

기능적 체중지지훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향

구봉오 · 심제명¹ · 이상열¹ · 김형수² · 이명희³ · 박민철⁴

부산가톨릭대학교 물리치료학과, ¹김해대학 물리치료과, ²마산대학 물리치료과,
³경운대학교 작업치료학과, ⁴부산대학교병원 물리치료실

The Effects of Functional Weight Bearing Exercise on Balance and Gait in Stroke

Bong-oh Goo, PT, PhD, Je-myung Shim, PT, MS¹, Sang-yul Lee, PT, MS¹
Hyoung-su Kim, PT, PhD², Myung-hee Lee, PT, MS³, Min-chull Park, PT, PhD⁴

Department of Physical Therapy, Pusan Catholic University

¹*Department of Physical Therapy, Gimhae University*

²*Department of Physical Therapy, Masan University*

³*Department of Occupational therapy, Kyungwoon University*

⁴*Department of Physical Therapy, Pusan National University Hospital*

<Abstract>

Purpose : This study investigated to find the therapeutical effects of functional weight bearing exercise on the balance and gait in stroke.

Methods : The subjects of this study were 13 hemiplegia was exercised using functional weight support exercise for 5 weeks, all of whom agreed to participate in the study. All subjects were measured to see their balance and gait with a Pro-3 balance system and Gait analysis. In order to assure the statistical significance of the results, we used for SPSS 12.0 for windows.

Results : The results of this study were as follows : 1) There were statistically significant difference in medial-lateral stability and overall stability index. 2) There were statistically significant in distance and gait velocity index.

Conclusion : According the results of this study, functional weight bearing exercise is effect on the balance and gait for hemiplegia

Key Words : Functional Weight Bearing Exercise, Balance, Gait, Stroke

I. 서 론

뇌졸중 환자는 뇌 손상 부위와 정도에 따라 운동 장애와 감각기능 장애 그리고 언어, 지각, 인지 등에 손상을 주게 되고 이는 불안, 우울, 흥분, 좌절과 같은 정서적 장애를 복합적으로 수반하며, 일상생활 활동에 많은 장애를 나타낸다(권혁철과 이성란, 2003). 중추신경계 손상이나 관절 및 근육질환, 시각 및 전정기관의 장애는 균형 수행력에 영향을 미치는 중요한 요인이 되고 이는 기립위 안정성 유지, 체중부하 조절 및 보행능력에 지장을 초래하며 기능 증진에 장애를 준다(이한숙 등, 1996; Geurts 등, 1996).

균형은 일상생활을 하는 중에 매우 중요한 인체 기능중의 하나로 신체를 평형상태로 유지시켜주는 능력을 말하며(Cohen 등, 1993) 기저면 내에서의 중력중심점을 유지하는 시각, 전정, 체성감각계 입력의 통합과 함께 조화로운 근수축인 운동 조절 시스템의 출력을 포함하는 것이다(Nichols 등, 1995). 또한 감각정보 통합, 신경계처리, 생역학적 요인을 포함하는 복잡한 운동조절 작업을 말한다(Duncan, 1989). 뇌졸중 편마비를 가진 환자들은 가정 및 사회에서 제한된 독립적 보행과 일상생활활동에 큰 어려움을 가진다.

Dickstein and pillar(1984)의 연구에서 편마비 환자는 체중이동시 전체 체중의 80%정도를 견축에서 지지한다고 하였고, 노미혜 등(1998)에 의하면 편마비 환자는 서 있을 때 환축으로 최소 50% 미만을 지지한다고 하였다. 이렇게 견축 하지로의 체중지지 가 더 심해지게 되면 비대칭적인 서기 자세를 갖게 되며 기립 시 균형을 조절하기 어렵다(Johannsen 등, 2006; Vearrier 등, 2005)

뇌졸중 편마비 장애인의 운동기능을 증진 시키기 위한 방법에는 보바스 운동, 고유수용성신경근축진법, 시각적 되먹임운동, 과제 지향적 운동방법 등 여러 가지 방법들이 사용되어지고 있다.

