

소아 천식 환자에서 몰입형 가상현실을 이용한 환경관리 교육

김승현,¹ 박상현,² 강인순,² 송유영,³ 임재훈,³ 윤원석,^{1,3} 유 영^{1,2,3}

¹고려대학교 알레르기면역연구소, ²고려대학교 안암병원 소아청소년과, ³고려대학교 안암병원 천식환경보건센터

Environmental management education using immersive virtual reality in asthmatic children

Seung Hyun Kim,¹ Sang Hyun Park,² Insoon Kang,² Yuyoung Song,³ Jaehoon Lim,³ Wonsuck Yoon,^{1,3} Young Yoo^{1,2,3}

¹Allergy Immunology Center, Korea University, Seoul; ²Department of Pediatrics, Korea University Medical College, Seoul; ³Environmental Health Center, Korea University Anam Hospital, Seoul, Korea

Purpose: Awareness of environmental control is considered a major influence on the performance of asthma self-management behaviors that are involved in maintaining effective control of asthma. The aim of this study was to investigate whether immersive virtual reality (VR) education is effective in environmental control education for asthmatic children.

Methods: Thirty asthmatic children aged 9 to 13 years with aeroallergen sensitization were enrolled. Environmental control education for asthmatic subjects were performed using either immersive VR (VR group) or conventional leaflets provided by asthma specialists (control group). Five questionnaires, such as awareness of environmental control, memory, assessment of intent to act, satisfaction test, and asthma control test (ACT) questionnaires were used for estimating the effects of education.

Results: Awareness of environmental control, memory, and intent to act scores were significantly increased after education in both groups and the scores were maintained high until 4 weeks after education. In both group, ACT scores were maintained high scores before and 4 weeks after education. Satisfaction scores were very high in the VR group.

Conclusion: The increased scores in awareness of environmental control and intent to act indicate that the environmental control education using VR is worthy of attention as an effective educational tool for asthma management. Application of further developed techniques, including active environmental intervention by participants in VR, could be applied to effective asthma management. (*Allergy Asthma Respir Dis* 2022;10:33-39)

Keywords: Asthma, Education, Environmental control, Virtual reality

서론

천식은 반복되는 천명, 기침, 호흡곤란이나 가슴 답답함 등을 특징으로 하는 소아청소년에서 가장 흔한 만성질환 중 하나이다.¹ 유전적인 요인뿐만 아니라 환경적인 요인도 천식의 발병과 조절에 중요하게 작용한다.² 지난 수십년간 우리나라를 비롯한 전세계적으

로 천식 환자의 유병률이 증가하고 있으며, 이는 환경의 변화에 의한 것으로 해석할 수 있다.³ 천식을 유발하는 주요 환경 관련 요인으로는 집먼지진드기, 반려동물털, 바퀴, 곰팡이, 꽃가루 등과 같은 알레르겐에 노출을 들 수 있다. 천식은 만성적이고 재발성 경과를 보이기 때문에 환자의 증상을 조절하고 악화를 예방하기 위해 원인 알레르겐의 노출을 최소화하는 일상생활에서의 환경관리가 필

Correspondence to: Young Yoo <https://orcid.org/0000-0003-3354-6969>
Department of Pediatrics, Korea University Anam Hospital, 73 Goryeodae-ro, Sungbuk-gu, Seoul 02841, Korea

Tel: +82-2-920-5090, Fax: +82-2-922-7476, Email: yoolina@korea.ac.kr

• This study was supported in part by a grant of the Environmental Health Center for Childhood Asthma, Ministry of Environmental (2016-2020) and by a grant of the Allergy Immunology Center, Korea University.

Received: July 17, 2021 Revised: August 24, 2021 Accepted: August 24, 2021

© 2022 The Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease
The Korean Academy of Asthma, Allergy and Clinical Immunology
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

수적이다.

천식 환자에서 환경관리 교육은 대개 질환에 대한 인식도를 높이고 유발 환경 요인에 대한 관리, 올바른 생활 습관 함양 등을 목표로 이루어지고 있다. 지금까지는 주로 진료실에서 짧은 진료 시간 동안에 의료진에 의한 구두교육, 책자 등 인쇄물 제공, 또는 교육용 슬라이드를 이용한 집체 제시형 교육으로 이루어져 왔다. 그러나 일상생활에서 적극적인 환경관리가 중요한 소아 천식 환자들에게 구두 설명이나 책자를 통한 교육은 집중도나 이해력 면에서 성인에 비해 순응도가 낮아 결국 올바른 환경관리에 대한 실천이나 질환극복 의지가 부족한 것을 경험하게 된다. 한편, 천식 관련 지식 점수가 높다고 해서 반드시 천식 치료의 순응도나 결과가 좋은 것은 아니라고 하는 과거 연구 결과는⁴ 단순한 지식 전달에 그치는 것이 아닌 실제적이면서도 바로 행동으로 옮길 수 있는 실생활과 같은 시나리오로 된 체험할 수 있는 교육이 필요함을 시사한다고 하겠다.

