

과제 지향적 기능 훈련이 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향

대구대학교 대학원 재활학과와 물리치료전공

김 재 욱

울산과학대학 물리치료과

김 수 민

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

박 래 준

The Effects of Task-Oriented Functional Training on Standing Balance in Stroke Patients

Kim, Jae-wook, P.T., M.S.

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Graduate School, Daegu University

Kim, Soo-min, P.T., M.S.

Department of Physical Therapy, Ulsan College

Park, Rae-joon, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy, Daegu University

<Abstract>

The purpose of this study was to investigate the balance of stroke patient applying Task-Oriented Functional training program.

Sixteen subjects were recruited from KeiMyung university Dongsan Medical Center inpatient satisfying requirement for this study. They were divided into Task-Oriented Functional training group and Conventional therapy group. They were measured by Sensory organization test and Motor control test items using EquiTest Version 8.0 machine before and after the test.

The result of this study were to follow:

1. In Sensory organization test, there were no significant differences in static equilibrium score in both groups($p<.05$).
2. In Sensory organization test, there were significant differences in dynamic equilibrium score in both groups($p<.05$).
3. In Motor control test, there were significant differences in both groups($p<.05$).
4. In exercise group, there were no significant differences in static Sensory organization test($p<.05$).
5. In exercise group, there were significant differences in dynamic Sensory organization test($p<.05$).
6. In exercise group, there were significant differences in Motor control test($p<.05$).
7. In control group, there were no significant differences in static Sensory organization test($p<.05$).
8. In control group, there were no significant differences in dynamic Sensory organization test($p<.05$).
9. In control group, there were no significant differences in Motor control test($p<.05$).

I . 서 론

뇌졸중의 원인으로는 저산소증(hypoxia), 허

혈증(ischemia), 경색(infarction)등의 혈관 폐쇄에 의한 것과 두개강 내 출혈에 의한 것으로 나눌 수 있다(Sabari, 1997).

뇌혈관 질환 이후 적절한 응급 처치와 조기 치료를 통해 생존한다하더라도 운동

(motor), 감각(sensory), 인지(cognition), 지각(perception), 심리(psychology), 사회(social), 신체 기능적(functional)측면의 장애를 가지게 된다(Sabari, 1997). 또한 이와 같이 뇌졸중환자의 대부분은 시상 면에서 신체의 한쪽이 마비되는 편마비가 특징적으로 나타나는데 편마비의 주요한 증상중 하나가 전체 체중의 61%~80%를 비 마비측 하지에 편중되어 서는 것이다(Sackley 와 Baguly, 1993). 이로 인해 뇌졸중후에 편마비 환자들은 비대칭적 신체균형, 체중이동 능력의 결함, 보행과 수의적인 움직임의 결손 등을 나타내기도 한다. Dickstein(1984) 등은 편마비 환자들은 평형반응(equilibrium reaction)에 문제가 생기며 불균형적인 선 자세를 취하게 되고, 체중의 많은 부분을 비 마비측 하지로 부하하는 경향을 보인다고 했다. 또한 신체의 중심이 비 마비측으로 이동되므로 대칭적인 체중부하도 이루어지지 않으며 외부의 흔들림(perturbation)에 대해 고관절의 자세를 안정시킬 수 있는 균형능력도 감소된다 했다. Harburn(1995) 등은 편마비는 마비측 하지의 비정상적인 근육 동원(recruitment)으로 인해 정적인 자세동요(postural sway)가 증가되어 나타나고 체중 부하(weight bearing)에 필요한 지구력도 감소되어 정적 선 자세는 유지하기가 어려워진다고 했다. 특히 균형과 보행 장애는 오랜 세월이 거쳐 임상적으로 중요하게 연구되어 왔다(Perry, 1966; Brunnstrom, 1970; Bobath, 1978 ; Davis, 1985).

균형은 기저면(base of support)내에 무게 중심을 유지하고, 신체의 이동 시 평형을 지속적으로 유지할 수 있는 능력으로 정의되는데(Nashner, 1990). 균형은 수의동작 시 자세를 조절하면서, 외부요동(perturbation)에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적인 과정이며(Berg 등, 1992), 균형은 크게 정적균형과 동적균형으로 나눌 수 있다. 정적균형(static balance)은 고정된 지지면에 흔들림 없이 서있을 수 있는 능력을 말

하고, 동적균형(dynamic balance)은 지지면에 움직이거나 외부로부터 자극이 있을 때 혹은 스스로 움직일 때의 균형을 말한다(Ragnarsdottir, 1996). 이러한 신체의 균형 조절에 중요하게 작용하는 감각계는 전정계, 시각, 및 체감각이 있다(Cheng 등, 2001). 신체가 균형을 유지하기 위해서는 신체의 지지면(base of support)내에 체중의 중심선(center of gravity)이 연속성을 가지고 유지되어야 하는데, 이를 위해서는 정상적인 입력과 고위중추에서의 적절한 통합조절이 요구된다(Horak, 1987).

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형 회복을 위한 방법으로 측방 체중 이동(lateral weight shifting)(Davies, 1985), 공을 이용한 방법(Edwards 1996), 일정 높이의 발판에 비 마비측 발을 올리는 방법(Bohannon 과 Larkin, 1985), 시각적 피드백 훈련(visual feedback training) (Woollacott 등, 1986) 및 청각적 피드백 훈련(Cheng, 2001)등을 이용한 운동학습 방법들이 이용되어 왔다.

