한국보바스학회지 제12권 제1호
J Korean Bobath Assoc Vol. 12, No. 1, 2007

마비측 하지의 근활동 개선이 편마비 환자의 균형조절에 미치는 영향
- 증례 보고 -

정기조 · 황병용* · 김찬규**
일산사랑병원 물리치료실 · 용인대학교 자연과학대학 물리치료학과*
한려대학교 물리치료학과**

The Effects of Improving Muscle Activity of Affected Lower Limb on Control of Balance for Patient with Hemiplegia

Ki-Jo Jung · Byong-Yong Hwang* · Chan-Kyu Kim**
Department of Physical Therapy, Ilsan Sarang Hospital
*Department of Physical Therapy, College of Natural Science, Yong In University**
*Department of Physical Therapy, Hanlyo University***

Abstract

Background and Purpose: The purpose of this study was to determine the effect of improving muscle activity of affected lower limb on balance control for patients with hemiplegia.
Subjects and Methods: The subject of this study was an adult with right hemiplegia who has been treated in Ilsan Sarang hospital. Time up & go test, and functional reach test were used for the evaluation. The subject had 24 times of 30 minutes-treatment session in two weeks.
Results: The results of this study showed that the time up & go test was decreased 25.21 second, and functional reach test was increased 16.2 cm.
Conclusions: Muscle activities of lower limb is very close related with control of balance of the patients with hemiplegia.

Key words: muscle activity, balance, hemiplegia

I. 서 론

균형은 기저면(base of support) 내에 무게중심을 유지하고, 신체의 이동시 평형을 지속적으로 유지할 수 있는 능력으로 정의된다(Nasher, 1990). 이러한 균형은 동작 수행 시 자세를 조절하면서, 외부 요동(perturbation)에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적인 과정이며(Berg et al., 1992), 한 몸의 움직임을 탐지하는 감각과 감각정보의 통합, 적절한 신경근 반응의 수행을 포함하는 매우 복잡한 과제이다(Nashner et al., 1990).

신체의 요동에도 균형을 유지할 수 있는 방법(balance strategy)은 다양하며, 여기에는 발목전략(ankle strategy), 고관절전략(hip strategy), 디딤전략(stepping strategy)이 있다(Nashner et al., 1990).

발목전략은 지면 상태에 대해 느린 움직임과, 작은 요동에 사용되며, 기립 자세의 요동을 조절하는 첫 번째 패턴중의 하나로서 안정성 있는 자세를 위해 무게중심을 회복하기 위한 인체 운동의 중심을 발목관절에 두는 것이다(Umphred, 1995). 고관절전략은 무게중심이 안정성 한계(limit of stability)에 가까워질 때나 바닥면이 매우 좁을 경우 혹은 발목전략을 사용

하기 어려울 때 이용하게 된다(Umphred, 1995). 디딤전략은 중력 중심이 기저면 또는 안정성 한계를 넘을 때 사용되는 전략이며, 균형 회복을 위해 사용된다(Shumway-Cook and Horak, 1989).

인체는 고유수용성 감각을 포함한 시각, 체감각, 전정감각의 입력을 통하여 무게중심의 이동을 감지하여, 주위 환경에 적절한 동작 방법을 결정한다(Horak et al., 2001). 하지만 편마비 환자의 경우 운동과 감각 신경로의 손상 및 감각 해석의 이상으로 자세 및 선택적인 운동조절을 방해하게 된다(Sackley et al., 1992). 이로 인해 운동장애, 감각장애, 지각장애, 인지장애, 언어장애 등을 동반하게 되며, 특히 고유수용성 감각 장애와 비정상 근 긴장도로 인해 균형 조절 능력이 저하 된다(Ryerson et al., 1997).

