

선 자세에서 상지 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력에 미치는 영향

방대혁 · 조혁신[†]

원광대학교 익산한방병원 물리치료실, ¹익산미소요양재활병원 물리치료실

The Effect of Arm Training in Standing Position on Balance and Walking Ability in Patients with Chronic Stroke

Dae-Hyouk Bang, PT, PhD · Hyuk-Shin Cho, PT, PhD[†]

Dept. of Physical Therapy, Iksan Oriental Hospital, Wonkwang University

¹Dept. of Physical Therapy, Iksan Miso Rehabilitation Hospital

Received: March 15, 2017 / Revised: March 19, 2017 / Accepted: April 7, 2017

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to determine the effects of arm training in standing position on balance and walking ability in chronic stroke patients.

METHODS: Sixteen chronic stroke patients were allocated equally and randomly to an experimental group (n=8) or a control group (n=8). All participants received 60 minutes of comprehensive rehabilitation treatment, the experimental group additionally received an arm training in standing position for 30 minutes, while the control group additionally performed a treadmill training for 30 minutes. These 30-minute training sessions were held three times per week for six weeks. Upper extremity function was assessed using Fugle-Meyer motor assessment function upper extremity

(FMA-UE), balance was assessed using Berg balance scale (BBS), and walking ability (gait speed, cadence, step length, and double limb support period) was assessed using the GAITRite system.

RESULTS: Improvement on all outcome measures was identified from pre-to-post intervention for both groups ($p < .05$). Post-intervention, there was a significant between-group difference on BBS, gait speed, cadence, step length, and double limb support period ($p < .05$). The experimental group exhibited greater improvement in the BBS ($p = .01$; $z = -2.48$), gait speed ($p = .01$; $z = -3.26$), cadence ($p = .02$; $z = -2.31$), step length ($p = .01$; $z = -3.36$), and double limb support period ($p = .03$; $z = -2.84$) compared to the control group.

CONCLUSION: The findings of this study suggest that arm training in standing position may be beneficial for improving balance and walking ability of patients with chronic stroke.

[†]Corresponding Author : hscho90@hanmail.net

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.

Key Words: Arm training, Balance, Stroke, Walking

I. 서론

뇌졸중은 뇌혈관 문제로 인하여 중추신경계의 기능 부전이 24시간 이상 지속되는 것을 말한다(Hosseini 등, 2012). 뇌졸중으로 인한 장애의 형태는 손상된 부위와 정도에 따라 다르게 나타나지만 일반적으로 운동 장애, 감각 이상, 인지 장애, 시지각 장애, 연하 장애 등이 나타난다(Kim과 Kwon, 2002). 뇌졸중 환자의 약 40%는 기능 장애를 갖고 생활하며, 이 중 15-30%는 심각한 장애로 인하여 일상생활이 불가능하다(Duncan 등, 2002). 뇌졸중 환자들이 보이는 균형 능력의 저하와 자세불안정은 낙상이나 이동 능력의 감소로 인한 이차적인 합병증을 일으킬 수 있으며, 자세불안정과 낙상을 예방하기 위한 훈련은 뇌졸중 환자의 독립적인 생활을 위해 매우 중요한 요소이다(Kim 등, 2015).

뇌졸중 환자는 한 가지의 문제가 아닌 다양한 문제점의 결합으로 기능의 제한을 보이지만 일반적인 재활은 여러 요소들에 대한 접근이 이루어지지 않고 하나의 요소에만 초점을 두고 중재를 시행하고 있다(Eng 등, 2003). 일상생활동작을 수행하기 위해서는 기능적인 움직임들의 통합이 필요하다(Liu-Ambrose과 Eng, 2015). 목욕이나 옷 갈아입기, 식사 준비 등의 과제를 수행하기 위해서는 서 있는 상태에서 자세 조절, 이동 능력, 뺨기, 잡기와 조작하기 등과 같은 숙련된 움직임들의 통합이 이루어져야 한다(Eng 등, 2003).

