Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 16, No. 8 pp. 5476-5484, 2015

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.8.5476
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

가상현실재활시스템 적용에 따른 뇌졸중 환자의 일상생활활동, 인지기능, 자아존중감의 개선효과

김영근[1*]
[1]대구보건대학교 작업치료과

The Effect of The Virtual Reality Rehabilitation System on Activities of daily living, cognitive function, self-esteem in Stroke

Young-Geun Kim[1*]
[1]**Dept. of Occupational Therapy, Daegu Health College**

요 약 본 연구의 목적은 산학연 공동기술개발사업으로 개발한 가상현실재활시스템이 뇌졸중 환자에게 긍정적인 영향을 주는지 임상 실험으로 알아보고 이를 통해 개발제품의 임상적 사용 가능성을 검증하기 위함이다. 임상실험을 통해 검증하고자 가상현실재활시스템을 재활병원에 입원하고 있는 뇌졸중 24명(뇌출혈 13명, 뇌경색 11명)에게 제공하였다. 실험군(13명)에는 가상현실재활시스템 위주의 훈련을 실시하였고, 대조군(11명)에는 재활치료의 유형인 보편적 기능훈련으로 일상생활활동 훈련, 지필물과 테이블 탑 위주의 인지재활 훈련, 운동조절 훈련을 실시하였다. 실험군과 대조군 모두 주 3회 하루 2회씩 총 8주간 실시하였다. 두 집단 모두 사전사후 기능적 독립 측정(Functional Independent Measure; FIM), 한국형 간이정신상태 검사(Mini-Mental State Examination for Korean; MMSE-K), 자아존중감척도 평가를 실시하였다. 실험결과 가상현실재활시스템을 제공한 집단과 보편적 재활치료를 받은 집단이 일상생활활동, 기초인지, 자아존중감척도에서 유사한 결과를 보였다. 중재 전후를 비교해 본 결과 가상현실재활시스템을 제공한 집단이 중재 전보다 중재 후에 일상생활활동, 기초인지, 자아존중감에서 모두 의미 있는 향상이 있었다($P<.05$). 산학공동으로 개발한 가상현실재활시스템이 뇌졸중 환자의 일상생활 기능과 기초 인지능력을 회복시키고, 삶의 만족과 인간행동의 원인이 되는 자아존중감에 긍정적인 영향을 보여 주었기 때문에 가상현실재활시스템의 임상 적용 가능성을 긍정적으로 확인하였다. 추후 연구에서는 가상현실재활시스템을 뇌손상 환자와 치매 환자의 다양한 기능 회복에 대한 임상적 유용성을 검증할 필요가 있다.

Abstract The purpose of this study was to verify the clinical usefulness of the virtual reality rehabilitation system which Academic-Industrial cooperation develop through clinical experiment for recovering the functional abilities in stroke. For this purpose, 24 Stroke(hemorrhage13, infarction11)participated in a clinical experiment. They were randomly assigned to the virtual reality rehabilitation system group(n=13) and conventional rehabilitation training(Activities of daily living, cognition training, motor control) group(n=11). All participant were evaluated with three standardized assessment tools(Functional Independent Measure; FIM, Mini-Mental State Examination for Korean; MMSE-K, Self-esteem scale) before and after the planned intervention sessions. All participant were intensively carried out for 8weeks, 3times a week. The results were as follows. The experimental group showed significant improvements for Activities of daily living, basic cognitive abilities and self-esteem related with life satisfaction after the interventions($p<.05$). There were no significant differences between two groups for all assessment tool after interventions. Because of this experimental results, the virtual reality rehabilitation system showed the clinical utility for recovering the function in stroke. Further studies are needed to verify the clinical usefulness on the improvement of various functions in brain injury and dementia.

Keywords : Virtual reality rehabilitation system, Clinical usefulness, Activities of daily living, Cognitive function, Self-esteem, Stroke

*Corresponding Author : Young-Geun Kim(Daegu Health College)
Tel: +82-10-8547-3356 email: otsense@naver.com
Received May 11, 2015 Revised (1st June 2, 2015, 2nd June 5, 2015)
Accepted August 6, 2015 Published August 31, 2015

1. 서론

1.1 연구의 필요성

가상현실시스템은 인간이 실제 환경에서 과제를 수행하기에는 실패확률이 높거나 위험 요소가 많을 경우에 가상이라는 안전한 상황에서 오류를 줄이는 연습을 위한 적합한 시스템이다. 이런 목적으로 개발된 가상현실시스템은 안전하면서도 최대한 자연스럽고 현재 상황을 재현하는 시스템이어야 한다[1]. 가상현실 시스템 산업은 정보통신, 인체공학, 인지과학 심리학, 디자인 등 융·복합 기술로 최근 세계적으로 연구개발이 활성화 되고 있는 미래 유망산업이다. 가상현실은 실무위주의 교육훈련으로 해결하기 힘든 고비용 산업 훈련 현장에 적용하여 비용적인 효율성을 높이고 있다. 이러한 이유로 가상현실 시스템 산업은 항공, 항만, 건축, 국방, 각종 위험상황의 교육산업 현장 등에서 수요가 증가 하고 있으며 관련 서비스부터 부품산업까지 포함하는 새로운 시장과 생태계를 창출할 수 있다.

