

고유수용성 신경근 촉진법이 편마비 환자의 균형에 미치는 영향

— 율동적 안정화와 등장성 수축 결합기법을 중심으로 —

이현옥* · 김대경** · 류시구*** · 신재욱**** · 이민형***** · 이보경****

부산가톨릭대학교 물리치료학과* · 동아대학교 병원 물리치료실** ·
제일나라병원 물리치료실*** · 부산의료원 물리치료실**** · 해동병원 물리치료실*****

The Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Balance in Patients with Hemiplegia: Application of Rhythmic Stabilization and Combination of Isotonic technique

Hyun-Ok Lee, P.T., Ph.D.*, Dae-Kyeong Kim, P.T.***, Si-Goo Ryu, P.T.***,
Jae-Wook Shin, P.T.****, Min-Hyung Lee, P.T.*****, Bo-Kyoung Lee, P.T.*****

*Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan,

**Department of Physical Therapy, Dong-A University Hospital,

***Department of Physical Therapy, Jeil-Nara Hospital,

****Department of Physical Therapy, Busan Medical Center,

*****Department of Physical Therapy, Hae-Dong Hospital,

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study was to examine the effects of Rhythmic Stabilization(RS) and Combination of Isotonic(CI) of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on balance in patients with hemiplegia.

Methods : Ten patients with hemiplegia were trained with RS and CI for six weeks. Two Standard Scale(TSS), Functional Reach Test(FRT), Time Up and Go test(TUG) and Berg Balance Scale(BBS) were used to prove their improvement of balance.

Results : Body weight bearing decreased on less affected side and increased on more affected side. Distance of forward reaching for FRT increased. Time for TUG decreased. BBS score

교신저자 : 이현옥(e-mail: holee@cup.ac.kr)

논문접수일: 2007년 5월 10일 / 수정접수일: 2007년 5월 30 일 / 게재승인일: 2007년 6월 12일

increased. They all showed significant difference.

Conclusion : This study suggests that balance training with RS and CI of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation improved balance in patients with hemiplegia.

Key Words : Balance, Hemiplegia, Proprioceptive neuromuscular facilitation, Rhythmic stabilization, Combination of isotonic

I. 서 론

뇌졸중은 뇌혈관 질환이나 고혈압, 당뇨 등의 원인으로 뇌에 공급되는 혈류가 차단되거나 뇌 조직의 출혈로 인하여 장애가 생기는 질병으로 뇌 병변의 부위에 따라 운동장애, 감각장애, 지각장애, 언어장애, 인지장애 등을 동반한다(Mahabir 등, 1998)

마비형태는 편마비 유형을 보이며, 편마비의 주요한 증상 중 하나가 전체 체중의 61~80%를 견축하지에 편중되어 서는 것이다(Sackley와 Baguly, 1993). 이로 인해 뇌졸중 후에 편마비 환자들은 비대칭적 신체 균형, 체중이동 능력의 결함, 보행과 수의적인 움직임의 결손 등을 나타내기도 한다. Dickstein(1984) 등은 편마비 환자들은 평형반응에 문제가 생기며 불균형적인 선 자세를 취하게 되고, 체중의 많은 부분을 견축하지로 부하하는 경향을 보인다고 했다. 또한 신체의 중심이 견축으로 이동되므로 대칭적인 체중부하도 이루어지지 않으며 안정성 한계도 감소한다(Geiger 등, 2001). 그리고 환측하지의 비정상적인 근육 동원으로 인해 정적인 자세동요가 증가되어 나타나고 체중부하에 필요한 지구력도 감소되어 정적 선 자세를 유지하기가 어려워진다(Harburn 등, 1995).

