

자세조절훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력에 미치는 영향

방대혁 · 조혁신[†]

원광대학교 익산한방병원 물리치료실, ¹익산미소요양재활병원 물리치료실

The Effect of Postural Control Training on Balance and Walking Ability in Patients with Chronic Stroke

Dae-Hyounk 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: February 13, 2017 / Revised: February 19, 2017 / Accepted: March 20, 2017

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

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

METHODS: Eighteen chronic stroke patients were allocated equally and randomly to an experimental group (n=9) or a control group (n=9). All participants received 60 minutes of comprehensive rehabilitation treatment, the experimental group additionally received a postural control training for 30 minutes, while the control group additionally performed a treadmill training for 30 minutes. These 30-minute training sessions were held five times per week for three weeks. Balance was assessed using Berg balance scale (BBS) and walking ability (gait speed, cadence, step length, and double limb support) 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 measured outcomes ($p < .05$). The experimental group exhibited greater improvement in the gait speed ($p = .01$; 95% CI .08-.16), cadence ($p = .04$; 95% CI .34-4.79), step length ($p = .02$; 95% CI 1.50-5.17), double limb support period ($p = .04$; 95% CI -2.18 to -.14), and BBS ($p = .01$; 95% CI 1.04-6.74) compared to the control group.

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

Key Words: Balance, Postural control training, Stroke, Walking

[†]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.

I. 서론

뇌졸중은 뇌 혈관의 손상으로 신경학적 결손을 보이며, 이와 관련된 신체의 운동, 감각, 지각, 언어 기능 등의 장애를 유발한다(Bang과 Cho, 2016). 뇌졸중 환자

는 대부분 근력 약화, 자세 조절 능력과 협응 능력 등의 감소로 독립적인 생활 능력을 감소와 이차적인 기능의 저하를 유발한다(Verheyden 등, 2006).

뇌졸중 환자의 일반적인 특징으로 신체의 좌우 비대칭, 자세 동요의 증가, 체중 지지 능력의 감소 등으로 균형 능력의 제한을 보인다(Kong 등, 2015). 균형 능력은 앉은 자세, 앉은 자세에서 선 자세, 보행 등과 같은 다양한 기능적인 과제 수행을 위해 매우 중요한 요소이다(Kim 등, 2015). 뇌졸중 환자의 감소된 균형 능력은 낙상과 밀접한 관련이 있으며, 독립적인 보행을 어렵게 만든다(Kim 등, 2015). 뇌졸중 환자의 80%는 비-환측으로 체중의 대부분을 지지한 상태로 일상생활을 수행하며, 이러한 현상은 보행 중 입각기의 체중 지지 능력을 감소시켜 신체 정렬과 자세조절능력에 문제를 일으킨다(Bayouk 등, 2006). 비대칭적인 체중 지지는 환자의 심리적 불안감을 증가시켜 독립적인 일상생활을 제한하며, 보호자나 간병인의 도움에 의존하는 삶을 살게 한다(Kawanabe 등, 2007). 또한, 비대칭적인 보행 형태는 뇌졸중 환자의 보상 전략 중의 하나이며, 이러한 보상 전략은 기능 회복의 제한 요소로 작용한다(Rojhani-Shirazi 등, 2015). 따라서, 뇌졸중 이후 대칭적 체중 분포와 균형 능력의 향상을 위한 접근방법은 독립적인 일상 수행과 부가적인 문제를 해결하기 위한 중요한 문제이다(Cheng 등, 2004).