근래 선진 컴퓨터 기술의 발전은 일상 생활에 많은 변화를 가져오고 있고 여러 분야에서의 기술응용이 증가하고 있으며 의학을 비롯한 다양한 분야에서도 이러한 경향이 반영되어 발전하고 있다. 최근 들어 기술의 발달로 가상현실에 대한 관심이 높아지고 사용도 활발해졌는데, 특히 교육 분야에서 이를 활용하기 위한 노력이 점차 증가하고 있다.^{5,6} 실제로 가상현실 교육을 통해 매우 긍정적인 학습성과를 창출할 수 있다는 보고도 있다.⁷ 가상현실 기술은 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어를 통해 가상으로 구축된 공간과 사물을 인간의 시각, 청각, 촉각, 그리고 후각 등의 오감을 통해 현실 세계에서는 직접 경험하지 못하는 상황을 체험할 수 있도록 시뮬레이션하는 것이다.⁶ 따라서, 천식 환자에서도 제한된 진료 시간에 보다 효과적으로 정보전달이나 학습효과를 향상시킬 수 있는 방법으로 매체를 활용하는 가상현실 교육을 적용해볼 필요가 있겠다.

국내에서 출간된 가상현실을 이용한 교육 관련 연구 결과들을 살펴보면 대부분 교육적 효과가 있는 것으로 나타났는데, 특히 작업성취도 뿐만 아니라 체험교육을 통해 학습효과가 있음을 보여주었다.^{8,9} 즉, 가상현실 교육은 단순한 지식 전달을 위하기 보다는 실제 교육받은 지식이 올바른 실천 행동으로 이어지는 교육 효과를 보이는 경우가 더 많았다.¹⁰ 그러나 특히 소아 환자를 대상으로 하여 질병의 예방 및 치료와 관련된 분야에 있어 학습내용에 흥미를 가질 수 있고 오래 기억되어 실천할 수 있는 효과에 대한 연구는 매우 부족한 상태이다. 국내에서 질환의 경과 평가에 가상현실 교육을 이용한 경우는 경도인지장애 노인에게 적용하여 인지기능, 균형과 기억력에 미치는 영향을 알아본 몇몇 연구가 있을 뿐이다.^{11,12}

이 연구의 목적은 소아 천식 환자에서 천식의 예방 및 조절에 중요한 환경알레르기 인자 관리에 대해 몰입형 가상현실 체험을 통한 교육을 제공하여, 기존에 진료실에서 구두 설명과 인쇄물을 이용한 학습의 효과와 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2020년 1월 1일부터 2021년 4월 30일까지 일개 상급병원 소아청소년과 알레르기 클리닉에서 천식의 임상 증상, 폐기능검사, 알레르기 혈액검사 등을 통해 천식으로 진단된 9-13세 사이의 환자 중 이 연구의 취지를 이해하고 자발적으로 참여에 동의하는 30명을 대상으로 하였다. 대상자는 모두 피부단자시험 결과 흡입알레르겐에 감작되어 있어 환경관리 교육이 필요한 경우였고, 과거에 환경관리 교육을 받지 않았으며 가상현실 학습 콘텐츠에 대한 경험이 없는 환자를 선정하였다. 대상자는 무작위로 가상현실군(n=15)과 대조군(n=15)에 동수로 배정하였다. 이 연구는 고려대학교 안암병원 기관생명윤리심의위원회의 승인을 받았다(2016AN0076).

2. 방법

1) 몰입형 가상현실 콘텐츠 개발

이 실험을 위해 저자들은 천식과 관련된 환경알레르기 인자를 설명하고 관리하는 방법에 대해서 그래픽과 내레이션을 통해 전달하는 콘텐츠를 개발하였다. 약 15분 동안 환경알레르기 인자들을 설명하는 내용으로, 예를 들어, 집먼지진드기와 같은 실내 환경 인자의 경우 집안내부 카펫, 커튼 등 서식이 많은 곳을 그래픽으로 나타내고, 관리를 위해서는 어떻게 행동해야 하는지에 대해 내레이션으로 설명하고, 곰팡이는 집안에서 습하고 구석진 화장실이나 부엌 개수대 아래 등에 서식하고 있는 것을, 또 반려동물의 털이나 바퀴, 실외의 꽃가루 등에 대한 설명과 관리를 교육하는 그래픽과 콘텐츠를 개발하였다. 이 콘텐츠는 소아 천식 전문가의 검토 의견을 수용하여 수정, 보완한 후 최종 프로그램을 제작하였다.

2) 환경관리 가상현실 교육과 인쇄물 교육

몰입형 가상현실 교육에 사용된 디스플레이어는 Oculus 사의 OCULUS RIFT DK2 Head Mount Display (HMD) (Facebook Technologies LLC, Menlo Park, CA, USA) 시스템을 이용하여 컴퓨터 앞에 앉아서 교육을 받고, 이때 대상자의 눈앞에 나타나는 화면의 모양은 Fig. 1과 같다. 가상현실의 구현을 위해 사용되는 장치인 HMD는 사용자의 머리에 착용하는 디스플레이어로 외부환경을 완벽히 차단하고, 이미지, 영상과 음성 등을 생생하게 전달하여 마치 현실인 것처럼 느끼고 몰입하게 하는 장치이다.¹³ 대조군은 기존에 진료실에서 천식 환자를 대상으로 환경관리교육에 사용하는 인쇄물을 이용하여 천식전문의료인이 같은 시간 동안 구두로 설명하였다. 교육 시간은 가상현실군과 대조군 모두 동일하게 15분으로 하였다.

