J Korean Soc Phys Med, 2018; 13(2): 53-60
https://doi.org/10.13066/kspm.2018.13.2.53
Online ISSN:2287-7215
Print ISSN:1975-311X

Research Article

Open Access

거울을 이용한 뒤로 걷기 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력에 미치는 영향

강태우 · 김범룡[1†]
원광대학교병원 물리치료실, [1]대자인병원 재활센터

The Effect of Backward Walking Exercise using a Mirror on Balance and Gait in Patients with Stroke

Tae-Woo Kang · Beom-Ryong Kim[1†]
Dept. of Physical Therapy, Wonkwang University Hospital
[1]Dept. of Physical Therapy, Design Hospital

Received: March 15, 2018 / Revised: March 19, 2018 / Accepted: April 19, 2018
ⓒ 2018 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to identify the effect of a backward walking exercise using a mirror on balance and gait in patients with stroke.

METHODS: Twenty subjects with post-stroke hemiparesis volunteered to participate in this study. The experimental and control groups performed backward walking exercise plus conventional therapy or conventional physical therapy, respectively, for 6 weeks. Assessment instruments included the Berg Balance Scale (BBS), timed up and go test (TUG), and 10-m walking test (10MWT). Evaluation was performed before and after the 6-week training period. We conducted a paired t-test to compare the within-group changes before and after the intervention. An independent t-test was used to compare between-group differences. The statistical significance level was set at α=.05 for all variables.

RESULTS: The experimental group showed a significant within-group change in the BBS, TUG, and 10MWT (p<.05). The control group also showed a significant change (p<.05). A significant difference was observed between the experimental and control groups with regard to changes in the BBS, TUG, and 10MWT results after the interventions (p<.05).

CONCLUSION: This study demonstrated that backward walking exercise using a mirror may be valuable for future research. Further studies with a wider range of pathology and longer experiment duration are required to validate the results of the present study.

Key Words: Backward walking, Balance, Gait, Mirror, Stroke

†Corresponding Author : Beom-Ryong Kim
kimbr21@hanmail.net, https://orcid.org/0000-0002-4592-4499
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. 서 론

뇌졸중은 혈관의 혈류이상으로 인하여 뇌 조직에 혈액이 원활하게 공급되지 않고 차단되어 뇌 손상을

초래하는 것으로 뇌졸중 이후 약 40%의 환자는 약간의 기능적 손상을 갖게 되며, 15~30%의 환자는 심각한 장애를 갖게 된다(Duncan 등, 2002; Kolb과 Gibb, 2007). 뇌졸중으로 인해 겪게 되는 장애의 형태는 뇌의 손상된 부위와 정도에 따라 다양하게 나타나지만 일반적으로 시각장애, 지각장애, 연하장애, 운동장애, 감각이상 등이 발생한다(Kim과 Kwon, 2002). 특히, 뇌졸중 환자들은 대부분 신체의 왼쪽과 오른쪽 비대칭, 체중지지 감소, 자세 동요의 증가 등으로 균형능력의 감소를 보인다(Kong 등, 2015).

뇌졸중 환자의 균형능력의 저하는 낙상위험률을 높이며, 독립적인 보행을 방해한다(Kim 등, 2015). 뇌졸중 이후 80%의 환자들은 비마비측으로 체중을 지지한 상태로 일상생활을 대부분 수행하며, 이러한 현상은 보행 중 입각기 동안 마비측의 체중지지를 감소시키게 된다(Bayouk 등, 2006). 또한, 비대칭적인 형태의 보행은 뇌졸중 환자의 보상전략 중 하나이며, 이러한 보상전략은 기능회복을 저해시키는 원인이 되기도 한다(Rojhani-Shirazi 등, 2015). 뇌졸중 환자에게서 나타나는 보행과 균형능력의 저하는 낙상발생이나 이동능력의 저하로 인한 이차적인 문제점을 일으킬 수 있으며, 뇌졸중 재활에 핵심 요소이다(Kim 등, 2015).

