

가상현실 기반 운동이 파킨슨병 환자의 균형, 보행 및 낙상효능감에 미치는 영향: 예비연구

김용균¹ · 강순희^{2*}

¹기대찬병원, ^{2*}한국교통대학교 물리치료학과

Effects of Virtual Reality-Based Exercise on Balance, Gait, and Falls Efficacy in Patients with Parkinson's Disease: A pilot study

Kim Yonggyun, PT, MS¹ · Kang Soonhee, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Gidaechan Hospital

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to identify whether virtual reality-based exercise could improve on balance, gait and fall efficacy in patients with Parkinson's disease.

Methods : Ten patients with Parkinson's disease were randomly divided into either an experimental or control group. The experimental subjects performed virtual reality-based exercise, whereas the control subjects performed conventional physical therapy for 4 weeks. The balance, gait and fall efficacy of all subjects were assessed by using the Measurement Training and Documentation (MTD) balance system, force platform system, Korean version of Berg Balance scale (K-BBS), 6 Minute Walk Test (6MWT), and Korean version of Fall efficacy scale (K-FES) at pre training and post training. Wilcoxon signed rank test was used to analyze change before and after intervention in intra-group. Mann Whitney U test was used to analyze changes of all variables in inter-groups.

Results : Subjects in the experimental group showed significant improvements in difference of weight distribution, K-BBS scores, antero-posterior and medio-lateral sway length, ground reaction force (GRF), 6MWT, and step length following training. The changes of difference of weight distribution, K-BBS scores, AP Sway Length, GRF, 6MWT, step length and K-FES scores in the experimental group were significantly more than them of the control group.

Conclusion : The result of this study suggest that virtual reality-based exercise training is an intervention to improve on balance, gait, and falls efficacy in patients with Parkinson's disease.

Key Words : balance, gait, fall efficacy, Parkinson's disease, virtual reality-based exercise

*교신저자 :

강순희 shkang@ut.ac.kr, 010-8363-8642

I. 서론

인구고령화 사회로 들어서면서 노인성 질환을 가진 노인 인구가 증가하고 있다(통계청, 2013). 그 중에서 파킨슨병은 치매 다음으로 높은 상승률을 보이는 질환이다(건강보험공단, 2012; 통계청, 2013). 파킨슨병은 바닥핵(basial ganglia)의 기능 부전으로 인해 생기는 병증으로, 진전(tremor), 강직(rigidity), 운동완서(bradykinesia), 불량한 자세 반사(poor postural reflexes)와 같은 4가지 징후를 공통적으로 보인다. 또한 파킨슨병 환자들은 외부 동요(perturbation)에 대해 적절한 운동 전략(movement strategy)을 선택하지 못하므로 불안정한 자세를 보이며 균형 능력과 보행능력은 감소한다.

파킨슨병 환자의 균형능력과 보행능력을 향상시키는 방법으로 트레드밀 보행훈련, 청각 피드백을 이용한 보행훈련, 등속성 운동기구를 이용한 운동 방법, 가상현실을 이용한 운동방법들이 연구되어왔다(Thaut 등, 1996; Miyai 등, 2000; Scandalis 등, 2001). 그 중에서도 가상현실(virtual reality)을 이용한 재활프로그램은 환자에게 흥미를 느낄 수 있는 과제를 수행하게 함으로 동기 유발을 촉진 할 수 있다는 장점이 있다(Flynn 등, 2007). 뿐만 아니라 시각적 자극을 통하여 파킨슨 병 환자에게 빠른 반응을 유도할 수 있다. Assad 등(2011)은 가상현실 기반 운동 프로그램을 파킨슨병 환자에게 적용한 결과, 환자들이 재미와 흥미를 느낀다고 주장하였으며, 또 다른 연구자들은 가상현실 기반 운동 프로그램이 보행 속도와 균형능력 향상에 효과적이라고 보고하였다(Zettergren 등, 2011; Mhatre 등, 2013). 뿐만 아니라 일상생활동작을 향상시키는 효과가 있는 것으로 보고되었다(Mendes 등, 2012). 또한 Hertz 등(2013)은 닌텐도 가상현실을 기반으로 한 Wii 게임 시스템이 파킨슨병 환자에게 운동 기능, 우울증, 일상생활동작 등에서 효과적인 방법이라고 하였다.

낙상의 원인으로는 신체 근력과 유연성의 부족, 인지 문제, 자세 불안정 등으로 발생하는데, 일반적인 노인의 낙상 비율이 30 %인 반면 파킨슨병 환자들은 68 %라고 보고되었다(Brod 등, 1998; 임비오와 김미영, 2007). 낙상 효능감은 낙상하지 않을 자신감을 측정하는 자가-효율성(Self-efficacy)을 이용하여 낙상공포를 표현하는 방법으로 일상생활의 10가지 움직임을 실행하는 동안의 자신감을 검사는 방법인 FES(Fall Efficacy Scale)가 많이 사용되고

있다(Hur 등, 2010).