현재 임상에서 뇌졸중 환자의 균형과 비대칭적인 자세의 향상을 위한 접근 방법으로 등속성 체간 훈련, 근력 강화 운동, 체간 안정화 훈련, 시각 되먹임 훈련 등이 적용되고 있다(Pollock 등, 2007). 최근에는 환자의 능동적 참여와 다양한 자세를 반복적으로 연습함으로써 동기를 부여하고, 과제 훈련을 통한 무의식적인 자세조절능력의 초점에 맞춘 반복적 자세변화를 통한 자세조절훈련방법이 연구되고 있다(Gandolfi 등, 2016). 운동 학습에 기초한 이 방법은 환자에게 다양한 위치에서 반복적으로 자세변화를 통한 자세조절 능력을 향상시키는 방법으로, 단순한 동작의 반복을 통한 자세조절 능력의 습득이 아닌 다양한 자세변화를 통한 기능의 향상에 초점을 둔다(Pollock 등, 2007).

뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력의 향상을 위한 다양

한 연구들이 제시되고 있으나, 환자가 다양한 위치에서 자세 변화를 직접 경험하고, 각 자세에 필요한 요소들을 반복적으로 연습한 연구 결과는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자에게 누운 자세, 앉은 자세, 선 자세의 다양한 위치에서 반복적인 자세변화를 통한 자세조절훈련을 적용하여 균형과 보행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 뇌졸중으로 진단을 받은 후 6개월 이상 경과한 자로서, I시 소재 W병원에서 입원 치료를 받고 있는 18명의 편마비 환자를 대상으로 실시하였다.

연구에 참여한 대상자의 선정기준은 균형에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하지 않는 자, 연구자가 지시하는 내용을 잘 이해하고 따를 수 있는 인지 능력이 있는 자, 급성 근골격계 질환이나 통증이 없는 자, 중등도의 보조로 앉은 자세에서 옆으로 누운 자세가 가능한 자, 보조 없이 앉은 자세에서 10초 이상 유지 가능한 자, 보행 속도가 4m/s 이상인 자로 하였다. 뇌졸중 이외의 다른 신경학적 또는 정형외과적 문제가 있는 자는 연구 대상에서 제외하였다.

대상자 선정 및 제외 조건의 선별 과정을 통해 최종적으로 선정된 대상자는 총 18명이었다. 18명을 대상으로 반복적 자세 변화를 통한 자세조절훈련을 실시하는 실험군 9명, 트레드밀 위 보행훈련을 실시하는 대조군 9명으로 무작위 할당되었다. 무작위 방법은 밖에서 안이 보이지 않는 상자 안에 숫자를 적어 넣은 쪽지를 뽑아 1-9번까지는 실험군, 10-18번까지를 대조군으로 할당하였다.

2. 중재 방법

모든 대상자는 운동치료와 작업치료를 1일 60분 받았으며, 추가적으로 실험군은 다양한 위치에서 자세변화를 통한 자세조절훈련을, 대조군은 트레드밀 위에서 보행 훈련을 각 30분씩 주 5회, 총 3주간 실시하였다. 실험군은 1주차는 1단계, 2주차는 2단계, 3주차는 3 단

계의 운동프로그램을 실시하였다.

1) 자세조절훈련

자세조절훈련은 다양한 위치에서 반복적 자세변화를 3단계와 15개의 하위 영역으로 구성되어있다(Table 1). 1단계는 누운 자세에서 도구 사용 없이 수행하는 6개의 하위 운동프로그램으로 구성되어 있으며, 2단계는 앉은 자세에서 수행하는 4개의 하위 운동프로그램, 3단계는 선 자세에서 치료적 공이나 발판을 이용하여 수행하는 5개의 하위 운동프로그램을 구성되어 있다 (Park 등, 2013).

2) 트레드밀 보행 훈련

트레드밀 보행 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. 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 잡도록 되어있으며, 전방계기판과 거리가 일정거리 벌어지면 멈추게 설계된 탈/부착 센서가 달린 고리가 연결되어 있다. 훈련이 시작되기 전 5분 정도 간단한 스트레칭을 실시하였으며, 훈련이 끝난 후 심호흡과 간단한 스트레칭으로 훈련을 마무리하였다(Bang 등, 2013).