이러한 균형조절 능력의 감소는 같은 나이의 정상인에 비해 선 자세에서의 자세 요동(postural sway)이 두 배 정도로 커지며(Nicholas, 1997), 두 발을 지면에서 떼지 않고 균형을 유지한 상태에서 무게중심을 이동할 수 있는 최대 거리로 정의 되는 안정성 한계도 감소한다(Geiger et al., 2001). 특히 하지에서는 비대칭적인 체중분포와 신체의 정중선으로부터 중력중심의 편위 등이 주요 문제점이다(Dettnamm et al., 1987). 중력중심 편위에 의한 균형 저하는 보행주기에서 두발지지 동안 마비측에 체중지지를 할 수 있는 능력이 감소하여 정상인보다 보행속도가 느리고 비대칭적인 특징을 보인다(Perry, 1969). 또한 지지면의 요동에 대한 균형을 회복하기 위해 전형적으로 발목 전략을 이용하여 하퇴근육에서 처음 활성화된 후 대퇴근육으로, 그 다음 복부 및 체간 근육 순으로 활성화 되지만, 편마비 환자의 경우 발목전략 보다는 고관절 전략을 많이 사용하고 근 활성의 잠복시간도 길어진다(Shumway-Cook and Horak, 1989).

따라서 본 연구는 마비측 하지의 근 길이와 근 활동 증진을 통한 균형조절 전략 개선이 편마비 환자의 균형에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 경기도 고양시에 소재한 일산사랑병원에서 입원치료중인 편마비 환자 중 의사소통이 가능하며, 연구자의 지시 내용을 이해 할 수 있고 과거력상 당뇨병이나 만성 신장 질환 등의 말초신경 손상을 일으킬 병력이 없는 다음 환자를 대상자로 선정하였다.

1) 환자: 정 O O(남, 만 52세, 오른쪽 편마비)
2) 주소: 왼쪽 기저핵 뇌경색으로 인한 우측 편마비
3) 과거력: 당뇨병, 고혈압 등의 다른 병력은없다.
4) 병력: 06년 11월 18일에 소파에서 균형감각 없어지면서 오른쪽 사지의 약화로 왼쪽 기저핵 부위 뇌경색으로 인한 우측 편마비로 진단 받았다.
5) 신경학적 검사: 경직은 Modified Ashworth Scale 상 우측 상지가 Grade 1+, 동측 하지는 Grade 0 이다.
6) 감각 검사: 모두 느낄 수 있다.
7) 관절 가동 범위: 상하지 모두 정상 가동범위이다.
8) 보행: 독립 보행 가능하다.

2. 연구 대상 평가

1) 누운 자세: 우측 어깨가 좌측에 비해 더 내회전 되어있으며, 머리가 왼쪽 방향으로 회전되어 있다. 또한 우측 하지의 과도한 외회전과 발의 내번(inversion)되어있으며 족궁(ankle arch)의 변형을 볼 수 있다.
2) 앉은 자세: 골반의 후방경사로 인해 좌골 결절(ischial tuberosity)로의 체중지지가 결여되어 있다. 또한 척주의 과도한 후만과 목과 어깨부위가 하방으로 처져있어 중력에 대한 몸통의 근활동이 제대로 이루어지지 않고 있다.
3) 선 자세: 대둔근과 주위부 근육들의 안정성 부족으로 골반의 전방경사와 흉추의 후만을 볼 수 있으며, 무릎의 과도한 신전과 우측 발목의 내번이 보인다. 또한 연합반응으로 인해 팔꿈치관절이 굴곡되어 있고, 하지의 체중지지는 좌측으로 무게중심이 편향되어 있다. 앉

은 자세에서 일어날 때 넓은 기저면을 가지고 주로 몸통과 팔의 모멘텀을 이용해 일어나는 특성을 보였다.

4) 보행: 좌측 하지에 체중을 많이 지지하며 골반의 전방경사와 회전으로 골반을 들어서 보행을 하고 있다. 또한 발목의 내번과 무릎의 과도한 신전으로 넓은 기저면과 몸의 과도한 요동이 나타났다. 전형적인 편마비 환자의 고관절 전략을 이용한 보행을 하고 있으며, 잘 걸어야 한다는 의식적인 보행이 고관절 전략을 더 촉진하고 있는 양상이다.

3. 치 료

2007년 6월 18일부터 2주간 하루 2회에 걸쳐 치료가 이루어졌으며, 내용은 다음과 같다.

