

경두개 직류전류자극과 가상현실재활프로그램을 적용한 뇌졸중환자의 균형과 낙상관련 체력 및 낙상효능감에 미치는 영향

안태규¹ · 권혁철^{2*} · 이선민² · 김 환²

¹마산대학교 작업치료과 교수 ^{2*}대구대학교 작업치료학과 교수

The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Balance, Fall Efficacy, and Fall-Related Fitness in Stroke Patient's through a Virtual Reality Rehabilitation Program

An Taegy, OT, MS¹ · Kwon Hyukchul, OT, Ph.D^{2*} · Lee Sunmin, OT, Ph.D² · Kim Hwan, OT, Ph.D²

¹Dept. of Occupational Therapy, Masan University, Professor

^{2*}Dept. of Occupational Therapy, Daegu University, Professor

Abstract

Purpose : This study assessed the effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on balance, fall efficacy, and fall-related fitness in stroke patients, using a cohort of 30 stroke patients divided into two groups.

Methods : The experimental group (was given transcranial direct current stimulation in a virtual reality program) and the control group was given false tDCS in virtual reality. there were 15 patients in each group, receiving appropriate treatment over 30 sessions (30 minutes per session per week over a six-week period). In order to assess the change in balance before and after the intervention, the Berg Balance scale was utilized. Fall efficacy was evaluated using the Korean Falls Efficacy Scale for the Elderly (FES-K), The following exercises were performed by patients to assess fall-related fitness : sitting down in a chair and standing up : walking a 244 cm round= trip, and standing on one foot.

Results : After the intervention, the experimental group exhibited significantly increased fall efficacy and fall-related fitness, while the control group exhibited no change. These findings suggest that tDCS has positive effects on balance, fall efficacy, and fall-related fitness in stroke patients.

Conclusion : Using tDCS as an intervention would bring positive effects on balance, fall efficacy, and fall-related fitness in stroke patients undergoing rehabilitation.

Key Words : balance, fall efficacy, fall-related fitness, stroke, transcranial direct current stimulation

*교신저자 : 권혁철, hckwon@daegu.ac.kr

I. 서론

뇌졸중 환자의 경우 손상부위와 정도에 따라 여러 가지 장애를 경험하게 되며 특히 움직임과 관련하여 완전한 회복은 어렵다(Kolominsky-Rabas 등, 2001). 이러한 뇌졸중 환자의 움직임의 회복 및 장애를 최소화하기 위한 여러 가지 다양한 재활 치료법이 제공되고 있다(Johansson, 2011).

균형능력은 뇌졸중 환자의 움직임의 회복 및 독립적인 삶을 살기 위한 신체적으로 중요한 요소 중의 하나이다(Engberg 등, 2008). 균형 감각의 소실은 하지 근력과 협응력의 약화, 경직, 신경학적 소실 또는 노화로 인해 발생하며, 편마비 뇌졸중 환자가 경험하는 공통적인 특성 중의 하나이며(Geurts 등, 2005), 이러한 균형감각의 소실은 낙상과 밀접한 관련이 있고, 궁극적으로 일상생활활동의 어려움을 경험하게 하며 골절, 외상성 뇌손상(TBI)와 같은 심각한 결과를 초래한다(Pang & Eng, 2008).

낙상이란 의도하지 않은 자세의 변화로 인해 바닥에 주저 앉거나 넘어지는 것을 의미하며(Fuller, 2000), 골·관절질환 중 낙상에 의한 상해가 매우 높다(Byun, 2018). 낙상을 경험한 이후 신체적인 손상이 없을지라도 다시 낙상을 경험하게 된다는 두려움은 낙상률을 더욱 더 높이고, 낙상효능감의 저하로 인한 신체 활동의 감소를 보이며, 이로 인해 낙상의 위험도를 더욱더 증가시키게 된다(Yoo, 2009). 낙상과 관련하여 신체적인 요소를 낙상관련 체력이라고 하며 하지 근지구력, 하지 평형성, 보행능력을 포함한다(Choi & Yoon, 2014). 또한, 심인적인 요소인 낙상효능감은 낙상의 재발에 중요한 요소 중의 하나이다. 뇌졸중 환자의 낙상은 생리적, 심리적, 환경적인 요인의 복합적인 요인이 작용함으로 뇌졸중 환자의 낙상예방 및 관리를 위해서는 신체적인 요소뿐만 아니라 심리적인 요소를 동시에 고려하고 효과를 보는 것이 필요하다.

