

시각적 되먹임을 이용한 골반경사 운동이 편마비 환자의 보행특성에 미치는 영향

삼육대학교 대학원 물리치료학과

김 병 남

삼육대학교 물리치료학과

이 완 희

The Influence of Pelvic Tilt Exercise Using Visual Feedback upon the Gait Characteristics of Patients with Hemiplegia

Kim, Byoung-Nam., P.T., M.P.T.

Department of Physical Therapy, Graduate school of Sahmyook University

Lee, Wan-Hee., P.T., M.P.H.

Department of Physical Therapy, Sahmyook University

<Abstract>

The purpose of this study was to investigate the influence of anterior, posterior, and lateral pelvic tilt exercise upon the gait characteristics of patients with hemiplegia including their gait velocity, cadence, stride length, step length of the non affected side, step length of the affected side, foot angle of the non affected side, foot angle of the affected side, base of support, and so on.

The subject of this study was 24 men and women patients with hemiplegia. The patients, the subject of this study, were classified into 12 patients of treatment group applying pelvic tilt exercise using visual feedback and 12 patients of control group applying general pelvic tilt exercise, and then analyzed their gait before and after exercise. Temporal distance gait analysis (Boening, 1977) was used to analyze their gait, and ink foot-print was applied as one of measurement methods.

To find out meaningful difference between control group and treatment group, this study carried out independent sample t-test for each item by utilizing SPSS/Win 10.0, compared changes in control group's and treatment group's gait characteristics before and after exercise as percentage, and applied paired t-test to conduct before-after test in same group. Statistical significance level was $\alpha < 0.05$. The results of this study were as follows.

As a result of independent sample t-test for control group's and treatment group's gait characteristics after exercise, it was not statistically significant so there was no meaningful difference between two groups. However, it was statistically significant in the change rate(%) of gait characteristics, and treatment group's

patients with hemiplegia had been highly changed in gait characteristics in comparison with control group.

From the above-mentioned results, could find that pelvic tilt exercise using visual feedback for patients with hemiplegia was effective to improve their gait ability and it could increase the ability in comparison with general pelvic tilt exercise. In the future, studies on the effect of pelvic tilt exercise using visual feedback shall be continued based on more quantitative methods.

I. 서 론

현대 문명이 발달함에 따라 사고에 의한 뇌외상 환자가 증가 되고 있으며, 뇌졸중 또한 심장병, 악성종양과 함께 3대 사망원인 중의 하나로 손꼽히고 있다. 뇌외상 및 뇌졸중 환자에서 급성기의 전신증상이 소실된 후의 문제가 되는 것으로 운동기능, 언어기능 및 지적능력의 장애를 들 수 있으며, 특히 편마비 혹은 편부전마비에 의한 운동장애는 본격적인 재활의학적 치료대상이 되며 최근까지 이에 대한 여러 가지 치료가 시도되어 오고 있다.

뇌손상의 결과로 인한 편마비 환자는 비대칭적 자세, 균형반응 장애, 보행능력 저하, 그리고 섬세한 기능을 수행하는 운동능력 상실 등과 같은 문제점을 가지게 되며 (Carr & Shepherd, 1985), 정상적인 보행이 어렵다. 재활 및 물리치료의 주요 목적 중 하나는 기능적인 독립 생활이다. 특히 보행 재활은 뇌손상으로 인해 편마비가 된 환자들의 기능적인 독립 생활을 하는데 반드시 필요한 요소이다(Turnbull, 1979).

주병규 등(1998)은 재활치료의 많은 부분이 환자의 보행능력을 다시 회복하도록 하는데 중점을 두고 있다고 하였으며 뇌졸중 후에 편마비 환자의 기능적 보행능력의 회복이 가장 중요한 일상생활동작 중 하나라고 하였다 (Kakurai et al., 1996; Keenan et al., 1984). 이렇듯 보행능력은 편마비 환자에게 있어서 기능적 동작을 가능케하며 장애를 딛고 사회로의 복귀를 앞당길 수 있는 중요한 의학적 척도가 된다. 얼마 전까지 편마비 환자의 보행에 관한 연구들의 대부분은 치료적 개념이 포함되지 않은 상태에서 나타나는 임상 양상들과 그에 관계되는 요인들의 분석에 치우쳐 있었다. 그러한 연구들에서는 주로 편마비 환자와 정상인의 보행 비교(김봉옥 등, 1996; 이윤경, 1996; Corcoran, 1970; Bohannon, 1992), 보행능력과 고유수용성 감각에 관한 비교(Keenan et al., 1984), 보행능력과 경직에 관한 연구(Norton et al., 1975) 등이 다루어졌다. 편마비 환자에서 보행에 대한 최근의 연구는 보행속도, 보행형

태, 이에 영향을 주는 요인과 에너지 소모 등으로 진행되어 왔다(이용우 등, 2000; 조경자, 1979; 이윤경, 1996; Bohannon, 1987; Brandstater et al., 1983; Corcoran et al., 1970; Davis, 1990; Rose et al., 1991; Steven et al., 1978). 또한 편마비 환자의 보행 기능 증진에 대한 치료적 개념이 포함된 많은 연구들이 물리치료사들에 의하여 보고되었다(김종만, 1995; 이정원, 1997; 장우남 등, 1999; 황병용 등, 1998; Bobath, 1990). 뇌손상으로 인한 편마비 환자의 경우 느린 보행주기와 보행속도, 환측 보장과 건측 보장 간의 확보장의 차이, 환측의 짧은 입각기와 상대적으로 긴 유각기가 나타나는 편마비 보행(hemiplegic gait)이란 특징적인 보행형태를 나타낸다(Ryerson & Levit, 1997). 이런 보행 형태에 대해 Perry(1969)는 편마비로 인한 근력약화 및 균형감각의 소실 때문이라고 설명하였고, Brunstrom(1964)은 운동기능의 선택적 조절의 장애 및 운동속도의 저하로 설명하였다. 보행은 협응, 균형, 운동감각, 고유수용성 감각, 관절 및 근육의 통합 작용 등이 요구되는 복합적인 운동기능의 결과이며 (Norkin & Levangie, 1992), 연령, 성별, 균형, 하지의 근력, 운동조절 능력 등 많은 요소가 관련되어 있다 (Bohannon et al., 1987). 정상보행은 신체의 중력중심이 옆에서 옆으로 위아래로 움직이면서 부드럽고 리드미컬하게 공간에서 몸을 앞으로 이동하는 것이다 (Ryerson & Levit, 1997). 그러나, 편마비 환자의 비대칭적인 몸통과 골반의 정렬은 하지 근위부와 체간의 안정성을 떨어뜨려 정상적인 보행양상을 이룰 수 없게 한다(Kapandji, 1982). 따라서, 골반의 비대칭성으로 인하여 기립, 정중선, 공간에 대한 개념이 상실되며, 척추를 똑바로 유지할 수 없고, 체간의 회전, 체간과 사지의 분리운동, 체중이동 시 골반의 전·후 운동, 정위반응, 보호반응, 평형반응 등을 어렵게 한다(Carr & Shepherd, 1985). 일반적인 편마비 환자들은 몸통과 골반의 안정성 결여 때문에 골반이 후방 전위되어 보행 시 유각기에 체중심이 정중선 후방에 위치하게 되어 환

