

체감형 가상현실 훈련(Joystim)이 뇌졸중 환자의 인지기능과 일상생활활동에 미치는 효과

Effectiveness of Motion-Based Virtual Reality Training(Joystim) on Cognitive Function and Activities of Daily Living in Patients with Stroke

양노열*, 박희수, 윤태형, 문중훈

N. Y. Yang, H. S. Park, T. H. Yoon, J. H. Moon

요 약

본 연구는 체감형 가상현실 훈련이 뇌졸중 환자의 인지기능과 일상생활활동에 미치는 효과를 알고자 하였다. 급성기 뇌졸중 환자 41명이 본 연구에 참여하였다. 실험 시작 후, 모든 대상자는 실험군 20명과 대조군 21명으로 무작위로 배정되었다. 두 군은 하루 30분, 주 5회, 4주 동안 보편적인 작업치료를 총 20회기 받았다. 실험군은 체감형 가상현실 훈련을 회기 마다 30분 더 받았으며, 대조군은 보편적인 작업치료를 회기 마다 30분 더 받았다. 결과측정은 중재 전과 후에 측정하였다. 인지기능을 확인하기 위하여 Loewenstein 인지평가를 측정하였으며, 집중력과 시각기억을 알아보기 위하여 선추적 검사와 시각기억을 측정하였다. 일상생활활동 능력을 알아보기 위하여 수정바텔지수를 사용하였다. 연구 결과, 실험군 18명, 대조군 18명은 특정 문제없이 실험을 완료하였다. 인지기능의 변화량에서 실험군은 대조군보다 집중력과 시각적 작업기역에서 유의하게 더 큰 향상이 있었다($p<.05$). 일상생활활동의 변화량을 비교에서 실험군은 대조군보다 자조관리에 유의하게 더 큰 향상이 있었다($p<.05$). 본 연구의 결과는 체감형 가상현실 훈련이 보편적인 치료보다 급성기 뇌졸중 환자의 인지기능과 일상생활능력 향상에 긍정적인 효과를 나타낼 수 있음을 시사한다.

ABSTRACT

The present study was to investigated the effects of motion-based virtual reality training on cognitive function and activities of daily living in patients with stroke. This study was participated in forty one patients with acute stroke. All subjects were randomly assigned into either the experimental group($n=20$) or the control group($n=21$). The both groups received the conventional occupational therapy during 30 min a day, 5 a week, 4 a weeks. Additionally, experimental group performed motion-based virtual reality training on each session during 30 min/day, and control group conducted conventional occupational therapy on each session during 30 min/day. The outcome measures were the LOTCA(Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment), TMT(Trail Making Test), VM(Visual Memory), K-MBI(Korean Modified Barthel Index). In comparison of change score of cognitive function, the experimental group showed a significantly greater improvements in attention and visual working memory than the control group($p<.05$). As a result for change score of activities of daily living, the experimental group showed a significant greater improvement in self care than the control group($p<.05$). Our findings suggest that motion-based virtual reality training may have a effects of the improvements of cognitive function and activities of daily living than conventional therapy in patients with acute stroke.

Keyword : Virtual Reality, Stroke, Cognition, Activities of Daily Living, Self Care

접 수 일 : 2017.12.26

심사완료일 : 2018.02.03

게재확정일 : 2018.02.06

* 양노열 : 충남도립대학교 작업치료과 교수
nofever@cnsu.ac.kr (주저자)

박희수 : 경동대학교 작업치료학과 교수
hspark@kduniv.ac.kr (공동저자)

윤태형 : 동서대학교 작업치료학과 교수
yth@dongseo.ac.kr (공동저자)

문중훈 : 인천사랑병원 재활의학과 작업치료사
garnett231@naver.com (교신저자)

1. 서론

뇌졸중이란 뇌혈관의 문제로 발생하는 신경학적 결손과 신체뿐만 아니라 다양한 기능장애를 유발하는 만성질환을 말한다[1]. 뇌졸중 후 나타나는 징후는 편마비와 같은 신체장애, 인지장애, 언어장애, 정서장애 등이 제시되었다[2]. 이러한 다양한 장애는 뇌졸중 환자가 가족 구성원에게 의존적인 일상생활을 유도하여 부양부담의 증가로 나타난다[3]. 이는 환자들 본인뿐만 아니라 부양자의 삶의 질 감소를 발생시키므로 다양한 전문가들이 중재하는 재활훈련과 같은 뇌졸중 환자를 위한 관리가 필요하다[4].

뇌졸중 후 인지기능 장애는 환자 본인과 가족 구성원의 삶의 질에 직접적인 영향을 주는 것 외에도 뇌졸중 후 높은 사망률과 관련 있으며[5], 부양시설로 보내지는 확률이 더 높다고 보고되었다[6]. 인지장애가 있는 환자는 특정 활동에 대한 계획, 시작, 문제 해결, 정보의 기억, 그리고 글을 이해할 수 있는 능력 등이 저하되므로 전반적인 뇌기능 회복과 높은 관련이 있다. Skidmore 등[7]의 연구에서 뇌졸중 환자의 인지기능 향상은 일상생활 및 사회적 활동 참여와 직접적으로 관련 있다고 보고하였다. 따라서 적절한 재활훈련을 통해 뇌졸중 후 인지기능 장애를 최소한으로 줄이는 것이 재활에서 필수적인 목표라 할 수 있다.