편마비 환자들의 균형에 대한 재훈련을 위한 새로운 접근들 중 하나는 운동조절의 새로운 이론들을 기초로 한 임상적 중재로의 과제 지향적 접근이다(Shumway-Cook 와 Woollacott, 1995). 전통적으로 여러 가지 물리치료 접근법들이 뇌혈관 장애 환자들에게 적용되어 오고 있는데 반사/계층적 모델(reflex/hierarchical model)에 기초를 둔 촉진기법들의 경우에 치료적 가정은 감각입력이 운동출력을 결정하며 낮은 단계에서 높은 단계로의 계단식 발달 과정을 중요시 한 결과 긴장도와 원시 반사를 억제하고 정상적인 패턴을 촉진 하는 것에 치료목표를 두고 있다(Horak, 1991). 운동조절의 시스템 모델 또는 과제 모델(system/task model)에서, 치료적 가정은 복잡한 시스템들이 과제 목표를 수행하기 위해 상호 작용하며, 적응 행동 또는 선행적 행동이 다양한 환경 내에서 효율적이고 효과 책을 제공한다(가정)는 것이다(Carr 와 Shepherd, 1990). 따

라서 임상적으로 이들 환자군의 치료 목적은 정상적인 감각, 운동기능의 획득 또는 재획득이 되며, 이는 특수한 과제 수행 시각 관절과 근육 활동에 대한 신경학적 피먹임을 환자가 인지하도록 하는 경험과 학습에 근거한 치료법의 적용이 효율적이라고 보고 되어 있다(Leonard, 1994). 뇌졸중 후 초기의 독립적인 운동성 재획득은 치료의 가장 중요한 목표로써, 이 시기동안 환자는 새로운 운동 기술을 획득하거나, 균형, 보행 또는 물체를 조작하기와 같은 과거의 기술들을 재획득해야만 한다. 운동의 재학습은 근 조절 또는 운동 조절의 학습이 아니라 지속적으로 변화 하는 환경 내에서 적절하게 움직이는 방법에 관한 지식과 기술을 재습득하는 것이다(Colly 와 Beech, 1989 ; Magill, 1998 ; Proctor 와 Dutta, 1995 ; Hochstenbach 와 Mulder, 1999).

중재를 위한 과제 지향적 접근은 환자들은 움직임의 정상적 패턴들을 반복적으로 연습하기보다는 기능적 과제로 부여된 문제들 해결을 활동적으로 시도함에 의해서 배우게 됨을 가정하는데, Farber(1993)는 움직임이 어떻게 생성되고 조절되는가에 대한 기전은 개개인이 어떠한 운동과제를 수행하기 위해서 자신의 행동을 조절하고 협응하는 기전을 운동조절이라고 하였다. 운동조절에서 다루는 두 가지 영역으로 나눌 수 있는데 하나는 공간에서 인체의 안정성에 대한 자세조절과 균형조절이고 또 하나는 공간에서 인체의 움직임에 대한 수의적인 운동조절을 말한다. Nashner 와 Mccollum (1985)은 균형에 있어서의 근육반응, 감각구성, 그리고 힘 조절을 평가하는 연구를 하여왔는데 균형을 유지하고 발달시키는 것이 환경에서 기능하는데 중요하다고 하였다.

자동적 자세 반응(automatic postural response)들에서 서술된 협력적 구성은 7-10세 전까지 계속되고, 이때쯤 성인과 같은 반응을 보이는데 성인과 아동에게서 알려진 자동적 자세반응은 유일하게 기립자세

를 조절하는 것이 신경계라기보다는 다양한 하위 시스템들(운동, 감각, 골격)이 균형조절에 기여 한다고 했다(Shumway-Cook, 1989). 자동적 자세 반응에 추가하여 선행적 자세조절(anticipatory postural control)은 과제 지향적이고 목표지향적인 운동생성을 필요로 하고 선행적 자세조절을 하는 동안 자세 반응은 수의 운동을 위하여 필요한 먹임전(feedforward) 조절과 결합한다고 했다. 선행적 자세조절에 초점을 맞춘 연구들을 통하여, 근 활성 패턴들은 특정 운동 상황(movement context)에 의존한다는 것을 알게 되었는데, Cordo 와 Nashner(1982)는 팔을 펴고 굽히는 과제를 하는 동안 자세 유지 근육들과 팔 근육들의 활성 시기를 연구하였는데 자세 근육들의 동원 순서는 비슷한 근 수축 시기와 함께 자동 반응에서 사용된 구성과 같았고 주동 근들은 자세유지 근육들의 수축이후에 수축되었다고 보고하였다.

수의 운동 이전에 자세조절을 강화하는 치료전략은 일상생활동작들을 하는 동안 목표 지향적인 과제들을 수행하는 것이 되며, 이러한 배경에서 환자들은 단순한 근육패턴보다는 과제목표해결을 위한 여러 가지 방법들을 배움으로 도움 받게 된다. 결과적으로, 뇌졸중 환자의 기능회복을 위한 치료 프로그램을 세울 때, 병변 부위와 관련된 인지적 기능을 이해하고, 단순한 운동의 습득보다는 체계적인 과제 지향 운동 학습을 통해 손상 영역의 신경 재조직화를 조장하게 되는데(이진희, 2002) 이와 같은 것이 더 기능적인 균형 조절을 발달시키는데 효과적인 접근이 될 수 있는지에 대해 알아보고자 한다. 이에 본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형능력을 효율적으로 향상시키기 위한 방법으로 임상적으로 최근 더 발전된 개념인 과제 지향 운동(task-oriented movement therapy)이 뇌졸중 환자의 선 자세에서 자세측정기를 통해 감각계와 운동계에 어떠한 양상으로 나타나는지 살펴보고

선 자세에서의 균형에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II . 연구방법

1. 연구대상 및 기간

2002년 7월에서 2003년 3월까지 OO대학교 OO의료원 재활의학과에 입원하여 뇌졸중으로 진단 받은 편마비 환자 중 기능적 균형 등급(functional balance grades)에서 Fair grad 이상인 환자를 대상으로 대상 환자의 조건은 약식정신검사(MMSE)20점 이상인 환자 16명을 대상으로 하였으며, 발병일로부터 3개월 미만의 환자로 전형적인 편마비 이외에 관절구축 또는 근골격계의 통증이나 골절, 반맹증이 없는 환자를 대상으로 하였고 실험군의 평균연령은 56.1세, 대조군은 59.9세이고 마비측은 실험군은 우측 3명 좌측 5명, 대조군은 우측 5명 좌측 3명으로 실험 하였다.

2. 연구절차

대조군과 실험군 모두 훈련 시작 전 동적 자세 측정기(EquiTest)를 이용하여 감각체계검사와 운동조절검사를 시행하고 대조군은 4주간의 물리치료 및 고전적인 균형 훈련을 받았으며, 실험군은 4주간의 물리치료 및 과제 지향적 기능 훈련을 주 5회 30분간 실시하였다. 또한 4 주간 훈련이 끝난 후 자세 측정기를 이용하여 감각체계검사와 운동조절검사를 시행하였다.