측 하지가 전방으로 나아가는 것이 어렵게 된다. 최근 연구결과 편마비 환자의 재활 및 물리치료에 있어서 골반경사 운동은 비대칭적인 골반에 영향을 주어 체간의 안정성을 높여주고, 체간의 회전, 체간과 사지의 분리운동, 체중이동 시 골반의 전·후방 운동, 그리고 균형반응 등을 개선하여 편마비 환자의 보행능력을 향상시킨다는 보고가 있어왔다(이용우 등, 2000; 이원규 등, 2000; 이정원 1997). 그러나 편마비 환자의 치료에 있어서 골반경사 운동을 많이 시행하고 있음에도 불구하고 효과적인 골반경사 운동 방법에 대한 연구가 미비하였다. Shumway-Cook 등(1988)은 외적 되먹임을 사용하는 운동학습 방법이 외적 되먹임을 사용하지 않는 경우보다 더 효과적이었음을 증명하였다. 외적 되먹임은 신체의 변화를 신체 외부에서 감지하여 나타내는 정보로서, 이는 건강인의 운동학습을 위해 광범위하게 사용되었고 운동학습의 효과를 높이는 가장 강력한 변수로 알려졌다(Rose, 1997; Schmidt, 1991; Winstein, 1991). 운동학습 연구자들은 건강인을 대상으로 증명된 새로운 운동학습 이론이 환자의 재활치료에 적용되는가를 연구하여야 한다고 강조하였다(Schmidt, 1991; Winstein, 1991). 이처럼 외적 되먹임이 운동학습의 향상에 실질적인 도움이 된다는 이론을 바탕으로 한 연구들이 편마비 환자를 대상으로 행하여지지 않고 있는 현실에서 본 연구자는 시각적 자극을 통한 외적 되먹임을 편마비 환자의 골반경사 운동에 적용하여 보행특성의 변화를 알아 보아 향후 편마비 환자의 보행능력 향상을 위한 보다 효과적인 운동치료 방법을 발전시키고자 본 연구를 시행하게 되었다. 따라서, 시각적 되먹임을 이용한 골반의 전·후방 및 측방경사 운동의 여부가 편마비 환자의 보행특성에 미치는 영향이 확인될 경우, 재활 및 물리치료 분야에서의 편마비 환자의 보행능력을 개선하기 위한 효과적인 운동치료 방법을 발전시킬 수 있는 이론적 배경을 마련하고자 하는데 그 목적이 있다.

1. 용어의 정의

1) 편마비 환자 : 뇌에 출혈이나 허혈로 인해서 갑작스런 국소 신경상해를 입어 임상적으로 감각, 운동, 정신, 인지, 언어 기능의 손상을 포함하여 다양한 장애를 가질 수 있으며, 운동상으로 발병부위의 반대쪽 몸이 마비(paralysis)나 위축(weakness)이 특징적으로 나타나는 환자

2) 보행특성

- (1) 보행속도(gait velocity): 보행한 거리를 보행에 소요된 시간으로 나눈 값이며, m/min으로 표시한다.
- (2) 분속수(cadence): 보행한 거리에 찍힌 발자국 수를 시간으로 나눈 값이며, step/min으로 표시한다.
- (3) 활보장(stride length): 발뒷꿈치에서 같은 쪽 발의 다음 발뒷꿈치까지의 길이를 말하며, cm로 표시한다.
- (4) 환측 보장(step length of the affected side): 건측 발의 뒷꿈치에서 다음 환측 발의 뒷꿈치까지의 길이를 말하며, cm로 표시한다.
- (5) 건측 보장(step length of the sound side): 환측 발의 뒷꿈치에서 다음 건측 발의 뒷꿈치까지의 길이를 말하며, cm로 표시한다.
- (6) 발각도(foot angle)와 보폭(base of support): 발뒷꿈치 끝의 가운데 부분에서 두 번째 발가락의 중족지관절까지 3등분하였을 때 발뒷꿈치 끝에 가까운 1/3 지점을 'A점'이라고 정의한다면, 발각도는 A점에서 두 번째 발가락을 이은 선이 이루는 각도를 말한다. 보폭은 A점에서 반대쪽 발의 A점끼리 연결한 선과 수직거리를 말한다 [그림 1].

보행특성 항목은 shores(1980)와 Holden(1984)이 제시한 정의를 이용하였다.

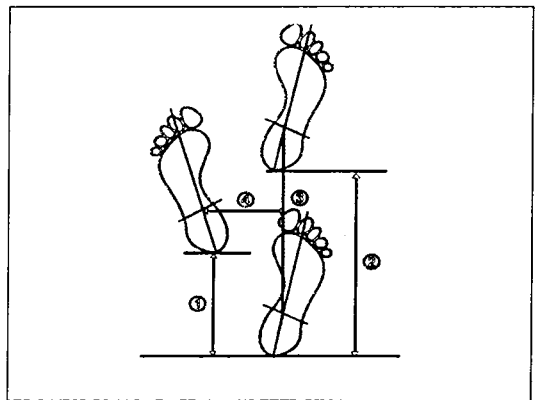


그림 1. 보행특성의 정의

- ① 걸음(step length)
- ② 활보장(stride length)
- ③ 발각도(foot angle)
- ④ 체중지지면(base of support)

3) 대조군(control group): Bobath 개념에 근거한 일반적인 골반의 전·후방 및 측방 경사 운동 집단

4) 실험군(treatment group): Bobath 개념에 근거한 골반의 전·후방 및 측방 경사 운동에 시각적 되먹임이 이용된 운동 집단

5) 보행특성 변화율: 대조군과 실험군에서 운동 전 보행특성 값을 기준으로 한 운동 후 보행특성 값의 변화를 백분율로 환산한 값

$$\text{보행특성 변화율(\%)} = (\text{운동 후 보행특성 값} / \text{운동 전 보행특성 값} \times 100) - 100$$

2. 연구의 가설

본 연구 문제를 검증하기 위한 가설은 다음과 같다.

가설 1. 운동 후 대조군의 보행특성은 운동 전보다 향상될 것이다.

가설 2. 운동 후 실험군의 보행특성은 운동 전보다 향상될 것이다.

가설 3. 운동 전 대조군과 실험군 두 집단 간의 보행특성은 차이가 없을 것이다.

가설 4. 운동 후 대조군과 실험군 두 집단 간의 보행특성은 차이가 있을 것이다.