경두개 직류전류 자극(transcranial direct current stimulation; tDCS)이란 영구적 이식이나 수술적 치료가 없이 뇌를 자극하는 비침습적인 방법으로써 뇌의 활성화를 조절하여 신경가소성의 변화를 이끌어내는 방법 중의

하나로 뇌기능장애환자나 신경계 손상환자의 뇌기능 활성화에 영향을 준다고 알려져 있다(An 등, 2017). 전극의 위치와 극성에 따라 효과의 차이를 보이며 일반적으로 양극은 뇌피질의 기능을 활성화에 도움을 주며, 음극은 자극의 흥분을 감소시키는 역할을 한다고 알려져 있다(Nitsche 등, 2003).

이러한 tDCS의 적용은 운동학습, 시지각, 일상생활활동, 인지기능 향상, 우울, 삶의 질, 상지의 운동 수행력 향상에 도움이 된다고 알려져 있다(An 등, 2017; Fregni 등, 2005; Kim 등, 2016). 또한, Tanaka 등(2009)의 연구에 의하면 양극의 tDCS을 뇌졸중 환자 일차운동피질에 제공하였을 때, 무릎 펴근의 증가를 보였으며, Sohn 등(2013)의 연구에서도 뇌졸중 환자에게 양극의 tDCS를 제공하였을 때 뇌졸중 환자의 자세 안정성 및 하지의 근력이 증가하였다고 보고하고 있다. 뇌졸중 환자의 경우 하지의 근력 증가를 통한 낙상과 관련한 요인에 긍정적인 변화를 이끌고 있으며. 또한, 파킨슨 환자의 경우에도 tDCS를 적용하여 균형과 낙상의 공포에 긍정적인 효과를 보였다(Hadoush 등, 2018).

또한, 가상현실재활프로그램은 흥미를 유발하여, 환경 및 과제수행의 난이도를 조절을 통해 환자가 능동운동으로 과제를 즐기면서 할 수 있고, 치료에 대해 동기와 흥미가 유발되며(Dault 등, 2003), 뇌졸중 환자에게 가상현실프로그램을 적용하였을 경우 상지기능의 증진으로 인한, 균형능력과 더불어 시지각 기능의 향상, 그리고 일상생활활동 수행능력의 독립성 증가로 인한, 삶의 질이 증가를 보였다(Lee, 2013; Song 등, 2011)는 연구가 보고되고 있으며, 가상현실프로그램을 통해 일상생활활동을 시뮬레이션(simulation)을 할 수 있어 환자들의 능동적인 참여로 인한 동기유발에 긍정적으로 적용할 수 있다(Shin 등, 2016).

낙상을 예방하기 위해서는 하지 근력 강화와 균형능력 증진을 위한 운동이 효과적이며 이는 낙상의 위험을 줄여줄 수 있으며 낙상예방을 위한 운동중재에 대한 국외의 문헌을 분석한 결과 하지 근력의 강화와 균형 능력의 개선이 노인의 낙상 위험을 줄이는 가장 타당하고 필요한 방법이라고 보고하였으며(Gu 등, 2005), 낙상예방과 신체적 건강 및 활동성을 증진시키기 위하여 기능적 체감형 게임을 이용한 운동프로그램들이 늘어나고 있으며 이를 이용한 다양한 연구가 진행되고 있다(You &

Lee, 2010).

