

Case study

Open Access

PNF를 이용한 체중지지훈련이 아급성 뇌졸중 환자의 체중지지, 낙상에 대한 두려움 및 계단보행 기능에 미치는 영향 -증례보고-

김창범
동백 병원 물리치료실

The Effect of PNF-Based Weight Support Exercise on Weight-Supporting Ability,
Fear of Falling, and Stair-Walking Ability of Subacute Stroke Patients

Chang-Beom Kim

Department of Physical Therapy, Dongbaek Hospital

Received: November 26, 2016 / Revised: November 29, 2016 / Accepted: November 30, 2016

© 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: The purpose of this case study was to examine the effects of an intervention based on the concept of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on the weight-supporting ability, fear of falling, and stair-walking ability of stroke patients.

Methods: One pretest, three intervention sessions, and one posttest were conducted. In the tests, weight-supporting ability, manual muscle strength, the fear of falling, and the time to go up and down a ‘ㄱ’-shaped stair-walking machine were measured and compared. The intervention was implemented for 30 minutes per day for three days in combination with general rehabilitation. The intervention was planned and implemented based on the concept of PNF, and the goal was for the subjects, after their consent, to walk backward down the stairs.

Results: After the intervention, functional improvement was seen in weight-supporting ability and the fear of falling felt when walking down the stairs. Whereas the subjects could not perform the task of walking down the stairs on the ‘ㄱ’-shaped stair-walking machine in the pretest, they could perform the task in the posttest, and their stair-climbing speed was greater than before the intervention.

Conclusion: This study verified that a PNF-based intervention can improve stroke patients’ weight-supporting ability and stair-walking ability. Therefore, this intervention can be clinically applied to stroke patients.

Key Words: Stroke, Stairs, Weight support, PNF

†Corresponding Author : Chang-Beom Kim (pnfbeom@gmail.com)

I. 서론

뇌졸중은 뇌의 허혈 또는 출혈로 인해 운동, 감각, 인지, 지각, 언어 기능 등에 장애를 발생시키는 대표적인 중추신경계 손상 질환이다(O'Sullivan & Schmitz, 2001). 특히 운동기능을 담당하는 영역의 손상으로 인하여 사회생활과 독립적인 생활을 제한하며(Ada et al., 2003), 발병 후 생존한 환자의 80% 이상이 감각, 운동기능 약화 등의 이유로 장기적인 재활치료가 필요하다(Lord et al., 2007).

좌·우의 근력, 감각 등의 신체기능은 기능적인 보행을 위해 중요한 부분을 차지하지만, 대부분의 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들은 질병의 특성상 신체 비대칭성이 증가되어 있다(Maupas et al., 2002). 신체 비대칭성이 증가할수록 일상생활의 독립성에 심각한 영향을 미치며, 특히 보행 중 체중이동, 체중지지, 균형, 속도, 낙상 등에 영향을 주는 중요한 요소이다(Dean et al., 2010). 이러한 비대칭성은 마비측의 체중지지 능력을 감소시킴으로서 보행기능 저하를 일으키게 되고(Buurke et al., 2005), 뇌졸중 환자의 낙상에 대한 두려움과 경험은 과제를 수행함에 있어 매우 소극적이고 수동적인 참여를 발생시키기 때문에 적극적인 재활치료에 부정적인 영향을 미친다(Geurts et al., 2005).

뇌졸중 환자는 기능적으로 여러 가지 문제를 보일 수 있지만 그 중 보행의 기능 유·무는 일상생활 능력에 결정적인 기준이 되며, 보행기능 증진은 사회와 직업으로의 복귀에 매우 중요한 부분이다(Bae, 2005; Eich et al., 2004). 특히 계단 보행은 신체의 무게 중심을 전방으로 이동하는 것과 동시에 수직 방향으로 이동되어야하기 때문에 평지에서의 보행과 비교하여 더 많은 하지의 근력과 균형 조절 능력이 요구된다(Riener et al., 2002). 이러한 계단 보행은 독립적인 일상생활을 위한 필수 요소이며, 생활의 질을 높일 수 있는 중요한 기능이다(Eun, 2003).