II. 연구방법

본 연구의 대상은 뇌졸중 혹은 외상성 뇌손상으로 인하여 편마비로 진단을 받고 서울시내 종합병원 물리치료실에서 통원치료를 받고 있는 성인 편마비 환자 중 24명을 대상으로 실시하였다. 대상자들은 아래의 선정조건을

갖춘 모집단에서 난수표(table of random numbers)를 이용한 단순무작위 표본추출법을 사용하여 대조군 12명과 실험군 12명을 추출하였다.

본 연구의 참가에 동의한 환자의 선정조건은 다음과 같다.

(1) 뇌졸중 혹은 외상성 뇌손상으로 인하여 편마비로 진단 받은 환자

(2) 타인의 신체적인 도움없이 45m 이상 독립보행이 가능한 환자

(3) 고관절 굴곡구축이 15° 이내이고, 슬관절에 구축이 없으며, 족관절에 5° 이상의 구축이 없는 환자

(4) 근골격계 질환의 과거력이 없고, 운동이나 보행에 있어서 의학적으로 금 기증에 해당되지 않는 환자

(5) 뇌손상으로 인한 시력장애가 없고 양안시력(교정시력 포함)이 1.0 이상인 환자

(6) 검사방법을 잘 이해하고 협조가 가능한 환자

(7) 지팡이나 보조기를 사용하지 않아도 보행이 가능한 환자

편마비 환자의 독립보행의 기준을 45m로 한 것은 FIM(Functional Independence Measure)의 평가기준에 따랐다(Keith et al., 1987).

본 연구는 2001년 7월 2일부터 7월 7일까지 위의 선정조건에 합당한 4명을 대상으로 강남 재활 센터에서 예비연구를 실시한 후, 2001년 7월 9일부터 2001년 9월 15일까지 10주동안 연구대상자 전원에게 대해 본 연구를 시행하였다.

본 연구는 유사 실험설계(Quasi Experimental Design) 연구로서 비동등성 대조군 전후 시계열 설계를 사용하였다.

연구설계 모형은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구설계

	사전측정	골반경사 운동	사후측정
실험군	E1	X1	E2
대조군	C1	X2	C2

E1 : 실험군 사전측정 (대상자 특성, 보행특성)

X1 : 시각적 되먹임이 이용된 골반경사 운동 (1회, 30분간)

C1 : 대조군 사전측정 (대상자 특성, 보행특성)

E2 : 실험군 사후측정 (보행특성)

X2 : 일반적인 골반경사 운동

C2 : 대조군 사후측정 (보행특성)

두 군의 보행특성의 차이를 측정하기 위해 Boening(1977)이 사용하였던 부분거리 보행분석법(temporal distance gait analysis)을 적용하였으며 그

측정방법의 하나인 ink foot-print를 이용하였다. 부분거리 보행분석이란 정해진 일정거리를 보행하여 보행속도, 활보장, 보장, 분속수, 발각도, 보폭 등과 같은 보행

특성을 측정하는 보행분석 방법이다. 측정과정에서 사용된 도구는 전자 초시계(digital stop watch), 줄자, 각도기 등이 활용되었다.

본 연구는 대상자 선정조건에 부합한 24명의 대상자를 대조군과 실험군으로 임의 선정하여 실시하였다. 대조군은 시각적 되먹임이 이용되지 않은 일반적인 골반경사 운동을, 실험군은 시각적 되먹임을 이용한 골반경사 운동을 각각 실시하였다. 실험군에 적용된 시각적 되먹임 방법은 골반경사 운동 시 연구 대상자가 직접 자신이 취하고 있는 동작을 주시할 수 있도록 연구 대상자의 눈높이 정면 1.5m 앞에 20인치 모니터를 비치하였다. 모니터의 위치와 크기는 눈의 피로도와 주위 환경 안에서의 집중도를 고려하였다. 카메라의 위치는 연구 대상자의 대뇌에서 인지하는 신체상(body image)에 대한 좌·우 개념의 혼돈을 방지하기 위해 골반경사 운동 방향이 전·후방일 경우에는 비디오 카메라를 환측 측방에 위치시키고, 측방 골반경사 운동을 시도할 때는 등뒤에 위치시켰다. 운동 시 치료사는 대상자가 모니터를 주시하여 시각적 되먹임에 반응한 능동적이고 선택적인 움직임을 행할 수 있도록 하였다. 본 연구에 참여한 검사자는 모두 3명으로 물리치료사 1명과 기록 및 측정보조를 담당하는 보조자 2명으로 구성되었다. 높낮이 조절이 가능한 치료대에서 앉은 자세로 Bobath개념에 근거한 치료가 시행되었으며, 골반경사(pelvic tilt)운동 시 치료대 높이는 고관절과 슬관절의 높이와 같게 설정하였고, 지지면은 대퇴부의 1/2 정도로 하였다. 슬관절과 족관절은 직각을 유지하게 하였으며, 양팔은 편안히 무릎 위로 내려놓게 하였다. 치료사는 편마비 환자의 골반 양쪽을 잡고 하부 체간에서 시작된 움직임(Ryerson & Levit, 1997)을 적용 전·후방 및 측방 경사(anterior, posterior & lateral tilt)운동을 시켰다. 편마비 환자의 단순한 수동운동은 뇌의 가소성(plasticity)을 어렵게 하

기 때문에, 치료사는 환자가 연합반응이 나타나지 않는 범위 내에서 근 수축이 최대한 일어날 수 있게 능동운동을 유도하였다. 골반경사 운동의 치료시간은 30분간 실시하였다.

보행특성을 측정하는 ink foot-print 방법은 다음과 같이 실시하였다.

(1) 연구 대상자는 두 번의 ink foot-print 보행측정을 해야하므로 먼저 「운동 전」, 「운동 후」라고 쓰여진 2장의 흰색 벽지를 겹쳐서 평평한 치료실 바닥에 길이 12m, 폭 80cm로 깔고 테이프로 바닥에 고정시켰다.

(2) 연구를 시작하기 전에 연구 대상자가 맨발로 벽지 위를 3회 왕복하여 상황에 익숙하도록 하여 심리적인 안정을 갖도록 하였다.

(3) 검사 시 연구 대상자의 주위에 가족과 검사자 이외에는 없도록 하였으며, 검사 도중 가족은 말하지 않도록 하였다.

(4) 연구 대상자의 양쪽 발바닥에 잉크를 고르게 문혔다.

(5) 연구 대상자를 출발선으로 이동시킨 후 (2)에서 보행한 것처럼 걷도록 지시하였다.

(6) 운동 후 (5)와 같은 방법으로 보행특성을 측정하였다.