3. 과제 지향적 기능 훈련 프로그램의 실시 방법

고전적인 균형 훈련을 한 후 과제 지향적 기능 훈련 프로그램을 30분간 실시하고 주 5회를 4주간 훈련하였다.

1) 선 자세에서의 팔 뺏기 과제 지향적 기능 훈련

(1) 선 자세에서의 신체의 정렬을 맞춘 후 마비측 손으로 동측 앞 옆쪽으로 팔 뺏기를 한다. 이때 마비측 팔이 능동적으로 팔 뺏기를 할 수 없을 경우 치료사가 보조해 준다.

(2) 비 마비측 손으로 마비측 앞에 있는 컵을 잡는다. 이때 고관절, 무릎관절, 발목관절을 굴곡하고 마비측으로 체중 이동을 할 수 있도록 치료사는 보조 해준다.

(3) 마비측 손으로 마비측 앞에 있는 컵을 잡는다. 이때 고관절, 무릎관절, 발목관절을 굴곡하고 마비측으로 체중 이동을 할 수 있도록 치료사는 보조 해준다. 이때 마비측 팔이 능동적으로 팔이 능동적으로 팔 뺏기를 할 수 없을 경우 치료사가 보조해준다.

(4) 양측 손을 이용하여 컵을 잡은 후 반복해서 좌우로 옮긴다.

2) 균형판 위에서의 팔 뺏기 과제 지향적 기능 훈련

(1) 균형판 위에서 선 자세를 유지 한 후 비 마비측 손으로 비 마비측 앞에 있는 컵을 잡고 신체의 중심선을 가로질러 마비측 앞으로 옮긴다.

(2) 마비측 손으로 마비측 앞에 있는 컵을 집어서 신체의 중심선을 가로질러 비 마비측 앞에 이동한다. 이때 마비측 팔이 능동적으로 팔 뺏기를 할 수 없는 경우 치료사가 보조해준다.

(3) 양측 손을 이용하여 컵을 잡은 후 반복해서 좌우로 옮긴다.

4. 측정 방법

1) 측정 도구

본 연구에 사용된 기구는 1985년 Nashner 등이 움직이는 지지면을 이용하여 컴퓨터를 이용한 동적 자세 측정법을 개발하여 1986년부터 상업화된 EquiTest Version 8.0.1이다(Neuro Com International

Inc. 2001). 이 검사 장비는 시각 자극을 주기 위한 주위배경벽(visual surround), 검사 중 넘어질 때 부상을 방지하기 위한 고정틀, 전후 상하로 움직일 수 있는 발판(dual force plate), 전단응력과 움직임을 측정하는 변환기, 그리고 이 자료를 분석하는 컴퓨터로 이루어져 있다.

2) 시행된 검사

검사는 크게 감각체계검사(sensory organization test)와 운동조절검사(motor control test)로 나누어 시행하였고 감각체계검사는 적절한 시각, 전정, 체성감각의 적절한 구심성 자극을 얼마나 잘 이용하고 부적절한 구심성 자극을 얼마나 억제하나 알아내는 검사법이다(고의경, 1991). 운동조절검사 발판이 움직일 때 얼마나 자동자세 반응(automatic postural response)에 의하여 얼마나 빠르게 그리고 적절히 균형을 유지하고 반복되는 발판의 이동시 적절히 적응하나 알 수 있는 검사법이다. 서 있는 상태에서 무게 중심이 변하려 할 때 무의식적인 다리와 몸통의 움직임에 의하여 무게 중심의 수정으로 자세가 계속 유지된다. 이 무의식적인 움직임을 자동자세 반응 혹은 긴 고리반사(long loop reflex)라 한다(Diener 와 Dichgans, 1986). 평형점수(equilibrium score), 체중의 대칭성(weight symmetry), 힘의 대칭성(strength symmetry)을 측정하였다.

감각체계검사는 평형 점수는 전·후 방향에서 족관절을 중심으로 약 12.5도의 동요를 평형으로 유지할 수 있는 한계로 설정하여 체성감각을 선택적으로 자극하기 위하여 발판의 움직임 여부와 시각계의 선택적 자극을 위해 개안, 폐안 과 혼동시각(sway referenced vision)을 조합하여 다음 6가지 조건을 1회 20초씩 각각 3회 시행 하였다.

(1) 정적 균형 검사

① 발판과 주위 배경 벽이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 한다.

② 발판과 주위 배경 벽이 고정된 상태에서 눈을 감고 서 있게 한다.

③ 발판이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 하고, 주위 배경 벽을 움직인다.

(2) 동적 균형 검사

① 주위 배경 벽은 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 하고, 발판이 상 하로 비스듬히 기울인다.

② 눈을 감고 서 있게 하고, 발판을 상하로 비스듬히 기울인다.

③ 눈을 뜨고 서 있게 하고, 주위 배경 벽을 움직이고, 발판을 상하로 비스듬히 기울인다.

위의 6가지 조건 시 몸이 중심이 움직이는 각을 측정하여 평형점수를 구하였다. 서 있는 상태에서 몸의 중심이 흔들리는 각은 최대각이 12.5도를 넘으면 넘어진다. 그 각이 0도이면 가장 안정된 상태로서 100점, 12.5도면 넘어지기 직전의 상태로서 0점을 부여 하였다. 운동 조절 검사는 발판의 움직이는 속도 및 시간에 따라 결정되는 발판이 움직임의 크기와 발판의 전후 방향을 조합하여 다음 6가지 조건을 시행하여 무게 중심 변화에 가해지는 힘의 크기와 양발에 걸리는 체중의 대칭정도를 구하였다.

① 5cm/sec 속도로 300msec동안 발판이 뒤로 움직인다.

② 10cm/sec속도로 300msec동안 발판이 뒤로 움직인다.

③ 15cm/sec속도로 400msec동안 발판이 뒤로 움직인다.

④ 5cm/sec속도로 300msec동안 발판이 앞으로 움직인다.

⑤ 10cm/sec속도로 300msec동안 발판이 앞으로 움직인다.

⑥ 15cm/sec속도로 400msec동안 발판이 앞으로 움직인다.