가상현실(virtual reality)의 정의는 컴퓨터가 만들어낸 가상환경에서 사용자가 실시간으로 환경과 상호작용하는 인간-컴퓨터 인터페이스이다. 가상현실이라는 용어는 1989년 Jaron Lanier가 가장 처음으로 사용하였는데, 이 시기부터 지금까지 전세계적으로 계속된 발전이 이루어지고 있다[8]. 가상현실의 이점은 환자가 입원하고 있는 병원환경에서 다양한 환경에서 일상생활활동 훈련에 대한 적용이 어려울 때 가상현실로는 가능하다는 것이다. 또한 다양한 훈련을 수행하는 동안 프로그램을 통하여 피드백(feedback)을 받을 수 있으며, 훈련의 결과를 수치화 할 수 있고 환자의 수준에 맞춰 난이도를 조정할 수 있다[9]. 가상현실이 뇌졸중 환자에게 줄 수 있는 이점은 제한된 재활환경에서 치료사가 환자의 기능회복을 위해 일상생활과 관련된 가상환경에서 새롭고 지속적으로 반복훈련을 제공할 수 있다는 점이다[8, 9]. 이러한 장점으로 가상현실을 이용한 재활이 뇌졸중 환자의 인지기능[10-13]과 상지기능[14] 및 일상생활활동[15-18]의 증진을 위해 연구가 계속해서 진행되고 있다.

가상현실을 이용한 인지재활에 대한 연구는 편측

공간무시(unilateral spatial neglect)에 대하여 주로 보고되었다[10-12]. 편측공간무시는 마비측 공간에 대하여 인식하지 못하는 증상이다. 일상생활에서 이러한 공간무시는 기능회복에 부정적인 영향을 미친다. 그러나 가상현실 훈련이 전반적 인지기능에 어떠한 영향을 미치는지는 명확히 밝혀지지 않고 있으며[13], 질적 수준이 높은 연구의 수도 미흡한 실정이다. 따라서 가상현실 훈련이 기존의 훈련과 비교하여 전반적인 인지기능과 인지의 세부영역에 어떠한 차이가 있는지 확인할 필요가 있을 것으로 생각한다.

일상생활활동에 대한 가상현실 훈련의 효과를 입증한 연구도 소수 보고되었지만[15], 효과가 없었다는 연구도 있어 연구자들 사이에 대립되는 의견이 있다[16, 17]. 일상생활활동의 향상을 위해서는 상지 기능뿐만 아니라 보행, 균형과 같은 전반적인 신체기능의 향상을 필요로 하며, 동시에 인지기능도 증진이 있어야 충분한 변화가 나타난다. 다시 말해서 뇌졸중 환자의 전반적인 기능회복이 있어야 일상생활활동도 향상된다는 점을 고려하였을 때, 자조관리와 깊은 연관이 있는 상지기능의 증진과 일상생활 환경에서 도구를 효율적으로 적절하게 사용할 수 있는 능력과 연관된 인지기능이 충분한 개선이 있어야 일상생활능력의 향상을 이끌 수 있을 것이다[18].

기능적 자기공명영상(functional Magnet Resonance Image; fMRI)을 통하여 가상현실 훈련의 효과를 확인한 Jang 등[19]의 연구에서 훈련 전과 후에 손상된 대뇌반구에 뇌 활성이 증가하였고, 기능적 회복과 높은 상관관계를 나타냈다. 이러한 결과를 바탕으로 저자들은 가상현실 훈련이 뇌신경 가소성에 유의한 변화를 나타낼 수 있음을 주장하였다. 이에 본 연구에서는 인지기능과 연관된 일상생활활동과 관련된 체감형 가상현실 훈련의 반복을 통해 뇌졸중 환자의 기능적 회복에 어떠한 영향을 미치는지 알고자 한다.

본 연구의 목적은 체감형 가상현실 훈련이 뇌졸중 환자의 인지기능과 일상생활활동에 미치는 효과를 알고자 하였다. 본 저자의 가설은 다음과 같다.

첫째, 체감형 가상현실 훈련은 뇌졸중 환자의 인지기능에서 보편적인 치료와 차이를 나타낼 것이다.

둘째, 체감형 가상현실 훈련은 뇌졸중 환자의 일상생활활동에서 보편적인 치료와 차이를 나타낼 것이다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 I시에 위치한 종합병원에서 작업치료를 받는 급성기 뇌졸중 환자 41명을 대상으로 하였다. 선정기준은 첫째, 전산화 단층촬영(Computerized Tomography) 또는 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging)으로 확인되었으며, 신경과 전문의가 뇌졸중이라 진단한 자, 둘째, 뇌졸중 발병기간이 1개월 미만인 자, 셋째, 의학적 상태가 안정된 자, 넷째, 한국판 간이정신상태 검사(Korea Mini-Mental Status Examination) 점수가 21점 이상인 자로 의사소통이 가능한 자, 다섯째, 상지에서 도수근력검사(Manual Muscle Test) F- 이상인 자(해당 관절의 중력에 대항한 움직임이 관절가동범위 50% 이상의 움직임이 가능)로 하였다. 제외기준은 첫째, 심각한 편측공간무시가 있는 자, 둘째, 심각한 실행증(apraxia)이 있는 자, 셋째, 치매 또는 파킨슨과 같은 역행성 질환이 없는 자, 넷째, 독립적인 앉은 자세유지가 어려운 자로 하였다. 실험 전, 모든 대상자는 연구의 목적과 진행에 대한 설명을 충분히 숙지하였으며, 연구자는 대상자가 원하는 경우 중단이 가능함을 알렸다. 연구는 대상자가 연구 참여에 대한 자발적인 동의를 한 후, 진행하였다.