그러나 이들 방법보다 좀 더 구체적인 방법을 제시한 Functional Movement Reeducation(Susan Ryerson 과 Kathryn Levit, 1996)의 책에서 사용된 방법을 사용하였다. 본 저자가 이 책을 사용한 이유는 일반적인 치료적 방법은 치료적 전문 지식이 없이는 하

기 힘들었으나 이 책의 방법을 따라하게 된다면 일반인들도 뇌졸중 환자를 운동시킬 수 있을 것이고, 본 연구자가 실시한 장소인 복지관 등에서 보호자에게 쉽게 가르쳐 준수 있는 방법이기예 선택하였다.

따라서 본 연구자는 뇌졸중 환자에게 기능적 체중지지훈련이 균형 및 보행에 어떠한 영향을 주는 지 알아보기로 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 2007년 7월 12일부터 2007년 8월 13일 총 5주간 뇌졸중으로 진단받고 부산에 있는 G 보건소에 내원하여 뇌졸중 기능교실에 자발적으로 참여한 성인 편마비 환자 중 본 연구에 참여를 동의한 13명을 대상으로 실시하였으며 그 대상기준은 다음과 같다.

- (1) 본 연구에서 지지하는 내용을 이해하고 따를 수 있는 자
- (2) 뇌졸중으로 인한 편마비장애를 가진 후 최소 1년 이상인 장기 환자
- (3) 최소한의 보행과 기립자세를 유지할 수 있는 환자
- (4) 검사자의 지시를 이해하고 잘 따라 할 수 있는 환자
- (5) 연구에 영향을 주는 정형외과적 질환이 없는 환자
- (6) 본 연구에 참여를 동의한 환자

2. 연구 설계

본 연구는 유사 실험 설계(quasi-experimental design)로 전-후에 대해 비교분석 하였다. 연구 대상자는 본 연구에 참여하기를 동의한 뇌졸중 환자를 대상으로 면접 조사를 실시하였고, 사전 검사로 연구 대상자의 일반적 특성과 균형, 보행을 측정 하였다. 그리고 사전 조사 후 기능적 체중지지훈련을 주 2회, 5주간 실시하였다. 그리고 5주간의 치료적 중재를 마친 후 연구 대상자의 사후 조사를 하여 치료적 중재 효과를 알아보았다.

본 연구의 전체적인 진행절차는 다음과 같다.

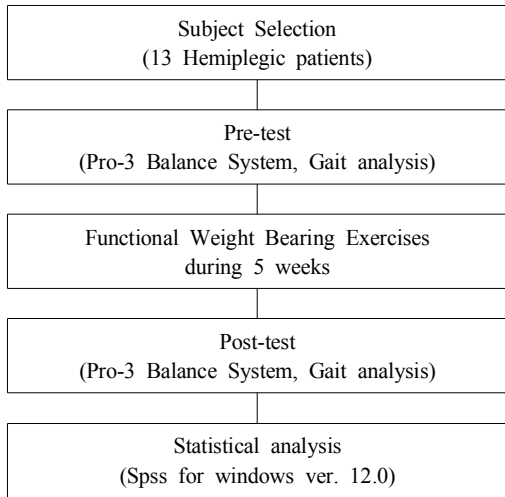


Fig 1. Frame of study

3. 측정도구 및 측정방법

1) 균형 측정

이 연구에서 동적균형은 미국 Biodex사의 Pro-3 balance system을 사용하여 측정하였다. 본 연구에서 사용한 Pro-3 balance system기계는 동적균형을 측정하기 위한 도구로 바닥면의 불안정성에 대해 반응하는 근육활동의 협응과 변화를 분수 있다. 이 도구에서는 전방과 후방, 외측과 내측, 전체적인 균형을 평가할 수 있다. 동적균형의 측정은 기능적 체중지지훈련 전 사전 검사로 측정하였고, 1일 30분, 주 2회, 총 5주간의 훈련 후 사후 검사로 측정하였다.

2) 보행 측정

본 연구에서는 보행분석기(Gait Rite)시스템을 사용하여 보행에 대한 시간적 공간적 변수들을 자동으로 측정하여 주는 시스템이다. 매트에는 6개의 센서가 부착되어 있고, 폭 61cm, 길이 166cm의 유효 측정 영역을 제공한다. 센서는 격자 모양(48 × 288)으로 나열되어 있고 1.27cm간격으로 위치하고 있다. 환자가 매트 위를 걷는 동안 시스템에서는 보행을 감지하고 이렇게 감지한 데이터는 매트에서 케이블을 통해 컴퓨터로 전송한다. 이렇게 전송된 보행에 대한 데이터를 시간적, 공간적으로 계산 한다.

