

Original Article

Open Access

PNF 목 패턴을 병행한 체간안정로봇훈련이 만성 뇌졸중 환자의 체간 안정성 및 균형능력에 미치는 영향

문현민 · 김동훈†

분당제생병원 물리치료실, ¹김천대학교 물리치료학과

The Effects of PNF and Trunk Stabilization Robot Training on Trunk Stability and Balance in Patients with Chronic Stroke

Hyun–Min Moon, P.T., M.S. · Dong–Hoon Kim, P.T, Ph.D.[†]

Department of Physical Therapy, Bundang Jesaeng Hospital

¹Department of Physical Therapy, Gimcheon University

Received: December 4, 2020 / Revised: January 1, 2021 / Accepted: February 1, 2021

© 2021 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: The purpose of the study was to identify the effects of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) training and robot rehabilitation training on trunk stability and standing balance in individuals with chronic stroke.

Methods: There were 30 patients with chronic stroke, divided into two groups: 15 subjects who received PNF and robot training (the experimental group) and 15 subjects who received standard conservative training (the control group), that participated. The experimental group received treatment for 60 min: 30 min of conventional physical therapy, 15 min of PNF training, and 15 min of robot training. The control group received conventional physical therapy for 60 min. Trunk stabilization (trunk impairment scale) and standing balance (center of pressure, limit of stability, modified functional reach test, and Berg balance scale) were measured before and after intervention.

Results: Within each group, both the experimental and control groups significantly improved after the intervention in all tests; however, the experimental group showed greater improvement in scores on the trunk impairment scale, the center of pressure, the limit of stability, the modified functional reach test, and the Berg balance scale.

Conclusion: The study verified that PNF training and robot training had a positive influence on trunk stability and standing balance indices in patients with chronic stroke.

Key Words: Stroke, balance, Rehabilitation, Proprioception

†Corresponding Author : Dong-Hoon Kim (roopi00yo@naver.com)

I. 서론

중추신경계 손상 환자들은 균형과 이동 능력의 감소로 일상생활을 수행하는데 어려움을 겪고 있으며, 낙상과 관련된 위험 등으로 인하여 이차적인 손상 가능성에 항상 노출되어 있다(Bang et al., 2013). 뇌졸중 환자들은 신체의 좌우 비대칭, 자세 동요의 증가, 체중 지지 능력의 감소 등으로 저하된 균형 능력을 특징적으로 보이며(Kong et al., 2015), 뇌졸중 환자들은 대부분 앉기, 서기, 걷기 동안에 균형문제가 발생하고, 그 중에 앉은 자세 균형능력이 감소된 환자들은 고유수용성 감각 저하로 인해 낙상의 위험뿐만 아니라 서기나 걷기에서 더 심한 기능적 제한과 균형능력의 저하가 나타난다(Rand et al., 2010; Thieme et al., 2009). 앉은 자세에서 균형 능력은 앉은 자세에서 선 자세, 보행과 같은 다양한 기능적인 과제를 위해 반드시 필수요소이며(Kim et al., 2015), 기능적 활동에 대한 예후를 판단하고 결정하는데 중요한 요인이 된다(Black et al., 2000). 그러나 뇌졸중 환자들의 절반 이상은 이러한 앉은 자세에서의 균형을 유지하는데 어려움을 가지고 있으며(Shepherd et al., 2001), 앉기 자세가 불가능한 환자들은 앉기 자세가 가능한 환자에 비해 보행할 가능성이 20배 낮다고 하였다(Bank et al., 2016). 뇌졸중 환자들의 앉기 균형은 뇌졸중 환자의 포괄적인 일상생활동작(45%~71%)(Cabanas-Valdés et al., 2013)과 보행(62%) 및 동적 균형(58%) 능력과 유의한 관련이 있고(Verheyden et al., 2009), 뇌졸중 발병 6개월 후 보행 수준을 예측할 수 있는 중요한 인자로 보고되었다(Duarte et al., 2010). 따라서 뇌졸중 환자들의 앉은 자세 균형능력을 회복시켜야 하며, 앉은 자세에서의 몸통조절 능력과 균형의 향상으로 일상생활활동을 다양하게 수행할 수 있도록 해야 한다(Morishita et al., 2009).

