

가상현실 기반 가정환경 수정에 관한 내러티브 문헌 고찰

황나경¹, 심선화^{2*}

¹서울특별시북부병원 작업치료사, ²전주대학교 작업치료학과 교수

A Narrative Review of Home Modification Using Virtual Reality

Na-Kyoung Hwang¹, Sun-Hwa Shim^{2*}

¹Occupational Therapist, Dept. of Occupational Therapy, Seoul North Municipal Hospital

²Professor, Dept. of Occupational Therapy, College of Medical Science, Jeonju University

요 약 본 고찰은 가상현실 기반 가정환경 수정 프로그램들을 살펴봄으로써 향후 국내 가상현실 기반 가정환경 수정 프로그램 개발과 적용에 대한 기초자료를 제공하고자 한다. 문헌고찰을 위해 Medline, Embase, Scopus 등의 데이터 베이스와 수기검색을 이용하여 2011년 1월부터 2021년 6월 현재까지 가상현실을 이용한 가정환경 수정을 다루는 있는 학술연구, 컨퍼런스 및 심포지엄 속의 연구 등을 수집하였다. 선정기준을 통해 총 7편의 연구를 선정하였으며, 선정된 연구들은 가정환경 수정을 위한 가상현실 프로그램 프로토타입 개발 및 프로그램의 수용성 및 사용성 등에 대한 양적, 질적 연구들로 나타났다. 가상현실을 이용한 가정환경 수정 프로그램은 가정환경 수정에 관여하는 이해당사자들을 위해 다양한 목적으로 개발, 적용되고 있으며, 가정환경 수정 전문가 양성 및 이해당사자들을 위한 시뮬레이션 교육 프로그램과 원격 가정환경 평가, 수정 프로세스에 있어 클라이언트의 참여와 가정환경 수정에 관여하는 여러 이해당사자들과의 소통과 협업을 촉진시키는 도구로 사용될 수 있다. 향후 국내 주택의 특성을 반영한 가상현실 기반 가정환경 수정 프로그램 개발 및 실행가능성에 대한 연구가 이루어져야 할 것이며 가정환경 수정 현장에서 프로세스를 지원하는 도구로서의 활용을 기대한다.

주제어 : 가정환경 수정, 가상현실, 교육, 평가, 협업

Abstract This review aims to identify the virtual reality (VR)-based home modification programs and provide basic data for the future development and application of domestic VR-based home modification programs. We collected the studies of academic publication or conference, symposium addressed VR-based home modification from January 2011 to June 2021 using hand searching and databases such as Medline, Embase, and Scopus. A total of 7 studies were selected through selection criteria, and the studies were quantitative and qualitative studies on the development of VR prototype for home modification and the acceptability and usability of the programs. VR-based home modification have been developed and applied for various purposes for stakeholders involved in home modification. It can be used as the tools for fostering experts in home modification, evaluating the home environment remotely, and facilitating communication and collaboration with the stakeholders in the modification process. In the future, studies on development and feasibility of VR-based home modification program reflecting the characteristics of domestic housing should be conducted, and it is expected to be utilized as a tool to support the home modification process.

Key Words : Home modification, Virtual reality, Education, Evaluation, Collaboration

*Corresponding Author : Sun-Hwa Shim(2000choeun@daum.net)

Received October 7, 2021

Revised October 19, 2021

Accepted December 20, 2021

Published December 28, 2021

1. 서론

가정환경 수정은 기능적 제한을 가진 클라이언트의 작업수행을 향상시키고 환경적 장벽을 줄이기 위해 사용하는 일반적인 보상 전략으로[1] 작업치료 이론의 틀인 ‘사람-환경-작업(person-environment-occupation; PEO)’ 모델에 기반 하여 실행되어왔다[2]. 클라이언트 개인의 능력과 환경사이의 불일치는 작업수행의 어려움을 가져온다[3]. 이는 돌봄에 대한 타인의 부담 증가시키고 클라이언트의 의료보호기관 입소에 결정적 영향 요인이자 가족 및 국가 보건의료시스템의 재정적 부담을 증가시키는 원인이 된다[4]. 더불어 최근 고령인구와 만성질환 유병율의 증가는 ‘주거관련 장애’와 같은 환경적 장벽에 의해 영향을 받는 인구의 증가를 야기 시키고 있으며[5], 이들의 일상생활활동(activities of daily living; ADL)에 대한 참여 제한과 가정 내 안전에 대한 위험이 전 세계적 보건의료 이슈로 제기되고 있다[1].

가정환경 수정 중재를 제공하는 작업치료사는 평가와 임상적 추론을 통한 문제해결 프로세스의 활성화, 예방 및 환경적 적응 등에 대한 광범위한 실무지식을 갖춘 전문가로[6] 클라이언트의 안전하고 원활한 작업수행을 지원하는 환경을 위해 클라이언트의 장애정도와 공간 설계를 평가하고, 적합한 보조기술을 선택, 적용하는 복잡한 과정을 수행한다[7]. 작업치료사가 개입하는 환경평가와 수정은 인지, 심리사회, 신경행동 등 클라이언트의 개인적 요인과 그들이 참여하는 ADL, 환경에 대한 전인적 평가와 사람, 활동, 환경에 초점을 둔 전략적 중재를 포함한다. 가정환경 수정 중재에는 가정 내 공간의 구조적 변경이나 계단 리프트 설치 등의 구조적 수정(structural modification), 위험 요소 완화를 위한 바닥 깔개 제거, 미끄럼방지 스트립 적용 등의 재료적 적응(material adaptation) 중재, 가정 내 위험 인식 개선과 예방적 행동 변화 등의 행동적 적응(behavioural adaptation) 중재, 보조기술 및 장비에 대한 평가와 제공 등이 있다[8,9]. 여러 선행 연구들을 통해 가정환경 수정 중재가 클라이언트 낙상위험 감소와 기능 향상[1,10], 활동 수행에 대한 클라이언트의 자기인식 향상에 긍정적 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있다[11].