위에서 살펴본 바와 같이 지금까지, 파킨슨병 환자를 대상으로 가상현실 기반 운동프로그램의 효과를 확인하는 연구가 있었으나, 대조군 없이 실험군만을 대상으로 가상현실 기반 운동프로그램의 효과를 알아보는 연구들이 대부분이기 때문에 대조군을 포함하는 무작위 통제 연구가 필요하다. 따라서 본 연구의 목적은 파킨슨병 환자들을 대상으로 실험군에게는 가상현실 운동프로그램, 대조군에게는 일반적 물리치료를 적용한 후 균형, 보행 및 낙상효능감에 대한 효과를 비교해봄으로써 가상현실 운동프로그램이 파킨슨병 환자들의 신체적·심리적 기능의 회복을 위한 중재방법이 될 수 있는지를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 성남시 소재 B병원에서 입원하거나 또는 외래로 물리치료를 받고 있는 파킨슨병 환자 10명을 선정하였고 선정된 대상자 10명에게 제비뽑기를 통해 실험군과 대조군에 각각 5명씩 무작위 배정하였다. 연구 대상자 선정기준은 (1) 파킨슨병 환자로 신경과의사에 의해 진단을 받은자, (2) 파킨슨병 환자 중 modified Hoehn & Yahr 질병 단계에서 2 단계(양측 최소 혹은 중심선에 침범, 균형은 장애 받지 않음)와 3 단계(바로 반사는 장애, 의자에서 일어나거나 돌아서 유지 못함, 일부 활동은 제한되나 환자는 독립적으로 살 수 있고 어떤 형태의 직업은 계속할 수 있다)에 해당하는 자, (3) 보조도구의 사용 유무와 상관없이 독립적으로 6분 동안 보행이 가능한 자, (4) 본 연구의 목적을 이해하고, 연구자가 지시하는 동작을 따라할 수 있는 인지능력을 가진 자, (5) 본 연구의 목적과 방법에 자발적으로 동의한 자로 하였다. 제외 기준은 (1) 정형, 신경외과적 수술 경험이 있는 자, (2) 심혈관계 질병을 지닌 자, (3) 두통 또는 어지럼증을 호소하는 자, (4) 정기적으로 수행되는 운동 프로그램에 참여하고 있는 자 등이었다. 실험 전 연구 대상자에게 연구의 목적과 방법을 설명하였고 연구 참여 동의서에 서명을 받았다.

2. 연구 도구

1) 균형 평가

(1) 정적 균형능력

정적 균형능력을 평가하기 위하여 MTD Balance system (Measurement Training and Documentation-Balance System, Apsun, Germany)을 사용하였다. 정적 균형능력의 평가를 위하여 힘 판 위에 올라간 후 60초 동안 눈을 뜨고 선 자세에서와 3번씩을 측정하였으며 그 평균값을 데이터로 사용하였다(Zhai 등, 2005).

(2) 자세동요 및 보행능력

자세동요와 보행능력을 평가하기 위해 Force Platform System(Model OR6-7-200, USA)을 사용하였다. 자세동요는 눈을 뜨고 선 자세에서 우세 발을 힘판 위에 올려놓고 체중지지 하였을 때 좌우로 흔들리는 거리를 측정하였다. 우세 발은 공을 차는 과제를 수행하였을 때 공을 차는 발로 결정하였다(Brenière 등, 1987).

(3) 정적 및 동적 균형

정적균형과 동적균형을 평가하기 위해 한국판 버그 균형 척도(Korean version of Berg Balance Scale, K-BBS)를 사용하였다. 선 자세에서 눈 감기, 발목으로 서기, 물건 짚어 올리기, 360° 돌기 등의 과제 수행 능력을 평가하였다. 각 항목 당 0-4점, 총 0-56점으로 평가하였다(Silsupadol 등, 2009; Qutubuddin 등, 2005).

2) 보행 평가

(1) 지면 반발력

보행능력 요소 중 지면반발력을 평가하기 위해 Force Platform System(Model OR6-7-200, USA)을 사용하였다. 환자가 보행을 할 때 힘판을 밟고 지나가게 하였으며 5번을 측정하여 평균값을 사용하였다(Brunt 등, 1991).

(2) 6분간 보행거리

6분 동안 최대로 걸을 수 있는 거리를 측정하였다. 실내 공간에 200 m 등근 트랙을 그렸으며, 1 m 간격으로 표시하였다. 측정자는 초시계로 6분을 측정하였으며 6분이 지나면 대상자를 멈추게 하였으며 바닥에 테이프를

표시하였다. 대상자가 트랙을 돈 횟수에 대한 거리와 출발선부터 테이프까지의 거리를 합하여 기록하였다(Swisher & Goldfarb, 1998).

(3) 보폭

보행의 요소 중 보폭(step length)을 측정하기 위하여 Dartfish Software를 사용하여 동작을 분석하였다. 사용하였다. 무릎의 외측 상과(lateral epicondyle), 발목의 외과(lateral malleolus)와 다섯 번째 발가락의 중족지관절(metatarsophalangeal joint)에 검은색 점으로 표시를 한 후(Hayes 등, 2009), 보행 시 영상을 기록하였다. 15 m의 보행로를 가장 편안하고 자연스럽게 걷게 하였으며 출발 후 5 m 지점부터 10 m 지점까지를 촬영하였다. 보행 분석은 초기접지기(initial contact)부터 다음 초기접지기까지 완벽한 보행 주기를 보이는 동영상을 선택하여 측정값으로 사용하였고 보행을 3회 반복 실시한 후 평균값을 분석하였다. 모든 대상자는 운동화를 착용하지 않은 상태로 영상을 기록하였다.

