

가상현실(Virtual Reality) 기반 복합인지증재 프로그램이 노인의 인지기능, 우울, 디지털 격차 해소에 미치는 영향: 탐색적 연구

조빛나¹ · 김범수² · 홍동기³ · 광민정^{4*}

¹테네티스 선임연구원, ²한림대학교 한강성심병원 내과 교수, ³테네티스 연구책임자

^{4*}가천대학교 특수치료대학원 강사

The Effect of Virtual Reality-Based Complex Cognitive Training Program on Cognitive Function, Depression, Digital Divide Reduction in the Elderly: An exploratory study

Bit-Na Cho¹ · Pumsoo Kim² · Dong-Gi Hong³ · Min-Jung Kwak^{4*}

¹Dept. of Nursing Science, Tenetus Co, Senior Researcher

²Dept. of Internal Medicine, Hange Sacred Heart Hospital Hallym University, Professor

³Dept. of Software, Tenetus Co, Principal Investigator

^{4*}Graduate School of Professional Therapy, Gachon University, Adjunct faculty

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to examine the effects of a virtual reality-based complex cognitive training program for depression, cognitive function, and digital divide reduction in the elderly who have not been diagnosed with dementia or MCI.

Methods : We enrolled 16 participants who were over 65 years old and not been diagnosed with dementia or MCI. We randomly divided into three groups (A, B, C). Participants underwent an 8-week virtual reality-based complex cognitive training program (60 minutes each session, twice per week). At a baseline, all participants completed questionnaires on general features, depression and cognitive function. After four weeks, all participants completed questionnaires on depression and cognitive function. After the end of the last program, participants conducted questionnaires on depression, cognitive function, and usability evaluation.

Results : At the 8-week follow-up, 16 participants completed the program. Compared to the baseline, the average score of cognitive function was increased (from 26.5 to 28.5), although it was not statistically significant ($p<.061$). There were no significant differences between baseline and post-training evaluations on depression scores. The average score of usability evaluation was 75.56, which corresponds to good.

Conclusion : Even though the results showed no statistically significant findings in cognitive function and depression after the virtual reality-based complex cognitive training intervention, this pilot study proposed the possibility of utilizing the virtual reality program as a tool that provides active learning opportunities for the elderly and helps improve their cognitive function through multi-sensory components. Also, the findings of this study suggested a positive reevaluation of the elderly's digital access capabilities while reducing the digital divide. A virtual reality-based complex cognitive training program improved the social network of the elderly. We expect that it will expand in size and help with their social participation of the elderly.

Key Words : cognitive function, depression, digital divide reduction, elderly, virtual reality program

*교신저자 : 광민정, mkwak@gachon.ac.kr

제출일 : 2023년 12월 23일 | 수정일 : 2024년 2월 5일 | 게재승인일 : 2024년 2월 16일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

최근 전 세계적으로 노인 인구가 증가하는 추세이며, 이와 같은 현상은 한국에서도 예외가 아니다. 국내 65세 이상 고령인구는 2022년 자료 기준 전 국민 대비 18 %로, 2025년에는 21 %, 2035년 30 %, 2050년 40 %, 2070년에는 46 %로 향후 계속 증가하며 우리나라가 초고령 사회로 진입할 것으로 전망한다(Statistics Korea, 2021). 고령화로 인한 생물학적 노화는 생리적 기능 변화와 정신 기능의 변화는 침울함, 무력감, 무가치감과 같은 우울 증상으로 나타나거나(Lee 등, 2009; Korean Association for Geriatric Psychiatry, 2023), 사고력, 기억력과 판단력의 저하와 같은 인지적 증상으로 발현되기도 하고, 말과 행동의 느림, 무기력과 같은 행동적 증상을 동반하기도 한다(Kim & Kang, 2018). 고령인구의 증가로 각종 노인성 만성질환의 유병률 또한 빠르게 증가하고 있다. 노년기에 자주 발생하는 만성 정신 질환 중 하나인 우울은 노인실태조사에서 65~69세 노인의 우울 경험률은 8 %였으나 연령이 증가할수록 우울을 경험하는 비율 또한 증가하여 85세 이상에서는 24 %로 증가하는 경향을 보이며(Ministry of Health and Welfare, 2020), 연령이 높아질수록 노인의 고독감과 우울이 증가하는 것을 확인할 수 있다(Statistics Korea, 2021). 특히 65세 이상 노인에게서 약 5~10 %의 유병률을 보이는 치매 환자의 수도 급격히 증가하고 있으며(Ministry of Health and Welfare, 2020), 정상 인지기능에서 치매로의 이행단계이자 발병 시 10 % 이상이 치매로 이어지는 경도인지장애 환자 수도 2011년 3만 5천 명에서 2021년 약 29만 9천 명으로 10년간 8배 이상 증가한 것으로 나타났다(Health Insurance Review & Assessment Service, 2022). 배우자와의 사별, 자녀의 독립, 자신의 정신 및 신체 기능 저하로 인해 사회적 고립이 일어나고 자신이 가족에게 부담이 되지 않을까 하는 심리적인 압박은 심리적 위축을 유발하여 사회활동에 관한 관심을 저하시키는 악순환과 우울의 원인이 되기도 한다(Kang & Park, 2012; Kim & Choi, 2015). 이처럼 인지기능 장애를 포함하는 치매와 우울은 노년기의 대표적 정신 병리에 해당하며 이러한 만성질

환 이환율의 증가는 국민 의료비를 증가시키는 중요한 보건의료 문제에 해당하며 이는 사회적 부담을 증가와도 관계가 있다(Choi, 2020). 그렇기에 노인들에게 만성적으로 나타날 수 있는 정신 병리들의 예방과 조기 발견 및 조기 치료에 대한 중요성이 높아지고 있다.

4차 산업에 따른 디지털 기술의 혁신적인 발전과 코로나19로 인해 확대된 비대면 서비스에 대한 수요는 온라인 가상공간을 의료, 교육, 경제 등 다양한 산업 분야에서 가상공간을 적극적으로 활용하려는 움직임을 도모하고 있다(Kwak, 2022). 시공간을 초월한 3차원 가상 세계를 구현한 여러 기술 중 가상현실(virtual reality; VR)은 제작된 가상 세계 인터페이스를 HMD(head mounted display)와 같은 하드웨어를 통해 사용자가 실제와 비슷한 경험을 할 수 있도록 고안된 기술이다(Kim, 2023). 지금까지 가상현실 기술은 주로 게임·엔터테인먼트 분야에서 널리 활용되어 왔지만, 공간 확장을 통해 실감 콘텐츠를 구현하는 가상현실의 장점을 활용하여, 의료 및 심리치료 분야에서는 정신건강 및 인지기능 관련 질환들의 재활 및 개선을 위한 새로운 중재 방법으로 가상현실 기술에 기반한 개입을 시행해왔으며, 가상현실을 통한 치료가 정신 및 인지기능장애를 겪고 있는 환자들의 증상 개선 및 완화에 도움이 되기에 가상현실 기술의 활용 영역이 의료 분야로까지 확대되고 있는 추세이다(Lambe 등, 2020).