가정환경 수정에는 클라이언트와 작업치료사를 비롯한 다양한 이해당사자들이 참여한다. 최적의 가정환경 수정을 위해서는 가정 내 환경 장벽을 식별하고 이를 해결하기 위한 구조적 변경 및 보조기술의 사용, 클라이언트의 작업 참여 방식 변경 등에 대한 이해당사자들의 공동

의 이해와 협력이 필요하다[12]. 가정환경 수정 중재를 주도하는 작업치료사와 타 분야 전문가들 사이의 소통의 부재는 원활한 가정환경 수정 프로세스의 진행을 저해하며 클라이언트의 필요와 요구가 반영되지 않는 환경수정의 결과들을 가져와 클라이언트의 환경에 대한 부적응과 만족감 저하를 가져올 수 있다[13-15]. 또한 중재안에 대한 클라이언트 및 이해당사들과의 조정과 협력 과정에 있어 주로 사용되어온 공간설계, 보조 장비에 대한 2D 도면, 온라인 이미지 인쇄물 등은 가정환경 수정에 대한 이들의 충분한 이해를 돕는데 제한적이며, 특히 보조 장비를 데모체험 없이 이미지 자료만을 사용할 경우 이들이 보조 장비의 적용을 상상하거나 추측하기 어려울 수 있다[16].

작업치료사를 비롯한 가정환경 수정에 관여하는 여러 전문가들은 클라이언트의 가정을 여러 차례 방문하게 된다. 환경수정 프로세스의 원활한 진행과 최적의 결과를 얻기 위해 불가피한 일이나 수차례에 걸친 가정방문은 비용과 시간 등 자원 이용의 비효율을 야기시킬 수 있으며[17,18], 일부 클라이언트에 있어 중재자의 가정방문이 스트레스와 불안을 유발시키고 자신의 이동성에 대한 능력을 평가받는다고 여겨 가정환경 수정에 대한 부정적 인식을 가질 수 있다고 보고된 바 있다[19,20].

가상현실(virtual reality; VR)이란 컴퓨팅 기술을 기반으로 특정 환경이나 상황을 3차원 공간으로 재현하여 사용자로 하여금 3차원 공간 안에서 현실감 있는 다양한 경험을 가능하게 하는 인간-컴퓨터 간 인터페이스이다[21]. 가상현실에 있어 교육적 측면의 가치는 사용자가 실제 상황에서 발생할 수 있는 위험이나 오류를 경험하지 않고, 목표한 상황에 대한 직접 경험을 할 수 있게 하는 것에 있다[22]. 특히 보건의료 영역은 위험감수와 직접경험이라는 가상현실의 교육적 측면이 유용하게 적용되는 분야이다. 보건의료 서비스 대상인 클라이언트가 실제 상황에 직면하지 않고 목표한 행위를 연습, 경험할 수 있으며, 서비스 결과를 예측할 수 있다는 점에서 매우 유용하다[23]. 최근 가정 방문 없이 가정환경을 가상현실에서 구현하여 환경적 장벽에 직면한 클라이언트가 가정환경 수정 프로세스에 참여할 수 있도록 돕는 기술들이 사용되고 있다. 사용자 중심의 보건의료 접근을 가능하게 하는 이헬스 기술(e-health technology)이 적용된 가상현실은 사용자가 다양한 가상 환경과 상호작용함으로써 가정환경 수정 프로세스에 있어 중재 제공자와 클라이언트의 협력을 촉진시키고 환경수정 후 적응에 대한 클라이언트의 통찰력을 높이게 한다[24]. 또한 농촌지역에 거

주하는 클라이언트의 가정환경 수정 서비스에 대한 접근성을 높이고, 평가에 소요되는 비용과 시간을 감소시켜 자원의 효율적 이용에 기여한다[1]. 그러나 국내의 가정환경 수정을 지원하는 가상현실 프로그램은 지극히 제한적이며, 이와 관련한 실행가능성 및 사용성에 관한 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 고찰에서는 가상현실 기반 가정환경 수정 프로그램들을 살펴봄으로써 향후 국내 가상현실 가정환경 수정 프로그램 개발과 적용에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 고찰은 2011년 1월부터 2021년 6월 현재까지 가상현실을 이용한 가정환경 수정을 다루는 있는 학술연구, 컨퍼런스 및 심포지엄 속의 연구 등 수집하여 종합적으로 분석하는 문헌분석 방법(text analysis method)을 사용하였다. 데이터베이스는 Medline, Embase, Scopus 등을 사용하였으며, 검색어로서 ‘home modification’, OR ‘residential modification’, OR ‘environmental modification’, OR ‘home adaptation’, OR ‘housing adaptation’, AND ‘virtual reality’ OR ‘mixed reality’, OR ‘3D’ 등을 사용하였다. 관련 검색어를 활용하여 수기 검색을 포함하여 총 130편의 문헌을 검색하였

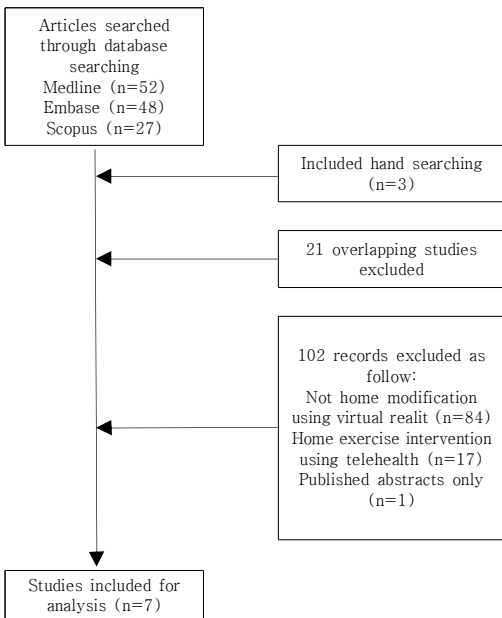


Fig. 1. Flow chart of literature selection process

다. 대상 문헌 선정 기준은 1) 가상현실을 이용한 가정환경수정 프로그램 개발 연구, 실행가능성, 사용성 연구 또는 중재 효과성 연구, 2) 2010년부터 현재까지 학술지 게재 또는 컨퍼런스 및 심포지엄에서 발표된 연구 3) 전문을 획득할 수 있는 연구, 4) 영어로 작성된 연구이다.