2.2 측정도구

본 연구에서 인지기능을 평가하기 위하여 Loewenstein 인지평가(Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment; LOTCA)를 사용하였으며, 인지기능의 하위항목인 집중력과 시각적 작업기억(working memory)을 알아보기 위하여 선추적 검사와 운동시지각 검사(Motor-free Visual Perception Test-3; MVPT-3)의 하위항목인 시각기억을 사용하였다. 일상생활활동을 측정하기 위하여 수정바텔지수를 사용하였다. 종속변수로 측정한 평가에 대한 설명은 아래와 같다.

2.2.1 Loewenstein 인지평가 (Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment; LOTCA)

Loewenstein 인지평가는 전반적 인지기능을 측정하기 위하여 사용하였다[20]. Loewenstein 인지평가는 하위영역 6개로 구분한다. 각 영역은 지남력, 시지각, 공간지각, 운동실행, 시운동 조직화, 사고조직

이며, 총점으로 전반적인 인지기능을 확인하였다. Loewenstein 인지평가의 검사자간 신뢰도는 .82에서 .97이다[21].

2.2.2 선추적 검사(Trail Making Test; TMT)

선추적 검사는 동시적 집중력을 알아보기 위해 사용하였다. 이 검사는 A형과 B형이 있는데, 본 연구는 A형에 대한 측정만 실시하였다. 검사 방법으로는 대상자가 펜을 이용하여 종이에 무작위로 쓰여진 1~25번의 수를 오름차순으로 선을 잇도록 한다. 대상자가 선을 잇는 동안 검사자는 시간을 측정한다. A형 선추적 검사의 검사-재검사 신뢰도는 .78이다[21].

2.2.3 시각 기억(Visual Memory; VM)

본 연구에서 대상자의 시각적 작업기억을 확인하기 위하여 운동시지각 검사에 있는 시각적 단기 기억(Visual short term memory) 1과 시각적 단기 기억 2를 이용하였다[22]. 본래 운동시지각 검사는 전반적 시지각을 확인하는 검사이지만 본 연구에서는 시각기억 2개의 항목에 대한 측정만 하였다. 채점은 최소 0점, 최대 13점으로 하며, 점수가 높을수록 시각적 작업기억이 높다. 운동시지각 검사의 신뢰도는 .77~.83이다.

2.2.4 수정바텔지수(Modified Barthel Index; MBI)

수정바텔지수는 일상생활활동을 평가하는 검사이다. 이 검사는 개인위생, 목욕하기, 식사하기, 용변처리, 계단 오르기, 옷 입기, 대변조절, 소변조절, 보행/의자차, 의자/침대 이동영역과 같은 총 10가지 영역으로 나누어져 있다. 수정바텔지수는 최소 0점, 최대 100점으로 채점하며, 완전한 의존은 0점, 일상생활활동이 완전히 독립인 경우 100점이다. 본 연구에서는 수정바텔지수의 총점과 자조관리(self care)와 이동(locomotion)에 대한 점수를 구분하여 제시하였다. 이 평가의 검사자간 신뢰도는 .95, 검사자내 신뢰도는 .89이다[23].

2.3 연구절차

모든 대상자는 실험군 20명과 대조군 21명으로 무작위 배정되었다. 무작위 배정방법은 동전 던지기를 통하여 실시하였으며, 짝수와 홀수로 실험군과 대조군을 구분하였다. 두 군의 대상자 수를 동일하게 할당하기 위하여 첫 번째 대상자가 짝수가 나왔을 경우, 다음 대상자는 반대편 군으로 배정하였다. 두 군은 하루 30분, 주 5회, 4주 동안 보편적인 작업치료를 총 20회기 수행하였다. 실험군은 체감형 가상현실 훈련을 회기 마다 30분 더 받았으며, 대조군은 보편적인 작업치료를 회기 마다 30분 더 받았다. 실험군에서 추가적으로 받은 20회기 동안 체감형 가상현실 훈련은 일상생활과 관련된 영역(하루 30분, 주 2~3회, 4주, 총 10회기)과 인지재활에 집중된 영역(하루 30분, 주 2~3회, 4주, 총 10회기)으로 구분하여 적용하였다. 실험기간 동안 매주 일상생활 영역과 인지재활 영역의 적용은 하루씩 번갈아가며 수행되었다. 체감형 가상현실 훈련의 중재는 실험 전, 2주 동안 체감형 가상현실 시스템에 대한 교육을 받은 작업치료사가 환자에게 프로그램 교육과 중재를 시행하였다. 보편적인 작업치료는 수동적 및 능동적 관절가동범위 운동, 쥐기 및 집기 운동, 스트레칭, 그리고 그라마이저(gramamizer), 인클라인보드(Incline board), 콘 쌓기, ROM arc, 고무찰흙(putty)과 같은 기본적인 도구를 이용한 목적있는 활동(purposeful activities)을 수행하였고 연필과 종이(pencil and paper)활동, 페그보드를 이용한 인지과제, 블록을 이용한 인지과제, 다양한 종류의 퍼즐과 단어 맞추기 등의 인지훈련을 수행하였다. 대조군에서 추가적으로 받은 20회기 동안 작업치료는 실험군과 동일하게 목적있는 활동과 인지훈련을 각각 10회기씩 수행하였다. 실험 동안 대상자의 관리 및 감독은 작업치료사가 수행하였다.

