

가상현실 게임기반 훈련프로그램을 이용한 체간조절훈련이 아급성기 뇌졸중 환자의 균형 및 상지기능에 미치는 영향

박삼호^{1*}, 김병수¹, 이명모²

¹대전대학교 일반대학원 물리치료학과 학생, ²대전대학교 물리치료학과 교수

The Effect of Trunk Control Training Using Virtual Reality Game-based Training Program on Balance and Upper Extremity Function of Subacute Stroke Patients

Sam-Ho Park^{1*}, Byeong-Soo Kim¹, Myung-Mo Lee²

¹Student, Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

²Professor, Dept. of Physical Therapy, College of Health & Medical Science, Daejeon University

요 약 본 연구는 가상현실 게임기반을 이용한 훈련이 아급성기 뇌졸중환자의 균형 및 상지기능에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 실시하였다. 아급성기 뇌졸중환자 30명을 가상현실 게임기반 훈련프로그램을 적용한 실험군(n=15)과 대조군(n=15)으로 무작위 배정하였다. 중재는 6주간 주 3회, 1회당 30분씩 적용하였다. 대상자의 기능 향상정도를 평가하기 위하여 중재 전·후 균형능력과 상지기능을 평가하였다. 연구결과 실험군에서 균형능력과 상지기능(FMUE), 체간 장애척도(TIS)에 유의한 향상이 있었으며(p<.05), 두 그룹 간 차이는 버그균형척도(BBS), 일어나 걷기(TUG), 체간 장애척도(TIS)에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 이러한 결과를 바탕으로 가상현실 게임기반 훈련 프로그램은 아급성기 뇌졸중환자에게 임상적으로 유의한 운동프로그램이라 할 수 있다.

주제어 : 가상현실, 뇌졸중, 상지기능, 균형, 게임, 재활

Abstract The purpose of this study was to investigate the effects of virtual reality game based training on balance and upper limb function in subacute stroke patients. Thirty patients with subacute stroke were randomly assigned to experimental groups(n=15) and control groups(n=15) applying virtual reality game-based training programs. Intervention is applied three times a week for 6 weeks, 30 minutes for 1 time. In the study group, there was a significant improvement in balance ability, upper extremity function, and trunk impairment scale(p<.05), and the difference between the two groups was significant in the BBS, TUG, TIS(p<.05). Based on these results, the virtual reality game based training program is clinically useful exercise program for subacute stroke patients.

Key Words : Virtual reality, Stroke, Upper extremity function, Balance, Game, Rehabilitation

*Corresponding Author : Sam-Ho Park(samho15@naver.com)

Received March 12, 2019

Revised April 18, 2019

Accepted May 20, 2019

Published May 28, 2019

1. 서론

뇌졸중은 혈관의 경색이나 출혈에 의한 신경학적인 장애를 보이는 뇌혈관 질환으로, 손상된 부위와 정도에 따라 차이가 있으나 일반적으로 감각손상과 근력약화를 보인다[1]. 뇌졸중 환자는 마비된 쪽보다는 건측만을 사용함으로써 인해 마비된 상하지의 근력 약화가 발생하며, 이로 인하여 비대칭적인 신체 균형과 체중이동, 경직 및 과 긴장증으로 인한 수의적인 움직임 결함 등이 나타난다[2]. 뇌졸중 환자들은 대부분 앉은 자세에서의 균형능력이 감소되어 있으며, 서거나 걷기 시 더 심한 기능적 제한과 균형능력의 저하가 나타날 수 있다[3]. 균형이란 지지면 내에서 무게중심을 유지하는 능력[4]으로 중추신경계, 운동, 감각 그리고 역학적인 측면에서 발생하는 복합적인 과정이다[5].

뇌졸중으로 인해 약화된 근력은 일상생활과 기능적인 활동에 대하여 제한을 초래하며[6], 근수축 능력과 타이밍, 강도를 조절하는 협응 능력의 저하로 인해 근 동원순서에 장애를 발생한다고 하였다[7]. 이로 인해 체간근육들의 작용으로 인한 체간조절은 균형능력 향상과 신체의 안정성, 운동성에 중요한 역할을 한다고 하였다[8].