3) 낙상 효능감 평가

낙상효능감은 Tinetti 등(1990)이 개발한 낙상 효능감 척도(Falls Efficacy Scale, FES)(Tinetti 등, 1990)를 한국어로 번역한 한국판 낙상 효능감 척도(Korean Version Falls Efficacy Scale, K-FES)를 이용하여 측정하였다. 환자와 인터뷰를 통해서 일상생활에 필요한 10가지 행동을 수행하는 데 따르는 두려움을 1부터 10까지 숫자로 나타내게 하였다. 과제를 수행하는 동안 넘어지는 것에 전혀 자신감이 없어 두려움을 느끼면 1점, 매우 자신이 있으며 10점으로 대상자가 느끼는 주관적인 느낌을 기록하도록 하였다. 대상자의 기록을 가지고 최저 10점, 최고 100점으로 환산하였다. 점수가 낮을수록 낙상에 대하여 두려움을 많이 느끼는 의미를 의미한다(Tinetti 등, 1990; Hur 등, 2010).

3. 중재

1) 가상현실 기반 운동프로그램

가상현실 기반 운동프로그램은 가상환경을 구현하여 참여자의 흥미를 유발하는 재활운동 시스템(IREX, Jester Tek Inc., Canada)이다. 다양한 가상현실 환경을 제공해

줄 수 있으며 물체의 종류, 속도, 방향 등을 조절 할 수 있어 환자에게 적합한 운동유형을 선택할 수 있다. 본 연구에서는 하지의 안정성 및 이동성을 요구하는 4가지 과제 즉, ‘코코넛 받기’, ‘상자 나르기’, ‘스노우보드 타기’, 그리고 ‘축구공 막기’ 과제를 통해서 참여자가 다양한 방향으로 팔을 뻗고 체중을 이동시킬 수 있도록 하였다. 또한 과제 수행에 대한 시각적 및 청각적 피드백을 제공하여 더욱 효과적으로 참여할 수 있도록 하였다. 가상현실 기반 운동프로그램은 주 5회, 4주간, 1회당 30분씩 수행하였다.

(1) ‘코코넛 받기’ 과제

상지의 움직임 증가시키고 몸통상부와 어깨관절의 관절가동범위를 증가시키기 위해 수행하였다. 모니터 화면에서 떨어지는 코코넛을 컵에 받도록 하였으며 3분 동안 받아내는 코코넛의 양이 성공확률이 90 % 이상일 때 다음 레벨로 변경 하였다. 연구자는 컴퓨터가 측정한 대상자의 어깨관절 위치와 몸통, 상지의 가동범위를 바탕으로 환자가 과제를 적절하게 수행 할 수 있도록 관절 위치를 설정하였다. 또한 과제를 수행하는 동안 대상자의 움직임을 보조하여 낙상하지 않도록 지도하였다.

(2) ‘상자 나르기’ 과제

상지 움직임의 정확성과 몸통의 회전, 그리고 굴곡신장 운동을 통해 몸통과 하체의 안정성의 증진시키기 위하여 수행하였다. 컨베이어에서 나오는 상자를 반대편 컨베이어로 올려놓는 방식으로 최대한 많은 양의 상자를 옮기도록 지도하였고 옮겨진 상자의 개수를 화면에 제공하여 시각적 피드백으로 사용하였다. 컨베이어 높이는 어깨 아래 60°, 90°, 120° 높이에서 각각 3분 씩 수행하였다.

(3) ‘스노우보드 타기’ 과제

과제의 목적은 하체의 중심 이동연습을 통해 하체의 안정성을 증가시키고, 엉덩이의 움직임을 통해 몸통과 하체의 근력을 증진시키기 위함이다. 대상자는 좁은 경사 길을 스노우보드를 타고 내려오며 장애물을 피하는 과제를 수행 하였다. 연구자는 컴퓨터에서 제공되는 대상자의 하체의 관절 위치와 몸통의 가동 범위를 바탕으로 난이도를 조절하였으며 운동 중 낙상하지 않도록 지도하였고 3분 동안 과제를 90 % 성공적으로 수행하면

난이도를 상향 조정하였다.

(4) ‘축구공 막기’ 과제

좌, 우 또는 앞, 뒤로 걷기 그리고 활동적인 움직임을 통해 상지의 움직임, 몸통과 하체의 동적 균형을 증진시키기 위하여 수행하였다. 대상자는 사방에서 날아오는 축구공의 속도, 위치, 거리 등을 고려하여 공이 골대로 들어가지 못하도록 막는 과제를 하였다. 대상자가 막아낸 공의 수에 대한 점수를 제공하여 시각적 피드백을 제공하였다. 3분 동안 막아낸 공의 수가 90 % 이상이 되면 난이도를 상향 조정하였다. 또한 환자가 체중이동을 어려워하거나 중심을 잡는 과정에서 연합반응이 최소한으로 나타나도록 지도 하였으며, 환자가 적절하게 무게중심을 잡고, 신체의 무게중심을 적절히 옮길 수 있도록 최소한의 도움을 제공해 주었다.