보행속도에 대한 측정은 총 구간인 12m에서 양쪽 끝 1m를 제외한 10m 길이에서만 측정하였다. 전자 초시계(digital stop watch)를 이용하여 처음 1m지점에 표시한 선을 통과한 첫 번째 걸음의 뒤꿈 닿기(heel-strike) 때부터 끝부분 1m 지점에서의 마지막 걸음의 발끝 떼기(toe-off)까지로 하였다. 보행특성의 측정은 보행속도 측정구간인 10m 거리에서 측정된 걸음 수를 계산하였으며, 중간부분 3쌍의 발자국을 가지고 활보장, 건축 보장, 환측 보장, 건축 발각도, 환측 발각도, 보폭 등을 측정하였다 [그림 3].

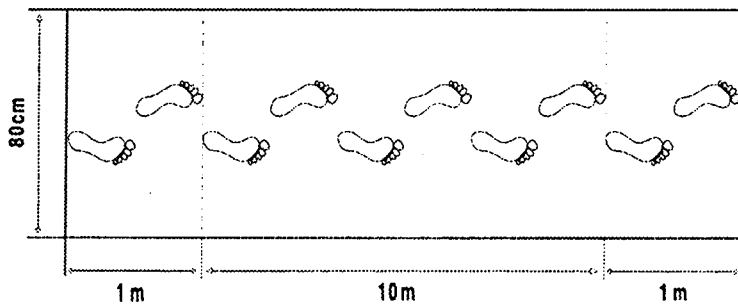


그림 3. Ink foot print를 이용한 보행분석 방법

본 연구에서는 각 항목별 내용을 SPSS(Statistical Program for Social Science)/Win 10.0을 이용하여 통계 처리하였다. 대조군과 실험군의 일반적 특성과 병력과 관련된 특성의 동질성 분석을 위해 χ^2 -검정과 독립표본 t-검정을 하였다. 대조군의 운동 전·후와 실험군의 운동 전·후의 보행특성 변화 유무를 알아보기 위해 동일 표본에서 측정된 변수 값의 평균 차이 즉, 통계집단의 사전사후 검사의 차이를 검증할 때 사용되는 짝비교 t-검정(paired t-test)을 이용하였고, 운동 후 대조군과 실험군 두 집단 간의 유의한 차이를 규명하기 위해 보행 특성 변화율(%)을 비교하였으며, 각 항목별 내용을 독립표본 t-검정하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha < 0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 특성

표 2. 연구대상자의 일반적 특성

변 수	대 조 군		실 험 군		p-value
	명	%	명	%	
성별					
남 자	7	58.33	6	50.00	ns
여 자	5	41.67	6	50.00	
연령					
≤29세	1	8.33	1	8.33	-
30~39세	1	8.33	1	8.33	
40~49세	3	25.00	3	25.00	
50~59세	5	41.67	4	33.33	
≥60세	2	16.67	3	25.00	
평균±표준편차	49.25±11.96		50.08±10.97		
계	12	100.00	12	100.00	

※ ns = not significant - : 통계 분석시 제외

2) 병력과 관련된 특성

대조군에서의 편마비 발생 원인별 분포를 보면 뇌졸중이 9명(75%), 외상성 뇌손상이 3명(25%)이었다. 마비 부위는 우측이 6명(50%), 좌측이 6(50%)이었으며, 검사까지의 유병기간은 최소 4개월에서부터 최대 37개월까지였으며 평균은 17.83개월이었다(표 3). 또한 실험군에서의 편마비 발생 원인별 분포는 뇌졸중이 10명

1) 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 <표 2>와 같다. 연구대상자 24명중 대조군은 남자가 7명(58.33%), 여자가 5명(41.67%)이었고, 실험군은 남자가 6명(50%), 여자가 6명(50%)이었다. 대조군의 연령 분포는 23세에서 66세까지였으며, 29세 미만이 1명(8.33%), 30대가 1명(8.33%), 40대가 3명(25%), 50대가 5명(41.67%), 60세 이상이 2명(16.67%)이었고, 평균연령은 49.25세였다. 실험군의 연령 분포는 28세에서 67세까지였으며, 29세 미만이 1명(8.33%), 30대가 1명(8.33%), 40대가 3명(25%), 50대가 4명(33.33%), 60세 이상이 3명(25%)이었고, 평균연령은 50.08세였다. 일반적 특성에 따른 실험군과 대조군의 동질성을 파악하기 위하여 성별은 χ^2 -검정을 통하여 빈도 분석을 하였고, 연령은 t-검정을 적용하여 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 두 집단은 동질집단임을 나타내었다($p < 0.05$).

(83.33%), 외상성 뇌손상이 2명(16.67%)이었다. 마비부위는 우측이 7명(58.33%), 좌측이 5명(41.67%)이었으며, 검사까지의 유병기간은 최소 5개월에서부터 최대 35개월까지였으며 평균은 16.58개월이었다. 두 집단 간의 진단명, 마비측, 유병기간의 t-검정 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$).

표 3. 연구대상자의 병력과 관련된 특성

변 수	대 조 군		실 험 군		p-value
	명	%	명	%	
진단명					
뇌졸중	9	75.00	10	83.33	ns
외상성 뇌손상	3	25.00	2	16.67	
마비측					
우 측	6	50.00	7	58.33	ns
좌 측	6	50.00	5	41.67	
유병기간					
≤6개월	3	25.00	2	16.67	-
7~12개월	2	16.67	3	25.00	
13~24개월	4	33.33	4	33.33	
24~36개월	1	8.33	3	25.00	
≥36개월	2	16.67	0	.00	
평균±표준편차	17.83±11.45		16.58±9.82		ns
계	12	100.00	12	100.00	

ns = not significant

- : 통계 분석시 제외

2. 대조군에서의 운동 전·후 보행특성의 변화

대조군에서의 골반경사 운동 후의 보행특성 변화는 <표 4>에 나타난 것과 같이, 건축 발각도를 제외한 보행 속도는 평균 3.49m/min, 분속수는 평균 4step/min,

건축의 활보장은 평균 4.64cm, 환측의 활보장은 평균 6.96cm, 건축 보장은 평균 2.91cm, 환측 보장은 평균 2.79cm 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 보폭과 환측 발각도는 각각 평균 0.89cm, 평균 1.75° 감소하였으며 통계적으로 유의하였다(p < 0.05).