이에 따라 최근 정신 및 인지 재활 분야에서 작업 참여를 증진시키기 위해 실제와 같은 환경과 활동을 실현할 수 있도록 가상현실에 기반을 둔 중재법들을 사용하고자 다양한 연구가 진행되고 있다(Botella 등, 2004; Deutsch, 2011). 국내외에서 가상현실 기술을 활용한 인지기능과 신체 재활과 관련된 연구가 진행되고 있으며, Kang 등(2020)의 연구에서는 경도인지장애로 판별된 65세 이상의 사용자에게 4주간 총 8회의 가상현실 인지 재활 프로그램을 적용한 후 인지기능이 유의미하게 증가하였으며 특히 지남력, 사고조직력, 주의력, 집중력 항목에서 유의미하게 증가하였다는 결과를 제시하였다(Kang 등, 2020). 홍콩이공대학교의 Hung 등(2020)은 경도인지장애가 있는 65세 이상의 사용자에게 가상현실프로그램과 컴퓨터 기반 인지프로그램을 다르게 적용함으로써 가상현실 프로그램이 전역인지기능(GCF), 언어기능

(lang) 및 시공간기능(VS)의 인지기능을 개선하는데 유의미한 변화를 보였다는 결과를 제시하였다(Hung 등, 2020). 또한 Kim 등(2013)의 연구에 따르면, 6주간 재활 치료에 가상현실 기반 운동프로그램을 사용한 중재가 상지 기능과 상지근력, 일상생활 동작 회복에도 효과적이라고 보고되고 있다(Kim 등, 2013). 또 다른 연구인 De Giorgi 등(2023)의 연구에서는 뇌졸중 환자들에게 몰입형 가상현실을 사용하여 명화를 경험함으로써 상지 신경 재활을 돕는 프로그램을 진행하였으며, 환자들은 넓고 편안한 가상공간에서 저명한 예술 작품들을 감상하고 컨트롤러를 사용해 가상공간의 이젤 위 캔버스에 브러시로 그림을 그릴 수 있었다. 그 결과, 한 달간 치료를 받은 환자 그룹의 상지근력 수준이 유의미하게 향상된 것으로 나타났다(De Giorgi 등, 2023). 더불어 국내외에서 우울, 정신증, 공포증, 스트레스, 불안, 공황 등 다양한 질환을 앓고 있는 환자들을 대상으로 가상현실 기술을 활용한 치료 및 재활 개입이 이루어져 왔다. Ryu(2015)의 연구에서 우울을 앓고 있는 참여자들에게 5주간 가상현실 프로그램을 적용한 결과 실험군에서 우울 점수의 유의미한 감소가 있었다(Ryu, 2015). 영국 옥스퍼드대학 정신의학과 Daniel Freeman 교수 연구진은 '게임체인지(gamechange)'라는 가상현실 시스템을 개발하며 정신증과 고소공포증의 치료에 가상현실 콘텐츠를 적극 활용한 연구들을 활발하게 진행하고 있다(Brown 등, 2022; Freeman 등, 2022a; Freeman 등, 2022b). 게임체인지는 카페와 거리, 버스 등 실생활과 유사한 가상현실(VR) 시뮬레이션 속에서 주어진 과제를 해결하며 자연스럽게 공포증을 극복할 수 있도록 돕는 프로그램이다. 게임체인지를 활용한 정신증 및 고소공포증 실험 결과, 게임체인지를 활용한 프로그램에 6주 이상 참여해 가상현실 콘텐츠를 경험한 그룹은 일반 치료만 받은 비교군 및 통제군에 비해 병리와 관련된 증상이 크게 감소하며 환자들의 삶에 실질적인 변화를 가져오는 효과가 있었다(Freeman 등, 2022a; Freeman 등, 2022b). Rhee(2018)의 연구에서는 대학생들의 진로 관련 스트레스 감소를 위해 인지행동이론에 기반 한 12회기 가상현실 프로그램을 개발 및 실시하였으며(Rhee, 2018), 내담자들은 여행 및 여가 관련 콘텐츠를 가상현실을 통해 경험하며 자신의 심리적 문제에 대해 자각하고 자기성찰을 하며 스트

레스가 감소한 것으로 나타났다. 여대생들의 발표불안 및 자기 초점적 주의에 점진적 가상현실 노출 치료가 미치는 영향을 탐색한 연구에 따르면, 불안을 보고한 학생 65명을 대상으로 4회기에 걸쳐 점진적 가상현실 노출 치료를 시행 한 결과 참가자들의 발표 불안을 유의하게 감소했다는 결과를 제시했다(Bang 등, 2019). 또한, 공황장애 증상 감소를 위한 가상현실 기반 웹툰 콘텐츠를 공황장애 환자들을 대상으로 진행한 노출 치료에 활용한 국내 연구도 존재한다(Shin 등, 2020). Park 등(2022)의 연구에서 65세 이상의 사용자에게 3주간 총 7회의 가상현실 프로그램을 적용한 결과 사회적 회피와 불안을 완하시키는 것으로 나타났고, 프로그램 시행 후 사회활동이 활발해지는 긍정적인 영향이 있는 것으로 나타났다(Park 등, 2022).

이와 같은 선행연구 결과들은 VR이 제공되는 콘텐츠를 매개로 정신 병리, 정서 및 인지 재활, 신체 재활에 도움이 될 수 있는 강력한 도구임을 시사한다. 더욱이 가상현실 콘텐츠가 사용자의 동적, 지각적, 인지적 요인 뿐만 아니라 정서적 요인을 포함한 좌우 반구 기능 전반에 치료적 효과가 나타났다는 제안(Brown 등, 2022)을 고려하면, 가상현실이 노인들의 정서적 및 인지적 기능의 회복에 있어 능동적인 학습의 기회를 제공해 주고 다 감각적 요소를 통하여 변화하는 실제 상황에 대처하는데 도움을 주는 도구로 활용될 수 있다고 여겨진다. 그러나 노인 관련 가상현실 국내 선행연구는 경도인지장애와 치매를 진단받은 노인들을 대상으로 진행했기에, 인지기능 장애를 진단받지 않은 65세 이상의 노인에게 가상현실 기반 중재 프로그램이 어떤 정서적, 인지적 영향을 미칠지에 대한 연구가 필요하다 판단된다.

급격한 디지털 기술의 발전으로 인해 교육, 여가, 의료, 문화 등 전반적인 생활양식의 변화가 일어남에 따라 삶이 편리해진 면도 있지만, 변화를 따라가지 못하는 사람들은 사회 변화 적응에 어려움을 겪고 낮은 정보 접근성으로 인해 사회적 불평등을 경험하기도 한다(DiMaggio 등, 2004). 이러한 현상을 디지털 격차라고 하며, 복잡하고 어려운 디지털 정보기술을 사용하는 과정에서 정보 중심의 적응 역량이 요구되기에 상대적으로 적응이 미흡한 계층에서 디지털 격차가 발생하게 된다(Scheerder 등, 2017). 코로나19 팬데믹 이후 비대면 서비

스와 디지털 서비스가 증가하고 기술의 발달로 온라인 소통방식이 다양화될수록 노년층에게서는 디지털 격차로 인해 일상생활 불편함이 증가하고 사회적 고립감을 겪는 일이 빈번해졌다(Lee & Park, 2020). Ministry of Science and ICT(2021)에 따르면 노년층의 디지털 정보화 역량 및 활용 수준은 인지적 질병이 없는 일반 국민을 대상으로 70대 이상이 될수록 현저히 감소하는 것으로 나타났으며, 이와 같은 결과는 노년층이 디지털 취약계층으로 분류될 수 있음을 시사한다. 디지털 격차 문제는 단순히 디지털 이용 능력 차이의 문제가 아닌 삶의 만족도와 우울과 같은 정신건강에 영향을 주기에 반드시 해결해야 할 중요한 문제이다(Hwang & Hwang, 2017; Kim & Sim, 2020; Yoon 등, 2016). 60대 이상의 디지털 기기 사용자들은 비사용자들에 비해 디지털 기기 이용 태도, 효능감, 일상생활 만족도 부분에서 모두 긍정적으로 평가됨에 따라(Ministry of Science and ICT, 2021), 디지털 취약계층의 디지털 기기 이용의 경험과 교육은 필수적인 요소로 판단된다. 이는 가상현실 기기 활용한 프로그램을 통해 노인들의 디지털 정보 역량과 활용 수준을 높여 디지털 격차 해소를 도모해야 할 필요성을 제시한다.