이러한 어려움을 겪는 뇌졸중 환자들의 균형과 보행능력을 향상시키는 중재방법으로 시각 및 청각 등의 감각 되먹임을 사용하여 자세를 교정하는 운동방법들이 사용되고 있다(Winstein 등, 1989). 다양한 되먹임 중에서도 시각은 감각저하를 겪는 뇌졸중 환자의 신체상(body image)을 형성하는데 중요한 역할을 한다(Sackley 등, 1992). 그렇기 때문에 시각적 정보는 중추신경계의 통합과정에서 운동을 조절할 수 있게 해주며, Kim 등(2012)은 거울을 이용한 트레드밀 훈련이 균형과 보행능력의 향상을 가져왔다고 보고하였다.

뇌졸중 환자의 균형과 보행능력을 개선시키기 위하여 등속성 몸통운동, 근력강화운동, 몸통 안정화 운동, 시각 피드백 운동, 청각적 피드백 보행운동 및 뒤로 걷기 운동 등이 적용되고 있다(Threlkeld 등, 1989; Yang 등, 2005; Pollock 등, 2007; Kim 등, 2015). 이중에서도, 최근에 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력을 향상시키기 위해 뒤로 걷기 운동에 대한 긍정적인 효과가 보고되고 있다(Threlkeld 등, 1989; Yang 등, 2005). Threlkeld 등(1989)은 뒤로 걷기 운동이 하지의 근력과 균형능력을 증가시킨다고 보고 하였으며, Thomas와 Fast (2000)는 보행과 균형능력을 증가시킨다고 보고하였다. Nadeau 등(2003)은 뒤로 걷기는 앞으로 걷기보다 지구력을 향상시키고 보행빈도를 증가시킬 수 있는 효과가 있다고 보고하였다. 뒤로 걷기는 일반적으로 걷는 앞으로 걷기보다 동원되는 근육의 활동 비율이 많은 것으로 보고되고 있으며, 많은 에너지 소비를 필요로 하여 효과적인 운동방법이 될 수 있다고 보고되고 있다(Gray, 1990; Amstrong 등, 1990). Ramachandran과 Rogers- Ramachandran (1996)을 통해 절단 후 환상통 환자를 대상으로 거울치료가 처음 소개되었으며, 이러한 거울치료는 중재과정에서 일차운동피질의 흥분과 조절을 통해 뇌가소성을 증가시킨다. 거울치료를 통한 특정 움직임 또는 다른 개체 움직임의 관찰하는 과정에서 거울신경세포를 발견하였으며, 움직임의 관찰을 통해 거울신경이 활성화 되는 것만으로도 기능적인 면의 증가를 볼 수 있다고 하였다(Rizzolatti 등, 1996).

그러나 이러한 뒤로 걷기와 거울치료의 장점에도 불구하고 현재 뇌졸중 환자의 보행능력뿐만 아니라 균형능력에 대한 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동의 효과를 증명한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자들을 대상으로 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 익산시에 소재하는 대학병원에 입원중인 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 실험군 10명과 대조군 10명으로 무작위 배정하였다. 연구 대상자의 선정기준은 1) 뇌졸중으로 인하여 편마비를 진단받고 6개월 이상 경과한 자, 2) 한국판 간이 정신상태 검사(Mini-Mental Status Examination-Korean version: MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자, 3) 보행 시 보조도구의 사용여부

와 관계없이 독립적인 보행을 10 m 이상 할 수 있는 자, 4) 뇌졸중으로 인한 편마비 외에는 선 자세와 보행에 영향을 줄 수 있는 기타 신경계 질환, 구축 및 골절 등의 근골격계 질환이 없는 자, 5) 보조도구 없이 독립적으로 앉고 서기가 가능한 자, 6) 연구 참여에 동의한 자로 하였다. 본 연구기간 동안 포기의사를 밝힌 자, 참여율이 80% 미만인 자, 의학적 불안정이 발생된 자의 경우는 연구에서 제외하였다.