가상현실 시스템을 이용한 집중훈련이 필요한 산업현장은 뇌졸중과 같이 뇌손상환자의 재활훈련을 주도하는 의료산업현장도 마찬가지이다. 뇌졸중은 뇌에서 혈관이 막히거나 출혈이 생겨 혈관이 관여하는 뇌신경세포에 손상을 입히는 질환으로 운동조절 약화, 인지와 지각장애, 감각결손, 운동마비, 실행증 등의 증상을 유발한다[2]. 이러한 증상들은 뇌졸중 환자가 일상생활 활동에서 기능적 수행을 방해하므로 환자의 기능 장애를 초래한다[3]. 뇌졸중 환자는 병리학적 증상과 기능적 장애로 인해 실제 환경에서 실제 과제를 수행하기에는 위험부담이 높기 때문에 병원에서 충분한 재활훈련이 필요한데 가급적이면 실제 환경과 유사한 상황에서 훈련하는 것이 안전하고 효과적이므로 가상현실시스템을 뇌졸중 환자의 재활훈련에 적용하는 것은 가치가 있다[4-7]. 가상현실시스템이 뇌졸중 환자에게 긍정적인 영향을 주는 것은 효과적인 재활훈련 요소인 집중훈련, 반복훈련, 과제중심훈련, 지속적 훈련 조건을 갖추고 있기 때문이다[8]. 실제 뇌졸중 환자를 대상으로 가상현실시스템을 적용했을 때 그 효과를 검증한 연구들이 있다. 뇌졸중 환자는 지각과 인지처리에서 문제를 호소하는데 그 중 공간적 지남력을 호소하는 환자에게 가상현실 재활 훈련을 실시하였을 때 지리적 지남력 처리능력이 향상되었다[9]. 또한 뇌졸중 환자의 마비된 상지의 운동 능력을 향상시키기 위해서 거울치료와 가상현실훈련을 접목한 훈련을 실시한 결과 뇌졸중 환자의 상지 운동능력이 향상되었다[10]. 이와 유사하게 상지기능 향상을 목적으로 가상현실훈련을 병행한 결과 전통적인 상지훈련을 실시했을 때 보다 더욱 효과적이었다[11,12]. 국내에서 가상현실 훈련을 뇌졸중 환자에게 적용하여 그 효과를 검정한 연구들이 있는데 가상현실훈련이 뇌졸중 환자의 균형능력과 상지기능 향상에 효과적이라는 결과를 발표하였다[5-7]. 그러나 국내연구에서 적용한 가상현실재활시스템은 일본 닌텐도사에서 개발한 닌텐도 wii 게임이었다. 이는 게임과 운동을 목적으로 제작한 것으로 뇌졸중 환자의 전문적인 재활훈련을 위해 제작한 것은 아니므로 제공하는 영상과 입력체계 및 난이도 조절이 뇌졸중 환자에게는 맞지 않은 제품이었다. 뇌졸중 재활훈련에 가상현실시스템이 효과적이라는 선행연구를 바탕으로 재활훈련용으로는 국내 최초로 중소기업청 주관 산학연 공동기술개발 사업으로 개발한 가상현실재활시스템인 브래하트를 뇌졸중 환자에게 적용해 보고자 한다.

1.2 연구의 목적

본 연구는 뇌졸중 환자 재활훈련을 위하여 산학연 기술협동으로 개발한 가상현실재활시스템(브래하트)이 실제 뇌졸중 재활훈련에 적용할 수 있는지 임상적 타당성을 알아보고자 한다. 연구의 가설은 가상현실재활시스템(브래하트)이 뇌졸중 환자의 일상생활 활동 수행능력과 기초 인지능력, 자아 존중감 향상에 긍정적 영향을 줄 것이고 보편적인 재활치료와 유사한 효과를 보일 것이다.

2. 연구방법

산학 공동으로 개발한 가상현실재활시스템 브래하트에 관한 임상적 타당성 검증은 뇌졸중 환자를 대상으로 임상실험을 통해서 효과를 검증하였다. 연구기간은 2013년 10월~2014년 2월까지 진행되었다.

2.1 연구 참여자

실험 참여자는 40대 이상 뇌졸중 환자로 26명이 참여하였으나 실험도중 퇴원절차로 인해 2명이 불참하였고 최종 24명이 참여하였다. 이중 뇌출혈 환자가 13명, 뇌경색은 11명이었다[Table 1]. 실험 참여자는 가상현실재

활시스템 사용 설명을 이해하고 지시에 따를 수 있는 수준이어야 하므로 MMSE-K 점수 24점 이상 환자를 선택하였다. 대조군 MMSE-K 평균점수는 26.5점이고, 실험군의 평균점수는 27점이었다. 발병시기는 대조군은 발병 후 평균 15개월이고 실험군은 평균 10.8개월이었다. 실험은 대구시에서 350병상 이상 재활전문병원 중 개발과정에서부터 자문에 참여할 정도로 가상현실재활시스템에 호의적인 관심을 가지고 있었던 병원장과 직원으로 구성되어있는 재활병원에서 실시하였다. 먼저 병원 책임자(병원장), 환자, 환자보호자에게 연구의 목적과 절차, 정보 보안, 환자 안전 등에 대해 설명을 하였다. 또한 직접 사용시범으로 보여주어 위험성이 없음을 확인시켰다. 병원장, 환자, 환자보호자에게 연구 참여의사를 서면으로 동의를 얻었고 동의를 하지 않는 분들은 연구 참가자에서 제외하였다.