뇌졸중 환자의 보행기능을 개선하기 위하여 현재까지 많은 중재 방법에 관한 연구가 진행되었으며,

그 중 고유수용기를 자극함으로써 신경근계의 협응력을 증가시키는 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)이 효과적이라고 하였다(Bae, 2005; Ferber et al., 2002). PNF는 철학을 기초로 대각선 패턴을 사용하여 근육과 힘줄 내의 고유수용기를 자극함으로써 신체기능을 향상시키고 근력, 균형능력 등을 증가시킨다(Klein et al., 2002). 뇌졸중 환자에게 보행기능은 매우 중요한 부분을 차지하며, 그 중 높은 역학적 기능을 요구하는 계단 보행훈련은 퇴원을 앞둔 환자들과 운동 수행기능이 양호한 환자들에게 주로 적용하는 고난위의 운동 과정이다(Basset et al., 1997). Kim 등(2011)은 이러한 계단보행 증진을 위해 고유수용성신경근촉진법을 이용한 계단 보행 훈련이 효과적이라고 하였다.

현재까지 뇌졸중 환자를 대상으로 낙상에 대한 두려움, 평지 보행, 계단보행에 관한 많은 연구가 진행되었으나, PNF 개념을 이용하여 계단보행에 미치는 영향을 알아본 연구는 부족하다. 또한 계단보행과 함께 체중지지 비대칭성, 낙상에 대한 두려움에 대하여 동시에 진행된 연구는 미흡하다.

따라서 본 연구는 PNF 개념을 기초로 한 중재가 뇌졸중 환자의 체중지지 비대칭성, 낙상에 대한 두려움, 계단 보행에 미치는 영향을 알아보고, 임상에서 치료중재 시 도움을 주고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

대상자는 키 169cm, 체중 70kg인 58세 남성으로 2015년 1월 17일 일하는 도중 뇌내출혈(intracerebral hemorrhage, ICH)로 쓰러진 직후, OO대학교에서 개두술 수술을 진행하였다. 중환자실에 3일간 입원 후 일반실로 옮겨졌으며, 그 후 아내가 지속적인 간병을 하고 있는 상태이다. 대상자의 직업은 건축가였고, 긍정적인 성격이었다.

뇌졸중으로 인한 좌측 편마비 환자로서 지팡이를

이용하여 보행이 가능하였고, 한국형 간이정신검사(MMSE-K)에서 25점으로 인지적인 어려움이 없는 상태였다.

대상자의 주요 요구 사항은 집에 가고 싶다는 것이었다. 하지만 집이 엘리베이터가 없는 2층 집이며, 우측에 가드레일이 있어서 좌측 편마비인 대상자가 계단을 오르는 것은 가능하지만 독립적으로 내려올 수가 없는 상태였다. 대상자는 집에 최대한 빨리 가고 싶다는 동기가 확실하고, 오른쪽 상지의 기능이 좋다는 매우 긍정적인 부분을 가지고 있었다. 따라서 대상자의 동의를 구한 후 계단을 뒤로 내려오는 방법을 선택하고 치료 중재를 실시하였다.

본 연구는 대상자와 보호자에게 본 연구의 내용과 목적, 과정을 충분히 설명하였고 연구 참여에 대한 동의를 얻은 후 진행하였다.

2. 측정 방법 및 도구

1) 체중지지 능력: 대상자의 좌·우 체중 부하의 차이를 알아보기 위해 체중계를 이용하여 비교·측정하였다.

평가자는 대상자가 테이블에 앉은 후 각각 체중계의 동일한 위치에 한 발씩 올린 상태에서 바로 서라는 구두 명령을 하였다. 그 후 대상자 스스로 선 자세가 안정되었다고 생각되면 평가자는 그때 각 체중 지지 정도를 측정하였다(Ko et al., 2008). 측정값은 총 3회 측정 후 그 평균값을 제시하였다.

2) 낙상에 대한 두려움 측정: 대상자가 계단을 내려올 때 낙상에 대한 두려움을 시각 사상 척도(visual analogue scale, VAS)를 사용하여 자가 기입 방식으로 하였다.

