

## 스마트 글러브를 이용한 가상현실기반 과제 훈련이 뇌졸중 환자의 상지 기능과 일상생활 수행에 미치는 영향

고근범 · 문상현†\*

드림병원 재활치료센터, <sup>1</sup>바른움직임연구소

### The Effects of Virtual Reality-Based Task Training Using a Smart Glove on Upper Extremity Function and Activity of Daily Living in Stroke Patients

Keun-Bum Ko, O.T., M.S · Sang-Hyun Moon, P.T., M.S†\*

*Department of Rehabilitation Center, Dream Hospital*

*<sup>1</sup>Ba Reum Movement Exercise Center*

Received: June 19, 2019 / Revised: July 16, 2019 / Accepted: July 19, 2019

© 2019 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

#### | Abstract |

**Purpose:** This study investigated the effects of virtual reality-based task training (VRBTT) using a smart glove on upper extremity function and activity of daily living in stroke patients.

**Methods:** Twenty-nine patients with chronic stroke disease were randomly allocated to two groups: the VRBTT group (n=14) and the control group (n=15). All patients received 30 minutes of standard occupational therapy, 5 times a week, for 8 weeks. The VRBTT group performed an additional 30 minutes of virtual reality-based rehabilitation training, 5 times a week, for 8 weeks.

**Results:** Both groups showed significant improvements in upper extremity function, yielding an increase in FMA and K-WMFT ( $p<0.05$ ). There was a more significant increase in the VRBTT group before and after interventions ( $p<0.05$ ). There was no significant difference in MAS for the control group ( $p>0.05$ ); however, there was a significant increase for the VRBTT group ( $p<0.05$ ). In the activities of daily living, there was a significant difference in the values for K-MBI ( $p<0.05$ ). In addition, both groups showed a significant increase for K-MBI and K-RNLI ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** This study showed that VRBTT using smart gloves can have a more positive effect on upper extremity function and activities of daily living in stroke patients than conventional intervention methods. A variety of virtual reality-based contents and glove-shaped wearable devices will help stroke patients in rehabilitation clinics recover and return to society.

**Key Words:** Virtual reality, Smart glove, Stroke

†Corresponding Author : Sang-Hyun Moon (ptist5003@hanmail.net)

## I. 서론

정상적인 상지 기능은 먹고, 옷을 입거나 쓰기 등 섬세한 움직임을 위한 기본이 되며, 일상생활에서 아주 중요한 요소가 된다. 그리고 인간의 활동에서 상당 부분을 차지한다. 상지의 기능은 운동과 인지 활동, 그리고 일상생활에서 동작을 수행하는데 하지 기능보다 중요하다. 또한 식사, 옷 입고 벗기, 글씨 쓰기 등과 같은 움직임과 기거나 균형 유지, 보호 반응 등의 수행에도 매우 중요한 역할을 한다(Jung et al., 2011).

하지만 뇌졸중 발생 후 편측 마비를 경험하는 환자가 85% 이상이나 나타나며, 69% 이상이 상지 운동 장애를 경험한다(Kim et al., 2012). 그럼에도 불구하고 초기에 편측 마비를 경험하는 환자 중 14~16% 만이 거의 완전하게 가까운 기능적 회복을 보이며, 대다수는 기능의 회복에 긍정적이지 못하다(Jang, 2012). 특히 감각-운동 기능의 장애를 가지며, 세면하기, 식사, 옷을 입고 벗기 등의 기본적인 일상생활의 어려움을 초래한다. 결국에서는 뇌졸중 환자의 삶의 질을 떨어뜨리는 중요한 원인이 된다(Jung et al., 2011). 이에 독립적인 일상생활을 수행하고 삶의 질을 향상시키기 위해 임상적 작업치료사들에게 우선적인 중재 목표가 되고 있다(Ju et al., 2017).

최근 급격한 컴퓨터와 영상 기술의 발달로 가상현실기반의 중재 방법들이 소개되고 있다. 이러한 중재 방법들은 실제 물리적인 환경에 참여가 어려운 환자에게 가상현실 콘텐츠로 제공하며, 실제 상황에서 나타나는 것을 가상적 상황에서 행동 반응을 이끌어낸다(Kim, 2015). 또한 과제를 수행하는데 흥미와 재미를 유발하여 스스로 동기를 부여하는 효과가 있다고 알려져 있다. 가상현실기반의 중재 방법들은 선행 중재 방법들의 단점을 보완하며 뇌졸중 환자의 재활치료에 도입되기 시작했다(Lee & Koo, 2017; Yang et al., 2018).