Table 1. Participant Demographics N=24

Spec.		Control group		Experimental group	
		Subjects (n)	Percentage (%)	Subjects (n)	Percentage (%)
Gender	Male	9	81.8	11	84.6
	Female	2	18.2	2	15.4
Age	40~50	6	50.0	9	75.0
	50~60	6	50.0	3	25.0
Paretic side	Left	6	50.0	5	41.7
	Right	6	50.0	7	58.3
Stroke type	Hemorrhage	6	42.9	7	40.0
	Infarction	7	57.1	4	60.0
Education level	elementary	1	11.1	2	13.3
	middle,high	6	66.7	9	60.0
	academic	2	22.2	4	26.7
Onset	below 1year	3	25.0	7	58.3
	over 1year	9	75.0	5	41.7

2.2 측정도구

2.2.1 한국형 간이정신상태검사 (Mini-Mental State Examination for Korean : MMSE-K)

MMSE-K는 인지를 평가하기 위하여 Folstein, Folstein과 McHugh이 개발한 것이다[13]. 국내에서 한국 노인 문맹자를 고려하여 개정하고 표준화 하였다[14]. 평가 항목은 지남력, 기억등록, 기억회상, 주의와 계산, 언어기능, 이해와 판단 6개 영역으로 구성되어 있다. 환자는 구두로 답변을 하거나 직접 그리기도 한다. 총 30점 만점이고 인지장애 판별하는 기준은 24점 이상일 때 정상, 18-23점은 경도 인지장애, 17점 이하는 중증 인지장애로 해석한다(오민아, 신윤오, 이태용, 김정선, 2003)[15]. 평가도구 신뢰도는 Cronbach's α=.86으로 높은 편이다.

2.2.2 기능적 독립 측정(Functional Independent Measure : FIM)

일상생활활동 수행능력을 측정하기 위하여 기능적 독립측정(FIM)을 사용하였다. FIM은 The Uniform Data System for Medical Rehabilitation에서 개발한 측정도구로 국내에서 활용도가 높은 편이다. 내용타당도와 구성타당도가 여러 연구에 의해 이미 증명되었다[16]. 일상생활활동을 6가지 영역으로 나누었는데 다른 평가도구와 차별점은 일상생활활동에 필요한 이해능력, 문제 해결능력, 표현 능력 등 사회적 인지에 관한 항목들이 있다. 각 항목의 점수는 1~7점으로 책정한다[17].

2.2.3 자아존중감척도

자아존중감 측정 도구는 Rosenberg가 제작한 척도를 적용하였다[18]. 그는 1965년에 처음으로 자아존중감 척도를 개발하고 1989년 수정보완을 하였다. 이를 국내에서 번역하고 표준화하여 사용하고 있다[19]. 개발당시 신뢰도는 Cronbach's α=0.85였다. 척도는 자기 보고식 척도이며 총 10문제로 구성되어있는데 긍정 질문과 부정 질문이 각각 50%씩 이루어져있다. 각 문항마다 1점에서 5점으로 Likert식 등간척도로 되어 있다.

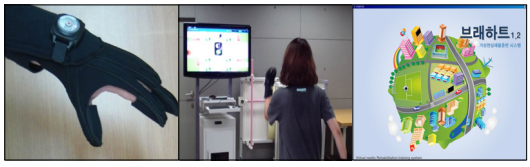
2.3 산학연 공동개발 가상현실재활시스템

본 연구에서 적용한 가상현실재활시스템(브래하트)은 2012년도 산학연 공동기술개발사업으로 대구보건대학교 작업치료과 김영근과 (주)한영, (주)싸이버메딕이 공동으로 개발한 제품으로 재활훈련과 예방으로 목적으로 개발하였다.

개발 절차를 요약하면 다음과 같다. ① 가상현실관련 연구자료 및 문헌을 고찰하고 분석 ② 기존 국내에서 사용중인 해외제품의 문제점 분석과 개선방안 연구 ③ 가상현실재활 훈련 유경험자의 자문 및 개발 요구사항 조사 ④ 가상현실재활시스템 개발 원칙과 가이드라인 개발 ⑤ 훈련 콘텐츠 개발 및 디자인 작업 ⑥ 콘텐츠와 디자인을 구현할 소프트웨어와 데이터베이스 관리 시스템 개발 ⑦ 콘텐츠를 구현할 모션인식센서가 장착된 장갑개발 ⑧ 콘텐츠에 맞는 모션인식 카메라 모듈조정 ⑨ 임상전

문가 타당도 검증

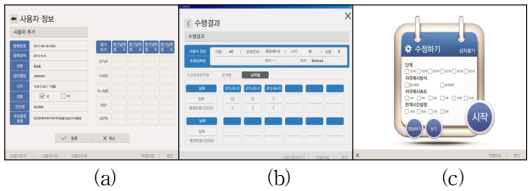
주요 콘텐츠는 일상생활 기능 훈련, 낙상 예방훈련, 손 기능 향상 훈련, 관절가동범위 향상 훈련, 정상운동패턴 운동 훈련, 움직임 속도와 정확도 훈련, 기억력과 주의력 훈련, 눈과 운동 협응 훈련, 실행기능 훈련으로 구성되어 있고 과제수는 총 20개 과제로 구성되어 있다. 하드웨어는 입력시스템과 출력 시스템으로 구성되어 있는데 입력시스템은 모션인식 카메라, 손의 기능적 움직임을 인식하는 모션인식 글로버이고 출력시스템은 모니터이다[Fig. 1].