시각적 사상 척도는 전혀 0~10점으로 이루어진 척도로서 불안감이 없는 상태를 0점, 매우 극심한 불안감이 있는 상태를 10점으로 하여 대상자의 불안감을 측정하였다(Sriwatanakul et al., 1983). 측정값은 총 3회 측정 후 그 평균값을 제시하였다.

3) 하지 근력 측정: 환자의 하지 근력을 평가하기 위하여 도수근력 검사(manual muscle test, MMT)를 시행하였다.

4) 계단보행 기능: 계단 보행훈련에 주로 사용되는 ‘ㄱ’자형 계단 보행 연습기(corner exercise stacise)를 사용하였다(Lee et al., 1999).

‘ㄱ’자형 계단 보행 연습기는 양쪽에 가드레일 있는 4단의 계단(너비: 70cm, 높이: 15cm)을 오르고 내리는 시간을 측정하였다.

3. 실험 절차

본 연구는 단일 사례연구로, 연구 기간은 2016년 5월 23일부터 5월 27일까지 진행되었으며, 사전검사 1회, 중재 기간 3회, 사후검사 1회로 진행되었다. 모든 과정은 J 재활병원 운동치료실에서 이루어졌으며, 사전검사와 사후검사 동안 치료 중재는 실시하지 않았다. 중재 기간 동안 PNF 개념에 기초한 치료를 30분간 실시하였다.

4. 중재 방법

본 연구는 고유수용성신경근축진법 개념을 기초로 중재가 시행되었다. 고유수용성신경근축진법 철학(Table 2)을 기초로 환자의 상황을 분석하였고, 아래와 같은 방법으로 중재를 시행하였다(Fig. 1).

첫 번째 치료는 하부 체간의 안정성을 위해 양쪽 무릎을 굽히고 누운 자세에서, 양쪽 무릎위에 치료사의 손을 올린 후 bilateral leg flexion pattern을 적용하였다. 이 때 안정적 반전(stabilizing reversal, SR) 기법을 적용하였다(Fig. 1a).

두 번째 치료는 고관절 신전근 강화와 발에 체중지지 감각 입력을 위하여, 양쪽 무릎을 굽히고 누운 자세에서 양쪽 장골 능선 전방부에 치료사의 손을 올린 후, 등장성 혼합(combination of isotonic, CoI) 기법을 적용하였다(Fig. 1b).

세 번째 치료는 환측의 고관절 외전근, 신전근 강화와 체중지지 감각 입력을 위해 환측발을 벽에 올린



a. Treatment 1.



b. Treatment 2.



c. Treatment 3.



d. Treatment 4.



e. Treatment 5.



f. Treatment 6.

Fig. 1. Treatment methods.

후 건측발의 굴곡-외전-내회전-슬관절 굴곡(flexion-abduction-internal rotation-with knee flexion) 패턴을 간접적으로 적용하였다. 이 때, 치료사는 환측 무릎에 손을 올리고 뒤꿈치 방향으로 압축(approximation), 건측 하지는 등장성 혼합(combination of isotonic, CoI) 기법을 적용하였다(Fig. 1c).

네 번째 치료는 환측의 고관절 외전근, 신전근 강화와 체중지지 감각 입력을 위해 환측발을 의자에 올리고 무릎을 90° 굴곡하여 바르게 누운 자세에서, 건측발의 굴곡-외전-내회전-슬관절 굴곡(flexion-abduction-internal rotation-with knee flexion) 패턴을 이용하여 간접적 치료를 시행하였다. 이 때, 치료사는 환측 무릎에

손을 올리고 뒤꿈치 방향으로 압축(approximation), 건측 하지는 등장성 혼합(combination of isotonic, CoI) 기법을 적용하였다(Fig. 1d).

다섯 번째 치료는 환측 고관절의 신전, 외전근 촉진과 체중지지에 대한 감각 입력을 위해, 환측 무릎을 굴곡 시키고 매트에 올린 후 선 자세에서 건측 발을 전·후방으로 이동시키는 훈련을 실시하였다. 이 때 치료사는 뒤에서 대상자의 양측 장골능 후면에 손을 올리고 환측 무릎 방향으로 압축(approximation)을 적용하였다(Fig. 1e).