2) 일반적 물리치료

유연성, 균형, 자세조절 및 보행 훈련으로 구성된 일반적인 운동치료를 물리치료사(중추신경계 재활치료 코스 120시간 이상 이수한 자)가 주 5회, 4주간, 1회당 30분씩 적용하였다. 유연성 훈련은 앞정강근, 장딴지근, 넙다리네갈래근, 뒤넙다리근, 엉덩관절 모음근, 엉덩관절 굽힘근, 배근육, 가슴근, 목 굽힘근을 1회당 30초, 2회 반복하여 스트레칭 하였으며, 균형 훈련은 눈을 뜬 상태에서와 눈을 감은 상태에서 양발균형 잡기와 한발 균형 잡기운동, 앞뒤, 좌우로 몸통 흔들기를 30초씩 2회 수행하였다. 자세 조절 훈련은 몸통 회전 운동, 나무 봉을 이용한 운동, 다리 만들기 운동을 10회, 5세트 수행하였다. 보행 훈련은 선 따라 걷기, 걸어가며 방향전환 하기 등을 10회, 2세트 수행하였고, 장애물(25x52x152 mm) 보행을 10회, 10세트, 그리고 도로의 연석과 계단 오르기를 5회, 10세트 수행하였다.

4. 연구 절차

본 연구에서는 파킨슨 병 환자 10명을 대상으로 하였고 선정된 대상자를 실험군과 대조군에 각 5명씩 무작위 배정하였다. 두 집단에게 동일한 측정도구로 동일한 측정자에 의하여 균형, 보행, 그리고 낙상효능감의 제 변수에 대한 사전 검사를 실시하였다. 실험군에는 가상현실

운동을 적용하였고, 대조군은 일반적 물리치료를 4주간 적용하였으며, 치료적 중재가 끝난 시점에 균형, 보행 및 낙상효능감의 제 변수에 대한 사후검사를 실시하였다. 수집된 자료를 통계처리 한 후 결과를 분석하였다.

5. 자료 처리

일반적 특성은 기술통계를 사용하여 평균과 표준편차를 구하였고 실험군과 대조군의 일반적 특성과 종속변수에 대한 동질성을 검정하기 위하여 Mann-Whitney U 검정을 사용하였다. 각 집단 내 훈련 전·후 종속변수의 변화를 알아보기 위해 Wilcoxon 부호순위 검정을 사용하였고, 두 집단 간 훈련 전·후 종속변수의 변화량 차이를

알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정을 사용하였다. 본 연구에서 수집된 모든 자료는 Window PASW 18.0을 이용하여 분석하였고 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자 10명을 가상현실을 이용한 운동 군과 일반적 물리치료 군으로 5명씩 무작위 배정하였으며, 연구대상자들의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. The general characteristics of patients

		Experimental group (n=5)		Control group (n=5)			
		n	%	n	%		
Sex	Male	2	40.00	3	60.00		
	Female	3	60.00	2	40.00		
		Mean	SD	Mean	SD	U	p
Age (year)		76.20	± 3.89	78.40	± 5.77	9.00	.548
Height (cm)		160.58	± 7.32	165.24	± 9.34	7.00	.310
Weight (kg)		68.70	± 7.96	62.70	± 6.17	6.00	.222
H-Y scale		2.20	± 0.44	2.36	± 0.50	8.00	.421
MMSE-K(score)		27.20	± 0.83	26.60	± 0.54	7.00	.310

H-Y=Hoehn and Yahr,

MMSE-K=Mini-mental state examination for korean

2. 훈련 전·후 균형능력 변화

1) 좌·우 체중분배의 차이 변화

좌·우 체중분배 차이는 실험군에서 훈련 전 13.20±3.03 %, 훈련 후 8.00±2.54 %로 감소하였고 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 대조군의 좌·우 체중분배 차이 또한 훈련 전 14.00±2.00 %에서, 훈련 후 11.00±1.87 %으로 감소하였고 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 또한 실험군과 대조군 간 훈련 전·후의 좌우 체중분배의 변화량은 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 좌·우 체중분배의 변화량이 더 컸다(Table 2).

2) 자세동요 거리의 변화

좌·우 자세동요 거리는 훈련 전 6.23±0.80 cm, 훈련 후 5.01±0.74 cm으로 통계학적으로 유의하게 감소하였다 (p<0.05). 대조군도 좌·우 자세동요 거리는 훈련 전 5.92±1.07 cm, 훈련 후 5.43±0.81 cm으로 통계학적으로 유의하게 감소하였다(p<0.05). 하지만 실험군과 대조군 간 훈련 좌·우 자세동요 거리의 변화량은 통계학적으로는 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 전·후 자세동요 거리는 훈련 전 9.16±1.49 cm, 훈련 후 5.41±2.03 cm으로 통계학적으로 유의하게 감소하였다(p<0.05). 대조군 역시 전·후 자세동요 거리는 훈련 전 9.03±1.77 cm, 훈련 후 7.96±1.58 cm으로 통계학적으로 유의하게 감소하였다

($p<0.05$). 실험군과 대조군 사이에 훈련 전·후의 전·후 자세동요 거리의 변화량은 통계학적으로는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).(Table 2).

3) 한국판 버그 균형 척도(K-BBS)의 변화

실험군은 훈련 전 43.00±3.08점, 훈련 후 49.80±3.76점

으로 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 대조군은 훈련 전 43.33±6.13점, 훈련 후 45.06±5.91점으로 증가하였다. 실험군과 대조군 사이에 훈련 후 점수의 변화량은 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(Table 2). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 버그 균형 척도 점수의 변화량이 더 컸다.