3. 측정 방법

1) 보행 변수 측정

보행의 시간적, 공간적 변수를 분석하기 위하여

Table 1. Postural control training program in various position

Training in a lying position	
Stage 1	1. Exercise for stability of pelvis/lower extremity in supine position. 2. Exercise for upper trunk rotation with upper extremity movement during change in body position from supine to sidelying. 3. Exercise for pelvic postural tone in a sideling position. 4. Exercise for pelvic stability and dynamic stability in a sidelying position. 5. Exercise for pelvic stability and lower extremity with dynamic stability in a sidelying to sitting. 6. Exercise for upper trunk stability during change in body position from sidelying to sitting.
Training exercise in a sitting position	
Stage 2	1. Exercise for trunk and pelvis during change in body position from sidelying to sitting. 2. Exercise for lower trunk and pelvis during change in body position from sitting to standing. 3. Exercise for pelvis and trunk during change in body position from sitting to standing. 4. Exercise for lower extremity during change in body position from sitting to standing.
Training exercise in a standing position	
Stage 3	1. Exercise for balance of lower extremity in a standing position. 2. Exercise for postural tone with weight bearing during change in body position from standing to walking. 3. Exercise for weight transfer and shock absorption of paretic side on the initial contact phase to mid-stance phase. 4. Exercise for paretic side during change in body position from initial contact phase of paretic side to swing phase of non-paretic side.

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. 대상자는 실험 과정에 대하여 충분히 설명을 듣고, 연습을 통해 정확한 검사가 진행될 수 있도록 하였다. 대상자들은 보행판 전방 5m 지점에서 측정자의 구두 신호를 듣고 보행을 시작하였으며 보행판을 5m 정도를 지나 정지하도록 하였다. 수집된 시간적, 공간적 변수에 대한 정보는 GAITRite GOLD software로 처리를 하였다(Hwang-Bo 등, 2004).

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).

4. 자료 분석

측정된 자료는 윈도우용 SPSS ver. 18.0을 이용하여 통계 처리하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를

이용하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 정규성 검정을 위하여 샤피로-윌크(Shapiro-Wilk) 검정 방법을 실시하였다. 각 군에서 훈련 전과 후의 차이를 비교하기 위해 대응표본 t-test을 실시하였다. 두 군에서 치료 중재 전과 후 시점 별 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-test을 실시하였다. 통계적 검증을 위한 유의 수준은 .05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

두 군간 일반적인 특성인 성별, 마비 부위, 손상 요인, 발병 기간, 나이, 신장, 체중, 인지 능력의 모든 변수에서 유의한 차이가 없었으며($p>.05$), 연구대상자들의 일반적인 특성은 Table 2와 같다.

2. 균형 능력의 변화

균형 능력을 측정하기 위해 사용한 버그균형척도 결과 실험군과 대조군 모두 군내 비교에서 유의하게 향상되었다($p<.05$). 군간 비교시 실험군이 대조군에 비해 중재 후 유의한 향상을 보였다($p<.05$)(Table 3).

3. 시공간적 보행 변수 변화

보행 속도, 분속 수, 활 보장, 이중지지율을 측정할 결과 실험군과 대조군 모두 군내 비교에서 유의하게 향상되었다($p<.05$). 군간 비교 시 모든 변수에서 실험군이 대조군에 비해 중재 후 유의한 차이를 보였다($p<.05$)(Table 3).

Table 2. Characteristics of participants

Variables	Experimental group (n=9)	Control group (n=9)	p
Sex (male/female)	4/5	5/4	.64
Side of stroke (right/left)	3/6	4/5	.63
Type of stroke (hemorrhage/infarction)	6/3	5/4	.63
Time after stroke (months)	8.49 (2.17) ^a	7.95 (1.85)	.14
Age (years)	61.53 (7.18)	59.91 (5.35)	.21
Height (cm)	162.18 (8.34)	164.48 (9.46)	.36
Weight (kg)	65.25 (8.46)	67.54 (7.82)	.47
MMSE (scores)	26.39 (1.07)	26.57 (1.32)	.58