보행 중에도 편마비 환자들은 환측 입각기시 대부분의 체중을 견축으로 두고 체중을 환측으로 지지하지 않으려는 전형적인 비대칭성 모습을 보인다(Bohannon과 Tinti-Wald, 1991; Weinstein 등, 1989). 이러한 체중분산의 비대칭성은 편마비 환자가 넘어지게 되는 주요 원인으로 보고되고 있다(Di Fabio와 Badke, 1990). Holt 등(2000)은 뇌졸중 환자들의 이러한 비대칭적인 체중이동으로 인하여 균형 능력이 저하되기 때문에 뇌졸중 후 6개월 이내에 적어도 한번 이상은 넘어지는 경험을 한다고 보고하였다. 따라서 균형 재훈련은 편마비와 같은

신경학적 손상환자의 재활에서 가장 중요한 항목 중 하나로 사료된다.

이전에 이용되었던 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형 회복 운동학습 방법은 도구를 이용한 방법으로 공을 이용한 방법(Edwards, 1996)과 일정 높이의 발판에 비 마비측 발을 올리는 방법(Bohannon과 Larkin, 1984)이 있고 피드백을 이용한 훈련으로는 시각적 피드백 훈련(Woollacott 등, 1986) 및 청각적 피드백 훈련(Cheng 등, 2001) 등이 있다. 그리고 PNF를 이용한 방법으로는 PNF하지패턴을 이용한 편마비 균형회복운동(이형수 등, 2005)이 있다. 하지만 아직까지 PNF를 이용한 편마비 환자의 균형회복 운동에 대한 연구는 부족한 실정이다.

고유수용성 신경근 촉진법(Proprioceptive neuromuscular facilitation; 이하 PNF)을 이용한 균형훈련으로 율동적 안정화(Rhythmic Stabilization; 이하 RS)기법과 등장성 수축결합(Combination of Isotonic; 이하 CI)기법이 있다. PNF의 RS는 운동이 일어나지 않게 저항에 대응하면서 하는 교대적인 등척성 수축을 이용하는 방법이고, CI는 한 그룹(주동근)에 구심성, 원심성, 안정적 수축을 결합시키는 것이다(Adler 등, 1993).

이 두 기법은 모두 안정성을 유지하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 기법이 임상적으로 정적, 동적 안정과 균형에 얼마나 효과가 있는지 증명된 바가 없다.

따라서 본 연구는 PNF의 RS와 CI기법을 이용한 훈련이 편마비 환자의 균형에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

부산광역시 소재 B의료원과 J병원 물리치료실에서 입원 또는 외래로 치료받고 있는 편마비 환자 10명을 대상으로 하였으며, 대상자의 선정 조건은 다음과 같다.

- 1) 뇌졸중 진단 받은 환자
 - 2) 타인의 도움 없이 스스로 보행을 하거나 보조도구를 사용하여 10m 이상 보행이 가능한 환자
 - 3) 한국판 간이 정신상태 검사(Mini-Mental State Examination-K)에서 24점 이상인 환자
 - 4) 환측 하지의 경직이 수정된 경직 척도(Modified Ashworth Scale)로 평가하였을 때 grade 2이하인 환자
 - 5) 치료효과에 영향을 줄 수 있는 정형외과적 문제가 없는 환자
 - 6) 30분 이상의 훈련이 가능한 환자
- 위 대상자 중 연구에 자발적으로 참여한 10명의 대상자에게 PNF의 RS와 CI기법을 2007년 3월 26일부터 5월 4일까지 6주간 시행하였다.

2. 연구절차

10명의 편마비 환자를 대상으로 PNF의 RS와 CI기법을 사용하여 다음과 같은 방법으로 치료를 시행하였다.

앉은 자세에서 먼저 RS기법을 3세트 적용 후 CI기법을 3세트 적용하였다. 한 세트는 10회 반복으로 하였으며 최적저항으로 실시하였다. 세트 사이에는 30초간 휴식이 주어졌으며, RS기법 적용이 끝난 후 60초간의 휴식 후 CI기법을 적용하였다.