Yoo (2016)의 연구에서 앉아 있는 자세에서 체간 움직임의 제한이 체간의 굴곡과 골반의 후방 경사를 제한하여 비정상적인 움직임의 모습을 나타낸다고 하였으며, Silva 등(2017)의 연구에서 앉은 상태에서 일어

서기의 미비한 수행이 체간 근육의 약화와 연관이 있음을 보고하였다. 이러한 연구들의 결과를 바탕으로 체간 훈련에 관한 선행연구들을 살펴보면 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 체간 외측 굴곡 훈련의 효과성(동적 앉기 자세 균형) 연구(Verheyden et al., 2009), 체간 위치 자각 훈련을 통한 급성기 뇌졸중 환자들의 대칭적인 앉기 자세의 효과(Jung et al., 2014) 등의 연구가 진행되었다. 선행 연구에서 치료 중재 후 효과성이 보고되었으나 이러한 치료 방법은 치료사의 정신적 육체적 노력을 필요로 하며, 치료사의 집중적인 일대일 환자 치료를 위해 많은 시간이 필요하며 환자 치료 중재에는 치료사의 체력적인 소모가 크기 때문에 치료 효과가 감소될 수 있다고 보고 하였다(Shin, 2008).

로봇 재활치료는 화면을 통한 문제 해결 방법과 흥미와 재미를 유발하는 과제 수행 영역으로 확대되고 있다(Esquenazi & Packel, 2012; Kim, 2014). 재활 로봇은 치료사 노동 강도와 치료시간을 줄이고, 정확하고 일관적인 치료를 제공하며 재활 치료 능력과 질을 향상시킨다 하였으며, 시지각을 이용한 로봇훈련은 정확하고 다양한 감각 되먹임으로 능동적이고 적극적인 참여와 결과에 대해 동기유발을 하게하고, 중요한 과제로 기능 향상으로 집중적 연습을 훈련시킬 수 있는 장점이 있다(Butler & Willett, 2010; Jack et al., 2001). 또한 An 등은(2018) 체간 안정화 로봇의 정적 앉기와 서기 자세의 체중부하 대칭성의 높은 검사-재검사 일치율과 임상가와 연구자들에게 뇌졸중 환자들의 균형 수행 능력과 기능적인 변화 평가를 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

고유수용성촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 고유수용성감각을 자극하여 근육과 신경을 촉진시켜 기능적인 접근을 하는 방법으로 다양한 질환에 사용되고 있는 방법이다(Adler et al., 2014). PNF의 다양한 패턴 중에서 목 패턴은 대상자의 눈과 머리의 움직임을 이용하는 방법으로 특정한 지점에 목표를 두고 머리와 눈을 반복적으로 사용하여 대각선으로 목표 지점까지 이동하여 유지하는 패턴이

다. 그리고 목 주변 근육의 고유수용기를 자극하여 방산 효과를 일으켜 몸통 및 균형 능력의 향상에 효과적인 방법이다(Adler et al., 2014). 이와 같이 PNF 목 패턴의 적용과 재활로봇 훈련은 뇌졸중 환자의 균형 능력에 긍정적 효과가 있으며 두 훈련의 병합되었을 때의 치료적 효과는 임상에서 중요할 것이다.

그러나 현재 뇌졸중 환자에게 앉은 자세에서 PNF 목 패턴을 적용하여 체간안정성 및 균형능력의 미치는 영향에 대해 알아보는 연구는 아직 부족한 실정이며, 체간안정로봇훈련을 동반해 연구한 연구는 매우 부족한 실정이다

따라서 본 연구의 목적은 PNF 목 패턴을 병행한 체간안정로봇훈련이 만성 뇌졸중 환자의 체간 안정성 및 균형능력에 어떠한 미치는 영향을 미치는 알아보고 이를 바탕으로 뇌졸중 환자의 기능 증진을 위한 훈련 방법으로 정보를 제공하는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

대한민국 S시에 위치한 B 병원에서 입원 및 외래 치료를 시행 중인 환자 30명을 대상을 하였다. 본 연구에 동의한 환자는 컴퓨터 엑셀 프로그램을 사용하여 무작위로 PNF체간안정로봇훈련군과 신경발달치료군으로 배정하였다. 모든 대상자에게 본 연구의 목적과 절차에 대하여 자세히 설명하였으며, 연구 진행 중에도 본인이 원할 때 언제든지 연구진행을 철회할 수 있음을 설명한 후 동의서를 받고 진행하였다. 대상자 선정기준은 뇌졸중 진단을 받은 6개월 이상의 내과적·신경학적으로 안정되어 재활이 가능한 자, 시각적으로 문제가 없는 자, 양 하지에 정형외과적 문제가 없는 자, 관절 기동 범위 제한이 없는 자, 한국판간이 정신상태 검사(MMSE-K)에서 24점 이상인 자, 침대나 매트 끝에 앉아 10초 동안 앉은 자세를 유지할 수 있는 자(Verheyden et al., 2004)로 하였다.

