신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향

김동원[1], 황병용[2], 정상미[3] *
[1]보바스기념병원, [2]용인대학교, [3]상지영서대학교

The effects of applying alignment control to unilateral stepping exercise training on improving balance and gait ability in post stroke hemiplegia

Dong-won Kim PT, PhD[1], Byong-yong Hwang PT, PhD[2], Sang-mi Jung OT, PhD[3*]
[1]*Dept. of Physical Therapy, Bobath Memorial Hospital,*
[2]*Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation and Health Science, Yong In University,*
[3]*Department of Occupational Therapy, Sangji Youngseo Unviversity*

Purpose This study was to examine the effect of applying alignment control to unilateral stepping exercise training on improving balance and gait ability in post stroke hemiplegia. ***Methods*** Twenty subjects who meet the selection criteria and agreed to research having hospital care at the B hospital in Sungnam were randomly allocated and enrolled in this study. Alignment control to unilateral stepping exercise group was 10, simple stepping exercise group was 10 and totally 20 patients were confirmed. Alignment control to unilateral stepping exercise training was applied to experimental group, simple stepping exercise was applied to control group. These were proceeded for 8weeks(3days a week, 30minutes a day), change of balance and gait ability was checked to investigate the effect Balancia software was used for checking the ability of static balance, TUG was used for checking the ability of dynamic balance, force plateform system were used for checking the ability of gait. ***Results and Conclusion*** In conclusion, hemiplegic patients who performed alignment control to unilateral stepping exercise training showed more effective results than hemiplegic patients who performed simple stepping exercise on improving for static, dynamic balance and gait ability.

책임 저자 정상미 (E-mail : otjsm@hanmail.net)

논문 접수일 2014년 9월 10일
수정 접수일 2014년 9월 30일
게재 승인일 2014년 10월 15일

I. 서론

1. 연구의 필요성

뇌졸중은 전반적인 또는 국소적인 뇌기능의 소실로서, 광범위한 기능의 손상과 심각한 장애를 동반한다(Duncan et al., 2002). 특히 뇌졸중으로 인한 감각-운동 능력의 소실은 자세조절 능력의 손상을 야기시키고 일상생활동작의 독립성과 보행에 매우 큰 영향을 끼친다(Desrosiers et al., 2002). 뇌졸중 환자들은 마비측에 대한 신체인식의 구조화가 어려워 전반적인 균형의 유지가 어려운 특성을 가지게 되며(Rode et al., 1997), 뇌졸중 환자는 무게 중심이 대부분 비마비측 하지에 편중되어 비마비측으로 더 많은 체중을 줌으로써 비대칭적인 균형 상태를 보이게 된다(Sackley and Lincoln, 1997). 또한 자세조절 근육의 비효율적인 동원 양상과 자세 유지에 필요한 근육의 지구력도 감소되어 자세유지의 구조적 기반이 되는 정렬유지가 어려워 균형의 조절과 안정성에도 문제를 가진다(Harburn et al., 1995).

뇌졸중 환자들의 재활 과정에서 중요한 의미를 갖는 보행(Shin et al., 2010)이란 최소한의 에너지를 소모하면서 조화된 사지의 움직임을 통하여 부드럽고 효과적으로 신체의 무게중심을 전방으로 이동시키는 것을 말한다(Chon et al., 2000). 보행은 균형, 협응, 운동감각, 고유수용감각, 관절 및 근육이 조화롭게 작용하여 나타나는 복잡한 운동이며(O'Sullivan and Schmitz, 2000) 뇌졸중 환자의 보행 능력은 환자가 수행할 수 있는 일상생활의 범위를 결정하고 삶의 질에 영향을 미치는 재활의 중요한 결과물이다(Richards et al., 1993). 그러나 뇌졸중 환자들은 마비측에 대한 무시의 특성을 가지며 신체인식의 구조화가 어려워 전반적인 균형의 유지나 보행의 조절에 어려운 특성을 갖는다(Rode et al., 1997). 뿐만 아니라 마비측 하지의 지지시간 감소, 보행률(cadence)과 활보장 길이의 감소, 협응 능력의 저하가 발생하여 기능적 활동에 제한을 갖게 된다(Roerdink et al., 2007).