RS 기법은 환자는 앉은 자세 그리고 선 자세, 치료사는 환자의 전방에 위치하여 선다. 치료사의 손을 환자의 견갑부 전방에 도수 접촉하여 적절한 저항을 준다. 환자에게 “나의 저항에 대하여 계속 유지하세요”라는 구두 지시를 한다. 다음 치료사의 왼쪽 손으로 모든 저항을 주고 체간 신전에 저항을 주기 위해 오른손을 견갑부 후부로 도수 접촉하여 적절한 저항을 준다. “내가 뒤에서 주는 저항에 대응하여 계속 유지하세요”라고 구두 지시한다.

CI 기법은 환자는 앉은 자세, 치료사는 환자의 전방에 위치하여 선 자세로 치료사의 손을 환자 견갑부의 양쪽 후상방에 도수 접촉한다. 환자에게 “아래를 보면서 몸을 구부리세요”라고 하면서 능동적

으로 움직이는 환자의 운동에 적절한 저항을 가한다. 운동이 끝났을 때 환자에게 “잠시 유지하세요”라고 하면서 안정적 수축을 만든다. 안정성이 획득되었을 때, “천천히 시작자세로 다시 돌아가세요”라고 하면서 양쪽 도수 접촉 부위에 적절한 저항을 가한다.

선 자세에서는 환자의 안전을 고려하여 CI기법을 제외한 RS기법만을 위와 같은 방법으로 시행하였다.

연구대상자의 운동은 주 3회, 6주간 실시하였다.

3. 측정도구 및 측정방법

균형측정 방법으로는 정적균형과 동적균형을 측정하였다. 정적균형 측정방법은 2개의 체중계를 이용한 방법(Two Standard Scale; 이하 TSS)을 사용하였고, 동적균형 측정방법은 기능적 팔 뻗기(Functional Reaching Test; 이하 FRT)와 Timed Up & Go test(이하 TUG), 정적 균형능력과 동적 균형능력을 통합 평가하기 위해 Berg 균형척도(Berg Balance Scale; 이하 BBS)를 사용하였다.

1) 정적균형

TSS을 사용하였고, 이 방법은 선 자세에서의 질량 중심 위치를 정량화하는 방법으로 2개의 체중계를 사용해서 양측의 하중에 차이가 있는지를 조사하는 방법이다. 체중계(Yamasa YA-9001, Japan)는 정확한 측정을 위해, 수평면 위에 놓고 측정하였다.

2) 동적균형

FRT는 고령자의 균형문제를 측정할 수 있으며 동적 균형에서 전방으로의 안정성 한계를 검사하기 위한 평가방법이다(Duncan 등, 1990). 벽면에 줄자를 붙이고 환자가 편안한 자세로 서서 벽면 끝에 오른쪽 팔의 견봉을 붙이도록 하였다. 견관절 90도 굴곡시켜 전방으로 평행하게 팔을 뻗은 후 벽면 끝에서 손의 세 번째 중수골두가 줄자의 0cm지점에 오도록 한다. 전방으로 평행하게 뻗은 팔과 최대한 뻗은 팔 사이의 차이를 기록하였다.

TUG는 기본적인 운동성과 균형을 빠르게 측정할 수 있는 검사방법으로(Podisadle와 Ri-chardson,

1991) 환자가 팔걸이가 있는 의자에 앉아서 시작하며 의자에서 일어서서 환자가 안전하고 편안하게 느끼는 속도로 3m 거리를 걸어가서 그 지점에서 돌아서서 다시 되돌아와 의자에 앉는 시간까지를 측정하였다. 의자는 환자의 고관절과 슬관절이 90도 굴곡자세가 되는 높이의 의자를 사용하였다.

3) 동적, 정적 통합균형

동적, 정적 균형을 통합 능력을 측정하기 위하여 BBS를 사용하였다. BBS는 정적 균형능력과 동적 균형능력을 객관적으로 평가하는 척도로 14개의 항목으로 구성되어 크게 앉기, 서기, 자세 변화 3개영역으로 나눌 수 있으며 최소 0점에서 최고 4점을 적용하여, 총점은 56점이다. 앉기 항목은 의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기, 서기 항목으로는 잡지 않고 서기, 두 눈을 감고 잡지 않고 서기, 두 발을 붙이고 잡지 않고 서 있기, 한 다리로 서 있기, 왼쪽과 오른쪽으로 되돌아보기, 바닥에 있는 물건을 집어 올리기, 한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기, 선 자세에서 앞으로 팔을 뻗어 내밀기, 자세 변화 항목으로는 앉은 자세에서 일어나기, 선 자세에서 앉기, 의자에서 의자로 이동하기, 제자리에서 360도 회전하기, 일정한 높이의 발판 위에 발을 교대로 놓기로 구성되어 있다(Berg 등, 1989; Bogle Thorbahn과 Newton, 1996).