^a Mean (SD)

Table 3. Outcome measurements (N = 18)

Variables	Experimental group (n=9)		Control group (n=9)		Between groups p-values (95% CI)
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
Gait parameters					
Gait speed (m/s)	.46 (.03) ^a	.63 (.03) ^{**†}	.45 (.04)	.51 (.04) [*]	.01 (.08-.16)
Cadence (steps/min)	62.13 (2.66)	67.39 (2.57) ^{**†}	62.68 (2.33)	65.17 (2.57) [*]	.04 (.34-4.79)
Step length (cm)	30.51 (2.64)	35.75 (2.31) ^{**†}	30.49 (1.36)	32.42 (1.19) [*]	.02 (1.50-5.17)
Double limb support period (%)	36.08 (2.33)	31.90 (1.32) ^{**†}	35.01 (1.09)	32.95 (1.03) [*]	.04 (-2.18 to -.14)
BBS (scores)	41.00 (3.16)	48.78 (2.91) ^{**†}	41.11 (2.76)	44.89 (2.80) [*]	.01 (1.04-6.74)

^a Means (SD); ^{*} Significant difference with groups; [†] Significant difference between groups.
Abbreviations: CI, confidence interval; BBS, Berg balance scale.

IV. 고찰

뇌졸중 환자의 독립적인 생활을 위해서는 보행 능력의 향상은 필요하며, 임상에서 중요한 치료목표이다. 그러므로 임상현장에서 치료의 효율성을 높이기 위한 중재 방법에 대한 연구들이 지속적으로 연구되어야 한다. 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 다양한 위치에서 반복적 자세 변화를 이용한 자세조절훈련을 통해 균형 및 보행 능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 시행되었다. 본 연구 결과 다양한 위치에서 자세 변화를 이용한 자세조절훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 능력의 향상에 보다 효과적인 것으로 나타났다.

뇌졸중은 근육의 선택적 수축 능력의 감소, 고유수용성감각의 손상, 균형 능력의 감소 등으로 인하여 자세조절능력이 저하되며, 이로 인해 기능적 과제 수행의 제한을 경험하게 된다(Dickstein과 Abulaffio, 2000). 다양한 위치에서 반복적 자세 변화를 통한 자세조절훈련은 누운 자세, 앉은 자세, 선 자세에서 신체 전반적인 근육의 사용, 대칭적인 신체 정렬, 자세조절능력의 향상을 초점을 두는 운동방법이다(Lee 등, 2014). Lee 등(2014)은 21명의 뇌졸중 환자에게 자세 변화를 통한 자세조절훈련을 실험군과 대조군으로 각각 10명과 11명으로 나누어 시행하였다. 4주 후 실험군은 대조군에 비해 균형 능력과 보행 변수(보행 속도, 분당 보폭 수,

활 보장)이 유의하게 향상되었다고 보고 하였다. 이는 자세조절훈련이 균형과 보행 능력의 향상에 긍정적 효과가 있음을 제시한다. 본 연구에서 사용한 다양한 위치에서 연습한 자세 변화는 뇌졸중 환자가 보이는 신체의 비대칭과 사용 빈도의 감소로 인하여 근력의 불균형, 균형 능력의 감소, 예측성자세조절 능력 등의 향상을 위하여 난이도를 주 별로 구분하여 적용하였다(Park 등, 2013).