균형은 다양한 외부 환경에서 자세를 적절하게 유지 할 수 있는 능력이다(Horak 등, 1997). 균형과 보행은 밀접한 관련이 있으며 뇌졸중 환자가 보이는 균형의 문제는 결국 독립적인 보행을 어렵게 하는 요인으로 작용한다(Patterson 등, 2008). 균형 능력의 향상을 위해서는 감각, 운동, 인지적 시스템의 섬세한 상호작용이 이루어져야 한다(Horak 등, 1997). Chen 등(2008)은 15명의 뇌졸중 환자와 16명의 일반 성인을 대상으로 선 자세와 앉은 자세에서 팔을 뺨는 동안 자세의 변화를 연구한 결과 선 자세에서 물체를 조작할 경우 자세 유지, 체중 이동, 물체에 대한 시각 고정, 뺨기, 잡기와 놓기 등과 같은 예측성자세조절능력이 앉은 자세에서 수행한 경우보다 더욱 필요하다고 보고하였다. 예측성

자세조절과 상지의 수의적 수축은 평행내립신경로이자 평행조절기전으로 조절된다(Waller과 Prettyman, 2012). 8명의 뇌졸중 환자와 일반인 8명을 비교한 Kusoffsky 등(2001)의 연구에서 상지의 수의적 수축이 부족한 경우 예측성자세조절능력이 부족하며, 공간에서 신체의 위치와 움직임에 대한 계획 능력이 함께 저하된다고 하였다. 예측성자세조절기전은 자세 조절의 소실이나 낙상의 위험 없이 효과적으로 운동 학습을 시킬 수 있으며, 상지 훈련을 진행하는 과정에서 선 자세를 조절하는 것은 상지 기능과 자세 조절에 기여하는 서로 다른 조절 기전의 감각, 운동, 조절시스템의 신경조절망의 통합하는 과정을 내포하고 있다(Morgante 등, 2017).

재활치료의 일차적인 목적은 환자들이 독립적인 삶과 사회참여를 할 수 있도록 하는 것이다(Kim 등, 2015). 독립적인 삶과 사회참여를 위해서는 단순한 움직임이 아니라 다양한 과제를 수행하는 과정 속에서 자동적으로 자세를 조절하는 과정의 학습이 반드시 필요하다(Patterson 등, 2008). 따라서 본 연구의 목적은 서 있는 상태에서 상지 훈련을 수행하는 동안 자동적 자세 조절을 통한 운동 학습의 효과가 균형과 보행 능력에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 뇌졸중으로 병원에서 입원하여 치료를 받고 있는 편마비 환자 중 발병 후 6개월 이상 지난 자 16명을 대상으로 하였다.

연구에 참여한 대상자들의 선정기준은 본 연구에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하지 않는 자, 중등도의 상지 손상을 갖고 있는 자(Lee 등, 2017), 보조 없이 선 자세를 5분간 유지 가능한 자로 하였다. 뇌졸중 이외의 다른 신경학적 또는 정형외과적 문제가 있는 자는 연구에서 제외하였다. 연구대상자들은 연구 참여에 관한 충분한 설명을 듣고 동의한 대상자를 선정하였다.

대상자 선정 및 제외 조건의 선별과정을 통해 최종적

으로 선정된 대상자는 총 16명이었다. 16명을 대상으로 선 자세에서 상지의 집중적인 훈련을 수행하는 실험군 8명, 트레드밀에서 보행 훈련을 실시하는 대조군 8명으로 무작위 할당하였다.

2. 중재 방법

실험에 참여하는 모든 대상자는 운동치료와 작업 치료를 1일 60분씩 받았으며, 추가적으로 실험군은 선 자세를 유지한 상태에서 상지 훈련을, 대조군은 트레드밀에서 보행 훈련을 하루 30분, 1일 1회, 1주 3일, 총 6주간 실시하였다.

