

Original Article

Open Access

PNF Concept 중 Scapula and Pelvis의 Symmetrical Reciprocal Pattern이 Hemiplegia 환자의 보행속도와 균형감각에 미치는 효과

맹관철 · 백선영[†]

미추홀재활전문병원 물리치료실

Effect of Symmetrical Reciprocal Pattern of Scapula and Pelvis in PNF Concept on the Gait Speed and Balance of the Patients with Hemiplegia

Gwan-Cheol Maeng · Sun-Young Baek[†]

Michuhol Rehabilitation Center, Department of Physical Therapy

Received: December 23, 2014 / Revised: February 17, 2015 / Accepted: February 18, 2015

© 2015 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 to determine the effect of symmetrical-reciprocal pattern of scapula and pelvis exercises using proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on gait speed and balance in patients with hemiplegia.

Methods: Among the adult patients with hemiplegia that were hospitalized at Michuhol Rehabilitation Center after being diagnosed with stroke, 10 that were capable of independent walking for more than five minutes and that understood and cooperated with the therapy and test methods of this research, were selected as subjects. The therapy was implemented based on the concept of PNF, and it was performed on a low mat and a height-adjustable mat, as proscribed by the fundamental procedure for PNF. Symmetrical-reciprocal pattern of scapula and pelvis exercises were applied to the patients in the decubitus position. The therapy scheme included stabilizing reversals, rhythmic stabilization, and a combination of isotonic, rhythmic initiation, and dynamic reversals. To investigate gait speed and body trunk mobility before and after the symmetrical-reciprocal pattern of scapula and pelvis exercises were applied, walking speed for a distance of 10 m was measured and balance was tested based on the Berg-Balance scale test table. The Berg-Balance scale test was performed by one therapist to minimize any error that could occur from the subjective evaluation method used by therapists.

Results: Gait speed increased by 8.97 seconds after applying the symmetrical-reciprocal pattern of scapula and pelvis exercises using the concept of PNF, showing a significant difference ($p < 0.01$). However, balance showed no significant difference after the therapy ($p > 0.14$).

Conclusion: Exercise therapy that uses the symmetrical-reciprocal pattern of scapula and pelvis with the concept of PNF can be said to be a useful therapeutic technique that can enhance the walking speed of patients with hemiplegia.

Key Words: Hemiplegia, Symmetrical Reciprocal Pattern, Gait speed, balance

[†]Corresponding Author : Sun-young Baek (chy-sygreen@hanmail.net)

I. 서론

2013년 우리나라의 사망원인 2위인 뇌혈관질환 사망자 수는 전체 사망자 수의 9.6%인 25,447명으로 보고 되었다(Statistics Korea, 2013). 뇌졸중은 가장 대표적인 질환인데 일상생활동작기능에 가장 많은 장애가 나타난다(Anderson, 1990). 그중에서도 신체 움직임의 기능장애로 인한 보행기능장애가 뇌졸중 발병 후에 환자에게 가장 커다란 상실감을 준다고 한다(Mumma, 1986). 뇌졸중 환자의 보행수행능력 평가에 있어서 많이 사용되는 것들 중의 하나는 보행속도이다(Wade et al, 1987). 미추홀재활병원의 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 보행기능의 회복은 보호자와 환자의 대부분이 치료를 받는 가장 중요한 목표라고 했다. 편마비 환자의 재활치료에 있어서 보행을 그 첫째 목적이라고 하였다. 따라서 뇌졸중 발병 후 환자, 환자의 가족 및 의료진에게 보행기능의 회복 정도는 가장 중요하게 생각하는 부분이다(Bohannon et al, 1988). 뇌졸중 환자의 기능적인 재활에서 중요한 목표는 보행능력 향상이다. 보행훈련은 재활의 마지막 단계이고, 편마비 환자의 보행훈련 및 보행의 질 향상은 재활프로그램의 가장 중요한 부분 중에 하나이다. 고유수용성신경근축진법을 이용한 골반운동을 25명의 편마비 환자를 대상으로 40분씩 주 5회 3주 동안 적용하여 분속수가 62.59 steps/min에서 71.11steps/min으로 8.52steps/min가 증가했다고 보고하였다(Kwon et al, 1999). 골반의 비대칭성으로 인하여 기립, 정중선, 공간에 대한 개념이 없어지고, 척추를 바른 자세로 유지할 수 없고, 체간의 회전, 체간과 사지의 분리운동, 체중 이동시 골반의 전·후 운동, 정위반응, 보호반응, 평형반응 등을 어렵게 한다(Carr & Shepherd, 1985). 임상적으로 성인 편마비 환자의 가장 큰 특징의 하나는 마비측과 비마비측의 비대칭성이다. 편마비 환자의 비대칭적인 몸통과 골반의 정렬은 하지 근위부와 체간의 안정성이 낮아져 정상적인 보행을 어렵게 한다(Kapandji, 1982). 골반운동이 편마비 환자의 환측 하지의 인식을 촉진시키고 골반정렬의 대칭성을 증가하게 하여 정상