2.3.1 체감형 가상현실 훈련(Joystim)

본 연구에서는 가상현실 훈련을 체감형 ADL 인지재활 훈련 시스템(Joystim, Cybermedic, Korea)을 통하여 수행하였다. 체감형 ADL 인지재활 훈련 시스템은 가상현실을 기반으로 일상생활과 관련된 상지기능, 인지기능의 향상을 위해 개발되었다. 체감형 ADL 인지재활 훈련 시스템의 모듈(module)은 전자키 버튼, 원형손잡이, 좌우선택버튼, 7자 모양의 손잡이, 에어튜브, 운전대, 가스밸브 손잡이, 핀치, 터치스크린으로 구성되어 있다. 이 모듈을 통하

여 일상생활과 관련된 인지훈련과 상지훈련을 수행한다. 이 시스템에는 훈련을 통해 눈 손 협응, 집중력, 정보처리, 분류, 기억력, 재인능력, 방향감각과 같은 인지기능의 하위 항목, 그리고 능동저항과 같은 상지기능에 대한 평가 점수가 제시된다. 또한 과제의 난이도를 치료사가 환자의 수준에 맞게 설정이 가능하도록 개발되었다.

체감형 ADL 인지재활 훈련 시스템에서 일상생활과 관련된 영역은 훈련 난이도에 따라서 기본 코스(basic course), 게임 코스(game course), 미션 코스(mission course)로 구분되어 있다. 기본코스는 일상생활활동과 관련된 과제가 다수 포함되어 있으며, 간단한 움직임을 통하여 활동을 한다. 기본코스의 콘텐츠는 가스렌지 켜기, O형 손잡이 문열기, 도어락(door lock) 열기, 운전하기, 7형 손잡이 문열기, 불빛 끄기, 건반 누르기, 케첩 쥐어짜기, 화분에 물주기, 망치질 하기로 구성되어 있다. 게임 코스는 특정 과제를 수행하기 위하여 상지 및 인지기능의 활용을 필요로 한다. 이 코스는 피아노, 카드 맞추기, 사격, 펜싱, 팔씨름, 권투, 폭탄제거, 주파수 맞추기로 구성되어 있다. 미션 코스는 일상생활과 관련된 과제를 상지기능의 눈 손 협응, 기억, 집중력, 사고조작과 같은 인지기능을 이용하여 수행한다. 미션 코스는 쿠키 만들기, 피자 만들기, 세수하기, 머리감기, 목욕하기 등으로 구성되어 있다. 체감형 ADL 인지재활 훈련 시스템의 적용은 작업치료사가 환자와 활동을 수행하였다. 본 훈련 시스템에는 일상생활과 관련된 다양한 활동을 할 수 있기 때문에 가장 먼저 환자의 기능수준에 맞는 활동을 환자 본인이 선택하도록 하여 훈련을 수행하였다. 작업치료사는 대상자가 선택한 활동수준이 적절하지 않다고 판단될 시, 환자의 일상생활과 관련된 기능적 회복에 적절한 훈련 프로그램을 수행하도록 권고하였다. 이러한 훈련은 의미없는 반복 훈련이 아닌 다양한 일상 활동을 통해 사용자 본인의 일상활동 능력을 체감하며, 부족한 부분에 대해서 반복할 수 있도록 하였다(Figure 1).

체감형 ADL 인지재활 훈련 시스템에서 인지재활에 집중된 영역은 인지훈련 코스(cognitive training course)가 있다. 이 코스는 인지기능의 향상에 초점을 맞추어 개발되었으며, 시각 기억력, 그림 개수 세기, 단어카드 맞추기, 그림순서 맞추기, 사칙연산하기, 그림 완성하기, 단어 찾기, 마트 계산하기, 시계 맞추기, 디스크 더미, 사물 분류하기, 수열 사각형, 빠진 물체 찾기, 짝 맞추기, 스피드 찾기, 비슷한 말과 반대말, 블록 부수기, 그림 맞추기, 숫자 순서 맞추기, 스피너로 구성되어 있다. 인지훈련 코스는

