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
11. 실습 장면 속에 몰입되어 있는 것 같았다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
12. 실습 대상물이 사실적으로 느껴졌다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
13. 영상 속에서 구현된 대상물들을 진짜처럼 느꼈다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
14. 나는 실습 장면에 대하여 몰입감을 느꼈다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
15. 실습 대상물이 자연스럽게 느껴졌다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

【가상환자에 대한 사용자 평가】

모든 문항에 대하여 빠짐없이 기록해 주세요.	전혀 그렇지 않다			보통이다			매우 그렇다
16. 가상환자의 눈 마주침은 자연스러웠다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
17. 가상환자의 몸 움직임은 자연스러웠다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
18. 가상환자의 외모는 환자 역할에 적합했다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
19. 가상환자의 머리 움직임은 자연스러웠다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
20. 가상환자의 얼굴 표정은 자연스러웠다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
21. 가상환자의 태도는 자연스러웠다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

수고 많았습니다.

Fig. 6. Questionnaire about VR simulation.

2) 통계 분석

설문지의 각 질문은 매우 그렇다 = 7점, 전혀 그렇지 않다 = 1점으로 연구 참가자의 반응민감도를 고려하여, Likert 7단계 평점 척도를 이용하여 점수로 가상실재감 등을 평가하였다 [19,20]. 또한 실험을 통해 수집된 자료들은 SPSS 23.0.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA) 소프트웨어 프로그램을 이용하여 통계적 분석을 수행하였으며, 문항의 신뢰도는 Cronbach's α 값을 구하였고, 연구대상자의 가상실재감에 대한 만족도를 알아보기 위해 평균과 표준편차를 구하였다. 학년, 성별, 가상현실 기기의 체험 유무에 따른 차이를 알아보기 위해 비모수 검정인 Mann-Whitney U test를 이용하여 분석하였다.

III. 연구 성적

ICDAS II 분류를 통한 소아환자의 치아우식평가 프로그램에 대한 설문 결과 가상환자에 대한 실재감 평가 항목인 외양 평가는 평균 4.04 ± 0.99 ($\alpha = 0.828$), 우식모델에 대한 가상실재감 평가에 해당하는 사실성 항목에서는 4.41 ± 0.99 ($\alpha = 0.882$), 공간실재감 항목이 평균 4.48 ± 0.97 ($\alpha = 0.845$), 몰입감 항목이 5.24 ± 0.79 ($\alpha = 0.875$) 값을 보였다(Fig. 7). 각 설문 그룹별 신뢰도 계수는 가상환자의 외양 0.828, 공간실재감 0.845, 몰입감 0.875, 사실성 0.852 로 내적 일치성이 있음을 확인하였다.

설문 결과 중에서는 치아우식 진단 프로그램에 대한 몰입감 항목이 가장 높은 평가 점수를 기록하였다(Table 2). 각 그룹별로 비교 시 임상실습 경험에 따른 학년 간 차이를 보았을 때, 3, 4학년은 각각 가상환자의 외양 3.958 ± 1.006 , 4.205 ± 0.960 , 공간실재감 4.279 ± 1.006 , 4.908 ± 0.773 , 몰입감 5.157 ± 0.801 , 5.415 ± 0.772 , 사실성 4.214 ± 0.983 , 4.831 ± 0.898 을 보였다.

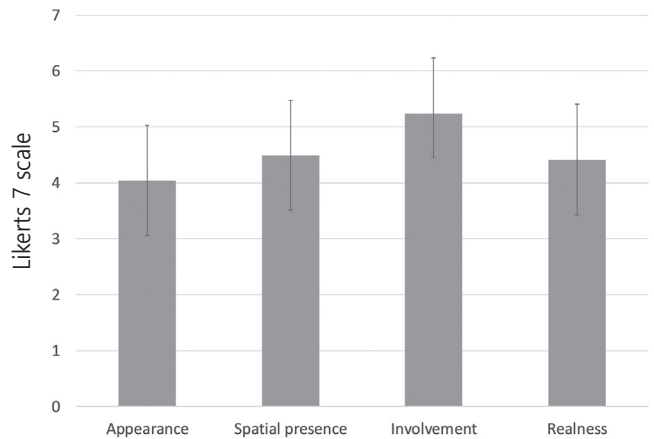


Fig. 7. Questionnaire results by Likerts 7 scale of caries diagnosis program experiences.