2. 중재 방법

대상자는 기능적 전기자극 20분과 고정식 자전거 20분을 수행하였다. 실험군은 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동을 30분간 수행한 반면에 대조군은 일반적인 운동치료를 30분간 물리치료사에 의해 수행하였다. 총 70분간 주 5회, 6주간 진행하였다.

1) 일반적인 물리치료

일반적인 물리치료는 정상동작 개념의 원리와 신경생리학적 원리를 기초로 중추신경계의 장애로 인한 동작, 자세긴장도, 기능의 장애를 감소시키기 위한 준비운동과 정리운동으로 관절가동범위 운동 10분, 다양한 체위(position)변화 과정에서 자세조절, 촉진 훈련, 체중부하 훈련을 포함한 매트운동 10분, 치료사의 감독하에 일반적인 보행훈련 10분, 총 30분으로 구성된 신경발달치료(neurodevelopmental treatment)를 진행하였다.

2) 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동프로그램

거울을 이용한 뒤로 걷기 운동프로그램은 환자의 안전을 위해 치료사의 감독하에 평행봉에서 이루어졌다. 뒤로 걷기 운동프로그램은 평행봉에서 치료사의 도움을 받으며 뒤로 걷기와 치료사의 도움 없이 뒤로 걷기로 구성되었다. 운동 시 환자가 피로감을 느끼면 평행봉 옆에 둔 의자에 앉아서 1~2분간 휴식시간을 갖고 다시 수행하였다. 환자는 평행봉에서 앞에 놓인 전신거울을 보며 평행봉에 바를 잡은 채로 뒤로 걷기를 하였고 치료사는 적절한 체중이동과 보폭, 보상작용에 대한 정보를 환자에게 주었다. 치료사의 도움을 받아 뒤로 걷기는 평평한 바닥의 운동치료실에서 대상자는 앞의 전신거울을 보며 치료사의 맨손접촉과 구두지시에 따라 뒤로 걷기를 수행하였으며, 치료사의 도움을 점진적으로 줄여나갔다.

3. 측정 도구

1) 균형 능력의 평가

(1) 버그균형 척도검사(Berg balance scale, BBS)

대상자들의 균형능력을 평가하기 위하여 버그균형 척도검사 방법을 이용하였다. 버그균형 척도검사는 일상생활에서 수행되는 움직임들로 총 14개의 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목별 최저 0점에서 최고 4점으로 총점은 56점이다. 검사의 측정자 내, 측정자 간 신뢰도는 r=.97로 높은 신뢰도를 가진 검사방법이다(Berg 등, 1992). 측정된 점수가 낮을수록 대상자의 균형능력이 감소되어 있음을 의미하고 높을수록 균형능력 수준이 높다는 것을 의미한다(Berg 등, 1995).

(2) 일어나 걸어가기 검사(timed up and go test, TUG)

의자에 일어나 걸어가기 검사는 평편한 바닥에 팔걸이가 있는 높이 46 cm 의자에 앉은 상태에서 일어나 3 m을 왕복하여 돌아와 다시 앉는 시간을 3회 실시하여 평균시간을 측정하는 것이다. 검사 시 자신이 평상 시 착용하던 신발을 신으며, 보행보조도구를 사용할 수 있으나 타인의 도움을 받지는 않는다. 이 검사의 측정자 내, 측정자 간 신뢰도는 r=.98～.99로 높았으며, 의자에 일어나 걸어가기 검사 측정시간이 30초 이상이면 독립적으로 실외 이동이 어렵다고 판단된다(Podsiadlo 등, 1991).