이에 본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 경두개직류전류 자극과 가상현실프로그램을 병행 적용하여 가상현실프로그램의 효과와 더불어 경두개직류전류자극을 균형과 관련된 부위에 적용하여 균형의 변화, 신체적인 요소인 낙상관련 체력, 심인적인 요소인 낙상효능감에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 2018년 09월 03일부터 2018년 10월 19일까지 6주 동안 부산광역시 소재 M재활병원에서 자기공명영상촬영(magnetic resonance imaging; MRI)이나 전산화단층촬영(computed tomography; CT)에 의해 뇌졸중을 진단 받고 6개월 이상된 입원한 뇌졸중 환자 중 수정된 Ashworth 척도(Modified Ashworth Scale; MAS)가 2 미만인 자, 한국형 간이정신상태 판별검사(Korean Mini-Mental State Examination; MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자, 하지에 근골격계 질환이 없는 자, 머리에 금속물질을 삽입하지 않은 자, 무릎 신전이 도수근력검사의 F 이상 또는 환측으로 앉기, 서기의 균형유지가 가능한 자, 동의서에 서명할 수 있는 의지가 있는 자로 이 연구의 취지를 이해하고 참여하겠다고 서면으로 동의한 환자를 대상으로 임의표본 추출하였다.

대상자 선정 기준을 고려하여 총 30명의 연구 대상자를 선별한 후 tDCS와 가상현실프로그램을 실시한 실험군 15명과 허위로 tDCS와 가상현실프로그램을 실시하는 대조군 15명으로 임의표본 추출하여 나누었으며, 두 군 모두 가상현실프로그램으로 Wii-fit 보드 밸런스 시스템 중 밸런스 게임의 팽귄 시소와 헤딩 프로그램을 이용하여 실험군에서는 tDCS와 가상현실프로그램을, 대조군에서는 허위 tDCS와 가상현실프로그램을 환자의 난이도와 흥미를 이용하여 tDCS와 가상현실프로그램을 30분 동안 동시에 적용하였다. tDCS는 적용은 두 군 모두 6주간 주 5회 30분 동안 적용하였으며, 대조군에서는 tDCS 적용 후 10초 후에 자극을 중단하였다. 가상현실프로그램은

각 회당 팽귄 시소 15분, 헤딩 15분으로 6주간 주 5회 30분 동안 실시하였다. 또한 두 군 모두 병원에서 시행하는 작업치료 및 물리치료를 각 30분씩 매일 실시하였다.

두 집단에 대한 각각의 치료 중재를 실시하기 전 균형, 낙상효능감 척도, 낙상관련 체력을 평가하여 동질성 확인 후 치료 중재를 실시하였다. 측정은 중재 전(pre), 중재가 끝나는 6주 뒤에 하였다. 또한, 연구의 일관성을 유지하기 위해 초기 평가와 재평가는 1인의 연구자가 시행하였으며, 연구프로그램에 참여한 작업치료사는 평가를 시행하지 않았다.

2. 실험 도구 및 측정방법

1) 경두개 직류전류 자극

염수를 흡수하는 스펀지 전극(4×6 cm)을 두피에 부착하여 전류가 흐르도록 하였고, 밴드를 이용하여 고정하였다. 전류의 발생은 건전지를 이용하여 직류를 발생시키는 경두개 직류전류 자극기(DC-STIMULATOR, neuroConn, Germany)로 FDA 인증을 받고 상품화된 제품을 이용하였다. International 10-20 system에 의거하여 양극은 leg primary motor cortex에 부착하였고, 음극은 supraorbital area에 스트랩을 감아서 자극 부위에 고정되도록 하였다(Sohn 등, 2013). 실험군에서 자극 변수인 강도와 기간은 Sohn 등(2013)의 연구에서 입증된 안정성에 의거하여 2 mA로 적용하였으며, 6주간 주 5회 30분 동안 적용하였다. 한편 허위-대조군에서의 전극의 위치는 실험군과 동일하였고, 적용 후 10초 후에 자극을 중단하였으나, 대상자들 모두는 30분이 경과하기까지 자극 상태를 알지 못하도록 하였다.

2) 가상현실재활프로그램

본 연구에서 가상현실재활프로그램 중재를 위한 도구로 Wii-fit 보드 밸런스 시스템을 적용하였다. 이는 균형판이 환자의 동작을 인식하여 게임을 진행하는 방법이다. 이는 균형판에서 체중을 이동하거나 유지할 때, TV 스크린에 시각적 피드백을 제공한다. Wii-fit의 프로그램은 근력운동, 유산소 운동, 밸런스게임, योग으로 구성되어 있으며, 이 연구에서 사용된 가상현실프로그램은 Hong(2010)

의 연구를 바탕으로 밸런스 게임 중 펭귄 시소와 헤딩 프로그램을 이용하여 환자의 난이도와 흥미를 이용하여 적용하였다. 훈련은 각 회당 펭귄 시소 15분, 헤딩 15분으로 6주간 주 5회 30분 동안 실시하였다.