성별에 대한 차이는 남, 여가 각각 가상환자의 외양 3.978 ± 0.778 , 4.111 ± 1.222 , 공간실재감 4.617 ± 0.852 , 4.300 ± 1.111 , 몰입감 5.270 ± 0.733 , 5.200 ± 0.881 , 사실성 4.496 ± 0.894 , 4.300 ± 1.115 로 나타났다.

가상현실 체험 유무에 대한 유의확률은 유무에 따라 각각 외양 4.047 ± 1.005 , 4.021 ± 0.989 , 공간실재감 4.432 ± 1.026 , 4.550 ± 0.917 , 몰입감 5.272 ± 0.866 , 5.188 ± 0.683 , 사실성 4.408 ± 1.067 , 4.413 ± 0.887 을 보였다.

이 결과들을 보았을 때, 임상경험 유무에 따른 학년, 성별, 및 가상현실 기기 사용 경험에 따른 가상현실 척도의 유의한 차이는 없었다(Table 2, $p > 0.05$).

Table 2. Assessment of virtual caries diagnosis program experience

		Appearance	Spatial Presence	Involvement	Realness
		(Mean \pm SD)			
Grade	3	3.958 \pm 1.006	4.279 \pm 1.006	5.157 \pm 0.801	4.214 \pm 0.983
	4	4.205 \pm 0.960	4.908 \pm 0.773	5.415 \pm 0.772	4.831 \pm 0.898
	ρ value	0.751	0.162	0.655	0.133
Gender	M	3.978 \pm 0.778	4.617 \pm 0.852	5.270 \pm 0.733	4.496 \pm 0.894
	F	4.111 \pm 1.222	4.300 \pm 1.111	5.200 \pm 0.881	4.300 \pm 1.115
	ρ value	0.254	0.955	0.654	0.911
Experience of VR	Y	4.047 \pm 1.005	4.432 \pm 1.026	5.272 \pm 0.866	4.408 \pm 1.067
	N	4.021 \pm 0.989	4.550 \pm 0.917	5.188 \pm 0.683	4.413 \pm 0.887
	ρ value	0.804	0.955	0.627	0.848

ρ value from Mann-whitney U test

3= third grade; 4= fourth grade; M= male; F= female; Y= yes; N= no; SD = Standard deviation

IV. 총괄 및 고찰

치의학 분야에서의 교육은 계속해서 발전해왔고, 이에 따라 학생들의 임상실습 전의 교육에서 임상실습 교육으로의 매끄러운 전환을 위한 다양한 교육방법들과 기술들이 개발되었다[21]. 현재 치과대학 및 치의학전문대학원에서 시행되는 임상실습 교육 방법은 강의, 토론, 외래 참관 등의 방법으로 이루어지고 있다. 이러한 관찰 위주의 실습교육이 대부분의 시간을 차지함에 따라 실제 환자의 진료 상황을 이해하는데 필요한 구체적 경험을 제공하지 못하는 임상 전 실습교육의 한계를 가지고 있다[22].

모의 실습에 관한 연구들을 통해, 전문 교육과정에서의 적절한 시뮬레이션의 사용은 환자의 유무에 상관없이 학생들이 치과임상 기술을 수련할 수 있게 도움을 준다는 것이 보고되었다[23]. 또한, 의학 분야에서는 기존 교육의 단점을 극복하고, 임상 적응능력을 높이고자 다양한 시뮬레이터를 도입하고, 교육에 적극 활용해 나가고 있다[24]. 의학 분야의 교육 효과에 대한 연구들에서는 가상현실 시뮬레이션이 기존의 시뮬레이션에 의한 효과와 유사하거나 더 좋다는 연구 결과를 보였고, 모바일 증강현실 시뮬레이션 교육이 기존 교과서 방식의 교육보다 더 효과적이었다[25,26]. 또한 기존 컴퓨터 기반의 교육방법에 가상현실 기반 시뮬레이션이 더해졌을 때, 기초적 술기 습득이 더 효과적이라고 보고되었다[27].