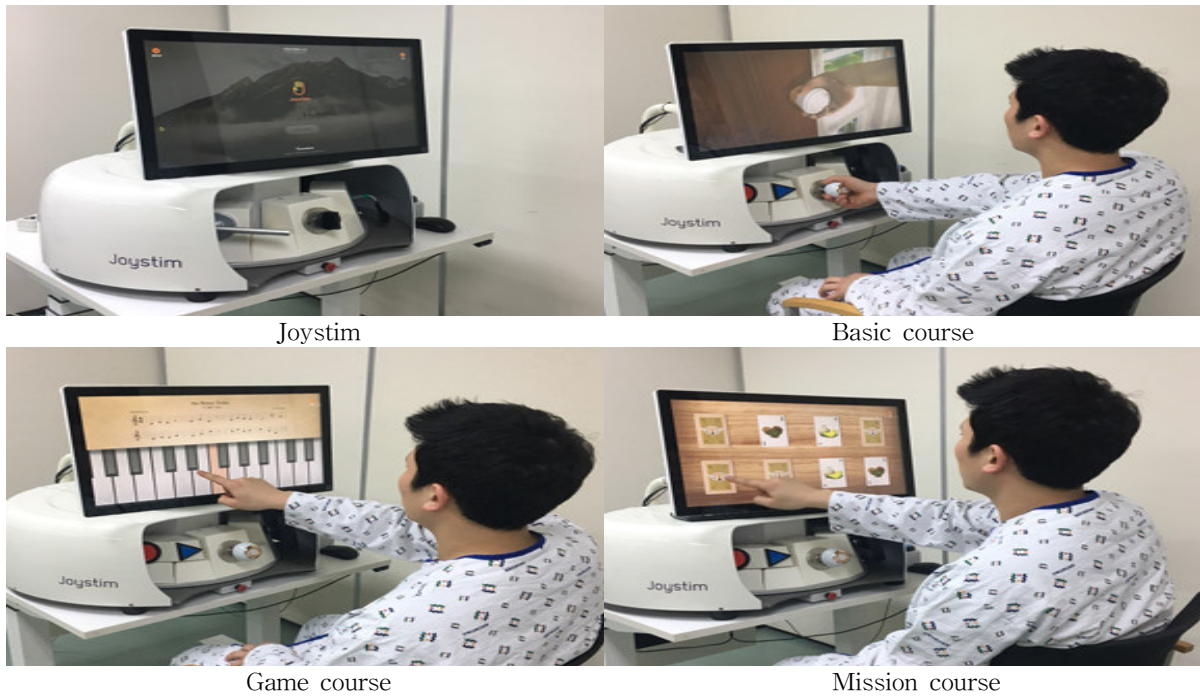


그림 1. 체감형 가상현실 훈련
 Fig. 1. Motion-based virtual reality training

집중력, 기억력, 시각인지, 계산능력, 범주화와 관련된 영역의 향상을 위해서 개발되었다. 인지훈련 코스는 작업치료사가 초기 훈련 시행 동안에 환자의 인지능력 영역이 감소되어있는 영역을 확인한 후, 부족한 영역에 대하여 반복훈련 하도록 하였다.

2.4 분석방법

수집한 자료는 SPSS 22(Statistical Package for the Social Sciences 22)으로 분석하였다. 두 군 사이에 일반적 특성과 중재 전 종속변수에 대한 비교는 독립 t 검정(Independent t-test) 또는 카이제곱 검정(Chi-square test)으로 확인하였다. 종속변수에 대해서 두 군의 중재 전과 후 변화는 대응표본 t 검정(Paired sample t-test)으로 확인하였다. 중재 전과 후의 차이인 두 군 사이에 변화량 비교는 독립 t 검정으로 분석하였다. 통계학적 유의수준 알파는 .05로 설정하였다.

3. 결과

3.1 중재 전 두 군의 일반적인 특성 및 인지 기능, 일상생활활동 비교

실험과정 동안 실험군이 2명, 대조군은 3명이 중

도탈락 하였으며, 모든 대상자는 특정한 위해사건(adverse event)없이 실험을 완료하였다. 중재 전, 두 군 사이에 대상자의 일반적인 특성과 Loewenstein 인지평가, 집중력과 시각적 작업기억, 수정바텔지수 총점, 자조관리, 이동은 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$)(Table 1).

3.2 군 내 인지기능의 중재 전과 후 비교

군 내 인지기능의 변화에서 실험군은 Loewenstein 인지평가, 집중력과 시각적 작업기억에서 유의한 향상이 있었다. 대조군도 Loewenstein 인지평가, 집중력과 시각적 작업기억에서 유의한 향상을 보였다($p<.05$)(Table 2).

3.3 군 내 일상생활활동의 중재 전과 후 비교

군 내 일상생활활동의 변화에서 실험군은 수정바텔지수 총점, 하위영역인 자조관리, 이동에서 유의한 향상이 있었다. 대조군도 수정바텔지수 총점, 자조관리, 이동에서 유의한 향상을 보였다($p<.05$)(Table 3).

3.4 두 군 간 인지기능의 변화량 비교

표 1. 중재 전 대상자의 일반적 및 임상적 특성

Table 1. General and clinical characteristics of subjects before intervention

	Experimental group (n=18)	Control group (n=18)	P	
General characteristics				
Age (years), mean±SD	59.67±7.64	57.22±8.16	.360	
Gender, n (%)				
- Male	10(55.6)	8(44.4)	.505	
- Female	8(44.4)	10(55.6)		
Lesion side, n (%)				
- Right side	10(55.6)	6(33.3)	.180	
- Left side	8(44.4)	12(66.7)		
Stroke type, n (%)				
- Infarction	14(77.8)	13(72.2)	.700	
- Hemorrhage	4(22.2)	5(27.8)		
Main lesion location, n (%)				
- Cortical	3(16.7)	6(33.3)	.571	
- Subcortical	10(55.6)	7(38.9)		
- Brain stem	4(22.2)	3(16.7)		
- Cerebellum	1(5.6)	2(11.1)		
Onset period (days), mean±SD	12.89±5.70	12.28±3.36	.704	
K-MMSE, mean±SD	24.50±2.68	25.33±3.48	.427	
Clinical characteristics				
	Mean±SD	Mean±SD		
Cognitive function	LOTCA	80.22±6.15	81.22±6.11	.628
	TMT A	52.22±10.46	51.33±10.09	.797
	VM	6.89±1.02	7.11±0.76	.464
Activities of daily living	MBI total	47.22±7.26	49.56±8.22	.373
	Self care	12.22±2.69	13.44±3.85	.278
	Locomotion	9.89±4.32	10.33±5.06	.779

Note: K-MMSE: Korean mini-mental state examination; LOTCA: Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment; TMT: Trail Making Test; VM: Visual Memory; MBI: Modified Barthel Index

표 2. 군 내 인지기능의 변화

Table 2. Changes of cognitive function within groups

	Experimental group (n=18)			Control group (n=18)		
	Baseline	After	p	Baseline	After	p
	Mean±SD	Mean±SD		Mean±SD	Mean±SD	
LOTCA	80.22±6.15	86.33±5.42	.000***	81.22±6.11	86.78±5.50	.000***
TMT A	52.22±10.46	43.51±10.65	.000***	51.33±10.09	47.54±7.50	.007**
VM	6.89±1.02	9.22±1.56	.000***	7.11±0.76	8.56±1.10	.000***

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

Note: LOTCA: Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment; TMT: Trail Making Test; VM: Visual Memory

(p>.05)(Table 4).