(1) 누운 자세: 먼저 발목과 발의 가동성을 증진시켜 발이 지면에 효과적으로 디딜 수 있도록 해준 다음, 무릎을 구부리고 바로 누운 자세(hooklying position)에서 골반 경사 운동을 시켜 고관절 신근과 복근의 근 활동을 촉진시켰다[그림 1]. 그리고 옆으로 누운 자세에서 환자의 마비측 발이 치료사의 복부에 닿게 하여 닷힌 사슬형태의 고관절 신근 강화운동을 시킨 후 치료대에 앉게 하였다[그림 2].

(2) 앉은 자세: 누운 자세에서의 치료와 연계하여 고관절과 발목 주위의 근 활동을 촉진하고 기능적 움직임을 이끌어내기 위해 양하지를 굴곡시킨 자세에서 골반 경사운동과 좌우 체중이동으로 균형능력을 증진시켰다[그림 3]. 이 자세에서의 골반 경사운동은 고관절과 슬관절의 신근 및 심부 복근의 근력 강화에 매우 효과적인 방법으로 알려져 있다. 이 자세에서 다시 일어날 때 골반 후방경사와 신장된 복근 길이가 유지된 상태에서 이루어져야 한다[그림 4].

(3) 선 자세: 그림 4에서 이루어진 근 활동 개선 내용이 최대한 이어지도록 신체 정렬을 최적의 상태로 유지하면서 우측 발이 효율적으로 지면반발력이 생성되도록 하였다. 그 다음 발가락 신근과 외전근 근력 강화를 통해 발과 발목 관절의 가동성을 증진시키고, 이를 바탕으로 걸음을 떼는 동작을 반복적으로 시행하여 발목전략을 촉진하였다[그림 5].

그림 1. 골반경사운동

그림 2. 고관절 신근운동

그림 3. 무릎굽혀 선 자세

그림 4. 일어나는 자세

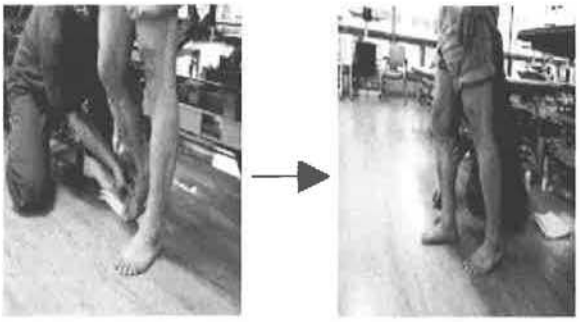

그림 5. 발목 전략 촉진운동

그림 6. 오자미 놀이

그림 7. 공치기 놀이

(4) 보행과 놀이치료: 편마비 환자의 보행 문제 중 하나인 과도한 수의적인 노력을 최소화시키기 위해 오자미를 바구니에 넣는 게임이나[그림

6], 공을 치는 것[그림 7]과 같은 다양한 과제를 부여하여 발목의 가동성을 증진을 통한 발목전략의 사용을 촉진하였다[그림 7].

4. 평가 방법 및 도구

1) Time Up & Go test (TUG)

TUG는 기능적 운동성을 측정할 수 있는 검사 방법이다(Podsiadlo and Richardson, 1991). TUG는 노인의 균형능력과 기능적 운동성을 평가하여 낙상의 위험을 예측하기 위하여 사용되어 왔지만, 최근에는 허약한 노인뿐만 아니라 뇌졸중, 파킨슨병, 관절염질환을 가지고 있는 환자에게도 적용되고 있다(Morris et al., 2001).

시간 측정을 위해 연구대상자는 치료대에 앉아 있다가 출발 신호와 함께 테이블에서 일어나 3m 거리를 걸어가 다시 되돌아와서 앉는 속도를 측정한다. 1회 연습과정을 거친 후 3회 반복 측정하여 평균값을 구한다.