2) 보행능력 평가

(1) 10 m 보행 검사(10 meter walking test, 10MWT)

보행능력을 평가하기 위하여 10 m 보행 검사를 실시하였다. 10 m 보행 검사는 총 13 m의 구간을 걸어가는 동안 미리 정해 놓은 출발지점과 도착지점에서 각각 1.5 m의 구간은 가속과 감속을 위한 거리로 설정하였으며, 이 구간을 제외한 10 m 구간을 이동하는데 소요된 시간을 측정하였다(Visintin 등, 1998). 본 연구에서는

Table 1. General Characteristics of all the Subjects (n=20)

	Experimental group (n=10)	Control group (n=10)	*p*
Gender (male/female)	(4/6)	(3/7)	.5
Paretic side (right/left)	(3/7)	(4/6)	.5
Age (year)	49.40±4.11	49.80±2.89	.80
Onset (month)	27.90±4.60	27.30±3.49	.75
MMSE-K	25.60±1.26	26.10±1.66	.46

Values are presented as mean±standard deviation.
MMSE-K: Mini-Mental Status Examination-Korean version.

Table 2. Changes in Balance Following Intervention

		Experimental group (n=10)	Control group (n=10)	t	*p*
Berg balance scale	pre	34.50±3.34	34.60±3.62	-.06	.95
	post	43.30±3.56	36.4±3.09	4.62	.00*
	t	-9.02	-3.04		
	p	.00*	.01**		
Timed up and go test	pre	25.30±1.56	26.10±2.23	-.93	.37
	post	19.70±3.26	22.50±1.84	-2.36	.03**
	t	4.72	3.86		
	p	.00*	.00*		

Values are presented as mean±standard deviation.
*p<.01, **p<.05.

거리에 대한 시간을 계산하여 보행자의 속도로 표기하였다. 보행 속도에 대한 평가는 뇌졸중 환자의 보행능력의 수행능력과 회복 정도를 볼 수 있는 신뢰도와 타당도가 높은 측정도구이며(Dobkin, 2006), 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.

4. 자료수집 및 통계처리

본 연구에서 결과 처리 시 SPSS 18.0 for window를 사용하여 분석하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성을 Kolmogorov-Smirnov로 정규성 검정을 하였고, 치료 환경 조건에 따른 각 집단의 운동 전과 후의 차이를 검정하기 위하여 대응표본 t-검정을 사용하여 분석하였으며, 집단 간 차이를 알아보기 위해 운동 전과 후 측정값의 차를 독립표본 t-검정을 사용하였다. 유의 수준 a는 .05로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

실험군과 대조군의 일반적 특성에 대한 동질성 검정을 실시한 결과, 모든 변수에서 통계적으로 유의한 차이가 없었으므로 실험군과 대조군의 일반적 특성에 대한 사전 동질성이 확인되었다(Table 1).

2. 균형능력의 변화

균형능력을 측정하기 위해 사용한 버그균형 척도검사 결과 실험군과 대조군 모두 군내 비교에서 유의하게 향상되었다(p<.05). 군간 비교 시 실험군이 대조군에 비해 중재 후 유의한 향상을 보였다(p<.05). 또한 일어나 걸어가기 검사 결과 실험군과 대조군 모두 군내 비교에서 유의하게 향상 되었다(p<.05). 군간 비교 시 실험군이 대조군에 비해 중재 후 유의한 향상을 보였다(p<.05)(Table 2).

Table 3. Changes in Gait Following Intervention

		Experimental group (n=10)	Control group (n=10)	t	*p*
10 meter walking test	pre	.52±.13	.51±.54	.34	.74
	post	.62±.06	.56±.05	2.17	.04**
	t	-4.30	-6.20		
	p	.00*	.00*		

Values are presented as mean±standard deviation.
*p<.01, **p<.05.

3. 보행능력의 변화

보행능력을 측정하기 위해 사용한 10m 보행 검사 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).

Ⅳ. 고 찰

뇌졸중 환자의 보행과 균형능력의 저하는 일상생활 수행능력을 저하시키는 중요한 요소이기 때문에 중추신경계 손상 환자의 재활에 있어서 중요한 중재적 목표이다(Bang 등, 2013). 뒤로 걷기 운동은 하지의 근력과 균형능력을 향상시킨다고 보고되고 있음에도 불구하고 국내에서 이를 적용한 연구는 많지 않다(Threlkeld 등, 1989; Thomas와 Fast, 2000). 따라서, 본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동을 적용하여 균형과 보행능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구의 결과 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동이 일반적인 물리치료보다 균형과 보행능력을 향상시키는 것으로 나타났다.