2. 연구의 목적

따라서 본 연구에서는 인지기능 장애를 진단받지 않은 65세 이상의 노인들의 인지기능 개선, 정서 완화, 디지털 격차 해소를 목표로 가상현실 기반 복합인지 증재 프로그램을 개발하고, 노인의 인지기능 및 우울에 미치는 영향을 파악하며, 디지털 격차 해소의 가능성을 파악하기 위해 프로그램 사용성 평가를 통한 노인 대상 가상현실 프로그램의 활용 가능성을 예측해 보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구기간 및 연구대상

본 연구는 2023년 7월 3일부터 2023년 9월 1일까지 서울특별시 소재한 M 어르신 복지관을 이용하는 지역사회 노인을 대상으로, 복지관에 비치된 공고문을 통해 모

집된 참여자 중 선정 기준에 따라 18명을 선별하였다. 본 연구의 선정 기준은 1) 65세 이상의 참여자, 2) 일상생활 동작에 제한이 없는 참여자, 3) 경도인지장애 및 치매를 진단받지 않은 참여자, 4) 빛의 반짝임에 어지럼증 및 멀미를 호소하지 않는 참여자, 5) 본 연구의 목적을 이해하고 자발적으로 동의한 참여자이다. 초기 선별된 18명의 참여자 중, 코로나19 감염과 장기 여행으로 프로그램 이수가 불가능했던 2명은 중도 탈락하여 총 16명이 실험에 참여하였다. 본 연구는 한국연구재단의 지원을 받아 실시되었다(NRF-2022M3E8A1057388).

2. 연구 도구

1) 한국형 인지선별검사(cognitive impairment screening test; CIST)

본 연구에서는 연구 참여자들의 인지기능을 측정하기 위해 보건복지부에서 인지기능 저하 변별을 목적으로 개발한 인지선별검사 CIST를 사용하였다. 이 도구는 지남력 2문항(5점), 기억력 2문항 (10점), 주의력 2문항(3점), 시공간 기능 1문항(2점) 집행 기능 4문항(6점), 언어기능 2문항(4점)의 총 13문항, 30점 만점으로 구성되어 있으며, 교육 년 수와 연령에 따라 표준점수 범위가 결정된다. 표준점수보다 낮은 점수를 획득한 경우에는 인지 저하 의심 상태로 판정되어 진단검사 의뢰 대상이 된다. Choi(2021)의 연구에서 Cronbach's α 값은 .67이었으며, 본 연구에서는 .76이었다.

2) 노인우울척도(short form of geriatric depression scale-Korea; SGDS-K)

연구 참여자들의 우울 수준을 측정하기 위해 Yesavage 등(1983)이 개발한 우울측정도구인 30문항의 geriatric depression scale(GDS)를 Cho 등(1999)이 표준화 한 한국형 SGDS-K를 사용하였다. SGDS-K 는 예/아니오로 간단히 대답할 수 있는 1점 척도로서 점수 범위는 0점에서 15점 사이로 우울증세가 심할수록 높은 점수를 보인다. 5점 이하의 정상, 6-9점은 중증도의 우울 증상, 10점 이상은 우울증으로 판단할 수 있으며 우울 집단의 선별을 위한 최적 절단점(cut-point)은 8점으로 8점 이상은 우울증상이 있음을 의미한다. 한국형 SGDS 도구 개발 당시 Cronbach's α 는

.88 이었으며 본 연구에서는 .84였다.

3) 사용성 평가(system usability scale; SUS)

로버스탠드 기기와 프로그램의 효용도를 평가하기 위해 Brooke(1996)이 개발한 시스템 사용성 척도(SUS)는 문항 수가 적어 실행이 간편하며 적은 표본 수에서도 높은 신뢰도를 보여주는 설문으로 스마트폰과 애플리케이션 등 다양한 시스템의 사용성 평가에 유용하게 사용되는 척도이다. 시스템 사용성 척도를 본 기기에 맞게 문항을 번안하여, ‘이 프로그램을 자주 사용할 것 같다.’, ‘이 프로그램은 필요 이상으로 복잡했다.’, ‘이 프로그램은 사용하기 쉬웠다.’, ‘이 프로그램을 사용하기 위해 기술지원 인력의 도움이 필요했다.’, ‘이 프로그램에는 다양한 기능이 잘 조합되어 있다.’, ‘이 프로그램은 취지와 맞지 않은 기능들이 많았다.’, ‘대부분 사람이 이 프로그램을 사용하는 것을 매우 빠르게 배울 것 같다.’, ‘이 프로그램은 사용하기가 매우 번거로웠다.’, ‘이 프로그램을 사용하는데, 자신감을 느꼈다.’, ‘이 프로그램을 사용하기 전에 많은 것을 배우고 익혀야만 사용할 수 있다.’와 같은 문항으로 구성하였다. 각 문항은 리커트 척도로 측정하였으며, 이때 최저점은 1점으로 ‘매우 그렇지 않다.’, 최고점은 5점으로 ‘매우 그렇다.’이다. 사용성 척도의 총점은 홀수질문의 총합에서 5점을 뺀 값과, 짝수 질문의 총합의 값을 합산한 후 2.5를 곱하여

100점 만점의 최종점을 계산하였다.

3. 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램 개발

본 연구에서 사용된 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램은 ‘가상현실 메타버스를 활용한 시니어 맞춤형 디지털 헬스케어 개발’이라는 연구 목표로 눈 건강 체크, 인지 훈련, 뇌 건강 체조, 명상의 콘텐츠가 내장된 Robustand(Pico NEO3 Eye, TENETUS, Republic of Korea)을 사용하였다. 생물학적 노화로 인해 신체적, 정서적, 사회적 기능이 저하되는 노인에게는 인지기능과 정서 조절을 위해 개인적 특성에 따른 프로그램의 적용이 필요하며, 단일 과제 수행보다 이중 과제수행 시 뇌의 더 넓은 영역이 활성화되고 뇌의 전-전두엽부위를 자극함이(Al-Yahya 등, 2016) 입증됨에 따라 단일요법보다 여러 훈련을 복합적으로 수행하는 것이 효과적이다. 중앙치매 센터에서는 인지기능 저하에 대한 대응책으로 크게 1) 비약물적 치료와 2) 예방적 훈련(인지 훈련, 뇌체조, 명상 등)을 제시하고 있다. 인지기능을 유지하고 퇴행을 지연시키도록 도움을 제공하는 인지 훈련과 뇌표면을 자극해서 인지기능을 향상시키는데 도움이 되는 뇌체조, 정서적 기능 조절 능력을 향상할 수 있는 명상을 통해 인지기능과 신체기능을 강화하여 노인들이 독립적이고 건강한 일상생활을 영위할 수 있게 도울 수 있다