여섯 번째 치료는 계단 높이와 같은 보조도구를 이용하여 실제 계단 보행과 유사한 과제를 수행함으

로써 환측의 체중지지 훈련을 실시하였다. 환자는 건측의 다리를 보조도구 위에 올리고 선 상태에서 환측 하지를 보조도구 위로 올리고 내리는 훈련을 실시 한 후, 환측의 다리를 보조도구 위로 올린 상태에서 건측의 하지를 올리고 내리는 훈련을 반복하였다. 이 때 치료사는 뒤에서 대상자의 양측 장골능 후면에 손을 올린 후 환측 하지가 지면에 접촉하면 뒤꿈치 방향으로 압축(approximation)을 적용하였다(Fig. 1f).

5. 자료 분석

본 연구는 아급성 뇌졸중 환자의 체중지지능력과 낙상에 대한 두려움, 계단 보행 기능에 대한 변화를 알아보기 위하여 치료 전과 후를 평가하여 비교하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Characteristics of subject

		Subject
1	Gender	Male
2	Age (year)	58
3	Height (cm)	169
4	Weight (kg)	70
5	Type of stroke	Intracerebral hemorrhage (ICH)
6	Duration (month)	4

2. 고유수용성신경근촉진법 철학을 이용한 대상자의 상황 분석

대한고유수용성신경근촉진법 철학을 이용한 대상자의 상황 분석은 다음과 같다(Table 2).

3. 중재 전·후의 하지 근력, 체중 지지 비대칭성, 낙상에 대한 두려움, 계단 보행 기능의 변화
각 중재 전·후의 변화는 다음과 같다(Table 3).

Table 2. PNF philosophy with patient

PNF philosophy		Patient situation
Positive approach		Upper and lower extremity the right side of the function is good.
		The motivation for training to come down to a flight of stairs is for sure.
	Highest functional level	Activity Can't come down the stairs. Participation Can't go home. Psychology Anxiety about coming down the stairs is very heavy.
Total human being	Environment	Hemiplegia is on the right living the house on the second floor. In the house the guardrail is on the right side so he is climbing the possible stairs. But it is impossible to come down the stairs.
	Mobilize potential	Active participation On the basis of the desired target goal, an agreement was implemented after the stairs, way back down. Intensive training Implement aggressive treatment due to the active participation of the patient.
Motor control and Motor learning	Cognitive stage	Participated in the treatment and recognizing the need for training and methods.
	Associative stage	Repeatedly provided by the experience of the task, fertilization, and achievements.
	Autonomous stage	Naturally, can go down the stairs.

Table 3. The changes of pre test and post test

		Pre-test	Pos-ttest	Difference
MMT ^a	Hip flexor	P	P	-
	Hip extensor	P+	P+	-
	Hip abductor	P	P	-
VAS ^b		9.5	2	7.5
Weight support (%)	Left side	29	47	18
Stairs walking ability (sec)	Up stairs	21	14	7
	Down stairs	Fail	16	

^a Manual muscle test

^b Visual assessment scale

IV. 고 찰

본 연구는 PNF 개념에 기초한 중재가 체중지지 능력, 낙상에 대한 두려움, 계단보행 기능에 미치는 변화를 알아보기 위하여 중재 전과 후의 차이를 비교하였다.