선행 연구에 의하면 뇌졸중 환자의 운동 학습을 최대한 화할 수 있는 기존의 수동적이고 일반적인 중재보다 집중적이고 반복적인 훈련[9], 시각-운동 피드백[10], 과제-지향 훈련[11], 강제유도 운동[12] 등과 같은 중재들이 기능 증진에 효과적이라고 보고 하였다. 하지만 이와 같은 중재들은 전문가 중심으로 제공되는 프로그램이 대부분이며, 뇌졸중 환자의 동기부여를 충족시키기엔 부족한 실정이다.

이러한 한계점을 보완하기 위하여 최근 첨단 장비와 도구들이 활용하여, 가상현실 내에서 여러 과제나 활동을 수행하는 등의 새로운 중재방법들이 재활 치료 영역에서 도입되고 있다[13].

가상현실은 시각적, 청각적 피드백을 제공받고, 이로 인하여 효과적인 운동 조절을 할 수 있게 되며, 즐기면서 과제 수행을 할 수 있어 치료에 대한 흥미와 강한 동기부여를 가질 수 있다고 하였다[14]. 또한 다수의 선행연구에서 가상현실은 적합한 형태의 환경과 활동을 재현시켜 시지각기능, 인지기능, 일상생활활동 그리고 균형 및 보행 등 재활에 효과가 있다고 하였다[15].

하지만 선행연구에선 주로 만성 뇌졸중환자에게 하지기능 및 균형증진에 대한 연구가 이루어지고 있지만, 아급성기 뇌졸중환자에 대한 상지기능과 균형능력에 대한 연구가 미흡한 실정이다[16]. 따라서 본 연구는 뇌졸중환자의 재활

훈련에 있어 흥미 및 참여율을 높여 훈련의 효과성이 규명된 선행연구를 바탕으로 가상현실 게임기반 훈련프로그램을 이용한 체간조절훈련이 아급성기 뇌졸중 환자의 균형능력에 미치는 영향에 대해 규명하고 훈련 프로그램의 유용성을 판단하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

본 연구는 대전시 D재활병원에 입원하여 재활치료를 받고 있는 뇌졸중환자 중 30명을 대상으로 하였으며, 실험에 참여하는 선정기준은 뇌졸중이 발병한지 6개월 미만인 자, 한국판 간이 정신상태 검사(MMSE-K)에서 21점 이상인 자, 10m 이상 보조도구 없이 독립보행이 가능한 자, 체간 장애척도(TIS)에서 중등도(7~11) 혹은 경도(12~16)수준인 자, 버그균형척도(BBS)에서 20점 이상인 자로 하였다. 모집대상자 제외기준은 의사소통에 문제가 있는 자, 구축이 심하여 어깨 관절범위에 제한이 있는 자, 연구 중재에 70% 미만으로 참여한 자로 하였다. 모든 대상자는 연구의 내용을 이해하고 자발적으로 참여한 자를 대상으로 하였다.

2.2 연구절차

본 연구는 사전-사후 검사 연구 설계로 선정기준에 적합한 대상자를 모집하여 중재 프로그램을 적용하였다. 연구 대상자는 자신이 속한 그룹을 알지 못하도록 제비뽑기를 하여 실험군과 대조군 나누었으며, 대상자가 본인인 어떤 그룹에 속해 있는지 정보를 제공하지 않는 눈가림(Blind)방법을 사용하였다. 모든 평가는 동일한 측정 도구로 사전-사후 검사를 진행하였으며, 숙련된 5년차 물리치료사에 의해 진행되었다. 두 그룹 모두 일반적인 재활치료를 실시하였으며, 이에 더하여 실험군에게는 가상현실 게임기반 훈련프로그램을 6주간 주 3회, 1회당 30분씩 추가적으로 실시하였다. 그리고 마지막 중재가 끝난 후 3일 뒤에 사후검사를 진행하였다. 본 연구는 대전대학교 기관생명윤리심의의 승인을 취득한 후 진행하였다.

2.3 실험방법

2.3.1 가상현실 게임기반 훈련프로그램

가상현실 게임 기반 훈련프로그램은 'Nintendo Wii Sports Resort'(Nintendo, Japan)를 이용하여 카누게임을 하였다. 프로그램은 대상자가 의자에 앉은 자세에서 시행하였으며, 이 프로그램은 대상자의 캐릭터를 가상으로 생성하여

대상자가 길을 따라서 이동할 때 장애물을 피하는 게임으로 장애물이 다가올 때 대상자의 체간 무게중심을 파악하여 대상자의 캐릭터가 장애물을 피하도록 한다. 또한 대상자가 손에 있는 기기를 활용하여 노를 젓는 행동을 시행하면 기기가 노 역할을 하여 게임 속 캐릭터가 노를 따라서 방향을 전환하거나 속도를 제어할 수 있도록 설정되어 있다. 대상자의 게임 중 안전성을 확보하기 위하여 대상자에게 벨트를 착용하게 하였으며, 낙상 시 부상을 줄이기 위하여 주변에 안전 패드를 깔아 프로그램을 진행하였다.