1) 선 자세에서 상지 훈련

선 자세에서의 상지 훈련은 신발을 벗은 후 바닥에 서 있는 자세를 유지하도록 하였으며, 서 있는 동안 상지 훈련 프로그램을 9분씩 총 3회 프로그램을 반복하였다. 휴식은 각 회기 사이 1분씩으로 하였다. 선 자세에서 수행하는 상지훈련 프로그램은 (1) 팔을 뻗어 공을 잡은 후 고정된 바구니로 옮기기, (2) 팔을 최대한 펴서 손바닥을 편 상태로 회외, (3) 반복적으로 회내와 회외, (4) 공을 손바닥 잡기로 전 상태로 어깨 외전/내전 반복 연습, (5) 페그보드(pegboard)에 페그 꽂고 빼기로 구성하였다(Waller과 Prettyman, 2012).

2) 트레드밀 보행훈련

트레드밀 속도는 환자가 편안하게 할 수 있는 속도를 측정하여 무리가 가지 않는 정도에서 시작하였다. 처음에는 트레드밀을 지속적으로 탈 수 없는 대상자들은 2분에서 4분 정도 훈련 후 휴식을 주고 다시 훈련을 하였다. 대상자가 훈련이 진행됨에 따라 보행 속도를 증가시켜도 훈련을 지속할 수 있을 때 속도를 높여 진행하였다. 트레드밀의 속도 증가 시 대상자가 불안감을 호소하거나 균형을 유지하지 못하고 비틀거리는 경우의 대상자는 다시 전 단계의 속도로 훈련을 진행하였다(Bang 등, 2013). 트레드밀은 환자의 보행 능력에 따라 환자 스스로 속도를 조절할 수 있도록 계기판이 부착되어 있으며, 양 옆쪽과 전방에는 안전 손잡이가 장착되어 있어서 보행 훈련 중 균형을 잃을 경우 손으로 잡도

록 되어있으며, 전방계기판과 거리가 일정거리 벌어지면 멈추게 설계된 탈/부착 센서가 달린 고리가 연결되어 있다.

3. 측정 방법

1) 상지 기능

상지 기능의 변화를 알아보기 위하여 Fugl-Meyer 상지운동기능평가(Fugl-Meyer motor function assessment upper extremity; FMA-UE)를 사용하였다(Fugl-Meyer 등, 1975). FMA는 뇌졸중 후 운동기능의 회복단계를 기초로 뇌졸중환자의 기능 회복 정도를 양적으로 평가하는 도구이다. 이 평가도구의 신뢰도는 .96으로 매우 높은 신뢰도를 가지고 있다(Sanford 등, 1993). 본 연구에는 상지 기능의 변화를 알아보기 위하여 33항목으로 구성된 FMA-UE를 사용하였으며, 66점 만점이다. 상지 검사의 세부 항목은 어깨/팔꿈치/아래팔 18항목, 손목 5항목, 손(손가락) 7항목, 상지 협응 능력 3항목으로 구성되어 있다.

2) 균형 능력

균형 능력을 측정하기 위하여 버그균형척도(Berg balance scale; BBS)를 사용하였다. 일상생활동작을 응용한 총 14항목으로 구성되어 있다. 본 평가 도구는 각 항목별 0점에서 4점까지 총 56점으로 높은 점수일수록 더 좋은 균형 능력을 의미하며, 독립적이고 안전한 이동을 위해서는 45점 이상이 필요하다(Medley 등, 2006). 뇌졸중 환자를 대상으로 한 검사자간 신뢰도는 .97이고, 검사자내 신뢰도는 .98이다(Wang 등, 2006).

3) 보행 변수 측정

보행의 시간적, 공간적 변수를 분석하기 위하여 GAITRite system (CIR Systems Inc. Clifton, NJ, USA)를 사용하였다. GAITRite는 길이 8.3m, 폭 .89m인 전자식 보행판으로 센서가 압력을 인식하는 방식으로 정보를 수집한다. 본 실험 기기는 실험자가 보행시 실험자 발에 의한 부하를 초당 80Hz의 표본율(sampling rate)로 수집하고, 직렬 인터페이스 케이블에 의하여 컴퓨터로

보낸다. 수집된 시간적, 공간적 변수에 대한 정보는 GAITRite GOLD software로 처리를 하였다.