이 6가지 조건에서 발판이 움직인 후 발의 근육이 수축하는데 이때 체중이 양발에 걸리는 대칭의 정도(weight symmetry)를 측정하였으며 양측이 완전히 대칭이면 100 그

리고 힘이 완전히 우측(비마비측)으로 치우치면 200 완전히 왼쪽(마비측)으로 치우치면 0으로 하여 점수를 기록하였다. 발판이 움직일 때 균형을 유지하기 위하여 발에 가해지는 힘의 대칭(strength symmetry)을 각각의 경우를 기록하였다. 각각의 검사의 결과는 컴퓨터를 통하여 자동적으로 점수화된 자료를 이용하여 결과를 얻었다.

5. 자료 처리

과제 지향적 기능 훈련이 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형에 미치는 효과를 알아보기 위하여 SPSS Ver 10.0 For Window를 사용하여 대조군과 실험군의 감각 체계 검사와 운동 조절 검사를 위해 독립표본 t 검정을 실시하였고, 각 그룹 내에 중재 전·후의 감각 체계 검사와 운동 조절 검사 점수의 차이를 보기 위해 짝 비교 t 검정을 실시하였다. 모든 유의 검정수준 α 는 0.05로 하였다.

III . 연구결과

1. 실험군과 대조군의 감각 체계 검사 비교

1) 정적 균형 검사

훈련 전 정적 균형 검사 1의 실험군 평균은 87.75이었고, 대조군 평균은 89.75이었다. 훈련 전 정적 균형 검사 2의 실험군 평균은 85.25이었고, 대조군 평균은 87.12이었다. 훈련 전 정적 균형 검사 3의 실험군 평균은 80.25이었고, 대조군 평균은 85.92이었다. 훈련 후 정적 균형 검사 1의 실험군 평균은 80.75이었고, 대조군 평균은 89.75이었다. 훈련 후 정적 균형 검사 2의 실험군 평균은 87.37이었고, 대조군 평균은 86.50이었다. 훈련 후 정적 균형 검사 3의 실험군 평균은 79.62이었고, 대조군 평균은 88.12이었다. 실험군과 대조군의 값을 독립표본 t 검정으로 검정한 결과, 훈련 후의 실험군과 대조군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 ($p < .05$). Table 1.

2) 동적 균형 검사

훈련 전 동적 균형 검사 1의 실험군 평균은 58.75이었고, 대조군 평균은 65.12이었다. 훈련 전 동적 균형 검사 2의 실험군 평균은 51.37이었고, 대조군 평균은 57이었다. 훈련 전 동적 균형 검사 3의 실험군 평균은 52.37이었고, 대조군 평균은 57.12이었다. 훈련 후 동적 균형 검사 1의 실험군 평균은 73.62이었고, 대조군 평균은 58.12이었다. 훈련 후 동적 균형 검사 2의 실험군 평균은 73.12이었고, 대조군 평균은 58.25이었다. 훈련 후 동적 균형 검사 3의 실험군 평균은 72.00이고, 대조군 평균은 62.87이었다. 실험군과 대조군의 값을 독립표본 t 검정으로 검정한 결과 훈련 후의 실험군과 대조군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < .05$). Table 2.

2. 실험군과 대조군의 운동 조절 검사 비교

1) 체중 대칭 검사의 비교

훈련 전 전방이동시 체중 대칭 검사의 실험군 평균은 133.87이었고, 대조군 평균은 121.56이었다. 훈련 전 후방이동시 체중 대칭 검사의 실험군 평균은 132.06이었고, 대조군 평균은 126.18이었다. 훈련 후 전방이동시 체중 대칭 검사의 실험군 평균은 110.18이었고, 대조군 평균은 127.68이었다. 훈련 후 후방이동시 체중 대칭 검사의 실험군 평균은 111.93이었고, 대조군 평균은 126.06이었다. 실험군과 대조군의 값을 독립표본 t 검정으로 검정한 결과 훈련 후의 실험군과 대조군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < .05$). Table. 3.

Table 1. Comparison of static balance in sensory organization test score between exercise group and control group

			Mean±SD	t-value	p
pre exercise	static 1	exercise group	87.75±4.83	-.803	.435
		control group	89.75±5.12		
	static 2	exercise group	85.25±7.28	-.529	.605
		control group	87.12±6.87		
	static 3	exercise group	80.25±9.83	-1.039	.319
		control group	85.92±10.95		
post exercise	static 1	exercise group	80.75±3.11	-1.158	.266
		control group	89.75±4.89		
	static 2	exercise group	87.37±6.47	.233	.827
		control group	86.50±9.02		
	static 3	exercise group	79.62±10.30	-1.946	.072
		control group	88.12±6.81		

Table 2. Comparison of dynamic balance in sensory organization test score between exercise group and control group

			Mean±SD	t-value	p
pre exercise	dynamic 1	exercise group	58.75±5.82	-1.335	.203
		control group	65.12±12.18		
	dynamic 2	exercise group	51.37±2.87	-1.496	.157
		control group	57.00±10.24		
	dynamic 3	exercise group	52.37±4.40	-1.436	.173
		control group	57.12±8.25		
post exercise	dynamic 1	exercise group	73.62±1.84	2.638	.019
		control group	58.12±6.81		
	dynamic 2	exercise group	73.12±4.58	2.777	.015
		control group	58.25±14.43		
	dynamic 3	exercise group	72.00±3.77	3.789	.002
		control group	62.87±5.66		

Table 3. Comparison of weight symmetry between exercise group and control group

			Mean±SD	t-value	p
forward trans	pre exercise	exercise group	133.87±12.08	1.632	.125
		control group	121.56±17.58		
	post exercise	exercise group	110.18±2.72	-4.436	
		control group	127.68±10.81		
backward trans	pre exercise	exercise group	132.06±10.64	.996	.336
		control group	126.18±12.84		
	post exercise	exercise group	111.93±5.21	-3.386	
		control group	126.06±10.58		

2) 힘의 대칭 검사의 비교

훈련 전 전방이동시 힘의 대칭 검사의 실험군 평균은 153.56이었고, 대조군 평균은 157.43이었다. 훈련 전 후방이동시 힘의 대칭 검사의 실험군 평균은 150.43이었고, 대조군 평균은 155.48이었다. 훈련 후 전방이동시 힘의 대칭 검사의 실험군 평균은

122.56이었고, 대조군 평균은 151.56이었다. 훈련 후 후방이동시 힘의 대칭 검사의 실험군 평균은 126.50이었고, 대조군 평균은 151.68이었다. 실험군과 대조군의 값을 독립 표본 t 검정으로 검정한 결과 훈련 후의 실험군과 대조군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). Table. 4.