표 4. 대조군에서의 운동 전·후 보행특성의 변화

보행특성	운동 전	운동 후	변화량	p-value
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
보폭(cm)	14.17± 2.12	11.83± 2.03	-2.34±0.60	.00
활보장(cm)				
건축	67.16±10.95	73.96±11.02	+6.80±0.45	.00
환측	69.71±11.09	79.40±11.06	+9.69±0.74	.00
보장(cm)				
건축	31.59± 5.82	36.90± 5.83	+5.31±4.55	.00
환측	33.64± 5.79	38.65± 5.71	+5.00±0.43	.00
발각도(°)				
건축	14.78± 3.26	14.86± 3.30	+0.08±0.39	ns
환측	14.00± 3.39	12.23± 3.57	-1.77±0.63	.00
보행속도(m/min)	26.18± 6.10	34.07± 6.21	+7.88±2.92	.00
분속수(step/min)	73.92±10.62	84.60±10.57	+10.68±0.47	.00

ns = not significant

+ : 증가

- : 감소

3. 실험군에서의 운동 전·후 보행특성의 변화

대조군에서의 골반경사 운동 후의 보행특성 변화는 <표 5>에 나타난 것과 같이 건측 발각도는 변화가 없었고, 보행속도는 평균 7.88m/min, 분속수는 평균

10.68step/min, 건측 활보장은 평균 6.8cm, 환측 활보장은 평균 9.69cm, 건측 보장은 평균 5.31cm, 환측 보장은 평균 5.00cm 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 보폭과 환측 발각도는 각각 평균 2.34cm, 1.77° 감소하였으며, 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).

표 5. 실험군에서의 운동 전·후 보행특성의 변화

보행특성	운동 전	운동 후	변화량	p-value
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
보폭(cm)	14.18± 2.13	13.29± 2.13	-0.89±0.20	.00
활보장(cm)				
건 측	67.17±10.95	71.81±11.02	+4.64±0.43	.00
환 측	69.67±11.06	76.13±11.06	+6.96±0.49	.00
보장(cm)				
건 측	31.92± 5.82	34.83± 5.83	+2.91±0.11	.00
환 측	33.71± 5.68	36.51± 5.72	+2.79±0.18	.00
발각도(°)				
건 측	14.89± 3.18	14.92± 3.28	+0.03±0.35	ns
환 측	14.12± 3.89	12.37± 3.60	-1.75±0.38	.00
보행속도(m/min)	26.22± 6.03	29.71± 6.21	+3.49±2.97	.00
분속수(step/min)	73.88±10.56	77.88±10.57	+4.00±1.52	.00

ns = not significant

+ : 증가

- : 감소

4. 운동 전 대조군과 실험군 간의 보행특성의 비교

운동 전 대조군과 실험군 간의 보행특성의 t검정 결과는 <표 6>과 같다. 분산이 동일하고 통계적 유의수준이

0.05보다 큰값을 나타내므로 5% 유의수준에서 두 집단의 평균은 같다는 귀무가설을 채택하게 되어 운동 전 대조군과 실험군 간의 보행특성의 차이는 없다고 결론지을 수 있다($p < 0.05$).

표 6. 운동전 대조군과 실험군 간의 보행특성의 비교

보행특성	대조군	실험군	p-value
	평균±표준편차	평균±표준편차	
보폭(cm)	14.10± 2.30	14.17± 2.12	ns
활보장(cm)			
건 측	67.00±11.24	67.16±10.95	ns
환 측	69.75±10.93	69.71±11.09	
보장(cm)			
건 측	31.92± 5.82	31.59± 5.82	ns
환 측	33.71± 5.68	33.64± 5.79	
발각도(°)			
건 측	14.89± 3.18	14.78± 3.26	ns
환 측	14.12± 3.89	14.00± 3.39	
보행속도(m/min)	26.22± 6.03	26.18± 6.10	ns
분속수(step/min)	73.88±10.56	73.92±10.62	ns

ns = not significant

5. 운동 후 대조군과 실험군 간의 보행특성의 비교

대조군과 실험군의 운동 후 보행특성은 <표 7>에서와 같이 t-검정 결과 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 운동 후 대조군과 실험군 간의 보행특성의 차이는 뇌손상의 병적인 형태가 잔존하고 있는 편마비 환자

가 정상보행의 특성값 이상으로 보행능력이 향상될 수 없기 때문에 통계적인 유의성을 입증하지는 못하였다. 그러나, <표 8>에 제시한 보행특성 변화율의 비교에서와 같이 보행특성의 평균 차이가 대조군의 변화량보다 실험군에서 더 높게 측정되는 것으로 나타났다.

표 7. 운동 후 대조군과 실험군 간의 보행특성의 비교

보행특성	대조군	실험군	p-value
	평균±표준편차	평균±표준편차	
보폭(cm)	13.29± 2.13	11.83± 2.53	ns
활보장(cm)			
건축	71.81±11.02	73.96±12.15	ns
환측	76.13±11.26	79.40±11.06	
보장(cm)			
건축	34.83± 5.93	36.90± 5.75	ns
환측	36.51± 6.22	38.65± 5.81	
발각도(°)			
건축	14.92± 3.28	14.86± 3.30	ns
환측	12.37± 3.60	12.23± 3.47	
보행속도(m/min)	29.71± 6.21	34.07± 6.54	ns
분속수(step/min)	73.88±10.56	84.60±10.38	ns

ns = not significant

6. 운동 후 대조군과 실험군 간의 보행특성 변화율의 비교

운동 후 대조군의 보행특성 변화는 통계적으로 유의한 차이가 있으며, 실험군의 보행특성 변화 또한 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 그러나, 운동 후 대조군과 실험군 간의 보행특성의 차이는 <표 8>에 나타난 것과 같이 대조군보다 실험군에서의 편마비 환자의 보행특성의 변화가 크게 증가되었음을 알 수 있었다. 보행특성의 변화는 대조군과 실험군에서 운동 전 보행특성 값을 기준으로 하여 운동 후 보행특성 값의 변화를 백분율로 환산한 값에서 100을 뺀 값인 보행특성 변화율로 알아보았다. 운동 후 실험군의 보행특성은 대조군 보다 보폭은

11.08% 감소하였고, 건축 활보장은 2.92%, 환측 활보장은 4.91%, 환측 보장은 6.81%, 보행속도는 17.76%, 분속수는 9.22% 각각 증가하였으며 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 그러나, 건축 보장과 발각도는 통계적으로 유의하지 않았다. 결국 시각적 피로감이 이용된 골반경사 운동을 한 실험군의 보행특성 중 보폭·활보장·환측 보장·보행속도·분속수 등은 일반적인 골반경사 운동을 적용한 대조군 보다 월등히 큰 변화를 나타냈다.

이와 같은 보행특성의 변화는 편마비 환자의 보행능력을 향상시킬 수 있는 요소들의 변화이므로 본 연구의 중요한 결과물로 제시될 수 있다.