Podsiadlo 등(1991)은 이 검사의 측정자 내 신뢰도(r=.99), 측정자 간 신뢰도(r=.98)가 높고, 건강한 정상 노인의 경우 7~10초 정도의 범위에 속하고, 30초 이상이면 이동능력이 의존적이고, 혼자서 실외 이동을 할 수 없다고 보고하였다.

2) Functional Reaching Test (FRT)

이경무 등(2002)은 FRT를 보행이 가능한 뇌졸중 환자에게 적용하여 그 결과의 신뢰성을 다른 임상적 평가방법들과 비교하였다. 그 결과 전방 FRT는 보행가능한 편마비 환자의 보행능력 및 낙상의 위험을 간접적으로 예측할 수 있는 기립위 균형력의 평가도구이며 다른 평가방법에 비해 임상적으로 접근이 용이한 검사도구라고 하였다. 측정자를 이용해 1회 연습과정을 거친 후 3회 반복 측정하여 평균값을 구한다.

III. 연구결과

1. Time Up & Go test 측정시간(초)

균형조절 능력을 평가하기 위한 TUG 에서 1일 오전 치료 전 시간인 45.22초에서 12일 동안 치료 후 오후 치료 후 시간이 20.01초로 보행속도가 25.21초 감소했다. 치료가 시작된 1일부터 12일까지 전반적으로 보행 시간이 감소하고 있으며, 오전 치료 전·후 보다 오후 치료 전·후의 보행시간이 감소했다. 평균적으로 오전 치료 후가 치료 전 보다 2.92초, 오후 치료 가 치료 전보다 2.14초 감소했으며. 하루 평균 4.92초 보행시간이 감소했다[표 1].

표 1. Time up & go test 단위: 초

치료일수	오전		오후	
	치료전	치료후	치료전	치료후
1일	45.22	44.21	43.61	34.37
2일	36.75	33.52	34.09	25.04
3일	36.89	23.59	19.18	18.20
4일	20.86	19.18	22.12	18.55
5일	27.28	22.19	21.86	23.24
6일	27.30	26.74	26.39	21.63
7일	20.09	14.01	21.14	20.16
8일	21.77	18.85	15.61	20.58
9일	21.98	20.23	20.51	19.72
10일	21.28	23.10	22.03	21.05
11일	21.01	20.08	20.50	9.231
12일	20.50	20.10	20.46	20.01
평균	26.74	23.82	23.96	21.82

표 2. Functional reach test 단위: cm

치료일수	오전		오후	
	치료전	치료후	치료전	치료후
1일	28.0	28.5	27.5	30.2
2일	30.0	31.0	31.2	32.0
3일	32.0	33.2	32.5	34.1
4일	33.0	32.5	32.6	34.1
5일	35.0	36.5	32.5	34.8
6일	34.0	37.8	33.8	37.2
7일	38.0	37.9	39.8	39.8
8일	36.0	37.1	38.9	38.9
9일	39.0	40.1	38.7	40.9
10일	38.0	44.1	40.4	43.2
11일	41.0	43.5	42.2	45.1
12일	42.0	45.2	42.6	44.2
평균	35.5	37.2	36.0	37.8

2. Functional reach test 측정거리(cm)

균형조절 능력을 평가하기 위한 FRT에서 1일 오전 치료 전 거리인 28.0 cm에서 12일 동안 치료 후 오후 치료 후 거리가 44.2cm 로

16.2 cm 증가 했다. 치료가 시작된 1일부 터 12일까지 전반적으로 측정 거리가 증가하고 있으며, 오전 치료 전·후 보다 오후 치료 전·후의 측정거리가 증가 했다. 평균적으로 오전 치료 후가 치료 전 보다 1.7cm , 오후 치료 후가 치료 전 보다 1. cm 증가했으며. 하루 평균 2.3cm 측정거리가 증가했다[표 2].