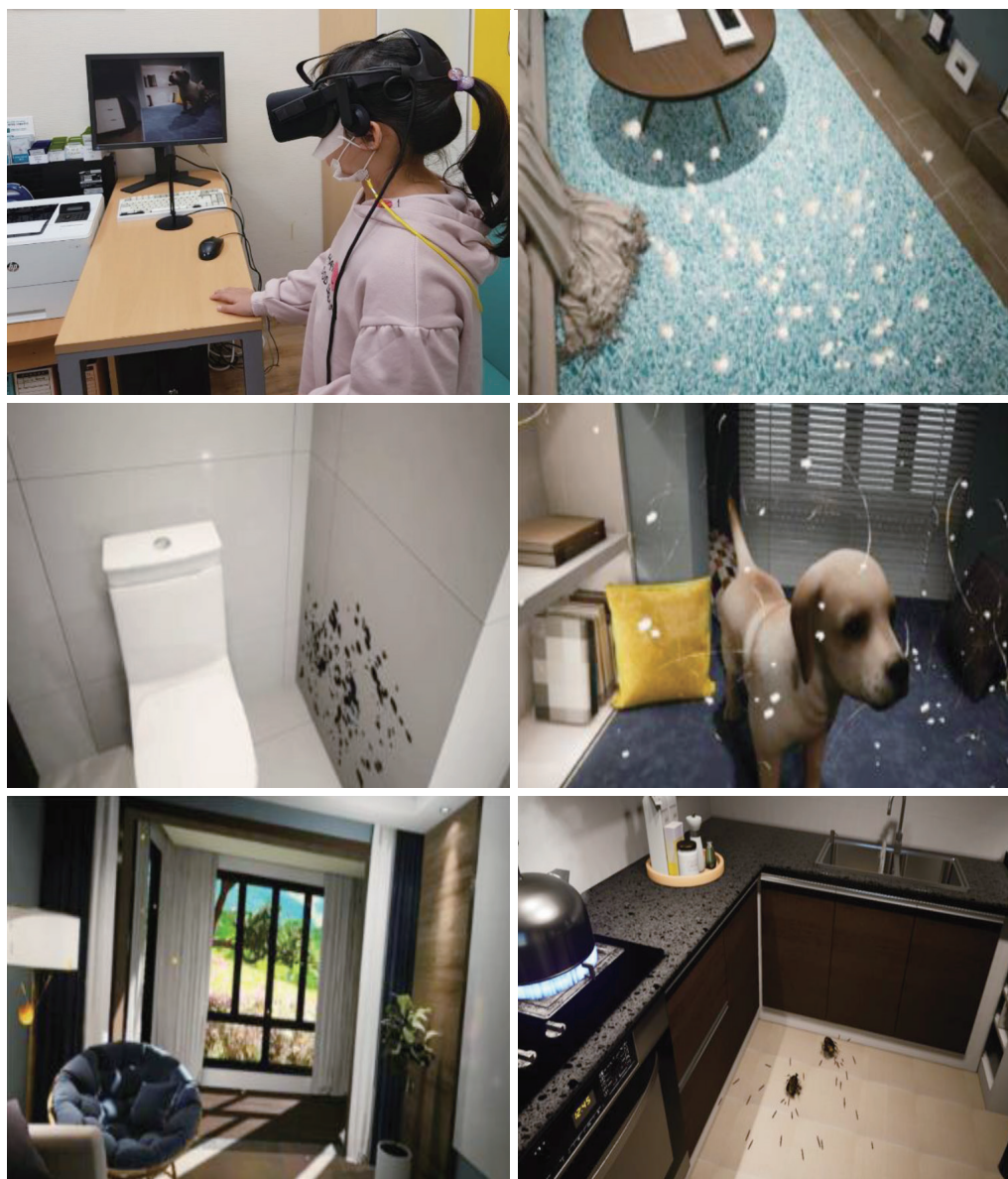


Fig. 1. OCULUS RIFT DK2 Head Mount Display virtual reality system and screen.

3) 교육효과 평가 설문조사

환경관리 교육 효과의 평가는 천식 질환에 대한 이해도 평가를 위한 천식 환경관리인식도 설문, 교육을 통해 습득한 지식에 대한 기억력 테스트로 환경관리 기억력 검사, 앞으로 천식 악화의 예방을 위한 환경관리 실천의지 관련 설문을 교육 직전, 직후 및 4주 후에 각각 시행하였다. 천식 환경관리인식도 검사설문은 천식과 환경관련 5문항으로, ‘그렇다/아니다/모르겠다’의 3점 척도로 평가하였다(Supplementary Table 1). 환경관리 기억력 평가 설문은 총 10문항으로 가상현실 또는 인쇄물을 통해 학습한 천식 환경관리 방법 중 ‘천식 질환을 일으키는 원인 물질을 모두 고르세요, 천식 질환을 악화시키는 물질을 생각나는 대로 모두 고르세요’의 두 항목은 6가지

지 옳은 예시를 제시하고 모두 고르게 하여 정답 수에 따라 점수를 계산하였고, 나머지 8개 항목은 ‘예/아니오’로 답을 하게 하여 정답인 경우 1점을 부여하였다(Supplementary Table 2). 환경관리 실천의지 설문은 환경관리에 대한 실천의지가 얼마나 강한지 평가하기 위해 10문항으로 구성하여, 각 문항에서 ‘전혀 그렇지 않다/그렇지 않다/보통이다/그렇다/매우 그렇다’의 5점 척도로 점수가 높을수록 강한 실천의지를 나타낸다(Supplementary Table 3). 마지막으로 만족도 설문은 가상현실군에서만 교육 후 1회 시행하였고 가상현실 교육에 대해 환자들이 얼마나 긍정적으로 반응하는지를 측정하기 위한 5문항이며 각각 ‘전혀 그렇지 않다/그렇지 않다/보통이다/그렇다/매우 그렇다’의 5점 척도로 이루어져 있고 점수가 높을수록