검색을 통해 총 130건의 자료를 수집하였으며, 중복 자료를 제외한 후 선정기준을 적용하여 최종적으로 7편의 연구를 추출하였다. 자료의 수집 및 추출 과정은 Fig. 1과 같다.

3. 결과 및 논의

3.1 선정된 연구의 특성

본 고찰에 포함된 연구들은 유용성 및 학습목표 달성에 대한 기술적 연구[23], 가상현실 프로토타입 개발[28] 및 개발된 프로토타입에 대한 수용성, 사용성 등에 대한 양적[24,35], 질적 연구[37,38,44]로 나타났다. 연구대상자는 작업치료, 물리치료 전공학생[23], 작업치료사 [24,38,44], 고령자[24,37], 엔지니어 및 프로토타입 개발자[24], 보호자[35] 등이었다.

3.2 가상현실과 가정환경 수정

가정환경 수정 중재는 항상 긍정적인 결과만을 가져오지 않는다. Nygard 등[25]은 클라이언트 가정에서 가정환경 수정 중재안의 50%가 사용되고 있지 않다고 하였으며, Scott 등[26]은 처방된 보조 장비의 29.3%가 사용되지 않거나 폐기된다고 하였다. 이에 대한 주요 원인은 클라이언트와의 적절한 협력이나 협의 없이 가정환경 수정에 대한 결정이 이루어지기 때문인 것으로 나타났다 [26,27]. 고령자와 장애인들의 상당수가 가정환경의 장벽을 경험하고 있지만 클라이언트의 가정환경 수정에 대한 인식의 저하와 의사결정을 돕는 정보의 부족은 가정환경 수정 접근과 원활한 프로세스를 어렵게 만드는 요인이 되고 있다[28]. 더불어 여러 기관과 전문가들의 개입에 따른 환경 수정 프로세스의 복잡성과 이들 간의 소통, 협력의 어려움은 프로세스를 지연시키고 부정적 결과를 가져온다[15]. 그러므로 가정환경 수정 프로세스에서 여러 이해 당사자들 간의 협업과 참여를 촉진시키고 의사결정을 공유하기 위한 적절한 대안을 모색하는 것이 필요하다.

작업치료사는 보조 장비 구입과 적용, 구조적 변경, 재

료적 적응 등 환경적 요소 수정을 위해서는 공간적 요구와 장비 배치에 관한 문제를 다룬다. 이를 위해 여러 차례 수행되는 가정방문은 소요되는 시간과 비용 등에 있어 자원의 비효율적 분배를 야기하기도 한다[17,18]. 또한 가정환경 수정 전문가 양성의 측면에서 환경수정에 대한 교육과 훈련이 작업치료 인종 교육과정에 포함되어 있지 않아 학습의 기회가 제한적이며, 직접 대면을 통한 가정환경 수정에 대한 학습의 방법을 선택하는 것 역시 쉽지 않다[28]. 따라서 가정환경 수정 전문가 양성과 환경수정에 대한 작업치료 전문 영역의 확장을 위해서 새로운 형식의 학습과 훈련에 대한 지원이 필요하다. 이에 대한 대안으로 가정환경 수정 프로세스를 돕는 가상현실이 제안되어왔으며, 기존의 가정환경 수정 관행이 가진 여러 어려움들에 대한 대안적 자원으로써 가상현실의 유용성과 실행가능성이 보고되고 있다.

가상현실은 정보통신기술(information & communication technology; ICT) 환경에서 주목받고 있는 분야의 하나로 가상현실이 가진 몰입적, 상호작용적 기술은 환경과 상호작용하는 기존의 방식에서 벗어나 현실과의 새로운 관계 구축을 가능하게 한다[29]. 보건의료 분야에 있어 정보통신기술의 적용은 향후 클라이언트 중심의 예방과 재활, 맞춤형 돌봄 등을 제공하는 중요한 수단으로 사용될 것으로 전망된다[30]. 보건의료와 기술 통합의 핵심 역할은 보건의료서비스 제공자와 클라이언트가 의사결정과정에서 협력할 수 있는 기회를 만드는 것에 있으며, 이를 실현하기 위해서는 보건의료전문가가 새로운 기술과 서비스 실행을 통합, 적용하려는 노력이 필요하다[31,32].

3.3 가상현실을 이용한 가정환경 수정

3.3.1 가정환경 수정 전문가 양성 및 이해당사자들을 위한 교육

가상현실은 가정환경 수정에 관여하는 여러 이해당사자들을 위한 효과적인 정보전달 및 교육의 유용한 매체로 사용될 수 있다. 이를 목적으로 하는 가상현실 기반 가정환경 수정 프로그램은 주로 컴퓨터 시뮬레이션 형태로 구현되며 사용자가 아바타를 통해 가상의 가정환경 안에서 환경적 장벽을 경험하고 잠재적 해결책을 시도해감으로써 문제를 해결해가는 시나리오를 가진다. 이러한 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램은 실제 물리적 환경으로의 학습된 정보의 전이와 적용을 가능하게 하고 실제 환경에서 존재할 수 있는 위험한 상황이나 의도하지 않은 결과를 예측할 수 있게 한다[33].

