

Original Article

Open Access

고유수용성신경근촉진법 아래다리 테이핑적용과 트레드밀 훈련이 뇌졸중 환자의 보행능력과 균형능력에 미치는 영향

정왕모 · 김범룡[†] · 강미경¹
정인 운동교육센터, ¹대자인병원 재활센터

Effect of Treadmill Training and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Lower Leg Taping on Balance and Gait Ability in Stroke Patients

Wang-Mo Jeong · Beom-Ryong Kim[†] · Mi-Gyeong Kang¹
Department of Physical Therapy, Jeong In Body Exercise Trading Center
¹Department of Physical Therapy, Design Hospital

Received: May 29, 2016 / Revised: August 5, 2016 / Accepted: August 7, 2016

© 2016 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: The purpose of this study was both to examine the effects of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) lower leg taping and treadmill training on the gait and balance abilities of patients with hemiplegia resulting from a stroke and to provide a taping method based on the PNF concept.

Methods: Twenty patients with hemiplegia resulting from a stroke were randomly and equally assigned to a control group (n=10), which received treadmill training, and to an experimental group (n=10), which received PNF lower leg taping and treadmill training. The intervention was conducted five times per week for six weeks. In order to measure changes in the gait ability of the subjects, a 10-meter walking test (10MWT) and a 6-minute walking test (6MWT) were conducted, and in order to measure changes in the subjects' balance ability, a timed up and go test (TUG) was performed. In order to compare differences within each group before and after the intervention, a paired-t test was carried out, and in order to compare differences between the two groups, the analysis of covariance was utilized. All statistical significance levels were set at $\alpha=0.05$.

Results: There were significant differences before and after the intervention within both groups in changes of 10MWT, 6MWT, and TUG ($p<0.01$). Regarding differences between the two groups, the experimental group underwent more effective changes than the control group in 6MWT and TUG ($p<0.05$).

Conclusion: This study applied PNF lower leg taping and treadmill training to patients with hemiplegia resulting from a stroke, and this resulted in improvement in the subjects' gait and balance abilities. Taping and treadmill training based on the PNF concept is considered to be usefully applied as one of the programs to improve hemiplegic patients' gait and balance abilities.

[†]Corresponding Author : Beom-Ryong Kim (kimbr21@hanmail.net)

Key Words: Balance ability, PNF tapping, Treadmill, Stroke, Walking ability

I. 서론

통계청의 2015년 사망원인통계조사에 따르면 뇌혈관질환(뇌졸중)에 의한 사망률은 인구 10만 명당 48.2명으로 악성신생물(암) 150.9명과 심장질환 53.4명에 의한 사망률에 이어 3위를 차지하고 있다(Statistic Korea, 2015).

뇌졸중(stroke)은 뇌의 손상부위와 정도에 따라 운동, 감각, 의식, 언어, 인지 등의 장애가 나타나며, 운동과 감각장애는 일상생활동작의 독립적 수행에 장애를 준다(Jorgensen et al, 1995). 또한, 선택적 근육활동과 운동조절 능력의 감소(Gjelsvik et al., 2007), 체중지지 능력의 감소 및 균형 능력의 결여(An & Jung, 2002) 등이 나타난다. 이와 같은 능력의 저하는 보행능력의 감소로 이어지며, 개인의 일상생활 활동에 제한(activity limitation)으로 삶의 질을 떨어뜨린다(Caty et al, 2008).

트레드밀 훈련은 강직을 감소시키고, 마비측에 체중지지를 증가시켜 대칭적인 보행이 가능해져 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 보행능력을 향상시키며(Hesse et al., 2001), 일정하게 종아리근육의 근활성도를 유발시켜 보행능력 뿐만 아니라 균형능력의 향상에도 도움을 준다고 하였다(Hesse, 1999). 또한, 트레드밀 훈련은 중추패턴발생기(central pattern generator)이론을 바탕으로 척수수준의 신경원들에 의해서 구심성 입력을 활성화 시켜 팔다리움직임, 체중이동, 자세정렬로 인하여 보행조절이 되고(Dietz, 2009), 반복적인 훈련으로 하지의 굽힘근과 펴는근이 교차 반복되는 움직임으로 인하여 말초에 감각의 입력으로 보행훈련을 위한 중재방법으로 제시 되었다(Miller et al, 2002).