Table 1. Clinical characteristics of study subjects

Characteristic	Virtual reality (n = 15)	Control (n = 15)	P-value
Age (yr)	11.7 ± 2.5	13.2 ± 2.6	0.123
Boy:girl	6:9	11:4	0.070
IgE (IU/mL)	188.7 (38.5–925.2)	235.1 (68.7–804.3)	0.686
Eosinophils (%)	2.29 (0.64–8.25)	3.10 (1.77–5.42)	0.402
ECP (μg/mL)	14.4 (4.66–44.7)	8.58 (3.16–23.3)	0.196
FEV ₁ (%pred)	92.1 ± 9.3	91.4 ± 12.6	0.290
FVC (%pred)	90.7 ± 10.7	96.7 ± 17.6	0.255
FEV ₁ /FVC (%)	88.2 ± 8.3	85.3 ± 7.3	0.313
FEF _{25%–75%} (%pred)	100.4 ± 33.2	91.9 ± 23.1	0.424
FeNO (ppb)	15.0 (6.23–36.2)	15.2 (7.39–31.2)	0.955
MChPC ₂₀ (mg/mL)	3.94 (0.76–20.3)	5.10 (0.76–34.5)	0.694

Values are presented as mean ± standard deviation (SD) or geometric mean (range of 1 SD).

ECP, eosinophil cationic protein; FEV₁, forced expiratory volume in 1 second; FVC, forced vital capacity; FEF_{25%–75%}, forced expiratory flow between 25% and 75% of FVC; FeNO, fractional exhaled nitric oxide; MChPC₂₀, provocative concentration of methacholine causing a 20% decline in FEV₁.

만족도가 높은 것으로 평가하였다(Supplementary Table 4).

4) 천식 조절상태 평가

천식 조절상태 평가는 임상 조절 상태를 평가하는 객관적 도구로¹⁴ 12–13세 대상자들에게는 Asthma Control Test (ACT)를 이용하였다.¹⁴ 9–11세의 대상자는 Childhood-ACT (C-ACT)를 이용하였고¹⁵ 설문은 총 7문항으로 구성되어 4문항은 각 0–3점, 총 12점으로 환자 본인이, 다른 3문항은 각 0–5점, 총 15점으로 환자의 보호자가 답하도록 하였다. 천식 조절상태는 교육전과 4주 후 2번 평가하였다.

5) 통계 분석

연구 대상자의 일반적 특성과 설문 점수는 평균 ± 표준편차 또는 빈도로 나타났다. 두 군에서 평균의 차이 분석은 독립표본 t-검정을 이용하였고, 교육 전, 직후, 4주 후 평균의 차이는 반복측정 분산분석을 이용하였다. 설문 수집된 자료는 IBM SPSS Statistics ver. 22.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 통계프로그램을 이용하였고, P-value가 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 대상자의 특징

대상자 총 30명 중 남아가 17명(56.7%)이었고, 연령(평균 ± 표준편차)은 12.5 ± 2.6세였다. 천식 유병 기간은 평균 3.2 ± 2.7년이고, 부모 중에 천식으로 진단받은 경우는 4명(26.7%)이었다. 가상현실 군과 대조군에서 혈액 총 IgE 농도, 말초혈액 호산구 분율, 호산구

Table 2. Prevalence of positive skin prick test results in study subjects

Parameters	Virtual reality	Control	P-value
House dust mites	13 (86.7)	12 (80.0)	1.000
Mold	1 (6.7)	4 (26.7)	0.330
Animal dander	7 (46.7)	8 (53.3)	1.000
Pollen	6 (40.0)	9 (60.0)	0.233
Cockroach	0 (0)	2 (13.3)	0.241

Values are presented as number (%).

양이온단백 농도 및 기저폐기능은 차이가 없었다. 호기산화질소 농도 및 메타콜린 기도과민성도 두 군에서 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

2. 알레르겐 감작

Table 2는 대상자의 피부단자시험 알레르겐 감작 결과이다. 대상자 30명 모두 1가지 이상의 흡입알레르겐 그룹에 양성을 보였으며, 종류별로 보면 집먼지진드기 25명(83.3%), 곰팡이 5명(16.7%), 동물털 15명(50.0%), 꽃가루 15명(50.0%), 바퀴 2명(13.3%)이었고, 두 군 간에 감작된 알레르겐 종류의 유의한 차이는 없었다.

3. 환경관리 교육효과 설문

Fig. 2에서 두 군 모두 교육 직후 환경관리 인식도, 기억력과 실천 의지에서 유의하게 점수가 향상되었으며, 이는 교육 4주 후에도 변함없이 높게 유지되었다. 그러나 두 군 간에는 교육 전, 교육 직후, 교육 4주 후 시행한 환경관리 인식도, 기억력, 환경관리 실천의지 설문 점수는 유의한 차이가 없었다. 교육 만족도는 가상현실군에서만 평가하였고, 만족도 점수는 ‘흥미, 가상현실 적응도, 알레르기질환 관리 지식에 도움, 환경관리 내용 이해에 도움, 가상현실 교육 재참여 의지’ 모두 5점 만점에 평균 4.40 ± 0.28 점으로 높게 나타났다.