뇌졸중 환자들의 비효율적 정렬상태, 체중을 이동시키는 능력의 저하, 비대칭적인 균형 상태는 균형의 조절과 보행에 영향을 미친다. 이를 개선하기 위한 선행연구들에서는 고유수용성 감각정보를 이용한 하지 재정렬 운동(구성회, 2006), 다양한 과제수행을 이용한 하지관절 기능수행운동(안명환, 2012), 리듬청각자극을 이용한 편측 복합스테핑운동(김현동, 2013) 등을 통해 정렬에 대한 집중적인 정보와 다양한 보행형태의 운동 적용이 뇌졸중 환자들의 균형과 보행을 증진시킬 수 있음을 보였다. 김현동(2013)은 편마비 환자들이 비마비측 다리로 스테핑을 하는 동안 마비측이 몸 전체의 체중을 수용할 수 있는 근육의 힘을 마비측 다리가 발생시킬 수 있어야 한다고 보고하였으며, 이를 개선하기 위한 리듬청각자극을 이용한 편측 복합스테핑운동을 수행한 군이 운동치료 군에 비해 정적, 동적 및 기능적 균형능력과 보행능력에서 유의하게 큰 기능적 향상이 있었음을 보였다.

스테핑은 선행적 자세조절과 하지의 수의적 조절의 상호작용이 상당히 요구되는 움직임이다(Michel et al., 2009). 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 균형능력과 보행능력에 미치는 효과를 알아보고자 하였다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 뇌졸중 환자를 대상으로 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동을 실시하여 균형능력과 보행능력에 미치는 효과를 알아봄으로써 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력의 증진을 위한 운동 프로그램의 발전에 기여하고자 한다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 뇌졸중 환자의 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 균형능력에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

둘째, 뇌졸중 환자의 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 보행능력에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

3. 연구의 가설

본 연구의 가설은 다음과 같다

첫째, 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동군이 단순 편측 스텝 업 운동군에 비해 보행능력이 향상될 것이다.

둘째, 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동군이 단순 편측 스텝 업 운동군에 비해 균형능력이 향상될 것이다.

셋째, 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동군의 균형능력, 보행능력의 향상이 단순 편측 스텝 업 운동군의 균형능력, 보행능력의 향상보다 더 클 것이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 뇌졸중으로 인한 편마비를 진단받고 성남시 B병원에 입원하여 기능회복을 위해 치료를 받고 있는 환자 20명을 대상으로 하였다. 대상자는 무작위로 나누어 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동군 10명과 단순 편측 스텝 업 운동군 10명으로 나누어 중재를 실시하였다. 연구대상자의 선정기준은 다음과 같다.

- 뇌졸중 이외의 다른 신경학적 혹은 정형외과적 문제가 없는 자
- 인지 장애가 없는 자(간이정신상태검사, Mini-Mental State Examination; MMSE 결과가 24점 이상)
- 혈압, 맥박, 호흡에 별다른 이상 없이 독립적으로 6분 동안 걷기가 가능한 자
- 연구내용을 이해하고 연구에 동의한 자

2. 실험 도구

1) 정적 균형 능력 및 동적 균형 능력 검사

(1) 정적 균형 능력 검사

정적 균형 능력을 분석하기 위한 측정도구로 Balancia (Mintosys, Korea)를 사용하였다. 블루투스로 연결된 Wii Balance Board로부터 X, Y축에 대한 COP 정보를 수집하여 전후, 좌우 동요거리와 속도, 체중지지율 등을 출력해준다. 모든 데이터는 100 ㎐로 샘플링하여 추출하였다. 모든 참가자는 압력판 위에 신발을 벗고 팔을 양 옆에 내려놓은 편안하게 선 자세로 측정하였다. 측정은 모두 눈을 뜬 상태로 30초간 실시하였으며, 3번 측정하여 평균값을 이용하였다. Balancia 프로그램은 뇌졸중 환자의 균형능력을 평가할 수 있는 측정자 간 신뢰도(r=.79~.96)와 타당도(r=.85~.96)가 입증된 유용한 평가 도구이다(박대성 등, 2013)<그림 1>.