가상현실기반 과제 훈련(virtual reality-based task training)은 최근 여러 신체 활동 또는 여가 활동에 환경적, 신체적 제한을 가지는 뇌졸중 환자의 재활에 있어

매우 효과가 있다고 알려지고 있다(Perez-Marcos, 2017). 특히 가상현실을 적용한 가상의 환경에서 뇌졸중 환자에게 중재로 동작을 재현하는 것은 상당한 타당성이 있다고 알려지면서, 뇌 관련 질환자에 대한 재활 연구의 주제가 되고 있다(Kwon, 2015; Howard, 2017).

근래에는 상대적으로 가볍고 적응성이 뛰어나며, 비용적으로 저렴한 웨어러블(wearable) 장치들이 발전되어 다양한 의료용 프로그램들이 개발되고 있다. 웨어러블 장치는 착용자의 신체와 긴밀하게 상호 작용이 가능하여 신체 기능과 일상생활 수행 향상을 위한 재활치료에 도입된다(Yap et al., 2017). 특히 상지의 경우 가장 많은 관절과 자유도(degree of freedom)를 포함한 기관으로 움직임이 복잡해서 그에 상응하는 진보된 기술이 적용된 글러브 형태의 스마트 재활 장치들이 개발되고 있다(Yap et al., 2017).

스마트 글러브(smart glove)는 뇌졸중 환자의 손에 직접 착용하며, 가상현실을 기반으로 하는 각각의 게임을 통해 특정한 움직임과 관련된 과제들을 수행시켜 상지 기능 향상을 돕고, 게임을 통해 일상생활 활동을 시뮬레이션(simulation)하며, 쉽게 숙지하고, 작업을 수행할 수 있도록 하여 동기부여를 한다(Shin et al., 2016). 또한 치료적 재미와 전반적인 치료에 긍정적인 효과를 나타낸다(Boo et al., 2015). 이처럼 재활을 위한 진보되고 발전된 기술이 적용된 스마트 글러브는 임상적 재활 현장에서 관심과 가능성을 나타내고 있다.

하지만, 아직까지 스마트 글러브의 효과성에 대한 임상적 근거는 불충분하다. 특히, 기존의 임상에서의 일반적인 작업치료(standard occupational therapy)보다 뇌졸중 환자의 상지 기능 회복과 일상생활 수행에 얼마나 긍정적이며 효과적인지에 대한 비교 연구는 매우 부족하다. 따라서 본 연구에서는 스마트 글러브를 이용한 가상현실기반 과제 훈련을 뇌졸중 환자에게 적용함으로써 상지 기능과 일상생활 수행에 미치는 영향을 알아보고, 일반적인 작업치료와 치료 효과를 비교하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편측 마비를 진단받고, 발병일이 6개월 이상인 29명을 대상으로 하였다. 한국어판 간이정신상태 검사(mini-mental status examination Korean version, MMES-K)가 24점 이상으로 지시에 따를 수 있고, 청각, 청각적 장애 및 시야결손이 없으며, 상지에 정형외과적 질환이 없는 자, 본 연구의 의도와 실험 전반에 관한 내용을 이해하고 자발적 실험에 동의한 자로 하였으며, 상지 부분의 modified Ashworth scale G3 이상으로 스마트 글러브 조작이 불가능하거나, 30분 이상 앓기 유지가 불가능 한 자를 제외하였다. 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

### 2. 연구 절차

총 29명의 연구 대상자는 치료 과정과 관련성이 없는 치료사가 난수표를 통해 실험군 14명과 대조군 15명으로 무작위 배정하였다. 모든 연구의 대상자들에게 8주간, 주 5회, 일 1회, 30분간의 일반적인 작업치

료를 제공하였고, 실험군에는 스마트 글러브를 이용한 가상현실기반 과제 훈련을 부가적으로 30분간 제공하였다. 치료적 중재는 두 집단 모두 상지 원위부 기능 회복에 초점을 맞추었고, 중재 후 재검사를 실시하여 변화된 값을 비교 분석하였으며, 모든 결과 측정 은 중재에 참여하지 않은 치료사가 실시하여 편입견을 방지하였다.

### 3. 중재 도구

본 연구에서는 가상현실기반 과제 훈련 중재를 위해 라파엘 스마트 글러브(Rapael Smart Glove, NEOFACT, Korea)를 사용하였다. 스마트 글러브는 중추신경계질환 환자들의 재활을 돕기 위해 디자인되었고, 기본적인 훈련 콘텐츠는 만성 뇌졸중 환자들의 뇌 가소성 유도과 근육의 재학습을 목적으로 제작되었다. 과제지향적 훈련의 개념에서 요구하는 과제를 제시하여 기능을 증진시키고, 정확한 평가결과를 제공한다. 또한 사용자의 능력에 따라 난이도를 조절하는 맞춤형 훈련을 제공한다(Neofect, 2018).

