PNF and Movement, 2017; 15(1): 77-84
https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2017.15.1.77

Print ISSN: 2508-6227
Online ISSN: 2508-6472

Original Article

Open Access

앉고 일어서기 동작에서 점진적 체중 이동을 이용한 시각적 되먹임 훈련이 만성 편마비 환자의 균형 및 보행능력에 미치는 영향

김경환† · 박성훈 · 김형민 · 박노욱 · 김다연[1]
보니파시오병원 재활센터, [1]대구대학교 물리치료학과

Effect of Visual Feedback Training for Gradual Weight Shift in the Sit-to-stand Training on the Balance and Walking Abilities of Chronic Hemiplegia Patients

Kyung-hwan Kim† · Sung-hoon Park · Hyung-min Kim · Noh-wook Pak · Da-yeon Kim[1]
Bonifacio Hospital Rehabilitation Center
[1]Department of Physical Therapy, Daegu University

Received: February 3, 2017 / Revised: February 28, 2017 / Accepted: February 28, 2017
ⓒ 2017 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: This study aimed to investigate the effect of visual feedback training—for gradual weight shift in sit-to-stand training—on the balance and walking abilities of chronic hemiplegia patients.

Methods: Twenty patients with chronic hemiplegia volunteered to participate in this study. The experimental group received visual feedback for gradual weight shift in the sit-to-stand training, while the contrast group followed the standard process for the sit-to-stand training. The evaluation of the balance and walking ability was conducted with the functional reach test (FRT), Berg balance scale (BBS), five time sit-to-stand (FTSTS) test, timed up and go (TUG) test, 10 m walk test (10MWT), balancia, activities-specific balance confidence (ABC) scale, and falls efficacy scale (FES).

Results: In the results before and after intervention, there was a significant difference in TUG, 10MWT, ABC, and FES in the visual feedback training group ($p < 0.05$). In the control group, there was a significant difference in the 10MWT and ABC ($p < 0.05$). Also, in the evaluation of the postural fluctuations, the control group data showed a significant increase in Covar. The visual feedback group showed a significant difference in the W average.

Conclusion: The visual feedback training group showed some improvement in terms balance and walking ability and on the ABC scale and FES. Therefore, if the diagonal progressive weight bearing exercise is combined with the various patterns and basic principles of PNF, it may be a more efficient intervention method.

Key Words: Sit to stand, Weight shift, Visual feedback, Balance, Walking

†Corresponding Author : Kyung-hwan Kim (ejptkh@hanmail.net)

Ⅰ. 서 론

뇌혈관 질환으로 인한 뇌졸중은 높은 발생빈도와 국내 사망원인 중 하나로 노인의 활동과 참여를 제한하는 원인 중 하나이다(Feigin et al., 2003). 또한 뇌 손상 부위와 정도에 따라 많은 장애를 유발하는데, 일반적인 특징은 좌우 불균형으로 비대칭적인 자세와 중심 유지 능력의 감소, 정위반응과 평형반응 결여 등이 있다(Ikai et al., 2003). 이러한 균형 상실과 비정상적인 근 긴장 및 움직임 전략 등으로 인해 운동조절에 있어 심각한 문제를 가져오게 된다(Shumway-Cook & Woollacott 2016). 또한 뇌졸중 환자의 비정상적인 균형조절은 마비 측으로 체중을 옮기는 능력 저하로 인해 기능적 활동을 영위하는데 있어서 불편과 어려움을 가지게 된다(Kim et al., 2009). 결국 자세를 유지하거나 걷기(walking)에 불편함을 초래하게 되고 나아가 일상생활활동(activities of daily living, ADL) 수행에 어려움이 발생되며, 이로 인해 흔히 낙상이나 신체적 손상, 기능장애 및 사망을 초래할 수도 있다.