이처럼 임상실습 교육에 있어 현장감 있는 교육 및 평가 등이 점점 확대되고 있으며, 치의학에서도 이러한 실습 교육 및 평가의 필요성에 따라 다양한 방식의 교육 개발 연구가 이루어지고 있다. 특히 최근 몇 년간 가상현실 기기의 발전과 함께 치의학 분야에서의 다양한 가상현실 기반 훈련이 새로운 교육 대안으로 제시되고, 연구되고 있다[28,29]. 와동 형성 시뮬레이션 연구에서 증강 현실을 통한 교육이 기존 교육방법과 유사하거나 일부 더 효과적이었으며, 또 다른 연구에서도 기존 직접관찰 및 마네킹 활용에만 의존한 경우보다 가상현실 기기를 동반한 교육이 더 효과적이었다[30,31].

하지만 지금까지 개발되고 있는 프로그램들은 성인, 영구치 기반의 치주, 근관 우식치료, 치아 삭제 능력 평가에 중점을 두고 있다[28]. 이에 따라 이 연구에서는 더욱 현실감이 크고 능동적인 구강 진단이 가능한 소아치과학 가상현실용 모형을 개발하고, 이에 대한 치의학 전공 학생들의 경험 및 평가에 중점을 두었다.

가상현실 기기를 통한 소아환자의 치아우식 진단 시뮬레이션은 실제 임상 환자를 진료하기 전 단계인 3학년과 임상 진료를 시작한 4학년 치의학 전공 학생들을 대상으로 진행하였다. 참여

자는 먼저 간단한 진료실 환경 속 환자 행동유도를 경험 후 치아 우식 모델들에 대한 일차적인 체험을 해보았고, ICDAS II 분류표와 구현된 케이스를 비교해가며 시뮬레이션을 경험하였다.

시뮬레이션의 경험에 대한 평가는 설문을 통해 이루어졌고 이들의 학년 및 성별과 가상현실 체험유무에 따른 차이가 있는지를 확인 하였다.

간단한 진료실 경험을 위한 행동유도 시뮬레이션의 경우 정해진 범주내의 질문과 답변 및 감독관의 수기 조작을 통한 환자의 반응으로 진행되었고, 이번 연구에서는 환자의 실재감에 대한 외양평가에 평가요소로 작용하였다.

설문지를 분석한 결과 모든 문항의 총 평균점수는 4.54점으로 소아 환자 구강 우식 모델의 전체적인 평가는 '보통이다'에 해당하는 3.5점 이상으로써 긍정적인 결과를 보였다. 각각의 설문 항목은 가상현실 속 환자의 전반적 외양과 태도를 통한 실재감을 표현하는 '가상환자의 외양', 가상현실 속 구강 모델이 실재적이었는지를 평가하는 '공간실재감', 얼마나 참여자가 시뮬레이션에 집중하였는지를 평가하는 '몰입감', 진료실 및 진단 환경이 얼마나 실제 현실과 유사하였는지에 따른 진단환경의 '사실성'으로 구분 할 수 있다. 각 설문 그룹별 문항의 연구 도구로서의 활용 가능성을 확인한 신뢰도 계수는 각각 가상환자의 외양 0.828, 공간실재감 0.845, 몰입감 0.875, 사실성 0.852 로 설문 결과 값의 문항 그룹별 내적 일치성이 있음을 확인하였다.

각 설문평가 항목별 평균은 '가상환자의 외양' 측면에서는 4.04점, '공간실재감'에서는 4.48점, '몰입감' 측면에서는 5.24점, '사실성'은 4.41점으로 모두 평균보다 높은 긍정적 수치를 보였으며, 그 중에서도 참여자의 '몰입감' 부분에서 더 높은 평가를 받았다. 이는 참여 학생들의 몰입도가 높았고 구현된 가상현실이 평균 이상의 사실성을 보였다는 점에서 가상환자 시뮬레이션을 이용하여 구강질환 진단 경험을 연구한 기존 결과와 유사하다[32].