두 군 간 인지기능의 변화량 비교에서 실험군은 대조군보다 집중력과 시각적 작업기억에서 유의하게 더 큰 향상을 보였으며(p<.05), Loewenstein 인지평가는 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다

3.5 두 군 간 일상생활활동의 변화량 비교

두 군 간 일상생활활동의 변화량 비교에서 실험

표 3. 군 내 일상생활활동의 변화

Table 3. Changes of activities of daily living within groups

	Experimental group (n=18)			Control group (n=18)		
	Baseline Mean±SD	After Mean±SD	p	Baseline Mean±SD	After Mean±SD	p
MBI total	47.22±7.26	77.11±5.74	.000***	49.56±8.22	75.78±3.78	.000***
Self care	12.22±2.69	24.11±3.38	.000***	13.44±3.85	20.22±5.15	.000***
Locomotion	9.89±4.32	39.33±6.23	.000***	10.33±5.06	40.44±7.15	.000***

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

Note: MBI: Modified Barthel Index

표 4. 두 군 사이에 인지기능의 변화량 비교

Table 4. Comparison of change score for cognitive function between two groups

	Experimental group (n=18)	Control group (n=18)	p
	Mean±SD	Mean±SD	
LOTCA	6.11±3.68	5.56±2.83	.615
TMT A	-8.72±4.71	-3.79±5.28	.006**
VM	2.33±1.37	1.44±0.98	.032*

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

Note: LOTCA: Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment; TMT: Trail Making Test; VM: Visual Memory

표 5. 두 군 사이에 일상생활활동의 변화량 비교

Table 5. Comparison of change score for activities of daily living between two groups

	Experimental group (n=18)	Control group (n=18)	p
	Mean±SD	Mean±SD	
MBI total	29.89±9.87	26.22±6.26	.192
Self care	11.89±3.16	6.78±2.94	.000***
Locomotion	29.44±5.27	30.11±9.39	.794

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

Note: MBI: Modified Barthel Index

군은 대조군보다 일상생활의 하위영역인 자조관리에서만 유의하게 더 큰 향상을 보였으며(p<.05), 수정바텔지수 총점과 이동영역에서는 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05)(Table 5).

4. 고찰

본 저자들은 체감형 가상현실 훈련이 인지기능과 일상생활활동에 어떤 효과가 있는지 확인하고자 실험 프로토콜을 신체훈련과 인지훈련을 4주 동안 주 2~3회, 하루 30분, 총 10회기로 각각 구분하여 연구를 진행하였다. 실험이 완료한 후 부정적인 사건이 없었던 것을 고려하면 20회기를 신체훈련과 인

지훈련 코스로 분류한 본 연구의 실험 프로토콜이 안전하다는 것을 증명한다. 지금까지 보고한 가상현실 훈련 연구들은 특정 영역에만 국한하여 결과변인을 확인하였으나, 본 연구는 뇌졸중 환자의 인지기능과 일상생활의 향상이 얼마나 이루어지는 알고자 시도하였다. 그 결과, 중재 전과 후의 변화는 두 군 모두 인지기능, 일상생활, 즉 모든 영역에서 유의한 향상이 있었다. 이는 본 연구의 대상자가 신경학적 회복이 빠르게 진행되는 급성기 환자이기 때문으로 판단한다.

첫 번째 가설에 대한 결과로 인지기능의 하위항목인 집중력과 시각적 작업기억에서 실험군이 대조군보다 유의하게 더 큰 향상이 있었다. 본 연구에서

미션코스의 쿠키 만들기, 피자 만들기, 세수하기, 머리감기, 목욕하기와 같은 일상생활활동뿐만 아니라 인지훈련 코스에서 시행한 집중력, 기억력, 계산 능력과 같은 반복적인 훈련이 기존의 치료보다 집중력과 시각적 작업기억에서 더 큰 효과를 나타낸 것으로 보인다. 이러한 결과를 뒷받침하는 연구들은 아래와 같다.

Kim 등[10]은 게임기반의 가상현실 훈련인 IREX system을 통하여 시각적 작업기억 및 집중력, 공간 지남력(spatial orientation)에서 유의한 향상을 나타냈으며, Faria 등[13]의 연구에서도 일상생활과 관련된 가상현실 훈련을 통하여 전통적인 인지훈련보다 집중력과 실행기능(executive function)에서 유의하게 더 큰 향상을 보고하였다. 최근에는 Gamito 등[24]은 일상생활과 관련된 가상현실 훈련을 통하여 훈련을 받지 않은 대조군과 비교하여 집중력과 기억력에서 유의하게 더 큰 향상을 보고하였다. Gamito 등[24]의 연구에서 인지훈련과 관련된 가상현실 훈련은 제시된 물건사기, 마켓 이용을 위한 길 찾기, 문 앞에 광고 기억하기 등과 같은 일상생활과 관련한 훈련이었다. 본 연구에서는 미션코스에서 시행한 쿠키 만들기, 피자 만들기, 세수하기, 머리감기, 목욕하기와 같은 일상생활과 관련한 훈련뿐만 아니라 인지훈련 코스에서 시행한 집중력, 기억력, 계산 능력과 같은 반복적인 과제가 기존의 치료보다 집중력과 시각적 작업기억에서 더 큰 효과를 나타낸 것으로 보인다.

Loewenstein 인지평가로 평가한 전반적인 인지 기능에서는 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다. 이러한 이유는 본 연구에서 인지기능 향상을 위해 수행한 인지훈련 코스에는 집중력과 작업기억 향상을 증진시키는 훈련에 초점이 맞추어지는 경향이 있었기 때문일 것으로 생각한다. 또 다른 이유로는 집중력과 시각적 작업기억 평가에 비해 Loewenstein 인지평가는 난이도가 상대적으로 높고 고위 인지 기능에 대한 측정항목이 다수 포함이 되어있는데, 이는 교육수준에 영향을 많이 받을 수 있다. 본 연구에서 대상자의 학력에 대해서는 확인하지 않았다는 점도 전반적인 인지기능에 차이가 없었던 이유가 될 수 있을 것이다.