Table 4. Comparison of strength symmetry between exercise group and control group

			Mean±SD	t-value	p
foreward trans	pre exercise	exercise group	153.56±23.56	-3.55	.728
		control group	157.43±19.94		
	post exercise	exercise group	122.56±9.65	-3.914	
		control group	151.56±18.60		
backward trans	pre exercise	exercise group	150.43±16.46	-.604	.555
		control group	155.48±14.93		
	post exercise	exercise group	126.50±18.31	-2.691	
		control group	151.68±19.11		

3. 실험군의 감각 체계 검사의 훈련 전 · 후 비교

1) 정적 균형 검사

실험군의 정적 균형 검사 1의 훈련 전 평균값은 87.75이었고 훈련 후 평균값은 80.75이었다. 정적 균형 검사 2의 훈련 전 평균

값은 85.25이었고 훈련 후 평균값은 87.37이었다. 정적 균형 검사 3의 훈련 전 평균값은 80.25이었고 훈련 후 평균값은 79.62이었다. 실험군의 훈련 전 · 후 값을 짝 비교 t 검정으로 검정한 결과 실험군의 훈련 전 · 후 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p <.05).Table 5.

Table 5. Comparison of static balance in sensory organization test score between pre exercise and post exercise in exercise group

		Mean±SD	t-value	p
static 1	pre exercise	87.75±4.83	.258	.803
	post exercise	80.75±3.11		
static 2	pre exercise	85.25±7.28	-2.323	.053
	post exercise	87.37±6.47		
static 3	pre exercise	80.25±9.83	.404	.698
	post exercise	79.62±10.30		

2) 동적 균형 검사

실험군의 동적 균형 검사 1의 훈련 전 평균값은 58.75이었고 훈련 후 평균값은 73.62이었다. 동적 균형 검사 2의 훈련 전 평균값은 51.37이었고 훈련 후 평균값은 73.12이었다. 동적 균

형 검사 3의 훈련 전 평균값은 55.37이었고 훈련 후 평균값은 72.00이었다. 실험군의 훈련 전 · 후 값을 짝 비교 t 검정으로 검정한 결과 실험군의 훈련 전 · 후 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p <.05).Table 6.

Table 6. Comparison of dynamic balance in sensory organization test score between pre exercise and post exercise in exercise group

		Mean±SD	t-value	p
dynamic1	pre exercise	58.75±10.30	-6.234	.000
	post exercise	73.62±1.84		
dynamic 2	pre exercise	51.37±2.87	-10.839	.000
	post exercise	73.12±4.58		
dynamic 3	pre exercise	55.37±4.40	-13.527	.000
	post exercise	72.00±3.77		

4. 실험군의 운동 조절 검사의 훈련 전·후 비교

실험군의 전방이동시 체중 대칭 검사의 훈련 전 평균값은 133.87이었고 훈련 후 평균값은 110.18이었다. 후방이동시 체중 대칭 검사의 훈련 전 평균값은 132.06이었고 훈련 후 평균값은 111.93이었다. 전방이동시 힘 대칭 검사의 훈

련 전 평균값은 153.56이었고 훈련 후 평균값은 122.56이었다. 후방이동시 힘 대칭 검사의 훈련 전 평균값은 150.43이었고 훈련 후 평균값은 126.50이었다. 실험군의 훈련 전·후 값을 짝 비교 t 검정으로 검정한 결과 실험군의 훈련 전·후 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).Table 7.

Table 7. Comparison of motor control test score between pre exercise and post exercise in exercise group

		Mean±SD	t-value	p
forward weight symmetry	pre exercise	133.87±12.08	4.585	.003
	post exercise	110.18±2.72		
backward weight symmetry	pre exercise	132.06±10.64	5.399	.001
	post exercise	111.93±5.21		
forward strength symmetry	pre exercise	153.56±23.56	3.468	.010
	post exercise	122.56±9.65		
backward strength symmetry	pre exercise	150.43±16.46	5.199	.001
	post exercise	126.50±18.31		

5. 대조군의 감각 체계 검사의 훈련 전·후 비교

1) 정적 균형 검사

대조군의 정적 균형 검사 1의 훈련 전 평균값은 89.75이었고 훈련 후 평균값은 92.00이었다. 정적 균형 검사 2의 훈련 전 평균값은 87.12이었고 훈련 후 평균값은 86.50이었다. 정적 균형 검사 3의 훈련 전 평균값은 85.62이었고 훈련 후 평균값은 88.12이었

다. 대조군의 훈련 전·후 값을 짝 비교 t 검정으로 검정한 결과 대조군의 훈련 전·후 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p < .05$).Table 8.

Table 8. Comparison of static balance in sensory organization test score between pre exercise and post exercise in control group

		Mean±SD	t-value	p
static 1	pre exercise	89.75±5.12	-1.865	.104
	post exercise	89.75±4.89		
static 2	pre exercise	87.12±6.87	.220	.832
	post exercise	86.50±9.02		
static 3	pre exercise	85.62±10.95	-.091	.311
	post exercise	88.12±6.81		

2) 동적 균형 검사

대조군의 동적 균형 검사 1의 훈련 전 평균값은 65.122이었고 훈련 후 평균값은 64.62이었다. 동적 균형 검사 2의 훈련 전 평균값은 57.00이었고 훈련 후 평균값은 58.25이었다. 동적 균형 검사 3의 훈련 전

평균값은 57.12이었고 훈련 후 평균값은 62.87이었다. 대조군의 훈련 전·후 값을 짝 비교 t 검정으로 검정한 결과 대조군의 훈련 전·후 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p <.05).Table 9.