가상현실 게임기반 훈련 프로그램은 시간별로 시행하게 하였다. 처음 5분간 연습모드를 실시하여 게임을 파악하거나 익숙해지도록 유도하였다. 그 다음 15분간 대상자 본인의 게임 기록을 단축시키도록 하게 하였으며, 마지막 10분간 치료사, 혹은 다른 실험군 대상자와 게임을 실시하게 하여 게임에 대한 흥미 및 성취감을 고취시켜 훈련참여를 자발적으로 참여할 수 있도록 유도하였다. 가상현실 게임 기반 훈련 프로그램은 Fig. 1과 같다.



Fig. 1. Virtual reality game based training program

2.3.2 일반적인 재활치료 프로그램

본 연구에 참여하는 모든 참가자에게 재활치료 프로그램으로 신경계 운동치료 및 전기치료를 제공하였으며, 총 6주간 주 5회, 1회당 45분씩 제공하였다. 모든 치료는 재활치료 프로그램을 시행한 경험이 있는 5년 경력의 물리치료사가 시행하였다.

2.4 측정도구

2.4.1 균형능력(balance ability)

1) 버그균형척도(Berg Balance Scale, BBS)

동적 균형능력을 평가하기 위한 버그균형척도(BBS)는 크게 앉기, 서기, 자세변화의 3개영역으로 이루어져 있으며,

총 14개의 항목으로 구성되어있다. 각 항목마다 0~4점까지 적용하여 총56점으로 구성되어 있으며, 총 41~56점은 적은 낙상의 위험, 21~40점은 중간 정도의 낙상위험, 0~20점은 높은 낙상의 위험을 나타낸다. 이 검사는 측정자내 신뢰도 0.98, 측정자간 신뢰도 0.97이다[17].

2) 수정된 기능적 팔 뻗기(Modified Functional Reach Test, m-FRT)

수정된 기능적 팔 뻗기(m-FRT)는 앉은 자세에서 균형을 유지한 다음 최대한으로 뻗은 팔의 거리를 측정하는 검사로 측정자간 신뢰도(ICC=0.96)으로 높은 신뢰도를 가지고 있는 평가도구이다. 본 연구에서는 각 3번 측정 후 그 평균값을 사용하였다[18].

3) 일어나 걷기(Timed Up and Go, TUG)

기능적 운동능력을 검사 하기 위한 일어나 걷기검사(TUG)는 대상자가 의자에 앉은 자세에서 측정자의 출발번호와 함께 일어서서 3M 앞에 있는 목표점을 돌아 의자에 다시 되돌아 앉으며 측정자는 이 과정의 시간을 측정하는 것으로 7~10초는 정상범위에 속하며, 30초 이상이면 낙상의 위험으로 판단한다. 이 검사는 측정자내 신뢰도(r=0.99), 측정자간 신뢰도(r=0.98)가 높은 검사 방법이며[19], 본 연구에서는 3회 실시하여 평균값을 기록하였다.

2.4.2 푸글-메이어 상지 평가(Fugl-Meyer assessment of Upper Extremity, FMUE)

상지의 기능을 평가하기 위한 푸글-메이어 상지 평가(FMUE)는 뇌졸중 환자의 운동기능, 균형, 감각, 관절가동범위, 통증을 측정하는 도구로 평가항목은 수행정도에 따라 0~2점으로 구성되어 있으며, 상지 평가항목은 어깨, 팔꿈치, 아래팔 18개, 손목 5개, 손 7개, 상지 협응력 3개 항목으로 구성되어 있다. 상지 기능점수는 최대 66점, 하지는 34점이며 총점 100점으로 구성되어있다[20]. 이 검사의 상지 항목에 대한 검사자간 신뢰도는 r=.93, 검사자 내 신뢰도는 r=.83으로 높은 신뢰도를 가지고 있다[21]. 본 연구에서는 상지운동 기능을 평가하는 33문항만 사용하였다.