(2) 일어나 걷기검사

일어나 걷기검사(timed "UP and GO" test, TUG)는 운동성, 동적균형과 이동능력을 측정할 수 있는 검사 방법으로, 특히

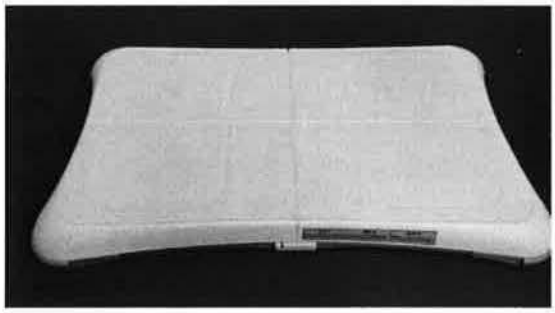

그림 1. Balancia

보행과 장애물을 회전하고 돌아오는 과제를 수행하는 능력을 평가하는 데 유용한 방법이다. 50 cm 높이의 의자에 앉아 3 m 거리에 반환점을 돌아 의자에 앉는 시간을 측정하는 방법이다. 이 검사의 측정자 내 신뢰도는 r=.99이고, 측정자 간 신뢰도는 r=.98로 신뢰할 만한 도구이다(Podsiadlo & Richardson, 1991). 본 연구에서는 왕복 시간을 3번 측정한 후 평균 시간을 기록하였다.

2) 보행능력 검사

(1) Force platform system

AMTI (Advanceed Mechanical Technology Inc, USA)사의 Force Plateform System (Model OR6-7-200)은 6개의 구성요소변환기로 이루어져 있고 동력계(dynamometer)가 작용하여 3개의 힘(force) 성분(Fx, Fy, Fz)과 3개의 모멘트(moment)성분(Mx, My, Mz)을 측정할 수 있다. XYZ System으로 구성되어 있고 Fz축으로 지면에 대해서 수직축에 대한 값을 측정하였다. 본 연구에서는 표본 추출 비용(sampling rate)을 1 s/1,000 hz로 지정하여 보행에서 muscle activation의 변화 내용을 관찰하기 위해 torque값을 측정하고 변화되는 내용은 뉴턴(newton)의 값을 분석하였다<그림 2>.

3. 실험 절차

본 연구의 목적을 설명한 후 연구에 동의한 사람만을 대상으로 사전검사를 실시하였고, 선정기준에 부합하는 대상자를 연구군과 대조군으로 무작위로 나누어 선정하였다.

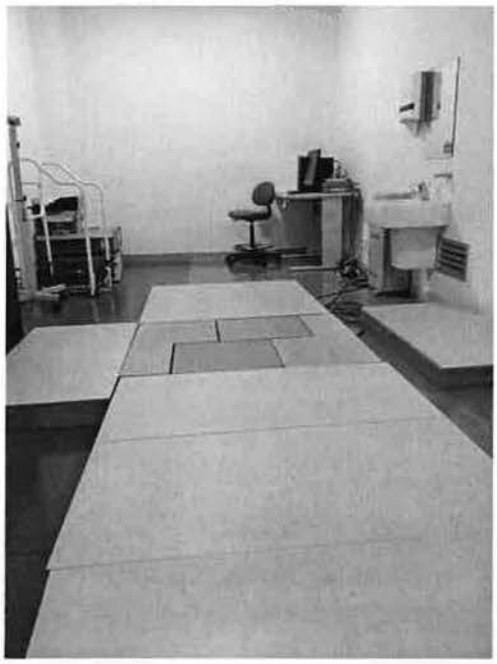

그림 2. Force palteform System

대조군에게는 중추신경계 물리치료를 15분 적용한 후 마비측 하지에 체중을 지지한 상태에서 비마비측 하지를 준비된 발판위로 올리는 단순 편측 스텝 업 운동을 15분 적용하였다.