적인 보행양상과 정상적인 움직임을 촉진시킨다고 하였다(Trueblood et al, 1989). 뇌졸중 환자의 보행 시 효과적인 반응을 유도하기 위하여 몸의 적절한 자세 긴장도가 선행되어야 한다고 하였으며, 체간운동의 중요함을 강조하였다(Edwards, 1991). 중추신경계의 손상을 받은 환자가 기능적인 보행을 하기 위해서는 몸통과 골반, 팔 다리의 세밀한 상호 연관성을 필요로 한다(Ryerson et al, 1997). 뇌졸중 환자의 보행능력 평가에 많이 사용되는 것들 중의 하나가 보행의 속도이다(Wade et al, 1987). 보행을 수행하는 능력 평가에 대한 상당수가 측정의 결과로서 보행속도의 타당성을 뒷받침하고 있다(Bohannon, 1992). 보행속도는 보행수행능력을 반영하는 최고의 매개 변수로서, 보행 시 편마비 환자의 체간 안정성의 증가는 보행속도에 큰 영향을 미친다. 본 연구는 편마비 환자에서 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동 전/후의 보행속도와 균형 감각을 측정하여, PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동이 보행 시 보행속도와 균형 감각에 미치는 효과를 알아보고, 향후 효과적인 물리치료 계획을 수립하는데 도움을 주고자 시행되었다.

본 연구의 가설은 다음과 같다.

첫째, 편마비 환자에게 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴을 적용하여 치료를 하면 치료 전/후 보행 시 보행속도의 변화가 있을 것이다.

둘째, 편마비 환자에게 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴을 적용하여 치료를 하면 치료 전/후 균형감각 변화가 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구의 대상은 뇌졸중으로 진단받고 미추홀재활병원에 입원치료를 받고 있는 성인 편마비 환자 중 5분 이상 독립보행이 가능한 환자로, 치료와 검사방법을 잘 이해하고 협조가 가능한 환자로 선정하였다. 예비연구는 2014년9월22일 부터 9월26일까지 선정 조

전에 합당한 3명을 대상으로 실시하였으며, 기간은 2014년10월13일 부터 2014년10월30일 까지 3주간 토요일 일요일을 제외한 15일간 시행하였고, 1일 1회 30분을 대상자 전원에 대하여 미추홀재활병원 물리치료실에서 시행되었다. 연구기간 중 탈락자는 없었다. 본 실험은 환자의 동의하에 실시하였다.

2. 연구 도구

보행속도를 측정하기 위해 10m 보행검사 방법을 사용하였고 치료실 바닥에 14m의 표시 테이프를 직선으로 부착하고, 시작선과 마지막 지점에 T자 모양으로 테이프를 부착하였다. 환자가 14m 거리를 본인의 의지대로 편안하게 걸도록 하여 측정하였고 거리측정을 위한 줄자, 시간측정을 위해 전자초시계를 사용하였다. 균형감각검사를 위해 Berg-Balance Scale test에 필요한 평가지와 발판, 의자, 전자초시계를 사용하였다. PNF의 패턴 중에서 Scapula와 Pelvis pattern의 Symmetrical reciprocal patterns을 사용하였다.

3. 용어 정의

1) 10m 보행검사(10m walking test)

서있는 상태에서 보행한 거리 14m의 앞, 뒤 각 2m를 제외하고 10m를 걷는데 소요된 시간을 초로 나눈 값으로 단위는10m/sec로 표시하였다.

2) Berg-Balance Scale test : 임상에서 환자의 균형을 측정하기 위해 사용한다.