4. 자료 분석

측정된 자료는 윈도우용 SPSS ver. 18.0을 이용하여 통계 처리하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술 통계를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 그룹내 전후 비교를 위하여 비모수 검정인 윌콕슨 부호-순위 검정 (Wilcoxon signed-rank test)와 그룹 간의 차이를 비교하기 위하여 비모수 검정인 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 사용하였다. 모든 통계 분석에서 유의 수준은 .05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자들은 총 16명으로 실험군 8명, 대조군 8명으로 실험군에서 남성은 37.5%와 여성은 62.5%, 대조군에서 남성은 50%와 여성 50%으로 두 군간 일반적인 특성인 성별, 마비 부위, 손상 요인, 발병 기간, 나이, 신장, 체중, 인지 능력, 상지 기능의 모든 변수에서 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 훈련이 끝나는 시점까지 한 명의 탈락자도 없었으며, 연구대상자들의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

2. 상지 기능의 변화

상지 기능의 변화를 알아보기 위하여 FMA-UE를 사용하였다. 사전 검사에서 두 군간 FMA-UE 점수는 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 6주간의 중재 기간 이후 두 군 모두는 중재 전보다 중재 후 FMA-UE 점수에서 유의한 향상이 있었으며($p<.05$), 중재 후 그룹 간 비교에서 실험군과 대조군 사이의 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 자세한 결과는 Table 2에 제시하였다.

3. 균형 능력의 변화

균형 능력의 변화를 알아보기 위하여 BBS를 측정하였다. 사전 검사에서 두 군간 BBS 점수에서 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 6주간의 중재 기간 이후 두 군 모두 중재 전 보다 중재 후 BBS점수에서 유의한 향상이 있었으며($p<.05$), 중재 후 그룹 간 비교에서 실험군이 대조군보다 유의한 향상이 있었다($p<.05$)(Table 2).

4. 시공간적 보행 변수의 변화

시공간적 보행 변수의 변화를 알아보기 위하여 GAITRite를 이용하였다. 사전 검사에서 보행 속도, 분속 수, 활 보장, 이중지지율을 측정된 결과 실험군과 대조군 사이에서 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 6주간의 중재 기간 이후 두 군 모두 중재 전보다 중재 후 보행 속도, 분당 보폭 수, 활 보장이 모두 유의하게 향상되었으며, 이중지지율은 유의하게 감소되었다($p<.05$).

Table 1. Characteristics of participants

Variables	Experimental group (n=8)	Control group (n=8)	<i>p</i>
Sex (male/female)	3/5	4/4	.61
Side of stroke (right/left)	3/5	5/3	.32
Type of stroke (hemorrhage/infarction)	2/6	3/5	.59
Time after stroke (months)	9.78 (2.17) ^a	10.17 (3.07)	.25
Age (years)	60.38 (8.11)	63.13 (5.11)	.43
Height (cm)	164.32 (7.14)	165.19 (8.21)	.27
Weight (kg)	67.85 (9.15)	69.44 (8.72)	.39
MMSE (scores)	28.38 (1.19)	28.00 (1.31)	.56
FMA-UE (scores)	35.88 (4.09)	35.37 (3.78)	.81

^aMean (SD)

Abbreviations: MMSE, mini-mental state examination; FMA-UE, Fugle-Meyer motor assessment upper extremity.

Table 2. Outcome measurements (n = 16)

Variables	Experimental group (n=8)		Control group(n=8)		Between groups <i>p</i> - values (<i>Z</i>)
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
FMA-UE (scores)	35.88 (4.09)	40.25 (3.54)*	35.38 (3.78)	39.36 (2.97)*	.67 (-.42)
BBS (scores)	41.75 (3.66)	49.25 (3.19)*†	40.75 (2.55)	44.88 (2.69)*	.01 (-2.48)
Gait parameters					
Gait speed (m/s)	.45 (.04) ^a	.58 (.03)*†	.44 (.03)	.52 (.04)*	.01 (-3.26)
Cadence (steps/min)	63.51 (2.82)	68.37 (2.27)*†	63.93 (1.65)	65.51 (2.03)*	.02 (-2.31)
Step length (cm)	31.15 (.94)	35.84 (1.15)*†	29.67 (.91)	31.97 (.79)*	.01 (-3.36)
Double limb support period (%)	34.70 (1.76)	31.82 (.98)*†	35.56 (2.15)	33.91 (1.09)*	.03 (-2.84)

^aMeans (SD); *Significant difference within groups; †Significant difference between groups.
Abbreviations: FMA-UE, Fugle-Meyer upper extremity; BBS, Berg balance scale.