Table 1. General characteristics of subjects

(n=29)

		Experimental group	Control group	$\chi^2 / t$	<i>p</i>
		(n=14)	(n=15)		
		Mean±SD	Mean±SD		
Gender	Male	9	7	0.91	0.34
	Female	5	8		
Type of stroke	Infarction	6	5	0.28	0.60
	Hemorrhage	8	10		
Side of stroke	Left	6	8	0.32	0.57
	Right	8	7		
Age (years)		68.29±13.11	64.47±12.13	0.82	0.42
Height (cm)		165.00±6.24	163.40±8.86	0.56	0.58
Weight (kg)		9.59±10.47	66.00±10.74	-1.55	0.13
MMSE-K (Scores)		25.93±1.73	27.20±2.27	-1.69	0.10

\*  $p < 0.05$

#### 4. 중재 방법

본 연구는 중재에 스마트 글러브를 이용하였으며, 환측의 엽침과 뒤침( forearm pronation and supination), 손목의 굽힘과 펴짐(wrist flexion and extension), 손목의 자측과 노측 치우침(wrist radial and ulnar deviation), 손가락의 굽힘과 펴짐(finger flexion and extension) 움직임을 통해 게임의 특정 움직임과 과제들을 수행하였다. 게임들은 손목을 좌우로 움직여 책장을 넘기거나, 상하로 움직여 식칼로 도마 위에 재료를 손질하기, 손가락에 힘을 주어 쥐며 과즙을 짜기, 손목을 움직여 프라이팬의 내용물을 뒤집는 등 특정 움직임의 요소를 포함한 28가지 과제로 구성되어 있다(Fig. 1). 먼저 독립

된 공간에서 환자의 손 크기에 맞는 스마트 글러브를 착용하고 블루투스를 통해 재활 솔루션에 연결해 재활 훈련 게임을 진행하였다. 훈련의 유형은 관절가동범위 증진을 위한 13가지의 반복 단순(simple) 훈련 중 환자가 가장 흥미를 느끼는 게임 2가지를 선택하여 진행하였다. 그리고 반복 단순 훈련의 움직임요소를 포함하는 15가지 기능(function) 훈련 중 1가지를 선택, 총 3개의 훈련을 각 10분씩 설정하여 진행하였다. 각 훈련의 시작 전 수행 방법이 제공되었고, 정확한 수행을 위해 구두설명을 부가하였다. 훈련 내 난이도 조절은 시스템에 의해 자동으로 단계가 조절되도록 설정되었다. 모든 훈련이 종료되면 수치화 된 결과를 볼 수 있게 제공하였다(Fig. 2).

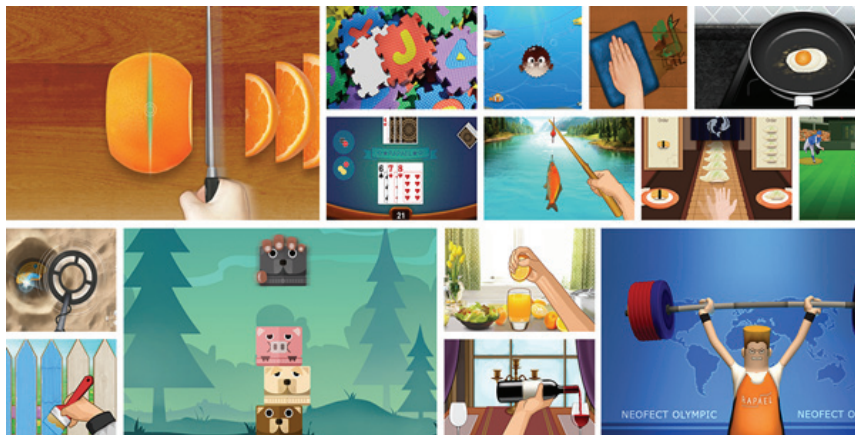


Fig. 1. Smart glove rehabilitation training game.