본 연구에서 적용한 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동은 환자가 거울을 보며 진행하였다. 거울은 뇌졸중 환자에게 시각적 피드백으로 작용하여 안정적이고 효율적인 훈련이 가능하도록 하였다. 거울을 이용한 시각적 피드백은 양측성 운동이 가능하므로 기능 향상에 도움을 준다(Yavuzer 등, 2008). 거울 치료를 적용하면 자신과 동일한 행동을 하는 대상을 볼 때 활성화되는 뇌의 거울신경세포가 자극된다(Rizzolatti, 2005). 이와 같은 이점이 있는 거울을 활용한 균형과 보행능력 향상에 관한 연구를 살펴보면, Sim과 Jeon (2016)은 뇌졸중 환자에게 자가 거울 균형 훈련을 적용한 결과 고유수용성감각과 균형능력에 향상을 보였으며, 전신거울을 통해 고정된 기저면 안에서 다양한 방향의 자세조절 훈련이 환자에게 시각적 피드백이 제공되어 이러한 결과를 얻었다고 보고했고, Ji 등(2011)은 뇌졸중 환자에게 거울을 이용한 시각적 되먹임 훈련이 거울에 비춰진 자신의 잘못된 자세와 움직임의 확인을 통한 시각적 되먹임이 균형능력에 향상을 보고하였으며, Seo 등(2013)은 뇌졸중 환자에게 거울을 이용한 트레드밀 훈련이 균형과 보행능력에 향상을 보고하였다. 본 연구의 훈련은 거울을 통하여 자신의 모습을 관찰하며 수행하였기 때문에 거울신경세포를 자극하기에 충분하였을 것이다. 또한, 뒤로 걷기는 앞으로 걷기보다 넙다리곧은근의 힘의 증가와 전체적인 다리의 근력강화를 촉진할 수 있으며, 관절에 부하를 줄여 줄 수 있다(Mackie와 Dean, 1984). Grasso 등(1998)은 뒤로 걷기 시 엉덩관절의 움직임에 큰 영향을 미치며, 뇌졸중 환자의 구축된 엉덩관절굽힘근을 뒤로 걷기 동작의 반복적인 교육을 통해서 엉덩관절의 폄을 증가시켜 몸쪽 관절의 긍정적인 각도변화를 보였다(Kim 등, 2012). 선행연구들에서 뇌졸중 환자에게 뒤로 걷기 운동은 보행과 균형능력에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다(Rose 등, 2018; Shin과 Kang, 2017). 본 연구에서는 균형능력을 평가하기 위하여 버그균형척도검사와 일어나 걸어가기 검사를 보행능력을 평가하기 위하여 10m 보행 검사를 실시하였는데 이 평가도구들은 평가시간이 오래 걸리지 않고 평가방법이 간단하여 임상에서 평가하기에 적합하였다.