Milchus 등[28]이 개발 중인 virtual home modification education assistant(VHMEA)은 가상현실 시뮬레이션 프로그램으로 클라이언트와 작업치료사, 그 외 다양한 이해당사자들의 가정환경 수정에 대한 이해를 돕고 환경수정을 위한 최적의 결정을 촉진하기 위한 목적으로 설계되었으며 향후 학부 교육 및 가정환경 수정 전문가 교육과정을 위한 훈련 도구로, 가정환경 수정 현장에서 이해당사자들을 위한 실행형 교육 도구로 사용될 것으로 전망된다(Fig. 2). Sabus 등[23]은 작업치료와 물리치료 전공학생들을 대상으로 가상현실 기반 가정환경 수정 교육 프로그램의 유용성 평가와 환경수정을 위한 의사결정 수행 평가를 실시하였다. 평가 결과 참여자들은 가상현실 프로그램이 가정환경 수정에 대한 학습과 전공 간 협력을 촉진시킨다고 보고하였으며, 물리치료 학생들은 클라이언트의 일상활동 수행동안 기능적 움직임에, 작업치료 학생들은 시력저하 클라이언트를 위한 대조 계단 설치 등의 보상적 접근에 초점을 두며 전공 간 협력을 통해 환경수정 권고안을 도출하였다. 또한 참여자들은 연구자가 설정한 가정환경 수정 의사결정에 대한 학습목표 중 클라이언트 중심 접근과 상황적 요인에 대한 고려, 증재자가 예측하지 못한 환경수정 결과에 대한 인식 등의 항목에 있어 높은 수준의 성취를 보였다(Table 1).



Fig. 2. Virtual Home Modification Education Assistant. Home entrance modified with a ramp

3.3.2 환경 평가(공간, 건축적 요소의 측정)

가상현실 기반 가정환경 평가 프로그램들은 접근성 향상을 위한 구조 변경과 적합한 보조 장비 선택을 위해 방크기, 가구, 문 너비 등의 환경을 측정, 평가하는 목적으로 사용된다. 공간에 대한 평가는 이동성을 지원하는 도구(보행보조기, 휠체어)나 코모도와 같은 보조 장비 처방

과 적용을 위해 필요한 프로세스 중의 하나이며, 보조 장비에 대한 공적 서비스 지원과 관련하여 장비 구입의 필요성을 정당화하는 하나의 근거가 된다[34]. 가정환경 평가는 일반적으로 출입구와 복도 너비, 욕실 배치 및 공간을 줄자, 거리측정기 등으로 측정하고, 서면 양식에 기입하는 방식으로 수행된다. 그러나 측정에 대한 명확한 지식을 갖추지 못한 사람이 측정을 수행하게 될 경우 부정확한 측정결과를 가져올 수 있고, 때로는 서면 양식에 기록된 측정값이 환경수정 전문가에게 클라이언트의 현재 환경에 대한 명확한 정보를 제공하지 못할 수도 있다[35].

Guay 등[24]이 개발, 적용한 프로그램은 모바일 앱을 이용하여 클라이언트의 가정환경을 3D가상공간으로 매핑(mapping)함으로써 가정방문 없이 가정 내 클라이언트의 적용을 탐색할 수 있게 하는 프로그램이다. 모션 센서와 깊이 인식 카메라가 탑재된 스마트폰으로 환경을 정밀 촬영하여 시각화하고, 촬영된 정보는 3D 모델 컴퓨터 소프트웨어로 전송되어 사용자가 테이블 높이, 침대와 벽 사이 간격 등 세부적인 건축적 요소들을 선택 측정할 수 있다(Fig. 3). 연구에 참여한 작업치료사들은 본 가상현실 프로그램이 가정환경을 간단하고 빠르게 3D로 구현해낼 수 있는 프로그램이라는 측면에서 기술 채택의 중요한 요소인 '수용 가능한 솔루션'으로 인식하였다. 이러한 사용자의 인식은 향후 기술사용 의도에 영향을 미치게 된다. 기술사용 의도는 현재의 기술이 해당 행위에 대해 기존의 절차, 가치, 필요와 경험 등을 충족시킨다는 인식에 기초한다[36]. 따라서 가정환경 평가를 지원하는 가상현실 프로그램은 작업치료사의 직접방문이 가지는 경험과 가치의 충족시킨다는 측면에서 기존 관행과 충분히 호환 가능한 도구라고 할 수 있다.

Tsai 등[35]의 연구에서 소개된 'MagicPlan' 모바일 앱은 스마트폰이나 태블릿을 사용하여 방 크기, 문 너비, 가구의 배치를 보여주는 가상현실 평면도를 생성한다. 사용자가 앱의 메뉴를 이용하여 실제 방 모양을 반영하는 공간을 설정하고, 문, 소파, 침대 등 품목들을 선택하여 실제 환경과 동일하게 배치한 후 레이저 거리 측정기와 줄자를 이용하여 공간과 품목의 측정값을 입력한다. 이 정보가 환경수정 중재자에게 전송되면 중재자는 가상현실 평면도를 분석한 후 앱의 메뉴에서 보조 장비를 선택, 삽입해봄으로써 적용될 장비가 출입구와 복도, 물건 사이를 통과할 수 있을 만큼 공간이 충분한지, 클라이언트에게 적절한 보조 장비가 무엇인지를 확인 할 수 있다(Fig. 4).

Hamm 등[37]의 3D 모바일 앱 역시 보조도구 선택과 처방을 위해 사용된다. 고령자 가정의 보조 장비를 처방

하는 프로세스의 일부로 고령자가 직업 가정 내 설치물을 측정하고 기록하는 것을 돕는다. 가정환경에서 낙상의 외부적 요인과 관련된 5개 설치물(침대, 욕조, 변기, 의자, 계단)에 대해 정확한 측정을 안내하는 음성 가이드와 3D 시각모델을 제공한다. 중재자는 클라이언트에 의해 측정된 정보를 통해 필요한 장비들을 계획하기 위한 측정 및 평가에 소요되는 시간을 줄여 빠른 서비스를 제공할 수 있다(Fig. 5, Table 1).