표 8. 운동 후 대조군과 실험군 간의 보행특성 변화율의 비교

보행특성	대조군	실험군	집단간의 보행특성 변화율(%) 차이	p-value
	평균±표준편차	평균±표준편차		
보폭(cm)	-5.66	-16.99	11.08	.00
활보장(cm)				
건 측	+7.44	+10.36	2.92	.00
환 측	+9.32	+14.23	4.91	.00
보장(cm)				
건 측	+9.41	+18.46	9.05	ns
환 측	+8.51	+15.31	6.81	.00
발각도(°)				
건 측	+ .11	+ .50	.40	ns
환 측	-12.69	-13.59	.91	ns
보행속도(m/min)	+14.36	+32.12	17.76	.01
분속수(step/min)	+5.51	+14.73	9.22	.00
ns = not significant + : 증가 - : 감소				

IV. 고 찰

일반적인 편마비 환자들은 몸통과 골반의 안정성 결여 때문에 골반이 후방 전위되어 보행 시 유각기에 체중심이 정중선 후방에 위치하게 되어 환측 하지가 전방으로 나아가는 것이 어렵게 된다. Bobath(1990)는 편마비 환자의 보행양상의 조절에 영향을 미치는 곳이 몸통과 골반이라 하였으며, 그에 따른 체지 조절의 핵심은 몸통과 골반의 자세와 움직임의 변화라고 하였다.

Trueblood 등(1989)은 골반운동이 편마비 환자의 환측 하지의 인식을 촉진시키고 골반정렬의 대칭성을 증가하게 하여 정상적인 보행양상과 운동양상을 촉진시킨다고 하였다. Saunder 등(1953)은 보행의 여러 가지 결정요소 중 골반 움직임의 중요성을 강조하며, 적절한 골반의 움직임은 수평면에서 과도한 측방 이동이나 움직임을 감소시켜 관성변화를 적게 하고 보행을 부드럽게 해주며, 에너지 소모를 감소시킨다고 하였다. 그러므로 본 연구자는 골반의 경사능력 향상이 보행에 도움을 줄 것으로 판단하고 이에 효율적인 골반 경사운동의 방법을 연구하기 시작하였다. 이 연구에는 편마비 환자의 기능적 움직임의 재교육에 있어서 최근의 운동학습 접근방법인 외적 되먹임을 사용하는 방법이 적용되었다.

대부분의 뇌손상 환자는 기능 상실이 동반되며, 물리 치료사는 환자의 기능적인 움직임을 재교육시키기 위한 치료에 초점을 맞추게 된다. 일반적으로 편마비 환자의 치료에는 많은 경비와 시간이 소요되기 때문에 효율적인 재활계획이 필요하다. 적절한 재활 계획을 세우려면 체계적이고 객관적인 평가방법을 통하여 치료의 효과를 파악하는 것이 필요하다(Ashburn, 1982; Kottke, 1974). 편마비 환자의 객관적인 기능 평가에서 보행은 가장 중요한 요소 중 하나이다. 보행의 평가에 있어서 지금까지 알려진 가장 좋은 방법으로 삼차원적 분석이 가능한 진산화된 동작분석 방법이 있으나, 비용이나 유용성에 있어서 일반적으로 사용하기에는 문제가 있다. 임상에서 반복적으로 용이하게 이용할 수 있는 방법중의 하나로 속도나 활보장 등을 측정하는 부분거리 보행분석 방법이 있다. Boening(1977)은 부분거리 보행분석 방법이 물리치료의 결과를 평가하고 양적인 정보를 얻는데 유익하다고 하였으며, Shores(1980)는 부분거리 보행 분석 방법이 비용 면에서 저렴하며 쉽게 배울 수 있는 장점을 가졌다고 하였다. 본 연구에서는 편마비 환자의 보행특성을 측정하기 위하여 경제적이고 간편한 ink footprint 방법을 이용하였으며, 여기에 사용된 측정항목은 Shores(1980)가 제시한 보행속도, 분속수, 보폭, 활보

장, 보장, 발각도 등이었다.

본 연구는 편마비 환자에게 시각적 되먹임이 이용된 골반경사 운동을 적용하여 운동 전과 후의 보행특성의 변화를 측정하여 효율적인 골반경사 운동의 방법을 제시하고자 하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

편마비 환자의 골반경사 운동에 시각적 되먹임을 이용하는 것은 편마비 환자의 보행능력 개선에 있어서 일반적인 골반경사 운동보다 보행속도가 빨라졌고, 분속수와 활보장이 증가하였으며, 보폭은 좁아졌다. 그리고, 환측 보장은 길어졌다($p < 0.05$). 그러나, 발각도와 건축 보장은 변화량이 많지 않았다(표 8).

권도윤 등(1998)은 평균 연령이 45.2세인 정상 성인 70명을 대상으로 보행속도를 조사한 결과 평균 1.03m/sec라고 보고하였으며, 이정원(1997)은 골반경사 운동 후에 보행속도가 26.04m/min에서 30.77m/min으로 4.73m/min 빨라졌다고 보고하였다. 본 연구에서도 대조군의 보행속도가 평균 3.49m/min 증가하였고, 실험군의 보행속도도 평균 7.89m/min 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다(표 4.5). 이는 골반경사 운동이 편마비 환자의 체간 안정성을 증가시켜 보행속도에 영향을 미친 것으로 사료된다. 특히 실험군에서의 보행속도 증가는 시각적 되먹임을 이용한 골반경사 운동이 편마비 환자의 운동학습 효과를 증진시켰다고 볼 수 있다. Shores(1980)는 정상인의 분속수를 110step/min이라 하였고, Dettman 등(1987)은 107step/min으로 권도윤 등(1998)은 106step/min으로 보고하였다. 최진호 등(1997)은 고유 수용성 신경근 촉진법을 이용한 골반운동을 25명의 편마비 환자를 대상으로 40분씩 주5회 3주동안 적용하여 분속수가 62.59step/min에서 71.11step/min으로 8.52step/min이 증가했다고 보고하였으며, 이정원(1997)은 골반경사 운동 전 분속수가 71.64step/min에서 운동 후에 78.93step/min으로 7.29step/min이 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 운동 후에 대조군의 분속수는 4step/min, 실험군에서의 분속수는 10.68step/min 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(표 4.5). 이와 같은 분속수의 증가는 체간의 안정성 확보와 체간의 회전 증가, 체간과 사지의 분리운동의 증가로 인한 것으로 보인다. 실험군의 분속수는 대조군에 비해 월등히 높은 수치를 나타내어 시각적 되먹임이 편마비 환자의 선택적 움직임 촉진을 시켰다고 볼 수 있다.

Shores(1980)는 보행시 정상인의 보폭은 5~10cm라고 하였으며, 이정원(1997)은 34명의 편마비 환자를 대상으로 조사한 결과 14.19cm였다고 보고하였다.