Table 9. Comparison of dynamic balance in sensory organization test score between pre exercise and post exercise in control group

		Mean±SD	t-value	p
dynamic 1	pre exercise	65.12±12.18	.142	.891
	post exercise	64.62±9.47		
dynamic 2	pre exercise	57.00±10.24	-.316	.759
	post exercise	58.25±14.43		
dynamic 3	pre exercise	57.12±8.25	-2116	.072
	post exercise	62.87±5.66		

6. 대조군의 운동 조절 검사의 훈련 전·후 비교

대조군의 전방이동시 체중 대칭 검사의

훈련 전 평균값은 121.56이었고 훈련 후 평균값은 127.68이었다. 후방이동시 체중 대칭 검사의 훈련 전 평균값은 126.18이었고 훈련 후 평균값은 126.06이었다. 전방이동시

힘 대칭 검사 의 훈련 전 평균값은 157.43 이었고 훈련 후 평균값은 151.56이었다. 후 방이동시 힘 대칭 검사 의 훈련 전 평균값 은 155.18이었고 훈련 후 평균값은 151.68이

었다. 대조군의 훈련 전·후 값을 짝 비교 t 검정으로 검정한 결과 대조군의 훈련 전· 후 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었 다(p <.05).Table 10.

Table 10. Comparison of motor control test score between pre exercise and post exercise in control group

		Mean±SD	t-value	p
forward weight symmetry	pre exercise	121.56±17.58	-1.154	.286
	post exercise	127.68±10.87		
backward weight symmetry	pre exercise	126.18±12.84	.041	.969
	post exercise	126.06±10.58		
forward strength symmetry	pre exercise	157.43±19.94	1.876	.103
	post exercise	151.56±18.6		
backward strength symmetry	pre exercise	155.18±14.93	1.175	.278
	post exercise	151.68±19.11		

IV. 고찰

편마비 환자에서 안정된 독립보행을 위하여 가장 중요한 요소는 신체의 균형을 유지하는 능력이다. 평형기능의 저하 및 자세반사의 저하는 뇌졸중 환자에서 흔히 나타나는 장애로서 기립위 안정성 유지, 체중 부하 조절 및 보행능력에 지장을 초래한다. 이에 따라 오랫동안 뇌졸중 환자의 균형에 관한 연구는 다양한 형태의 연구가 이루어져 왔고, 점차적으로 과학적으로 시도되고 있다. 지금까지 대부분의 연구는 시각적 피드백 훈련(Shumway-Cook 등, 1988; Sackley 와 Lincoln, 1997; Walker 등, 2000; Geiger 등, 2001; 이건철, 2001)이나, 다양한 높이의 발판에 비마비쪽 발을 올리는 방법(Bohannon 와

Larkin, 1985; Dickstein 등, 1994; Laufer 등, 2000), 또는 청각적 피드백을 이용한 방법(Cheng, 등 2001)으로 이루어졌다. 대부분의 기존 연구는 기립자세와 같은 정적인 자세에서의 운동 프로그램으로 구성되어 운동 프로그램 실시의 효과가 기능적인 동작으로 이어지지 못했다는 연구의 제한점이 있었고, 정적인 자세에서의 운동 프로그램 실시와 평가가 신체 각 부위가 지속적으로 움직이고 있는 인체의 기능적인 동작과는 일치 하지 않는다(Patla 등, 1990). 또한 복잡한 과제를 학습하기 위해서는 반복적인 연습이 필수적이며(Schmidt, 1988.; Swanson 와 Sandford, 1995), 이와 같이 학습효과를 극대화하기 위해서는 연습 내용이 실제 상황에서의 과제와 유사한 형태로 이루어져야 한다고 했

다(Carr 와 Shepherd, 1987).

자동적 자세 반응(automatic postural response)들은 아동에서도 보이는데 유일하게 기립자세를 조절하는 것이 신경계라기보다는 다양한 하위 시스템들이 균형 조절에 기여 한다고 했다(Shumway-Cook 와 Woollacott, 1989). 자동적 자세반응에 추가하여 선행적 자세조절(anticipatory postural control)은 과제 지향적이고 목표 지향적인 운동 생성을 필요로 하는데 선행적인 자세 조절을 하는 동안 자세반응은 수의 운동을 위하여 필요한 먹임진(feedforward) 조절과 결합한다고 했다. 선행적 자세 조절 연구에서 Cordo 와 Nashner(1982) 는 팔을 펴고 굽히는 과제를 하는 동안 자세 유지근들과 팔 근육의 활성화시기를 연구 하였는데 과제를 수행하였을 때 이미 자세 유지근들이 선행하여 수축하였고 주동근들은 자세 유지근들의 수축이후에 수축 되었다고 보고하였다. 따라서 과제 지향적 기능훈련이 수의 운동 이전에 자세 조절을 강화하는 목표 지향적인 과제들을 수행 했을 때 균형조절을 발달시키는 지 알아보기 위하여 실시하였다.

뇌졸중 후의 편마비는 환자의 88% 이상에서 갖는 장애의 하나로 병변 발생 후 첫 3개월 안에 대부분의 운동회복이 된다고 하였다(Brandstater, 1998). 이에 본 연구는 발병일로부터 평균 3개월 미만의 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 하였다.

본 연구에서는 감각체계의 평형검사에서 정적조건 1에서 동적조건 3으로 갈수록 검사 조건이 어려워지므로 평형점수가 낮게 나타났다. 정적 균형점수는 과제 지향적 기능 훈련군에서 정적조건1에서 87.75점에서 80.75점으로 변화하였고 고전적인 치료군에서는 89.75점에서 89.75점으로 정적조건2에서는 과제 지향적 기능 훈련군이 85.25점에서 87.37점, 고전적인 치료군에서는 87.12점에서 86.50점으로, 정적조건3

에서는 과제 지향적 기능 훈련군이 85.62점에서 79.62점, 고전적인 치료군에서는 85.92점에서 88.12점으로 나타나 통계적으로 유의하지 않았고, 동적 균형점수는 과제 지향적 기능 훈련 군에서는 동적조건1에서 58.75점에서 73.62점으로 고전적인 치료군에서는 65.12점에서 88.12점으로, 동적조건2에서는 과제 지향적 기능 훈련군이 51.37점에서 73.12점으로 고전적인 치료군에서는 57.00점에서 58.25점으로 나타났고 동적조건3에서 과제 지향적 기능 훈련군은 52.37점에서 72.00점으로 나타났고 고전적인 치료군에서는 57.12점에서 62.87점으로 나타나 통계적으로 유의하게 나타났다. 이와 같은 결과를 볼 때 본 연구에서 정적 균형은 과제 지향적 기능 훈련군과 고전적인 치료군에서 모두에서 큰 변화가 없었지만, 동적 균형 능력에서 두 군 사이에 뚜렷한 차이를 알 수 있었다. 따라서 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형증진을 위한 운동 프로그램 실시는 동적이면서 실제 기능과 밀접한 상황으로 구성되어야 한다는 기존의 연구 결과들(Pai 등, 1994.; Cheng 등, 2001)과 일치한다.