4. 연구 방법

본 연구에 참여한 물리치료사는 모두 5명으로, 중추신경계전문교육 120시간 이상인 PNF Level 1,2Course를 이수하고 분야에서 3년 이상 경력이 있는 물리치료사 4명과 기록과 Berg-Balance Scale test를 담당하는 치료사 1명으로 구성되었다. 치료는 환자가 옆으로 누운 자세에서 시행되었으며, 모든 치료는 PNF Concept에 근거하여 시행되었다. 평상매트와 낮낮이

가 조절되는 매트에서 PNF의 기본절차에 준하여 시행하였다. 환자는 옆으로 누운 자세에서 경추에서 요추까지 매트 바닥과 평행되게 위치한 후 고관절과 무릎관절을 70°~90° 또는 20°~30° 굴곡시킨 자세에서 치료를 시행하였다. 견갑골과 골반의 운동을 위해 PNF의 패턴 중 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동인

- 1) scapular anterior elevation-pelvic posterior depression
 - 2) scapular posterior depression-pelvic anterior elevation
 - 3) scapular posterior elevation-pelvic anterior depression
 - 4) scapular anterior depression-pelvic posterior elevation
- 을 사용하였다.

이때 모든 pattern의 diagonal방향과 arc of motion으로 정확하게 움직임이 이루어지게 유도하였다. 치료 기법으로는 안정을 위해 Stabilizing Reversals, Rhythmic Stabilization을 사용하였으며 운동성을 위해 Combination of Isotonics, Rhythmic Initiation, Dynamic Reversals을 사용하였다. PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동 전/후의 보행속도를 보기위해 서있는 상태에서 14m의 거리를 걷는 속도를 측정하고 앞, 뒤 각 2m를 제외하고 10m거리를 걷는 시간을 전자초시계로 측정하여 산출하였다. 측정방법은 보행측정시 환자는 맨발로 걷게 하였다. 바지는 무릎위로 걸어 올려 끌림과 걸려서 넘어지는 것을 방지하였다. 보행 전 측정자는 대상자에게 “편하게 앞으로 걸으세요”라고 말하며 보행을 시작하게 하였다. 그리고 대상자 주변의 돌발상황을 방지하기 위하여 검사자 이외 출입이 통제된 운동치료실에서 실시하였다. 보행속도는 서있는 상태에서 첫 번째 걸음의 발뒤꿈이 바닥에 접촉한 시점부터 마지막에 표기한선을 환자의 몸이 통과한 후 까지를 전자초시계로 측정하였다. 균형감각을 검사하기 위해 Berg-Balance scale test표에 준하여 검사하였다.

본 연구에서는 체간의 견갑골과 골반 가동운동을 하기 위해 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동을 3주간 토요일, 일요일을 제외하고 총15일간 평일 기준으로 1일 30분을 실시하였다. 치료시작 전/

후의 보행속도를 측정하고 균형감각과의 상관관계를 보기 위해 10분 휴식 후에 Berg-Balance scale test를 시행하였다고, 치료사의 주관적인 평가방법에 따른 편차를 줄이기 위해 한명의 치료사가 실시하였다.

5. 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS18.0(Statistical Program for Social Science)을 이용하여 환자의 일반적 특성은 기술통계로 하였고, 실험 전/후 비교는 paired t-test 로 분석하였다. 통계학적 유의수준은 p<0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 특성

연구 대상자 10명 중 남자 8명(80%), 여자가 2명

(20%)이었다. 연령 분포는 19세에서 74세이고, 평균연령은 52.7세 이었다. 키 분포는 150cm에서 171cm이고, 평균은 163.8cm이었다. 몸무게는 43.5kg에서 75kg까지 분포를 보였으며, 평균몸무게는 61.09kg이었다. 병력과 관련된 특성을 정리하면 유병기간은 발병일로부터 실험당일 까지 평균 454.8일 이었다. 편마비 발생 원인별 분포를 보면 뇌출혈이 6명(60%), 뇌경색이 4명(40%)이었고, 마비 부위는 우측이 3명(30%), 좌측이 6명(60%), 양측이 1명(10%)이었다(Table 1).

2. PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동 전/후의 보행속도 변화

PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동 전/후의 보행속도 변화를 보면, 치료 전의 평균 보행속도는 10m/41.90s이었고, 치료 후의 평균 보행속도는 10m/32.93s로 감소되어 평균 8.97s가 빨라졌다. 통계학

Table 1. General characteristics of subjects(n=10)

Characteritics	Persons	Minimum	Maximum	Average	Mean±sd	Percentage(%)
Age(year)	10	19	74	52.70	15.81	
Hight(cm)	10	150.00	171.00	163.84	6.53	
Weight(Kg)	10	43.50	75.00	61.09	10.92	
Sex	Male	8				80
	Female	2				20
Onset(Day)	10	158	981	454.80		276.75
Diagonosis	ICH	6				60
	Infarction	4				40
Plegia site	Lt.	6				60
	Rt.	3				30
	Both	1				10

* ICH(Intracerebral Haemorrhage)

Table 2. Comparision of gait speed between before and after symmetrical reciprocal pattern of scapula and pelvis exercise

10m walking test	average(sec)		M±sd	T	P					
before	41.90		34.52	-3.27	0.01*					
after	32.93		26.73							
subject	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
before	15.76	42.95	48	35.40	45.40	11.89	130	52.90	12.78	24
after	12.77	30.05	39	28	30.17	9.63	100	48.57	10.11	21

Table 3. Comparison of balance between before and after symmetrical reciprocal pattern of scapula and pelvis exercise

BBS		average				M±sd		T		P	
before		35/56				11.20		-1.63		0.14*	
after		35.8/56				11.14					
subject	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
before	42	20	17	28	33	47	32	36	50	45	
after	43	21	17	28	38	47	32	37	50	45	

적으로 치료 전/후 비교에서 유의한 변화를 보였다 ($p < 0.05$)(Table 2).

3. PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동 전/후의 균형감각의 변화

PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동 전/후 Berg-balance test 결과 10명 중 3명이 1점, 1명이 5점 증가하였고, 6명은 변화가 없었고, 통계학적으로 유의한 성과가 없었다($p > 0.05$)(Table 3).

IV. 고 찰

많은 뇌졸중 환자는 질환으로 인하여 기능상실 및 일상생활활동의 어려움이 동반된다. 물리치료사는 환자를 정확히 평가하고 문제점을 파악하여 환자의 기능을 회복시키기 위해 어떤 종류의 치료를 환자에게 적용시켜야 효과적인 인지에 초점을 맞추게 된다.

편마비 환자의 치료에는 장기적인 치료시간이 소요되기 때문에 효율적인 치료계획이 필요하다. 적절한 치료계획을 세우려면 체계적이고 객관적인 평가방법을 통하여 치료의 효과를 파악하는 것이 필요하다. 편마비 환자의 기능평가에서 보행은 가장 중요한 요소 중 하나이다. 얼마 전까지 편마비환자의 보행에 관한 연구들의 대부분은 치료적 개념이 포함되지 않은 상태에서 나타나는 임상양상들과 그에 관계되는 요인들의 분석에 중점을 두고 있었다.

최근에는 치료적 개념이 포함된 연구들이 물리치료사들에 의하여 발표되고 있다.

보행평가에 있어서 지금까지 알려진 가장 좋은 방

법으로는 두 가지가 있는데, 보행의 질적인 평가로는 삼차원 분석이 가능한 전산화된 동작분석을 들 수 있으며, 보행의 양적인 평가로는 보행속도를 평가하는 방법이 있다.

보행속도의 측정방법은 편마비 환자의 보행평가에 매우 유용한 요소로 알려져 있으며(Brandstater et al, 1983), 또한 시간과 거리 측정은 임상적으로 매우 편리하기 때문에 많은 연구들에서 보고되었다.

보행속도 측정 시 속도가 인위적으로 증가하게 되면, 편마비 환자는 그에 대한 기능적 조절이 어려워져 부적합한 보행양상을 초래하게 되고, 과도한 노력을 기울이려고 한다(Ryerson & Levit, 1997).

편마비 환자의 보행평가 시 환자 스스로 가장 효율적인 보행속도를 선택하는 경향이 있으므로 측정자의 편의에 따른 부자연적인 보행속도의 선택보다는 그들에 맞는 적당한 속도를 이끌어 주어야 한다고 하였다(Steven et al, 1978).

정상인과 편마비 환자의 보행속도 비교는 편안히 걸었을 경우 편마비 환자의 평균 보행속도가 0.7m/s로 정상인의 1.3m/s보다 47% 정도 느리다고 하였다(Bohannon, 1992; Corcoran et al, 1970). 그러나 국내 비교치에서는 편마비 환자 0.46m/s, 정상인은 0.55m/s로 측정값의 차이를 보였다(Kim et al, 1996). 이는 서양인과 동양인의 신장 차이 때문으로 추정된다.