균형 능력은 기능적인 과제를 수행하는 동안 필수적인 요소이며, 독립적인 보행과 밀접한 관련이 있다(Bang 등, 2013). 대부분의 뇌졸중 환자는 서 있는 상태에서 비마비측으로 60~90%의 체중지지를 하는 비대칭적인 체중 지지 분포를 보인다(Sackley, 1991). 본 과제에서 누운 자세, 앉은 자세, 선 자세에서 좌/우 모두 과제를 수행함으로써 뇌졸중 환자들이 보이는 비대칭적인 자세의 조절 능력을 향상시키려고 하였다. 본 연구에서 균형 능력의 변화를 알아보기 위해 사용한 BBS에서 실험군은 41.00점에서 48.78점으로 향상을 보였고, 대조군은 41.11점에서 44.89점으로 향상을 보였지만, 실험군이 대조군보다 유의한 향상을 보였다(p<.05). BBS에서 독립적이고 안전한 보행을 하기 위해서는 45점 이상 되어야지만(Medley 등, 2006), 실험군만 그 기준을 충족시키는 변화를 가져왔다. 실험군은 다양한 자세의 변화에서 근육들을 반복적으로 사용하였고, 이는

단순한 트레드밀 위에서 보행 훈련만 진행하였던 대조군에 비해 신체 전반적인 근육의 근력과 조절 능력의 향상이 BBS점수의 향상에 영향을 미친 것으로 생각된다. 위의 결과를 바탕으로 본 연구에서 사용한 다양한 위치에서 자세 변화를 통한 자세조절훈련은 균형 능력의 향상에 효과적인 방법으로 생각된다.

보행 능력의 향상은 뇌졸중 환자의 큰 목표이며 지역사회로의 참여를 위한 가장 중요한 요소 중 하나이다 (Bang과 Cho, 2016). 보행 능력의 향상은 보행 속도, 분당 보폭 수, 활 보장 등의 변수들의 변화와 관련이 있으며, 이러한 변수들의 향상을 위해서는 근력과 균형의 향상이 필요하다(Yang 등, 2007). 중추신경계 손상 환자들은 일정 수준의 보행 속도에 이르면 보행 능력의 향상에 정체가 오지만, 안전한 보행과 사회참여를 위해 지속적인 보행 능력의 향상을 위한 노력이 필요하다 (Bang 등, 2013). 보행 속도와 분당 보폭 수의 변화는 환측으로 체중 이동 능력과 밀접한 관련이 있다(Bang과 Shin, 2016). 본 연구에서 수행한 자세조절훈련은 선 자세에서 양쪽 방향 모두에서 골반, 하지 안정성과 체중 이동 능력을 연습하는 과제가 포함되어 있다. 이러한 과제를 반복적으로 연습함으로써 비대칭적인 신체 정렬과 체중 부하 능력의 향상에 영향을 미쳤을 것이다. 또한, 본 연구의 결과는 10명의 만성 뇌졸중 환자에게 환측으로 체중 이동 훈련 후 보행 능력의 향상을 보고한 Andersson과 Franzen (2015)의 연구결과와 유사하며, 다양한 위치에서 자세 변화를 훈련함으로써 신체의 안뜰기관, 몸감각, 고유수용성 감각 등의 통합을 통한 기능의 향상에 영향을 주었다고 생각된다.

본 연구의 결과는 단순본 연구의 대상자들의 보행 속도는 .4 m/s 이상인 자로 선정하였는데 본 연구의 주된 결과는 자세조절훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력에 긍정적인 효과를 보인 것이다. 중재 전과 후의 비교에서 트레드밀에서 훈련한 대조군과 자세조절훈련을 시행한 실험군 모두에서 균형 능력을 평가하기 위해 시행한 BBS와 보행 변수들에서 유의한 향상을 보였으며, 실험군과 대조군의 비교에서 실험군이 대조군에 비해 모든 변수들에서 유의한 차이를 보였

다($p<.05$). 뇌졸중 환자들은 퇴원 후 가정과 지역사회로 복귀를 위해 다양한 움직임과 조절능력이 요구되는데, 단순히 하나의 문제에 초점을 맞추어 접근하기 보다는 기능적 과제 수행에 필요한 전반적인 능력의 향상과 다양한 상황에서 자세 변화를 연습함으로써 달성될 수 있다(Eng과 Chu, 2002). 본 연구에서 사용한 자세조절 훈련은 다양한 위치에서 자세 변화를 반복적으로 연습하여 비대칭적인 신체 정렬과 근력의 불균형의 향상, 다양한 감각의 경험 등을 통한 움직임의 학습이 일어난다(Lee 등, 2014).