실험군에게는 중추신경계 물리치료를 15분 적용한 후 마비측 하지에 체중을 지지한 상태에서 비마비측 하지를 준비된 발판위로 올리는 운동을 시도하게 하였고, 이때 고관절과 슬관절이 효율적인 정렬상태를 유지할 수 있도록 촉각자극과 음성자극을 제공하여 지속적인 골격의 정렬을 유지하기 위한 근육의 수축을 확인하였다. 뇌졸중 환자들이 마비측에서 보이는 비효율적 정렬상태에서 이상적인 중력선(line-of-gravity)에 가깝게 위치하여 지속적인 체중지지에 적응될 수 있도록 감각자극을 제공하였다. 대조군과 마찬가지로 중추신경계 물리치료 시행 후 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동을 15분 적용하였다.

스텝 업 운동에 사용된 발판은 신장에 따라 2가지로 준비하였다. 신장에 따라 A발판(가로 50 cm, 세로 30 cm, 높이 15 cm로 신장 165 cm 이상 사용)과 B발판(가로 30cm, 세로 20 cm, 높이 8 cm로 신장 165 cm 미만 사용)을 나누어 사용하였다. 각각의 발판에는 가운데 흰색 테잎으로 경계선을 표시하여 좌우의 경계를 나누었다. 마비측 발은 지면에 고정한 상태에서 비마비측 발은 11시, 12시, 3시(또는 9시)의 세 방향에 놓아진 발판위에 번갈아서 발을 올렸다가 제자리로 내려놓는 반복운동을 실시하였다. 1분 스텝 업 운동 후 30초 휴식을 하였으며, 이때 마비측 다리는 지면에서 떨어지지 않고 안정적인 정렬상태를 유지할 수 있도록 하였다. 낙상 방지를 위해 모든 운동시 숙련된 치료사가 환자 뒤에서 함께 진행하도록 하였다.

4. 자료 처리

본 연구에서 수집된 자료의 처리와 분석은 컴퓨터용 통계프로그램인 윈도우용 SPSS 18.0을 이용하였다. 대상자의 일반적 특성에 대해 기술분석을 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였다. Kolmogorov-Smirnov에 의해서 정규성 검정을 하였으며, 정규성에 만족하였으나 대상자 수가 적어 실험 전후의 변화를 비교하기 위하여 비모수 검정 방법인 윌콕슨 부호 순위(Wilcoxon Signed-ranks) 검정을 이용하였다. 측정 시점별 각 군 간에 측정치의 차이를 분석하기 위하여 맨 휘트니(Mann-Whitney) U 검정을 이용하였다. 통계적 유의성을 분석하기 위해 유의수준은 .05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자들은 총 20명으로 연구군은 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동군 10명, 대조군은 단순 편측 스텝

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

	연구군 (n=10)	대조군 (n=10)	χ^2/t
성별(남/여)	6/4	5/5	.623
연령(세)	46.80±11.79a	36.80±13.14	.220
신장(㎝)	169.20±7.98	165.40±5.92	.500
몸무게(㎏)	66.70±9.07	60.70±8.95	.313
발병유형 (뇌출혈/뇌경색)	5/5	4/6	.653
마비측(우측/좌측)	5/5	5/5	1.000
유병기간(개월)	14.7	13	.921

[a]평균±표준편차

업 운동군 10명이 배정되었다. 두 군 간 성별, 연령, 신장, 몸무게, 발병유형, 마비측에 대한 유의한 차이는 없었다(p>.05). 연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다<표 1>.

2. 중재방법에 따른 변화

1) 균형 능력의 비교

(1) 정적 균형 능력

총 동요거리에서 연구군은 중재 전 99.55±13.28㎜에서 중재 후 83.84±11.03㎜로 -15.71±9.17㎜만큼 이동하였으며, 통계학적으로 유의한 변화를 보였다(p〈.01). 대조군은 중재 전 98.27±25.15㎜에서 중재 후 85.06±21.18㎜로 -13.21±15.88㎜ 감소하였으며, 통계학적으로 유의한 변화를 보였다(p〈.05). 동요거리의 변화량에 대한 연구군과 대조군의 집단 간 비교에서는 유의한 변화를 보이지 않았다(p>.05).