다른 기존 연구에서는 가상현실을 이용한 수업 시뮬레이션에서의 몰입경험이 시뮬레이션의 지속적 사용의사에도 유의미한 영향을 미친다는 공간실재감에 관한 연구결과가 있다[33]. 이와 비교 시에는 추후 지속적 연구들을 통해 달성하고자 목표로 하는 소아치과학 교육 영역에의 활용 부분에 있어서 학생들이 시뮬레이션에 몰입하여 흥미를 가지고 반복적으로 진단 체험을 경험해보고 싶어 하는 프로그램을 개발하였다는 점에서 의의가 있다고 본다.

이 평가 결과를 다른 항목과 함께 비교해보았을 때, 비록 가상현실 시뮬레이션이 현실과 구분할 수 없는 완벽한 가상현실 환경을 제공하지는 못하지만 치아우식 진단을 하고 경험 하는데 있어서 학생들이 집중하고 몰입할 수 있는 수준의 개발 단계에

있다고 볼 수 있다.

또한 성별 및 가상현실 기기 체험 유무에 대한 비교에서 유의성이 나타나지 않은 점을 보았을 때, 기기 사용 경험이나 숙련도에 의존하지 않고 남녀 구분 없이 사용 가능할 것으로 생각된다.

하지만 참여 학생들의 임상경험 유무를 구분하는 학년별 비교에서 유의성이 나타나지 않았다는 점은 시뮬레이션에서 부여하는 실재감이 임상에서 맞닥뜨리고 있는 진료환경의 세부적인 실재감을 모두 표현하지 못하였고 보다 실질적인 평가를 하지 못했기 때문이라 생각된다. 이를 고려 시 세부적 환경 구성에 있어 더욱 현실감을 줄 수 있는 프로그램의 추가적 개발이 필요할 것으로 보인다.

ICDAS II 코드를 기준으로 실재감 구현에 중점을 둔 이번 시뮬레이션의 평균 이상의 점수 및 긍정적 결과를 바탕으로 볼 때, 가상 환자 및 치아우식의 실재감은 지속적 연구를 통한 교육 영역에서의 활용가능성이 있다고 생각된다. 진료 전 행동유도에 대한 더 명확한 프로토콜과 음성인식을 구현하고 소아환자의 치아우식 진단평가에서 참여자의 다양한 구강질환의 진단 및 정답률 평가가 가능한 다양한 모델들을 추가로 발전시켜 나간다면, 추후 임상 실습 전, 후의 치의학 전공 학생들의 치의학 교육에 있어 활용이 가능할 것으로 보인다.

이 연구의 제한점은 임상경험이 적은 치의학 전문대학원 3, 4학년 총 41명을 대상으로 실험이 진행되었으므로, 참여군의 크기가 작아 시뮬레이션의 응용가능성을 측정하기에는 비교적 한정된 시도였다는 것이다.

또한, 설문결과에서 임상경험 유무에 따른 유의성이 나타나지 않은 점으로 보아 본 실험에서 비교된 집단 간의 일 년이라는 임상경험 차이보다 더 명확한 격차를 지닌 집단 간의 비교 평가가 필요하다고 보인다. 이에 따라 참여군의 크기를 키우고 좀 더 많은 임상경험을 지닌 대조군으로 수련의 혹은 임상의를 대상으로 하는 추가적 연구 및 실험이 필요하다고 생각된다. 지속적인 후속 연구를 통해, 더 나은 가상현실 구강 진단 시뮬레이션을 만들어 나갈 수 있을 것이다.

V. 결 론

이 연구에서는 치의학 전공 학생들을 대상으로 가상현실 기기를 통한 소아환자의 치아우식진단 프로그램에 대한 가상환자 외양평가 및 진단모델의 가상실재감 평가를 진행하였다. 이를 위해 가상현실 기기에 대한 사용 경험이 다양하며, 치의학 임상경험의 차이가 있는 남녀 학생 41명이 프로그램을 체험한 뒤 설문을 시행하였고 내적 일치성을 보였다.