본 연구에서는 운동 후 대조군의 보폭이 13.29cm로 0.89cm 감소하였고, 실험군의 보폭이 11.83cm로 2.34cm 감소하여 두 군에서 통계적으로 유의한 감소를 보여주었다(표 4.5). 이것은 골반경사 운동이 균형에 영향을 주어 보행속도와 활보장에 같이 영향을 준 것으로 사료된다. 이정원(1997)은 골반경사 운동 후에 활보장이 건축 5.82cm, 환측이 5.92cm 길어졌다고 보고하였으며, 본 연구에서도 대조군의 건축 활보장은 4.64cm, 환측 활보장은 6.96cm 길어졌고 실험군의 건축 활보장은 6.8cm, 환측 활보장은 9.69cm 길어져서 통계적으로 유의한 활보장의 증가가 나타났다(표 4.5). 골반경사 운동 후 체간의 안정성이 향상되어 입각기 동안 체중이동 능력이 좋아지고 골반의 움직임이 활보장을 길게하여 결과적으로 보행속도를 증가시킨 것으로 사료된다. 보장은 대조군의 건축에서 2.91cm, 환측에서 2.8cm 증가하였고, 실험군의 건축에서 5.31cm, 환측에서 5.01cm 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(표 4.5). 환측 발각도는 대조군에서 1.75°, 실험군에서 1.77° 감소하여 두 군에서 통계적으로 유의한 감소를 보였으나, 건축에서는 골반경사 운동 후에 대조군과 실험군 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(표 4.5).

운동 후 실험군의 보행특성은 대조군 보다 보폭은 11.08% 감소하였고, 건축활보장은 2.92%, 환측 활보장은 4.91%, 환측보장은 6.81%, 보행속도는 17.76%, 분속수는 9.22% 각각 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 결국 시각적 되먹임이 이용된 골반경사 운동을 한 실험군의 보행특성 중 보폭·건축 보장·환측 보장·보행속도·분속수 등은 일반적인 골반경사 운동을 적용한 대조군 보다 월등히 큰 변화를 나타내었다. 이와 같은 보행특성의 변화는 편마비 환자의 보행능력을 향상시킬 수 있는 요소들의 변화이므로 본 연구의 중요한 결과물로 제시될 수 있다.

본 연구는 환자의 신경학적 상태, 치료적 환경 등의 차이로 인하여 단순 수치상의 결과만을 가지고 위의 치료적 효과를 동일 시 할 수 없음을 참고적으로 밝혀두는 바이다.

본 연구의 결과를 살펴보면, 운동 후의 일반적인 골반 운동 적용군(대조군)의 보행특성 변화는 통계적으로 유의한 차이가 있으며($p < 0.05$), 운동 후의 시각적 되먹임

이 이용된 골반경사 운동 적용군(실험군)의 보행특성 변화 또한 통계적으로 유의하다($p < 0.05$). 그러나, 운동 후 대조군과 실험군 간의 보행특성의 차이는 뇌손상의 병적인 형태가 잔존하고 있는 편마비 환자가 정상보행의 특성값 이상으로 보행능력이 향상될 수 없기 때문에 통계적인 유의성을 입증하지는 못하였다. 하지만 <표 7,8>에 나타난 것과 같이 대조군 보다 실험군에 속한 편마비 환자의 보행특성 중 보폭과 보행속도, 분속수, 건축·환측 보장 등이 크게 증가되는 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 편마비 환자의 보행능력 향상에 시각적 되먹임을 이용한 골반경사 운동이 효과적이라는 것을 보여주는 것이다.

본 연구는 병원에서 외래로 치료받고 있는 환자 중 연구의 선정조건에 충족하는 일부 환자를 대상으로 연구하였기 때문에 모든 편마비 환자들에게 일반화하여 해석하는데 제한점이 있다. 또한 보행분석 방법으로 사용한 ink foot-print 측정법이 검사-재검사 신뢰도 계수와 검사자간 신뢰도 계수가 높게 나왔으나 보행의 질적인 요소 및 보상작용 등을 분석할 수 없다는 제한점을 갖고 있다. 이 연구에는 직접적인 치료효과를 보기 위해 치료전 후의 상황을 설정 측정할 관계로 치료의 이월효과(carry over) 및 장기적 추적관찰을 통한 변화를 관찰하지 못했고 특히 짧은 거리(12m)와 안정된 장소에서 실험을 실시하여 두 가지 방법의 치료가 보행특성에 미치는 영향을 측정하는데 제한이 있었다. 앞으로 더욱 정교한 시스템을 이용한 정밀한 보행분석 방법을 사용하여 보행을 평가하면 시각적 되먹임을 이용한 골반경사 운동의 효과를 보다 정량적으로 증명할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 서울시내 종합병원에서 편마비로 진단 받은 환자 24명을 대상으로 2001년 7월 9일부터 2001년 9월 15일까지 10주 동안 연구 대상자 전원에 대해 본 연구를 시행하였다. 일반적인 골반경사 운동을 적용한 대조군과 시각적 되먹임을 이용한 골반경사 운동이 편마비 환자의 보행특성에 미치는 영향은 다음과 같다.

1. 일반적인 골반경사 운동 적용군(대조군)에서의 골반경사 운동 후의 보행특성의 변화를 살펴보면, 건축 발각도를 제외한 보행속도의 증가, 분속수의 증가, 보폭의 감소, 환측과 건축에서의 보장의 증가 및 환측과 건축에

서의 활보장이 증가되었으며, 통계적으로 모두 유의하였다($p < 0.05$).

2. 시각적 되먹임이 이용된 골반경사 운동 적용군(실험군)에서의 골반경사 운동 후의 보행특성 또한 건축 발각도를 제외한 속도의 증가, 분속수의 증가, 보폭의 감소, 환측과 건축에서의 보장의 증가 및 환측과 건축에서 활 보장의 증가를 나타냈고, 모두 통계적으로 유의한 결과를 보여주었다($p < 0.05$).

3. 대조군과 실험군 간의 운동 전 보행특성은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$).

4. 운동 후 보행특성 변화율을 비교한 결과 실험군의 보행특성은 대조군 보다 보폭은 10.23%, 환측 발각도는 0.22% 감소하였으며, 건축 활보장은 3.25%, 환측 활보장은 3.84%, 건축 보장은 7.69%, 환측 보장은 6.58%, 건축 발각도는 0.34%, 보행속도는 16.83%, 분속수는 9.08% 각각 증가하였다. 그러므로, 운동 후 실험군에서 보폭과 보행속도, 분속수, 건축·환측 보장의 변화가 크게 증가되는 결과를 나타내었다.