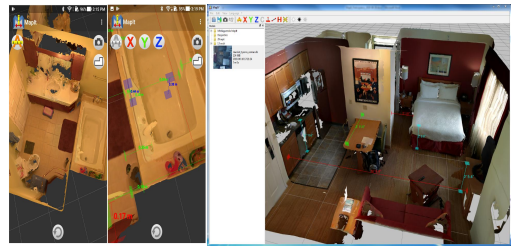


Fig. 3. Automatic measurements using smartphone app (left) and custom measurements via software interface (right)

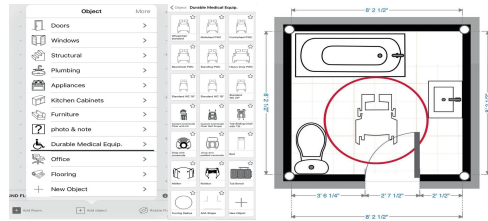


Fig. 4. Assistive equipment database installed in the MagicPlan app (left), and virtual home environment evaluation by inserting assistive equipment into the created floor plan (right)

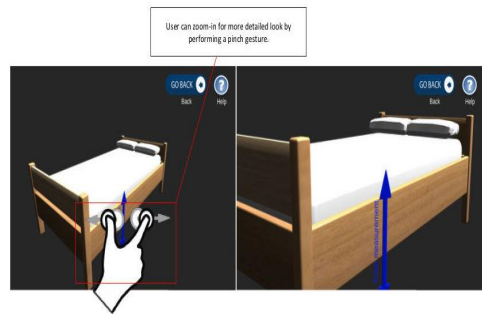


Fig. 5. 3D model to better understand measurement instructions

Table 1. Literature review summary

Author, year Type of study	Participants	Contents	Aim	Results
Sabus et al., 2011[23] Utility study	N=69 (34 PTs students, 35 OTs students)	<ul style="list-style-type: none"> Client home assessment conducted within a web-based 3D virtual environment 	To understand the utility of a web-based virtual environment for an interprofessional instructional activity	<ul style="list-style-type: none"> Survey: 3D virtual environment that facilitated learning and interprofessional collaboration for home modifications Assignment analysis: higher levels of decision-making in contextual factors and appreciation of unintended consequences of recommendations
Guay et al., 2021[24] Usability and feasibility study	N=24 (OTs, engineers, clinicians, researchers, students, and the relatives of older adults)	<ul style="list-style-type: none"> Mobile app mapping a room to produce a 3D representation of a real home with a smartphone Visualized 3D models on a computer software facilitating the measurement of architectural elements 	To document the development of a 3D mapping eHealth technology and acceptability to promote engagement of individuals facing architectural barriers in their home	<ul style="list-style-type: none"> Mobile app to scan a room and produce its 3D model in less than 5 minutes Scanning, visualization, and automatic measurements on a smartphone and the computer software Positive results on the acceptability and usefulness of the app in stakeholders
Milchus et al., 2015[28] Prototype description	-	<ul style="list-style-type: none"> A VR program that interacts with the virtual home and enables the way people with disabilities interact with its features Exploring environmental barriers and home modifications through the user's avatar Providing AT for home modification 	To introduce a new interactive virtual home to learn about home modifications and universal design	<ul style="list-style-type: none"> Being developed Expect to educate professionals and consumers about home modification so they can make better informed choices
Tsai et al., 2019[35] Feasibility and usability study	N=52 (43 lay participants, 9 clinicians)	<ul style="list-style-type: none"> Mobile app with a laser distance measurer to create floor plans with detailed home measurements Providing clinicians with accurate home evaluations from which they could make appropriate medical equipment recommendations 	To determine the feasibility and usability of a mobile app for performing home evaluations	<ul style="list-style-type: none"> <60 min for completing the FPs in 77% lay participants <5 min for evaluating the need for DME and whether the DME is fit for the designated site by clinician to in 73% of the cases Clinicians were satisfied with 75% of the FPs created by the lay participants. Lay participants and clinicians both thought the app is useful and recommended its use.
Hamm et al., 2017[37] Usability and feasibility study	N=33 (older adults)	<ul style="list-style-type: none"> Fall prevention self-assessments via mobile 3D visualization technologies 	To explore the perceptions of older adults with regard to the barriers and opportunities of using the 3D-MAP app	<ul style="list-style-type: none"> Useful tool to enhance visualization of measurement guidance and to promote independent living, ownership of care, and potentially reduce waiting times Marginal-high and good levels of usability, strong agreement with items relating to the usability (P=.004) and learnability (P<.001) lay participants Needs for clearer visual prompts and alternative keyboard interface for measurement entry
Atwal et al., 2014[38] Feasibility study	N=7 (OTs)	<ul style="list-style-type: none"> VR interior design app to design or redesign the homes virtually, prior to making these changes a reality 	To explore the perceptions of OTs with regard to using virtual reality interior design app as an assistive tool within the pre-discharge home visits process	<ul style="list-style-type: none"> Perceived ease of use: completed the tasks successfully Actual use perception: positive responses regarding use of the app across a range of clinical settings Need to add furniture library items to apps and demand for technical fine-tuning
Aoyama et al., 2020[44] Usability study	N=10 (OTs)	<ul style="list-style-type: none"> AR app to support home modification processes by superimposing 3D AT items onto real home environments 	To investigate the usefulness and usability of the tablet-based AR app	<ul style="list-style-type: none"> Advantages of using AR in home modification processes: (1) providing visual clues (AT fit, size, function, and appearance) in the home, (2) supporting collaborative home modification decision-making processes, (3) facilitating a holistic home modification approach, and (4) involving stakeholders throughout the home modification processes

OT: occupational therapist, app: application, 3D: 3 dimensions, VR: virtual reality, FP: floor plan, DEM: durable medical equipment, PT: physical therapist, AR: augmented reality, AT: assistive technology

3.3.3 이해당사자들의 참여와 협력 촉진

가상현실은 클라이언트의 가정환경 수정에 대한 이해를 돕고 중재자와의 소통을 향상시킬 수 있는 도구로 사

용될 수 있다. Atwal 등[38]은 가상현실 인테리어 디자인 앱에 대해 가정환경 수정을 위한 도구로서의 사용 가능성을 제시하였다. 가정 인테리어 디자인 영역에 있어