2.4.3 체간 장애척도(Trunk Impairment Scale, TIS)

체간 조절능력을 평가하기 위하여 체간 장애 척도(TIS)는 앉은 자세에서 정적 및 동적 균형능력 및 체간 능력의 상호작용을 측정하는 도구로써 정적 균형능력 항목 3개, 동적 균형능력 항목 10개, 체간 협응 능력 항목 4개, 총 17가지의 항목으로 구성되어 있다. 최소점수 0점에서 최고점수

23점으로 점수가 높을수록 체간 조절능력이 높다고 판단한다. 이 검사는 검사자간 신뢰도($r=.87$), 검사자내 신뢰도($r=.85$)로 높은 신뢰도와 내적타당도를 가지고 있다[22].

2.5 분석방법

수집된 데이터는 SPSS Win ver. 25.0을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계하여 평균과 표준편차 값을 제시하였으며, Shapiro-wilk test를 통하여 정규성 검정을 실시하였다. 대상자의 일반적 특성 및 사전측정 값의 동질성 검정은 χ^2 검정과 t-검정을 실시하여 분석

하였다. 각 그룹 간 중재효과에 대한 전·후 차이는 독립표본 t-검정이 사용되고, 각 그룹 내 중재효과에 대한 전·후 차이는 대응표본 t-검정을 사용하여 분석하였다. 통계학적 유의 수준은 $p<.05$ 로 하였다.

3. 결과

3.1 연구대상자의 일반적 특성

대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같으며, 두 그룹 간 일반적 특성은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p<.05$).

Table 1. General characteristics of participants

| Variables | Experimental (n=15) | Control (n=15) | $\chi^2(p)$ |
|---|---------------------|----------------|--------------|
| Age (yrs) | 62.8±6.14 | 62.73±6.98 | .028(.978) |
| Height (cm) | 163.27±6.06 | 162.8±8.25 | .176(.861) |
| Weight (kg) | 61.87±7.48 | 61.2±7.78 | .239(.813) |
| BMI (kg/m ²) ¹⁾ | 23.14±1.63 | 23.05±2.04 | .123(.903) |
| Affected side (Lt / Rt) | 9 / 6 | 10 / 5 | .114(.705) |
| Onset time (Month) | 4.23±0.876 | 4.15±0.845 | 18.000(.649) |
| Stroke type ²⁾ (H / I) ³⁾ | 6 / 9 | 8 / 7 | .536(.715) |

mean ± SD, * $p<0.05$

¹⁾BMI: Body Mass Index., ²⁾H: Hemorrhage, ³⁾I: Infarction

3.2 중재 전·후 균형능력의 비교

중재 전·후 균형능력은 Table 2와 같으며, 두 그룹 모두 버그균형척도(BBS), 수정된 기능적 팔 뻗기(m-FRT), 일어나 걷기(TUG)가 중재 전·후 통계학적으로 유의한 차이를

보였으며($p<.05$), 버그균형척도(BBS), 일어나 걷기(TUG)에 선 두 그룹 간 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

Table 2. Comparison of Balance ability Before and After Arbitration

| Variables | | Experimental (n=15) | Control (n=15) | t(p) |
|--------------------------------|----------|---------------------|----------------|--------------|
| BBS ¹⁾ (scores) | Pre | 38.87±4.72 | 36.33±5.25 | 1.607(.13) |
| | Post | 44.2±3.3 | 39.4±4.4 | |
| | Pre-Post | 5.33±3.2 | 3.1±2.12 | 2.262(.040)* |
| | t(p) | -6.456(.000)* | -5.602(.000)* | |
| m-FRT ²⁾ (cm) | Pre | 21.5±4.28 | 20.03±4.34 | 1.93(.074) |
| | Post | 26.65±4.36 | 24.14±4.53 | |
| | Pre-Post | 5.14±1.66 | 4.1±1.82 | 1.859(.084) |
| | t(p) | -12.03(.000)* | -8.716(.000)* | |
| TUG ³⁾ (seconds) | Pre | 17.2±3.49 | 18.4±2.87 | -1.189(.254) |
| | Post | 13.53±1.48 | 16.39±2.58 | |
| | Pre-Post | 3.52±1.97 | 2.01±1.84 | 2.742(.016)* |
| | t(p) | 6.909(.000)* | 4.248(.001)* | |

mean ± SD; * $p<0.05$

¹⁾BBS: Berg Balance Scale, ²⁾m-FRT: modified Functional Reach Test, ³⁾TUG: Timed Up and Go test.