균형 능력이 개선되었는지를 보기 위해서 위의 측정방법들을 실험 전, 실험 후 해당 측정도구를 사용하여 측정하였다. BBS를 제외한 나머지 3가지 검사는 3회 측정하여 그 값의 평균치를 사용하였다.

4. 분석방법

통계처리는 SPSS 12.0 version을 사용하여 분

석하였다. 연구대상자의 실험 전·후 TSS, FRT, TUG, BBS 측정값은 Wilcoxon signed rank test 을 사용하여 검정하였고 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 평균 연령은 53.5세이었고, 성별은 남성 7명, 여성 3명을 대상으로 하였으며, 일반적인 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

나이 (세)	53.50±13.72
성별	남자(7), 여자(3)
체중 (kg)	62.10±07.03
키 (cm)	164.80±06.09
진단명	Stoke(10)
마비측	왼쪽(5), 오른쪽(5)
발병기간 (월)	39.80±42.14
Mean±SD	

2. 실험 전·후 균형능력 비교

TSS를 통한 환측의 체중부하가 실험 전 25.8kg에서, 실험 후 27.63kg으로 유의하게 증가하고, 건측의 체중부하가 실험 전 35.6kg에서, 실험 후 33.73kg으로 유의하게 감소하였다($p<0.05$). FRT를 통한 동적 균형능력이 실험 전 18.97cm에서, 실험 후 22.63cm으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). TUG를 통한 동적 균형능력이 실험 전 34.93sec에

표 2. 실험 전·후 균형능력 비교 (n=10)

		실험 전	실험 후	p
Two Standard Scale (kg)	환측	25.80±04.62	27.63±04.62	0.021
	건측	35.60±05.84	33.73±04.80	0.015
Functional Reaching Test (cm)		18.97±12.56	22.63±14.36	0.005
Timed Up & Go Test (sec)		34.93±17.45	31.90±18.47	0.028
Berg Balance Scale (point)		41.40±08.29	46.40±06.13	0.005
Mean±SD				

서, 실험 후 31.9sec로 유의하게 감소하였다($p<0.05$). BBS를 통해 동적 정적 통합 균형능력이 실험 전 41.4점에서, 실험 후 46.4점으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$)(표 2).

IV. 고 찰

신체는 휴식할 때(정적균형)나 정상적으로 움직일 때(동적균형)으로 평형상태에 있으며, 균형은 기저면 내에 무게중심을 유지하고, 신체의 이동 시 평형을 지속적으로 유지할 수 있는 능력으로 정의된다(Nichols, 1996). 따라서 균형을 유지하는 것은 불안정한 힘과 안정된 힘 중간에서 평형을 만들어 내려고 하는 동적인 과정으로서, 수의동작시 자세를 조절하면서 외부동요에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적인 과정이며(Berg 등, 1992), 이러한 신체의 균형조절에는 전정계, 시각 및 체성감각 등이 중요하게 작용한다(Cheng 등, 2001). 이들 요소 중 어느 한 부분에 문제가 발생되면 신체의 균형유지가 어렵게 되고, 결국 낙상을 초래하거나 기능적 활동을 제한받게 된다(Cho 등, 2004). Lee 등(1997)은 균형과 기능적 활동 간에는 매우 높은 상관성이 있다고 보고하였다.