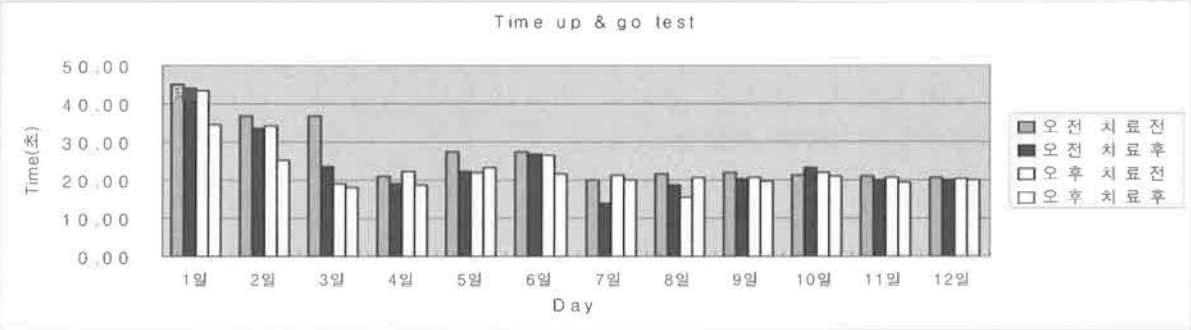

그림 8. Time up & go test (단위: 초)

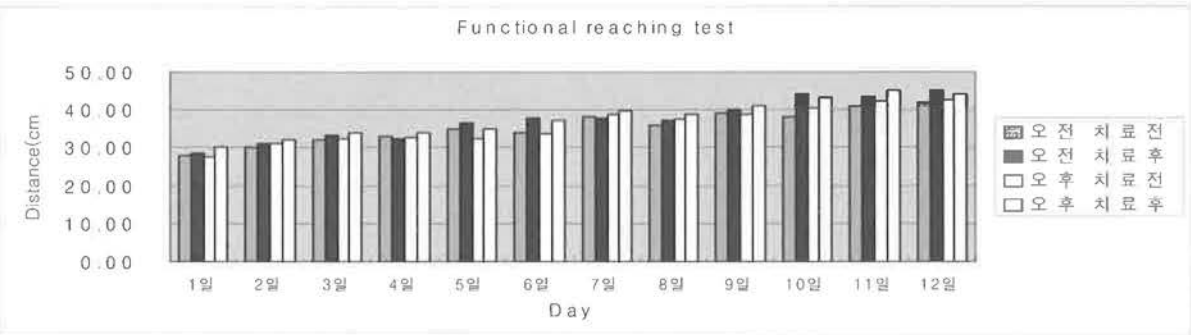

그림 9. Functional reach test (단위: cm)

IV. 고 찰

균형 조절을 위한 균형 전략의 사용 향상은 기능적인 활동 안에서 이루는 것이 최선이며, 특히 균형 전략은 드물게 독립적으로 사용된다. 발목전략 사용을 재훈련하기 전에 이 전략은 환자가 발목에 적절한 관절가동범위와 힘을 가져야한다(Shumway-Cook and McCollum, 1990). 발목전략이 효과적으로 사용되기 위해서는 최소한 5°에서 10°정도의 배측 굴곡이 이용되어야 하며, 고관절전략을 위한 범위는 중력중심의 움직임이 가능한 곳에서 고관절의 굴곡과 신전이 이용되어야만 한다. 보통 고관절 굴곡은 30°, 신전은 5°정도이다(Kalberg 등, 1991).

발목전략은 발이 기저면에서 떨어지지 않고 무게중심 정렬이 안정성 한계내의 거의 중심부 내에 있을 때나 신체 요동이 0.3Hz 이하로 느릴 때 나타나는 전략이며, 신체 요동이 1Hz 이상일 때는 고관절 전략이 발생하고, 0.3Hz에서 1Hz 사이에서는 족관절 전략과 고관절 전략이 동시에 나타난다. 무게중심 요동이 느리면 느릴수록 전후 안정성 한계의 범위가 12°에 이르지만 요동의 정도가 좀 더 빨라지면 안정성 한계는 2°~3°정도로 빠르게 줄어든다. 이러한 상황에서는 잦은 빈도의 조그만 요동에도 안정성 한계의 끝에 직면하게 되어 균형을 위협하게 된다. 고관절 전략은 감소된 안정성 원추 내에서 흐트러진 균형을 빠르게 교정할 수 있기 때문에 효과적이다(Nashner, 1990). 디딤 전략은 기저면을 넘어 중력중심이 이동되는 요동에 반응에 단독적으로 사용된다(Horak. 1991). 더 최근 연구에서는 기저면 안에 중력중심이 유지될 때까지도 걸음을 뗄 때나 손을 뻗을 때와 같은 상황에서도 나타난다(Brown et al., 1999; McIlroy and Maki, 1993).