Lomaglio와 Eng (2005)의 연구에 의하면 뇌졸중 환자들은 일어서기 동작을 독립적으로 수행하지 못하거나 비대칭적 혹은 느리게 수행하는 양상을 보인다고 밝혔다. 또한 균형과 자세조절의 능력 향상은 뇌졸중 환자의 독립적인 보행에 매우 중요한 요소 중 하나이며(Balasubramanian et al., 2007), 자세조절에 문제를 가진 대상자들에게 효과적인 접근법은 적절한 체중부하를 통한 서기 균형의 안정성과 보행능력의 증진을 위해 매우 중요하다(Huxham et al., 2001). 따라서 앉고 일어서기(sit to stand, STS) 동작은 일상생활에서 많이 수행되는 움직임으로 앉은 자세로부터 다른 자세로의 전환, 걷기에서 방향전환과 계단 오르내리기 등과 같은 일상생활활동을 위해 먼저 선행되어야 하는 중요한 움직임이다(Demura et al., 2003).

편마비 환자의 자세 조절 능력을 향상시키기 위해 선행된 연구들에서는 시각적 되먹임(visual feedback) 치료에 초점을 두고 있으며(Hocherman et al., 1984; Shumway-Cook et al., 1988; Van Peppen et al., 2006; Walker et al., 2000), 부가적인 시각 정보는 환자들이 공간에서의 신체 전위(displacement)와 정위(orientation)를 더욱 잘 깨달을 수 있도록 도와줄 수 있다고 하였다(Rougier & Boudrahem, 2010; Van Peppen et al., 2006). Laufer 등(2003)의 연구에 따르면, 자세조절과 체중분배 훈련을 위한 시각적 되먹임 훈련은 일반적인 체중부하 훈련보다 균형 조절 장애를 가진 대상자의 자세조절에 매우 중요한 역할을 한다고 하였다. 게다가 되먹임 훈련은 뇌졸중 환자에게 신체의 움직임과 공간 관계를 파악하여 균형 및 기능에 효과적이라는 연구가 보고되고 있다(Yavuzer et al., 2006). 이와 같이 되먹임 훈련은 치료사의 감독 하에 대상자 스스로 연습하고 의도한 동작을 성취한 것에 대한 만족감을 줄 수 있어 독립적인 수행력 향상에 도움을 줄 수 있다고 하였다(Janet & Shepherd, 2010).

따라서 본 연구의 목적은 앉고 일어서기 동작 훈련 시 점진적 체중 이동을 이용한 시각적 되먹임이 만성 편마비 환자의 균형 및 보행능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 대전광역시 B 병원에 입원 중인 만성 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 하였으며, 실험 전 모든 대상자는 연구의 내용을 충분히 이해하고 연구 동의서로 작성하였다.

대상자 선정기준은 뇌졸중 발병기간이 6개월 이상인 자, 보조도구를 이용하거나 이용하지 않고 독립적으로 10m 이상 보행이 가능한 자, 시각적 유도에 이상이 없는 자, 한국형 간이 정신상태 검사(mini-mental status examination-Korean version, MMSE-K)에서 24점 이상인 자 그리고 근육 뼈대계 질환이나 심폐 호흡계 질환이 없는 자로 하였다. 대상자 선정 후 무작위 난수표 방식을 통해 점진적 체중 이동을 위한 앉고 일어서기 시 시각적 되먹임 훈련을 적용한 실험군 10명과

일반적인 앉고 일어서기 훈련을 적용한 대조군 10명을 각각 배정하였다.

2. 측정방법 및 도구

1) 균형 능력 평가

균형 능력 평가를 위한 임상평가 도구로써 기능적 팔 뻗기 검사(functional reach test, FRT)와 버그균형척도(Berg balance scale, BBS), 5회 앉고 일어서기 검사(five times sit to stand test, FTSTS), 일어나 걷기 검사(timed up and go test, TUG)를 실시하였으며, 모든 데이터는 연속 3회 측정값의 평균을 사용하였다.