(1) 펭귄 시소

사용자가 체중을 좌·우로 이동하면 가상공간 내 펭귄이 미끄러져 이동하여 양쪽에서 뛰어 오르는 물고기를 잡는 게임으로 체중이동, 체중지지와 순발력이 요구된다.

(2) 헤딩

몸을 좌·우로 움직여서 연속해서 날아오는 축구공에 헤딩하는 게임으로 무작위로 날아오는 공의 방향과 속도를 인식하여 가상공간 내 자신의 위치를 파악할 수 있다. 또한 단계별로 난이도를 조절 가능하도록 구현되어 있다. 펭귄시소와 마찬가지로 체중이동, 체중지지와 순발력이 요구된다.

3) 버그 균형 척도(Berg Balance Scale; BBS)

BBS는 이동이나 선 자세에서의 균형능력을 평가하는 것으로 앉은 자세에서 일어나기(sit to standing), 잡지 않고 서 있기(standing without support), 의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기(sitting without support), 선 자세에서 앉기(stand to sit) 등의 14개의 항목으로 구성되어 있으며 각 항목마다 5점 척도로 구성되어 총 56점이 만점이다. 총점이 41점 이상은 낙상 위험이 작으며, 21~40점은 중간정도의 낙상 위험, 20점 이하는 낙상 위험이 높다고 알려져 있으며 또한 검사자내 신뢰도 r=.99와 검사자간 신뢰도 r=.98로 높은 신뢰도와 타당도를 가진 도구이다(Berg 등, 1992).

4) 낙상관련 체력(Fall-related Fitness)

낙상을 예방하는데 필요한 체력으로 본 연구에서는 낙상관련체력을 평가하기 위해 Kim 등(2017)에서 사용한 낙상관련 체력을 사용하였다. 하위 항목으로는 의자에 앉았다 일어서기(chair Stand)와 244 cm 돌아오기(244 cm Up and Go)를 사용하여 하지근력과 민첩성을 각각

측정하였고, 외발서기(One leg standing test)로 평형성을 측정하였다.

5) 낙상 효능감 척도(Korean Falls Efficacy Scale for the Elderly; FES-K)

본 연구에서 낙상 효능감을 알아보기 위해 Yardiey 등(2005)이 개발한 Falls Efficacy Scale-International (FES-I)을 Huh 등(2010)이 수정 및 번역한 한국형 낙상 효능감(Korea Falls Efficacy Scale; FES-K)을 사용하였다. 총 12 문항으로 구성된 4점 척도로 구성되어 있으며, 4점(‘매우 자신 있다’)부터 1점(매우 자신 없다)으로 최저 4점~최고 48점으로 구성되어 있다. 한국어로 변환 당시 신뢰도는 Cronbach's $\alpha = 0.96$ 으로 높은 편이다. 본 연구에서는 총점을 사용하였으며, 점수가 높을수록 낙상 가능성이 낮음을 의미한다.

3. 자료분석

수집된 자료는 SPSS version 22.0을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성을 분석하기 위해 교차검정과 독립t검정을 실시하였으며, 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk을 사용하였다. 실험군과 대조군의 치료 중재 전과 후의 변화를 각각 비교하기 위하여 대응표본 t검증(paired t-test)을 실시하였고, 실험군과 대조군의 집단 간 변화를 비교하기 위하여 독립표본 t검증(Independent two-sample t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 α 는 .05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 중재 전 실험군과 대조군 사이의 일반적 특성에 대한 동질성 검증을 실시한 결과 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$)