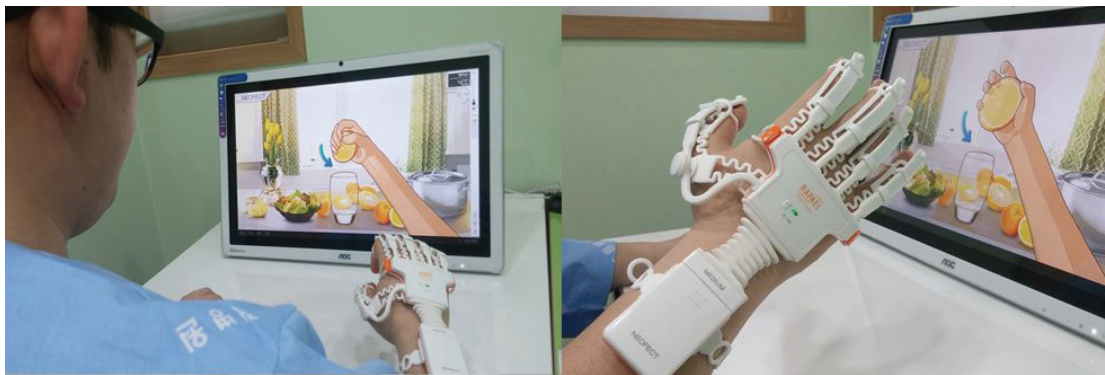


Fig. 2. Virtual reality-based task training using a smart glove.

대조군 중재는 마비측 상지 기능 회복에 초점을 맞춰 실시하였고, 입원중인 병원에서의 치료 계획에 따라 시행되었다. 일반적인 작업치료 임상에서 시행되는 과제에 대해 집중 반복 훈련(intensive functional repetitive practice)을 하였으며, 강도와 횟수, 속도 등은 뇌졸중 환자의 손상과 회복 단계에 따라 기능적 수준에 맞추어 진행되었다. 관절가동범위 훈련(range of motion training), 근력 운동(strengthening exercise), 테이블 탑 활동(table top activity), 일상생활 수행을 위한 훈련 등도 포함되었으며, 연구에 영향을 미칠 수 있는 강제유도운동치료(constraint-induced movement therapy, CIMT), 로봇 치료, 가상 거울(virtual mirror)훈련을 포함하지 않았다.

## 5. 측정 도구

본 연구에서는 국제기능장애건강분류(ICF)에서 개념의 틀(conceptual framework)을 사용하였다. Matthew & Teasell (2013)이 제시한 신뢰도와 타당도가 높은 평가 중 신체 기능과 구조(body function & body structure) 영역, 활동(activity) 영역, 참여(participation) 영역을 포함하며, 상지 기능과 일상생활 수행에 관련하여 측정 가능한 도구들을 선택하였다(Fig. 3).

상지 기능 평가이면서 ICF의 개념의 틀에서 신체 기능과 구조 영역에 포함되는 푸글-마이어 평가 척도(Fugl-Meyer assessment scale, FMA)는 검사자 내 신뢰도 0.99로 높게 나타났고, 검사자 간 신뢰도는 0.96으로 매우 높다(Singer & Garcia-Vega, 2017). 활동 영역에 포함되는 운동 사정 척도(motor assessment scale, MAS)는 검사자 간 신뢰도  $r=0.87\sim 1.00$ 으로 보고되었다(Carr et al., 1985). 또한 한글판 울프 운동 기능 검사(Korean Wolf motor function test, K-WMFT)를 사용했으며, Cronbach  $\alpha$  계수는 수행시간에서 0.92, 기능적 점수에서 0.96으로 높은 내적 일치도를 나타낸다(Park et al., 2004). 일상생활 수행 평가는 활동 영역에 포함되는 한글판 수정 바델 지수(Korean version of modified Barthel index, K-MBI)는 검사자 간 신뢰도 0.93~0.98

이고, Cronbach  $\alpha$ 를 0.84로 보고하였다(Jung et al., 2007). 참여 영역에 포함되는 한국형 사회참여 척도(Korean version of the reintegration to normal living index, K-RNLI)는 내적 일치도 Cronbach  $\alpha$ 가 0.99로 높고, 검사-재검사 신뢰도는 0.99로 매우 높은 상관관계를 보고하였으며(Kim & Kim, 2016). 모든 평가는 전체 세부항목의 점수를 합산한 총 점수를 사용하였다.

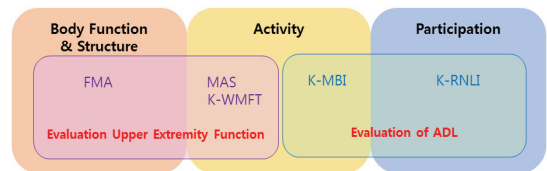


Fig. 3. Evaluation in ICF conceptual framework.