2) 보행 능력 평가

보행 능력 평가를 위해 10m 보행 평가(10m walk test)를 실시하였으며, 연속 3회 측정값의 평균을 사용하였다.

3) 자세동요의 정량적 평가

일어서기 동안 자세동요의 정량적 평가를 위해 Balancia (Mintosys, Korea) 프로그램(version 2.0)을 이용하였다. 측정 방법은 압력판 위에 양 발을 편하게 놓고 비 마비 측 팔로 마비 측 팔을 교차되게 잡은 후, 눈을 뜬 상태로 앉은 자세에서 일어서기까지 걸리는 시간을 측정하였으며, 3번 측정된 평균값을 이용하였다. 모든 데이터는 100Hz로 샘플링 하여 추출하였다(Yang et al., 2016).

4) 균형에 대한 자신감 척도와 넘어짐의 자기 효능감 척도 평가

균형에 대한 불안감 정도를 측정하기 위해 활동특이적 균형 자신감 척도(activities-specific balance confidence, ABC scale)와 넘어짐의 자기 효능감 척도(falls efficacy scale, FES)를 이용하였다(Powell & Myers, 1995).

3. 실험 절차

1) 점진적 체중 이동을 위한 앉고 일어서기 시 시각적 되먹임 훈련군

점진적 체중 이동을 위한 앉고 일어서기 시 시각적 되먹임 훈련을 적용한 실험군은 앉은 자세에서 발바닥의 위치와 거울에 복장뼈의 검상돌기(xiphoid process)를 기준으로 1m 앞의 전신거울에 중심선을 표시하고 선 자세에서 검상돌기 지점의 수평선을 표시한 후 마비 측으로 최대한 이동할 수 있는 중심이동의 한계 지점을 설정하였다. 또한 앉은 자세에서의 거울에 비친 검상돌기의 중심과 선 자세에서의 중심 이동 한계 지점과 연장선을 표시하였으며, 시각적 되먹임 유도를 위해 환자의 검상돌기에 레이저 포인트를 장착 후 앉고 일어서기 동작 시 레이저 포인트가 연장선을 따라 이동할 수 있도록 유도하였다.

2) 일반적인 앉고 일어서기 훈련을 적용한 대조군

대조군은 몸통과 팔의 보상작용이 일어나지 않도록 비 마비 측의 손으로 마비 측 손을 교차되어 잡게 하고 치료사의 구두지시에 따라 일반적인 앉고 일어서기 훈련을 실시하였다.

모든 대상자는 등받이와 팔걸이가 없는 높낮이 조절이 가능한 테이블에 걸터앉아 발이 바닥에 닿은 상태에서 무릎관절 105° 굽힘, 발목관절 10° 발등 굽힘 되도록 조절하였다.

모든 대상자는 병원에서 제공되는 일반적인 물리치료를 동일하게 실시한 후 추가적으로 실험군은 시각적 되먹임 정보를 통한 앉고 일어서기 운동을 수행하였으며, 대조군은 치료사의 중재에 따른 일반적인 앉고 일어서기 운동을 수행하였다. 중재기간은 총 4주, 주 5회, 회당 30분, 1 set 10회, 각 5 set를 시행하였다.

4. 자료 분석

본 연구의 통계처리를 위해 SPSS ver. 22.0 for MAC (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며, 연구대상자의 일반적인 특성은 기술통계와 빈도분석을 사용

하였고, 정규성 검정을 위해 샤피로-윅크(Shapiro-Wilk test)를 실시하였다.

시각적 되먹임 훈련에 따른 집단 간 차이를 비교하기 위해 독립표본 T-test와 중재 적용 전・후 비교를 위해 대응표본 T-test를 사용하여 결과 분석하였다. 통계적 유의수준은 α =0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 점진적 체중 이동을 위한 시각적 되먹임 훈련군 10명과 일반적인 앉고 서기 대조군 10명, 총 20명이 참가하였으며, 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같으며 두 군 간에 유의한 차이는 없었다.