편마비 환자의 치료에 있어서 가장 큰 초점은 마바쪽 하지에 체중 부하를 증가함으로써 균형을 증진시키고 결과적으로 대칭적인 기립자세를 유도하는 것이다(Carr 와 Shepherd, 2003). 정동훈(1999)은 대칭적인 체중분배가 자세와 균형조절에 중요한 안정성 한계에 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구에서도 무게 중심이 변하려 할 때 무의식적인 다리와 몸통에 의하여 무게중심의 수정으로 자세가 유지되는데 그때 가해지는 무게중심 즉 체중의 대칭은 과제 지향적 기능 훈련군에서 전방이동시 133.87에서 110.18로 나타났고, 후방이동시 과제 지향적 기능 훈련군에서는 132.06에서 111.93으로 고전적인 치료군에서는 126.18에서 126.06으로 나타나 통계적으로 과제 지향적 기능 훈련군에서 유의하게 증

가되었다. 또한 발판 위의 양 다리에 가해지는 힘의 대칭은 과제 지향적 기능 훈련군에서는 전방이동시 153.56에서 122.56으로 후방이동시 150.43에서 126.56으로 나타났고 고전적인 치료군에서는 전방이동시 157.43에서 151.56으로 후방이동시 155.18에서 151.68로 나타나 통계적으로 과제 지향적 기능 훈련군에서유의하게 증가되었다. Winstein 등(1989)은 시각적 정보가 마비측 및 비 마비측의 체중 분배와 밀접한 관계가 있고 고식적인 치료보다 시각적 바이오피드백 균형 훈련이 더 효과적이라고 보고하였다. 본 연구에서도 과제 지향적 기능훈련이 훈련 결과 신체의 체중 대칭과 힘의 대칭에서 모든 방향에서 유의 있는 향상을 보여 신체 압력중심의 조정능력이 향상되며, 동적 자세 균형증진의 효과가 더 있음을 알 수 있었다. 또한 훈련 후 기능적 자세에서 마비측 하지로 몸무게를 더 지지할 수 있어 좀 더 안정된 지지부를 제공할 수 있게 되었음을 의미하고 보행 시에는 입각기 중기에 마비측 하지로 몸무게를 좀 더 지지할 수 있게 되었음을 의미하는 것으로 마비 측의 입각기가 빠르게 지나가는 것을 어느 정도 줄여 줄 수 있을 것으로 생각된다.

이상의 결과를 보아 과제 지향적 기능훈련이 동적균형, 체중의 대칭, 힘의 대칭에서 더 향상되어 개선된 것으로 나타나 동적 자세 균형증진의 효과가 더 있음을 알 수 있었다. 앞으로 목표 지향적인 과제들을 수행 할 때 자세 조절을 하는 선행적인 자세조절에 초점을 맞춘 임상적 효과를 증명할 수 있는 연구가 나오기를 기대하며 향후 병변의 위치와 관련된 기능적인 검사와 병행하여 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구는 OO대학교 OO의료원 재활의학과에서 물리치료를 시행하고 있는 환자 중 본 연구의 선정조건에 충족하는 일부의 환자만을 대상으로 연구를 시행하였기 때문에 모든 편마비 환자에 대해 일반화 하

여 해석 하는데 는 제한점이 있다. 또한 환자의 표본이 적고 대상 환자의 마비측이 다른 환자가 모두 포함되었고, 그 구성 비율도 다른 점과 병변의 종류와 부위가 서로 다른 환자를 대상으로 한 제한점이 있었다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 과제 지향적 기능 훈련 프로그램을 적용하여, 뇌졸중 환자의 균형을 알아보기 위해 실시하였다. OO대학교 OO의료원에서 입원하여 치료받는 환자 중 본 연구에 필요조건을 충족하는 16명을 대상으로 과제 지향적 기능 훈련군과 고전적인 치료군을 EquiTest version 8.0.1을 이용하여 실험 전·후 측정하여 감각 체계 검사와 운동 조절 검사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 감각 체계 검사에서 정적 균형 검사는 실험군과 대조군에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p < .05$).
2. 감각 체계 검사에서 동적 균형 검사는 실험군과 대조군에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
3. 운동 조절 검사에서 실험군과 대조군에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
4. 실험군 내에서 훈련 전·후의 감각체계 검사에 정적 균형 검사는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p < .05$).
5. 실험군 내에서 훈련 전·후의 감각체계 검사에 동적 균형 검사는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
6. 실험군 내에서 훈련 전·후의 운동 조절 검사는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
7. 대조군 내에서 훈련 전·후의 감각체계 검사에 정적 균형 검사는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p < .05$).
8. 대조군 내에서 훈련 전·후의 감각체계

검사에 동적 균형 검사는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p < .05$).

9. 대조군 내에서 훈련 전·후의 운동 조절 검사는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p < .05$).

<참 고 문 헌>

고의경 : Equitest의 진단적 의의.
임상이빈후과학회지, 31(1), 343-350. 1991.

대한신경외과학회 : 신경외과학. 최신개정판,
중앙문화사: 1999.

이진희 : 과제 지향 상지 운동 학습이
뇌졸중 환자의 운동패턴 신경재조직화에
미치는 효과, 대구대학교 재활과학
대학원, 박사학위논문, 2002.

정동훈 : 편마비환자의 비대칭적 체중지지가
기립 균형 안정성 한계에 미치는 영향.
대구대학교 재활과학대학원.
석사학위논문, 1999.

통계청 : 1999년 사망원인별 통계보고서. 2000.

Berg KO, Maki, BE. Williams, JI. et al
Clinical and laboratory measures of
postural balance in an elderly
population. Arch Phys Med
Rehabil. 73, 1073-1080. 1992.

Bobath, B : Adult hemiplegia: evaluation
and treatment. (3rd eds). London:
Heinemann. 1990.