Table 2. The comparison of balance between experimental and control group

Variable	Experimental group (n=5)			Control group (n=5)			p
	Mean	±	SD	Mean	±	SD	
WBDD-EO (%)	Pre	13.20	±	3.03	14.00	±	2.00
	Post	8.00	±	2.54	11.00	±	1.87
	Post-Pre	-5.20	±	1.64	-3.00	±	1.22
	p			0.038			0.041
K-BBS scores	Pre	43.00	±	3.08	43.33	±	6.13
	Post	49.80	±	3.76	45.06	±	5.91
	Post-Pre	6.80	±	1.48	2.00	±	1.00
	p			0.043			0.059
ML Sway Length (cm)	Pre	6.23	±	0.80	5.79	±	1.07
	Post	5.01	±	0.74	5.43	±	0.81
	Post-Pre	-1.21	±	0.61	-0.35	±	0.44
	p			0.043			0.043
AP Sway Length (cm)	Pre	9.16	±	1.49	9.03	±	1.77
	Post	5.41	±	2.03	7.96	±	1.58
	Post-Pre	-3.74	±	2.02	-1.06	±	0.41
	p			0.043			0.043

WBDD-EO= Weighr Bearing Distribution Difference with Eye Open K-BBS=Korean Version Berg Balance Scale, ML=Mediolateral

3. 훈련 전·후 보행의 변화

1) 지면 반발력의 변화

실험군의 지면반발력은 훈련 전 435.86±90.13 N에서, 훈련 후 473.03±77.47 N으로 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 대조군의 지면반발력 역시 훈련 전 451.74±93.71 N에서, 훈련 후 457.75±96.88 N으로 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 실험군과 대조군 사이에 훈련 전·후 지면 반발력의 변화량은 실험군이 대조군에 비해 통계학적으로 유의하게 크게 증가하였다($p<0.05$)(Table 3).

2) 6분 보행 거리의 변화

실험군의 6분 보행 거리는 훈련 전 180.80±33.25 m, 훈

련 후 201.40±29.69 m로 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 대조군의 6분 보행 거리 역시 훈련 전 181.00±12.08 m에서 훈련 후 189.60±8.79 m로 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 실험군과 대조군 사이에 훈련 전·후 6분 보행거리의 변화량은 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 6분 보행 거리의 변화량이 더 컸다(Table 3).

3) 보폭의 변화

실험군의 보폭은 훈련 전 418.92 ± 48.99 mm에서, 훈련 후 410.11± 65.62 mm로 증가하였고 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 대조군의 보폭 또한 훈련 전 410.11±65.62 mm에서, 훈련 후 432.68±78.94 mm로 증가하였고 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

실험군과 대조군 사이에 훈련 전·후 보폭의 변화량을 비교하였을 때 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다($p>0.05$)(Table 3).

Table 3. The comparison of gait between experimental and control group

Variable	Experimental group (n=5)			Control group (n=5)			p	
	Mean	±	SD	Mean	±	SD		
GRF (N)	Pre	435.86	±	90.13	451.74	±	93.71	0.009
	Post	473.03	±	77.47	457.75	±	96.88	
	Post-Pre	37.17	±	20.89	6.08	±	4.97	
	p	0.043			0.043			
6mwt (M)	Pre	180.80	±	33.25	181.00	±	12.08	0.047
	Post	201.40	±	29.69	189.60	±	8.79	
	Post-Pre	20.60	±	10.21	8.60	±	6.65	
	p	0.043			0.043			
Step length (mm)	Pre	418.92	±	48.99	410.11	±	65.62	0.347
	Post	451.84	±	47.97	432.68	±	78.94	
	Post-Pre	32.92	±	9.62	22.57	±	13.71	
	p	0.043			0.043			

GRF=Ground Reaction Force, 6mwt=6 minute walking test

4. 훈련 전·후 낙상 효능감의 변화

실험군의 낙상효능감 점수는 훈련 전 73.40±6.64점, 훈련 후 81.80±5.71점으로 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 대조군의 낙상효능감 점수 또한 훈련 전 73.40±4.33점에서 훈련 후 78.40±3.71점으로 통계학적으로

유의하게 증가하였다($p<0.05$). 실험군과 대조군 사이에 훈련 전·후 낙상 효능감 점수의 변화량을 비교하였을 때 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되었다($p<0.05$). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 낙상 효능감 점수의 변화량이 더 컸다(Table 4).

Table 4. The comparison of falls efficacy between experimental and control group

Variable	Experimental group (n=5)			Control group (n=5)			p	
	Mean	±	SD	Mean	±	SD		
FES (score)	Pre	73.40	±	6.54	73.40	±	4.33	0.014
	Post	81.80	±	5.71	78.40	±	3.71	
	Post-Pre	8.40	±	2.07	5.00	±	1.87	
	p	0.041			0.042			

IV. 고 찰

파킨슨병 환자는 운동장애와 감각 정보전달, 고유수용성 감각이 결여되어 균형장애를 가지게 되고 보폭이 짧아지고 보행속도가 느려지는 특이한 패턴의 보행을 보인다(Hirsch 등, 2003). 이로 인해 일반노인의 낙상률 30 %

에 비하여 파킨슨병 환자는 68.3 %로 2배 이상 큰 낙상률을 보이고 있다(송경애 등, 2004). 따라서 파킨슨병 환자의 기능향상을 위한 재활의 목표는 균형과 보행능력을 증진시키고 낙상률을 저하시키는 것이 우선시 된다. 가상현실 기반 운동은 가상환경을 구현하여 참여환자의 흥미를 유발하고 다양한 가상현실 환경을 제공할 수 있어

서 환자에게 적합한 운동유형을 선택· 적용할 수 있는 장점을 갖고 있다(Rose 등, 1999).