국내 연구들 중 편마비 환자의 평균 보행속도 분포를 살펴보면, 편안한 속도로 걸었을 때, 0.46m/s(Kim et al, 1996), 0.72m/s(Lee, 1997), 0.39m/s(Kim, 1995), 본 연구 결과 0.37m/s 등 다양한 분포를 보이는데, 이는 연구에 참여한 환자들의 일반적, 신경학적인 상태 등이 서로 다르기 때문이라고 사료된다.

시각, 청각 되먹임을 통한 하지의 체중이동 훈련 전 평균 보행속도는 0.39m/s, 훈련 후 0.45m/s로 훈련 후 평균 14% 정도 속도가 증가하였으며(Kim, 1995), 골반운동 전 평균 보행속도는 0.72m/s, 운동 후 0.85m/s로 운동 후 평균 15% 정도의 속도 증가가 있었다(Lee, 1997).

본 연구에서 보행속도의 측정은 환자가 가장 편안 한 상태에서 본인의 의지대로 걸을 수 있도록 유도하여 측정하였다.

편마비 환자의 보행을 개선시키기 위해 8주 동안 PNF 골반과 하지패턴을 이용한 단일사례 연구에서도 20m 보행속도가 78초에서 39초로 개선되었다고 보고 하였다(Kim, 1999). PNF 보행훈련 후 보행수행능력이 증가 한 것으로 볼 수 있다.

PNF 골반 경사운동과 보행훈련을 결합한 훈련이 뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향을 알아 본 연구에서는 골반운동이 편마비 환자의 환측 하지의 인식을 촉진시키고 골반정렬의 대칭성을 증가하게 하여 정상적인 보행양상과 정상적인 움직임 촉진시킨다고 하였다(Trueblood et al, 1989).

고유수용성신경근축진법 패턴 운동이 보행능력에 미치는 영향을 알아보고자 4주간 실험을 하여 6m보행 시간은 유의하게 감소했다고 하였다(Hwang et al 2009).

위와 같이 기존의 연구 사례들이 골반이나 하지패턴이 보행에 미치는 영향을 주로 연구하였다. 그러므로 본 연구자는 견갑골과 골반 모두에 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동과 테크닉을 적용하면 보행 시 체간에서 일어나는 대칭성운동이 촉진되고 가동능력이 향상되어 몸통의 움직임이 향상되면 하지의 보행패턴이나 이에 대칭적으로 일어나는 상지의 움직임도 향상되어 보행속도가 빨라질 것으로 판단하여 이 연구를 시작하였다.

본 연구에서는 뇌혈관 장애로 인한 편마비 환자 중 5분 이상 독립보행이 가능한 자를 대상으로 하였고 환자의 견갑골과 골반의 비대칭으로 인한 몸통의 비대칭성을 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴을

운동을 사용하여 대칭성을 회복하고, 안정성과 가동성을 증가시키면 보행의 속도와 균형 감각에 어떠한 변화가 있는지를 치료 전·후의 10m 보행속도와 Berg-Balance Scale test를 하여 비교하였고, 보행속도의 속도의 변화라는 양적인 평가와 균형 감각에 초점을 맞추었다.

본 연구는 미추홀재활병원에서 입원하여 치료를 받고 있는 환자 중 본 연구의 선정 기준을 충족시키는 일부 환자를 연구 대상으로 하였고, 치료시간 선정에 대한 명확한 근거 기준이 설정되어 있지 않기 때문에 본 연구의 결과를 모든 편마비 환자들에게 일반화 하는 데는 제한점이 있다. 그러나 연구결과 본 연구에서 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 치료 전 평균 보행속도는 10m/41.9s, 치료 후 10m/32.93s로 8.97 초 감소되어 속도가 빨라져 유의한 변화가 있었다. 그러나 본 연구는 환자의 신경학적 상태, 치료적 환경 등의 차이로 인하여 단순 수치상의 결과만을 가지고 위의 치료적 효과를 동일 시 할 수 없음을 참고적으로 밝혀 두는 바이다. PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동과 테크닉을 적용하면 보행 시 체간에서 일어나는 대칭성운동이 촉진되고 가동능력이 향상되어 몸통의 움직임이 향상되면 하지의 보행패턴이나 이에 대칭적으로 일어나는 상지의 움직임도 향상되어 편마비 환자의 보행속도가 빨라진 것으로 사료된다. 그러므로 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동치료가 효과적임을 알 수 있었다. 다만 균형감각은 10명중 4명에서 개선효과를 보였으나 유의하게 개선되지는 않았다, 앞으로 이러한 결과를 토대로 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