X축 이동거리에서 연구군은 중재 전 64.93±8.89㎜에서 중재 후 56.51±8.78㎜로 -8.42±8.11㎜만큼 감소하였으며, 유의한 변화를 보였다(p〈.05). 대조군은 중재 전 60.19±12.17㎜에서 중재 후 52.28±10.38㎜로 -7.91±12.05㎜ 만큼 감소하였으며 통계적으로 유의한 변화를 보였다(p<.05). X축 이동거리의 변화량에 대한 연구군과 대조군의 집단 간 비교에서는 유의한 변화가 없었다(p>.05).

Y축 이동거리에서 연구군은 중재 전 61.97±10.21 ㎜에서 중재 후 50.11±7.46 ㎜로 −11.86±6.24 ㎜만큼 감소하였으며, 유의한 변화를 보였다(p<.01). 대조군은 중재 전 64.12±24.81 ㎜에서 중재 후 55.49±20.24 ㎜로 −8.63±12.10 ㎜ 보였지만, 통계학적으로 유의한 변화를 보이지 않았다(p>.05). Y축 이동거리의 변화량에 대한 연구군과 대조군의 집단 간 비교에서는 유의한 변화를 보이지 않았다(p>.05).

동요속도에서 연구군은 중재 전 3.31±.44 ㎝/sec에서 중재 후 2.80±.39 ㎝/sec로 -.51±.31 ㎝/sec감소하였으며, 유의한 변화를 보였다(p<.01). 대조군은 중재 전 3.28±.82 ㎝/sec에서 중재 후 2.84±.69 ㎝/sec로 −.44±.51㎝/sec감소하였으며, 통계학적으로 유의한 변화를 보였다(p<.05). 동요속도의 변화량에 대한 연구군과 대조군의 집단 간 비교에서 유의한 변화를 보이지 않았다(p>.05)<표 2>.

(2) 일어나 걷기검사

연구군의 일어나 걷기검사는 중재 전 23.30±6.80초에서 중재 후 20.14±6.20초로 −3.15±1.78초로 나타나 유의하게 감소하였다(p<.01).

대조군의 일어나 걷기검사는 중재 전 30.34±12.02초에서 중재 후 26.66±12.34초로 −3.68±4.92초로 나타나 유의하게 감소하였다(p<.05).

일어나 걷기검사의 변화량에 대한 연구군과 대조군의 집단 간 비교에서는 유의한 변화가 없었다(p>.05)<표 3>.

표 2. 정적 균형 비교

	연구군			대조군			
	중재 전	중재 후	Z	중재 전	중재 후	Z	p†
동요거리	99.55±13.28[a]	83.84±11.03	-2.701**	98.27±25.15	85.06±21.18	-2.090*	
X축 이동거리	64.93±8.89	56.51±8.78	-2.395*	60.19±12.17	52.28±10.38	-2.091*	.820
Y축 이동거리	61.97±10.21	50.11±7.46	-2.803**	64.12±24.81	55.49±20.24	-1.938	.406
동요속도	3.31±.44	2.80±39	-2.710**	3.28±.82	2.84±.69	-2.077*	

[a]평균±표준편차
*p<.05 **p<.01
†연구군과 대조군의 그룹 간 비교

표 3. 동적 균형 비교(TUG)

연구군			대조군			
중재 전	중재 후	Z	중재 전	중재 후	Z	p†
23.30±6.80[a]	20.14±6.20	-2.803**	30.34±12.02	26.66±12.34	-1.988*	.226

[a]평균±표준편차
*p<.05 **p<.01
†연구군과 대조군의 그룹 간 비교

표 4. 환측 토크 값 비교

연구군			대조군			
중재 전	중재 후	Z	중재 전	중재 후	Z	p†
35.34±23.75[a]	57.78±31.24	-2.803**	44.10±19.61	46.19±17.21	-.255	.006**

[a]평균±표준편차
*p<.05 **p<.01
†연구군과 대조군의 그룹 간 비교

2) 보행능력의 비교

(1) 환측 토크값 비교

연구군의 환측 토크값은 중재 전 35.34±23.75 N-㎝에서 중재 후 57.78±31.24 N-㎝로 증가를 보였으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01). 대조군의 환측 토크 값은 중재 전 44.10±19.61 N-㎝에서 중재 후 46.19±17.21 N-㎝로 변화를 보였지만 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05). 환측 토크 값의 변화량에 대한 군 간 비교에서는 연구군이 대조군에 비해 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01)<표 4>.