적용되어온 가상현실 기술은 디자이너와 주택 소유자 간의 조정과 협력을 위한 유용한 보조 도구 역할을 해왔다 [39]. Atwal 등[38]의 연구에서는 가상현실 인터리어 디자인 앱을 퇴원을 앞 둔 환자의 가정환경 수정 프로세스에 적용하여 향후 변경될 공간과 보조 장비에 대해 환자와 함께 공유하고 조정해가는 도구로 사용하였다. 연구에 참여한 작업치료사들은 가상현실 인터리어 앱에 대해 가정환경 적용에 대한 클라이언트와 증재자간의 공유된 이해와 의사결정을 용이하게 하는 유용한 시각적 보조도구로 평가하였다. 또한 기존 관행에서 있어온 보조 장비의 일방적 처방과 환경수정에 대한 충분하지 못한 안내 등으로 인한 클라이언트 불만족 및 50%가 넘는 장비 불용률에 대한 해결 방안으로 사용될 수 있을 것이라고 하였다. 더불어 천장 트랙 호이스트, 접이식 문, 미끄럼 방지 매트, 휠체어 회전 범위 그래픽 등 고령자와 장애인의 작업수행을 용이하게 하는 보조 장비 등에 대한 항목들을 앱 내에 추가 할 것을 제안하였다. 향후 이에 대한 기술적 보완 및 적용을 통해 가정환경 수정 프로세스를 지원 하는 효율적인 도구로 사용될 수 있을 것이다.

증강현실(augmented reality; AR)은 가상현실의 한 분야로 실제 환경의 정보와 가상 환경의 정보를 합성하여 원래의 환경에 존재하는 사물처럼 보이도록 하는 컴퓨터 그래픽 기법이다[40]. 가정환경에 있어 증강현실의 적용은 가정 내 생활을 개선하기 위한 다양한 프로그램으로 개발, 적용되어 왔다. 인터리어 분야에서는 가정환경의 증강 이미지를 통해 3D 가상 가구를 조작(삽입, 이동, 제거)하여 맞춤형 실내공간설계에 적용되고 있으며 [41], 재활-가정생활 적응과 관련하여 신체기능 장애를 가진 사람들을 위한 보조 장비나 스마트홈 지원[42], 퇴원 후 가정방문 프로세스를 위해 목업(mock-up) 형태로 지원하는 증강현실 프로그램 연구들이 이루어진 바

있다[43]. Aoyama 등[44]의 증강현실 기반 가정환경 수정 앱은 3D 보조 장비 항목을 실제 가정환경에 투영하여 사용자에게 의해 앱에서 선택된 보조 장비가 실제 공간 위에 적용되는 현실감을 제공한다. 본 연구에 참여한 작업 치료사들은 증강현실 기반 가정환경 수정 프로그램이 향후 설치될 보조 장비에 대한 시각적 단서(크기, 기능, 모양 등)를 제공함으로써 클라이언트를 포함한 여러 이해 당사자들의 협력을 촉진시키는 도구로서의 활용 가치에 대해 보고하였다(Fig. 6, Table 1)

4. 결론 및 제언

가상현실 콘텐츠 기술은 정보통신기술 환경에서 빠르게 성장하고 있는 분야의 하나로, 보건의료 서비스에 증가에 대응하기 위한 전문가 교육과 클라이언트 건강관리 및 예방적 증재에 널리 사용되고 있다. 최근 가정환경 수정 증재에 있어 가상현실 기술이 개발, 적용되고 있으며 그 효과성에 대한 근거를 마련해가는 시작 단계에 있다. 본 연구에서는 가상현실을 이용한 가정환경 수정 프로그램들을 살펴봄으로써 향후 국내 가정환경 수정을 위한 가상현실 프로그램 개발과 적용에 대한 기초자료를 제공하고자하였다. 가정환경 수정을 위한 가상현실은 가정환경 수정 전문가 양성을 위한 교육과 실습을 위한 효과적인 매체로서의 활용 가능성을 가진다. 클라이언트 상황 중심의 가정환경 수정을 위해 클라이언트의 주택 특성에 따른 환경적 장벽과 이를 해결하기 위한 접근을 아바타 시뮬레이션 시나리오 형식으로 구현하여 현장 중심의 실행형 교육도구로 사용할 수 있다. 클라이언트의 가정환경을 매핑하여 가상공간으로 시각화하는 기술은 가정환경의 원격 측정 및 평가를 가능하게 하고, 보조 장비 처방과 구조변경, 재료적 적용 등 환경수정 증재를 계획하는데 소요되는 시간과 절차를 줄여 빠른 서비스를 제공할 수 있게 한다. 또한 기존의 사진, 영상 등 2D 매체를 통해 제공되던 환경에 대한 정보들을 가상현실 기술을 통해 공간에 대한 명확하고 구체적인 정보전달과 소통을 가능하게 함으로써 수정 프로세스에 대한 클라이언트의 참여와 협력을 촉진시킬 수 있으며, 환경수정에 관여하는 전문가들 간의 소통과 효율적 협업을 가능하게 하는 측면에서 역시 잠재적 활용 가치를 가지고 있다. 향후 이러한 가상현실 프로그램의 이점을 극대화하고 가정환경 수정 프로세스를 효과적으로 지원하는 가상현실 기술에 대한 연구가 필요할 것이다. 또한 국내 주택의 특성이 반영