중재 후 그룹 간 비교에서 실험군이 대조군보다 유의한 차이를 보였다($p < .05$) (Table 2).

IV. 고찰

뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력의 저하는 기능적 활동을 제한하여 일상생활수행능력을 저하시키는 요인으로 작용하기 때문에 중추신경계 손상 환자의 중요한 치료적 목표이다(Bang 등, 2013). 뇌졸중 환자의 보행 능력의 향상은 이동 능력을 증진시켜 독립적인 생활과 활동공간을 넓혀 가는데 필수적이며, 선 자세의 조절은 균형과 보행 능력의 향상을 위한 선행요인이다(Schinkel-Ivy 등, 2017). 따라서 본 연구의 목적은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 선 자세에서의 상지 훈련이 균형과 보행 능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시행하였다. 본 연구 결과 서 있는 상태에서의 상지 훈련이 트레드밀 훈련보다 균형과 보행 능력을 향상시키는 것으로 나타났다.

중추신경계 손상으로 자세조절능력이 저하된 환자는 기립 자세 유지나 균형, 보행, 이중 과제 수행과 같이 자동적으로 처리되었던 자세조절기능이 일시적 혹은 영구적으로 상실된다(Huxhold 등, 2006). 자세조절능력은 자세의 유지와 안정성을 위해 필요하며, 보행을 위한 균형 능력의 전제조건이다(Ji 등, 2012). 과제를 수행하는 동안 자동적으로 조절되는 자세조절경험은 일상

생활과제를 수행하기 위해 반드시 필요한 부분이다(Jang과 Kim, 2016). 본 연구에서 상지 훈련을 진행하는 동안 선 자세에서 자동적으로 자세를 조절하도록 과제를 구성하였고, 본 연구 결과 과제를 수행하는 동안 자동적으로 선 자세를 조절하는 과정이 균형과 보행 능력의 향상에 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 연구에서 시행한 방법은 이중 과제의 한 방법으로 인지 운동 간섭(cognitive-motor interference)이 증가하여 운동을 수행하는 동안 자동적 자세조절능력이 감소되어 운동기능을 동시에 처리하는 능력이 감소한 중추신경계 손상환자에게 필요한 방법이다(Regnaud 등, 2005). 뇌졸중 환자는 일상생활수행을 위해 여러 가지 과제를 동시에 수행하며 균형과 보행을 유지하는 능력이 필요함에도 불구하고 뇌졸중 환자의 훈련은 주로 단일 과제 형태로 이루어져 왔다(Kal 등, 2016). 따라서 뇌졸중 환자의 기능적 일상수행능력의 향상을 위해서는 다양한 상황에서 자동적 자세 조절을 기반으로 운동기능을 수행할 수 있는 과제로 구성해야 한다.

본 연구는 균형과 보행 능력의 향상을 위해 트레드밀 위에서 보행 훈련을 진행한 그룹과 선 자세에서 과제를 수행하는 동안 자동적으로 자세조절하는 그룹을 비교하고자 하였다. 연구 결과 균형 능력에서 대조군은 평균 4.13점의 변화를 보였고, 실험군은 7.5점의 변화량을 보였다. 실험군의 균형 능력이 대조군에 비해 유의하게 향상되었고($p < .05$), 이러한 균형 능력의 향상은 보행 변수들(보행 속도, 보폭 수, 활 보장, 이중지지기간)의