IV. 고찰

뇌졸중 환자들의 주요 문제는 비정상적인 균형능력, 비대칭적인 자세, 마비측 하지의 근육약화 등으로 인한 마비측의 체중지지 능력의 감소, 비대칭적인 보행을 하는 것이다(Den Otter et al., 2006; Rodriguez and Aruin, 2002). 보행 방식은 대체로 느리고 과도한 노력이 요구되며, 급박하게 이루어지고 협응이 잘 이루어지지 않는 것이 특징이라고 하였다(S Edwards and Charlton, 2002).

뇌졸중 환자들은 건측으로 대부분의 체중지지가 이루어지고, 비정상적인 정렬은 또 다른 부분의 정렬 변화를 일으킨다. 이로 인해 균형의 안정성이 감소되고 체중의 이동이 어려워 보행의 안정성도 감소되어 보상전략이 발생하게 된다(Sackley and Lincoln, 1997).

뇌졸중 환자들이 보이는 비효율적 특징들을 개선하기 위해 다양한 치료적 접근법들이 연구되었고 자세조절과 균형의 회복을 위해 서기 자세에서의 체중지지를 이용한 치료적 접근법도 권장되어왔다. 뿐만 아니라 황은옥(2010)은 효율적인 지역사회 보행을 위해 다양한 환경에서의 보행훈련이 필요하며, 갑작스런 동요에 균형을 유지하고 장애물을 넘어가거나 피하는 등 다양한 접근의 훈련이 필요하다고 하였다. Kloter and Dietz(2012)은 새롭고 어려운 과제와 환경에 계속적으로 노출되는 것은 중추신경계 신경회로에 의미 있는 자극을 유도하여 운동학습에 효과적이라고 하였다. 이에 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 균형능력과 보행능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 시행하였다. 본 연구에서 시행한 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동은 지속적인 자세조절과 효율적인 근긴장 상태가 유지되어 토크의 유의한 증가 양상을 보였다. 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동은 신근의 활동을 통해 하지의 효율적 정렬상태를 유지하고 마비측으로의 체중이동을 쉽게 하여 보행의 안정적 요소가 증가한 것으로 보인다. 이러한 신근의 활성화는 선형 전위(linear displacement)가 이루어져 효율적인 근육의 길이와 힘을 발휘할 수 있도록 하는 생리학적 이득을 갖게 한다(Neumann, 2013).

본 연구는 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 시행하였다. 그 결과 마비측에 체중지지를 집중적으로 유도하는 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 환자들의 균형과 보행에 도움이 되는 것으로 나타났다. 따라서 뇌졸중 환자의 재활에 있어 지역사회와 같은 복잡한 환경적 과제를 반영하는 스텝 업 운동과 지속적인 체중지지를 포함하는 운동 프로그램이 고안되어야 할 것이다. 향후 임상 치료사들이 신체정렬에 대한 다양한 적용과 이를 활용한 표준화된 틀을 제공하는 연구들이 계속되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과는 다음과 같다. 정적 균형검사에서 동요거리, X축 이동거리, 동요속도에서 연구군과 대조군 모두 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. Y축 이동거리에서는 연구군에서만 유의한 변화를 보였다. 동적 균형검사에서는 연구군과 대조군이 통계학적으로 유의한 변화를 보였지만 집단 간 변화량에서는 유의한 변화를 보이지 않았다. 중재 전·후의 토크값의 비교에서는 연구군에서 유의한 증가를 보였지만 대조군에서는 유의한 증가를 보이지 않았다.