3.3 중재 전·후 의 푸글-메이어 상지 평가(FMUE) 비교
 푸글-메이어 상지 평가(FMUE)은 Table 3과 같으며, 두 그룹 모두 중재 전·후 유의한 차이가 있었으며(p<.05), 그룹 간 차이에서는 유의한 차이가 없었다(p<.05).

3.4 중재 전·후 체간 장애척도(TIS)의 비교
 체간 장애척도(TIS)는 Table 3과 같으며, 두 그룹 모두 중재 전·후 유의한 차이가 있었으며(p<.05), 그룹 간 차이에서 두 그룹 간 유의한 차이가 있었다(p<.05).

Table 3. Comparison of fugl-meyer assessment of upper extremity before and after intervention and trunk Impairment scale

| Variables | | Experimental (n=15) | Control (n=15) | t(p) |
|--------------------------------|----------|---------------------|----------------|--------------|
| FMUE ¹⁾ (scores) | Pre | 26.93±4.17 | 25.33±5.01 | 1.079(.299) |
| | Post | 30.47±3.98 | 27.53±4.93 | |
| | Pre-Post | 3.53±1.88 | 2.2±1.15 | 2.092(.055) |
| | t(p) | -7.261(.000)* | -7.432(.000)* | |
| TIS ²⁾ (scores) | Pre | 12.93±1.62 | 13.13±1.36 | - .332(.745) |
| | Post | 16±1.46 | 14.87±1.77 | |
| | Pre-Post | 3.07±1.67 | 1.73±1.22 | 2.32(.036)* |
| | t(p) | -7.122(.000)* | -5.49(.000)* | |

mean ± SD, *p<0.05

1)FMUE: Fugl-Mayer assessment of Upper Extremity, 2)TIS: Trunk Impairment Scale.

4. 고찰

본 연구는 아급성기 뇌졸중환자 30명을 대상으로 가상 현실기반 게임 훈련을 이용한 아급성 뇌졸중환자의 체간조절 훈련이 균형 및 상지기능에 미치는 효과를 규명하기 위하여 진행된 대조 실험연구이며, 가상현실 기반 게임훈련프로그램의 효과를 검증하기 위하여 균형능력과 상지기능을 측정하였다. 균형능력은 버그균형척도(BBS), 일어나 앉기검사(TUG), 수정된 기능적 팔 뻗기검사(m-FRT)로 평가하였으며, 상지기능과 체간조절 능력은 푸글-메이어 상지 평가(FMUE)와 체간장애척도(TIS)로 평가하였다.

본 연구에서 버그균형척도(BBS)를 측정한 결과 실험군은 평가 전 33.87점에서 중재 후44.2로 유의하게 증가하였다(p<.05, 효과크기 d=-1.31). 이는 12명의 뇌졸중 환자를 대상으로 3주간 Wii 균형게임과 같은 가상현실 프로그램을 적용하여 버그균형척도(BBS)의 유의한 향상을 보고한 Yang 등(2015)의 연구와 일치하였으며 (p<.05, 효과크기 d=-2.37)[23], 또한 뇌졸중 환자를 대상으로 Wii Fit 균형운동을 적용하여 실시한 결과 버그균형척도(BBS)의 유의한 향상을 보고한 Yatar 등(2015)의 연구와도 일치하였다(p<.05, 효과크기d=-.99)[24]. 또한 앉은 자세에서 균형능력을 평가하기 위하여 수정된 기능적 팔 뻗기(m-FRT)를 사용하여 측정한 실험군에서 전 21.5cm에서 운동 후 26.65cm로 유의한 향상을 보였다(p<.05, 효과크기 d=-1.19). 이는 만성뇌졸중 환자 30명을 대상으로 가상현실 반사요법을 실시한 결과 수정된 기능적 팔뻗기 검사