유의한 차이에 영향을 미친 것으로 사료된다. 하지만, 상지 기능의 변화를 알아보기 위해 수행한 FMA-UE에서 훈련 후 두 군 모두 유의한 향상을 보였지만($p < .05$), 두 군간 차이는 보이지 않았다($p > .05$). 이러한 결과는 본 연구가 선 자세에서 상지 과제를 수행은 하였지만, 상지 기능에 초점을 둔 과제가 아닌 자동적 자세 조절에 초점을 두었기 때문일 것이다. Kizony 등(2010)의 연구는 자세를 유지한 상태에서 물건을 고르는 과제를 통해 자동적으로 자세 조절 연습을 훈련하였다. 연구 결과 보행과 관련된 직접적인 중재가 아닌 자동적 자세 조절을 통한 중재 방법이 보행 능력의 유의한 향상을 보였다. Chen 등(2008)의 연구는 서 있는 상태에서 팔을 뻗는 과제를 반복적으로 수행하는 훈련을 수행하였는데, 연구 결과 반복 연습을 수행함으로써 환자의 균형 능력과 예측성자세조절능력이 향상되는 결과를 보였다. 기능의 향상을 위해서는 반복적인 연습을 통하여 과제에 대한 적응과 자동적 자세 조절의 통합이 필요하다. Waller 등(2012)은 선 자세에서 상지에 보조기구를 착용한 후 쥐기, 뺏기, 놓기 과제를 수행하는 동안 자세 정렬과 관련된 되먹임없이 과제를 수행하였다. 연구 결과 체중 이동의 속도, 방향 조절 능력과 균형 능력이 유의하게 향상되었다. 일상생활에서 이루어지는 자세 조절은 자동적으로 일어나는 신체의 반응이기 때문에 외적인 되먹임을 최소한으로 줄여 주변환경에 적응하는 과정이 필요하다. 위의 선행 연구들은 본 연구 결과를 지지하는 결과이다.

본 연구에서 실험군과 대조군 모두 훈련 후 균형, 보행 속도, 분당 보폭 수, 활 보장은 유의한 향상을 보였으며, 이중 지지 기간은 유의한 감소를 보였다($p < .05$). 6주간의 훈련 후 두 군간 비교에서 실험군이 대조군에 비해 모든 변수에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 상지 훈련을 시행하는 동안 자동적으로 진행된 자세 조절 연습이 신체 조절 능력의 향상에 영향을 미쳤으며, 이를 바탕으로 균형과 보행 능력의 향상에 긍정적인 효과를 준 결과로 생각된다.

지금까지의 연구들은 보행과 관련된 직접적인 과제를 수행하는 과정에서 균형과 보행 능력의 향상에 초점을 두고 진행했지만, 운동 조절과 학습의 관점에서 다

양한 과제를 통한 자동적으로 조절되는 자세 조절에 초점을 둔 과제 수행을 통한 접근 방법으로 변화를 주어야 할 것이다.

본 연구의 결과를 해석하는 데 몇 가지 제한점이 있다. 연구대상자가 적어 연구결과를 모든 뇌졸중환자에게 일반화 시키는데 어려움이 있으며, 추적조사가 이루어지지 않아 연구결과를 통해 장기적인 효과를 예측하기에 어려움을 가지고 있다. 따라서, 향후의 연구는 이러한 제한점을 보완하여 뇌졸중환자들을 대상으로 장기간의 추적 관찰을 포함한 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

최근 자동적으로 조절되는 자세 조절 훈련의 효과를 알아보는 연구들이 진행되고 있다. 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 상지 훈련이 진행되는 과정에서 자동적으로 선 자세를 조절하는 훈련이 균형 및 보행 능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였으며, 연구 결과 직접적인 균형과 보행 훈련을 시행한 트레드밀 훈련보다 선 자세에서 상지 훈련을 통한 자동적 자세 조절 훈련이 균형과 보행 능력의 향상에 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력의 향상을 위한 치료 방법을 탐구하는 치료사들에게 중요한 정보를 제공해주는 것이다. 기능 향상을 위해 사용한 자동적 자세조절훈련의 효과를 보다 명확히 설명할 수 있도록 향후 다양한 방법을 사용한 자세조절훈련에 대한 더 많은 연구들이 이루어져야 할 것이다.

References

- 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. *Clin Rehabil.* 2013;27(12):1118-25.