고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 근육, 건(힘줄), 관절 내의 고유수용기를 자극하여 기능을 향상시키고 근

력, 유연성, 평형성을 증가시키는 기법으로(Klein et al, 2002) 근육, 뼈, 관절의 근골격계 질환과 뇌졸중 같은 중추신경계 질환의 치료에 널리 사용되고 있는데(Gabriel et al, 2006; Kofotolis & Kellis, 2006; McMullen & Uhl, 2000), PNF에서 사용되는 촉진원리 중 패턴(pattern)의 연장된 자세(elongated position)는 촉진 시키고자 하는 근육의 운동성을 증가시키는 방법으로 연장된 자세에 테이핑 부착방법은 흔히 사용되는 탄력테이핑 부착방법으로 PNF의 연장자세가 테이핑 부착 방법과 유사하며 기능적인 방법이라 생각 된다.

테이핑과 관련 선행연구를 살펴보면 Yang 등(2011)은 태권도 선수를 대상으로 탄력테이핑을 적용하여 다리의 근활성도를 높일 수 있다고 하였고, Kim과 Kang (2014)은 발목에 탄력테이핑 적용이 고유수용성 감각을 향상시켰다는 연구와 탄력테이핑 적용이 균형지수의 향상에 대한 연구가 있다(Kim et al, 2009; Lee et al, 2010). 이와 같이 테이핑 적용은 근육을 활성화시키고, 고유수용성감각 증가와 균형지수 향상에 대한 연구가 보고되고 있다. 그러므로 근 긴장도의 약화, 비정상적인 균형능력과 보행능력 등 운동조절시스템에 장애를 가지는(Carr & Shepherd, 2003; Patterson et al, 2008) 뇌졸중 환자의 마비측 근육에 부착되어 치료적인 방법으로 이용될 수 있으며, 지금까지 뇌졸중 환자에게 적용한 선행 연구는 미비한 상태이며, 특히 PNF 개념에 기초한 테이핑 방법은 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 PNF 아래다리 테이핑적용과 트레드밀 훈련을 통해서 뇌졸중 환자의 보행능력과 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고, PNF 개념에 기초한 테이핑 방법을 제공하는데 본 연구에 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2016년 3월부터 4월까지 6주 동안 전라북도 J시 소재 D병원에 내원한 환자를 대상으로 실시하였다. 대상자는 뇌졸중으로 인한 편마비를 진단받고, 1년 이상 2년 미만 경과한 50~70세 연령범위의 뇌졸중 환자로, 독립적으로 10m 보행이 가능하며, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있도록 한국판 간이정신상태검사(mini mental state examination-Korea, MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자로 본 연구에 대한 목적과 절차의 설명을 충분히 숙지하고 동의서를 받은 20명을 대상으로 하였다. 이들을 각각 트레드밀 훈련을 실시한 대조군(n=10)과 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군(n=10)으로 무작위 배정하였다.

2. 트레드밀 훈련 프로그램

본 연구에서 트레드밀 훈련을 실시한 대조군과 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군의 운동 프로그램은 6주간 주 5회, 준비운동 10분, 본 운동 30~40분, 정리운동 10분으로 총 50~60분으로 동일하게 구성하였다. 운동을 위해 트레드밀을 이

용하였으며, 운동 강도는 심박수측정기(Polar Electro, Kempele, Finland)를 이용 심박수 변화량 측정 50~70% HRmax와 Borg (1982)의 운동자각도(rating of perceived exertion, RPE)를 설정하여 RPE 11~15강도로 실시하였다(Table 2).

운동 프로그램의 과정이 계획적, 체계적으로 진행될 수 있도록 과부하 원리(over load), 점진성 원리(progressive), 개별성 원리(individual), 계속성 원리(continue), 가역성 원리(reversibility) 5가지 트레이닝 기본적인 원칙을 바탕으로 적용하였다.