미추홀재활병원에서 물리치료를 받고 있는 환자 중 뇌졸중으로 인하여 편마비로 진단 받은 총 10명을 대상으로 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동치료를 적용한 전/후의 안정성 및 보행속도의 차

이를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동치료 적용 후 보행속도가 평균 8.97초 빨라져 유의한 성과가 있었다($p < 0.05$)(Table 2). 그러나 균형 감각은 치료 후 유의한 성과가 없었다($p > 0.05$)(Table 3). 추후 PNF의 견갑골과 골반의 대칭성 교대 패턴 운동치료가 보행속도에 영향을 주어 보행속도가 빨라지는 효과에 대한 보행의 보행분석 장비를 통한 객관적인 평가가 필요할 것 이라고 사료된다.

References

- Alder SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: an illustrated 4th ed. Heidelberg Springer. 2014.
- Anderson TP. Rehabilitation of patients with completed strokes. Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation. 4th ed. Philadelphia, Pa: WB Saunders Co. 1990.
- Bohannon RW, Andrew AW, Smith MB. Rehabilitation goals of patient with hemiplegia. *International Journal of Rehabilitation Reserch*. 1988;11(2):181-184.
- Bohannon RW. Walking after stroke: comfortable versus maximum safe speed. *International Journal of Rehabilitation Research*. 1992;15(3):246-248.
- Brandstater ME, de Bruin H, Gowland C, et al. Hemiplegic gait: analysis of temporal variables. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 1983;64(12):583-587.
- Corcoran PJ, Brengelmann GL. Oxygen uptake in normal and handicapped subject, in relation to speed of walking beside velocity-controlled cart. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 1970;51(2):78-87.
- Carr JH, Shepherd RB. Shepherd RB. Investigation of a motor assessment scale for stroke patient. *Physical Therapist*. 1985;65(2):175-180.
- Edwards S. Tetraplegia and paraplegia: A guide for physiotherapist. 4th ed. Edinburgh. Churchill Livingstone. 1991.
- Hwang IK, Han MR, Son KH. The effect of proprioceptive neuromuscular facilitation gait ability in hemiplegic patients. *Journal of Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2009;7(1):1-8.
- Kapandji IA. The physiology of the joint. Effect of posture on the joint of bony pelvis part. 4th ed. New York. Churchill Livingstone. 1982.
- Kim DK. Change of walking and stair up in hemiplegia by proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. *Journal of Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 1999;11(3):54-64.
- Kim BO, Hong JH, Yune SH, et al. Energy cost during walking and usefulness of physiological cost index in hemiplegic patients. *Korean Academy of Reherbilitation Medicine*. 1996;20(1):39-44.
- Kim JM. A study on the effects of weight-transfer training upon the gait patterns of hemiplegic patients through visual and auditory feedback. Yeosei University. Dissertation of Master's Degree. 1995.
- Kim TY, Kwon HJ, Kim MJ, et al. Translation. Therapeutic Exercise: Moving toward function. Seoul. Transalation Ccopyright Young Mun Publishing Company. 2003.
- Kwon YS, Choi HI, Jung BO, et al. Hemiplegic gait: comparison of kinematic variavals related to gait speed. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 1999;11(1):95-102.
- Mumma CM. Perceived losses following stroke. *Rehabilitation Nursing*. 1986;11(3):19-24.
- Ryerson S, Levit K. Function al movement reeducation. Edinburgh. New York. Churchill Livingstone. 1997.
- Steven VF, Gleen J. Energy cost of ambulation in health and disability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1978.(1):59.
- Susan B, Thomas J. Physical rehabilitation laboratory manual:

- Focus on functional training. Philadelphia. F.A Davis Company. 1999.
- Trueblood PR, Walker JM, Perry J, et al. Pelvic exercise and gait in hemiplegia. *Physical Therapy*. 1989;69(1): 32-40.
- Wade DT, Wood VA, Heller A, et al. Walking after stroke. Measurement and recovery. over the first 3 months. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 1987;19(1):25-30.