(m-FRT)에서 유의한 향상이 있다고 보고 한 In 등(2016)의 연구와 일치하였으며(p<.05, 효과크기 d=-.11), Yatar 등(2015)의 연구에서 또한 마찬가지로 일치하였다(p<.05, 효과크기 d=-.75)[24]. 동적균형을 평가하기 위하여 일어나 앉기(TUG)를 사용하여 측정하였는데 실험군에서 훈련 전 17.2초에서 훈련 후 13.68초로 유의하게 감소하였다(p<.05, 효과크기 d=1.37). 이는 중추신경계 손상환자들을 대상으로 비디오 게임을 기반으로 한 운동을 적용한 후 일어나 앉기검사(TUG)를 측정하여 측정시간의 유의한 감소를 보인 Betker 등(2007)의 연구와 일치하였으며 (p<.05)[25], 또한 만성 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 Wii fit균형게임을 실시하여 일어나 걷기검사(TUG) 결과 값의 유의한 감소의 결과를 보고한 sim과 Jeon.(2016)의 연구와도 일치한다(p<.05, 효과크기 d=-.95)[26]. 뇌졸중 환자에게 화면을 통한 가상적 현실에서 실시간 시각적 피드백을 받음과 동시에 목적이 있는 수행을 반복적으로 수행함으로써 운동기능이 향상된다는 Saposnik 등(2010)의 연구결과가 본 연구에도 나타났다고 사료되며[27], 가상적 현실의 과제수행으로 인한 신속하고 정확한 시각적, 청각적인 피드백을 통한 능동적인 움직임을 발생시켜 주어 환자의 기능향상에 증진을 불러일으켰다 생각한다.

Yang 등(2015)은 뇌졸중 환자를 대상으로 Wii 균형 게임 프로그램을 실시한 결과 푸글 메이어-상지 기능평가(FMUE)에서 유의한 향상이 있었다고 하였으며(p<.05, 효과크기 d=-.76)[22], Lee와 Chun(2014)은 아급성 뇌졸중 환자 59명을 대상으로 3주간 가상현실을 이용한 게임프로

그램을 실시한 결과 푸글-메이어 상지 기능평가에서 유의한 향상이 있었다고 하였다($p < .05$, 효과크기 $d = -.31$)[16]. 본 연구에서 상지기능을 평가하기 위하여 푸글-메이어 상지 기능평가(FMUE)를 사용하였다. 실험군에서 훈련 전 26.93점에서 훈련 후 30.47점으로 유의한 향상을 보였으며 ($p < .05$, 효과크기 $d = -.87$), 대조군에서도 25.33점에서 27.53점으로 유의한 향상을 보였다($p < .05$, 효과크기 $d = -.44$). 비록 두 그룹 간 차이는 없었으나 실험군에서 더 큰 효과크기를 나타냈다.

Ikai 등(2003)은 뇌졸중 환자에서 체간근육의 불균형은 비대칭적인 자세와 대칭적 자세유지에 필요한 평형반응, 정위반응이 감소하여, 자세조절에 심각한 장애가 온다고 하였다[28]. 또한 이러한 체간근육의 불균형은 상하지 운동장애를 발생함과 동시에 더 나아가 보행과 균형의 조절 장애를 일으킨다[2]. You 등(2005)는 만성기 뇌졸중 환자 10명을 대상으로 가상현실 기반 게임프로그램을 이용하여 실시한 결과 체간의 안정화는 균형능력과 밀접한 관련이 있다고 하였으며($p < .05$)[29], Lehman 등(2005)의 연구에서 체간조절은 상·하지 관절가동범위, 근력의 향상과 밀접한 관련이 있다고 하였다($p < .05$)[30]. Yu와 Park(2013)은 20명의 뇌졸중 환자를 대상으로 심부 안정화 운동을 실시한 결과 체간 장애척도(TIS)에서 유의한 향상이 있었다고 하였다($p < .05$, 효과크기 $d = 1.77$)[31]. 본 연구에서도 실험군에서 12.93점에서 16점으로 유의한 향상을 보였다($p < .05$ 효과크기 $d = 1.99$). 이는 스포츠 게임 특성상 경기에서 승리하기 위한 훈련이 집중적이고 반복적으로 이루어지게 되어 좀 더 효율적인 운동학습을 제공하였고[32], 이로 인한 체간 조절 능력이 향상됨으로써 일상생활 복귀에 중요한 상·하지에 영향을 미쳤다고 생각한다. 또한 선행연구에 비하여 유의한 효과크기를 보였는데, 이는 실제 환경과 비슷한 가상현실 프로그램이 기존의 치료 방법과 다르게 환자들의 흥미를 유발시킴으로써 집중력과 몰입도가 높아 유의한 차이가 있었다고 생각한다.