실험 대상자에게 실험의 과정에 대해 설명한 후,

15분간 휴식 후에 실시하였다. 양 다리길이는 대상자가 바로누운상태에서 전상장골극에서 족관절 내 측상과까지의 길이를 측정하여 Gait Rite의 프로그램에 입력한 후, 검사자의 지시에 따라 매트 위를 걷기 2m전 편안한 보행 후 매트 위를 통과하여 검사하였다. 보행은 3회 반복하여 측정하였고, 실험 전과 실험 후에 측정하였다.

4. 연구 절차

본 연구는 연구에 참여를 동의한 환자를 대상으로 실험전과 실험후를 비교하였다. 기능적 체중지지 훈련을 실시한 환자들은 주 2회, 5주간 운동프로그램을 적용하였다. 환자들에게 훈련을 적용하기 전에 전문적으로 증재방법을 충분히 이해하고 훈련한 전문가에 의해 설명과 시범을 보여주고 매회 30분간 실시하도록 하였다. 각 대상자에게 실험 전 pro-3 Balance System를 사용하여 균형을 측정하였고, Gait Rite를 이용하여 보행을 측정하였고, 실험 후 각 방법을 다시 측정하였다.

1) 기능적 체중지지훈련

본 연구에서 사용한 기능적 체중지지훈련방법은 1996년에 출판된 Functional Movement Reeducation (Susan, R & Kathryn, L., 1996)책을 참고로 하여 훈련프로그램을 만들었다. 기능적 체중지지훈련을 연구 대상자에게 30분씩 5주간 주 2회씩 가르쳤고, 이것을 배운 환자 및 보호자는 가정에서도 실시하도록 하였다. 하루 훈련 시간은 30분이며 대상자의 운동능력에 따라 쉬는 시간을 가지도록 하였다.

처음 대상자에게 운동에 대한 설명을 한 후 체중 지지 훈련을 실시하였고 처음에는 수동운동으로 동작을 실시하였고, 점차적으로 능동보조운동, 능동운동으로 진행하면서 정확한 동작을 습득하도록 하였다. 운동 방법은 다음과 같다.

(1) 앉은 자세에서 체간의 체중지지훈련

- ① 체간 전방지지운동
- ② 체간 후방지지운동
- ③ 체간 측방지지운동
- ④ 체간 회전운동

- (2) 앉은 자세에서 하지의 체중지지훈련
 - ① 전방 체중이동, 고관절 굴곡증가
 - ② 후방 체중이동, 고관절 신전증가
 - ③ 외측 체중이동, 고관절 내전과 외전
- (3) 선 자세 체중지지훈련
 - ① 전방 체중이동
 - ② 후방 체중이동
 - ③ 외측 체중이동
 - ④ 발을 옆으로 벌어진 상태에서 체중이동
 - ⑤ 발이 앞·뒤로 벌어진 상태에서 체중이동

5. 분석 방법

뇌졸중 환자의 균형과 보행을 보기위해 기능적 체중지지훈련을 시행 전·후에 측정하였으며, 이를 비교하여 기능적 체중지지훈련이 균형 및 보행에 영향을 미치는지를 분석하였다. 분석방법은 환자의 일반적 특성을 알아보기 위하여 빈도분석과 기술통계를 사용하였고, 실험 전후에 측정된 값의 변화량을 알아보기 위하여 Paired t-test를 사용하여 분석하였다. 통계학적 유의수준을 검증하기 위하여 유의수준 α 는 .05로 정하였으며 연구과정에서 수집된 자료는 SPSS 12.0 for Windows 프로그램을 사용하여

통계처리 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 특성

연구 대상자의 성별은 남자가 9명(69.2%), 여자가 4명(30.8%)이었고, 편마비의 원인은 뇌경색이 5명(38.5%), 뇌출혈이 8명(61.5%)였다. 대상자의 마비측은 좌측이 7명(53.8%), 우측이 6명(46.2%)이었고, 학력은 중학교 졸업이 2명(15.4%), 고등학교 졸업이 7명(53.8%), 대학교 졸업이 4명(30.8%)이었다. 연구대상자의 나이는 평균 55.23±15.53세이었고, 키는 166.46±8.49cm이었고, 체중은 65.54±10.02kg이었으며, 유병기간은 102.69±37.90일 이었다(Table 1).