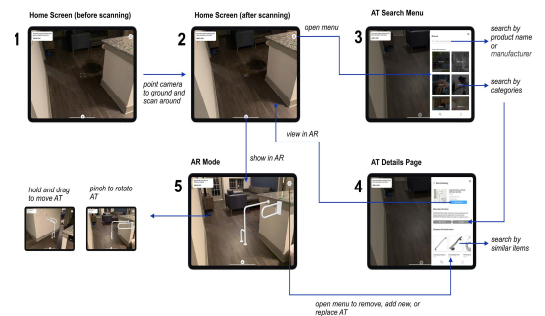


Fig. 6. AR programe steps, AT search, select, and show steps

된 가상현실 기반 가정환경 수정 지원 프로그램 개발이 이루어져야 할 것이며 프로그램의 실행 가능성 및 효과성에 대한 연구 역시 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] S. Stark, M. Keglovits, M. Arbesman & D. Lieberman. (2017). Effect of home modification interventions on the participation of community-dwelling adults with health conditions: A systematic review. *American journal of occupational therapy*, 71(2), 7102290010p1-7102290010p11.
DOI : 10.5014/ajot.2017.018887
- [2] M. P. Lawton. (1990). Residential environment and self-directedness among older people. *American psychologist*, 45(5), 638-640.
DOI : 10.1037//0003-066x.45.5.638
- [3] H. W. Wahl, A. Fänge, F. Oswald, L. N. Gitlin & S. Iwarsson. (2009). The home environment and disability-related outcomes in aging individuals: what is the empirical evidence?. *Gerontologist*, 49(3), 355-367.
DOI : 10.1093/geront/gnp056
- [4] T. R. Fried, E. H. Bradley, C. S. Williams & M. E. Tinetti. (2001). Functional disability and health care expenditures for older persons. *Archives of internal medicine*, 161(21), 2602-2607.
DOI : 10.1001/archinte.161.21.2602
- [5] World Health Organization. (2011). *World report on disability*. Geneva, Switzerland[Online].
https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf
- [6] J. Riley, S. Whitcombe & C. Vincent. (2008). *Occupational Therapy in Adult Social Care in England: Sustaining a High Quality Workforce for the Future*, Department of Health, London, UK[Online].
https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130105210220/http://www.dh.gov.uk/en/Publicationsandstatistics/Publications/PublicationsPolicyAndGuidance/DH_089467
- [7] R. G. Cumming et al. (1999). Home visits by an occupational therapist for assessment and modification of environmental hazards: a randomized trial of falls prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47(12), 1397-1402.
DOI : 10.1111/j.1532-5415.1999.tb01556.x
- [8] J. A. Stevens, J. E. Mahoney & H. Ehrenreich. (2014). Circumstances and outcomes of falls among high risk community-dwelling older adults. *Injury epidemiology*, 1(5), 5. DOI : 10.1186/2197-1714-1-5
- [9] I. Söderback. (2009). *International handbook of occupational therapy interventions*. Berlin : Springer.
- [10] C. A. Chase, K. Mann, S. Wasek & M. Arbesman. (2012). Systematic review of the effect of home modification and fall prevention programs on falls and the performance of community-dwelling older adults. *American journal of occupational therapy*, 66(3), 284-291.
DOI : 10.5014/ajot.2012.005017
- [11] S. Stark, A. Landsbaum, J. L. Palmer, E. K. Somerville & J. C. Morris. (2009). Client-centered home modifications improve daily activity performance of older adults. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 76, 235-245.
DOI : 10.1177/000841740907600s09
- [12] R. Morgan & R. DiZazzo-Miller. (2018). The occupation-based intervention of bathing: Cases in home health care. *Occupational therapy in health care*, 32(3), 306-318.
DOI : 10.1080/07380577.2018.1504368
- [13] A. Nocon & N. Pleace. (1997). Until disabled people get consulted: the role of occupational therapy in meeting housing needs. *British Journal Of Occupational Therapy*, 60(3), 115-122.
- [14] J. Pynoos, M. Tabbarah, J. Angelelli & M. Demiere. (1998). Improving the delivery of home modifications. *Technology and Disability*, 8(1), 3-14.
- [15] A. Fange & S. D. Ivanoff. (2009). The home is the hub of health in very old age: Findings from the ENABLE-AGE Project. *Archives of gerontology and geriatrics*, 48(3), 340-345.
DOI : 10.1016/j.archger.2008.02.015
- [16] N. A. Lannin, L. Clemson, A. McCluskey, C. W. Lin, I. D. Cameron & S. Barras. (2007). Feasibility and results of a randomised pilot-study of pre-discharge occupational therapy home visits. *BMC health services research*, 7, 42.
DOI : 10.1186/1472-6963-7-42
- [17] S. Harris, E. James & P. Snow. (2008). Predischarge occupational therapy home assessment visits: towards an evidence base. *Australian occupational therapy journal*, 55(2), 85-95.
DOI : 10.1111/j.1440-1630.2007.00684.x
- [18] A. Atwal, A. McIntyre, C. Craik & J. Hunt. (2008). Older adults and carers' perceptions of pre-discharge occupational therapy home visits in acute care. *Age Ageing*, 37(1), 72-76.
DOI : 10.1093/ageing/afm137
- [19] A. Atwal, G. Spiliotopoulou, J. Stradden, V. Fellows, E. Anako, L. Robinson & A. McIntyre. (2014). Factors influencing occupational therapy home visit practice: a qualitative study. *Scandinavian journal of occupational therapy*, 21(1), 40-47.
DOI : 10.3109/11038128.2013.821162
- [20] L. N. Gitlin, R. L. Schemm, L. Landsberg & D. Burgh. (1996). Factors predicting assistive device use in the home by older people following rehabilitation. *Journal of aging and health*, 8(4), 554-575.