Table 2. Treadmill training program

Component	Program	Intensity	Time	Frequency
Warm-up	Stretching		10	
Exercise	Treadmill	50~70%	30~40	5
		HRmax and RPE 11~15		
Cool-down	Stretching		10	

3. 측정 도구 및 방법

1) PNF 아래다리 테이핑 적용

PNF 아래다리 테이핑은 대상자의 신체적 특성에

Table 1. General characteristics of study subjects (n=20)

		Experimental (n=10)	Control (n=10)	p
Sex	Male	5 (25%)	5 (25%)	1.00
	Female	5 (25%)	5 (25%)	
Age (year)		61.20±7.10	62.10±8.13	0.12
Height (cm)		160.90±9.41	160.10±7.61	0.68
Weight (kg)		62.20±7.36	62.10±8.25	0.58
Affected side	Right	7 (35%)	6 (30%)	1.00
	Left	3 (15%)	4 (20%)	
Stroke type	Infarction	9 (45%)	9 (45%)	1.00
	Hemorrhage	1 (5%)	1 (5%)	
Onset time after stroke (month)		19.10±4.23	19.80±3.19	0.54
MMSE-K (score)		26.80±2.10	26.20±1.99	0.27

Values are presented as mean±standard deviation
MMSE-K : Mini mental state examination-Korea.

따라 아래다리 부위의 직경이 다르지만 직경의 2/3 길이의 탄성 테이프(Benefact tape, NIPPON SIGMAX, Japan)를 사용하여 다리의 flexion-adduction-external rotation 패턴의 연장된 자세에서 엄지편근(extensor hallucis muscle), 발가락편근(extensor digitorum muscle), 앞정강근(tibialis anterior muscle)에 대해 정지(insertion)에서 기시(origin)까지 부착시켰다(Fig. 1).

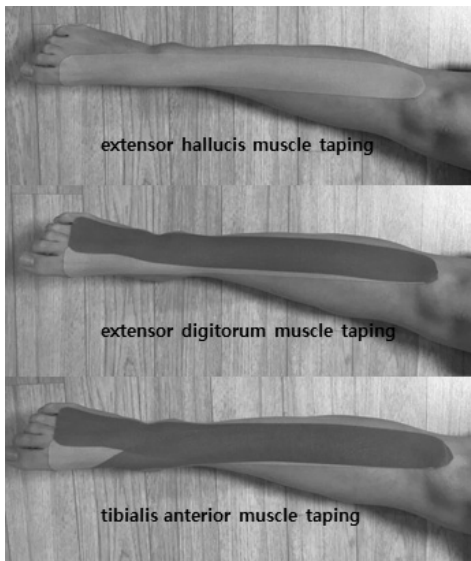


Fig. 1. PNF taping.

2) 보행 능력 검사

(1) 10m 보행 검사

10m 보행 검사(10-meter walking test, 10MWT)는 보행속도를 측정할 수 있는 검사방법으로, 총 14m 거리를 설정하여 처음과 끝 2m 지점을 테이프로 표시한 후 대상자는 시작이라는 신호와 함께 14m 거리를 걷게 하여 가속과 감속을 위한 처음과 끝 2m을 제외한 10m 거리에 대한 시간을 측정하는 방법으로 3회 반복 측정하여 평균시간을 기록하였다(Dean et al, 2000; Walker et al, 2000). 이 검사 도구는 측정자간, 측정자내 신뢰도는 $r=0.95-0.96$ 로 신뢰도가 높은 도구이다(van Loo et al, 2004).

(2) 6분 보행 검사

6분 보행 검사(6-minute walk test, 6MWT)는 보행지 구력을 측정할 수 있는 검사방법으로(Swisher & Goldfarb, 1998), 평편한 바닥에 20m 거리를 두고 출발점과 반환점을 표시 6분 동안 최대한 반복해서 걷도록 하여 출발점과 시작점 간의 반복 횟수를 포함한 전체 보행 거리를 미터(m) 단위로 측정하는 방법으로 3회 반복 측정하여 평균시간을 기록하였다. 이 검사 도구는 측정자내 신뢰도는 $r=0.91$ 로 신뢰도가 높은 도구이다(Mossberg, 2003).