## 6. 분석 방법

본 연구의 모든 통계적 분석은 SPSS Statistics 버전 22.0(SPSS, USA)을 사용하였다. 일반적인 특성은 평균과 표준편차를 이용하여 산출 비교하였고, 두 집단의 변수는 카이제곱 검정과 독립표본 t 검정을 통해 동질성을 검정하였다. 본 연구에서 수집된 자료는 정규성 검사를 실시하였고, 정규성을 만족하여 모수 검정을 실시하였다. 중재 전 두 집단의 상지 기능과 일상생활 수행의 동질성 검증을 위해 독립표본 t 검정을 실시하였고, 중재 전과 후의 변화를 알아보기 위하여 대응표본 t 검정을 실시하였다. 집단 간 변화를 비교하기 위하여 독립표본 t 검정을 실시하였으며, 유의수준은 0.05로 하였다.

## Ⅲ. 연구 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성과 중재 전 두 집단의 동질성 검증

연구 대상자는 가상현실기반 과제 훈련군이 14명,



대조군은 15명으로, 총 29명이며, 일반적인 특성에 대해 집단 간 차이가 없었다( $p>0.05$ )(Table 1). 또한 중재 전 두 집단은 상지 기능 평가인 FMA와 MAS, K-WMFT, 그리고 일상생활 수행 평가인 K-MBI와 K-RNLI 결과 모두에서 동질한 것으로 나타났다( $p>0.05$ )(Table 2).

## 2. 집단 간 상지 기능과 일상생활 수행의 변화량 비교

집단 간 중재 전과 후 FMA와 K-WMFT에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈으나( $p<0.05$ ), MAS에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 일상생활 수행 평가인 K-MBI는 통계적으로 유의한 차이를 보였으나( $p<0.05$ ), K-RNLI는 통계적으로 유의한 차

이를 보이지 않았다( $p>0.05$ )(Table 3).

## 3. 집단 내 상지 기능과 일상생활 수행의 변화량 비교

FMA와 K-WMFT의 집단 내 중재 전과 후 변화량을 살펴보면, 두 집단 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 그러나 MAS에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 일상생활 수행 평가 K-MBI와 K-RNLI에서는 두 집단 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.05$ )(Table 4).

Table 2. Between the two group of homogeneity test (n=29)

		Experimental group (n=14)	Control group (n=15)	t	p
U/E Function	FMA	47.64±15.26	47.40±14.23	0.04	0.96
	MAS	12.50±4.94	11.18±4.56	0.40	0.70
	K-WMFT	49.07±24.72	52.87±18.62	-0.47	0.64
ADL	K-MBI	53.50±24.21	69.00±18.29	-1.95	0.06
	K-RNLI	48.00±20.05	62.47±21.20	-1.89	0.07

FMA: Fugl-Meyer assessment scale (scores), MAS: motor assessment scale (scores), K-WMFT: Korean Wolf motor function test (scores), K-MBI: Korean version of modified Barthel index (scores), K-RNLI: Korean version of the reintegration to normal living index (scores).

\*  $p<0.05$

Values: Mean±SD

Table 3. Change Compared After the Interventions (n=29)

	Experimental group (n=14)	Control group (n=15)	t	p
FMA	8.07±9.91	1.87±2.95	2.25	0.04*
MAS	0.79±0.97	0.40±0.83	1.15	0.26
K-WMFT	11.29±13.19	3.27±4.91	2.14	0.05*
K-MBI	7.07±6.43	3.00±4.00	2.03	0.05*
K-RNLI	7.64±4.05	5.67±6.68	0.95	0.35

FMA: Fugl-Meyer assessment scale (scores), MAS: motor assessment scale (scores), K-WMFT: Korean Wolf motor function test (scores), K-MBI: Korean version of modified Barthel index (scores), K-RNLI: Korean version of the reintegration to normal living index (scores).

\*  $p<0.05$

Values: Mean±SD

Table 4. Change in the Both Group Before and After the Interventions

(n=29)

	Experimental group (n=14)				Control group (n=15)			
	pre	post	t	p	pre	post	t	P
FMA	47.64±15.26	55.71±6.19	-3.05	0.01*	47.40±14.23	49.27±12.82	-2.45	0.03*
MAS	12.50±4.94	13.29±4.14	-3.02	0.01*	11.80±4.56	12.20±3.99	-1.87	0.08
K-WMFT	49.07±24.72	60.36±12.76	-3.20	0.01*	52.87±18.62	56.13±14.24	-2.58	0.02*
K-MBI	53.50±24.21	60.57±19.52	-4.12	0.00*	69.00±18.29	72.00±15.16	-2.90	0.01*
K-RNLI	48.00±20.05	55.64±17.46	-7.06	0.00*	62.47±21.20	68.13±14.82	-3.28	0.01*

FMA: Fugl-Meyer assessment scale (scores), MAS: motor assessment scale (scores), K-WMFT: Korean Wolf motor function test (scores), K-MBI: Korean version of modified Barthel index (scores), K-RNLI: Korean version of the reintegration to normal living index (scores).