Table 1. General characteristics of study subjects by group

Characteristics		Experimental (TDCS+WF, n=15)	Control (FTDCS+WF, n=15)	χ^2	<i>p</i>
Gender	Male	9	13	2.727	.099
	Female	6	2		
Affected side	Left	9	6	1.200	.273
	Right	6	9		
Age(yr, Mean \pm SD)		53.00 \pm 11.25	52.53 \pm 9.98	24.667	.262
Onset duration (months)	7~12	4	5	.164	.921
	13~24	10	9		
	More than 24 months	1	1		
Lesion type	Ischemic	10	8	.556	.456
	Hemorrhagic	5	7		

SD: standard deviation, TDCS: Transcranial Direct Current Stimulation

WF: Wii-Fit, FTDCS: False Transcranial Direct Current Stimulation

2. 집단 내의 중재 전 · 균형, 낙상효능감, 낙상관련 체력 비교

중재 전 실험군과 대조군의 동질성 검증을 위해 균형, 낙상효능감, 낙상관련 체력을 비교해 본 결과 두 집단

간에 유의한 차이가 없었고($p>.05$), 집단 내에서 중재 전과 후를 비교한 결과, 실험군에서는 모두 유의한 차이를 보였지만($p<.05$), 대조군에서는 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$)(Table 2).

Table 2. Comparing group balance, fall effectiveness, and fall-related physical strength (unit : second)

Items	Assessment	Experimental (TDCS+WF, n=15)	Control (FTDCS+WF, n=15)	<i>p</i>
BBS	Pre-test	29.40 \pm 2.97	29.33 \pm 3.13	.946
	Post-test	39.67 \pm 1.72	30.60 \pm 4.05	
	<i>p</i>	.000**	.199	
FES-K	Pre-test	34.47 \pm 3.48	35.20 \pm 2.81	.532
	Post-test	23.33 \pm 2.16	34.60 \pm 2.72	
	<i>p</i>	.000**	.095	
Chair Stand	Pre-test	13.00 \pm 5.95	14.07 \pm 4.86	.568
	Post-test	17.07 \pm 3.47	12.53 \pm 3.91	
	<i>p</i>	.034*	.114	
Fall-relates Fitness rate of change	Pre-test	31.47 \pm 2.13	32.07 \pm 1.49	.287
	Post-test	28.73 \pm 2.89	31.47 \pm 1.85	
	<i>p</i>	.001**	.167	
One Leg Standing Test	Pre-test	11.67 \pm 1.05	13.33 \pm 3.09	.076
	Post-test	7.13 \pm 1.25	11.53 \pm 4.19	
	<i>p</i>	.000**	.054	

BBS: Berg Balance Scale

FES-K: Korean Falls Efficacy Scale for the Elderly * $p<.05$, ** $p<.01$

3. 중재 후 두 군 간의 균형, 낙상효능감, 낙상관련 체력 변화량 비교

중재 후 실험군과 대조군의 균형, 낙상효능감, 낙상관

련 체력을 비교한 결과, 두 집단 간의 균형, 낙상효능감, 낙상관련 체력은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p<.05$)(Table 3).

Table 3. Comparison of changes in the balance, falling effectiveness, and fall-related fitness between groups

Items	Experimental (TDCS+WF)	Control (FTDCS+WF)	p
BBS	10.27±3.88	1.27±3.63	.000**
FES-K	-11.13±3.18	-.60±1.30	.000**
Fall-relates Fitness rate of change	Chair Stand	-1.53±3.52	.008**
	244cm Up and Go	-.60±1.59	.009**
	One Leg Standing Test	-1.80±3.32	.009**

* $p<.05$, ** $p<.01$

IV. 고 찰

뇌졸중 환자의 독립적인 삶을 위한 신체적인 요소로는 독립적인 보행에 중요한 요소는 균형능력이 있다 (Hwang 등, 2010). 균형 감소의 원인은 하지근력 및 협응력의 약화가 있다. 이러한 균형을 감소로 인해 낙상을 경험할 수 있으며 이는 골절과 이차적 뇌손상과 같은 심각한 결과와 연결된다. 또한 낙상을 경험한 환자의 경우 또 다시 낙상을 경험할지도 모른다는 두려움으로 인해 낙상효능감이 점차 감소하게 되는 악순환을 경험하게 된다(Piirtola & Era, 2006).