본 연구에서는 파킨슨병 환자에 대한 4주간의 가상현실 기반 운동이 균형과 보행능력, 및 낙상효능감에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보고자 하였다. 좌· 우측 체중분배 차이에 대한 훈련 전· 후의 변화를 측정하기 위해서 MTD-Balance system을 이용하였고 그 결과, 좌· 우측 체중분배 차이는 훈련 전에 비하여 훈련 후에 두 군 모두에서 유의하게 감소하였다. 눈을 뜨고 선 자세에서 좌· 우측 체중분배 차이는 가상현실 기반 운동군이 일반적 물리치료군에 비하여 유의하게 더 크게 감소함을 보였다. 본 연구 결과와 유사하게 Sackley와 Lincoln(1997)은 시각적 피드백과 일반적인 물리치료를 함께 적용한 군과 일반적인 물리치료만 적용한 군을 비교한 결과 균형의 좌우 대칭성이 증가하였다고 보고하였다. Shumway-Cook 등(1988)은 균형의 대칭성과 이동 능력 사이에 상관성이 있으며 좌우 대칭성의 확보가 중요하다고 강조하였다. 가상현실 기반 운동은 일반적인 물리치료에 비해 체중이동을 얼마만큼 해야 하는지를 시각적 및 청각적 피드백을 받을 수 있고 정량화할 수 있기 때문에 이와 같은 결과가 도출되었으므로 생각된다. 또한 가상현실 기반운동이 일반적 물리치료에 비해 현실에 더 가까운 훈련을 제공하기 때문에 훈련 조건과 유사한 조건에서 파킨슨병 환자들의 대칭성이 더 효과적이었을 것이라고 사료된다.

본 연구에서는 파킨슨병환자들의 정적 및 동적 균형은 한국판 버그 균형 척도(K-BBS)를 이용하여 측정하였다. 연구 결과 K-BBS 점수는 훈련 전에 비하여 훈련 후에 실험군은 유의하게 증가한 반면 대조군은 증가하였지만 유의한 차이가 없었다. 또한 실험군과 대조군 사이에 K-BBS 점수를 비교하였을 때 실험군에서 대조군 보다 유의하게 더 크게 증가하였다. 이러한 결과는 가상현실 기반 운동에서 사용된 4가지 과제(코코넛 받기, 상자 나르기, 스노우보드 타기 및 축구공 막기)가 다양한 방향으로 팔 뻗기와 체중이동을 요구하는 과제이기 때문에 실험군에게 있어서 동적 균형을 조절하는 훈련이 되었을 것으로 사료된다. 본 연구결과와 유사하게 박창식과 강권영(2011)은 척수손상환자들에게 시각적 피드백을 동반한 가상현실 운동을 적용하였을 때 균형 능력이 유의하게 향상되었음을 보고 하였고, 오형택(2012)은 슬관절 전치환술 환자에게 8주 동안 바이오피드백 훈련을 적용하

였을 때 정적균형 개선에 효과적이었다고 하였다.

정적 균형을 평가하는 요소 중 자세동요 거리는 힘판을 이용하여 측정하였고, 훈련 전보다 훈련 후에 좌· 우 자세동요 거리는 실험군에서 1.21 cm, 대조군에서 0.35 cm가 감소하였으며, 훈련 전보다 훈련 후에 전· 후 자세동요 거리 또한 실험군에서 3.74 cm, 대조군에서 1.06 cm가 줄어들어 유의하게 감소하였다. 또한 집단 간 비교하였을 때, 전후 자세동요거리에서 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이를 관찰할 수 있었다. 이는 가상현실기반 운동이 정적 균형을 향상시키는데 효과적임을 의미하고 이런 결과를 나타낸 원인은 가상현실기반 훈련이 실제 훈련과 같은 중추신경계의 변화를 유도하며 고유수용성 감각이 향상되었을 뿐만 아니라 대뇌와 소뇌가 활성화되었기 때문이라고 생각된다(Hamel & Lajoie, 2005).

파킨슨병 환자의 보행은 보행의 개시와 정지가 어려우며 보행이 시작되면 점차적으로 보행속도가 빨라지고 보폭이 좁아지는 특징을 보인다. 따라서 파킨슨병 환자에게 있어서 보행 능력의 개선은 물리치료의 주된 목표가 된다. 본 연구에서 지면반발력은 실험군과 대조군 모두 중재 전에 비해 중재 후에 유의하게 증가하였으며, 실험군에서 대조군 보다 유의하게 크게 증가 하였다. 또한 보폭은 중재 전에 비하여 중재 후에 실험군과 대조군 모두에서 유의하게 증가하였으며 두 군간 유의한 차이는 없었다. 이런 결과는 건강한 성인의 지면반발력과 보폭이 정적인 관계가 있음을 보고한 Keller 등(1996)의 연구결과를 지지하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 결과는 가상현실 기반 운동과 일반적인 물리치료 중재 모두 파킨슨병 환자의 보행 개선에 효과가 있음을 의미한다. 이와 유사하게 양창수와 임비오(2013)는 파킨슨병 환자에게 1회 30분, 주 3회, 12주 동안 재활훈련 프로그램을 실시한 결과, 보폭과 보행속도가 유의하게 증가하였으며 보행시간은 유의하게 감소하였다고 하였다.