- Chen HC, Lin KC, Chen CL, et al. The beneficial effects of a functional task target on reaching and postural balance in patients with right cerebral vascular accidents. *Motor Control*. 2008;12(2):122-35.
- Duncan PW, Horner RD, Reker DM, et al. Adherence to postacute rehabilitation guidelines is associated with functional recovery in stroke. *Stroke*. 2002;33(1):167-77.
- Eng JJ, Chu KS, Kim CM, et al. A community-based group exercise program for persons with chronic stroke. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1271-8.
- Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, et al. The post-stroke hemiplegic patient. I. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med*. 1975;7(1):13-31.
- Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther*. 1997;77(5):517-33.
- Hosseini SA, Fallahpour M, Sayadi M, et al. The impact of mental practice on stroke patients' postural balance. *J Neurol Sci*. 2012;322(1-2):263-7.
- Huxhold O, Li SC, Schmiedek F, et al. Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain Res Bull*. 2006;69(3):294-305.
- Jang JY, Kim SY. Effects of Trunk Control Exercise Performed on an Unstable Surface on Dynamic Balance in Chronic Stroke Patients *J Korean Soc Phys Med* 2016;11(1):1-9.
- Ji SG, Nam GW, Kim MK. The Effects of Motor Dual Task Training on Balance and Gait of Subacute Stroke Patients. *J Spec Edu Rehabil Sci*. 2012;51(3):331-45.
- Kal E, Winters M, van der Kamp J, et al. Is Implicit Motor Learning Preserved after Stroke? A Systematic Review with Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016;11(12):e0166376.
- 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. *J Korean Soc Phys Med*. 2015;10(3):237-45.
- Kim JS, Kwon OH. The Effect of Arm Swing on Gait in Post-Stroke Hemiparesis. *J Korean Soc Phys Med*. 2002;7(1):95-101.
- Kizony R, Levin MF, Hughey L, et al. Cognitive load and dual-task performance during locomotion poststroke: a feasibility study using a functional virtual environment. *Phys Ther*. 2010;90(2):252-60.
- Kusoffsky A, Apel I, Hirschfeld H. Reaching-lifting-placing task during standing after stroke: Coordination among ground forces, ankle muscle activity, and hand movement. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(5):650-60.
- Lee MJ, Lee JH, Koo HM, et al. Effectiveness of Bilateral Arm Training for Improving Extremity Function and Activities of Daily Living Performance in Hemiplegic Patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017;26(5):1020-5.
- Liu-Ambrose T, Eng JJ. Exercise training and recreational activities to promote executive functions in chronic stroke: a proof-of-concept study. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2015;24(1):130-7.
- Medley A, Thompson M, French J. Predicting the probability of falls in community dwelling persons with brain injury: a pilot study. *Brain Inj*. 2006;20(13-14):1403-8.
- Morgante F, Naro A, Terranova C, et al. Normal sensorimotor plasticity in complex regional pain syndrome with fixed posture of the hand. *Mov Disord*. 2017;32(1):149-57.
- Patterson SL, Rodgers MM, Macko RF, et al. Effect of treadmill exercise training on spatial and temporal gait parameters in subjects with chronic stroke: a preliminary report. *J Rehabil Res Dev*. 2008;45(2):221-8.
- Regnaux JP, David D, Daniel O, et al. Evidence for cognitive processes involved in the control of steady state of walking in healthy subjects and after cerebral damage. *Neurorehabil Neural Repair*. 2005;19(2):125-32.

Sanford J, Moreland J, Swanson LR, et al. Reliability of the Fugl-Meyer assessment for testing motor performance in patients following stroke. *Phys Ther.* 1993;73(7):447-54.

Schinkel-Ivy A, Wong JS, Mansfield A. Balance Confidence Is Related to Features of Balance and Gait in Individuals with Chronic Stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2017;26(2):237-45.

Waller SM, Prettyman MG. Arm training in standing also improves postural control in participants with chronic stroke. *Gait Posture.* 2012;36(3):419-24.

Wang CY, Hsieh CL, Olson SL, et al. Psychometric properties of the Berg Balance Scale in a community-dwelling elderly resident population in Taiwan. *J Formos Med Assoc.* 2006;105(12):992-1000.