3) 균형 능력 검사

(1) 의자에서 일어나 걷기 검사

의자에서 일어나 걷기 검사(timed up and go test, TUG)는 운동성과 균형을 빠르게 측정할 수 있는 검사 방법으로, 평편한 바닥에 46cm 높이의 팔걸이가 있는 의자에 편안하게 앉은 상태에서 대상자는 시작이라는 신호와 함께 의자에서 일어나서 의자에서 3m 떨어진 지점의 반환점을 마비 측 방향으로 최대한 빠른 걸음으로 돌아 다시 의자에 앉을 때까지 소요된 시간을 측정하는 방법으로 3회 반복 측정하여 평균시간을 기록하였다. 이 검사 도구는 측정자간, 측정자내 신뢰도는 $r=0.98-0.99$ 로 신뢰도가 높은 도구이다(Podisadle & Richardson, 1991).

4. 자료 처리

본 연구를 위한 자료처리 방법은 Window용 SPSS 18.0을 이용하여 통계 처리하였다. 연구대상자의 일반적인 특성을 백분율과 Shapiro-wilk로 정규성 검정을 하였고, PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련에 따른 중재 전과 후 집단 내 보행능력과 균형능력에 변화를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였으며, 실험군과 대조군의 집단 간의 차이를 비교하기 위해 공분산분석(ANCOVA)으로 검정하였다. 모든 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

Table 3. Change of walking and balance ability in group

	Group	Pre	Post	t	p
10MWT (sec)	Experimental	13.42±2.44	9.29±1.61	5.45	0.00*
	Control	13.62±2.66	10.71±2.43	8.20	0.00*
6MWT (m)	Experimental	279.50±94.68	314.50±106.05	-6.17	0.00*
	Control	272.50±78.75	290.00±82.33	-4.77	0.00*
TUG (sec)	Experimental	14.12±1.23	9.83±1.77	10.88	0.00*
	Control	14.24±3.45	11.30±2.48	6.06	0.00*

Values are presented as mean±standard deviation

10MWT : 10-meter walking test

6MWT : 6-minute walk test

TUG : Timed up and go test

*p<0.01.

Ⅲ. 연구 결과

1. 집단 내 보행능력 변화 비교

집단 내 10m 보행 검사(10MWT)의 변화는 실험군에서 유의한 차이가 있었고(p<0.01), 대조군에서도 유의한 차이가 있었다(p<0.01). 6분 보행 검사(6MWT)의 변화에서도 실험군에서 유의한 차이가 있었고(p<0.01), 대조군에서도 유의한 차이가 있었다(p<0.01)(Table 3).

2. 집단 간 보행능력 변화 비교

집단 간 10m 보행 검사(10MWT)의 변화에서는 실험군과 대조군사이에서 유의한 차이가 없었고, 6분 보행 검사(6MWT)의 집단 간 변화에서 실험군이 대조

군보다 더욱 효과적인 변화를 보였다(p<0.05)(Table 4).

3. 집단 내 균형 능력 변화 비교

집단 내 의자에서 일어나 걷기 검사(TUG)의 변화는 실험군에서 유의한 차이가 있었고(p<0.01), 대조군에서도 유의한 차이가 있었다(p<0.01)(Table 3).

4. 집단 간 균형 능력 변화 비교

집단 간 의자에서 일어나 걷기 검사(TUG)의 변화에서는 실험군이 대조군보다 더욱 효과적인 변화를 보였다(p<0.05)(Table 4).

Table 4. Change of walking and balance ability between experimental group and control group

	Group	Pre	Post	F	p
10MWT (sec)	Experimental	13.42±2.44	9.29±1.61	3.61	0.08
	Control	13.62±2.66	10.71±2.43		
6MWT (m)	Experimental	279.50±94.68	314.50±106.05	7.48	0.01*
	Control	272.50±78.75	290.00±82.33		
TUG (sec)	Experimental	14.12±1.23	9.83±1.77	6.77	0.02*
	Control	14.24±3.45	11.30±2.48		

Values are presented as mean±standard deviation

10MWT : 10-meter walking test

6MWT : 6-minute walk test

TUG : Timed up and go test

*p<0.05.