본 연구의 주된 결과는 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력에 유의한 향상을 보였다는 것이다. 균형능력을 평가한 버그균형 척도 검사와 일어나 걸어가기 검사에서 훈련 후 실험군에서 대조군에 비해 유의한 향상을 보였다($p<.05$). 본 연구결과, 버그균형 척도검사 점수는 훈련전보다 후에 실험군은 평균 8.8점 향상되었고, 대조군은 평균 1.8점 향상되었다. 최근 뇌졸중 편마비 환자에게 최소 감지 변화량(minimal detectable change, MDC)은 4.13점으로 보고되었다(Flansbjer 등, 2012). 따라서 본 연구에서, 실험군의 훈련 후 버그균형 척도검사 변화량이 4.13점보다 높은 8.8점이었기 때문에 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동은 기존의 운동보다 균형능력 증진에 더 효과적인 것으로 사료된다. 본 연구에서 동적 균형능력을 측정하기 위해 일어나 걸어가기 검사를 실시하였다. 일어나 걸어가기 검사의 최소 감지 변화량은 2.9초로 보고되었다(Flansbjer 등, 2005). 본 연구의 결과에서 실험군은 훈련 전보다 후에 평균 5.6초 감소하여 통계적으로 의미 있는 결과라 할 수 있으며, 거울을 보며 뒤로 걷기 운동이 균형능력 증진에 효과적이라 할 수 있다. Kim (2009)는 27명의 뇌졸중 환자들을 트레드밀 위에서 뒤로 걷기 훈련군 14명과 바닥에서 뒤로 걷기 훈련군 13명을 대상으로 8주간 주 4회 15분씩 훈련을 실시한 결과 두 군 모두 일어나 걸어가기 검사에서 유의한 향상을 보였다고 보고하였다. 이러한 선행연구들의 결과는 본 연구의 결과를 뒷받침해 줄 수 있다. 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동은 일반적 물리치료에 비해 거울을 통해 자신의 모습을 볼 수 있어 시각적 감각을 더 자극할 수 있으며, 대상자 자신의 동작에 문제점을 인식시킬 수 있는 장점이 있고, 변화되는 과정을 확인할 수 있다 사료된다.

보행능력을 평가한 10 m 보행 검사에서 훈련 후 실험군에서 대조군에 비해 유의한 향상을 보였다($p<.05$). Yang 등(2005)은 뇌졸중 환자에게 일반적인 실험군에 보행훈련과 추가적인 뒤로 걷기 훈련을 주 3회 3주간 30분씩 실시한 결과, 보행속도의 유의한 향상을 보고하였다. 뒤로 걷기 운동은 관절의 부하 감소와 근력강화 촉진, 넙다리곧은근의 근력 증가와 같은 다양한 이점을 가지고 있어 실험군에서 긍정적인 결과가 나온 것으로 사료된다(Mackie와 Dean, 1984). Geiger 등(2001)은 13명의 뇌졸중 환자들을 대상으로 시행한 시각적 피드백 훈련에서 훈련 후 보행속도가 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서 실험에 참가한 대상자들은 거울에 비춰진 자신의 비대칭적인 자세와 움직임의 시각적 되먹임을 통해 자세 조절 능력이 향상되고 보행속도가 증가한 것으로 생각된다.

본 연구는 향후의 연구에서 개선되어야 할 몇몇 제한점을 갖는다. 첫째, 적은 수의 환자를 대상으로 하였기 때문에 본 연구의 결과를 일반화시키는데 어려움이 있다. 둘째, 훈련기간이 길지 않고 추적조사가 이루어지지 않아 장기간의 훈련 효과를 알 수 없었다. 그러므로 향후에는 대상자 수를 늘리고 훈련기간을 길게 하여 제한점을 보완한 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동의 효과를 명백히 입증할 수 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

Ⅴ. 결 론

뇌졸중 환자의 보행과 균형능력은 뇌졸중 재활의 중요한 요소이다. 이에 본 연구는 뇌졸중 환자에게 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 본 연구의 결과, 거울을 이용한 뒤로 걷기 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력에 긍정적인 영향을 미친다고 밝혀졌다. 이는 앞으로의 연구에 매우 유익한 정보를 제공할 것이며 향후에는 이에 대해 보다 많은 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

References

Amstrong CW, Commanger JM, Wooley SA. Comparative analysis of forward and backward walking. The sixth annual east coast gait conference. East Lansing MI: Michigan State University. 1990.

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.

Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. Can J Public Health. 1992;83(2):7-11.

Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI. The balance scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. Scand J Rehabil Med. 1995;27(1):27-36.

Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: Redundant measures for clinical trials? Neurology. 2006;66(4):584-6.

Duncan PW, Homer RD, Reker DM, et al. Adherence to post acute rehabilitation guidelines is associated with functional recovery in stroke. Stroke. 2002;33(1): 167-78.

Flansbjer UB, Blom J, Brogardh C. The reproducibility of Berg balance scale and the single-leg stance in chronic stroke and the relationship between the two tests. PM R. 2012;4(3):165-70.