2. 측정방법 및 도구

1) 체간 손상 척도 척도(trunk impairment scale, TIS)

체간 조절 능력을 측정하는 도구로 체간 손상 척도는 앉은 자세의 정적, 동적 균형 능력과 체간 협응 능력을 측정하며 정적 균형 3개 항목, 동적균형 10개 항목과 체간 협응 4개 항목으로 구성되었으며, 각 항목당 최소 0점에서 최고 3점을 적용하며 총 23점으로 점수가 높을수록 체간 조절 능력이 우수하다는 것을 의미한다(Verheyden et al., 2004). 측정자간 신뢰도는 ICC=0.96이고, 측정자내 신뢰도는 ICC=0.99이다(Verheyden et al., 2007).

2) 정적 균형 검사(center of pressure, COP; limited of stability, LOS)

연구 대상자의 정적 균형 검사를 위해 HUR BT4(HURLABS, Tampere, Finland)을 사용하였다. COP측정은 대상자를 바로 선 자세에서 30°다리를 벌리고 전방을 주시하게 한 뒤 모니터를 통해 측정방법을 설명 후 전방을 주시한 자세에서 1분간 중심을 유지하도록 하여 몸의 중심점 이동거리를 측정한다. LOS 측정은 HUR BT4 프로그램을 이용하여 앞·뒤, 좌·우, 대각선 등의 8개 방향으로 대상자의 COG를 움직여 총 면적을 측정한다. 양 발은 항상 힘 판에 위치하고 있어야 하고 발을 떼는 경우에는 재 측정하였다. COP는 자세조절의 척도로 사용되며 압력중심의 변인 측정은 지면 반발력이 합성된 지점의 변화를 나타내는 것으로 지지면과 접촉하고 있는 모든 압력 점의 평균을 의미한다(Latash et al., 2003).

3) 수정된 기능적 팔 뻗기 검사(modified functional reach test)

선 자세에서 기능적 팔 뻗기 검사의 수정된 검사로 선 자세에서 최대한 전방으로 팔을 뻗을 수 있는 거리

를 측정하여 안정성의 한계를 평가하는 도구이다 (Duarte et al., 2002). 대상자는 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절을 90도 굴곡하고 발바닥은 바닥에 붙이고 앉은 자세를 한다. 어깨관절은 90도 굴곡, 팔꿈관절 펴, 세번째 손가락 끝을 시작점으로 하여 팔을 최대한으로 뻗은 거리를 측정한다. 본 연구에서는 건측 손의 전측 팔 뻗기와 건측 손의 측면 팔 뻗기를 시행하였다 (Thompson & Medley, 2007). 뇌졸중 환자를 대상으로 한 수정된 기능적 팔 뻗기 검사의 측정자 간 신뢰도 (inter-rater reliability)는 급간내 상관계수(intra-class coefficient, ICC)=0.97로 보고되었다(Katz-Leurer et al., 2009).

4) Berg balance scale (BBS)

BBS는 총 14개의 항목으로 구성되며 앉기, 서기 등의 자세변화 3가지 영역으로 나눌 수 있다. 문항당 0점에서 4점을 적용하고 14개 항목에 대한 총점은 56점이다. 측정자 내 신뢰도 및 측정자 간 신뢰도가 각각 $r = 0.99$, $r = 0.98$ 로서 대상자의 균형능력을 평가하는 데 높은 신뢰도와 타당도를 가지고 있다(Berg et al., 1989; Bogle et al., 1996).

3. 실험절차

본 연구에 참가를 원하는 30명을 모집하였고 PNF 훈련 및 체간안정로봇훈련군($n=15$), 신경발달치료군($n=15$)으로 분류하였으며, PNF훈련 및 체간안정로봇 훈련군 과 신경발달치료군은 모두 8주간 주 5회 동안 훈련을 실시하였다. PNF체간안정로봇훈련군은 매 치료 시 PNF 목 패턴을 병행한 체간안정로봇 훈련 30분 과 신경발달 물리치료 30분을 실시하였으며, 신경발달치료군은 매 치료 시 신경발달 치료를 2회 60분 동안 진행하였다. 실험 중 낙상 방지를 위해 보조자가 항상 대기하였으며, 대상자들의 중재는 감염 예방을 위해 별도의 시간으로 진행하였다. 또한 실험 및 중재의 전후에는 해당 장소를 소독 티슈를 사용하여 소독하

였으며, 중재자와 대상자, 측정자는 모두 감염 예방을 위해 마스크를 착용하여 시행하였다.

1) PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군(experimental group)

(1) PNF 목 패턴 운동

PNF 목 패턴(Proprioceptive neck movement) 중 목 펴-가쪽굽힘-돌림 운동을 사용한다(Adler et al.,2000). 목 운동 패턴은 펴-오른쪽 가쪽 굽힘-오른쪽 돌림 패턴 과 펴-왼쪽 가쪽 굽힘-왼쪽 돌림의 두 가지로 이루어져 있다. 펴-오른쪽 가쪽 굽힘-오른쪽 돌림 패턴 적용 시, 대상자는 의자에 바른 자세로 앉고 중재자는 대상자의 오른쪽 뒤에 선다. 먼저 중재자는 한손으로 엄지를 환자의 턱 가운데 댄다. 다른 한손으로는 환자의 머리 꼭대기를 잡는다. 환자에게 대각선 방향을 충분히 알려준 뒤 (환자의 시선의 시작은 대각선 아래 방향, 이후 대각선 위 방향으로 보도록 지시), 중재자는 환자의 목 운동 방향과 반대쪽 대각선 방향으로 목을 견인하여 운동을 준비한다. 대상자에게 “턱을 올리시오. 머리를 올리시오. 위를 보시오” 라고 지시하고 목 펴 근육이 충분히 활성화되고, 목이 펴- 가쪽 굽힘- 돌림 이 되도록 하였다. 움직임 시 대상자가 힘들어 할 때에는 약간 견인과 도움을 주어 움직임을 시행할 수 있도록 하였다. 이때 운동 기법으로는 근육의 구심성 수축 과 원심성 수축을 동시에 시행할 수 있는 등장성 혼합 기법을 이용하였다. 구심성 수축을 유도한 뒤 유지 명령을 내려 동시 수축을 유도하고 대상자가 천천히 힘을 빼도록 지시하여 시작 자세로 돌아오게 하여 원심성 수축을 충분히 적용하였다. 한쪽 패턴 10회 3세트 운동 후 반대 방향 패턴을 동일한 방법으로 15분간 실시하였다. 중재 세트 사이 대상자의 피로도를 줄이기 위해 휴식 시간을 제공하였다. 이 운동은 PNF 국제 코스를 이수하고, 5년 이상의 물리치료 경력이 있는 중재자에 의해 실시되었다.

(2) 체간안정로봇훈련

체간안정로봇훈련은 체간 로봇(Trunk Control Rehabilitation ROBOT, 3DBT-33, Man and tel, Korea)을 사용하여 시행하였으며, 이 기기는 대한민국 재활 로봇 보급 사업단에서 제작하여 식품 의약품 안전처로부터 허가 받은 기기(제 허14-1174호)로 환자의 체간 안정화 훈련 및 체중이동 훈련을 시행 할 수 있고, robot tilting 의자 기능을 이용하여 앉고 일어서기와 체간의 전, 후, 좌, 우, 회전 동작을 훈련시키는 기기이다. 전방에 모니터가 있으며 일어설 때 던져주는 전동 로봇 팔과 엉덩이 양측에 무게 센서가 있어 무게를 감지하고 robot tilting 의자가 앉은 상태에서 일어서기 시 3단계로 지지 하도록 구성되어 있다. 로봇에 내재된 프로그램이 있어 이를 통해 체간 훈련을 15분간 실시한다.

2) 신경발달치료군(control group)

신경발달치료군은 신경발달치료를 시행하였다. 신경발달치료는 대상자의 운동조절 능력을 증진시키기 위해 중재자와 환자가 1:1로 진행되었다. 고유수용성 신경근 촉진법, 보바스 신경발달치료, 균형 훈련, 보행 훈련, 근력 강화운동, 관절가동 운동 등을 대상자에 상태와 필요에 의해 실시하였다.

4. 자료분석

본 연구의 변수에 통계적 분석은 SPSS 21.0(IBM Co., USA) 소프트웨어 프로그램을 사용하였으며, 대상자의 일반적 특성에서 성별, 뇌졸중 유형, 마비 측은 카이제곱 검정을 통해, 키, 체중, 나이, 훈련 전 종속변수 동질성은 독립표본 t-검정을 통해 검정하였다. 중재에 따른 집단 내 전·후의 변화는 대응표본 t-검정으로 시행하였으며, 집단 간의 차이는 중재 이후 결과 값을 독립표본 t-검정으로 분석하였다. 모든 통계학적 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군과 신경발달치료군의 일반적인 특성에서 두 군간의 유의한 차이가 나타나지 않았다($p<0.05$).

2. 중재에 따른 체간 안정성의 변화

PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군과 신경발달치료



Fig. 1. Proprioceptive neck movement and trunk stabilization Robot training.