IV. 고 찰

본 연구에서는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 20명을 대상으로 트레드밀 훈련을 실시한 대조군 10명과 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군 10명으로 구분하여, 6주간 중재 후 보행능력(10MWT, 6MWT)과 균형능력(TUG)에 어떠한 영향을 미치는지 논의하고자 한다.

다리의 flexion-adduction-external rotation 패턴의 연장된 자세에서 PNF 아래다리 테이핑은 앞정강근과 엄지편근 및 발가락편근에 대한 운동성을 증가시키는 방법이라 사료되며, 일반적으로 근육을 늘려서 붙이는 스포츠테이핑 부착 방법보다 기능적인 접근(functional approach)이라 사료된다.

Choi (2009)은 뇌졸중으로 인한 편마비를 진단받고 6개월 이상 1년 미만 된 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 피드백 체중지지 트레드밀 훈련을 4주간 주 3회 적용한 결과 보행 효율성 변화량과 보행 대칭성 변화량 및 10MWT에서 중재 전후와 집단 간 비교에서 모두 유의한 향상을 보였으며, Park과 Song (2011)은 뇌졸중으로 인한 편마비를 진단받고 6개월 이상 2년 미만 된 뇌졸중 환자 22명을 대상으로 수중트레드밀을 4주간 주 2회 적용한 결과 보행속도, 분속수와 마비측 보장 및 마비측 활보장의 보행능력의 변화에서 중재 전후와 집단 간 비교에서 모두 유의한 향상을 보였고, Kim (2012)은 뇌졸중으로 인한 편마비를 진단받은 45명을 대상으로 점차적 체중부하 트레드밀 훈련을 8주간 주 5회 적용한 결과 10MWT에서 중재 전과 후와 집단 간 비교에서 모두 유의한 향상을 보였다. 본 연구에서는 트레드밀 훈련을 실시한 대조군과 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군 모두에서 10MWT와 6MWT의 보행능력은 중재 전보다 중재 후에 유의하게 개선되었다. 또한 집단 간 비교에서는 대조군에 비해 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군에서 6MWT의 보행능력에서 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 트레드밀 훈련은 팔다리의 전체적인 협응능력(coordination)을 가능하게하

고 강직을 감소시켜(Hesse et al, 2001) 마비측의 디딤기(stance phase)와 비마비측의 흔들기(swing phase)가 증가되어(Lim, 2014), 실험군과 대조군 모두 10MWT와 6MWT가 향상된 것으로 사료되며, 대조군에 비해 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군에서 6MWT에서 유의한 향상은 하지의 flexion-adduction-external rotation 패턴의 연장된 자세에서 앞정강근에 대해 정지점에서 기시점 까지 부착한 테이핑이 피부 위에서 건에 대한 미세한 압박이 골지건 기관(Golgi tendon organ)과 근방추(muscle spindle)에 작용되어 근육의 강직완화와 근력의 증가를 발생시켜(Downey et al, 1994) 발 처짐(foot drop)으로 인해 흔들기 동안 무릎관절과 엉덩관절의 과도한 굽힘의 문제점을 해결하여 앞정강근의 효율성을 증대시켜 이러한 결과를 얻은 것으로 사료된다. 또한, Kim 등(2012) 연구에서는 6개월 이상 경과한 뇌졸중 환자 26명을 대상으로 앞정강근 테이핑을 포함한 아래다리 테이핑을 적용 후 운동치료를 8주간 주 3회 적용한 결과 10MWT에서 향상된 결과를 얻었으며, Han 등(2009)은 발목관절에 문제가 없는 고등학교 야구선수 30명을 대상으로 발목주위에 테이핑을 적용한 후 트레드밀 훈련을 적용한 결과 발목관절의 근력발휘에 적절하다고 하였으며 본 연구를 뒷받침해 준다.