정상인에서는 지면의 요동이 큰 곳에서 보행할 때 고관절 전략을 많이 사용하게 되는데, 고

관절 전략의 사용은 체간과 무릎, 발목의 활동에 제한을 초래한다. 편마비 환자의 보행에서도 같은 원리에 의해 보폭이 짧아지게 되고, 보행속도 등의 감소가 나타나게 된다. 고관절 전략의 과도한 사용은 발목전략의 사용을 제한시키고 부척추근(paraspinal)과 복근의 활동을 제한하게 되어 중심 안정성(core stability)을 약화시키게 된다. 중심 안정성은 두발 보행을 하는 영장류에서 특히 발달된 구조이다.

중심 안정성은 좁아진 기저면내에 무게중심을 유지하면서 두경부와 상지의 동작을 효율적으로 이루어질 수 있도록 해주는 구조로, 이 부위의 기능 약화는 안정성한계의 감소가 필연적으로 나타나는데, 대다수의 편마비 환자는 이러한 안정성한계의 감소가 동반된다.. 그러므로 이러한 문제를 해결하기 위해 중심 안정성의 근 기능을 증가시킬 수 있는 치료가 필요하다.

균형조절 능력을 향상시키기 위해 본 연구에서는 기능적인 치료를 위해 보바스 치료를 적용했다. 전반적으로 약화되어 있는 마비측 고관절 및 슬관절 신근 강화 운동과 골반 경사 운동을 통한 중심 안정성에 관련된 하복부와 배부 근력을 향상시켰다.

또한 발목의 움직임과 운동성을 제공함으로 고관절 전략보다 발목전략의 사용을 향상시킴으로 대상자의 균형조절 능력을 제공했다. 또한 놀이치료와 같은 과제를 제공함으로써 지면에 대해 발목의 적절한 지면반발력을 느낄 수 있도록 하였다.

그 결과 균형조절 능력을 측정한 TUG 검사에서 치료를 시작한 12일 동안 45.22초에서 20.01초로 보행속도가 증가했으며, FRT에서는 28.0cm에서 44.2cm로 증가하여 안정성 한계의 증진을 볼 수 있었다.

본 연구의 제한점은 한명의 대상자를 상대로 치료하여 얻은 결과를 전체 편마비 환자에게 일반화시키기는 어려움이 있을 것이다. 향후 더 많은 수의 환자를 대상으로 추가적인 연구가 필요할 것이며, 이 연구가 향후 연구에 기초 자료로 사용될 수 있는데 의의가 있을 것이다.

V. 결 론

균형을 유지하기 위해서는 여러 가지 정보들이 통합되어 이루어지지만 발목전략과 고관절 전략에 초점을 두었을 때, 정상 보행은 발목전략을 많이 사용한다. 하지만 편마비 환자의 경우 중심 안정성(core stability)이 약해져 있으며, 보행시 골반이 전반 경사와 후퇴(retraction)되면서 고관절전략을 더 많이 사용하게 된다. 이러한 고관절전략의 사용은 체간과 무릎, 발목에 영향을 미쳐 보행에 많은 장애를 초래한다. 또한 안정성한계의 감소가 나타나 무게중심이동(weight shifting)에 제한을 갖게 된다. 따라서 감소된 안정성 한계 내에서 새로운 감각과 운동 전략을 발달시켜 새로운 범위의 안정성 한계를 확보해 나감으로써 균형 조절 능력과 보행기능의 향상을 보일 것이다.

참고문헌

권혁철. 독립보행이 가능한 편마비 환자의 하지체중지지 특성에 관한 고찰. 연세대학교 대학원 석사학위 논문. 1987.