군의 중재 전 후 체간 안정성의 결과는 Table 2와 같다. TIS의 측정 결과, PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군은 10.6 ± 2.21 점에서 14.1 ± 2.06 점으로 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 신경발달치료군은 10.5 ± 2.67 점에서 13.0 ± 2.04 점으로 유의한 증진이 있었다($p < 0.05$), 군간 비교에서 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군이 신경발달치료군에 비해 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

3. 중재방법에 따른 균형능력의 변화

PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군과 신경발달치료군의 중재 전 후 균형능력의 결과는 Table 2와 같다. COP의 측정 결과, PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군은 35.06 ± 6.88 cm에서 28.86 ± 5.51 cm로 유의하게 증진이 있었으며($p < 0.05$), 신경발달치료군은 35.4 ± 6.21 cm에서 31.58 ± 6.37 cm로 유의한 증진이 있었다($p < 0.05$), 군간 비교에서 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

LOS의 측정 결과, PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군

은 5836.39 ± 2088.76 cm²에서 6551.54 ± 2328.77 cm²로 유의하게 증진이 있었으며($p < 0.05$), 신경발달치료군은 6294.6 ± 2206.1 cm²에서 6782.07 ± 2335.78 cm²로 유의한 증진이 있었다($p < 0.05$), 군간 비교에서 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군이 유의한 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$).

FRT의 측정 결과, PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군은 21.65 ± 6.06 cm에서 26.8 ± 6.26 cm로 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 신경발달치료군은 21.2 ± 5.40 cm에서 25.15 ± 5.47 cm로 유의한 증진이 있었다($p < 0.05$), 군간 비교에서 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

BBS의 측정 결과, PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군은 38.85 ± 5.58 점에서 38.85 ± 5.58 점으로 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 신경발달치료군은 38.85 ± 5.70 점에서 42.65 ± 5.36 점으로 유의한 증진이 있었다($p < 0.05$), 군간 비교에서 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군이 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

Table 1. General characteristics of the patients

(N = 30)

	Experimental group (n=15)	Control group (n=15)	t/x ²	p
Age (years)	56.45 ± 12.3	56.8 ± 13.07	0.09	0.93
Height (cm)	164.6 ± 6.49	162.8 ± 5.99	0.92	0.36
Weight (kg)	64.6 ± 6.29	62.7 ± 5.69	1.01	0.32
MMSE-K (score)	27.7 ± 1.26	27.2 ± 1.32	1.22	0.23
Sex				
Male	7	8	0.40	0.53
Female	8	7		
Diagnosis				
Infarction	10	9	0.10	0.75
Hemorrhage	5	6		
Affected side				
Left	6	7	0.10	0.75
Right	9	8		

Note. Data are presented as number (%) or mean \pm standard deviation. MMSE-K: mini-mental state examination-Korea version

Table 2. Comparison of the trunk stabilization and balance ability between the two groups (N = 30)

Variables	Experimental group (n=15)		Control group (n=15)		t(p)
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
TIS (score)	10.6 ± 2.21	14.15 ± 2.06*	10.5 ± 2.67	13.05 ± 2.04*	2.48(0.02) †
COP (cm)	35.06 ± 6.88	28.86 ± 5.51*	35.4 ± 6.21	31.58 ± 6.37*	0.11(0.00) †
LOS (cm ²)	5836.39 ± 2088.76	6551.54 ± 2328.77*	6294.6 ± 2206.1	6782.07 ± 2335.78*	1.58(0.12)
FRT (cm)	21.65 ± 6.06	26.8 ± 6.26*	21.2 ± 5.40	25.15 ± 5.47*	2.49(0.01) †
BBS (score)	38.85 ± 5.58	38.85 ± 5.58*	38.85 ± 5.70	42.65 ± 5.36*	2.13(0.04) †

Note. * $p < 0.05$. †Significant difference compared with Control group; TIS: trunk impairment scale, COP: center of pressure, LOS: limited of stabilization, FRT: functional reach test, BBS: Berg balance scale.

IV. 고 찰

본 연구는 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 PNF 목 패턴을 병행한 체간안정로봇 훈련이 체간안정성과 균형에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 앉기 자세를 유지할 수 있는 능력은 옷 입기, 식사하기, 침상 이동, 휠체어 사용 등 기본적인 자립 활동에 필수적인 요소이다(Verheyden et al., 2006). 앉은 자세를 유지하기 위한 선행적인 조건은 체간 근위부의 안정성과 상·하지 근·원위부의 협응성이 요구되며, 일반적으로 정상인의 체간 근육은 상·하지의 움직임이 발생하기 전 활성화되어 선행적인 자세 조절에 관여하는 데 이와는 달리 뇌졸중 환자들의 경우 팔을 뻗는 동작에 관여하는 근육이 먼저 활성화되고 체간 근육의 개시 시간이 지연된다고 알려져 있다(dickstein et al., 2000). 또한 마비측 하지로 체중 이동하기, 안정성 한계의 결여 그리고 예측치 못한 불균형에 대한 균형 재확립에 빠르게 반응하기가 어렵다(Dickstein et al., 2004). 따라서 뇌졸중 환자들의 앉기 균형 능력 저하는 팔을 뻗어 물건을 쥐기, 식사하기, 이동하기, 체위 변경 등 일상생활동작에 부정적인 영향을 준다고 할 수 있다.