Yoo 등(2008)은 뇌졸중으로 인한 편마비를 진단받고 1년 이상 경과된 뇌졸중 환자 39명을 대상으로 트레드밀 훈련을 포함한 복합운동을 12주간 주 3회 적용한 결과 낙상 위험도와 환측의 체중지지율 등의 증가된 결과를 보였지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 Park과 An (2012)은 뇌졸중으로 인한 편마비를 진단받고 6개월 이상 경과된 뇌졸중 환자 21명을 대상으로 전동보행 훈련을 8주간 주 3회 적용한 결과 TUG와 BBS (Berg balance scale)에서 중재 전후와 집단 간 비교에서 모두 유의한 향상을 보였다. 본 연구에서는 트레드밀 훈련을 실시한 대조군과 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군 모두에서 TUG은 중재 전보다 중재 후에 유의하게 개선되었다. 또한 집단 간 비교에서는 대조군에 비해

PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군에서 TUG에서 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 트레드밀 훈련은 체중 이동을 조절하는 기계적 이점에 의해서 몸통의 안정성을 향상시켜(Ng et al, 2008), 대칭적 보행패턴을 학습하여(Park & An, 2012), 실험군과 대조군 모두 TUG에서 향상된 결과를 얻은 것으로 사료되며, 대조군에 비해 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 실시한 실험군에서 TUG에서 유의한 향상은 하지의 flexion-adduction-external rotation 패턴의 연장된 자세에서 엄지편근과 발가락편근에 대해 부착한 테이핑이 발목 편에 대한 고유수용감각의 향상과(Kim & Kang, 2014) 근활성도를 향상시켜(Yang et al, 2011) 발바닥굽힘근과 동시적 근활성을 통해 발목관절의 안정성을 제공하여(Winter, 1991) 이러한 결과를 얻은 것으로 사료된다. 또한 Kim 등(2009)은 20대 성인 남녀 30명을 대상으로 발목 테이핑과 근력강화운동을 시행한 결과 균형지수에 향상에 향상된 결과를 얻었으며 Oh 등(2011)은 뇌졸중으로 인한 남성편마비 환자 36명을 대상으로 탄력테이핑을 적용한 결과 평형점수와 안정점수의 균형능력에 향상된 결과를 얻었으며, 본 연구의 결과를 지지해 준다.

이와 같이 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련은 보행능력과 균형능력 향상에 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 그러므로 트레드밀 훈련 시 PNF 아래다리 테이핑 방법을 적용한다면 보행능력과 균형능력 향상에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료다. 또한, PNF 패턴의 시작자세는 테이핑 부착과 유사한 신장된 자세로 다양한 패턴에 대한 테이핑 적용과 다른 테이핑 방법과 비교한 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 트레드밀 훈련과 PNF 아래다리 테이핑과 트레드밀 훈련을 적용하므로 보행능력과 평형능력 향상에 효과가 있었으며 PNF 개념에 기초한 테이핑과 트레드밀 훈련은

편마비 환자의 보행능력과 균형능력을 향상시키는 프로그램의 하나로 유용하게 적용할 수 있을 것으로 여겨진다.

References

- An CS, Jung S. A study on gait analysis of normal adult and hemiplegia patients. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2002;14(3):129-135.
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*. 1982;14(5):377-381.
- Carr JH, Shepherd RB. Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill. Oxford: Butterworth Heinemann. 2003.
- Caty GD, Arnould C, Stoquart GG, et al. ABILOCO: a Rasch-built 13-item questionnaire to assess locomotion ability in stroke patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2008;89(2):284-290.
- Choi YJ. The effects of body weight bearing treadmill with visual feedback on the gait of stroke patient. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2009.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2000;81(4):409-417.
- Dietz V. Body weight supported gait training: from laboratory to clinical setting. *Brain Research Bulletin*. 2009;78(1):1-6.
- Downey JA, Myers SJ, Gonzalez EG. The physiological basis of rehabilitation medicine. 2nd ed. Boston: Butterworth-Heinemann. 1994.
- Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Medicine*. 2006;36(2):