대부분의 뇌졸중 환자는 비정상적인 근육의 활성화, 감각장애 등의 이유 때문에 선 자세에서 마비측에 비하여 비마비측으로 체중을 더 지지하는 특징을 보인다(Bohannon & Diane, 1991). 본 연구에서 역시 대상자의 체중 지지 측정 결과 전체 몸무게 70kg 중 마비측에 20kg으로 전체 체중의 약 29%를 지지하는 것을 사전 검사에서 확인할 수 있었다. 또한 체중 지지의 비대칭성은 비마비측 하지의 근골격계 손상, 동적·정적 균형 능력 저하, 보행 기능 저하 등을 초래할 수 있는 매우 중요한 증상이기 때문에, 뇌졸중 환자의 여러 기능 향상 프로그램 중 매우 중요한 부분을 차지한다(Alexander et al., 2009). 이러한 이유로 많은 치료사들이 마비측의 체중 지지 능력을 향상시킴으로서, 체중 지지 능력을 향상시키기 위해 노력한다. 본 연구는 대상자에게 PNF 개념을 기초로 한 중재를 제공하였으며, 사후 검사 결과 마비측 체중지지가 33kg으로 증가하여 전체 체중의 47%를 지지하는 것을 확인할 수 있었고, 사전검사와 비교하여 13kg이 증가하였으며, 18%의 향상을 보였다. 본 연구에서 3일간의 짧은 치료 중재에도 불구하고 체중지지 능력이 증가한 결과는,

집중적인 체중지지 훈련의 경험이 부족했던 대상자에게 지속적이고 적극적인 체중지지 훈련을 통해 체중 지지의 감각 입력과 환측의 체중지지에 대한 경험, 마비측으로의 체중지지에 대한 두려움 감소가 복합적으로 작용한 것으로 생각된다. 대부분의 뇌졸중 환자는 마비측을 보상하여 비마비측의 보다 많은 체중 부하를 통해 일상생활을 수행할 수 있다. 예를 들어 앉은 자세에서 일어날 때 비마비측에 보다 많은 체중 부하를 했을 때 더 잘 일어날 수 있지만 낙상의 위험도가 증가한다. 양측의 체중부하가 보다 균등할수록 즉 마비측의 체중부하능력이 향상될수록 낙상의 위험이 감소한다고 제시하였다(Lamontagne et al., 2005).

균형 능력 감소로 인한 낙상의 위험률이 동일 연령의 정상인에 비하여 매우 높고, 낙상에 대한 두려움은 대부분의 뇌졸중 환자들에게서 확인할 수 있는 증상이다(Geurts et al., 2005). 뇌졸중 환자들에게 낙상에 관한 불안감은 마비측 하지의 근력, 혈용 능력, 비정상적인 운동 패턴, 강직, 균형능력 장애 등과 비교하여 보행기능에 더 큰 영향을 미칠 수 있는 변수일 수 있다(Belgen et al., 2006). 본 연구의 대상자는 사전 평가에서 계단 내려오기에 대한 두려움이 9.5점으로 매우 극심한 두려움을 느끼고 있었다. 뇌졸중 환자의 낙상에 영향을 줄 수 있는 요인은 내적 요인과 외적 요인이 있으며, 이 중 내적 요인은 기능적 요인과 심리적 요인으로 분류되고, 외적 요인은 환자 주변의 환경적 요인을 포함한다(Harvey et al., 2007). 본 연구에 입각하여

기능적 요인은 대상자가 지팡이를 이용한 독립 보행이 가능하고, 오른쪽에 있는 가드레일을 이용하여 계단을 오를 수 있는 신체 능력을 말한다. 심리적인 요인은 계단을 내려올 때 가드레일을 이용할 수 없다는 두려움과 계단 내려오기 과제에 관한 경험이 없다는 것으로 설명할 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 환경적 요인은 대상자가 거주하는 집이 엘리베이터가 없는 2층이며, 가드레일이 오른쪽에만 배치되어 있기 때문에 좌측 편마비인 대상자가 내려올 때 가드레일을 이용할 수 없는 환경이었다. PNF 철학 중 긍정적 접근(positive approach)라는 항목에서 환자가 잘 할 수 있는 부분을 이용하여, 잘 할 수 있는 과제를 수행함으로써 그 과제에 대한 자신감을 심어주라는 방향을 제시하였다. 또한 전인적 고려(whole person)이라는 항목에서는 신체적, 심리적, 환경적 요소 등 국소적인 부분만이 아니라 환자의 전체적인 부분을 고려하라고 권고하고 있다(Susan et al., 1998). 본 연구는 PNF 철학을 기초로 환자의 상황을 분석하였으며, 집에 가고 싶다는 환자의 주요 요구 사항을 기초로 중재를 계획 및 시행하였다. 그 결과 사후검사에서 계단 내려오기에 대한 두려움이 2점으로, 사전검사와 비교하여 7.5점 감소하였다. 이러한 결과는 대상자의 긍정적인 신체 기능과 원하는 과제를 중심으로 반복적인 과제 집중적 훈련을 수행하고, 성공적인 과제 수행을 지속적으로 경험하였기 때문에 얻은 결과라고 사료된다.