뇌졸중 후, 효과적인 균형능력과 자세조절의 저하는 환자에게 많은 문제점을 갖게 한다(Holt 등, 2000). 편마비 환자의 안정성 감소는 편마비 환자와 정상인들과의 비교연구 뿐 아니라 편마비 환자의 특성에 대한 연구에서 많이 밝혀졌다(Dettmann 등, 1987). 일반적으로 편마비 환자는 기립자세에서 환측 하지로 체중부하를 더 적게 지지하려는 경향이 있어 자세의 비대칭적 특성이 나타나고(Hesse 등, 1998), 이러한 환측 하지의 체중부하 감소는 손상된 운동기능과 연관되어 환자의 기능적 능력을 감소시키게 된다(Sackley 등, 1992). 따라서 편마비 환자의 적절한 기능적 재활을 위해서 보행훈련 이전에 기립 시 양 하지의 비대칭적 체중부하에 대한 평가가 필요하며 환측 하지의 균등한 체중부하를 유도해야 한다(Holt 등, 2000).

오랫동안 편마비 환자의 균형훈련에 관한 연구는 다양한 형태로 이루어져왔으며, 지금까지 대부분의 연구는 피드백 훈련이나 도구를 이용한 훈련 등을 적용하여 편마비 환자의 치료에 있어서 가장 큰 초

점인 마비쪽 하지에 체중 부하를 증가시킴으로 결과적으로 균형증진을 유도하는 것이었다.

본 연구는 PNF의 RS와 CI기법을 이용하여 뇌졸중 환자의 균형능력 증진을 알아보고자 하였고, TSS, FRT, TUG, 그리고 BBS를 이용하였다.

앉은 자세와 선자세의 RS를 통한 주동근과 길항근의 율동적 수축은 하지와 체간의 안정성을 높이는 결과가 있을 것으로 사료되고, 비록 앉은 자세에서 CI를 적용하였지만, 이는 환자의 BOS(Bass of support)내에서 COG(Center of Gravity)의 적절한 이동능력을 키웠고, 균형능력을 회복하기 위한 체간의 원심성, 구심성 능력의 증가의 결과가 있을 것으로 사료된다,

TSS는 선자세에서의 질량 중심 위치를 정량화하는 방법(Shumway-Cook과 Woollacott, 2007)으로, 본 연구의 결과에서 환측과 건측의 차이가 9.8kg에서 6.1kg으로 감소하였다. 즉, 환측의 하중이 증가하고 건측의 하중이 감소함으로써 환측과 건측의 체중부하율이 차이가 감소하였다. 편마비 환자의 자세 불균형을 고려할 때 환측과 건측의 체중부하율 차이의 감소는 중요한 임상적 의미를 가진다 할 수 있다.

FRT는 동적 균형에서 전방으로의 안정성 한계를 검사하기 위한 평가방법이며 신뢰성이 좋고, 고령자에 일어나는 넘어짐에 대한 높은 예측성을 나타내고 있다(Duncan 등, 1990). Duncan 등(1990)은 41~69세 사이의 정상인을 대상으로 낙상을 예측하기 위한 실험에서 FRT 표준값이 남성 37.8cm, 여성 35.1cm라고 보고하였고, 이경무 등(2002)은 평균연령 57.3세, 평균신장 168.3cm의 23명의 편마비 환자를 대상으로 한 연구에서 전방 닿기 거리는 21.19cm로 보고하였다. 본 연구에서의 결과는 실험 전 18.97cm에서, 실험 후 22.63cm으로 유의하게 증가하였고, 정상인의 수준에는 미치지 못하나, 편마비 환자를 대상으로 한 연구의 결과보다 향상된 점을 알 수 있었다.