- DOI : 10.1177/089826439600800405
- [21] V. T. Nguyen, R. Hite & T. Dang. (2019). Learners' technological acceptance of VR content development: a sequential 3-part use case study of diverse post-secondary students. *International Journal of Semantic Computing*, 13(3), 343-366.
DOI : 10.1142/S1793351X19400154.
- [22] J. L. LeFlore & M. Anderson. (2008). Effectiveness of 2 methods to teach and evaluate new content to neonatal transport personnel using high-fidelity simulation. *Journal of perinatal & neonatal nursing*, 22(4), 319-328.
DOI : 10.1097/01.JPN.0000341364.60693.70C.
- [23] C. Sabus, D. Sabata & D. Antonacci. (2011). Use of a virtual environment to facilitate instruction of an interprofessional home assessment. *Journal of allied health*, 40(4), 199-205.
- [24] M. Guay et al. (2021). Adapting a person's home in 3D using a mobile app (MapIt): Participatory design framework investigating the app's acceptability. *JMIR rehabilitation and assistive technologies*, 8(2), e24669.
DOI : 10.2196/24669
- [25] L. Nygård, U. Grahn, A. Rudenhammar & S. Hydling. (2004). Reflecting on practice: are home visits prior to discharge worthwhile in geriatric inpatient care?. *Scandinavian journal of caring sciences*, 18(2), 193-203.
DOI : 10.1111/j.1471-6712.2004.00270.x
- [26] R. A. Scott, M. L. Callisaya, G. Duque, P. R. Ebeling & D. Scott. (2018). Assistive technologies to overcome sarcopenia in ageing. *Maturitas*, 112, 78-84.
DOI : 10.1016/j.maturitas.2018.04.003
- [27] B. Phillips & H. Zhao. (1993). Predictors of assistive technology abandonment. *Assistive technology*, 5(1), 36-45.
DOI : 10.1080/10400435.1993.10132205
- [28] K. Milchus, M. Swarts, M. Malesevic & S. J. Lee. (2015). *The virtual home modifications educational assistant*. RESNA Annual Conference[Online].
<https://www.resna.org/sites/default/files/conference/2015/jea/milchus.html>
- [29] J. K. Kim & J. K. Kim. (2021). Discourse on ICT virtual reality media: Focusing on immersible space and communication theories. *Journal of the Convergence on Culture Technology*, 7(2), 333-338.
DOI : 10.17703/JCCT.2021.7.2.333
- [30] Department of Health. (2010). *Equity and Excellence: Liberating the NHS*. UK[Online].
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/213823/dh_117794.pdf
- [31] A. Money, J. Barnett & J. Kuljis. (2011). Public claims about automatic external defibrillators: An online consumer opinions study. *BMC Public Health*, 11, 332.
DOI : 10.1186/1471-2458-11-332
- [32] A. G. Money, J. Barnett, J. Kuljis & J. Lucas. (2013). Patient perceptions of epinephrine auto-injectors: exploring barriers to use. *Scandinavian journal of caring sciences*, 27(2), 335-344.
DOI : 10.1111/j.1471-6712.2012.01045.x
- [33] B. Bredeweg & R. Winkels. (1998). Qualitative models in interactive learning environments: An introduction. *Interactive Learning Environments*, 5(1), 1-18.
DOI : 10.1080/1049482980050101
- [34] N. Greer, M. Brasure & T. J. Wilt. (2012). Wheeled mobility (wheelchair) service delivery: scope of the evidence. *Annals of internal medicine*, 156(2), 141-146.
DOI : 10.7326/0003-4819-156-2-201201170-00010
- [35] C. Y. Tsai, A. S. Miller, V. Huang, M. X. Escalon & T. N. Bryce. (2019). The feasibility and usability of a mobile application for performing home evaluations. *Spinal Cord Series and Cases*, 5(1), 76.
DOI : 10.1038/s41394-019-0219-3
- [36] L. K. Schaper & G. P. Pervan. (2007). ICT and OTs: a model of information and communication technology acceptance and utilisation by occupational therapists. *International journal of medical informatics*, 76 Suppl 1, S212-S221.
DOI : 10.1016/j.ijmedinf.2006.05.028
- [37] J. Hamm, A. Money & A. Atwal. (2017). Fall prevention self-assessments via mobile 3D visualization technologies: Community dwelling older adults' perceptions of opportunities and challenges. *JMIR human factors*, 4(2), e15.
DOI : 10.2196/humanfactors.7161
- [38] A. Atwal, A. Money & M. Harvey. (2014). Occupational therapists' views on using a virtual reality interior design application within the pre-discharge home visit process. *Journal of medical Internet research*, 16(12), e283.
DOI : 10.2196/jmir.3723
- [39] C. Stephanidis. (2009). *Universal Access in Human-Computer Interaction*. Berlin : Springer-Verlag.
- [40] M. Billingham & H. Kato. (2002). Collaborative augmented reality. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 45(7), 64-70.
DOI : 10.1145/514236.514265
- [41] V. T. Phan & S. Y. Choo. (2010). Interior Design in Augmented Reality Environment. *International Journal of Computer Applications*, 5, 16-21.
DOI : 10.5120/912-1290
- [42] A. M. Qamar, A. R. Khan, S. O. Husain, M. A. Rahman & S. Baslamah. (2015). *A multi-sensory gesture-based occupational therapy environment for controlling home appliances*. ICMR 2015: Proceedings of the 2015 ACM International Conference on Multimedia Retrieval (pp. 671-674).
DOI : 10.1145/2671188.2749412

- [43] M. L. Bianco, S. Pedell & G. Renda. (2016). *A health industry perspective on augmented reality as a communication tool in elderly fall prevention*. ITAP 16: Proceedings of the International Symposium on Interactive Technology and Ageing Populations (pp. 1-11).
DOI : 10.1145/2996267.2996268
- [44] H. Aoyama & L. Aflatoony. (2020). *Occupational therapy meets design: An augmented reality tool for assistive home modifications*. OzCHI 20: 32nd Australian Conference on Human-Computer Interaction (pp. 426-436).
DOI : 10.1145/3441000.3441016

황 나 경(Na-Kyoung Hwang)

[경력]



- 2007년 4월 ~ 현재 : 서울특별시북부 병원 작업치료사
- 2021년 2월 : 연세대학교 작업치료학과 (작업치료학 박사)
- 관심분야 : 신경계 작업치료, 지역사회 작업치료
- E-Mail : occupation81@naver.com

심 선 화(Sun-Hwa Shim)

[경력]



- 2000년 3월 ~ 2010년 3월 : 국민건강보험공단 일산병원
- 2016년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 작업치료학과 교수
- 관심분야 : 지역사회 작업치료, 노인 작업치료
- E-Mail : 2000choeun@daum.net