권혁철, 정동훈, 편마비 환자의 비대칭적 체중지지가 기립균형 안정성 한계에 미치는 영향, 한국전문물리치료학회지 2000;7(2):20-34.

이경무, 강전완, 한수환. Functional Reaching Test를 이용한 편마비 환자의 기립위 균형력 평가. 대한재활의학회지. 2002;26(6):647-651.

이영정, 이충휘, 권오윤, 김종만. 뇌졸중 환자에서 Fugl-Meryer 평가척도와 보행속도, Time Up & Go 검사와의 상관관계. 한국전문물리치료. 2004;11(1):1-17.

정동훈, 권혁철. 자세와 균형 조절에 관한 연구. *대한물리치료학회지*. 1999;11(3):23-36.

재정병, 김병조, 배성수. 자세조절과 균형에 관한 고찰. *대한물리치료학회지*. 2001;13(2):421-431.

최진호, 김영록, 권혁철, 골반과 하지운동이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향. 한국전문

물리치료학회지. 1997;4(1):20-29.

황병용, 고유수용성 조절이 만성 편마비 환자의 균형에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지 2004;11(1):69-74.

황병용. 편마비 환자의 안정성 한계와 신체 요동의 특성. *Bull Nat. Sci.* 2002;7(1):135-140.

Brown LA, Shummway-Cook A, Wollacott MH. Attentional demands and postural re-covery: the effects of aging. *J Gerontol.* 1999;54a:M165-M171.

Bohannon RW. Sait performance og hemiparetic stroke patients: selected variables. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987;68:777-781.

Dettman MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. *Am Phys Med Rehabil.* 1987;66(2):77-90.

Frances E. Huber, Chris L. Well, therapeutic exercise treatment planning for progression. Saunders a publishing company. 2006.

Geiger RA, Allen JB, O'Keefe, Hicks RR. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther.* 2001;81(4):995-1005.

Horak F. Assumptions underlying motor control for neurologic rehabilitation. In: Con-temporary management of motor control problems. Proceedings of the II Step Conference. Alexandria, VA: *Am Phys Ther Asso.* 1991:11-27.

Horak FB, Earhart GM, Dietz V. Postural responses to combinations of head and body displacements: vestibular and somato-sensory interactions. *Exp Brain Res.* 2001;141:410-414

Karlberg M, Magnusson M, Johansson R: Effects of restrained cervical mobility on voluntary eye movements and postural contral, *Acta Otolaryngal.* 1991;111:664-670.

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

McIlroy W, Maki B. Do anticipatory adjustments precede compensatory stepping reactions evoked by perturbation? *Neurosci Lett.* 1993;164:199-202.

Morris DM, Uswatte G, Crago JE, Cook EW 3rd, Taub E. The reliability of the Wolf motor function test for assessing upper extremity function after strock. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:750-755.

Nashner LM, Peters JF. Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. *Neurol Clin.* 1990;8(2):49-331

Nichols DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther.* 1997;77(5):553-558.

Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up and Go" test: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:142-148.

Ryerson S, Levit K. "Functional movement reeducation", New York: Churchill Living-stone, 1997.

Sackley CM, Baguley BI. Gent S, Hodgson P. The use of balance performance monitor and weight transference in the treat-ment of weight bearing performance monitor and weight bearing problems after stroke. *Physiother.* 1992;78(12):907-913.

Shumway-Cook A, Horak FB. vestibular rehabilitation: an exercise approach to managing symptoms of vestibular dys-function. *Seminars in Hearing.* 1989;10:196.

Shumway-Cook A, McCollum G. Assessment and treatment of balance disorders in the neurologic patient. In: Montgomery T, Connolly B, eds. Motor control and physical therapy: theoretical framework and practical applications. chattanooga, TN. chattanooga. 1990:123-138.

Shumway-Cook, Wollacott M. Motor control 3rd: Translating research into clinical practice. Lippincott Williams & Wilkins. 2007:157-186.

Umphred DA: Neurological rehabilitation. 3rd ed. St. Louis, Mosby. 1995:804.