4. 천식 조절상태 평가

천식 조절상태는 각 대상자의 연령에 맞게 ACT 혹은 C-ACT 설문을 이용하였고, 교육 전 점수, 교육 4주 후 점수에서 유의한 향상은 없었으며, 두 군 간에도 유의한 차이는 없었다(Fig. 2).

고 찰

이 연구에서 천식 환경관리 교육용 몰입형 가상현실 콘텐츠를 개발하고 이를 활용한 학습군과 기존 인쇄물 교육군 간의 천식 환경관리 인식도, 기억력, 환경관리 실천의지 및 천식조절상태를 비교하였고, 그 결과 교육군과 대조군에서 모두 교육 전에 비해 교육 후에 환경관리에 대해 높은 인식도, 기억력과 강한 실천의지를 보였고 이는 교육 4주 후까지도 계속 높게 유지되었다(Fig. 3). 가상현실 교육방법에 대한 만족도는 매우 높게 나타나 대상자들이 새로

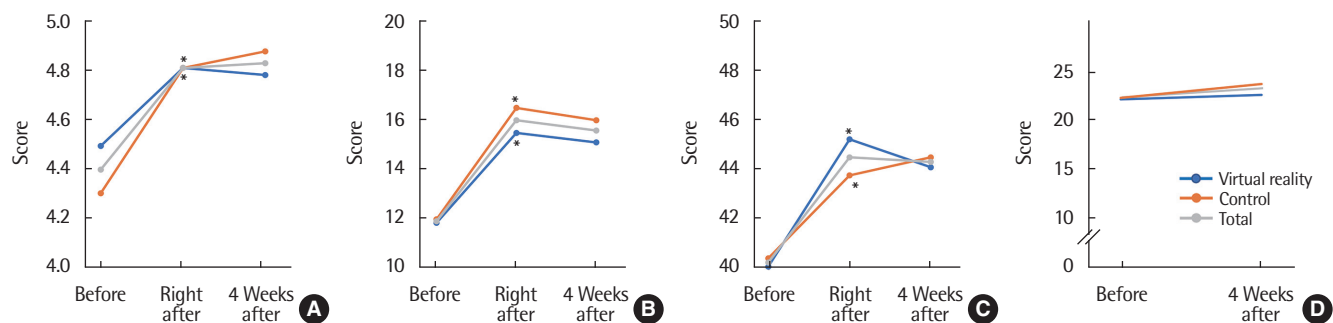


Fig. 2. Awareness of environmental control (A), memory (B), intent to act score (C), and asthma control test result (D). * $P < 0.05$ compared to the before education result.

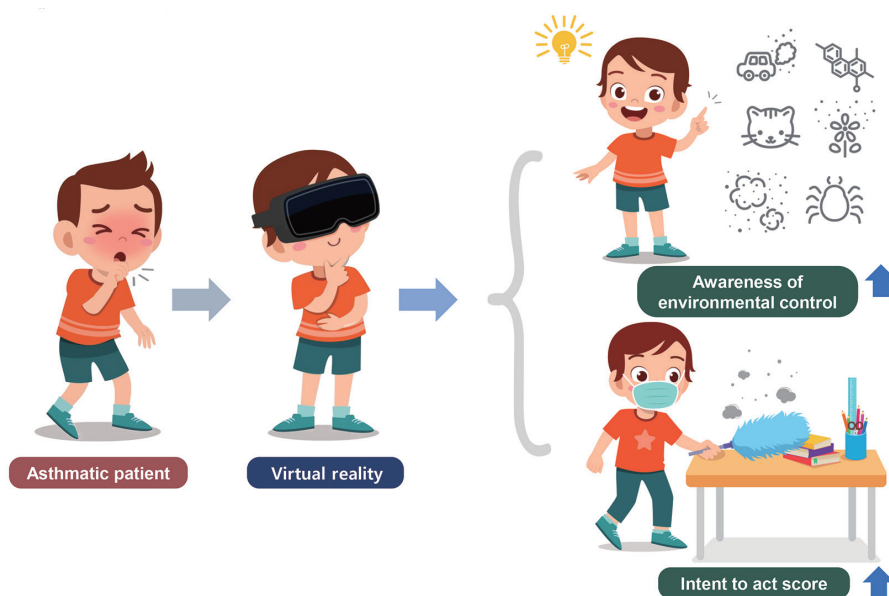


Fig. 3. Environmental management education using virtual reality program.

운 가상현실 교육에 흥미를 갖게되고 이해에 도움이 되어 실천의지에 대한 동기를 유발하는 것으로 보인다.