Table 1. Robustand programs

Eye check solution	Cognitive training	Brain health gymnastics	Meditaion	Metaverse
Amsler grid test	Hit the tambourine	Walking in place	Korean gardens	Conversation
Visual field test	Find the rules	Walking left to right	Autumn forest	The bonfire
Diplopia test	Play the xylophone	One arm exercise	Winter lake	Magic painting
Color-blindness test	Count a box	Draw a circle	River at dawn	Healing music turn table
Dynamic visual acuity test	Complete the Jigsaw puzzle(picture)	Bringing up knees	Field of canola flowers	Check the results
Stereoacuity test	Find numbers	Both arm exercise	Sunset sea	
Astigmatism test	Calculate price	Drumming		
Visual acuity test	Remember people	Tilting the upper body		
Contrast sensitivity test	Mental calculation of dice	Breathing		
	Remember object	Standing head-on		
	Find the word			
	Fill the word			

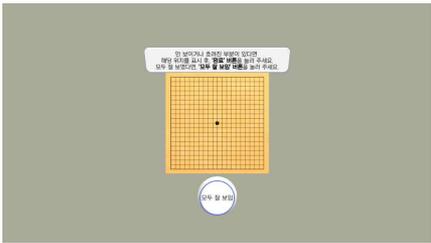
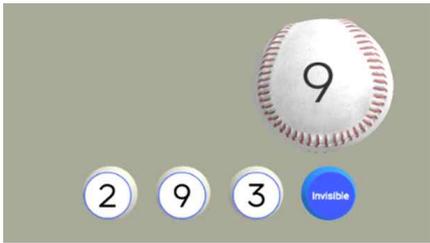
(National Institute of Dementia, 2022). 이에 따라 Robustand는 복합인지중재 프로그램을 개발하였다. 구체적으로, 프로그램은 눈 건강 체크 솔루션 9종, 인지 훈련 12종, 뇌 건강 체조 16종, 명상 6종으로 구성되어 있으며, 각 프로그램은 난이도 상/중/하로 나뉘어 각 개인의 수준에 맞게 조합할 수 있도록 하였다(Table 1).

1) 눈 건강 체크 솔루션

눈 건강 체크 솔루션은 경기도 소재 대학병원 안과 연구팀과의 공동 연구를 통해 노인 인구에게 발생할 수 있

는 안질환을 테스트함으로써 눈 건강 정보를 제공할 수 있도록 개발하였다. 노인성 안질환에 대한 눈 건강 측정을 위해 정면 주시 시 각 눈으로 볼 수 있는 범위를 측정할 수 있는 시야 테스트와 시력 테스트, 안구의 굴절로 인한 난시의 유무를 측정할 수 있는 난시 테스트와 황반 변성의 증상을 추정할 수 있는 암슬러 격자 테스트를 개발하였고, 생활 속 인지 감각과 연관된 외안근, 복시, 시야, 대비 감도, 색맹 및 색약 테스트 등을 개발하였다 (Table 2).

Table 2. Example of eye check solution programs

Amsler grid test	Dynamic visual acuity test
	

2) 인지 훈련

인지기능 강화는 합리적인 사고와 인지적 결과 도출을 가능하게 하며 노인의 독립적인 일상생활은 물론 사회적 기능 강화와 사회적 회기를 도울 수 있다. 본 연구에서는 경기도 소재 대학병원 신경과 연구팀과 협력하여 노인의 인지기능을 향상 시킬 수 있도록 전두엽 집행 능력, 주의 집중력, 시공간 능력, 계산 능력, 기억력, 언어 능력 등을 다루는 12종의 인지 훈련 프로그램을 개발하였다. 전두엽 집행 능력, 주의 집중력, 기억력, 언어 능력은 사용자의 청각적, 인지적 주의 집중과 작업기억 능력, 언어 정보의 저장 및 인출을 포함한 인지 능력을 향상시킴에 목적이 있으며, 시공간 능력은 사용자의 시각 자극에 대한 지각 및 구성 능력과 지남력 강화에 목적이 있다. 본 프로그램은 사용자의 능력에 따라 상, 중, 하의 난이도를 설정할 수 있어 개별화 프로그램을 적용할 수 있다는 장점이 있다(Table 3).

3) 뇌 건강 체조

사용자 근육의 긴장도와 강도를 유지하고, 관절 가동성 유지와 근 위축, 관절 경축과 강직을 예방하고, 정상 근육 기능을 증진하기 위해 본 연구에서는 보건복지부 치매안심센터에서 제공하는 뇌 건강 체조와 기본 간호학의 관절 가동범위 측정을 바탕으로 뇌 건강 체조를 개발하였다. 노인 인구의 가동범위 확립과 운동장애 예방은 사용자의 활동 범위와 독립성을 강화할 수 있다는 점에 큰 의의가 있다. 사용자의 신체 능력에 따라 서서하는 운동과 앉아서 하는 운동을 선택하여 난이도를 조절할 수 있고 정확한 동작 수행을 위해 전문 해설로 동작을 설명하고 지속적인 지원을 통해 동기 부여될 수 있게 하였다(Table 4).

Table 3. Example of cognitive training programs

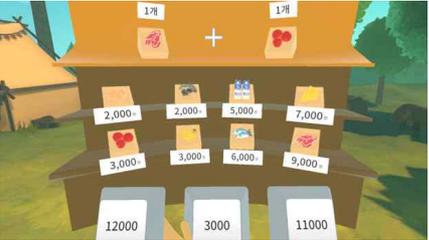
Cognitive training programs	
<p>Frontal Lobe Executive Function : Find the rules Find the rule and fill in the blanks</p> 	<p>Attention : Find numbers Find rotating numbers by overlapping</p> 
<p>Calculation ability : Calculate price Calculate the cost of goods</p> 	<p>Visuospatial function : Complete the Jigsaw puzzle Complete the empty jigsaw puzzle</p> 
<p>Language ability : Find the word Find words presented horizontally or vertically</p> 	<p>Memory : Remember object Remember the location of object</p> 

Table 4. Example of brain health gymnastics programs

Easy Difficulty	Hard difficulty
 <p>Sitting and walking in place</p>	 <p>Standing and walking in place</p>

4) 명상

본 연구에서는 경기도 소재 대학병원 신경과 연구팀과 협력하여 심신 안정과 정서 조절을 목적으로 명상 프로그램을 개발하였다. 사용자들이 고개를 좌, 우 위아래로 움직이며 주변 풍경을 볼 수 있고 가이드의 목소리에

따라 명상과 호흡을 진행하여 정서 안정에 도움이 될 수 있도록 프로그램을 고안하였다. 또한, 사용자의 기호에 따라 프로그램을 선택할 수 있도록 가을 숲, 한국의 정원, 노을 진 바다, 겨울 호수 등 심적 안정을 도모할 수 있는 다양한 자연 배경을 구현하였다(Table 5).

Table 5. Example of meditation programs

Korean gardens	Autumn forest	Sunset sea	Winter lake
			

5) 가상공간

본 연구에서는 사용자들이 가상현실 기기를 통하여 실제 관계적 상호작용을 가상공간에서도 실현할 수 있도록 실제 공간을 접목한 가상공간을 구현하였다. 가상공간에서 서로 소통하며 신체기능을 향상하거나, 고립에서 벗어나 소통을 통한 정서 안정 그리고 사회적 기능 회복을 목적으로 제작하였다. 본 연구에서는 하나의 기

관과 하나의 공간에서 기기를 사용하였으나, 사용자들은 본 가상현실 기기를 사용하여 각자의 가정에서 가상공간에 모여 소통하거나, 서로 다른 기관에서 가상공간에 모여 상호 간의 소통이 가능하다. 지속적인 흥미를 유발하고 동기를 강화할 수 있도록 프로그램 종료 후 가상공간에서 최종결과를 확인하고 이전 기록과 비교할 수 있도록 구성하였다(Table 6).