실험 결과 각 평가 항목별 7점 척도에서 평균 이상의 점수가

나왔다. 또한 학생들의 임상실습 경험, 성별, 가상현실 기기 사용 경험 유무에 대한 차이는 가상환자의 외양평가, 공간실재감, 몰입감, 사실성 평가에 있어서 모두 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

이 연구는 가상현실 기기를 통한 소아 환자의 치아우식진단 시뮬레이션에 참여한 치의학 전공 학생들에게 가상실재감과 가상환자 실재감에 대한 외양평가에서 평균 이상의 결과를 보임으로써 임상경험의 차이에 대한 부분을 제외한 가상현실 기기 체험 유무 및 성별에 상관없이 사용가능하다는 전반적으로 긍정적이고 활용 가능한 결과를 얻었다. 따라서 이 연구 결과를 토대로 객관적 평가가 가능한 행동유도 시뮬레이션의 개발과 우식 진단 프로그램의 개선 및 진단평가를 위한 후속연구를 통해 지속적으로 발전시켜 나간다면, 치의학 교육에 유용한 도구로 사용할 수 있을 것이라 생각된다.

Authors' Information

Byunggee Kim <https://orcid.org/0000-0003-3436-3750>

Jeeheon Ryu <https://orcid.org/0000-0003-2891-283X>

Jaehwan Kim <https://orcid.org/0000-0001-8088-6216>

Seonmi Kim <https://orcid.org/0000-0001-5103-767X>

Namki Choi <https://orcid.org/0000-0003-4830-8568>

References

1. Huang TK, Yang CH, Hung CC, *et al.* : Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *Kaohsiung J Med Sci*, 34:243-248, 2018.
2. Kwon HB, Park YS, Han JS : Augmented reality in dentistry: a current perspective. *Acta Odontol Scand*, 76:497-503, 2018.
3. Joda T, Gallucci GO, Wismeijer D, Zitzmann NU : Augmented and virtual reality in dental medicine: A systematic review. *Comput Biol Med*, 108:93-100, 2019.
4. Eve EJ, Koo S, Karimbux NY, *et al.* : Performance of dental students versus prosthodontics residents on a 3D immersive haptic simulator. *J Dent Educ*, 78:630-637, 2014.
5. Correa CG, Machado MAAM, Nunes FLS, *et al.* : Virtual Reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block. *J Appl Oral Sci*, 25:357-366, 2017.
6. Rich JP, Straffon L, Inglehart MR : General dentists and pediatric dental patients: the role of dental education. *J Dent Educ*, 70:1308-1315, 2006.