2. 기능적 체중지지훈련 후 균형의 변화

연구대상자의 훈련 전과 훈련 후의 전·후 안정화 지수의 점수는 훈련 전 2.53±1.69에서 훈련 후 1.88±0.94로 줄어들었으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 훈련 전과 훈련 후의 내·외측 안정화 지수의 점수는 훈련 전 3.17±2.25에서 훈련 후

Table 1. General characteristics of subjects

General characteristics		Subjects(n)	Percent(%)
Sex	Male	9	69.2
	Female	4	30.8
Diagnosis	Infarction	5	38.5
	Hemorrhage	8	61.5
Affected side	Left	7	53.8
	Right	6	46.2
Education	Middle school	2	15.4
	High school	7	53.8
	University	4	30.8
		Mean±SD	
	Age(year)	55.23±15.53	
	Height(cm)	166.46±8.49	
	Body weight(kg)	65.54±10.02	
	Duration	102.69±37.90	

Table 2. Comparison of balance score on functional weight bearing

(n=13)

		Mean±SD	t	p
A/P SI	Pre	2.53±1.69	1.842	0.090
	Post	1.88±0.94		
M/L SI	Pre	3.17±2.25	2.701	0.019*
	Post	1.63±0.93		
O/A SI	Pre	4.05±2.56	2.784	0.017*
	Post	2.41±1.29		

* p<.05

A/P SI : Anterior-Posterior Stability Index

M/L SI : Medial-Lateral Stability Index

O/A SI : Overall Stability Index

1.64±0.93으로 줄어들었고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). 훈련 전과 훈련 후의 전체 안정화 지수의 점수는 훈련 전 4.05±2.56에서 훈련 후 2.41±1.29로 줄어들었고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05)(Table 2).

3. 기능적 체중지지훈련 후 보행의 변화

연구대상자의 훈련 전과 훈련 후의 보행거리의 값은 훈련 전 109.49±82.22cm에서 훈련 후 136.20±

83.18cm로 증가하였고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). 훈련 전과 훈련 후의 보행시간의 값은 훈련 전 4.78±2.54sec에서 훈련 후 6.66±6.27sec로 증가하였으나 통계학적으로는 유의한 차이가 없었다. 훈련 전과 훈련 후의 보행속도의 값은 훈련 전 22.98±12.58cm/sec에서 훈련 후 33.25±25.69cm/sec로 증가하였고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05).

연구대상자의 훈련 전과 훈련 후의 걸음수에 대한 값은 훈련 전 5.00±2.61에서 훈련 후 6.38±3.31

Table 3. Comparison of gait score on functional weight bearing

(n=13)

		Mean±SD	t	p
Step length(cm)	Pre	109.49±82.22	-2.336	0.038*
	Post	136.20±83.18		
Step time(sec)	Pre	4.78±2.54	-1.302	0.217
	Post	6.66±6.27		
Velocity(cm/sec)	Pre	22.98±12.58	-2.376	0.035*
	Post	33.25±25.69		
Number of steps	Pre	5.00±2.61	-1.641	0.127
	Post	6.38±3.31		
Cadence(steps/min)	Pre	73.08±31.46	-0.745	0.470
	Post	78.12±36.13		
Step length differential(cm)	Pre	14.49±11.74	0.632	0.539
	Post	13.17±13.09		
FAP	Pre	48.38±6.92	-0.048	0.962
	Post	48.54±10.52		

* p<0.05

값으로 증가하였으나 통계학적으로는 유의한 차이가 없었다. 훈련 전과 훈련 후의 분속수에 대한 값은 훈련 전 $73.08 \pm 31.46 \text{ steps/min}$ 에서 훈련 후 $78.12 \pm 36.13 \text{ steps/min}$ 으로 증가하였으나 통계학적으로는 유의한 차이가 없었다. 훈련 전과 훈련 후의 보장비대칭율에 대한 값은 훈련 전 $14.49 \pm 11.74 \text{ cm}$ 에서 훈련 후 $13.17 \pm 13.09 \text{ cm}$ 으로 줄어들었으나 통계학적으로는 유의한 차이가 없었다. 훈련 전과 훈련 후의 기능적 보행지수(FAP)에 대한 값은 훈련 전 48.38 ± 6.92 에서 훈련 후 48.54 ± 10.52 로 차이가 없었고 통계학적으로도 유의한 차이가 없었다(Table 3).