본 연구의 제한점은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 적은 대상자와 단기간의 중재로 연구결과를 모든 뇌졸중환자들에게 일반화시키기에는 제한이 있다. 또한, 추적관찰이 이루어지지 않아 장기간의 훈련 효과를 알 수 없다. 향후 이러한 점을 더욱 보완하여 뇌졸중 환자의 균형과 보행 향상을 위한 연구가 진행된다면 자세조절 훈련의 효과를 더욱 분명하게 입증할 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 자세조절훈련이 균형과 보행 능력에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 자세조절훈련을 실시한 실험군과 트레드밀 위에서의 보행 훈련을 실시한 대조군 모두 균형과 보행능력에서 향상을 보였고, 자세조절훈련은 균형과 보행 능력의 향상에 더 효과적이었던 것으로 나타났다. 자세조절훈련은 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력의 향상에 도움을 줄 수 있으며 만성 뇌졸중 환자의 효과적인 운동 중재 방법의 하나로 적용 될 수 있을 것이라 생각된다.

References

- Andersson P, Franzen E. Effects of weight-shift training on walking ability, ambulation, and weight distribution

- in individuals with chronic stroke: a pilot study. *Top Stroke Rehabil.* 2015;22(6):437-43.
- Bang DH, Cho HS. Effect of body awareness training on balance and walking ability in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(1):198-201.
- Bang DH, Shin WS. Effects of robot-assisted gait training on spatiotemporal gait parameters and balance in patients with chronic stroke: A randomized controlled pilot trial. *NeuroRehabilitation.* 2016;38(4):343-9.
- 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.
- Bayouk JF, Boucher J, Pleroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res.* 2006;29(1):51-9.
- Cheng PT, Wang CM, Chung CY, et al. Effects of visual feedback rhythmic weight-shift training on hemiplegic stroke patients. *Clin Rehabil.* 2004;18(7):747-53.
- Dickstein R, Abulaffio N. Postural sway of the affected and nonaffected pelvis and leg in stance of hemiparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(3):364-7.
- Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(8):1138-44.
- Gandolfi M, Geroïn C, Ferrari F, et al. Rehabilitation procedures in the management of postural orientation deficits in patients with poststroke pusher behavior: a pilot study. *Minerva Med.* 2016;107(6):353-62.
- Hwang-Bo G, Kim BJ, Bae SS. Study on the Gait Characteristics in Knee Osteoarthritis Patients with GAITRite System Analysis. *J Kor Phys Ther.* 2004;16(1):113-24.
- Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, et al. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio J Med.* 2007;56(1):28-33.
- 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.
- Kong HN, Bang DH, Shin WS. Effect of Balance Training on Different Support Surface on Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke. *J Korean Soc Phys Med.* 2015;10(3):275-83.
- Lee CH, Kim YM, Lee BH. Augmented reality-based postural control training improves gait function in patients with stroke: Randomized controlled trial. *J Hong Kong physiother.* 2014;32:51-7.
- 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.
- Park YH, Lee CH, Lee BH. Clinical usefulness of the virtual reality-based postural control training on the gait ability in patients with stroke. *J Exerc Rehabil.* 2013;9(5):489-94.
- Pollock A, Baer G, Pomeroy V, et al. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;24(1):CD001920.
- Rojhani-Shirazi Z, Amirian S, Meftahi N. Effects of Ankle Kinesio Taping on Postural Control in Stroke Patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2015;24(11):2565-71.
- Sackley CM. Falls, sway, and symmetry of weight-bearing after stroke. *Int Disabil Stud.* 1991;13(1):1-4.
- Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil.* 2006;20(5):451-8.
- 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.

Yang YR, Chen YC, Lee CS, et al. Dual-task-related gait changes in individuals with stroke. Gait Posture. 2007;25(2):185-90.