Table 1. General Characteristics of Participants

	Visual feedback group (n=10)	Control group (n=10)
Gender		
Male	5(50%)	7(70%)
Female	5(50%)	3(30%)
Age (yr)	61.50±7.17[a]	58±14.99
Height (㎝)	165.20±8.12	163.60±11.46
Weight (㎏)	67.50±4.50	62.50±9.86
Type of stroke		
Cerebral ischemic	6(60%)	7(70%)
Cerebral hemorrhagic	4(40%)	3(30%)
Side of hemiparesis		
Left	5(50%)	5(50%)
Right	5(50%)	5(50%)
MMSE-K	25.90±1.79	26.10 ± 2.56
Use of assistive device		
No walking aid	4(40%)	4(40%)
Walking aid	6(60%)	6(60%)
Ankle-foot orthosis	3(30%)	0

Mean±SD[a]

2. 중재 전・후 균형 능력 평가 결과

중재 전・후 균형 능력 평가에 대한 결과 값은 Table 2와 같이 나타났다. 시각적 되먹임 훈련군에서는 TUG, 10MWT, ABC, FES 항목에서 중재 결과 유의한 차이가 있었으며(P<0.05), 대조군에서는 10MWT, ABC 항목에서 중재 결과 유의한 차이가 있었다(P<0.05). 하지만 그룹 간 통계적 유의성은 없었다.

3. 중재 전・후 자세동요의 정량적 평가 결과

일어서기 동안 자세동요의 정량적 평가의 결과 값은 Table 3과 같이 나타났다. 그 결과 시각적 되먹임 훈련 실험군에서 대조군보다 전반적으로 안정적인 결과가 나타났으나 통계적 유의성은 없었다. 하지만 좌・우측 평균지지율(W Average)에서 통계적 유의성은 있었지만 그룹 간의 비교에서 통계적 유의성은 없었다. 대조군에서는 압력중심점의 좌표값(Covar)에서 유의한 차이가 나타났으며, 그룹 간 비교에서 유의한 차이를 보였다.

Table 2. Comparison of walking and balance ability intervention results between two groups

	Visual Feedback group (n=10)	Control group (n=10)	*t*	*p*
FRT	19.24±7.36[a]	18.05±8.47	0.33	0.37
BBS	46.40±6.04*	49.00±25.95	-0.31	0.38
FTSTS	15.89±4.43	15.24±8.32	0.22	0.42
TUG	23.01±12.39*	29.49±20.76	-0.85	0.20
10MWT	20.19±11.90*	25.48±20.00*	-0.72	0.24
ABC	692.00±456.24*	844.00±396.91*	-0.80	0.22
FES	48.70±23.60*	45.10±25.26	0.33	0.37

Mean±SD[a], *p<0.05

Ⅳ. 고 찰

균형은 체중을 지지한 상태에서 넘어짐 없이 자세를 지지할 수 있는 능력으로, 균형 조절은 감각 능력과 운동 능력의 복합적인 결과이다(Laufer et al., 2003). 뇌졸중 환자는 균형 조절의 어려움으로 인하여 일상생활활동에 있어서 많은 장애를 나타내고, 운동 능력 상실 및 가동성 소실이 나타난다. 따라서 뇌졸중 환자의 재활치료에 있어 가장 중요한 훈련 목표는 독립적인 활동 수행과 보행에 있으며, 보다 수월한 보행 기능을 위해서는 선 자세에서의 균형 능력과 자세 조절이 우선되어야 한다(Patterson et al., 2007). 따라서 중력 환경에서 균형 유지 능력은 재활의 주된 관점 중 하나이며, 움직임은 안정성 유지 능력 없이는 불가능하기 때문에 운동 시스템이 손상되었을 때 낙상으로 나타나게 된다(Janet & Shepherd, 2010).