Lee (2015)의 연구에서 뇌졸중 환자 22명을 대상으로 체간 안정화 운동을 10주간 실시한 결과, 체간 손상 척도 점수가 실험군에서 유의하게 증가하였다고 보고하였으며, Kim (2017)은 30명의 뇌졸중 환자를 대상으로 가상현상 기반 체간 중심 안정화 운동이 체간 손상 척도에서 실험군의 유의한 차이가 있었다고 보고하였

다. Park (2016)의 연구에서도 눈 움직임을 동반한 PNF 운동이 뇌졸중 환자의 자세 정렬에 긍정적 영향을 준다고 하였다. 본 연구 결과에서도, 30명을 환자를 15명씩 나누어 증재를 시행한 결과 체간 손상 척도에서 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군과 신경발달치료군의 유의한 향상이 있었으며, 두 집단 차이에서 실험군이 유의한 증진을 보였다. 선행연구와 같이 본 연구에서는 체간 안정화 로봇을 통하여 체간 안정성 증진을 유도하였으며 PNF 목 패턴 움직임을 병행하여 통하여 본 결과를 보아 운동 수행 능력과 균형 능력 발전에 PNF 목 패턴과 체간안정로봇이 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

Lee 등(2009)의 선행연구에서는 만성 뇌졸중 환자 25명을 대상으로 안정성 훈련이 뇌졸중 환자의 자세 조절, 균형 및 상지기능에 미치는 영향을 연구한 결과 자세 평가 척도 점수가 유의하게 증가하였다고 보고하였으며, Oh (2005)의 만성 뇌졸중환자 14명을 대상으로 중심 안정성 훈련이 자세조절과 일상생활동작에 미치는 효과에 대한 연구를 시행한 결과 자세 평가 척도 점수가 유의한 차이를 보였다. 본 연구의 TIS 결과는 10.6점에서 14.15점으로 증진을 나타내어 선행연구의 결과와 비슷한 결과를 도출하였는데, 이는 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군의 체간 근력의 강화를 통한 자세 조절의 향상과 마비측 하지의 체중지지와 이동 증가로 나타난 효과로 사료된다

정적균형을 평가하기 위해 COP와 LOS를 측정된 결과, COP는 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군과 신경

발달치료군 모두 몸의 중심점 이동거리의 감소가 나타났다지만, 두 집단간 차이에 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군에서 28.86 cm로 더 유의한 변화가 있었다. Fraizer 등(2008)은 COP 변화의 측정 값 중 중심점 이동거리와 관련된 변수는 자세동요와 연관성 높고 자세 조절 능력을 판단할 수 있다고 하였으며, Baratto 등(2002)은 중심점 이동거리가 짧을수록 자세 안정화가 유지 된다고 하였다. 본 논문의 연구 결과, 신경발달치료군 31.58 cm에 비해 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군의 중심점 28.86 cm 로 이동거리가 짧았다. 이는 PNF 목 패튼을 병행한 체간안정로봇 훈련이 신경발달치료 물리치료에 비해 자세 동요 및 조절에 더 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 생각되어진다. 또한, 뇌졸중 환자의 균형능력 향상과 낙상을 줄이려면 안정성 한계의 범위를 늘려야 하는데(Tyson et al., 2006), 본 연구 결과 LOS 변화에 있어서 집단 내 변화에는 실험군이 대조군 보다 유의한 변화가 있었지만, 두 집단 간의 차이는 없었다. 이는 두 집단에서 시행한 중재 모두 LOS 변화에 유의한 변화를 나타낼 수 있는 것으로 생각된다.