\*  $p < 0.05$

Values: Mean±SD

#### IV. 고 찰

상지는 기본적인 일상생활에서 아주 중요한 요소이며, 인간의 활동 중 상당의 작업이 이루어지는 중요한 부위이다(Jung et al., 2011). 하지만 뇌졸중의 발병 후 신체에서 가장 많은 관절과 높은 자유도로 인해 재활 치료가 어렵고, 장애가 가장 오래 남는 부위이기도 하다. 이에 기존의 전통적인 재활 훈련 방법보다 효과적인 다양한 중재법들과 새로운 형태의 재활 장치들이 개발되고 있다. 특히 기존의 외골격 형태 장치보다 가볍고 정확한 측정이 가능한 진보된 웨어러블 장치들이 상지 재활에 적용되고 있다(Yap, 2017). 그리고 스마트 글러브와 같은 장치들이 적용되는 사례가 증가하고 있다. 이러한 장치들을 사용하여 가상현실을 기반과제 훈련을 하면 단순하게 반복하는 전통적 재활 훈련과 다르게 게임 요소가 가미되어 환자가 지루하지 않고, 상호작용을 통해 이기고자 하는 욕구로 동기부여와 자아 만족도를 증가시킨다(Kim et al., 2014). 가상현실을 기반으로 한 게임을 통해 환자들에게 의미 있는 활동에 참여하게 하는 장점을 가지며, 신체적, 정신적 활동의 병행으로 재미와 몰입도를 증가시키고, 스트레스 해소 등 여러 효과를 기대하게 한다(Kim, 2014). 또한 Guidali 등(2011)의 연구에서 가상현실기반 과제 훈련 시스템의 적용이 상지 기능과 더불어 일상생활 수행 능력까지 증가시킨다는 것이

확인하였다. 결국 가상현실을 적용하여 적합한 환경과 동작을 재현시켜 뇌졸중 환자에게 중재할 경우 상당한 효과가 있다고 할 수 있다.

본 연구에서 가상현실기반 과제 훈련의 결과 FMA와 K-WMFT의 점수 향상이 나타났다. Jeon (2017)의 연구에서 실시간 피드백을 병행한 가상현실기반의 상지 훈련을 뇌졸중 환자 22명에게 30분간 주 5회, 4주간 적용하였다. 그 결과 가상현실기반의 상지 훈련이 뇌졸중 환자의 손 원위부 관절가동범위와 손의 근력, 그리고 기능에 효과적임을 확인하였고, 재활 임상에서 더욱 효과적인 중재 방법으로 활용될 수 있을 것으로 보고하였다. 또한 Perez-Marcos (2017)의 연구에서도 만성 뇌졸중 환자에게 가상현실을 기반으로 하는 상지 재활 프로그램을 이용했을 때, 어깨의 능동관절 가동범위 증가와 FMA 점수의 증가를 나타내 상지 기능의 향상을 확인하였고, 추적 검사에서도 효과적임을 보여주었다. 결국 가상현실기반 과제 훈련이 상지 기능 향상에 효과적이며, 특히 상지 원위부의 움직임 향상이 기능의 증가까지 이루어 질 수 있음을 시사하고 있다.

본 연구에서 일상생활 수행의 변화량을 비교하고 확인한 결과, K-MBI에서 중재 전과 후 집단 간의 변화량에서 가상현실기반 과제 훈련군이 유의한 차이를 보였다. 집단 내 일상생활 수행의 변화량을 비교한 결과에서는 K-MBI와 K-RNLI 총점이 두 집단 모두에

서 유의한 차이를 보여주었다. 하지만 K-MBI와 K-RNLI의 총점 변화량이 대조군에 비해 가상현실 기반 과제 훈련군에서 더욱 유의하게 변화를 나타내어, 스마트 글러브를 이용한 가상현실 기반 과제 훈련이 일상생활 수행 증가에 긍정적인 영향을 줄 수 있는 것으로 나타났다.