안정적으로 일어서기 동작을 수행하기 위해서는 충분한 관절 회전력, 좁아진 지지면에서 압력중심을 안정적으로 이동시키는 능력, 그리고 환경에 따라 일어나는 전략을 수정하는 능력이 필요하다(Shumway-Cook & Woollacott, 2016). 특히 일어서기 동작 중 엉덩이 떼기 시기는 등 근육과 엉덩관절 폄근을 이용한 굽힘 모멘트를 조절하면서 동시에 좁은 지지면으로 압력 중심을 이동시키는 시기로써 뇌졸중 환자들은 신체 평형을 유지하기가 매우 어렵다(Schultz et al., 1992).

안정적 한계(limit of stability)는 스스로 체중을 최대로 움직일 수 있는 거리로써 정의되며, 편측 마비는 좁은 지지면에서 안정적 한계의 감소를 야기할 수 있으며(Geiger et al., 2001), 뇌졸중 환자에서 낙상위험을 높이는 동작일 수 있다(Riley et al., 1997).

넘어짐에 대한 공포뿐만 아니라, 균형을 유지하기 위한 능력에 있어서 감소된 자신감은 추가적인 넘어짐의 위험을 줄이기 위해 활동제한과 회피행동과 관련이 있음을 보여주었다(Delbaere et al., 2004; Deshpande et al., 2008). 감소된 자기 효능감과 관련된 활동 제한은 장애에 대한 위험 증가와 신체 기능의 쇠퇴를 예측하는데 있어 중요한 요인임을 나타낸다고 하였다(Delbaere et al., 2004; Deshpande et al., 2008).

따라서 본 연구에서는 이러한 안정적 한계의 범위를 증가시키기 위한 방법으로 미리 측정된 최대의 안정적 한계 범위 안에서 점진적인 체중부하를 통해 두려움을 감소시키고자 하였다. 이것은 일상생활동작과 보행을 독립적으로 수행하는데 필수적인 요소이며 시

Table 3. Quantitative evaluation results of pre and post intervention

	Visual feedback group (n=10)	Control group (n=10)	*t*	*p*
Covar (cm^2)	-0.02±0.08[a]	0.05±0.08*	-1.98	0.03*
Velocity verage (cm/s)	3.24±0.79	4.04±1.49	-1.48	0.08
Path length (cm)	97.08±23.60	121.05±44.83	-1.48	0.08
Path/Area (1/cm)	24.34±9.44	29.57±18.62	-0.79	0.22
Area95 (cm^2)	5.24±4.10	5.67±3.58	-0.24	0.41
W Left average (%)	50.19±4.28*	48.52±8.56	0.55	0.30
W Right average (%)	49.81±4.28*	51.48±8.56	-0.55	0.30

Mean±SD[a], *p<0.05,
Covar : Coordinates value of COP
Velocity average : The path length per unit time
Path length : The path length for the duration of the trial
Path/Area : The path length normalized to the circular area
Area95 : The area of the 95th percentile ellipse
W average : Mean value of left or right weight bearing ratio

각 및 몸 감각의 생체 되먹임 기전이 필요하다(Geiger et al., 2001). 또한 균형을 유지하기 위한 자세조절에 환경적 요인과 감각적 요소들이 작용하며 기저면 내에서 자세 동요를 최소화하여 자세를 유지시키고 보행할 때와 같이 새로운 움직임이 유발될 경우 새로운 바닥면으로 빠르게 전환 시킨다고 하였다(Huxham et al., 2001).

편마비 환자를 대상으로 피드백 훈련이 균형 능력에 미치는 영향을 확인하고자 한 연구 결과(Cha et al., 2012), 하지의 체중지지율과 자세 동요의 유의한 감소를 보고한 바 있다.

Cheng 등(2004)에 의하면 균형 능력은 자동적이나 반사에 의해 수행되는 것이 아니고 과제 자체를 반복적으로 수행함으로써 향상된다고 보고하였고, 이에 따른 대안으로 생체 되먹임 훈련이 제시되고 있다(Bonan et al., 2004a, 2004b).