본 연구에서 버그균형척도(BBS), 일어나 앉기검사(TUG), 수정된 팔 뻗기검사(m-FRT), 푸글-메이어 상지 기능평가(FMUE), 체간 장애척도(TIS)의 모든 항목에서 통계적으로 유의한 효과를 나타냄으로써 가상현실기반 훈련프로그램이 균형능력과 상지기능의 향상에 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 본 연구는 아급성기 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 실시하여 모든 뇌졸중 환자에게 일반화 할 수 없으며, 급성 및 만성 뇌졸중 환자의 효과성을 검증하는데

부족함이 있다. 또한 Wii Fit이라는 프로그램만 사용하여 모든 가상 훈련기반 프로그램을 대표할 수 없다는 것이 본 연구의 한계점으로 생각한다. 추후 이러한 한계점을 보완하여 연구를 진행한다면 훈련의 객관성을 입증되어 기존의 훈련프로그램보다 효과적인 프로그램으로써 임상에서 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

5. 결론

본 연구는 가상현실기반 훈련프로그램이 아급성기 뇌졸중환자의 균형 및 상지기능에 미치는 영향에 대해 알아보고자 진행하였으며, 그 결과로 가상현실 기반 게임훈련 프로그램을 실시한 실험군에서 중재전후의 균형능력 및 상지기능의 모든 항목에서 효과적인 것으로 나타났다. 연구 결과에 따라 가상현실을 통한 재미를 느낄 수 있는 가상현실 기반 게임훈련 프로그램은 아급성기 뇌졸중환자에게 임상적으로 유의한 운동프로그램이라고 할 수 있다.

REFERENCES

- [1] S. B. O'Sullivan, & T. J. Schmitz. (1994). *Physical rehabilitation: assessment and treatment*: FA Davis.a
- [2] F. M. Campbell, A. M. Ashburn, R. M. Pickering & M. Burnett. (2001). Head and pelvic movements during a dynamic reaching task in sitting: implications for physical therapists. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(12), 1655-1660.
- [3] C. M. Dean, E. F. Channon & J. M. Hall. (2007). Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(2), 97-102.
- [4] A. Shumway-Cook, & M. H. Woollacott. (2007). *Motor control: translating research into clinical practice*. Lippincott Williams & Wilkins.
- [5] L. Wolfson, R. Whipple, C. A. Derby, P. Amerman & L. Nashner. (1994). Gender differences in the balance of healthy elderly as demonstrated by dynamic posturography. *Journal of Gerontology*, 49(4), M160-M167.
- [6] L. Ada., S. Dorsch & C. G. Canning. (2006). Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, 52(4), 241-248.
- [7] C. J. Newsam & L. L. Baker. (2004). Effect of an electric