가상현실은 체험 방식에 따라 비몰입형과 몰입형으로 구분된다. 비몰입형은 별도의 기기를 착용하지 않고 모니터나 프로젝터 등의 영상출력기를 통해 가상세계를 체험하는 것이고, 몰입형은 사용자가 컴퓨터나 모바일 기기와 연결된 HMD를 착용하고 체험하는 가상현실을 지칭한다.¹⁶ 이 연구에서 사용한 몰입형 가상현실은 사용자의 시야를 장악하여, 현실 세계의 시각적 자극이 차단되고, 사용자는 오로지 HMD에서 출력되는 3D 영상만을 받아들리게 된다. 이를 통해 가상세계를 현실세계처럼 경험하는 것이 가능해지고 강력한 실재감과 몰입감이 유도된다.¹⁷ 가상현실 교육은 조작법이 매우 간단하여 누구나 참여할 수 있으며, 교육 시간 동안 공간이동이 자유로이 이루어져 실제 현장에 있는 것처럼 느껴지나, 실제 이동이 필요없어서 어지럼증 등을 유발하지 않고 안전하게 교육이 행해질 수 있다. 이 가상현실 교육은 시각채널과 청각채널을 모두 이

용하여 적당히 교육의 양을 분배 제공하여 높은 교육 효과를 나타낼 수 있다. 이 연구에서 남아와 여아에서, 또 연령에 따라 점수의 차이를 보이지 않았고 큰 불편을 호소하지 않아 누구나 이용 가능할 것으로 생각된다. 다만, 나이가 너무 어린 경우에 현실과 가상현실을 구분하지 못하여 교육 종료 후 약 2-3분 동안 두리번거리며 가상현실을 찾는 듯한 모습을 보여 이것이 실제현실이 아닌 가상현실임을 다시 한번 알려주었다.

최근 교육 기술의 흐름은 에듀테크로, 증강현실과 가상현실, 빅데이터와 인공지능, 사물인터넷, 클라우드, 온라인교육 등이 핵심으로 대두되고 있고, 근래 학습성과를 향상시키기 위한 교육 매체로서 몰입형 가상현실을 이용한 교육이 점차 증가하고 있다.^{8,10} 지금까지 가상현실의 적용은 게임이나 의료분야, 일부 제한적인 체험 공간에서의 실험 수준 정도였으나, 최근 스마트폰이나 가상현실 헤드셋과 같은 접근성이 용이한 디바이스들의 출현으로 다양한 콘텐츠의 확장이 가능해지고 교육적 활용이 늘고 있다.¹⁶ 그러나, 현재까

지 보건의료에 활용하는 연구로는 기능성 게임 개발¹⁸ 혹은 경도인 지장애 환자를 대상으로한 몇몇 연구 결과가 보고되고 있을 뿐이며,^{11,12} 알레르기천식과 같은 환경관리 교육과 실천이 중요하게 요구되는 환경성질환에의 적용은 아직 활발하지 않은 상태이다.

지금까지 천식 환자를 대상으로 한 교육은 주로 병원 내에서 그림책자를 제공하거나,¹⁹ 소집단교육을²⁰ 통해 이루어졌고, 그 결과 자기관리능력 증진, 자기효능감 향상 등 긍정적으로 나타났다. 하지만 이러한 교육 방법은 대개 소규모로 이루어지거나 훈련을 받은 전문의료인력의 도움을 필요로 하여 지속적이고 대규모로 활용하는데 한계가 있다. 가상현실 학습은 기존의 교육 방식에 비해 현존감과 몰입이 상대적으로 높은 매체적 특성으로 학습성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며,⁷ 이 연구에서 개발된 환경관리 프로그램은 특별한 의료진의 도움없이도 환자가 교육을 받을 수 있다. 또한 향후 의료접근성이 소외된 지역이나 대상에게도 같은 수준의 교육을 제공할 수 있다는 장점이 있겠다. 이러한 천식 환경관리 가상현실 콘텐츠 개발이 아직 초기적인 시도임을 감안할 때 추후 더 정교한 환자들의 질병 조절 상태나 인식도 개선에 더욱 밀접한 이론적 틀을 바탕으로 개발되고 활용된다면 더 좋은 교육 효과와 질병예방 성과를 보일 수 있을 것이다.

이 연구에서는 참가자들이 교육 후 장기적인 천식 환경관리 인식도 향상과 기억력을 증가시키고 환경관리에 대한 실천의지를 높여 더욱 효과적으로 질병의 조절 상태를 유지하고자 함을 알 수 있었다. 천식 환경관리에 대한 인식도는 천식이 환경과 관련된 질환이며 평소 환경관리가 중요하다는 점을 인식하고 있는지에 대한 설문이며, 교육전에 비해 교육 후 두 군에서 모두 유의하게 값이 증가하였다. 이는 천식에 대해 막연히 알고 있었던 발병 원인이나 악화인자가 우리 생활과 밀접한 연관이 있는 환경적인 요인임을 다시 한번 인식하게 해 준 것이라 볼 수 있다. 기억력도 두 군에서 모두 교육 4주 후에도 유의미하게 높은 점수가 유지되어 지속적으로 효과를 보이는 것으로 나타났다. 사회인지학습이론에서는 기억은 주의와 학습 과정을 통해 정보의 저장과 유지를 담당하는 역할을 수행하는데,²¹ 장기기억은 가상현실이 제공하는 시각적인 환경이미지가 이해단계나 단기기억 단계를 넘어 뇌 속에서 공고화된 개인정보의 연결망을 구성하여 최종적인 개인의 일부로 자리잡게 되는 것이다.⁵ 두 군 모두 처음 교육 후 4주 사이에 추가적인 교육을 시행하지 않았음에도 스스로 흥미를 느껴 환경관리를 지속했다고 하는데, 이것은 가상현실 교육을 통해 환자들이 교육 내용을 체험으로 익히게 되고 흥미를 느껴 실천의지의 동기를 얻게 된 것으로 볼 수 있겠다. 이러한 적절한 가상현실을 이용한 교육이 환자들의 긍정적 정서와 동기유발을 자극하고 이것이 능동적, 지속적 실천으로 연결되어 궁극적으로 좋은 교육적 효과를 이루게 되었을 것이다. 실천 의지 점수 향상도 대상 아동들이 평소 자주 접하지 않는 환경관리 주제를 가상현실을 이용해 교육함으로써 흥미와 관심을 가지고 공