본 연구 결과로 수정된 전방 기능적 팔 뻗기 검사는 유의한 증진을 보였으며, 두 집단 간에 차이에서 PNF 훈련 및 체간안정로봇훈련군이 26.8 cm 로 신경발달치료군 25.15 cm에 비해 유의한 차이가 있었다. Lee (2017)등의 연구에서 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 체간 안정화 재활 로봇을 이용하여 전방 기능적 팔 뻗기 검사의 증가가 있었으며, Dean 등(2007)은 뇌졸중 환자 12명을 대상으로 앉은 자세에서의 운동을 수행 이후 앉기 능력을 평가하는 연구를 통해 팔을 전방으로 뻗는 검사를 수행한 결과 실험군에서 증진이 나타났다라고 보고하였다. 본 연구의 결과 또한 선행연구와 비슷한 결과를 나타내었으며, 이는 PNF 목 패튼을 병행한 체간안정로봇 훈련이 과제 수행 시 원위부위의 움직임에 필요한 근위부의 안정성을 제공하여 향상시킨 것으로 생각되며, 앉은 자세에서 기능적 활동의 수행 능력에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

대상자의 균형능력을 평가하기 위한 버그 균형 검

사에서 PNF훈련 및 체간안정로봇훈련군에서 신경발달치료군 에 비해 유의한 향상이 있었다. Gil-Gómez 등(2011)의 연구에서 균형게임훈련을 통한 뇌손상 환자의 운동 수행 능력 및 균형 능력을 평가한 결과, 버그 균형 검사에서 실험군이 중재 후 유의하게 증가하였으며, 박윤상 (2015)의 연구에서 버그 균형 검사가 향상되었으며, Park 등(2018)이 연구한 경추척수증 환자에게 PNF 목 패튼을 통한 균형 능력을 연구한 결과, 중재 증진의 효과가 유지되었다. 이와 같이 PNF 목패튼과 재활로봇을 병합한 훈련 방법은 뇌졸중 환자의 균형능력 증진에 강한 증진을 보이고 있다. 앞서 선행 연구의 결과는 본 연구결과와 비슷하며, 이러한 결과는 체간 조절 능력의 증가와 대칭적인 체중지지 통한 발바닥의 고유수용성 감각을 증가시켜 균형능력이 증진되었을 것으로 사료된다.

본 연구는 연구대상자를 선정기준을 통해 충족한 대상자에 대해 연구를 실시하여 본 연구에서 나타난 결과를 모든 뇌졸중환자에게 일반화하는 것은 제한이 있으며, 중재 이외에 대상자들의 일상생활에 대해 완전히 통제하지 못해 외부요인이 대상자의 기능에 대한 영향을 배제할 수 없다. 또한 단일 맹검법을 적용하여 평가를 실시하였다. 앞으로는 보다 다양한 고유수용성신경근촉진법패튼, 체간안정로봇의 평가와 다양성 등을 고려하여 보다 다양한 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서 만성 뇌졸중 환자에게 고유수용성 신경근 촉진법과 체간안정로봇훈련을 통해 체간 안정성과 균형능력에 미치는 효과에 대해 알아보았으며, 그 결과 만성 뇌졸중 환자의 체간 안정성과 균형능력에 긍정적인 영향을 미침을 확인하였다. 체간 안정성과 균형능력 회복은 만성 뇌졸중 환자의 독립적인 생활에 중요한 요소이다. 하지만 이를 회복하는 것은 현재 많은 어려움이 있는 실정이다. 고유수용성 신경근 촉

진법과 체간안정로봇훈련을 통해 뇌졸중 환자가 보다 집중적으로, 체간 안정성과 균형능력에 자극이 되도록 하였다. 본 연구는 만성 뇌졸중 환자의 체간 안정성과 균형능력의 회복을 위한 중재 방법을 제시하고, 오랜 기간의 재활훈련이 요구되는 뇌졸중 환자에게 적용하는 것에 그 의의가 있다.

References

- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice an illustrated guide, 4th ed. Heidelberg. Spinger. 2016.
- An SH, Kim DH, Jang YM. The test-retest reliability and criterion-related validity of a trunk stability robot when measuring static sitting and standing symmetry in stroke patients. *PNF and Movement*. 2018;16(3):405-14.
- Bang DH, Shin WS, Kim SY, et al. The effects of action observational training on walking ability in chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2013;27(12):1118-1125.
- Bank J, Charles K, Morgan, P. What is the effect of additional physiotherapy on sitting balance following stroke compared to standard physiotherapy treatment: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*. 2016;23(1): 15-25.
- Baratto L, Morasso PG, Re C, et al. A new look at posturographic analysis in the clinical context Sway-density versus other parameterization techniques. *Motor Control*. 2002;6(3):246-270
- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian journal of public health*. 1992; 83(Suppl 2): S7-S11.
- Black K, Zafonte R, Millis S, et al. Sitting balance following brain injury: does it predict outcome. *Brain Injury*. 2000;14(2):141-152.
- Butler DP, Willett K. Wii-habilitation: is there a role in trauma? *Injury*. 2010;41(9):883-885.
- Cabanas-Valdes R, Bagur-Calafat C, Girabent-Farres M, et al. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2016;30(10): 1024-1033.
- Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, et al. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85:870-874.
- Dean CM, Channon EF, Hall JM. 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*. 2007;53(2):97-102.
- Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004a;85(2):261-267.
- Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al. Electromyographic activity of voluntarily activated trunk flexor and extensor muscles in post-stroke hemiparetic subjects. *Clinical neurophysiology*. 2004b;115(4):790-796.
- Esquenazi A, Packel A. Robotic-assisted gait training and restoration. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2012;91(11):S217-S231.
- Fraizer E, Mitra S. Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. *Gait & Posture*. 2008;27(2):271-279.
- Gil-Gómez JA, Lloréns R, Alcañiz M, et al. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2011;8(1):1-10.