- 133-149.
- Gjelsvik B, Swensen E, Hjortdahl P. The general practitioner's view on hormone replacement therapy during and after menopause. *Tidsskrift for Den Norske Lægeforening*. 2007;127(11):1500-1503.
- Han KJ, Jang SA, Lee DB. Changes of ankle isokinetic muscle strength as treadmill exercise time duration after ankle taping. *The Korean Society of Living Environmental System*. 2009;16(6):683-691.
- Hesse S. Treadmill training with partial body weight support in hemiparetic patients: further research needed. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 1999;13(3):179-181.
- Hesse S, Werner C, Bardeleben A, et al. Body weight-supported treadmill training after stroke. *Current Atherosclerosis Reports*. 2001;3(4):287-294.
- Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, et al. Recovery of walking function in stroke patients: the copenhagen stroke study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1995;76(1):27-32.
- Kim H, Kang HJ. Effects of kinesio taping for one week on proprioception of the ankle. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology*. 2014;16(4):93-99.
- Kim JS. The effect of treadmill-based incremental leg weight loading training on balance and gait in stroke patients. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2012.
- Kim MH, Lee JH, Kim CK. The change in postural balance index by kinesio taping and muscle strength exercises on ankle joint. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2009;21(3):69-74.
- Kim YR, Hur JG, Ko JY. Effects of lower leg taping on balance and gait ability in stroke patients. *The Korean Journal of Sport*. 2012;10(1):373-385.
- Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted living older adults. *Journal of aging and physical activity*. 2002;10(4):476-488.
- Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. *Physical Therapy*. 2006;86(7):1001-1012.
- Lee BH, Kim CK, Lee HS, et al. The effects of kinesio taping applied to regions on balance index. *Journal of coaching development*. 2010;12(4):99-104.
- Lim CG. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) pattern exercise using the sprinter and the skater on balance and gait function in the stroke patients. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2014;26(4):249-256.
- McMullen J, Uhl TL. A kinetic chain approach for shoulder rehabilitation. *Journal of Athletic Training*. 2000;35(3):329-337.
- Miller EW, Quinn ME, Seddon PG. Body weight support treadmill and overground ambulation training for two patients with chronic disability secondary to stroke. *Physical Therapy*. 2002;82(1):53-61.
- Mossberg KA. Reliability of a timed walk test in persons with acquired brain injury. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003;82(5):385-390.
- Ng MF, Tong RK, Li LS. A pilot study of randomized clinical controlled trial of gait training in subacute stroke patients with partial body-weight support electromechanical gait trainer and functional electrical stimulation: six-month follow-up. *Stroke*. 2008;39(1):154-160.
- Oh KA, Jeon DJ, Lee BH, et al. The effect on improving static balance ability according to elastic taping methods in stroke patients with hemiplegia. *Journal of exercise rehabilitation*. 2011;7(3):81-88.
- Park CS, An SH. The effects of electromechanical gait trainer

- on gait, mobility and dynamic balance ability in patients with stroke. *Journal of Special Education and Rehabilitation Science*. 2012;51(4):111-131.
- Park SW, Song CH. The effect of under-water treadmill training on gait ability in chronic stroke. *Journal of Special Education and Rehabilitation Science*. 2011;50(2): 149-165.
- Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2008;89(2): 304-310.
- Podsiadlo D, Richardson S. 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.
- Statistics Korea. 사망원인통계. 국가승인통계 제10154호. 2015.
- Swisher AK, Goldfarb AH. Use of the Six-Minute Walk/Run Test to predict peak oxygen consumption in older adults. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*. 1998;9(3):3-5.
- van Loo MA, Moseley AM, Bosman JM, et al. Test-re-test reliability of walking speed, step length and step width measurement after traumatic brain injury: a pilot study. *Brain Injury*. 2004;18(10):1041-1048.
- Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Physical Therapy*. 2000;80(9):886-895.
- Winter DA. Biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological, 2nd ed. Waterloo. University of Waterloo Press. 1991.
- Yang DJ, Choi EY, Park DS, et al. The effects of kinesio-taping of lower limbs on muscle activity for Taekwondo athletes. *Journal of the Korean Academy of Clinical Electrophysiology*. 2011;9(1):35-39.
- Yoo KT, Lee MG, Sung SC. Effects of combined and aerobic exercise training on functional fitness, gait, and stability in hemiplegic stroke patients. *Korean Journal of Sport Science*. 2008;19(2):37-50.