(a) (b) (c)

Fig. 1. Virtual reality rehabilitation system Hardware & Rehearsal scene (a) motion recognition glove (b) monitor & camera & rehearsal scene (c) main screen

데이터 베이스 관리 시스템은 사용자의 기초 정보와 사용자가 제품을 사용한 정보 및 기록 등을 기록한다. 콘텐츠 관리시스템은 난이도조정, 속도조정, 치리방식조정, 한계시간 설정을 할 수 있는 환경조정시스템과 수행결과 후 수행 단계, 전체 문항수 중에 정확도 비율, 반응시간에 관한 기록을 피드백하는 수행결과 관리 시스템으로 구성되어 있다[Fig. 2].



(a) (b) (c)

Fig. 2. Virtual reality rehabilitation system administrator mode example screen (a) client basic information input mode (b) performance result value screen (c) environment setting

2.4 실험절차

실험대상자에게 사전 평가를 실시한 후 실험군과 대조군으로 나누어 각각 13명씩 배치하였다. 대조군에는 재활병원에서 실시하는 기존 보편적 기능훈련 프로그램인 일상생활활동훈련, 인지재활훈련(지필묵과 테이블탑), 운동조절훈련을 1회시 30분 오전 오후 각각 1회씩 주 3회 8주간 실시하였다. 실험군은 가상현실재활시스템(브래하트)을 1회마다 20분과 함께 보편적인 기능훈련 10분을 오전 오후 각각 1회씩 주 3회 총 8주간 실시하였다[Fig. 3].

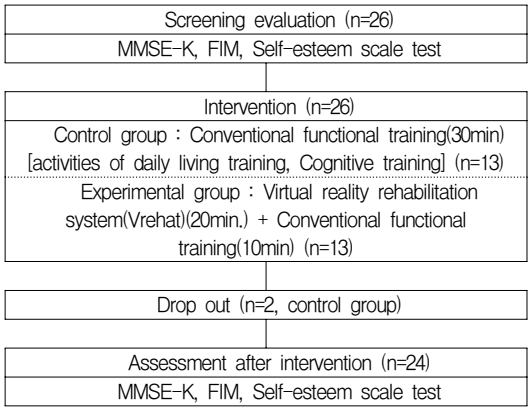


Fig. 3. Study process

가상현실재활시스템은 주위에 움직이는 물체가 있을 경우에 카메라 인식에 방해자극으로 작용하기 때문에 병원에서 독립된 공간에서 훈련된 실험자가 진행하였다. 프로그램에서 주로 사용한 콘텐츠는 대조군 내용과 유사하게 일상생활기능훈련, 손기능 훈련, 기억력과 주의집중 훈련이었다. 실험자가 환자정보를 등록하고 콘텐츠를 설정하고 나면 모든 진행은 시스템에서 자동으로 처리한다. 환자 수행이 발전할 때 마다 난이도를 높여주었다. 가상현실재활시스템에 환자가 적응할 수 있도록 본격적인 실험 전 한 주 동안 매일 20분간 연습 시행을 하였다.

2.5 분석방법

참가자의 일반적 특성 분석으로 빈도분석을 실시하였고, 일상생활활동, 인지기능, 자아 존중감의 평균과 표준편차는 기술통계로 알아보았다. 집단 간 비교를 실시하기 전에 FIM, 자아 존중감, MMSE-K의 사전점수에 관한 정규성 검정을 Kolmogorov-Smirnov로 알아본 결과 FIM과 자아존중감 척도의 실험전 점수는 정규성을 만족하였으나($p>.05$) MMSE-K는 만족하지 못하였다. 실험

군과 대조군이 중재 전 모든 검사도구에 대해 같은 조건에서 시작했는지 알아보기 위해 각 평가도구의 중재 전 평균값을 독립표본 t 검정으로 비교하였다. 실험 후 집단 간 평균값의 차이를 알아보기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였고, MMSE-K에 대해서는 Mann-Whitney검정을 실시하였다. 실험 전 후의 평균값 차이를 알아보기 위해 대응표본 t 검정을 실시하였고 MMSE-K에 대해서는 Wilcoxon 부호순위 검정을 실시하였다. 중재후 결과에 발병시기, 학력수준, 연령이 영향을 주었는지를 알아보기 위하여상관관계를 분석하였다. 그리고 모든 데이터 통계처리는 SPSS WIN 18.0을 사용하였다.

3. 연구결과

3.1 가상현실재활시스템 적용 전 실험군과 대조군의 기술통계량

가상현실재활 시스템을 실험참가자에게 적용하기 전에 FIM과 자아존중감 측정값의 평균과 표준편차를 알아보고 두 집단 간에 동질성을 조사하였다[Table 2]. 그 결과 두 집단의 동질성이 있음을 알 수 있었다(p>.05).