6분 보행 검사는 6분 동안 보행한 총 거리를 측정하는 것으로 비교적 쉽고 간단하게 운동능력 특히 보행능력을 평가할 수 있는 신뢰도가 높은 척도이다. Falvo와 Earhart(2009)은 파킨슨병 환자들을 대상으로 6분 보행검사를 하였을 때 평균 약 390 m라고 보고하였다. 본 연구 결과에서 보행 거리가 훈련 전 약 180 m로 선행연구보다 거리가 짧았으나 실험군에서 11 %, 대조군에서 4 % 증가하여 보행능력이 증진되는 것으로 나타났다. 특히

실험군이 대조군에 비하여 유의하게 크게 증가하여 가상 현실기반 운동이 일반적 물리치료에 비하여 보행에서 더 효과적임을 알 수 있었다. 이와 유사하게 송창호 등(2009)은 노인을 대상으로 가상현실운동프로그램을 적용하였을 때 6분 보행거리가 초기 444 m에서 중재 후 449 m로 유의하게 증가하였다고 보고하였다.

Franchignoni 등(2005)는 파킨슨병 환자와 같은 신경계 손상 환자는 움직임, 기능적 능력이 손상되고 낙상에 대한 두려움이 증가한다고 하였다. 또한 Adkin 등(2003)은 파킨슨병 환자들은 정상인과 비교하여 파행보행이 나타나고 균형에 대한 자신감이 떨어진다고 보고하였다. 본 연구에서 낙상효능감 점수가 중재 전 실험군 73.40±6.54 점, 대조군 73.40±4.33점으로 파킨슨병 환자들이 어느 정도 낙상에 대한 두려움을 갖고 있음을 확인할 수 있었다. 낙상효능감 점수는 실험군과 대조군 모두 중재 전보다 중재 후에 유의하게 증가하였다. 이는 이전 연구(Franchignoni 등, 2005; Adkin 등, 2003)와 마찬가지로 중재 전에 비하여 중재 후에 낙상에 대한 두려움이 감소하였음을 의미한다. 실험군과 대조군의 낙상효능감 점수의 변화량을 비교하였을 때 두 집단 간 유의한 차이가 관찰되어 가상현실기반 운동이 일반적인 물리치료 보다 낙상 효능감에 더 긍정적인 영향을 미침을 알 수 있었다. 가상 현실을 이용한 훈련이 일상생활영역의 두드러진 향상이 있다고 보고한 연구결과(Brosnan, 2009)와 관련성이 있는 것으로 보인다. 본 연구결과와 유사하게 Cakit 등(2007)은 파킨슨병 환자를 대상으로 8주 동안 트레드밀을 이용한 훈련을 하였을 때 균형과 보행능력이 증가하고 낙상에 대한 두려움이 감소한다고 보고하였다. 이와 같은 결과들을 종합해 볼 때, 가상현실기반 운동은 균형, 보행능력 및 낙상효능감을 향상시키는데 효과적이라고 할 수 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 먼저 본 연구에 참여한 연구대상자의 수가 적었으며 비교적 신체적 균형 능력과 보행능력이 좋은 환자군으로 구성되어 있어 연구 결과를 모든 파킨슨병 환자들에게 바로 일반화시키기에 어려움이 있을 것이다. 앞으로 미래의 연구에서는 더 많은 수의 대상자를 포함하는 연구가 필요할 것이며, 훈련효과의 유지 여부를 알아보기 위하여 종속변수에 대한 후속 평가가 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 파킨슨병 환자 10명을 5명씩 무작위로 실험군과 대조군으로 배치하여 4주간 집단별 가상현실 기반 운동과 일반적 물리치료를 적용한 후 훈련 전과 후에 균형, 보행 및 낙상 효능감을 측정하여 각각의 중재효과를 알아보았다. 그 결과, 가상현실 기반 운동프로그램을 적용한 군과 일반적 물리치료 군에서 모두 균형, 보행, 낙상 효능감이 유의하게 증가하였으며, 중재 후 두 군을 비교하였을 때, 가상현실 기반 운동프로그램 적용 군이 일반적 물리치료 군 보다 균형, 보행 및 낙상효능감에서 유의하게 더 향상되었다. 따라서 이후 연구에서는 연구 대상자의 수를 증가시킨 연구를 통해 가상현실 운동프로그램이 파킨슨병 환자의 균형, 보행과 낙상 효능감을 개선하고 증진할 수 있는 효과적인 중재방법인지 아닌지를 확인하는 것이 필요하다.

참고문헌

- 건강보험공단(2012). 노인성 질환, 더 이상 노인들만의 고통이 아니다!. 국민건강보험공단 홈페이지. <http://www.nhis.or.kr/portal/site/main>.
- 박창식, 강권영(2011). 시각적 바이오피드백 시뮬레이션 훈련이 불완전 척수손상환자의 균형에 미치는 효과. 한국콘텐츠학회논문지, 11(11), 194-203.
- 송경애, 문정순, 이광수(2004). 파킨슨병 환자의 낙상에 미치는 요인. 한국간호과학회지, 34(6), 1081-1091.
- 송창호, 신원섭, 이경진 등(2009). 비디오 게임을 이용한 가상현실 운동 프로그램이 노인의 근력, 균형 및 보행에 미치는 영향. 한국노년학, 29(4), 1261-1275.
- 양창수, 임비오(2013). 파킨슨 환자의 재활훈련 프로그램이 보행에 미치는 효과. 한국체육학회지-자연과학, 52(3), 507-516.
- 오형택(2012). 시각적 바이오피드백과 고유수용성 훈련이 슬관절 전치환술 환자의 통증과 균형에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 미간행석사학위 논문.
- 임비오, 김미영. (2007). 파킨슨 환자들의 장애물 보행 향상을 위한 하지의 근육 활동 규명. 한국운동역학회지,

17(4), 141-148.