Yang 등(2018)은 가상현실 훈련을 통해 뇌졸중 환자 36명을 대상으로 인지 기능과 일상생활 수행에 대한 효과를 연구하였다. 가상현실 훈련군에서 인지 기능뿐만 아니라 K-MBI 점수의 유의한 증가를 확인하였고, 결국 일상생활 수행에 효과적인 영향을 준다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다. Ju 등(2017)의 연구에서는 가상현실 기반의 BioVal 프로그램을 이용하여 과제 훈련을 뇌졸중 환자들에게 제공하였고, K-WMFT의 점수와 K-MBI의 점수 증가를 확인함으로써 상지의 기능적 사용 향상과 일상생활 수행의 증가를 보고하였다. Carregosa 등(2018)의 연구에서 주 2회, 매일 50분씩, 총 16회 동안 닌텐도 Wii를 사용한 가상현실의 중재로 운동 학습이 이루어짐을 확인하였고, 중재 후 2개월이 지나도 상지 기능과 삶의 질이 유지되고 있음을 보고하였다. 본 연구에서 사용된 스마트 글러브는 엄지와 뒤집, 손목의 굽힘과 펴, 자측과 노측 치우침, 손가락의 굽힘과 펴, 8가지 영역의 움직임을 인식하고 다양한 손 기능 훈련을 통해 많은 수의 일상생활 콘텐츠 훈련을 가능하게 했다. 결국 스마트 글러브를 이용한 가상현실 훈련은 일상생활 수행 요소와 밀접한 연관이 있으며, 일상생활 수행 능력을 향상시키는 충분한 가능성을 제시하고 있다.

본 연구의 결과를 종합해보면, 스마트 글러브를 이용한 가상현실 기반 과제 훈련은 뇌졸중 환자에게 있어 상지 기능 회복에 매우 효과적이며 일상생활 수행에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 국내 연구 데이터베이스에서 1995년부터 2014년까지 게재된 연구들을 ICF 분류 기준을 근거로 하여 메타분석 연구 결과, 활동 영역과 참여 영역에서 효과가 입증되었고, 기존의 임상에서 이루어지는 중재 방법에 대한 대체 혹은 보조로서 충분한 가능성을 보여주었다

(Kwon, 2015). 뇌졸중 환자에 대한 가상현실의 적용 효과를 알아본 해외의 체계적 고찰 연구에서도 상지 기능 향상과 일상생활 수행의 증가가 나타남을 확인하였고, 이는 본 연구의 결과를 지지하였다(Laver et al., 2015).

본 연구에서는 다음과 같은 제한점이 있다. 연구 참가자들은 특정 병원에 입원 중인 뇌졸중 환자만을 대상으로 하고 있으며, 그 참여자의 수가 적어 모든 뇌졸중 환자에게 일반화하여 적용하기에는 어려움이 있다. 또한 적용된 중재의 기간이 장기간 이루어지지 못하였으며, 중재 효과의 지속성을 확인하기 위한 추적 조사가 이루어지지 못했다는 점이다. 또한 불가피하게 임상 현장의 특성상 실험군에만 부가적으로 적용한 훈련이 연구에 결과에 영향을 미칠 수 있는 점이다. 그리고 대부분의 선행 연구 사용된 가상현실 프로그램은 닌텐도 Wii처럼 상업적 장비들로 이루어져 스마트 글러브를 이용한 가상현실 기반의 중재로 상지 기능과 일상생활 수행을 확인한 선행 연구가 부족하였으며, 이에 직접적인 효과의 비교가 어려웠던 점이 아쉬움으로 남는다. 향후 많은 연구 결과들을 바탕으로 한 고찰이 이루어져야 할 것이다.

마지막으로 스마트 글러브와 같이 적용이 용이하고 기능 회복에 효과적인 의료용 가상현실 기반 장비들이 개발되고, 하루빨리 임상 재활 현장에 도입이 되어야 할 것이다. 그리고 4차 산업혁명 시대에 따라 급변하는 기술적 발전 속도에 맞춰 근거 마련을 위한 연구들이 계속적으로 이루어져야 하며, 임상 치료사들의 지속적인 관심이 필요 할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 스마트 글러브를 이용한 가상현실 기반 과제 훈련이 뇌졸중 환자의 상지 기능과 일상생활 수행에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 그 결과 가상현실 기반 과제 훈련을 적용한 집단에서 기존의 일반적인 작업치료를 적용한 대조군보다 상지 기능



및 일상생활 수행에 보다 높은 영향을 나타냈다. 따라서 가상현실을 기반으로 하는 다양한 콘텐츠와 글러브 형태의 웨어러블 장치는 재활 임상에서 뇌졸중 환자의 상지 기능 회복과 일상생활 수행의 증가를 나타내고, 사회로의 복귀에 도움을 줄 것으로 사료된다.