Table 2. The statistics and homogeneity between two group for FIM and self-esteem before the experiment unit: points

test tool	Mean(SD)		*t*	*p*
	control group	experimental group		
FIM	88.64(12.88)	95.38(17.60)	1.05.	.30
Self-esteem	27.18(4.02)	25.38(3.75)	-1.13	.27

total scale: FIM 126, Self-esteem 40

실험 전 MMSE-K에 대한 두 집단 간의 동질성을 조사한 결과 두 집단은 동질성이 있음을 알 수 있었다(p>.05).

Table 3. The statistics and homogeneity between two group for MMSE-K before the experiment unit: points

test tool	Mean(SD)		*z*	*p*
	control group	experimental group		
MMSE-K	26.55(4.18)	27.00(2.92)	-.35	.73

total scale: MMSE-K 30

3.2 가상현실재활시스템 적용 후 두 집단 간 효과 비교

정규성을 알아보기 위하여 Kolmogorov-Smirnov 검정을 실시한 결과 FIM과 자아존중감 척도는 실험군과 대조군 모두 모든 종속변수에서 정규성이 성립하였으나(p>.05). MMSE-K는 정규성이 성립되지 않았다.

두 집단이 동질성과 정규성이 성립하는 FIM과 자아존중감에 대한 중재 후 결과에 대하여 두 집단의 평균을 독립표본 t 검정을 통해 비교한 결과 두 집단에 유의한 차이는 없었다[Table 4].

Table 4. The compare of mean between two group for FIM and self-esteem after the experiment unit: points

test tool	Mean(SD)		*t*	*p*
	control group	experimental group		
FIM	89.27(12.74)	96.92(17.16)	1.22	.24
Self-esteem	27.54(5.63)	27.69(3.40)	.79	.94

MMSE-K에 대해서 Mann-Whitney검정을 실시한 결과 두 집단 간 유의한 차이는 없었다[Table 5].

Table 5. The compare of mean between two group for MMSE-K after the experiment unit: points

test tool	Mean(SD)		*z*	*p*
	control group	experimental group		
MMSE-K	26.73(3.98)	27.92(2.22)	-.33	.78

3.3 가상현실재활시스템 적용 전 후 평균비교

가상현실재활시스템을 실험군과 대조군에 적용하기 전 정규성 검정을 실시한 결과 FIM과 자아존중감 값은 정규성이 성립 하였으므로 대응표본 t 검정을 실시하였다. 그 결과 대조군에서는 중재 전후 FIM과 자아존중감의 평균점수는 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05). 실험군에서는 가상현실재활시스템 전 후 평균점수에서 FIM과 자아존중감에서 유의한 차이를 보였다(p<.01)[Table 6].

MMSE-K는 검정조건에 따라 정규성이 성립하지 않았기 때문에 Wilcoxon 부호순위 검정을 실시하였다. 그 결과 대조군에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나(p>.05), 실험군은 실험전후 평균값에서 유의한 차이를 보였다(p<.05) [Table 7].

Table 6. The compare of Pre-Post means of each group for FIM and Self-esteem after the experiment

group	test tool	Mean(SD)		*t*
		Pre-test	Post-test	
control group	FIM	88.64(12.88)	89.27(12.74)	-1.88
	self esteem	27.18(4.02)	27.55(5.63)	-.29
experimental group	FIM	95.38(17.60)	96.92(17.16)	-3.83**
	self esteem	25.38(3.75)	27.69(3.40)	-5.57**

**p<.01

Table 7. The compare of Pre-Post means of each group for MMSE-K after the experiment

group	Mean(SD)		*z*
	Pre-test	Post-test	
control group	26.55(4.18)	26.73(3.98)	-1.00
experimental group	27.00(2.92)	27.92(2.22)	-2.33*

*p<.05

가상현실재활시스템을 적용한 집단의 FIM, MMSE-K, 자아존중감 척도의 실험 후 점수와 발병시기와 나이와의 상관관계를 조사한 결과 FIM은 발병시기와의 상관계수가 r=.25이고 나이와의 상관계수는 r=.26으로 상관관계가 없었다(p>.05). 자아존중감 척도는 발병시기와의 상관계수가 r=-.49이고 나이와의 상관계수는 r=-.26으로 상관관계가 없었다(p>.05). MMSE-K는 나이와 발병시기와 각각 상관계수가 r=-.12, r=.07로 상관관계가 없었다.