계단 오르기 및 내리기는 뇌졸중 환자들에 대한 운동성 측정에서 매우 중요한 요소이다. 이는 많은 측정 도구들의 일부분으로(Flansbjerg et al., 2005) 측정 결과는 운동성뿐만 아니라 균형 능력을 반영한다(Bohannon & Walsh, 1991). 본 연구의 대상자는 사전평가에서 ‘ㄱ’자형 계단 보행 연습기(corner exercise stericase)의 계단 오르기는 21초가 소요되었으며, 계단 내려오기는 대상자가 포기하여 측정할 수 없었다. 하지만 사후평가에서는 계단 오르기가 14초로 7초가 단축 되었으며, 계단 내려오기는 16초가 소요되었다. 결과적으로 계단 오르기 시간이 30% 감소하였으며, 사전검사서 환자가 수행하지 못한 계단 내리기의 과

제를 수행할 수 있었다.

뇌졸중 환자를 대상으로 고유수용성신경근축진법 개념의 치료가 보행 및 계단 오르기 변화에 대한 연구에서 보행기능과 계단 오르기 기능이 증가하였으며(Kim, 1991), Kim 등(2011)에 의한 고유수용성신경근축진법을 이용한 계단 보행훈련이 보행기능 증진에 효과적임을 확인한 연구들은 PNF의 개념을 기초로 중재를 수행한 본 연구의 결과를 뒷받침해 줄 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 4주 이상의 중재를 통한 사전 실험과는 달리 본 연구는 3일 동안 중재를 수행한 결과 근력의 향상은 확인할 수 없었다. 그럼에도 불구하고 계단 오르기, 계단 내리기 과제 수행 능력이 향상된 결과는 근력 변화 이외에 다른 요인이 영향을 미쳤다고 생각할 수 있다. 대상자의 사전 평가와 사후 평가의 변화 중 체중지지 기능 향상과 계단을 내려올 때 낙상에 대한 두려움에 큰 차이를 보였다. 즉 체중지지 능력의 향상과 함께 계단 내려올 때 낙상에 대한 두려움의 감소가 계단보행 능력 향상에 복합적으로 영향을 미친 결과라고 생각된다. 더불어 대부분의 치료와 연구에서는 대상자가 계단을 정면으로 내려오는 것을 훈련하고 평가하였다. 하지만 본 연구에서는 환자의 주요 요구 사항과 상태를 감안하여 계단을 뒤로 내려오는 중재를 통해 과제 수행능력을 향상시킬 수 있었다. 따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 향후 뇌졸중 환자를 대상으로 계단 보행을 위한 중재를 계획할 때 체중지지의 비대칭성, 낙상에 대한 두려움, 환경에 따라 내려오는 방향에 대해 감안할 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 아급성기 뇌졸중의 단일 대상자로 진행하였기 때문에 중재 외에 다른 기능적 회복 요소를 배제할 수 없었으므로 모든 뇌졸중 환자에게 일반화하기에는 어려움이 있다. 앞으로의 연구에서는 급성기, 아급성기, 만성기의 충분한 뇌졸중 환자를 대상으로 다양한 중재를 통하여 체계화된 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 증례연구는 뇌졸중 환자에게 고유수용성신경근 촉진법 개념에 기초한 중재가 뇌졸중 환자의 체중지지 능력, 낙상에 대한 두려움, 계단보행 능력에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 연구의 결과 제시한 항목에서 모두 중재 전과 비교하여 기능적 향상을 확인하였다.

따라서 임상에서 뇌졸중 환자를 대상으로 체중지지, 계단보행 능력 증진을 목적으로 중재를 수행할 시 고유수용성신경근촉진법 개념에 기초한 접근이 효과적일 것으로 생각된다.