두 번째 가설에 대한 결과, 체감형 가상현실 훈련은 수정바텔지수 총점에서 보편적인 치료와 유의한 차이를 나타내지 못하였다. 그러나 수정바텔지수의 하위항목인 자조관리영역에서 실험군은 대조군보다 유의하게 더 높은 향상이 있었다. 자조관리 영역은 개인위생, 목욕하기, 식사하기, 용변처리, 옷 입기로 구성되어 있으며, 손기능과 밀접한 관련이 있다.

Woo 등[25]은 뇌졸중 환자 100명을 대상으로 손기능과 상지기능을 동시에 확인 가능한 Wolf motor function test와 수정바텔지수의 자조관리 영역이 중등도의 상관관계가 있다고 보고하였다. 이는 본 연구에서 손 기능을 포함한 상지기능의 향상이 일상생활 수준을 향상시킬 수 있음을 생각해 볼 수 있다. 즉 실험군에서 수행한 일상생활과 관련된 반복적인 활동이 일상생활과 관련이 없는 활동을 수행한 대조군보다 유의하게 더 큰 향상을 나타낸 것으로 보인다. 인지기능도 일상생활과 높은 상관관계를 보이는데, 자조관리 영역은 뇌졸중 발병 이전부터 삶의 습관과 높은 관련이 있고 또한 대상자가 심각한 인지 기능이 있는 환자가 아니었으므로 본 연구에서는 상지기능의 향상이 일상생활에 영향을 주었을 것으로 생각한다.

현재의 연구 결과는 체감형 가상현실 훈련이 기존의 치료보다 뇌졸중 환자의 인지기능과 일상생활 향상에 더 효과적임을 확인하였지만 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구에서는 급성기 뇌졸중 환자를 대상자를 선정하였고 표본크기가 작아 일반화에 어려움이 따른다. 둘째, 중재기간이 4주로 단기간의 연구였으며, 훈련의 효과가 얼마나 지속되었는지 추후 평가를 시도하지 않았다. 셋째, 대상자에게 치료일정을 제외한 남은 시간에 대한 통제를 완벽히 하지 않았다. 이는 회복이 진행되고 있는 환자들에게 여가시간에 훈련을 억제토록 하는 것은 윤리적인 문제가 고려되었기 때문이었다. 따라서 추후에는 위와 같은 제한점을 고려하고 더 많은 대상자를 동원하여 장기간의 연구가 시도되어야 할 것이다.

5. 결론

본 연구는 체감형 가상현실 훈련이 뇌졸중 환자의 인지기능과 일상생활활동에 미치는 효과를 알고자 하였다.

그 결과, 실험군과 대조군은 중재 전과 후로 인지 기능, 일상생활활동에 대한 모든 평가에서 유의한 향상이 있었다($p < .05$). 인지기능의 변화량을 비교한 결과, 실험군은 대조군보다 집중력과 시각적 작업기억에서 유의하게 더 큰 향상이 있었다($p < .05$). 일상생활활동의 변화량을 비교한 결과, 실험군은 대조군보다 자조관리에서 유의하게 더 큰 향상이 있었다($p < .05$).

본 연구의 결과는 체감형 가상현실 훈련이 보편적인 치료보다 급성기 뇌졸중 환자의 기능회복에 긍정적인 효과를 나타낼 수 있음을 시사한다.