Flansbjer UB, Holmback AM, Downham D, et al. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. J Rehabil Med. 2005; 37(2):75-82.

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. Phys Ther. 2001;81(4):995-1005.

Grasso R, Bianchi L, Lacquaniti F. Motor patterns for human gait: backward versus forward locomotion. J Neurophysiol. 1998;80(4):1868-85.

Gray GW. Successful strategies for closed chain testing and rehabilitation. In: Chain Reaction, Adrian, M1: Wynn Marketing. 1990.

Ji SG, Nam GW, Kim MK, et al. The effect of visual feedback training using a mirror on the balance in hemiplegic patients. J Korean Soc Phys Med. 2011;6(2):153-63.

Kim JD, Cha YJ, Youn HJ. Effects of emphasized Initial contact auditory feedback gait training on balance and gait in stroke patients. J Korean Soc Phys Med. 2015;10(4):49-57.

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.

Kim SG, Ryu YU, Kim WH. The effectiveness of backward gait training on the treadmill in children with spastic diplegic cerebral palsy: a pilot study. Phys Ther Korea. 2012;19(3):81-90.

Kim SJ. The effect of backward walking which influences forward walking in patients with stroke. Master's degree. Daegu University. 2009.

Kim YI, Joung HB, Ahn MH, et al. Effect of the visual feedback gait training in use the mirror on stroke patient's function. J Korean Acad Ther. 2012;4(2):18-32.

Kolb B, Gibb R. Brain plasticity and recovery from early cortical injury. Dev Psychobiol. 2007;49(2):107-18.

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.

Mackie JW, Dean TE. Running backward training effects on upper leg musculature and ligamentous instability of injures knee. Med Sci Sports Exerc. 1984;16(2):151.

Nadeau S, Amblard B, Mesure S, et al. Head and trunk stabilization strategies during forward and backward walking in healthy adults. Gait Posture. 2003;18(3): 134-42.

Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & GO": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc. 1991;39(2):142-8.

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):336 .

Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. Proc Biol Sci. 1996;263(1369):377-86.

Rizzolatti G. The mirror neuron system and imitation. Perspectives on imitation: From neuroscience to social science. 2005;1:55-76.

Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, et al. Premotor cortex and the recognition of motor actions. Brain Res Cogn Brain Res. 1996;3(2):131-41.

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.

Rose DK, DeMark L, Fox EJ, et al. A backward walking training program to improve balance and mobility in acute stroke: a pilot randomized controlled trial. J Neurol Phys Ther. 2018;42(1):12-21.

Sackley CM, Baguley BI, Gent S, et al. The use of a balance performance monitor in the treatment of weight-bearing and weight-transference problems after stroke. Physiotherapy. 1992;78(12):907-13.

Seo MG, Lee JS, Woo YG. The effect of visual feedback treadmill training on balance and gait of stroke patient by using a mirror. J Korean Acad Ther. 2013; 5(2):50-61.

Shin KH, Kang SH. Changes in balance and gait following backward walking exercise in hemiplegic stroke patients. J Korean Soc Phys Med. 2017;12(2):21-31.

Sim GS, Jeon HS. Comparison of the effects of wii balance games and mirror self-balancing exercises on knee joint proprioception and balance in chronic stroke patients. Phys Ther Korea. 2016;24(1):30-40.

Thomas MA, Fast A. One step forward and two step back: the dangers of walking backwards in therapy. Am J Phys Med Rrehabil. 2000;79(5):459-61.

Threlkeld AJ, Horn TS, Wojtowicz G, et al. Kinematics, ground reaction force, and muscle balance produced by backward running. J Orthop Sports Phys Ther. 1989; 11(2):56-63.

Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, et al. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. Stroke. 1998;29(6):1122-8.

Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, et al. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. Arch Phys Med Rehabil. 1989; 70(10):755-62.

Yang YR, Yen JG, Wang RY, et al. Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2005; 19(3):264-73.

Yavuzer G, Selles R, Sezer N, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2008;89(3): 393-8.