Table 6. Example of metaverse

Conversation	Magic painting	Check the results
		

4. 연구 절차

본 연구는 2023년 7월 3일부터 2023년 9월 18일까지

진행하였으며 구체적인 일정은 다음과 같다.

1) 연구 참여자 모집 및 사전 검사

2023년 6월 12일부터 2023년 6월 30일까지 서울 소재의 M 어르신 복지관 게시판에 ‘뇌 미인 프로그램’ 홍보물을 게시하여 홍보 및 참여자 모집을 수행하였다. 자발적으로 동의한 참여자 중 선정 기준에 따른 선별을 통해 프로그램 참여에 적합한 참여자 18명을 선별하였고, 무작위배정을 거쳐 6명씩 총 3그룹(A, B, C)으로 배정되었다. M 어르신 복지관의 훈련된 연구원 3인(간호사 1인, 사회복지사 2인)이 참여가 확정된 참여자들에게 2023년 6월 28일부터 2023년 6월 30일까지 동의서 수집과 일반적 특성 설문 조사, 인지선별검사, 단축형 노인 우울척도 검사를 개별적으로 수행하였다. 설문 응답 시간은 1인당 약 30분 정도 소요되었다.

2) 현장 중재자 교육

2023년 6월 12일부터 6월 23일까지 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램을 수행하기 위하여 서울사회복지대학원대학교 평생교육원 교수이자 사회복지사 1급을 소지한 사회복지사 1인과 사회복지사 2급 자격증을 소지한 사회복지사 1인, 총 2인을 현장 중재자로 선정하였고, 2주에 걸쳐 사전교육을 시행하였다.

3) 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램 시행

2023년 7월 3일부터 2023년 9월 1일까지 실험집단 A, B, C 그룹을 대상으로 주 2회씩 총 16회기에 걸쳐 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램을 진행하였다. A그룹은 월, 금, B그룹은 월, 금, C 그룹은 목, 금의 일정으로 프로그램을 진행하였다(Table 7).

Table 7. Program time table by Group

Group	Day	Time	Day	Time
A	Monday	10:00~11:00	Friday	14:00~15:00
B	Monday	11:00~12:00	Friday	15:00~16:00
C	Thursday	09:00~10:00	Friday	09:00~10:00

1회기 프로그램은 총 60분이 소요되었으며, 구체적으로 준비를 위한 가상공간에서 소통하기(5분), 인지 훈련(25분), 뇌 체조(15분), 명상(5분), 마무리를 위한 가상공간에서 소통하기(5분)로 구성되었다. 인지 훈련은 6개의 항목에서 인지 능력에 따라 상, 중, 하로 난이도를 조절하고 숙련도에 따라 프로그램 개수를 조절하였다. 뇌 체조 또한 8개의 항목에서 신체 능력과 숙련도에 따라 프로그램 개수를 조절하였다. 첫 1주~3주 차 기간에는 기기 적응을 위해 시간이 소요되는 점을 고려하여 인지 훈련과 뇌 체조 프로그램은 2개로 진행하였고, 이후 사용자들의 숙련도가 높아짐에 따라 6주 차 이후로는 인지 훈련과 뇌 체조 프로그램을 4개로 진행하였으며, 명상은 동일하게 2종씩 적용하였다. 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램의 평가는 교육을 이수하고 훈련된 복지관의 연구원 3인이 진행했으며 프로그램 진행은 장비 사용 방법을 충분히 숙지한 강사 2인이 진행하였다. 프로그램

진행 시 피로감을 호소하는 대상자에 대한 대응과 낙상 예방과 안전을 위하여 보호자 1인이 함께 입회하였다 (Fig 1, 2, 3, 4).



Fig 1. Roubustand components



Fig 2. Robustand head mounted display



Fig 3. VR program applied



Fig 4. Participants doing in the program

4) 중간 검사

2023년 7월 28일부터 2023년 8월 2일까지 총 4주간 8회의 프로그램을 이수한 연구 참여자에게 가상현실 기반 복합 인지 중재 후 인지선별검사 및 단축형 노인 우울척도를 개별적으로 실시했다. 설문 응답 시간은 1인당 약 20분 정도 소요되었다.

5) 사후 검사

2023년 8월 28일부터 2023년 9월 1일까지 총 8주간 16회의 프로그램을 이수한 연구 참여자에게 가상현실 기반 복합 인지 중재 후 인지선별검사, 단축형 노인 우울척도, 그리고 프로그램 종료 후 사용성 평가를 개별적으로 실시하였다. 1인당 약 20분 정도의 시간이 소요되었다.

5. 자료 분석

본 연구의 수집된 자료는 통계처리용 데이터 코딩 과정을 거쳐 SPSS 21.0을 이용하여 분석하였다. 연구 참여자의 일반적 특성은 빈도분석을 실시하였으며, 본 연구에서는 모수검정에 적합하지 않은 적은 표본 수의 한계를 고려하여 비모수 검정기법(Nonparametric test)인 프리드먼 검정(Friedman test)을 사용하여 집단 내 요인 평균값 차이를 검증하는 K-대응 표본 비모수검정(K-related samples nonparametric test)을 실시하였다. 모든 자료의 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상의 일반적 특성

본 연구 참여자의 인구학적 특성은 다음과 같다. 성별은 여성이 13명(81 %) 남성이 3명(18 %)으로 나타났다. 연령대는 80~84세 5명(31 %), 75~79세 5명(31 %) 70~74세 3명

Table 8. General feature of participants

(n= 16)

Feature	Category	Participant	%
Gender	Male	3	18.7
	Female	13	81.3
Age (years)	65~69	2	12.5
	70~74	3	18.7
	75~79	5	31.2
	80~84	5	31.2
	85~89	1	6.2
Educational attainment	Elementary school graduation	3	18.7
	Middle school graduation	1	6.2
	High school graduation	4	25
	University/College graduation	8	50
Patients with brain lesion	Diagnosed	0	0
	Not diagnosed	16	100

(18%), 65~69세 2명(12%), 85~89세 1명(6%)으로 나타났다. 학력 수준은 대학교 졸업 8명(50%), 고등학교 졸업 4명(25%), 중학교 졸업 1명(6%), 초등학교 졸업 3명(18%)으로 나타났다. 뇌 병변 관련 질환자는 16명 모두 관련 없음(100%)으로 나타났다(Table 8).

2. 가상현실 기반 복합인지중재 전·후의 인지기능 비교

본 연구에 참여한 대상자의 인지기능 변화를 알아보기 위해 실시한 CIST 평가 결과, 시험군의 인지기능 점수는 프로그램 시작 전 26.5, 프로그램 진행 중간(4주 차) 27.5, 프로그램 종료(8주 차) 사후 검사에서 28.5로 인지기능점수의 절대값은 점차적으로 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 9).

Table 9. Comparison of cognitive function before and after applying virtual reality-based complex cognitive training program (n= 16)

	Mean score±Standard deviation	χ^2	DF	p
Pre CIST	26.50±2.71	5.61	2	.061
Mid CIST	27.50±2.34			
Post CIST	28.50±2.10			

p<.05, CIST; cognitive impairment screening test

3. 가상현실 기반 복합인지중재 전·후의 우울 비교

본 연구에 참여한 대상자의 우울 변화를 알아보기 위해 실시한 SGDS-K 평가 결과, 시험군의 우울 점수는 프

로그램 시작 전 1.56, 프로그램 진행 중간(4주 차) 1.69, 프로그램 종료(8주 차) 사후 검사에서 1.81로 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 10).