References

- Ada L, Dean CM, Hall JM, et al. A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003; 84(10):1486-1491.
- Alexander LD, Black SE, Patterson KK, et al. Association between gait asymmetry and brain lesion location in stroke patients. *Stroke*. 2009;40(2):537-544.
- Bae SS. Gait training strategy by CPG in PNF with brain injured patients. *The Korean Society of Physical Therapy*. 2005;17(1):13-24.
- Bassett DR, Vachon JA, Kirkland AO, et al. Energy cost of stair climbing and descending on the college alumnus questionnaire. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1997;29(9):1250-1254.
- Belgen B, Beninato M, Sullivan PE, et al. The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(4):554-561.
- Bohannon RW, Diane TW. Accuracy of weight bearing estimation by stroke versus healthy subjects. *Perceptual and Motor Skills*. 1991;72(3):935-941.
- Bohannon RW, Walsh S. Association of paretic lower extremity muscle strength and balance with stair climbing ability in patients with stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 1991;1(3):129-133.
- Buurke JH, Hermens HJ, Erren-Wolters CV, et al. The effect of walking aids on muscle activation patterns during walking in stroke patients. *Gait & Posture*. 2005;22:164-170.
- Dean CM, Ada L, Bampton J, et al. Treadmill walking with body weight support in subacute non-ambulatory stroke improves walking capacity more than overground walking: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 2010;56(2):97-103.
- Eich HJ, Mach H, Werner C, et al. Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2004;18(6):640-651.
- Eun SD. Biomechanical effect of the stair heights on the lower extremity joints in stair-ascent activity of elderly persons. Seoul University. Dissertation of Doctorate Degree. 2003.
- Ferber R, Ostering LR, Gravells DC. Effect of PNF stretch technique on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002;12(5):391-397.
- Flansbjer UB, Holmbäck AM, Downham D, et al. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2005;37(2):75-82.
- Geurts, Alexander CH, Haart M, et al. A review of standing

- balance recovery from stroke. *Gait & Posture*. 2005;22(3):267-281.
- Harvey RL, Roth EJ, Yu D. Rehabilitation in stroke syndromes. *Physical medicine and rehabilitation*, 3rd ed. Philadelphia. Saunders. 2007.
- Kim DK. Change of walking and stair up in hemiplegia by proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. *The Korean Society of Physical Therapy*. 1991; 11(3):57-64.
- Kim K, Lee JD, Seo KC. The effect of gait quality, accuracy in the stroke patients after stair gait exercise by proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*. 2011;50(2):271-287.
- 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;41(10): 476-488.
- Ko BO, Kim EY, Park MH, et al. The effect on functional recovery of self exercise program in stroke. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*. 2008;47(1):331-347.
- Lamontagne A, De Serres SJ, Fung J, et al. Stroke affects the coordination and stabilization of head, thorax and pelvis during voluntary horizontal head motions performed in walking. *Clinical Neurophysiology*. 2005;116(1):101-111.
- Lee JR, Ahn DH, Kim YM. The difference of EEI through the slope of stairs. *Physical Therapy Korea*. 1999; 6(2):67-76.
- Lord SR, Sherrington C, Menz HB, et al. Falls in older people: risk factors and strategies for prevention. Cambridge University Press. 2007.
- Maupas E, Paysant J, Datie AM, et al. Functional asymmetries of the lower limbs. A comparison between clinical assessment of laterality, isokinetic evaluation and electrogoniometric monitoring of knees during walking. *Gait & posture*. 2002;16(3):304-312.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Physical rehabilitation: Assessment and treatment*, 4th ed. Philadelphia. F.A. Davis Co. 2001.
- Riener R, Rabuffetti M, Frigo C. Stair ascent and descent at different inclinations. *Gait & posture*. 2002; 15(1):32-44.
- Sriwatanakul K, Kelvie W, Lasagna L, et al. Studies with different types of visual analog scales for measurement of pain. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 1983;34(2):234-239.
- Susan SA, Dominiek B, Math B. *PNF in practice: an illustrated guide*, 3rd ed. Berlin. Springer-Verlag. 2008.