- Jack D, Boian R, Merians AS, et al. Virtual reality-enhanced stroke rehabilitation. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*. 2001;9(3): 308-318.
- Jung K, Kim Y, Chung Y, et al. Weight-shift training improves trunk control, proprioception, and balance in patients with chronic hemiparetic stroke. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2014;232(3):195-199.
- Katz-Leurer M, Fisher I, Neeb M, et al. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disability and rehabilitation*. 2009;31(3):243-248.
- Kim BS, Bang DH, Shin WS. Effects of pressure sense perception training on unstable surface on somatosensory, balance and gait function in patients with stroke. *Journal of Korean Society Physical Medicine*. 2015;10(3):237-245.
- Kim WJ. The effects of core stabilization exercise based on virtual reality on upper extremity function, postural control and depression in stroke patients. Sahmyook University. Dissertation of Master's Degree. 2017.
- Kim Yk. Development of robot system focusing postural control and balance reaction for stroke patients and clinical feasibility. Yeungnam University. Dissertation of Doctorate Degree. 2014.
- Latash ML, Ferreira SS, Wiczonek SA, et al. Movement sway: changes in postural sway during voluntary shifts of the center of pressure. *Experimental brain research*. 2003;150(3):314-324.
- Lee BH, Kim SY, Lee JS. The effects of core stability on postural control, balance and upper motor function in patients with stroke. *Journal of Korean Medicine Rehabilitation*. 2009;19(3):69-80.
- Lee HJ, Lee KE, Yi TI, et al. Feedback facility- assisted balance training in a patient with multiple system atrophy: a case presentation. *physical medicine and rehabilitation physician*. 2018;10(5):555-559.
- Lee JH. The effects of core stability strengthening exercise for trunk control and spine alignment in patients with stroke. Yongin University. Dissertation of Master's Degree. 2015.
- Morishita M, Amimoto K, Matsuda T, et al. Analysis of dynamic sitting balance on the independence of gait in hemiparetic patients. *Gait & Posture*. 2009;29(4): 530-534.
- Oh KB. The effects of core stability training on postural control and activity of daily living of stroke patients. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2005.
- Park SE, Lim WT, Moon SH. The effects of a neck exercise using a PNF neck pattern on the balance and numbness of both the upper extremities and neck motions in patients with cervical myelopathy - single subject design-. *PNF and Movement*. 2018;16(3):333-343.
- Park SE, Min KO, Lee SB, et al. Effect of eye movements and proprioceptive neuromuscular facilitation on balance and head alignment in stroke patients with neglect syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(2): 596-601.
- Park YS. The effects of a robot-assisted game training focusing on the trunk stabilization on balance, gait and rehabilitation participation for acute stroke patient. Sahmyook University. Dissertation of Master's Degree. 2015.
- Shepherd RB. Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: driving neural reorganization? *Neural plasticity*. 2001;8(1-2):121-129.
- Shin KH. A study on the three-dimensional rehabilitation robot system for upper extremities. Ulsan University. Dissertation of Doctorate Degree.
- Thieme H, Ritschel C, Zange C. Reliability and validity of the functional gait assessment (German version) in subacute stroke patients. *Archives of Physical Medicine and rehabilitation*. 2009;90(9):1565-1570.

- Thompson M, Medley A. Forward and lateral sitting functional reach in younger, middle aged, and older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2007;30(2): 43-48.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin, J, et al. The trunk impairment scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clinical Rehabilitation*. 2004;18(3):326-334.
- Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al. Additional exercises improve trunk performance after stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and neuralrepair*. 2009;23(3):281-286.
- Yoo WG. Effect of wearing tight pants on the trunk flexion and pelvic tilting angles in the stand-to-sit movement and a seated posture. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(1):93-95.