본 연구를 통해 신체정렬을 통한 편측 스텝 업 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 통해 뇌졸중 환자의 효율적인 신체정렬 운동과 마비측으로의 집중적인 체중지지 운동의 활용을 제안하고자 한다.

참고문헌

1. 구성회. 고유수용성 운동조절을 통한 마비측 재정렬이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향. 석사학위논문, 인제대학교, 김해. 2006
2. 김현동. 리듬청각자극을 이용한 편측 복합스테핑운동이 편마비 환자의 균형과 보행능력에 미치는 영향. 석사학위논문, 한국교통대학교 일반대학원, 충주. 2013
3. 박대성, 이동엽, 최성진 등. 뇌졸중 환자들의 균형평가를 위한 Balancia 프로그램의 신뢰도와 타당도. 한국산학기술학회논문지. 2013;14(6):2767-2772.
4. 안명환. 과제수행형태가 만성뇌졸중 환자의 하지관절 기능수행에 미치는 영향. 박사학위논문, 을지대학교 대학원, 대전. 2012
5. 황은옥. 지역사회-적응 보행 훈련프로그램이 뇌졸중 환자의 보행기능에 미치는 영향. 석사학위논문, 대전대학교 보건스포츠대학원, 대전. 2010
6. Chon, Joong Son, Kim, Dong A, Yoon, Tae Jun, Seo et al. Comparison of gait analysis and energy consumption between various types of plastic ankle foot orthoses in hemiplegic patients. Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine. 2000;24(6):1046-1054.
7. Den Otter, AR, Geurts, ACH, Mulder, Th et al. Gait recovery is not associated with changes in the temporal patterning of muscle activity during treadmill walking in patients with post-stroke hemiparesis. Clinical Neurophysiology. 2006;117(1):4-15.
8. Desrosiers, J, Noreau, L, Rochette, A et al. Predictors of handicap situations following post-stroke rehabilitation. Disability & Rehabilitation. 2002;24(15):774-785.
9. Duncan, Pamela W, Horner, Ronnie D, Reker, Dean M et al. Adherence to postacute rehabilitation guidelines is associated with functional recovery in stroke. Stroke. 2002;33(1):167-178.
10. Edwards, S, & Charlton, P. Splinting and the use of orthoses in the management of patients with neurological disorders. Neurological Physiotherapy: A Problem Solving Approach, 2nd edn. London: Churchill Livingstone.2002:219-253.
11. Harburn, Karen L, Hill, Karen M, Kramer, John F et al. Clinical applicability and test-retest reliability of an external perturbation test of balance in stroke subjects. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1995;76(4):317-323.
12. Kloter, Evelyne, & Dietz, Volker. Obstacle avoidance locomotor tasks: adaptation, memory and skill transfer. European Journal of Neuroscience. 2012;35(10):1613-1621.
13. Michel, Jan, Benninger, David, Dietz, Volker et al. Obstacle stepping in patients with Parkinson's disease. Journal of neurology. 2009;256(3):457-463.
14. O'Sullivan, SB, & Schmitz, TJ. Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment FA Davis Company. Philadelphia, Pennsylvania. 2000
15. Podsiadlo, Diane, & Richardson, Sandra. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. Journal of the American geriatrics Society. 1991;39(2):142-148.
16. Richards, Carol L, Malouin, Fran, Wood-Dauphinee, Sharon et al. Task-specific physical therapy for optimization of gait recovery in acute stroke patients. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1993;74(6):612-620.
17. Rode, G, Tiliket, C, Boisson, D. Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients. Scandinavian journal of rehabilitation medicine. 1997;29(1):11-16.
18. Roerdink, M., Lamoth, C. J., Kwakkel, G. et al. Gait coordination after stroke: benefits of acoustically paced treadmill walking. Physical Therapy. 2007;87(8):1009-1022.
19. Sackley, Catherine M, & Lincoln, Nadina B. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. Disability & Rehabilitation. 1997;19(12): 536-546.
20. Shin, Won-Seob, Lee, Dong-Yeop, Lee, Seung-Won. The Effects of Rehabilitation Exercise Using a Home Video Game (PS2) on Gait Ability of Chronic Stroke Patients. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2010;11(1):368-374.