IV. 고 찰

본 연구는 편마비로 진단받은 뇌졸중 환자를 대상으로 기능적 체중지지훈련을 통하여 균형 및 보행에 미치는 영향을 알아보기로 하였다.

균형과 보행 장애는 많은 기간 동안 임상에서 논의되어 오고 있다. 뇌졸중과 외상성 뇌손상 환자의 경우 마비 측보다는 비마비측으로 체중지지를 더 많이 하고 이러한 비대칭으로 인해 균형과 보행 및 여러 기능에서 장애를 나타내고, 체중을 이동하는 능력의 결함뿐만 아니라 섬세한 기능을 수행하는 특수한 운동요소에서 제한을 타나내고, 이는 곧 서기와 보행에 장애를 가져다준다고 하였다(Gryfe 등, 1977; Carr & Shepherd, 1985; Bobath, 1990).

본 논문에서 기능적 체중지지훈련을 실시한 후 편마비 환자의 균형능력은 Pro-3 balance system을 사용하여 측정한 결과 내·외측 안정화 지수와 전체 안정화 지수에서 증가하는 것으로 나타났다. Geige 등(2001)의 연구에서 시각적 되먹임과 전통적 물리치료 운동프로그램을 제공한 결과 균형능력이 증가되었으며 김유현(2002)의 연구에서도 하지 재정렬 운동치료를 실시한 결과 균형능력이 증가한 것으로 나타났다. 방법적으로는 틀리지만 이와 유사한 균형평가의 결과로 본 실험에서도 체중지지 훈련이 신체 안정성을 증가시켜준다고 보여진다. 이는 신체의 이동훈련을 시켰을 때 좌우 불균형을 이룬 신체 부조화나 비대칭을 대칭으로 이동시키면서 체간으

로부터 입력되는 고유수용감각과 함께 시각과 전정 감각의 입력이 체간의 균형을 증가시킨다고 본 연구자는 사료된다.

Winstein 등(1989)에 의하면 편마비 환자 17명을 대상으로 시각 되먹임을 이용한 기립균형훈련에서 훈련 후 보행속도가 빨라졌다고 보고하였고, Walker 등(2000)도 뇌졸중 초기보다 3개월 후 속도가 증가하였다고 하였다. 또한 Turnbull 등(1996)에 의하면 뇌졸중 초기에는 보행에서 큰 회복은 없었으나 시간이 지날수록 회복이 된다고 하였다. 본 연구에서의 기능적 체중지지훈련이 보행에 미치는 효과를 보행분석기를 통하여 측정한 결과 실험전보다 실험 후 보행거리는 더 증가하였고, 보행 속도 또한 더 증가한 것으로 나왔다. 이를 볼 때 기능적 체중지동 훈련이 보행 시 더 먼 거리를 갈수 있고 속도 또한 빨라져 편마비 환자의 일상생활이 편하고 기능적으로 증가된다고 보여진다.

그러나 보행을 하는 동안 측정한 결과 중 보행시간, 걸음수, 분속수, 보장비대칭율, 기능적 보행지수 등은 통계학적 분석에서 유의한 차이는 없었으나 평균 점수에서 모두 증가된 값을 보이므로 영향은 주는 것으로 보인다.