이러한 특성으로 인해 균형능력 회복을 통한 낙상관련 위험 요인을 감소할 수 있는 치료방법이 필요한 현실이다. 최근 다양하고 효과적인 재활훈련 프로그램이 개발되고 있으며, 최근 대두되고 있는 프로그램 중의 하나가 뇌에 직접적으로 전류를 제공하는 경두개 직류전류 자극이다. 본 연구의 목적은 경두개 직류전류 자극과 가상현실프로그램의 적용을 통하여 균형능력 증진을 통한 낙상효능감 및 낙상관련 체력의 변화에 대해 알아보고 경두개 직류전류자극을 통한 재활치료 필요성을 알아보

기 위함이다.

이에 본 연구는 tDCS와 가상현실재활프로그램을 적용한 실험군과 허위 tDCS와 가상현실재활프로그램 실시한 대조군을 대상으로 뇌졸중 환자의 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보았다. 본 연구의 목적을 이루기 위해 30명의 뇌졸중 환자를 대상으로 임의표본 추출 방식으로 실험연구를 시행하였다.

연구결과, tDCS와 가상현실재활프로그램을 적용한 실험군의 경우 허위 tDCS와 가상현실재활프로그램을 적용한 대조군에 비해 유의하게 균형능력이 증가하였다. 이러한 연구 결과는 65세 이상의 노인에게 20분간 2주 동안 tDCS를 소뇌 또는 일차운동피질에 제공하였을 때, 자세 안정성 및 균형에 긍정적 영향을 미쳤다는(Yosephi 등, 2018) 연구결과와 일치하며, Yosephi 등(2018)의 연구에서는 본 연구에 사용한 운동피질 영역뿐만 아니라 소뇌영역에도 긍정적인 영향을 보여, 균형 능력을 증진하기 위해서는 하지의 근력뿐만 아니라 소뇌의 중요한 기능인 자세 조절 또한 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다.

또한 본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 tDCS와 가상현

실 재활프로그램을 동시에 적용한 그룹에서 낙상효능감 및 낙상관련체력이 증가하였는데, 이러한 연구 결과는 Andrade 등(2017)의 연구에서 뇌졸중 환자에게 2주간 주 5회, 10회 기간 tDCS를 적용하였을 때, 낙상효능감 및 균형, 낙상관련 요소의 증진을 보였다는 연구결과와 일치하며, 6주간 동작관찰 훈련을 통한 뇌졸중환자의 균형능력의 향상으로 인한 보행능력의 향상이 낙상위험요인 감소시켰다는 연구와도 일치한다(Kim & Lee, 2018). 또한 파킨슨 환자에게 양쪽 반구에 양극의 tDCS를 적용하였을 때, 균형 감각의 증진과 더불어 낙상에 대한 공포가 감소하였다는(Hadoush 등, 2018) 연구가 본 연구의 결과를 뒷받침해준다. 그러나 Kim(2005)이 연구한 가상현실프로그램이 뇌졸중환자의 균형과 보행 및 뇌 활성화에 미치는 영향에서 24명을 대상으로 IREX 프로그램을 이용하여 4주간의 가상현실프로그램을 통해 동적 평균 균형, 전·후 안정성 그리고 좌·우 안정성을 개선시키는데 효과가 나타났으며, Kim 등(2010)의 가상현실 기반 게임이 만성기 뇌졸중 환자의 균형과 상지 기능에 미치는 효과에서도 20명을 대상으로 닌텐도 Wii 프로그램을 이용하여 5주간 가상현실프로그램을 실시한 결과 균형능력이 증가한 것으로 나타났지만 본 연구에서는 허위 tDCS와 가상현실프로그램을 적용한 대조군에서는 점수의 변화는 있었지만 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았다. 이는 뇌졸중 환자에게 단순한 프로그램이 아닌 다양한 프로그램의 사용과 tDCS를 병행하여 실시한다면 그 효과를 극대화시킬 수 있을 것이라 사료된다. 즉, tDCS의 적용이 신체적인 변화와 더불어 심리적인 요소인 낙상효능감에 긍정적인 효과와 균형능력의 향상으로 인한 낙상예방에 더 큰 효과를 보였기 때문이라 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 연구 대상자 수의 제한으로 연구 결과의 일반화가 어렵다. 또한, 본 연구에서 사용한 가상현실프로그램이 단순한 형태의 프로그램으로 인해 점수의 변화는 있었지만 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않아 앞으로의 연구에서는 다양한 방법의 가상현실프로그램을 적용하여 뇌졸중 환자의 기능적인 향상에 대해 알아볼 필요가 있다. 또한 균형, 낙상효능감 및 낙상관련 체력이 증진이 뇌졸중 환자의 전반적인 삶에 어떠한 영향을 미치는지 알아보지 못하였다. 따라서