## References

- Boo JA, Jang TY, Choi HS. A study on effect with RAPAEL smart gloves for hand rehabilitation of stroke patients. *Journal of Korea Aging Friendly Industry Association*. 2015;7(2):21-26.
- Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L, et al. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. *Physical Therapy*. 1985;65(2):175-180.
- Carregosa AA, Aguiar Dos Santos LR, Masruha MR, et al. Virtual rehabilitation through Nintendo Wii in poststroke patients: follow-up. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2018;27(2):494-498.
- Guidali M, Duschau-Wicke A, Broggi S, et al. A robotic system to train activities of daily living in a virtual environment. *Medical & Biological Engineering & Computing*. 2011;49(10):1213-1223.
- Howard MC. A meta-analysis and systematic literature review of virtual reality rehabilitation programs. *Computers in Human Behavior*. 2017;70(1):317-327.
- Jang YS. The effect of upper extremity function performance ability on activities of daily living in patients with stroke. *Korea Journal of Neural Rehabilitation*. 2012;2(2):10-18.
- Jeon SY. The effect of virtual reality-based upper extremity rehabilitation combine with real time feedback training on upper extremity and postural control function in stroke patients. Sahmyook University. Dissertation of Master's Degree. 2017.
- Ju ES, Bang YS, Hwang MJ, et al. The effects of BioVal program intervention on upper extremity function and activities of daily living in stroke patients: a single subject research. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*. 2017;11(2):249-260.
- Jung HY, Park BK, Shin HS, et al. Development of the Korean version of modified Barthel index (K-MBI): multi-center study for subjects with stroke. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. 2007;31(3):283-297.
- Jung JH, Cho YN, Chae SY. The effect of task-oriented movement therapy on upper extremity, upper extremity function and activities of daily living for stroke patients. *Journal of Rehabilitation Research*. 2011;15(4):231-253.
- Kim EJ, Kim KM. Validity and reliability of the Korean version of the reintegration to normal living index (K-RNLI) for stroke patients. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*. 2016;24(3):111-119.
- Kim HH, Kim KM, Chang MY. Interventions to promote upper limb recovery in stroke patients: a systematic review. *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*. 2012;20(1):129-145.
- Kim HY. Rehabilitation and serious games. *Journal of Digital Convergence*. 2014;12(4):69-73.
- Kim YG. The effect on Korean virtual reality rehabilitation system (VREHAT) in balance, upper extremity function and activities of daily living (ADL) in brain injury. *Journal of Rehabilitation Research*. 2015;19(2):257-276.
- Kwon JS. Effects of computer based virtual reality program on clinical rehabilitation in Korea: a meta-analysis. *Journal of Digital Convergence*. 2015;13(7):293-304.
- Laver KE, George S, Thomas S, et al. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane database of systematic reviews*. 2017;11(1):1-183.
- Lee MJ, Koo HM. The effect of virtual reality-based sitting

- balance training program on ability of sitting balance and activities of daily living in hemiplegic patients. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*. 2017;5(3):11-19.
- Matthew Moses BA, Teasell R. Evidence-based review of stroke rehabilitation : 20 outcome measures in stroke rehabilitation, 18th ed. Canada. Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation. 2013.
- Neopect. <http://www.neofect.com/ko/product/rapael/>. 2018.
- Park CS, Park SW, Kim KM, et al. Validity and reliability of Korean Wolf motor function test. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*. 2004;12(2):49-60.
- Perez-Marcos D, Chevalley O, Schmidlin T, et al. Increasing upper limb training intensity in chronic stroke using embodied virtual reality: a pilot study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2017;14(1): 119-132.
- Shin JH, Kim MY, Lee JY, et al. Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2016;13(1):17.
- Singer B, Garcia-Vega J. The Fugl-Meyer upper extremity scale. *Journal of Physiotherapy*. 2017;63(1):53.
- Yang NY, Park TH, Moon JH. Effectiveness of motion-based virtual reality training (Joystim) on cognitive function and activities of daily living in patients with stroke. *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*. 2018;12(1):10-19.
- Yap HK, Kamaldin N, Lim JH, et al. A magnetic resonance compatible soft wearable robotic glove for hand rehabilitation and brain imaging. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*. 2017;25(6):782-793.
- Yap HK, Lim JH, Nasrallah F, et al. Design and preliminary feasibility study of a soft robotic glove for hand function assistance in stroke survivors. *Frontiers in neuroscience*. 2017;11(1):1-14.