4. 고찰

가상현실훈련 시스템 개발은 최근 정부가 연구개발사업에 지속적으로 투자하고 있는 사업이다. 이는 고위험 환경과 작업, 고비용 작업과 학습에서 가상현실훈련은 매우 유익한 시스템이기 때문이다. 재활훈련을 받는 뇌졸중 환자도 실제 삶속에서 기능훈련을 해야 하나 신체적·인지적 장애를 가지고 있어서 위험요소가 많다. 이런 이유로 뇌졸중 환자에 대한 가상현실재활시스템이 필요한 상황이다. 그러나 현재 국내에서는 미국의 IREX와 일본의 닌텐도 wii를 임상 현장에 사용하고 있다. IREX는 10여 년 전에 개발된 재활훈련을 위한 제품으로국내 몇몇 병원에서 사용하고 있다[4]. 닌텐도 wii를 이용하여 재활병원에서 실험을 한 연구들이 있으나 이 제품은 뇌손상자들을 위한 재활시스템이 아니라 일반인들이 게임식으로 즐기는 제품이다[5-7]. 국내에서 2012년부터 2013년까지 가상현실재활시스템을 산학연 공동연구로 개발하였다. 본 연구는 2012년 산학연 공동기술개발사업의 일환으로 개발한 가상현실재활시스템(브래하트)의 임상적 타당성을 검증하여 임상현장에서 이 시스템의 활용 가치를 알아보고 산학연 연구 결과물의 보급률을 높이기 위함이다. 이를 위하여 뇌졸중 환자 24명을 대상으로 가상현실재활시스템을 적용하는 실험군과 보편적인 기능훈련을 실시하는 대조군으로 나누어 임상적 효과에 관한 실험을 진행하였다.

실험을 진행 한 후 일상생활활동 능력을 측정한 FIM, 기초인지판별검사인 MMSE-K, 자아존중감 척도를 가지고 측정한 결과 두 집단 간에는 유의한 차이가 없었다. 중재 전후 평균점수의 변화를 비교하였을 때 가상현실재활시스템을 적용한 집단이 중재전보다 중재 후에 FIM, 자아존중감, MMSE-K에서 평균점수가 상승하였다.

이러한 결과는 재활병원에서 치료이론에 입각하여 보편적으로 실시해온 인지훈련과 일상생활 기능훈련을 적용한 경우와 본 연구에서 새롭게 시도하는 가상현실재활시스템(브래하트)를 적용한 경우가 뇌졸중 환자의 일상생활활동과 기초 인지 및 자아존중감에서 유사한 결과를 초래했다는 것이다. 이것은 가상현실재활시스템이 임상적으로 효과가 있음을 보여주는 긍정적인 결과라고 해석할 수 있다. 특히, 대조군에서는 실제 일상생활 훈련 환경에서 훈련을 하였고, 실험군은 가상 상황에서 훈련을 하였는데 두 집단에서 유의한 차이가 없었다는 것은 가상현실시스템이 일상생활활동에 효과가 있음을 보여주는 결과이다. 이러한 결과는 훈련 상황은 다르지만 외상성 뇌손상 환자 30명에게 가상도서관 환경에서 도서관 이용 훈련을 한 경우와 실제 도서관 환경에서 훈련한 경우가 중재 후에 유사한 결과를 보였다는 선행연구와 가상현실훈련이 실제환경에 적응하는데 도움이 된다는 맥락에서 본 연구를 지지한다[20]. 직접적인 일상생활활동 훈련은 진행하지 않았지만 뇌졸중 환자에게 강제유도움직임 치료라는 전통적인 상지향상운동치료를 실시하고 다른 뇌졸중 집단에는 가상현실시스템에서 상지운동을 시킨 결과 일상생활활동 능력이 두 집단에서 모두 상승하였고 집단 간에는 차이가 없었던 선행연구와도 유사한 결과이다[11]. 그러나 본 연구는 실제 일상생활활동 훈

련이 내재된 가상현실훈련 시스템을 적용하였다는 것이 차이점이다. 이 외에도 가상현실시스템 훈련이 일상생활에 효과가 있음을 증명한 연구들이 본 연구의 결과를 지지하는데 가상현실 시스템을 뇌졸중 환자에게 적용한 결과 일상생활활동에서 긍정적 변화가 보였음을 증명한 국내 연구가 있다[21]. 그러나 이 연구는 뇌졸중 환자 3명으로 실험한 사례 연구에 가까운 연구였다는 점이 한계이므로 보다 많은 사례를 대상으로 연구한 본 연구의 결과가 더 의미가 있다고 볼 수 있다. 그 외 국내에서는 주로 일본 닌텐도사에서 개발한 닌텐도 wii로 가상현실훈련의 효과를 검정하였는데 이 제품은 주로 운동 활동량을 증가시키는 콘텐츠로 구성되어 있고, 일상생활활동에 직접적인 훈련이 없이 게임을 위해 제작하였기 때문에 재활훈련을 목적으로 제작한 장비를 사용한 본 연구가 더 의미가 있다고 생각한다[7].

실험을 통하여 가상현실재활시스템을 적용받은 참가자들이 자아존중감이 향상되었다. 자아존중감은 자신을 존중하며 가치있는 사람으로 생각하는 정도인데 인간 행동의 중요한 요소이며 한 인간의 행동 원인이 되기도 한다[22]. 그런데 뇌졸중 환자들이 신체 조정능력과 더불어 마음의 통제까지 상실하게 되면서 자아존중감이 낮아진다[23]. 특히, 활동 제한으로 자신의 역할을 상실하게 되고 무능력하고 독립성 상실로 인해 자아존중감이 낮아지고 일상생활활동 수행능력에 부정적 영향을 주게 되고 결국 삶의 만족도가 떨어진다[24]. 본 연구에서는 이러한 일상생활활동 능력과 삶의 만족도, 인간의 행동을 조정하는 자아존중감을 가상현실재활시스템이 향상시킬 수 있다는 가능성을 보여주었다.