앞으로는 연구 결과를 일반화하기 위해 많은 환자를 대상으로 연구가 필요하며, 환자의 전반적인 삶의 증진을 위해 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력 뿐만 아니라 다른 요소에 대한 연구가 이루어질 필요가 있을 것이다.

V. 결론

본 연구는 tDCS와 가상현실재활프로그램을 동시에 적용한 뇌졸중 환자의 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 30명의 뇌졸중 환자를 실험군 15명과 대조군 15명으로 나눠 임의표본 추출하여 실험군에는 tDCS와 가상현실재활프로그램을 적용하였고, 대조군에서는 허위로 tDCS와 가상현실재활프로그램을 적용하였다. 각 집단의 중재 전과 후의 BBS 이용해 균형의 변화를 평가하였고, 낙상효능감은 FES-K, 낙상관련체력은 의자에 앉았다 일어서기, 244 cm 돌아오기, 외발서기 검사를 통해 알아보았다. 그 결과 집단 내에서 실험군과 대조군의 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력을 비교한 결과, 실험군에서는 모두 유의한 차이를 보였지만, 대조군에서는 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 중재 후 실험군과 대조군의 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력을 비교한 결과, 두 집단 간의 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

이에 본 연구의 결과는 tDCS의 적용은 뇌졸중 환자의 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력에 효과적인 것을 의미하지만, 가상현실재활프로그램의 경우 점수의 변화는 있었지만 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았다는 것을 의미한다. 이는 tDCS가 가상현실프로그램보다 뇌졸중 환자의 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력을 증가시키는 중요한 요소이며, 단순한 가상현실프로그램이 아닌 다양한 가상현실프로그램의 방법과 tDCS를 병행하여 적용한다면 뇌졸중 환자의 균형, 낙상효능감, 낙상관련체력을 증가하는 중요한 하나의 방법이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

- Andrade SM, Ferreira JJ, Rufino TS, et al(2017). Effects of different montages of transcranial direct current stimulation on the risk of falls and lower limb function after stroke. *Neurol Res*, 39(12), 1037-1043.
- An TG, Kim SH, Kim KU(2017). Effect of transcranial direct current stimulation of stroke patients on depression and quality of life. *J Phys Ther Sci*, 29(3), 505-507.
- Berg KO, Maki BE, Williams JI, et al(1992). Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*, 73(11), 1073-1080.
- Byun JC(2018). The effects of resistance and aerobic exercise on gait ability, physical fitness, and body composition in older women. *J Korean Soc Integrative Med*, 6(3), 103-112.
- Choi BG, Yoon HK(2014). The effects of aquatic exercise program on cerebral blood flow and fall-related fitness for elderly women. *IKSSS*, 23(3), 1341-1348.
- Dault MC, de Haart M, Geurts AC, et al(2003). Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients. *Hum Mov Sci*, 22(3), 221-236.
- Engberg W, Lind A, Linder A, et al(2008). Balance-related efficacy compared with balance function in patients with acute stroke. *Physiother Theory Pract*, 24(2), 105-111.
- Fregni F, Boggio PS, Nitsche M, et al(2005). Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. *Exp Brain Res*, 166(1), 23-30.
- Fuller GF(2000). Falls in the elderly. *Am Fam Physician*, 61(7), 2159-2168.
- Geurts AC, de Haart M, van Nes IJ, et al(2005). A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture*, 22(3), 267-281.
- Gu MO, Jeon MY, Kim HJ, et al(2005). A review of exercise interventions for fall prevention in the elderly. *KAN*, 35(6), 1101-1112.
- Hadoush H, Al-Jarrah M, Khalil H, et al(2018). Bilateral anodal transcranial direct current stimulation effect on balance and fearing of fall in patient with Parkinson's disease. *NeuroRehabil*, 42(1), 63-68.
- Hong SY(2010). Effectiveness of balance training based on virtual reality game for the elderly. *KAOT*, 18(1), 55-64.
- Huh JH, Lim SK, Lee DH(2010). Development of the Korean falls efficacy scale(FES-K) for the elderly. *KSSOE*, 49(3), 193-201.
- Hwang JH, Jung HM, Lee MH, et al(2010). Effects of fall prevention program on gait, balance and falls efficacy in stroke patients. *KHNA*, 16(1), 27-37.
- Johansson BB(2011). Current trends in stroke rehabilitation. A review with focus on brain plasticity. *Acte Neurol Scand*, 123(3), 147-159.
- Kim EK, Kang JH, Lee HM(2010). Effects of virtual reality game on balance and upper extremity function in chronic stroke patients. *RISERS*, 49(3), 131-149.
- Kim HR, Lee HJ(2018). The effects of action-observational task oriented training on balance and gait ability in patients with chronic stroke. *J Korean Soc Integrative Med*, 6(2), 45-57.
- Kim JH(2005). Effects of virtual reality program on balance, gait and brain activation patterns in stroke patients. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Kim KU, Kim SH, An TG(2016). Effect of transcranial direct current stimulation on visual perception function and performance capability of activities of daily living in stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 28(9), 2572-2575.
- Kim KU, Kim SH, Oh HW(2017). The effects of occupation-centered activity program on fall-related factors and quality of life in patients with dementia. *J Phys Ther Sci*, 29(7), 1188-1191.
- Kolominsky-Rabas PL, Weber M, Gefeller O, et al(2001). Epidemiology of ischemic stroke subtypes according to