REFERENCES

- [1] T. Thom, N. Haase, W. Rosamond, V. J. Howard, J. Rumsfeld, T. Manolio, and D. Lloyd-Jones, "Heart Disease and Stroke Statistics-2006 Update: a Report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee", *Circulation*, vol. 113, no. 6, pp. 2361-2372, 2006.
- [2] D. T. Wade and R. L. Hewer, "Functional Abilities after Stroke: Measurement, Natural History and Prognosis", *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, vol. 50, no. 2, pp. 177-182, 1987.
- [3] R. B. King, "Quality of Life after Stroke", *Stroke*, vol. 27, no. 9, pp. 1467-1472, 1996.
- [4] E. McCullagh, G. Brigstocke, N. Donaldson, and L. Kalra, "Determinants of Caregiving Burden and Quality of Life in Caregivers of Stroke Patients", *Stroke*, vol. 36, no. 10, pp. 2181-2186, 2005.
- [5] K. B. Rajan, N. T. Aggarwal, R. S. Wilson, S. A. Everson-Rose and D. A. Evans, "Association of Cognitive Functioning, Incident Stroke, and Mortality in Older Adults", *Stroke*, vol. 45, no. 9, pp. 2563-2567, 2014.
- [6] M. Pasquini, D. Leys, M. Rousseaux, F. Pasquier and H. Henon, "Influence of Cognitive Impairment on the Institutionalisation Rate 3 Years after A Stroke," *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, vol. 78, no. 1, pp. 56-59, 2007.
- [7] E. R. Skidmore, E. M. Whyte, M. B. Holm, J. T. Becker, M. A. Butters and M. A. Dew, "Cognitive and Affective Predictors of Rehabilitation Participation after Stroke", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 91, no. 2, pp. 203-207, 2010.
- [8] M. C. Howard, "A Meta-Analysis and Systematic Literature Review of Virtual Reality Rehabilitation Programs", *Computers in Human Behavior*, vol. 70, no. 1, pp. 317-327, 2017.
- [9] A. S. Merians, H. Poizner, R. Boian, G. Burdea, and S. Adamovich, "Sensorimotor Training in A Virtual Reality Environment: Does It Improve Functional Recovery Poststroke?", *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 20, no. 2, pp. 252-267, 2006.
- [10] J. Broeren, H. Samuelsson, K. Stibrant-Sunnerhagen, C. Blomstrand and M. Rydmark, "Neglect Assessment as An Application of Virtual Reality", *Acta Neurologica Scandinavica*, vol. 116, no. 3, pp. 157-163, 2007.
- [11] K. Kim, J. Kim, J. Ku, D. Y. Kim, W. H. Chang, D. I. Shin, and S. I. Kim, "A Virtual Reality Assessment and Training System for Unilateral Neglect", *Cyberpsychology & Behavior*, vol. 7, no. 6, pp. 742-749, 2004.
- [12] N. Katz, H. Ring, Y. Naveh, R. Kizony, U. Feintuch and P. L. Weiss, "Interactive Virtual Environment Training for Safe Street Crossing of Right Hemisphere Stroke Patients with Unilateral Spatial Neglect", *Disability and Rehabilitation*, vol. 27, no. 20, pp. 1235-1244, 2005.
- [13] A. L. Faria, A. Andrade, L. Soares and S. B. i Badia, "Benefits of Virtual Reality Based Cognitive Rehabilitation through Simulated Activities of Daily Living: a Randomized Controlled Trial with Stroke Patients", *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, vol. 13, no. 1, pp. 96-103, 2016.
- [14] D. Y. Kim, J. Ku, W. H. Chang, T. H. Park, J. Y. Lim, K. Han, and S. I. Kim, "Assessment of Post-Stroke Extrapersonal Neglect Using A Three-Dimensional Immersive Virtual Street Crossing Program", *Acta Neurologica Scandinavica*, vol. 121, no. 3, pp. 171-177, 2010.
- [15] K. Laver, S. George, S. Thomas, J. E. Deutsch, and M. Crotty, "Cochrane Review: Virtual Reality for Stroke Rehabilitation", *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, vol. 48, no. 3, pp. 523-530, 2012.
- [16] Y. J. Kang, J. Ku, K. Han, S. I. Kim, T. W. Yu, J. H. Lee and C. I. Park, "Development and Clinical Trial of Virtual Reality-Based Cognitive Assessment in People with Stroke: Preliminary Study", *CyberPsychology & Behavior*, vol. 11, no. 3, pp. 329-339, 2008.
- [17] J. Broeren, M. Rydmark, A. Bjorkdahl and K. S. Sunnerhagen, "Assessment and Training in A 3-Dimensional Virtual Environment with Haptics: A Report on 5 Cases of Motor Rehabilitation in the Chronic Stage after Stroke," *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 21,

no. 2, 180-189, 2007.

- [18] S. Katz, "Assessing Self-Maintenance: Activities of Daily Living, Mobility, and Instrumental Activities of Daily Living", *Journal of the American Geriatrics Society*, vol. 31, no. 12, pp. 721-727, 1983.
- [19] S. H. Jang, S. H. You, M. Hallett, Y. W. Cho, C. M. Park, S. H. Cho and T. H. Kim, "Cortical Reorganization and Associated Functional Motor Recovery after Virtual Reality in Patients with Chronic Stroke: An Experimenter-Blind Preliminary Study", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 86, no. 11, pp. 2218-2223, 2005.
- [20] N. Katz, M. Itzkovich, S. Averbuch and B. Elazar, "Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment (LOTCA) Battery for Brain-Injured Patients: Reliability and Validity", *American Journal of Occupational Therapy*, vol. 43, no. 3, pp. 184-192, 1989.
- [21] B. Cangoz, E. Karakoc and K. Selekler, "Trail Making Test: Normative Data for Turkish Elderly Population by Age, Sex and Education", *Journal of the Neurological Sciences*, vol. 283, no. 1, pp. 73-78, 2009.
- [22] R. P. Colarusso and D. D. Hammill, "MVPT-3: Motor-free Visual Perception Test", NY: Academic Therapy Publications, 2003.
- [23] C. V. Granger, G. L. Albrecht and B. B. Hamilton, "Outcome of Comprehensive Medical Rehabilitation: Measurement by PULSES Profile and The Barthel Index", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 60, no. 4, pp. 145-154, 1979.
- [24] P. Gamito, J. Oliveira, C. Coelho, D. Morais, P. Lopes, J. Pacheco and A. F. Barata, "Cognitive Training on Stroke Patients via Virtual Reality-Based Serious Games", *Disability and Rehabilitation*, vol. 39, no. 4, pp. 385-388, 2017.
- [25] H. S. Woo, W. K. Park, T. H. Cha, "Correlation Between Korean-WMFT Functional Score and Activities of Daily Living", *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, vol. 20, no. 3, pp. 95-104, 2012.

양 노 열(No-Yul Yang)



2015년 4월 ~ 현재 충남도립대
작업치료과 조교수
2013년 8월 연세대학교 일반대학
원 작업치료학 박사

Interest: Occupational performance, Assistive technology, Cognitive rehabilitation

박 회 수(Hee-Su Park)



2011년 2월 한림대학교 작업치료
학 석사
2009년 2월 한양대학교 보건학 박
사

Interest: Stroke rehabilitation, Dementia, ADL

윤 태 형(Tae-Hyung Yoon)



2009년 2월 한양대학교 보건학 박
사
2004년 2월 서울대학교 보건정책
석사

Interest: Musculoskeletal rehabilitation, Health informatics

문 중 훈(Jong-Hoon Moon)



2017년 8월 가천대학교 보건대학원
작업치료학 석사

Interest: Upper limb rehabilitation, Dysphagia