Bohannon, RW. Larkin, PA. : Lower
extremity weight bearing under
various standing condition in
independently ambulatory patients with
hemiparesis. Phys Ther, 65,
1323-1325. 1995.

Brandstater, ME. : Stroke rehabilitation.
In; DeLisa, J A, Gans B. M, editors.
Rehabilitation medicine, 3rd eds,
Philadelphia; Lippincott-Raven,
1169-1189. 1998.

Brunnstrom, S. : Movement in hemiplegia:
neurophysiological approach. New
York :Harper & Row Publishers. 1970.

Carr, JH. Shepherd, RB. : A motor
relearning program for stroke. 2nd
eds. Rockville: Aspen: p112-148. 1987.

Carr, JH. Shepherd, RB. : A motor
learning model for rehabilitation of
the movement-disabled. In; Ada L &
Canning C. (Eds). Key issues in
neurological physiotherapy.
Butterworth Heinemann; Oxford. 1990.

Butterworth Heinemann; Oxford. 1990.

Carr, JH. Shepherd, RB. : Stroke
Rehabilitation guidelines for exercise
and training to optimize motor skill
Butterworth; Heinemann. 2003.

Cheng, PT. Wu, SH. Liao, MY., Wong,
AMK. & Tang, FT. : Symmetrical
body weight distribution training in
stroke patients and its effect on fall
prevention. Arch Phys Med
Rehabil. 82, 1650-1654. 2001.

Cordo, P. Nashner LM : Properties of
postural adjustments associated
with rapid arm movements. J
Neurophysiol. 62, 841-853. 1982.

Davies, PM.: Steps to follows: A guide to
the treatment of adult hemiplegia.
Berlin: Springer-Verlag. 1985.

Dickstein, R., Dvir, Z., Jehosua, AB., Rois,
M. & Pillar, T: Automatic and
voluntary lateral shifts in
rehabilitation of hemiparetic patients.
Clin Rehabil 8, 91-99, 1994

Dickstein, R. Nissan, M. Pillar, T. : Foot
ground pressure pattern of standing
hemiplegia patient. Phys Ther. 64,
19-23. 1984.

Diener, HC. Dichigans, J : Long loop
reflex and posture ; Bles W,
Brandt T (eds). Disorders of

- posture and gait. New York; Elsevier, 1986.
- Edwards, S : Neurological Physiotherapy: A problem-solving approach. New York: Churchill Livingstone, 1996.
- Geiger, RA. Allen, JB. O'Keefe, et al Hicks, : Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy intervention with and without biofeedback/forceplate training. Phys Ther, 81, 995-1005. 2001.
- Harburn, KL Hill, KM. Kramer, JF. : Clinical applicability and test-retest reliability of an external perturbation test of balance in stroke subjects. Arch Phys Med Rehabil. 76, 317-323.1995.
- Hochstenbach, J. Mulder, T. : Neuropsychology and the relearning of motor skills following stroke. In J Rehabil Res, 22, 11-19. 1999.
- Horak, FB : Clinical measurement of postural control in adults. Phys Ther. 67, 1981-1985. 1987.
- Horak, FB. : Assumptions underlying motor control for neurologic rehabilitation. In: Lister M. J(Ed), contemporary management of motor control problem-proceedings of the II STEP Conference, Virginia : Bookcrafters. 1991.
- Laufer, Y. Dickstein, R. Resnik, S. & Marcovitz, E. Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. Clin Rehabil. 14, 125-129. 2000.
- Leonard, CT. : Motor behavior and neural changes following perinatal and adult-onset brain damage: implications for therapeutic intervention. Phys Ther, 74, 753-767. 994
- Magill, RA. : Motor learning: concepts and applications. Madison : WCB 1998.
- Myklebust, BM. Gottlieb, GL :. Spinal reflex organization in early development : electrophysiological measures and proposed motor pathways. MRDD Research Reviews. 3, 175-183. 1997.
- Nashner, LM. Mccollum, G. : The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. Behav Brain Sci. 8, 135. 1985.
- Nashner, LM. : Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. In Duncan PM, editor. Balance: Proceeding of the APTA Form. Alexandris : APTA Publication. 1985.
- Pai, YC, Rogers, MW. Hedman, LD. et al : Alteratio ns in weight-transfer capabilities in adults with hemiparesis. Phys Ther. 74, 647-659. 1994.
- Patla, AE., Frank, JS. Winter D, A. Assessment of balance control in the elderly: major issues. Physiother Can, 42, 89-97.
- Perry, J. (1969). The mechanics of walking in hemiplegia. Clin Orthop. 63, 23-39. 1990.
- Ragnarsdottir, M. : The concept of balance. Physiotherapy. 82, 368-375. 1996.
- Sabari, JS : Motor control, Motor recovery after stroke, In: Deusen J

- V & Brunt D. (1997). Assessment in Occupational Therapy and Physical Therapy, W. B. Saunders Company, USA, 249-271. 1997.
- Sackley, CM. Baguly, BI : Visual feedback after stroke with balance performance monitor : two single case studies. Clin Rehabil. 7, 189-195. 1993
- Sackley, CM. Lincoln, NB. : Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. Disabil Rehabil, 19, 536-546. 1997.
- Schmidt, RA : Motor control and learning. Champaign: Human Kinetics Inc, 1988.
- Shumway-Cook, A. Anson, D. Haller, S. : Postural sway biofeedback : its effect on re-establishing stance stability in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil. 69, 395-400. 1988.
- Shumway-Cook, A. Equilibrium deficits in children. In: Woollacott M, Shumway-Cook A, eds. The Development of postural and gait across the life-span. Columbia, SC: university of South Carolina press. 79-125. 1989.
- Swanson, LR. Sandford, JA : Motor learning concepts applied rehabilitation. In: Pickles B, Compton A, Cott C, (Eds) Physiotherapy with older people. London: WB Saunders. 224-257. 1995.
- Walker, C. Brouwer, BJ. Culham, EG : Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. Phys Ther. 80, 886-895. 2000.
- Winstein, CJ., Gardner, ER. McNeal, .D. R : Standing balance training: Effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. Arch Phys Med Rehabil. 70, 755-762. 1989.
- Woollacott, M. Shumway-Cook, A. Nashner, LM. : Aging and posture control : Changes in sensory organization and muscular coordination. Int Asing Hum Dev. 23, 97-114. 1986..