Table 10. Comparison of depression before and after applying virtual reality-based complex cognitive training program (n= 16)

	Mean Score±Standard Deviation	χ^2	DF	p
Pre SGDS-K	1.56±2.71	.17	2	.92
Mid SGDS-K	1.69±2.39			
Post SGDS-K	1.81±2.43			

p<.05, SGDS-K; short form of geriatric depression scale-Korea

Table 11. Usability evaluation after applying virtual reality-based complex cognitive training program (n= 16)

Score	Evaluation	Participant	%
>92	Best imaginable	3	18.75
85~91	Excellent	0	0
72~84	Good	6	37.50
52~71	OK/Fair	7	73.75
38~51	Poor	0	0
<37	Worst imaginable	0	0

4. 사용성 평가

본 연구에 참여한 대상자의 사용성 평가 결과는 매우 좋음이 3명(18%), 좋음 6명(37%), 보통이 7명(73%)로 나타났으며, 평균 점수는 75.56으로 좋음에 해당하였다(Table 11).

IV. 고찰

본 연구에서는 지역사회 노인을 대상으로 8주 16회기의 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램이 노인의 인지기능, 우울, 그리고 디지털 격차 해소에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 먼저 프로그램 시행 전, 중, 후의 인지기능의 평균 점수가 각각 사전 26.5, 중간 27.5, 사후 28.5로 증가하는 추세를 보였으나 통계적으로 유의미하지는 않았다. 비록 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램 시행으로 인한 인지기능의 변화가 통계적으로 유의미하지는 않았으나 사전-중간-사후의 인지 점수 평균이 점차 증가했고 결과의 유의수준 값에 근소한 차이가 있었음을 고려하면, 구간추정(interval estimation) 시 모수의 추정치인 표본이 특정한 확률분포의 가정 하 속할 때 오차 범위가 최소화될 수 있도록 충분히 많았거나($n < 30$), 더 명확한 사후 점수 폭의 변화가 관찰 가능하도록 장기적으로 프로그램을 운영했다면 본 연구에서 통계적으로 유의미한 인지능력점수의 향상이 발견되었을 수 있다는 가능성이 있다고 여겨진다. 실제로 최소 10주 이상 장기적으로 가상현실 기반 인지 재활 프로그램을 시행한 연구들에서(Liao 등, 2020) 사용자들의 실행기능과 재인 능력 등의 전반적 인지 기능이 통계적으로 유의미하게 향상됨이 보고되었다. 가상현실 기반 프로그램은 정상군 및 병리를 가진 사용자들의 인지기능향상 및 회복에 도움이 되며(Reggente, 2023), 특히 가상현실 콘텐츠를 활용한 재활 프로그램은 노인 사용자의 인지적 기능 향상 및 신경 재활에 효과가 나타났다는 선행연구 결과들(Chen 등, 2022; Kang 등, 2020; Liao 등, 2020; Yen & Chiu, 2021)을 고려했을 때, 본 연구에서 개발한 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램이 노인들에게 능동적인 학습의 기회를 제공해주고 다감각적 요소를 통하여 사

용자의 인지적 기능을 향상시킬 수 있는 도구로 활용될 수 있는 가능성이 있다 판단된다. 추후 연구들에서는 노년기 연령대 별로 집단을 세분화 할 수 있을 정도로 많은 수의 표본을 모집하여 인지기능 향상에 대한 본 프로그램의 효과성을 더 정교하게 검증할 필요가 있다.

가상현실 기반 복합인지중재 프로그램 시행 전, 중, 후의 우울의 평균 점수 또한 통계적으로 유의미하지 않았다. 이는 16명 중 14명(77%)이 정상(0~2점)군에 속함에 따라 평균 우울 점수가 매우 낮은 본 연구 참여자의 특성($M = 1.6$)으로 인해 프로그램 실시 전, 후 우울 평균 점수의 유의미한 변화를 관찰할 수 없었던 것으로 추측한다. 그러나 노인들을 대상으로 가상현실을 활용한 인지 및 정서 재활 프로그램을 실시한 선행연구들의 효과성을 메타 분석한 Yen과 Chiu(2021)의 연구에 따르면, 다수의 선행연구들에서 개발된 가상현실 기반 중재 프로그램의 실행을 통해 전반적으로 노인 사용자들의 우울감이 감소한 것으로 나타났다. 노년기에 접어들면서 노인들은 신체적, 사회적, 환경적 변화로 인해 심리적으로 고립되고, 우울해지고, 위축되는 경향이 있기에(Kim & Choi, 2015) 추후 연구에서는 우울 수준이 높은 노인들(예: 우울검사 고위험군)을 대상으로 본 연구에서 개발한 프로그램을 실시하여 더 명확한 결과를 도출할 필요가 있다.

더불어 본 프로그램의 적용이 노인 사용자들의 디지털 격차를 감소시키며 신체적, 심리적, 기술적으로 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있었다. 구체적으로, 본 연구 참여자들이 8주간 가상현실 프로그램을 수행하며 HMD기기를 사용하였을 때 흔히 발생할 수 있는 가상현실 멀미(VR sickness), 두통, 답답함 등을 비롯한 신체적 이상 증상들을 보고하지 않았다. 더불어 본 연구의 사용성평가의 평균 점수는 75.56으로 좋음에 해당했는데, 연구 참여자들은 프로그램 종료 후 키오스크 사용에 대한 두려움이 감소하였으며, 새로운 기기를 배우는 것에서 얻은 성취감을 표현하였고, 지속적으로 프로그램에 참여하길 희망하였다. 또한 처음 기기를 사용하였을 때에는 60분이라는 동일한 프로그램 시간 내에 1~2개의 프로그램을 수행하던 연구 참여자들이 프로그램 참여 6주 차 이후로는 4개의 프로그램을 수행할 수 있었으며, 8주 차부터는 다양한 그림 그리기를 수행하고 다른 연구 참여

자가 그린 그림을 따라 그리며 함께 활동할 수 있었다. 이는 노인 연구 참여자들이 가상현실 기기와 프로그램을 이용하는데 어려움이 없었으며, 이들의 가상현실 기기 활용도와 숙련도가 높아졌고, 이에 따른 디지털 격차의 감소를 경험했음을 시사한다. 이는 본 연구에서 개발한 가상현실 기반 복합 인지 중재 프로그램이 적응적인 노화 과정을 경험할 수 있게 도와주는 도구가 될 가능성을 시사한다. 노인을 대상으로 가상현실 재활 프로그램을 실시했지만 프로그램 실시 후의 인지적, 심리적 요인의 변화에만 집중했던 선행연구들(Chen 등, 2022; Kang 등, 2020; Liao 등, 2020; Yen & Chiu, 2021)과는 달리, 본 연구에서는 최초로 가상현실 프로그램 및 기기에 대한 사용성 평가를 통해 노인 사용자들의 디지털 격차에 대해 탐색한 것에 큰 의의가 있다. 최근 한국사회는 인구의 초고령화와 더불어 4차 혁명에 따른 신기술의 발전으로 인해 노년세대의 정보격차 해소방안에 대한 관심이 높아지고 있다(Lee 등, 2016; Kang & Yang, 2012). 실제로 노인의 디지털 정보 활용 능력이 소외 및 역할 상실 등 노인기 적응 과정을 성공적으로 해결하고, 여가생활과 문화 향유에 영향을 미치며, 스마트폰을 이용한 정보의 활용은 삶의 만족도를 높임과 동시에 우울감과 고독감을 낮추며, 새로운 과업을 성취함으로써 자신감과 자기 효능감을 높여 노화의 과정에서 사회적 변화에 재적응할 수 있음이 선행연구들(Choi & Song, 2020; Jung & Lee, 2012; Kang 등, 2013; Kim & Jun, 2017; Seo, 2019)에서 입증되었다. 그렇기에 정보 격차와 소외를 경험하는 노인들이 사회 구성원으로서 적응적인 삶을 영위하고 삶의 질을 향상시킬 수 있는 디지털 격차 해소는 노인 복지 측면에서도 중요할 것이라 여겨진다. 디지털 격차 해소를 위한 방법 중 하나는 일상생활 안에서 디지털 기기의 보유 및 활용 경험을 증가시킴으로서 온라인에서의 의사소통 기술을 자연스럽게 습득하는 것이다. 사람들은 일상에서 타인과 함께 할 수 있는 다양한 활동들에서 디지털 기기를 사용하며 사회에서 소외되지 않고 유기적으로 연결되어 있음을 느끼며, 이 과정에서 자신에 대한 신뢰 유지와 자신감, 자기통제감이 향상되는 효과를 보이기도 한다(Pearlin 등, 1981; Sharp, 2018). 따라서 일상생활 안에서 인지기능훈련, 뇌 체조, 정서조절, 온라인 소통 등 다양한 활동을 경험하도록 고안된 본 가상현