Hesse 등(1994)은 9명의 편마비 환자를 대상으로 서열적으로 이루어진 보행평가와 운동기능평가 도구를 사용하여 체중지지 트레드밀 훈련 후 보행과 운동기능이 높아졌다고 하였고, Miller 등(2002)은 2명의 편마비 환자를 대상으로 체중지지 트레드밀 훈련과 체중지지 보행훈련을 시행한 결과 속도는 모두 증가하였으나 균형능력은 한명만 높아졌다. 황병용(2002)의 연구에서 고유수용성 운동조절 프로그램이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 긍정적인 영향을 미쳤다. Winstein(1989)에 의한 시각 되먹임 사용한 치료가 편마비 환자의 서기능력에 좋은 영향을 준다고 하였고, Wannstedt와 Hermann(1978)은 청각 되먹임을 이용한 치료가 편마비 환자의 대칭적 서기에 기여한다고 하였다. 본 연구에서 실시한 기능적 체중지지 훈련도 뇌졸중 환자의 비대칭 균형과 보행에 긍정적 영향을 주는 것으로 본 연구자는 사료된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 기능적 체중지지훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행의 기능에 어떠한 효과를 나타내는지 알아보고자 하였다. 본 연구는 2007년 7월 12일부터 동년 8월 13일까지 총 5주간 뇌졸중으로 진단받고 부산에 있는 G보건소에 내원하여 본 연구에 참여를 동의한 13명을 대상으로 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 기능적 체중지지훈련은 뇌졸중 환자의 내·외측 안정화와 전체 안정화에 대한 균형능력을 증가시켰다.
2. 기능적 체중지지훈련은 뇌졸중 환자의 보행능력 중 보행거리와 보행속도에 대한 보행거리와 걸음속도를 증가시켰다.

이상과 같은 결과로 볼 때 본 연구에서 편마비 환자에게 기능적체중지지가 좋은 영향을 주므로 뇌졸중 환자에게 적용하여 기능증진과 건강한 삶을 살기 위해 조금이나마 도움을 줄 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

권혁철, 이성란. 뇌졸중 환자의 인지기능이 일상생활 활동에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2003;10(3):41-51.

김유현. 편마비 환자의 마비측 하지 재정렬이 보행과 균형에 미치는 효과. 용인대학교 재활보건대학 석사학위 청구논문. 2002.

노미혜, 이충희, 조상현 등. 편마비 환자의 환측 하지 체중부하율 향상을 위한 효과적인 외적 되먹임 빈도. 한국전문물리치료학회지. 1998;5(3): 1-10.

이한숙, 최홍식, 권오윤. 균형조절 요인에 관한 고찰. 한국전문물리치료학회지. 1996;3(3):82-91.

황병용. 고유수용성 운동조절 프로그램이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향. 미간행 계명대학교 대학원 박사학위 청구논문. 2002.

Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and treatment. London: William Heinemann. 3rd ed. 1990.

Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L et al. Investigation

of a new motor assessment scale for stroke patients. Phys Ther. 1985;65(2):175-80.

Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. Phys Ther. 1993;73(6): 346-54.

Dickstein R, Pillar M. Floor-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients: Major characteristics and patterns of improvement. Phys Ther. 1984;64(1):19-23.

Duncan PW. Balance. Proceedings of the APTA Forum. 1989.

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. 2001;81(4):995-1005.

Geurts AC, Ribbers GM, Knoop JA et al. Identification of static and dynamic postural instability following traumatic brain injury. Arch Phys Med Rehabil. 1996;77(7):639-44.

Gryfe CI, Amies A, Ashley MJ. A longitudinal study of falls in an elderly populations: incidence and morbidity. Age Ageing. 1977;6(4):201-10.

Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A et al. Restoration of gait in nonambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support. Arch Phys Med Rehabil. 1994;75(10):1087-93.

Johannsen L, Broetz D, Karmath HO. Leg orientation as a clinical for pusher syndrome. BMC neurology. 2006.

Miller EW, Quinn ME, Seddon PG. Body weight support treadmill and overground ambulation training for two patients with chronic disability secondary to stroke. Phys Ther. 2002;82(1):53-61.

Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. Phys Ther. 1995;75(8):699-706.

Ryerson S, Levit K. Functional Movement Reeducation : A Contemporary Model for Stroke Rehabilitation. Elsevier. 1997.

- Susan R, Kathryn L. Functional Movement Reeducation. Churchill Livingstone. 1997.
- Turnbull GI, Charteris J, Wall JC. Deficiencies in standing weight shifts by ambulant hemiplegic subjects. Arch Phys Med Rehabil. 1996;77(4): 356-62.
- Vearrier LA, Langan J, Shumway-Cook A. et al An intensive massed practice approach to retraining balance post-stroke. Gait & Posture. 2005;22(2): 154-63.
- Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. Phys Ther. 2000;80(9):886-95.
- Wannstedt GT, Herman RM. Use of augmented sensory feedback to achieve symmetrical standing. Phys Ther. 1958;58(5):553-92.
- Winstein CJ, Gardner ER, McMeal DR et al. Standing balance training : Effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. Arch Phys Med Rehabil. 1987;70(10):755-62.