본 연구 결과 운동 전·후의 일반적인 골반경사 운동 적용군(대조군)의 보행특성 변화는 통계적으로 유의한 차이가 있으며, 운동 전·후의 시각적 되먹임이 이용된 골반경사 운동 적용군(실험군)의 보행특성 변화 또한 통계적으로 유의하였다. 그러나, 운동 후 대조군과 실험군 간의 보행특성의 차이는 보행특성 변화율(%)을 통해 실험군에 속한 편마비 환자의 보행특성 중 보폭과 보행속도, 분속수, 건축·환측 보장에서 변화가 운동 전·후에 있어서 대조군 보다 크게 증가되었다. 그러므로, 편마비 환자의 골반경사 운동에 시각적 되먹임을 이용하는 것은 편마비 환자의 보행능력 개선에 있어 보폭과 보행속도, 분속수, 건축·환측 보장에 있어서 일반적인 골반경사 운동보다 편마비 환자의 보행능력을 증가시킬 수 있다는 것으로 나타났으며, 앞으로 좀더 정량적인 방법에 의거하여 시각적 되먹임을 이용한 골반경사 운동의 효과에 대한 보다 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

< 참고 문헌 >

- 김봉옥, 홍주형, 윤승호 : 편마비 환자에서 보행 중 에너지 소모와 physiolo - gical cost index의 유용성, 대한재활의학회지, 20, 39-44, 1996.
김종만 : 시각 및 청각 되먹임을 통한 하지 체중이동훈련

- 이 편마비 환자 보행 특성에 미치는 효과에 대한 연구, 연세대학교 보건대학원 석사학위 논문, 1995.
- 권도윤, 성인영, 유종윤 등 : 한국성인의 3차원적인 보행 분석. 대한재활의학회지, 22(5), 1107-1111, 1998.
- 이용우, 홍도선, 명철제 등 : 골반경사 운동이 편마비 환자의 보행속도와 에너지 소모에 미치는 영향, 한국 Bobath학회지, 5(1), 1-13, 2000.
- 이정원 : 편마비 환자의 골반운동이 하지 체중부하율과 보행특성에 미치는 효과에 관한 연구, 연세대학교 보건대학원 석사학위논문, 1997.
- 이윤경 : 뇌졸중 환자에서 보행 중 에너지 소모, 연세대학교 보건대학원 석사학위 논문, 1996.
- 장우남, 정진웅, 명철제, 윤범철 : 편마비 환자의 체간과 골반 운동치료에 따른 하지의 체중 분포 변화와 상지의 기능 향상에 관한 연구, 한국 Bobath학회지, 4, 74-87, 1999.
- 주병규, 유종윤, 하상배 : Torque Heel을 이용한 편마비측 발의 외회전 교정에 대한 3차원 보행분석, 대한재활의학회지, 22, 1114-1122, 1998.
- 최진호, 김영록, 권혁철 : 골반과 하지운동이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향, 한국전문물리치료학회지, 4(1): 20-27, 1997.
- 황병용, 김승원, 김선희, 조효구 : 편마비 환자에서 골반과 하지사이의 재정렬 후 족저압 변화, 한국Bobath학회지, 3, 148-156, 1998.
- Ashburn A : A physical assessment for stroke patients, *Physiother*, 68, 109-113, 1982.
- Bohannon RW : Walking after stroke comfortable versus maximum safe speed. *Int J Rehab Research*, 15, 246-248, 1992.
- Bobath B : *Adult Hemiplegia: evaluation and treatment*, 3rd ed. London: Heinemann Medical Books, 12-13, 1990.
- Bobath B : *Adult Hemiplegia: evaluation and treatment*. 3rd ed. London: Heinemann Medical Books, 161-170, 1990.
- Bohannon RW, Anderws AW, Smith MB : Rehanilitation goals of patients with hemiplegia. *Int J Rehab Res*. 11, 181-183, 1988.
- Bohannon RW. Gait performance of hemiparetic stroke patients, selected variables. *Arch Phys Med Rehabil*, 68, 777-781, 1987.
- Boening DD : Evaluation of a clinical method of gait analysis. *Phys Ther*, 57, 795-798, 1977.
- Brandstater ME, de Bruin H, Gowland, et al. Hemiplegic gait: analysis of temporal variables. *Arch Phys Med Rehabil*, 64, 583-587, 1983.
- Brunnstrom S : Recording gait patterns of adult hemiplegic patients, *J Am Phys Ther Asso*, 44, 11-18, 1964.
- Carr JH, Shepherd RB : Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. *Phys Ther*, 65(2), 175-180, 1985.
- Corcoran PJ, Jebson RH, Brengelmann GL : Effect of plastic and metal leg braces on speed and energy cost of hemiparetic ambulation. *Arch Phys Med Rehabil*, 51, 69-77, 1970.
- Davies PM : Right in the middle: selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia, Berlin: Springe-Verlag, 107-739, 1990.
- Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB : Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. *Am J Phys Med*, 66(2), 77-90, 1987.
- Holden MK. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. reliability and meaningfulness. *Phys Ther*, 64, 35-43, 1984.
- Kakurai S, Akai M : Clinical experiences with a convertible thermoplastic knee-ankle-foot orthosis for post-stroke hemiplegia patients. *Prosth and Orthot Int.*, 20, 191-194, 1996.
- Kapandji IA : *The Physiology of the joints*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone, 54-70, 1982.
- Keith R, Granger C, Hamilton B, et al : The functional independence measure: A new tool for rehabilitation. *Adv clin rehabil*. 1987; 1: 6-18, 1987.
- Norkin CC, Levangie PK : *Joint structure and function*. 2nd ed. Philadelphia: FA Davis Co, 448-470, 1992.

- Norton BJ, Bomze HA, Sahrman SA, Eliasson SG : Correlation between gait speed and spasticity at knee. *Phys Ther*, 55, 355-359, 1975.
- Perry J : Mechanics of walking in hemiplegia. *Clin Orthop*, 63, 23-31, 1969.
- Rose DJ : A Multilevel Approach to the Study of Motor Control and Learning. Allyn and Bacon, 1997.
- Rose J, Gamble JG, Lee J, Lee R, Haskell WL. : The energy expenditure index, a method to quantitate and compare walking energy expenditure for children adolescents. *J Pediatr Orthop*. 11, 571-578, 1991.
- Ryerson S, Levit K. Functional movement reeducation. New York: Church-ill Livingstone, 433-440, 1997.
- Saunders JB, Inman VT, Eberhart HD. The major determinants on normal and pathological gait. *J Bone Joint Surg*, 35A, 543-558, 1953.
- Schmidt RA : Motor learning principles for physical therapy. In: Lister MJ, ed. *Contemporary Management of Motor Control Problems: Proceeding of the II STEP Conference*. Alexandria, VA APTA. 1991.
- Shumway CA, Anson D, Haller S. Postural sway feedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 69, 395-400, 1988.
- Shores M. Foot print analysis in gait documetation: an instructional sheet format. *Phys Ther*. 1980; 60: 1163-1167.
- Steven VF, Gleen J. Energy : cost of ambulation in health and disability. *Arch Phys Med Rehabil*, 59, 1978.
- Trueblood PR, Walker JM, Perry J, et al : Pelvic exercise and gait in hemiplegia. *Phys Ther*, 69(1), 32-40, 1989.
- Turnbull GI, Wall JC. Gait re-education following stroke: the application of motor skills acquisition theory. *Physiother Prac*, 5, 123-133, 1979.
- Winstein CJ : Designing practice for motor learning: Clinical implications. In: Lister MJ, ed. *Contemporary Management of MotorControl Problems: Proceeding of the II STEP Conference*. Alexandria, VA APTA. 1991.