통계청(2013). 국가 통계 포털 홈페이지. <http://kosis.kr/>.

Adkin AL, Frank JS, Jog MS(2003). Fear of falling and postural control in Parkinson's disease. *Mov Disord*, 18(5), 496-502.

Assad O, Hermann R, Lilla D, et al(2011). Motion-based games for Parkinson's disease patients. In *Entertainment Computing-ICEC 2011* (pp. 47-58). Springer Berlin Heidelberg.

Brenière Y, Cuong DM, Bouisset S(1987). Are dynamic phenomena prior to stepping essential to walking?. *J Motor Behav*, 19(1), 62-76.

Brod M, Mendelsohn GA, Roberts B(1998). Patients' experiences of Parkinson's disease. *The Journals of Gerontology Series B: Psychol Sci Social Sci*, 53(4), 213-222.

Brosnan S(2009). The potential of Wii-rehabilitation for persons recovering from acute stroke. *Phys Disabil Special Interest Section Quarterly*, 32(1), 1-3.

Brunt D, Lafferty MJ, Mckeon A, et al(1991). Invariant characteristics of gait initiation. *Am J Phys Med Rehabil*, 70(4), 206-212.

Cakit BD, Saracoglu M, Genc H, et al(2007). The effects of incremental speed-dependent treadmill training on postural instability and fear of falling in Parkinson's disease. *Clin Rehabil*, 21(8), 698-705.

Falvo MJ, Earhart GM(2009). Six-minute walk distance in persons with Parkinson disease: a hierarchical regression model. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(6), 1004-1008.

Flynn S, Palma P, Bender A(2007). Feasibility of using the Sony playstation 2 gaming platform for an individual poststroke: a case report. *J Neurol Phys Ther*, 31(4), 180-189.

Franchignoni F, Martignoni E, Ferriero G, et al(2005). Balance and fear of falling in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disord*, 11(7), 427-433.

Hamel MF, Lajoie Y(2005). Mental imagery. Effects on static balance and attentional demands of the elderly. *Aging Clin Exp Res*, 17(3), 223-228.

Hayes HB, Chang YH, Hochman S(2009). An in vitro spinal cord-hindlimb preparation for studying behaviorally relevant rat locomotor function. *J Neurophysiol*, 101(2), 1114-1122.

Hertz NB, Mehta SH, Sethi KD, et al(2013). Nintendo Wii rehabilitation ("Wii-hab") provides benefits in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disord*, 19(11), 1039-1042.

Hirsch MA, Toole T, Maitland CG, et al(2003). The effects of balance training and high-intensity resistance training on persons with idiopathic Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(8), 1109-1117.

Hur JH, Lim SK, Lee DH(2010). Development of the Korean falls efficacy scale (FES-K) for the elderly. *Korean J Phys Educ*, 49(3), 193-201.

Keller TS, Weisberger AM, Ray JL, et al(1996). Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging, and running. *Clin Biomech*, 11(5), 253-259.

Mendes FADS, Pompeu JE, Lobo AM, et al(2012). Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease—effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. *Physiother*, 98(3), 217-223.

Mhatre PV, Vilares I, Stibb SM, et al(2013). Wii fit balance board playing improves balance and gait in Parkinson Disease. *PM&R*, 5(9), 769-777.

Miyai I, Fujimoto Y, Ueda Y, et al(2000). Treadmill training with body weight support: its effect on Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(7), 849-852.

Qutubuddin AA, Pegg PO, Cifu DX, et al(2005). Validating the Berg balance scale for patients with Parkinson's disease: a key to rehabilitation evaluation. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(4), 789-792.

Rose FD, Brooks BM, Attree EA, et al(1999). A preliminary investigation into the use of virtual environments in memory retraining after vascular brain injury: indications for future strategy?. *Disabil Rehabil*, 21(12), 548-554.

Sackley CM, Lincoln NB(1997). Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disabil Rehabil*, 19(12), 536-546.

- Scandalis TA, Bosak A, Berliner JC, et al(2001). Resistance training and gait function in patients with Parkinson's disease. *Am J Phys Med Rehabil*, 80(1), 38-43.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S(1988). Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 69(6), 395-400.
- Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, et al(2009). Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(3), 381-387.
- Swisher AK, Goldfarb AH(1998). Use of the six-minute walk/run test to predict peak oxygen consumption in older adults. *Cardiopulmonary Phys Ther J*, 9(3), 3-5.
- Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR, et al(1996). Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Mov Disord*, 11(2), 193-200.
- Tinetti ME, Richman D, Powell L(1990). Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol*, 45(6), 239-243.
- Zettergren K, Franca J, Antunes M, et al(2011). The effects of Nintendo Wii Fit training on gait speed, balance, functional mobility and depression in one person with Parkinson's disease. *Med Health Sci J*, 9, 18-24.
- Zhai HH, Wang YL, Wang YZ, et al(2005). Validity and Sensitivity of MTD-balance Systems in the Assessment of Balance Function. *Shenzhen J Integrated Traditional Chinese and Western Med*, 2, 002.