본 연구에서 실험 전후를 비교한 결과값을 분석해 보면 실험군에서 세 가지 평가도구 점수가 유의한 향상을 보였고, 대조군에서는 평균값은 상승했지만 유의한 차이가 없었다. 대조군도 보편적인 재활병원에서 실시하는 운동조절, 일상생활활동, 인지훈련을 실시하였기 때문에 실험군과 동일한 기간 동안 제공한 중재 프로그램이 효과를 초래할 수도 있는데 실험군에서만 명확한 효과가 나타난 이유는 실험군이 대조군보다 발병기간이 짧고 평균연령이 낮은 이유라고 생각한다. 또한 환자들에게는 가상현실재활프로그램이라는 새로운 훈련 시스템이 병원에서 일상적으로 반복 훈련 받던 프로그램보다 환자의 능동적 참여 동기를 강화시킨 결과라 생각한다. 차후 연구에서는 더욱 철저한 실험 설계가 필요하다.

지금까지 가상현실재활시스템의 효과를 일상생활활동능력, 자아존중감, 기초인지에서 확인을 할 수 있었으나 연구를 진행하면서 몇 가지 제한점이 있었다. 첫째, 실험대상자를 충분히 확보하지 못한점이다. 그래서 기초인지의 효과를 좀 더 면밀하게 볼 수 없었다. 통계적 의의를 확보하려면 더 많은 실험대상자가 있어야 하나 뇌졸중 이라는 특정 환자를 대상으로 임상적 효과를 보는 연구에서 병원과 환자의 동의를 구해서 실험을 실시하는 현실에서는 어려운 상황이다. 둘째, 일상생활활동, 인지능력, 자아존중감은 뇌졸중 외에도 다양한 환자에게서 보여지는 문제인데 뇌졸중으로 한정 지어 참여자를 제한한 것도 표집을 확보하는데 연구방법에서의 문제점이라고 판단한다. 셋째, 모든 대상자에게 주 3회 8주간 동안 중재 프로그램을 적용하였는데 실험기간이 짧아 충분한 효과를 보기에 부족한 부분이 있었다. 이는 환자 입원기간이 한정되어 있고 중도탈락률이 높기 때문에 8주 이상 실험을 진행하기가 쉽지 않았다. 이를 보완하기 위해 실험 시행 전 한주 동안 연습시행을 하였고, 실험동안에는 하루에 오전 오후 1회씩 실시하여 최대한 시행횟수를 확보하려고 노력하였다.

본 연구를 통해 가상현실재활시스템의 효과와 임상적 가치를 충분히 보여주기에는 어렵겠지만 그 가능성을 확인했다는 점에서 의의가 있다. 특히, 뇌졸중의 기초인지능력, 일상생활활동능력, 자아존중감 향상에 도움이 되는 가능성을 확인하였다. 향후 연구에서는 실험참여자를 더욱 확보하고 뇌졸중 환자 뿐 만아니라 기타 활동에 제한이 있고 인지능력이 저하된 다양한 질환을 대상으로 연구를 확대할 필요가 있다고 생각한다.

5. 결론

본 연구는 중소기업청 주관 2012년 산학연 공동기술개발사업으로 개발한 가상현실재활시스템(브래하트)이 뇌졸중 환자에게 긍정적인 영향을 주는지 임상 실험을 통해서 알아보고 개발제품의 임상적 사용 가능성을 검증하기 위하여 진행하였다. 연구 결과 가상현실재활시스템(브래하트)은 뇌졸중 환자의 일상생활활동 능력 향상에 도움을 주었고, 기초인지능력에도 긍정적인 영향을 주었다. 특히, 인간행동의 원인되고 기능적 활동과 삶의 만족도에 중요한 역할을 하는 자아 존중감 향상에 효과가 있

음을 알 수 있었다. 그러나 참가자 모집이 제한적이라 효과를 단정하기 보다는 임상적 가능성을 모색할 수 있었다고 판단한다. 향후 연구에서는 뇌손상환자, 치매, 일반 노인, 근골격계 질환 등 다양한 환자를 대상으로 보다 많은 환자수를 표집하여 임상적 효과를 검증하는 연구가 확대될 필요가 있다. 또한 시지각과 운동조절능력을 종속변수로 설정하여 효과를 증명해 보는 것도 가상현실재활시스템의 효과를 다양하게 입증할 수 있을 것으로 기대한다. 본 연구는 가상현실재활시스템 개발에 산학이 협동하여 보다 발전된 모델을 창출해 내는데 초석의 역할을 한다는 의미에서 연구의 의의가 있다고 판단한다.

References

[1] C. J. Bohil, B. Alicea, F. A. Biocca, “Virtual reality in neuroscience research and therapy", *Nature reviews Neuroscience,* 12, 12, pp.752-762, 2011.

[2] Fredericks CM, Saladin LK. *Pahophysology of the Motor Systems.* p.486-512, F.A.Davis Company, 1996.

[3] Pendleton HM, Schultz-Krohn W. *Pedretti’s Occupatinal Therapy: Practice skills for Physical Dysfunction. 7th ed.* p.844-880, Mosby Publishers, 2013.

[4] C. S. Kim, Y. H. Kwon, “Therapeutic Virtual Reality Program im Chronic Stroke Patients Recovery of Upper Extremity and Neuronal Reorganization", *Journal of Special Education & Rehabilitation Science,* 44, 1, pp.87-106, 2005.