선행 연구에 따르면 비대칭적인 움직임을 감소시키기 위해 다양한 되먹임 훈련을 하였으며 이러한 되먹임은 뇌졸중 환자의 마비 측을 자극하여 마비 측으로 체중부하를 유도한다고 하였다(Bonan et al., 2004; Dickstein et al., 1984; Sackley & Lincoln, 1997). 또한 비대칭적인 자세를 가진 편마비 환자에게 시각적 되먹임 훈련이 선 자세에서 대칭적으로 만들어주는데 효과적인 방법으로 확인되었다(Sackley & Lincoln, 1997).

본 연구에서도 점진적 체중부하와 안정적 한계의 범위에 도달하기 위한 시각적 되먹임의 방법으로 연장선을 표시하고 진행 과정을 레이저 포인트로 추적 관찰하도록 유도하였다. 그 결과 일어서기 동작 시 자세동요의 정량적 평가에서 시각적 되먹임 훈련 실험군에서 대조군보다 전반적으로 안정적인 결과가 나타났지만, 그룹 간에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 레이저 포인트를 이용한 방법들이 포인트의 크기가 작아 시각적 피드백의 추적 효과가 작았을 것이라 사료된다. 따라서 고유수용성신경근촉진법의 상지 패턴이나 들어올리기 패턴 등을 본 연구에서 사용된 대각선 연장선을 따라 추적하는 다양한 훈련 방법들이 적용되는 연구가 진행되기를 바라는 제한점이기도 하다.

또한 임상적 균형과 보행 평가 도구에서 일반적 중재 군에 비해 점진적 체중 이동을 위한 시각적 되먹임 군에서 전체적으로 유의한 향상을 보였으며 ($p<0.05$), BBS 결과는 Lee 등(2015)의 연구 결과에서 나타난 청각적 되먹임 군에 비해 시각적 되먹임 군에서 더 유의한 향상을 나타냈다는 결과와 유사하다고 할 수 있을 것이다.

한편 시각적 되먹임 실험군과 대조군 모두 중재 전에 비해 중재 후 일상생활활동 수행에 필요한 자신감에서 유의한 향상을 보여주었으나, 시각적 되먹임 군에서는 대조군에 비해 낙상에 대한 자기 효능감에서 유의한 향상을 보였다. 이는 Van과 Wulf (2006)는 시각적 되먹임이 뇌졸중 환자의 균형능력을 유의하게 향상시켰다는 연구와 뇌졸중 환자 16명을 대상으로 감각피드백 적용한 이전 연구(Seo et al., 2010)에서도 본 연구와 유사한 연구 결과가 나타난 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 만성 편마비 환자의 균형 및 보행 능력 증진을 위해 앉고 일어서기 동작 시 점진적 체중 이동을 이용한 시각적 되먹임 훈련을 통해 그 효과를 알아보고자 하였다. 연구 결과 시각적 되먹임 훈련군은 편마비 환자의 균형 및 보행 능력 그리고 균형에 대한 자신감 척도와 넘어짐의 자기 효능감 척도에서 부분적인 향상을 확인할 수 있었으나, 실험 대상자 수가 적고 중재기간이 짧아 임상적으로 일반화하기에는 어려운 제한점이 있다. 추후 연구에서 대각선 방향으로 진행된 점진적 체중부하운동이 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)의 다양한 패턴과 기본원리를 접목시킨다면 보다 효율적인 중재 방법이 될 수 있을 것이라 사료된다.

References

Balasubramanian CK, Bowden MG, Neptune RR, et al. Relationship between step length asymmetry and walking performance in subjects with chronic hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2007;88(1):43-49.

Bonan IV, Colle FM, Guichard JP, et al. Reliance on visual information after stroke. Part I: balance on dynamic posturography. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004a;85(2):268-273.