실 기반 프로그램은 디지털 격차를 해소할 수 있는 대안으로 제안될 수 있다.

본 연구가 지니는 한계점과 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 코로나19 감염병에 취약한 노인 인구를 대상으로 연구를 진행했기에 피험자 모집 및 프로그램 실시 과정 동안 공간적, 시간적 제약이 많았으며, 이에 따라 본 연구에서는 실험군만을 대상으로 연구를 진행했다. 향후 연구에서는 통제군과 대조군을 포함한 연구 설계 방법을 고안하여 더 명확한 프로그램의 효과성을 탐색해야 할 것이다. 둘째, 본 연구에서는 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램이 노인의 인지기능, 우울, 디지털 격차에 미치는 횡단적인 영향만을 탐색하였다. 추후 연구에서는 본 프로그램의 장기적인 효과를 분석함으로써 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램이 노인의 인지 기능, 우울, 디지털 격차에 미치는 종단적인 영향을 검증하는 것이 필요하다. 셋째, 본 연구의 참여자는 서울에 위치한 복지관에 등록된 노인들이기에, 대한민국 노인 인구 전체로 본 연구의 결과를 일반화할 수 없다. 따라서 국내 노인의 전반적 특성을 반영하기 위한 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 가상현실 기반 복합인지중재 프로그램이 국내 지역사회 노인들에게 어떤 인지적, 정서적, 기능적 변화를 야기 할 수 있는지를 평가하였으며 가상현실을 활용한 인지, 정서 재활 프로그램 및 기기 사용에 대한 전반적인 이해의 틀을 제공했다. 특히 선행연구들과는 달리 처음으로 노인들이 가상현실 프로그램 및 기기 사용 시 경험한 디지털 격차의 감소를 사용성 평가를 통해 탐색했다는 점에서, 본 연구의 결과는 노인들의 디지털 접근 역량과 활용 수준에 대한 긍정적인 재평가를 가능케 했다고 여겨진다. 고령화 시대가 지속됨에 따라 노인들의 질병 예방, 사회적 회기, 그리고 적응적 삶에 관심이 모아지고 있다. 노인들은 만성질환으로 인한 신체 및 정신적 기능의 저하, 사회적 기능 소실로 인한 사회적 위축, 급진적 변화로 인한 자신감 저하와 같은 다양한

요인들을 경험하기에, 이들의 복지와 안녕감을 위해서는 복합적인 접근이 필요하다. 이에 가상현실 기반 복합인 지중재 프로그램은 노인의 정서적, 인지적 질환을 예방하고 가상현실 속에서 사회의 관계망의 크기를 넓혀 사회적 회기에 도움이 될 수 있음을 기대해 볼 수 있으며, 디지털 역량 강화로 격차 해소에 도움이 됨을 알 수 있었다. 결론적으로, 본 연구에서 개발한 가상현실 복합 중재 프로그램이 노인의 사회적 회기와 균형 있고 건강한 노년을 가능케 할 수 있다 제시하는 바이다.

참고문헌

- Al-Yahya E, Johansen-Berg H, Kischka U, et al(2016). Prefrontal cortex activation while walking under dual-task conditions in stroke: a multimodal imaging study. *Neurorehabil Neural Repair*, 30(6), 591-599. <https://doi.org/10.1177/1545968315613864>.
- Bang EB, Kim MRH, KIM JH, et al(2019). The effects of virtual reality graded exposure therapy on public speaking anxiety and self-focused attention in female university students. *Korean J Health Psychol*, 24(2), 293-309. <https://doi.org/10.17315/kjhp.2019.24.2.001>.
- Botella C, Quero S, Baños RM, et al(2004). Virtual reality and psychotherapy. *Cyberther*, 99, 37-54. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-943-1-37>.
- Brooke J(1996). SUS - a quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 189(3), 189-194.
- Brown P, Waite F, Lambe S, et al(2022). Automated virtual reality cognitive therapy (gamechange) in inpatient psychiatric wards: qualitative study of staff and patient views using an implementation framework. *JMIR Form Res*, 6(4), Printed Online. <https://doi.org/10.2196/34225>.
- Chen X, Liu F, Lin S, et al(2022). Effects of virtual reality rehabilitation training on cognitive function and activities of daily living of patients with poststroke cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 103(7), 1422-1435. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.03.012>.
- Cho MJ, Bae JN, Suh GH, et al(1999). Validation of geriatric depression scale, Korean version(GDS) in the assessment of DSM-III-R major depression. *J Korean Neuropsychiatr Assoc*, 38(1), 48-63.
- Choi HI, Song IU(2020). The mediating effect of self-efficacy between the elderly's digital information literacy and life satisfaction. *J Korea Acad Industr Cooper Soc*, 21(6), 246-255. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.6.246>.
- Choi SA(2021). Effects of a distance memory training intervention on cognitive function, memory self-efficacy and depression in older adults with subjective memory complaints. Graduate school of Korea National Open University, Republic of Korea. Master's thesis.
- Choi YO(2020). Impact of longevity risks on the Korean government: proposing a new mortality forecasting model. *Korean Econ Rev*, 36(1), 201-225.
- De Giorgi R, Fortini A, Aghilarre F, et al(2023). Virtual art therapy: application of Michelangelo effect to neurorehabilitation of patients with stroke. *J Clin Med*, 12(7), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/jcm12072590>.
- Deutsch JE(2011). Using virtual reality to improve walking post-stroke: translation to individuals with diabetes. *J Diabetes Sci Technol*, 5(2), 309-314. <https://doi.org/10.1177/193229681100500216>.
- DiMaggio P, Hargittai E, Celeste C, et al(2004). Digital inequality: from unequal access to differentiated use. *Soc Inequal*, 2004, 355-400.
- Freeman D, Lambe S, Kabir T, et al(2022a). Automated virtual reality therapy to treat agoraphobic avoidance and distress in patients with psychosis (gamechange): a multicentre, parallel-group, single-blind, randomised, controlled trial in England with mediation and moderation analyses. *Lancet Psychiatry*, 9(5), 375-388. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(22\)00060-8](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(22)00060-8).
- Freeman D, Rosebrock L, Waite F, et al(2022b). Virtual reality (VR) therapy for patients with psychosis:

- satisfaction and side effects. *Psychol Med*, 53(10), 4373-4384. <https://doi.org/10.1017/S0033291722001167>.
- Hung SCW, Ho AYN, Lai IHW, et al(2020). Meta-analysis on the effectiveness of virtual reality cognitive training (VRCT) and computer-based cognitive training (CBCT) for individuals with mild cognitive impairment (MCI). *Electron*, 9(12), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/electronics9122185>.
- Hwang HJ, Hwang YS(2017). Gaps and reasons of digital divide within the elderly in Korea: focusing on household composition. *Soc Sci Res*, 24(3), 359-386. <https://doi.org/10.46415/jss.2017.09.24.3.359>.
- Jung MS, Lee YR(2012). A study on the influence of the satisfaction of the internet use on the life satisfaction of the elderly: a mediating effect of self-efficacy. *Interdiscip J Adult Contin Educ*, 15(1), 63-85. <https://doi.org/10.22955/ace.15.1.201202.63>.
- Kang HJ, Kim SR, Kim JH, et al(2020). Effect of the virtual reality cognitive rehabilitation program on cognition ability and activities of daily living in patients with mild cognitive impairment. *J Korean Soc Phys Med*, 15(4), 155-161. <https://doi.org/10.13066/kspm.2020.15.4.155>.
- Kang HW, Park KM(2012). Comparison of correlates of depression in late-life between urban and rural areas. *J Korean Gerontol Soc*, 32(1), 129-143.
- Kang WS, Yang HS(2012). A study on efficient policies of solving the digital divide for weak layers in the smart phone convergence era. *J Digit Converg*, 10(1), 29-38.
- Kang WS, Kim MS, Ko JU(2013). Effects of the smartphone information use and performance on life satisfaction among the elderly. *J Korean Gerontol Soc*, 33(1), 199-214.
- Kim HS, Sim JS(2020). Digital literacy of elderly people and social activities. *Int J Policy Eval Manag*, 30(2), 153-180. <https://doi.org/10.23036/kapae.2020.30.2.006>.
- Kim JS(2023). Development of immersive cognitive rehabilitation VR contents based on storytelling. *J Digit Art Eng Multimed*, 10(2), 163-173. <https://doi.org/10.29056/jdaem.2023.06.03>.
- Kim JY, Choi YS(2015). The effects of social support on depression of older people in local small cities. *J Korea Contents Assoc*, 15(4), 208-219. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.04.208>.
- Kim MY, Jun HJ(2017). The effects of smartphone use on life satisfaction in older adults: the mediating role of participation in social activities. *Korean J Gerontol Soc Welfare*, 72(3), 343-370. <https://doi.org/10.21194/kjgsw.72.3.201709.343>.
- Kim SH, Kim HG, Lee JH(2013). Effect of virtual reality based exercise program on the upper extremity function and activities of daily living in stroke patients. *J Rehabil Res*, 17(2), 373-391.
- Kim TK, Kang I(2018). The effects of elderly people's stress and social support on depression. *Asia pac J Multimed Serv Converg Art Humanit Sociol*, 8(2), 763-771. <https://doi.org/10.35873/ajmahs.2018.8.2.075>.
- Kwak MJ(2022). Art therapy using metaverse platform: focusing on theoretical concept, tentative definition, and domestic cases. *Inst Korean Arts Ther*, 22(2), 21-40. <https://doi.org/10.18253/kart.2022.22.2.02>.
- Lambe S, Knight I, Kabir T, et al(2020). Developing an automated VR cognitive treatment for psychosis: gamechange VR therapy. *J Behav Cogn Ther*, 30(1), 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.jbct.2019.12.001>.
- Lee HJ, Kim HS, Jung YM(2009). Depression and quality of life in Korean elders. *J Res Commun Public Health Nurs*, 20(1), 12-22.
- Lee HJ, Park MK(2020). Older adults' digital divide and life satisfaction : comparing mobile and PC-based digital divide. *Korea Inst Public Adm*, 29(2), 209-241. <https://doi.org/10.22897/kipajn.2020.29.2.007>.
- Lee HS, Lee SH, Choi JA(2016). Redefining digital poverty : a study on target changes of the digital divide survey for disabilities, low-income and elders. *J Digit Converg*, 14(3), 1-12. <https://doi.org/10.14400/JDC.2016.14.3.1>.
- Liao YY, Tseng HY, Lin YJ, et al(2020). Using virtual reality-based training to improve cognitive function,

- instrumental activities of daily living and neural efficiency in older adults with mild cognitive impairment. *Eur J Phys Rehabil Med*, 56(1), 47-57. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05899-4>.
- Park JY, Han HJ, Ryu JK, et al(2022). Effect of vr-based covid blue alleviation program with occupation-based activities on social isolationand emotions for the community dwelling elderly: a preliminary study. *Korean Soc Geriatr Occup Ther*, 4(2), 91-106. <https://doi.org/10.23189/yksgot.2022.4.2.006>.
- Pearlin LI, Lieberman MA, Menaghan EG, et al(1981). The stress process. *J Health Soc Behav*, 22(4), 337-356. <https://doi.org/10.2307/2136676>.
- Reggente N(2023). VR for cognition and memory. *Curr Top Behav Neurosci*, 65, 189-232. https://doi.org/10.1007/7854_2023_425.
- Rhee EST(2018). Development of arts therapy program to lower the career related stress of the university students using virtual reality(VR). *Korean Comp Gov Rev*, 22(2), 91-107.
- Ryu SH(2015). The effect of virtual-reality program on depression and motivation for rehabilitation and occupational participation for stroke patients. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Master's Thesis.
- Scheerder A, van Deursen A, van Dijk J(2017). Determinants of internet skills, uses and outcomes: a systematic review of the second-and third-level digital divide. *Telemat Inform*, 34(8), 1607-1624. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.07.007>.
- Sharp LA(2018). Collaborative digital literacy practices among adult learners: levels of confidence and perceptions of importance. *Int J Instr*, 11(1), 153-166.
- Seo SM(2019). The effect of smartphone education on the quality of life, self-efficacy, well-being for the elderly. *J Converg Informa Technol*, 9(5), 165-171. <https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2019.9.5.165>.
- Shin SH, Jeong WJ, Cho SJ, et al(2020). Design and implementation of VR webtoon-based contents for panic disorder. *J Digit Art Eng Multimed*, 7(1), 83-93. <https://doi.org/10.29056/jdaem.2020.03.08>.
- Yen HY, Chiu HL(2021). Virtual reality exergames for improving older adults' cognition and depression: a systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *J Am Med Dir Assoc*, 22(5), 995-1002. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2021.03.009>.
- Yesavege JA, Brink TL, Rose TL, et al(1983). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res*, 17(1), 37-49. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(82\)90033-4](https://doi.org/10.1016/0022-3956(82)90033-4).
- Yoon HS, Lee O, Beum KA, et al(2016). Effects of online social relationship on depression among older adults in South Korea. *J Korea Contents Assoc*, 16(5), 623-637. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2016.16.05.623>.
- Health Insurance Review & Assessment Service, 2022. Available at <https://www.hira.or.kr/eng/main.do/> Accessed October 6, 2023.
- Korean Association for Geriatric Psychiatry, 2023. Available at <https://www.kagp.or.kr:8009/> Accessed December 23, 2023.
- Ministry of Health and Welfare, 2020. Available at <https://www.mohw.go.kr/> Accessed October 6, 2023.
- Ministry of Science and ICT, 2021. Available at <https://www.msit.go.kr/index.do/> Accessed November 20, 2023.
- National Institute of Dementia, 2022. Available at <https://www.nid.or.kr/main/main.aspx/> Accessed November 6, 2023.
- Statistics Korea, 2021. Available at <http://kosis.kr/> Accessed October 6, 2023.