[5] E. K. Kim, J. H. Kang, H. M. Lee, “Effects of Virtual Reality Based Game on Balance and Upper Extremity Function in Chronic Stroke Patients", *Journal of Special Education & Rehabilitation Science,* 49, 3, pp.131-149, 2010.

[6] J. H. Kim, M. H. Oh, J. S. Lee, H. S. Ahn, “The effects of Training Using Virtual Reality Games on Stroke Patients’ Functional Recovery”, *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy,* 19, 3, pp.101-114, 2011.

[7] S. H. Kim, H. G. Kim, J. H. Lee, “Effect of Virtual Reality Based Exercise Program on the Upper Extremity Function and Activities of Daily Living in Stroke Patients", *Journal of Rehabilitation Research,* 17, 2, pp.373-391, 2013.

[8] M. Guidali, A. Duschau-Wicke, S. Broggi, V. Klamroth-Marganska, T. Nef, R. Riener, “A robotic system to train activities of daily living in a virtual environment", *Medical & Biological Engineering & Computing,* 49, 10, pp.1213-1223, 2011.
DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s11517-011-0809-0

[9] S. E. Kober, G. Wood, D. Hofer, W. Kreuzig, M. Kiefer, C. Neuper, “Virtual reality in neurologic rehabilitation of spatial disorientation", *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation,* 10, 1, pp.17-29, 2013.
DOI: http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-10-17

[10] Y. J. Kang, H. K. Park, H. J. Kim, T. Lim, J. Ku, S. Cho, S. I. Kim, E. S. Park, “Upper extremity rehabilitation of stroke facilitation of corticospinal excitability using virtual mirror paradigm", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.* 9, 1, pp.71-78, 2012.

[11] A. Turolla, M. Dam, L. Ventura, P. Tonin, M. Agostini, C. Zucconi, P. Kiper, A. Cagnin, L. Piron, “Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation,* 10, 1, pp.85-93, 2013.
DOI: http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-10-85

[12] J. H. Crosbie, S. Lennon, M. C. McGoldrick, M. D. J. McNeill, S. M. McDonough, “Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot study", *Clinical Rehabilitation,* 26, 9, pp.798-806, 2012.

[13] M. F. Folstein, S. E. Folstein, P. R. McHugh, “Mini-mental state: A practical method of grading the cognitive state of patients for the children”, *Journal of Psychiatric Research,* 12, 3, pp.189-198, 1975.

[14] Y. C. Kwon, J. H. Park, “Korean Version of Mini-Mental State Examination(MMSE-K) : Part Ⅰ: Development of the Test for the Elderly”, *Journal of Korean Neuropsychiatry Association,* 28, 1, pp.125-135, 1989.

[15] M. A. Oh, Y. O. Sin, T. Y. Lee, J. S. Kim, “A Study on the Cognitive Function by MMSE in the Urban Elderly”, *Chungnam Medical Journal,* 30, 2, pp.101-113, 2003.

[16] K. M. Hall, B. B. Hamiton, W. A. Gordon, “Characteristics and comparisons of functional assessment indices: Disability ration scale. functional independence measure, and functional assessment measure”, *The Journal of Head Trauma Rehabilitation,* 8, 2, pp.60-74, 1993.

[17] C. V. Granger, B. B. Hamilton, J. M. Linacre, “Performance profiles of the FIM”, *Archives of Physical*

Medicine and Rehabilitation, 72, 2, pp.84-89, 1994.
DOI: http://dx.doi.org/10.1097/00002060-199304000-00005

[18] Rogenberg, M. Society and the Adolescent Self-image. p.110-112, Princeton University Press, 1965.

[19] B. J. Jon, "Self-esteem: A test of its measurability", *Yonsei University Journal,* 11, 1, pp.107-130, 1974.

[20] B. Renison, J. Ponsford, R. Testa, B. Richardson, K. Brownfield, "The ecological and construct validity of a newly developed measure of executive function: The virtual library task", *Journal of the International Neuropsychological Society,* 18, 3, pp.440-450, 2012.
DOI: http://dx.doi.org/10.1017/S1355617711001883

[21] D. H. Yu, D. G. Hong, S. Y. Choi, "Effect of virtual reality-based task training on upper extremity function and activities of daily living in stroke patients : single subject research", *Journal of Rehabilitation Research,* 18, 2, pp.289-308, 2014.

[22] M. Braden, "Building self esteem and self confidence", *Journal of Personality,* 71, pp.223-231, 1987.

[23] Roberts SL. *Behavioral concepts and the critically Ⅲ patient(2nd).* p.168-174, Norwalk Connecticut, Appleton-century-crofts, 1986.

[24] A. F. Muhlenkamp, J. A. Joyner, "Arthritis patients' self-reported affective states and their caregivers perceptions", *Nursing Research,* 35, 1, pp.24-27, 1986.

김 영 근(Young-Geun Kim) **[정회원]**

- 1998년 2월 : 연세대학교 재활학과 (작업치료전공) 졸업
- 2011년 2월 : 부산대학교 인지과학 협동과정 (이학박사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 대한인지재활학회 학술부회장
- 2001년 9월 ~ 현재 : 대구보건대학교 작업치료과 교수

<관심분야>
작업치료학, 인지과학, 인지재활