감하도록 도와준 것이 실천의지를 함양하는데 도움이 되었다고 생각한다. 대조군에서도 비슷한 정도의 기억력과 강한 실천의지 향상을 보였는데, 이는 진료실에서 전문의료진이 상세한 구두 설명을 같이 해주었기 때문일 것이다. 교육만족도는 피교육자가 느끼는 교육적 경험의 긍정적 정도이며, 주의집중, 관련성, 자신감 등의 충족에서 오는 총체적 결과로서 학습자의 학습성과를 측정하기 위한 보편적인 지표로 활용된다.²² 감각적 몰두라는 가상현실 교육의 중요한 특성요인이 교육만족도에 영향을 미친다고 하겠다.

한편, 천식조절상태에 대한 평가 결과 대상자의 연령에 따라 각각 C-ACT 또는 ACT를 이용한 교육전 천식 조절상태 평가에서 가상현실군과 대조군 모두 대부분 잘 조절되는 점수를 보였고, 교육 4주 후 실시한 평가에서도 두 군에서 유의한 차이는 없었고, 두 군 모두 교육 전과 비교해서도 유의한 차이는 없었다. 이는 원래 천식이 대부분 잘 조절되고 있는 대상자들이어서 교육 후 유의하게 점수가 높아지지는 않았을 것으로 생각한다.

기존의 소아를 대상으로 한 교육 방식에서 발견된 한계점을 살펴보면, 주로 교육 내용 자체에 대한 이해 부족과 집중력 저하 등이 있다. 가상현실은 현실이 아닌 가상의 공간으로 여겨져 왔으나 앞으로는 또 하나의 확장된 공간으로 멀티미디어 교육 콘텐츠로서의 하나의 독립된 특성을 가지고 새로운 영역을 확보해야 할 것이다. 또 소아 천식 환자를 돌보는 보호자를 대상으로 가상현실을 이용한 교육 결과, 대부분 만족하고, 반수 이상에서 기존의 교육방법에 비해 효과적이라고 답을 했지만, 장소나 기구의 제한이 다수가 이용하는데 걸림돌이 될 수 있음을 지적하였다.²³ 앞으로 다양한 가상현실 교육 콘텐츠의 개발과 그 효능이 검증되어 반복적인 교육이 필요한 만성환경성질환 예방과 관리에 일반화된 교육시스템으로써의 교육콘텐츠가 널리 활성화되기를 기대한다. 특히 호기심이 많고 새로운 매체에 대해 거부감이 적은 소아 환자들에게서 기존의 책자나 구두 설명보다 더 흥미있는 방식으로 더욱 강력한 몰입효과를 보여주어 더 높은 교육효과를 이끌어낼 수 있을 것이다. 앞으로 5G망 구축의 확대와 하드웨어 기술개발이 진전된다면 더욱 활발한 교육 콘텐츠의 개발이 활성화될 것으로 본다.⁹ 다만, 가상현실 교육 콘텐츠는 수익 창출을 우선으로 하거나 불특정 다수를 상대로 하는 영리 목적이 아니기 때문에 개발과 활용에 공익사업의 일환으로 진행하는 것이 바람직할 것으로 생각한다.

이 연구에서 대상자들은 교육 시간 동안 어지럼증, 헤드셋 착용의 답답함, 또는 장비사용의 어려움 등을 호소하지는 않았으나, 가상현실교육을 처음 접하는 참여자가 중요 교육 콘텐츠가 아니라 배경을 둘러보는데 많은 시간을 할애하여 주의가 약간 산만해질 수 있다는 것도 개선해야할 점으로 생각한다. 다른 제한점으로는 가상현실 콘텐츠 개발에 기술적인 개발 전문가의 도움이 필요하여 시일이 소요된다는 점, 교육 효과를 평가하기 위한 객관적 지표 개발이 필요하며, 그리고 더욱 교육 내용에 몰입할 수 있는 환경을 만

들기 위해 완벽한 외부 자극 차단이 필요하겠다. 현재와 같이 가상 현실 공간 내 사물을 관찰/경험하게 하는 학습에서 나아가 앞으로는 피교육자가 능동적으로 가상현실 속의 실내환경을 스스로 자유롭게 탐색하고 조작하는 발전된 기법으로 환경관리 중재효과를 바로 느낄 수 있도록 하는 기법을 개발하여 적용하는 것이 필요하다. 추후 환경관리 교육에 이용뿐 아니라 환자들이 실제로 가상현실에서 환경관리를 행동으로 실천하고 이러한 실천 결과 환경 개선 및 질병 완화와 이어지는 피교육자와 상호작용을 하는 콘텐츠를 개발 예정에 있다.

이 연구에서 가상현실 교육은 장기기억의 검증을 통해 교육콘텐츠로서의 기본적인 학습요건을 만족하고 있는 것으로 나타났으며, 단순지식 전달이 아닌 콘텐츠 경험을 보다 효율적으로 전달하는 매개체임이 확인되었다. 연구 결과 천식 환자들이 환경관리 지식을 빠르게 습득하고 장기적으로 기억하며 강한 실천의지를 보이는 것으로 나타나, 몰입형 가상현실 환경관리 교육은 교육에 대한 긍정적인 정서를 갖게 하고 궁극적으로 더 나은 천식 조절 상태에 이르게 하는 것으로 생각된다. Coronavirus disease 2019 대유행 등의 이유로 비대면 교육환경이 증가하고 있는 현대 교육 시스템은 다양한 감각을 자극하면서 장소의 제한 없이 접할 수 있는 교육 환경을 더욱 필요로 할 것이다.