- TOAST criteria: incidence, recurrence, and long-term survival in ischemic stroke subtypes: a population-based study. *Stroke*, 32(12), 2735-2740.
- Lee HM(2013). Effect of virtual reality based video game and rehabilitation exercise on the balance and activities of daily living of chronic stroke patients. *KSPM*, 8(2), 201-207.
- Nitsche MA, Schauenburg A, Lang, N, et al(2003). Facilitation of implicit motor learning by weak transcranial direct current stimulation of the primary motor cortex in the human. *J Cogn Neurosci*, 15(4), 619-626.
- Pang MY, Eng JJ(2008). Fall-related self-efficacy, not balance and mobility performance, is related to accidental falls in chronic stroke survivors with low bone mineral density. *Osteoporos Int*, 19(7), 919-927.
- Piirtola M, Era P(2006). Force platform measurements as predictors of falls among older people—a review. *Gerontology*, 52(1), 1-16.
- Sohn MK, Jee SJ, Kim YW(2013). Effect of transcranial direct current stimulation on postural stability and lower extremity strength in hemiplegic stroke patients. *Ann Rehabil Mes*, 37(6), 759-765.
- Shin LH, Kim MY, Lee JY, et al(2016). Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*, 13(1), 17.
- Song CH, Seo SM, Lee KJ, et al(2011). Video game-based exercise for upper-extremity function, strength, visual perception of stroke patients. *RISERS*, 50(1), 155-180.
- Tanaka S, Hanakawa T, Honda M, et al(2009). Enhancement of pinchforce in the lower leg by anodal transcranial direct current stimulation. *Exp Brain Res*, 196(3), 459-465.
- Yardley L, Beyer N, Hauer K, et al(2005). Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing*, 34(6), 614-619.
- Yoo IY(2009). Effects of fall prevention program applying HESP on physical balance and gait, leg strength, fear of falling and falls efficacy of community-dwelling elderly. *KGS*, 29(1), 259-273.
- Yosephi MH, Ehsani F, Zoghi M, et al(2018). Multi-session anodal tDCS enhances the effects of postural training on balance and postural stability in older adults with high fall risk: Primary motor cortex versus cerebellar stimulation. *Brain Stimul*, 11(6), 1239-1250.
- You YY, Lee BH(2010). Effect of balance ability in the elderly women of motion-based game exercise program and stretching exercise program. *RISERS*, 5(4), 667-674.