TUG는 객관성과 신뢰도를 개선하기 위해서 Podsiadlo와 Richardson에 의해 개발된 방법으로 노인의 기능적 이동능력을 검사하기 위해서 개발된 검사도구이다(Shumway-Cook과 Woo-llacott, 2007). 최소한의 독립적인 움직임을 위해서는 침상이나 의자에서 앉고 일어서기, 화장실 이용하기, 몇 걸음

움기기 등을 수행할 수 있어야만 한다. 이런 최소한의 독립적 이동능력을 평가하는 이 검사 도구는 노인 뿐만 아니라 뇌졸중, 파킨슨병, 관절염 질환이 있는 환자에게도 널리 적용되는 도구이다(Morris 등, 2001). Morris 등(2001)은 대부분의 정상성인은 10초 이하이며, 허약한 노인이나 불능을 가진 사람은 11~20초가 걸리며, 20초 이상은 기능적 운동 손상을 의미한다고 하였다. Podisadle와 Richardson(1991)는 30초 이상이면 기초 이동 능력이 의존적이고 혼자서 실외 이동을 할 수 없다고 하였다. 본 연구에서의 결과는 실험 전 34.93sec에서, 실험 후 31.9sec로 유의한 감소가 있었지만, 아직은 기능적 수준에는 미치지 못하였다. 보다 더 기능적 수준에 도달하기 위해서는 보다 장시간의 훈련이 필요할 것으로 사료된다.

BBS는 일상생활에서 수행되는 14개의 기능적인 과제로 구성된 균형능력 평가도구이며 뇌졸중 환자를 평가하기 위하여 만들어졌다(Berg 등, 1989; Bogle Thorbahn과 Newton, 1996). Berg 등(1992)은 BBS 점수가 56점 만점 중 40점 이상일 경우 넘어질 가능성이 적다고 하였고, Bogle Thorbahn과 Newton(1996)의 연구에서는 45점 미만일 경우 넘어질 가능성이 높다고 하였다. BBS 점수가 넘어짐을 예측하는 중요한 인자이지만 넘어진 군과 넘어지지 않은 군을 구분하기 위한 기준점을 찾는 데에는 의견이 분분하였고, 이에 이현주 등(2002)의 연구에서 BBS 점수가 45점 이하의 노인의 경우 넘어질 가능성이 높은 노인을 판별할 수 있다고 하였다. 본 연구에서의 BBS 점수가 실험 전 41.4점에서, 실험 후 46.4점으로 유의하게 증가하였다. 이는 균형문제로 인한 넘어질 위험이 감소하였다고 사료된다.

본 연구는 대상자 수가 10명으로 충분치 못하였기 때문에 연구 결과를 일반화하는데 있어서 어려움이 있을 것으로 사료된다.

또한 균형훈련을 위한 훈련기간으로 본 연구에서 6주간으로 설정하였다. 그러나 이 6주간의 기간은 정상인들의 균형증가를 위한 최소 훈련 기간이다(Fox 등, 1981). 따라서 본 연구는 6주로 한정하였지만, 편마비 환자의 특성을 고려할 때 보다 더 기능적 수준에 도달하기 위해서 보다 장기간 훈련에 의한 연구가 필요하고, PNF 기법을 이용한 보다

다양한 방법의 훈련 방법을 개발할 필요가 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 부산광역시 소재 B의료원과 J병원 물리치료실에서 입원 또는 외래로 치료받고 있는 발병기간이 6개월 이상인 편마비 환자 10명을 대상으로 6주 동안의 실험을 통해 PNF의 RS와 CI기법이 균형에 미치는 영향에 대해 알아보았다.

실험 전·후의 균형측정은, TSS, FRT, TUG와, BBS의 4가지 방법으로 정적, 동적, 정적·동적 통합능력을 측정하였다. 그 결과, 첫째, TSS에서 환측과 건측의 체중부하물이 감소하였고, 둘째, FRT에서 전방 당기의 거리가 증가하였으며, 셋째, TUG에서 요구되는 시간이 감소되고, 넷째, BBS 점수는 증가하였다.