- stimulation facilitation program on quadriceps motor unit recruitment after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(12), 2040–2045.
- [8] W. J. Hwang, M. K. Cho & Y. Chung. (2015). Relationship between anticipatory postural adjustment of the trunk, dual tasks and physical performance with chronic stroke survivors: a pilot test. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 4(1), 44–48.
- [9] B. French, L. H. Thomas, J. Coupe, N. E. McMahon, L. Connell, J. Harrison & C. L. Watkins. (2016). Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane database of systematic reviews*, (11).
- [10] B. M. Quaney, J. He, G. Timberlake, K. Dodd & C. Carr. (2010). Visuomotor training improves stroke-related ipsilesional upper extremity impairments. *Neurorehabilitation and neural repair*, 24(1), 52–61.
- [11] S. M. Michaelsen, R. Dannenbaum & M. F. Levin. (2006). Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke: randomized control trial. *Stroke*, 37(1), 186–192.
- [12] S. J. Page, P. Levine & A. C. Leonard. (2005). Modified constraint-induced therapy in acute stroke: a randomized controlled pilot study. *Neurorehabilitation and neural repair*, 19(1), 27–32.
- [13] J. E. Deutsch, A. S. Merians, S. Adamovich, H. Poizner & G. C. Burdea. (2004). Development and application of virtual reality technology to improve hand use and gait of individuals post-stroke. *Restorative neurology and neuroscience*, 22(3–5), 371–386.
- [14] R. B. Rosenberg-Kima & A. Sadeh. (2010). Attention, response inhibition, and face-information processing in children: The role of task characteristics, age, and gender. *Child Neuropsychology*, 16(4), 388–404.
- [15] G. C. Burdea. (2003). Virtual rehabilitation-benefits and challenges. *Methods of information in medicine*, 42(05), 519–523.
- [16] S. J. Lee & M. H. Chun. (2014). Combination transcranial direct current stimulation and virtual reality therapy for upper extremity training in patients with subacute stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(3), 431–438.
- [17] S. Downs, J. Marquez & P. Chiarelli. (2013). The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *Journal of physiotherapy*, 59(2), 93–99.
- [18] M. Katz-Leurer, I. Fisher, M. Neeb, I. Schwartz & E. Carmeli. (2009). Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disability and rehabilitation*, 31(3), 243–248.
- [19] D. Podsiadlo & S. Richardson. (1991). The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*, 39(2), 142–148.
- [20] A. R. Fugl-Meyer, L. Jääskö, I. Leyman, S. Olsson & S. Steglind. (1975). The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 7(1), 13–31.
- [21] H. Kim, J. Her, J. Ko, D. S. Park, J. H. Woo, Y. You & Y. Choi. (2012). Reliability, concurrent validity, and responsiveness of the Fugl-Meyer Assessment (FMA) for hemiplegic patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(9), 893–899.
- [22] G. Verheyden, A. Nieuwboer, A. Van de Winckel & W. De Weerd. (2007). Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. *Clinical rehabilitation*, 21(5), 387–394.
- [23] Y. R. Yang, Y. H. Chen, H. C. Chang, R. C. Chan, S. H. Wei & R. Y. Wang. (2015). Effects of interactive visual feedback training on post-stroke pusher syndrome: a pilot randomized controlled study. *Clinical rehabilitation*, 29(10), 987–993.
- [24] G. I. Yatar & S. A. Yildirim. (2015). Wii Fit balance training or progressive balance training in patients with chronic stroke: a randomised controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(4), 1145–1151.
- [25] A. L. Betker, A. Desai, C. Nett., N. Kapadia & T. Szturm. (2007). Game-based exercises for dynamic short-sitting balance rehabilitation of people with chronic spinal cord and traumatic brain injuries. *Physical therapy*, 87(10), 1389–1398.
- [26] G. S. Sim. & H. S. Jeon. (2017). Comparison of the Effects of Wii Balance Games and Mirror Self-Balancing Exercises on Knee Joint Proprioception and Balance in Chronic Stroke Patients. *Physical Therapy Korea*, 24(1), 30–40.
- [27] G. Saposnik, R. Teasell, M. Mamdani, J. Hall, W. McIlroy, D. Cheung & M. Bayley. (2010). Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke*, 41(7), 1477–1484.

- [28] T. Ikai, T. Kamikubo, I. Takehara, M. Nishi & S. Miyano. (2003). Dynamic postural control in patients with hemiparesis. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 82(6), 463-469.
- [29] S. H. You, S. H. Jang, Y. H. Kim, M. Hallett, S. H. Ahn, Y. H. Kwon & M. Y. Lee. (2005). Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke*, 36(6), 1166-1171.
- [30] G. J. Lehman, T. Gordon, J. Langley, P. Pemrose & S. Tregaskis. (2005). Replacing a Swiss ball for an exercise bench causes variable changes in trunk muscle activity during upper limb strength exercises. *Dynamic Medicine*, 4(1), 6.
- [31] S. H. Yu & S. D. Park. (2013). The effects of core stability strength exercise on muscle activity and trunk impairment scale in stroke patients. *Journal of exercise rehabilitation*, 9(3), 362.
- [32] G. B. Song & E. C. Park. (2016). Comparison of the Effects of Task-oriented training and Virtual reality training on upper extremity function, balance ability, and depression in stroke patients. *Journal Korean Society of Physical Medicine*, 11(1), 115-125.

박 삼 호(Park, Sam Ho) [정회원]



- 2016년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학사)
- 2019년 2월 : 대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과(이학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 일반대학원 물리치료학과 박사과정

- 관심분야 : 정형도수물리치료, 심호흡계 재활, 물리치료
- E-Mail : samho15@naver.com

김 병 수(Kim, Byeong Soo) [정회원]



- 2019년 2월 : 대전대학교 물리치료학과 (이학사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 일반대학원 물리치료학과 석사과정
- 관심분야 : 신경계물리치료, 심호흡계 재활, 물리치료
- E-Mail : qodtn4884@naver.com

이 명 모(Lee, Myung Mo) [정회원]



- 2006년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학사)
- 2010년 8월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2015년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사)

- 2016년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 신경계물리치료, 심호흡계 재활, 물리치료
- E-Mail : mmlee@dju.kr