7. Raghav K, Van Wijk AJ, De Jongh A, *et al.* : Efficacy of virtual reality exposure therapy for treatment of dental phobia: a randomized control trial. *BMC Oral Health*, 16:25, 2016.
8. Banting D, Eggertsson H, Sohn W, *et al.* : Rationale and evidence for the international caries detection and assessment system (ICDAS II). *Ann Arbor*, 1001:48109-1078, 2005.
9. Young DA, Nový BB, Kuehne J, *et al.* : The American Dental Association caries classification system for clinical practice: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc*, 146:79-86, 2015.
10. Zandoná AF, Zero DT : Diagnostic tools for early caries detection. *J Am Dent Assoc*, 137:1675-1684, 2006.
11. Witmer BG, Singer MJ : Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators Virtual Environ*, 7:225-240, 1998.
12. Schubert T, Friedmann F, Regenbrecht H : The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators Virtual Environ*, 10:266-281, 2001.
13. Ryu J, Yu S : The effects of scenario types on teacher efficacy of pre-service teachers and virtual presence in the virtual reality based teaching simulation. *J Korean Assoc Inf Medj*, 22:661-680, 2016.
14. Schrader C, Bastiaens TJ : The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games. *Comput Human Behav*, 28:648-658, 2012.
15. Usoh M, Catena E, Arman S, Slater M : Using presence questionnaires in reality. *Presence: Teleoperators Virtual Environ*, 9:497-503, 2000.
16. Won MJ, Park SI, Whang MC, *et al.* : A study on evaluation of visual factor for measuring subjective virtual realization. *Sci Emot*, 15:389-398, 2012.
17. Ryu J, Yu S : The effects of head mounted display on time-on-task and virtual presence for navigational tasks in the immersive virtual reality. *Sci Emot*, 19:71-80, 2016.
18. Rossen B, Lok B : A crowdsourcing method to develop virtual human conversational agents. *Int J Hum-comput St*, 70:301-319, 2012.
19. Norman G : Likert scales, levels of measurement and the "laws" of statistics. *Adv Health Sci Educ*, 15:625-632, 2010.
20. Jamieson S : Likert scales: how to (ab)use them. *Med Educ*, 38:1217-1218, 2004.
21. Roy E, Bakr MM, George R : The need for virtual reality simulators in dental education: A review. *The Saudi Dent J*, 29:41-47, 2017.
22. Beeson SA, Kring DL : The effects of two teaching methods on nursing students' factual knowledge and performance of psychomotor skills. *J Nurs Educ*, 38:357-359, 1999.
23. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S : Simulation-based medical education: An ethical imperative. *Acad Med*, 78:783-788, 2003.
24. You EY : Medical Simulation. *J Korean Med Assoc*, 48:267-276, 2005.
25. Rourke S : How does virtual reality simulation compare to simulated practice in the acquisition of clinical psychomotor skills for pre-registration student nurses? A systematic review. *Int J Nurs Stud*, 102:103466, 2019.
26. Albrecht UV, Folta-Schoofs K, Behrends M, Von Jan U : Effects of mobile augmented reality learning compared to textbook learning on medical students: randomized controlled pilot study. *J Med Internet Res*, 15:e182, 2013.
27. Rojas D, Kapralos B, Dubrowski A : Improving the acquisition of basic technical surgical skills with VR-based simulation coupled with computer-based video instruction. *Stud Health Technol Inform*, 220:323-328, 2016.
28. Luciano C, Banerjee, P, DeFanti T : Haptics-based virtual reality periodontal training simulator. *Virtual reality*, 13:69-85, 2009.
29. Towers, A, Field J, Martin N, *et al.* : A scoping review of the use and application of virtual reality in pre-clinical dental education. *Br Dent J*, 226:358-366, 2019.
30. Clark GT, Suri A, Enciso R : Autonomous virtual patients in dentistry: system accuracy and expert versus novice comparison. *J Dent Educ*, 76:1365-1370, 2012.
31. Murbay S, Chang JWW, Yeung S, Neelakantan P : Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course. *Eur J Dent Educ*, 24:5-16, 2019.
32. Llena C, Folguera S, Rodríguez-Lozano FJ : Implementation of augmented reality in operative dentistry learning. *Eur J Dent Educ*, 22: e122-130, 2018.
33. Ryu J, Yang E : The effect of classroom scenario and task-display method on user experience in teaching simulation. *The Educ Res for Tmrw*, 32:99-118, 2019.

국문초록

학생 설문을 통한 가상현실 치아우식 시뮬레이션의 평가

김병기¹ · 류지현² · 김재환³ · 김선미¹ · 최남기¹

¹ 전남대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실

² 전남대학교 교육학과

³ 아이빛주니어치과

이 연구의 목적은 가상현실 시뮬레이션을 이용한 소아환자 치아우식 진단 경험에 대한 설문조사를 통하여, 임상 실습 전 단계의 치의학 전공 학생들을 대상으로 소아치과적 교육에서의 활용 가능성을 평가하는 것이다.

소아 환자 모델로 유치열기의 5세 여아를 개발하였고, 가상현실 속 진단을 위한 치아 우식 모델을 제작하였다. 치의학 전공 학생들은 15분에 걸친 치아 우식 진단 시뮬레이션을 경험한 뒤, 설문지를 통하여 프로그램 사용 경험을 통한 실재감 및 응용 가능성을 평가하였다.

그 결과, 가상실재감과 외양 평가에서 높은 점수를 얻었다. 또한, 가상현실을 통한 치아 우식 진단 시뮬레이션은 임상 실습 전, 후의 학년, 성별, 가상현실 체험 경험의 유무에 따른 유의미한 차이가 없다는 설문 결과를 얻었다. 이 프로그램을 지속적으로 발전시킨다면, 치의학 교육 분야에 응용 가능성이 높아질 것이다.