즉, PNF의 RS와 CI기법은 편마비환자의 균형회복에 효과적임이 입증되었다. 따라서 PNF의 RS와 CI기법을 다른 균형운동과 병행하여, 잘 활용한다면 임상에서 편마비 환자의 균형능력 증진에 도움이 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 이경무, 강진완, 한수환. Functional Reach Test를 이용한 편마비 환자의 기립위 균형력 평가. 대한 재활의학회지, 26(6);647-651, 2002.
- 이현주, 이충휘, 유은영. 노인에서의 Berg 균형 척도, 보행 변수, 그리고 넘어짐과의 관계. 한국전문물리치료학회지, 9(3);47-65, 2002.
- 이형수, 안윤희, 강현진 등. PNF 하지패턴에 기초한 탄력밴드 훈련이 노인의 균형에 미치는 영향. 대한물리치료사학회지, 17(1);61-70, 2005.
- Alder SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice. An Illustrated Guide. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 19-46, 1993.
- Berg K, Wood-dauphinee S, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of instrument. Physiother Can, 41(6);304-311, 1989.
- 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.
- Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther*, 76(6);576-585, 1996.
- Bohannon RW, Larkin PA. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. *Phys Ther*, 64;1323-1325, 1984.
- Bohannon RW, Tinti-Wald D. Accuracy of weight bearing estimation by stroke versus healthy subjects. *Percept Mot Skills*, 72; 935-941, 1991.
- Cheng PT, Wu SH, Liao MY, et al. Symmetrical body weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil*, 82;1650-1654, 2001.
- Cho BL, Scarpace D, Alexander NB. Tests of stepping as indicators of mobility, balance, and fall risk in balance-impaired older adults. *J Am Geriatr Soc*, 52(7);1168-1173, 2004.
- Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patients. *Am J Phys Med*, 66;77-90, 1987.
- Di Fabio RP, Badke MB. Extraneous movement associated with hemiplegic postural sway during dynamic goal directed weight redistribution. *Arch Phys Med Rehabil*, 71;365-371, 1990.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T. Foot ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. *Phys Ther*, 64;19-23, 1984.
- Duncan P, Studenski S, Chandler J, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 45;M192-M197, 1990.
- Edwards S. *Neurological Physiotherapy: A problem-solving approach*. New York: Churchill Livingstone, 1996.
- Fox E, Matthews D. *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, ed 3. Saunders College Publishing Philadelphia, 1981.
- Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, et al. Balance and mobility following stroke: Effects of physical therapy intervention with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther*, 81;995-1005, 1990.
- Harbut 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.
- Hesse S, Schauer M, Petersen M, et al. Sit-to-stand manoeuvre in hemiplegic patients before and after a 4-week rehabilitation programme. *Scand J Rehabil Med*, 30(2);81-86, 1998.
- Holt RR, Simpson D, Jenner JR, et al. Ground reaction force after a sideways push as a measure of balance in recovery from stroke. *Clin Rehabil*, 14(1);88-95, 2000.
- Lee MY, Wong MK, Tang FT, et al. Comparison of balance responses and motor patterns during sit-to-stand task with functional mobility in stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*, 76(5);401-410, 1997.
- Mahabir D, Bickman L., Gulliford M. C. Stroke in Trinidad and Tobago: burden of illness and risk factors. *Rev Panam Salud Publication*, 4(4);233-237, 1998.
- Morris S, Morris ME, Iansek R. Reliability of measurements obtained with the timed "Up & Go" test in people with Parkinson disease. *Phys Ther*, 81;810-818, 2001.
- Nichols DS, Miller L, Colby LA, et al. Sitting balance: Its relation to function in individuals with hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil*, 77(9);865-869, 1998.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up and Go" test: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am*

- Geriatr Soc, 39;142-148, 1991.
- Sackley CM, Baguley BI, Gent S, et al. The use of balance performance monitor in the treatment of weight bearing and weight transference problems after stroke. *Physiotherapy*, 78;907-913, 1992.
- Sackley CM, Baguley BI. Visual feedback after stroke with balance performance monitor: two single case studies. *Clin Rehabil*, 7; 189-195, 1993.
- Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor Control. *Translating Research into Clinical practice* 3th. Lippincott Williams & Wilkins. 257-295, 2007.
- Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, et al. Standing balance training: Effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 70;756-762, 1989.
- Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner L. Aging and postural control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev*, 23;97-114, 1986.