Bonan IV, Yelnik AP, Colle FM, et al. Reliance on visual information after stroke. Part II: effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004b;85(2):274-278.

Cha HG, Park JY, Ji SG, et al. The effect of visual feedback training integrated mental practice on the balance function and walking ability of hemiplegia. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*. 2012;51(2):337-354.

Cheng PT, Chen CL, Wang CM, et al. Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2004;83(1):10-16.

Delbaere K, Crombez G, Vanderstraeten G, et al. Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. *Age and Ageing*. 2004;33(4):368-373.

Demura S, Sato S, Minami M, et al. Gender and age differences in basic ADL ability on the elderly: comparison between the independent and the dependent elderly. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*. 2003;22(1):19-27.

Deshpande N, Metter EJ, Lauretani F, et al. Activity restriction induced by fear of falling and objective and subjective measures of physical function: a prospective cohort study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008;56(4):615-620.

Dickstein R, Nissan M, Pillar T, et al. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of improvement. *Physical Theraphy*. 1984;64(1):19-23.

Feigin VL, Lawes CM, Bennett DA, et al. Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century. *The Lancet Neurology*. 2003;2(1):43-53.

Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, et al. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Physical Theraphy*. 2001;81(4):995-1005.

Hocherman S, Dickstein R, Pillar T. Platform training and postural stability in hemiplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1984;65(10):588-592.

Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2001;47(2):89-100.

Ikai T, Kamikubo T, Takehara I, et al. Dynamic postural control in patients with hemiparesis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2003;82(6): 463-469.

Janet HC, Roberta BS. Neurological rehabilitation optimizing motor performance. London. Elsevier Health Sciences. 2010.

Kim EJ, Hwang BY, Kim JH. The effect of core strength exercises on balance and walking in patient with stroke. *The Journal Korean Society of Physical Therapy*. 2009;21(4):17-22.

Laufer Y, Sivan D, Schwarzmann R, et al. Standing balance and functional recovery of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2003;17(4): 207-213.

Lee DH, Choi SJ, Choi HS, et al. Comparison of visual and auditory biofeedback during sit-to-stand training for performance and balance in chronic stroke patients. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2015;10(4):59-68.

Lomaglio MJ, Eng JJ. Muscle strength and weight-bearing symmetry relate to sit-to-stand performance in individuals with stroke. *Gait & Posture*. 2005; 22(2):126-131.

Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM, et al. Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2007;88(1):115-119.

Powell LE, Myers AM. The activities-specific balance confidence (ABC) scale. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1995;50A(1):M28-34.

Riley PO, Krebs DE, Popat RA. Biomechanical analysis of failed sit-to-stand. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 1997;5(4): 353-359.

Rougier P, Boudrahem S. Effects of visual feedback of center-of-pressure displacements on undisturbed upright postural control of hemiparetic stroke patients. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2010; 28(6):749-759.

Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disability and Rehabilitation*. 1997;19(12):536-546.

Schultz AB, Alexander NB, Ashton-Miller JA. Biomechanical analyses of rising from a chair. *Journal of Biomechanics*. 1992;25(12):1383-1391.

Seo DK, Oh DW, Lee SH. Effectiveness of ankle visuoperceptual-feedback training on balance and gait functions in hemiparetic patients. *The Journal Korean Society of Physical Therapy*. 2010;22(4):35-41.

Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1988;69(6):395-400.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice, 5th ed. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2016.

Van Peppen RP, Kortsmit M, Lindeman E, et al. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2006;38(1):3-9.

Van Vliet PM, Wulf G. Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence? *Disability and Rehabilitation*. 2006;28(13-14):831-840.

Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Physical Theraphy*. 2000;80(9):886-895.

Yang SR, Oh YR, Jeon YR, et al. Test-retest reliability of sit-to-stand and gait assessment using the Wii balance board. *The Journal Korean Research Society of Physical Therapy* 2016;23(3):40-47.

Yavuzer G, Eser F, Karakus D, et al. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2006;20(11): 960-969.