앞으로 교육 분야에 인공지능, 정보통신기능 등 새로운 기술을 결합하여 교육 효과를 높이고자 하는 시도가 더욱 활발하게 이루어질 것으로 예상된다. 이 연구 결과는 가상현실 교육의 이론적 토대를 강화하고 양적, 질적으로 발전된 교육을 통해 학습 효과 향상을 도모하고 나아가 질병 관리에 긍정적인 영향을 미칠 수 있도록 하는 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 또한 다양한 콘텐츠 개발로 소아의 다른 만성 질환의 관리에도 적용하여 예방 및 질환 개선 효과를 이루는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

부 록

Supplementary Tables 1-4는 온라인(<http://www.aard.or.kr/src/sm/aard-10-33-s002.pdf>)을 접속하여 볼 수 있습니다.

REFERENCES

1. Woo H, Samra MS, Lim DH, Kim JH. Current asthma prevalence using methacholine challenge test in Korean children from 2010 to 2014. *J Korean Med Sci* 2021;36:e130.
2. Yoo Y, Perzanowski MS. Allergic sensitization and the environment: latest update. *Curr Allergy Asthma Rep* 2014;14:465.
3. D'Amato G, Holgate ST, Pawankar R, Ledford DK, Cecchi L, Al-Ahmad M, et al. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *World Allergy Organ J* 2015;14:25.
4. Ho J, Bender BG, Gavin LA, O'Connor SL, Wamboldt MA, Wamboldt FS. Relations among asthma knowledge, treatment adherence, and outcome. *J Allergy Clin Immunol* 2003;111:498-502.
5. Lee D, Lee S, Jeong EJ. The long-term memory effects of virtual reality edutainment with HMD. *J Korea Game Soc* 2018;18:69-76.
6. Park H, Sohn E. Korean research trends on the educational effects of media based on virtual reality and augmented reality technology. *J Learn Cent Curric Instr* 2020;20:725-41.
7. So Y. The impact of academic achievement by presence and flow-mediated variables in a simulation program based on immersive virtual reality. *J Commun Des* 2016;10:56-68.
8. So Y. Relationship with educational effects and medium characteristics in virtual reality learning based on immersion gear VR. *J Commun Des* 2016; 54:227-37.
9. Lee JH. A study on the revitalization of virtual reality-based education. *J Korean Soc Des Culture* 2019;25:358-66.
10. Kim TH, Ko JW. The effects of immersive virtual reality learning on middle school students' learning outcomes. *J Educ Infor Media* 2019;25:99-120.
11. Hwang JH, Park MS. Effect of a dual-task virtual reality program for seniors with mild cognitive impairment. *Korean J Clin Lab Sci* 2018;50: 492-500.
12. Park JH. Effects of spatial cognitive training based on virtual reality on prefrontal cortex of older adults with mild cognitive impairment: Single subject design. *J Korean Soc Cogn Rehab* 2019;8:23-41.
13. Shim JY, Yoo HS, Sung HS. Development of virtual reality simulation game synchronized with real robot. *J Korea Game Soc* 2018;18:33-42.
14. Nathan RA, Sorkness CA, Kosinski M, Schatz M, Li JT, Marcus P, et al. Development of the asthma control test: A survey for assessing asthma control. *J Allergy Clin Immunol* 2004;113:59-65.
15. Kim HS, Kim YH, Lee HS, Han YK, Park YA, Kim KW, et al. Utility of tools for the assessment of asthma control in childhood asthma. *Allergy Asthma Respir Dis* 2015;3:261-6.
16. Jeong JY, Seo SJ, Han YJ, Jeong H. A study on language anxiety and learning achievement through immersive virtual reality English conversation learning program. *J Korea Converg Soc* 2020;11:119-30.
17. Han KS, Cho JH. The effect of presence and engagement in HMD (Head Mounted Display) virtual reality advertising on attitude and memory. *J Korea Converg Soc* 2019;10:139-46.
18. Lee HR, Jeong EJ. An overview of using serious games for the effective development in health and medicine. *J Korea Game Soc* 2013;13:73-90.
19. Yim S. The effects of an asthma management education program for preschoolers. *J Korean Acad Nurs* 2014;44:189-97.
20. Yoo YS, Cho OH, Jung HS. Effect of asthma management educational program on the disease related knowledge, stress, and self-efficacy of asthmatics allergic to house dust mite. *Korean J Adult Nurs* 2004;16: 617-25.
21. Bandura A. Social learning theory. In: Wolman BB, Pomroy LR, editors. *International encyclopedia of psychiatry, psychology, psychoanalysis, and neurology* (vol. 10). New York: Van Nostrand Reinhold, 1977.
22. Choi B, Yoo S. Analysis for SEM of ARCS factor and persistent learning-intention in educational mobile app. *J Inst Internet Broadcast Commun* 2013;13:239-46.
23. Real FJ, Zackoff M, Beck AF, Flein MD. Ready player: the use of virtual reality in paediatric asthma education. *Med Educ* 2019;53:519-20.