

환측 한발서기 훈련이 아급성기 편마비 환자의 균형과 이동능력에 미치는 영향



The Journal of Korean Society of Physical Therapy

- 이진, 이강노
- 서울아산병원 재활의학팀

Effects of single-leg stance training of the involved leg on standing balance and mobility in patients with subacute hemiplegia

Jin Lee, PT. M.Edu; Kang-Noh Lee, PT. B.H.Sc

Physical Medicine & Rehabilitation Team, Asan Medical Center

Purpose: We investigated the effects of single-leg stance training on standing balance and mobility in patients with subacute hemiplegia.

Methods: Seventeen matched subjects were assigned randomly to the experimental group or the control group. The experimental group comprising of 8 subjects received single-leg stance training and conventional physical therapy interventions 5 times per week for 4 weeks. The control group comprising of 9 subjects received only conventional physical therapy interventions 5 times per week for 4 weeks. Outcome measures were assessed before and after 4 weeks of intervention using the Berg Balance Scale (BBS), gait speed, and weight bearing index of the affected side.

Results: Both the exercise groups showed significant improvements in BBS, gait speed, and weight bearing index ($p < 0.05$). After 4 weeks of intervention, there were statistically significant differences in BBS and weight bearing index between the two groups ($p < 0.05$).

Conclusion: These findings suggest that conventional physical therapy interventions along with single-leg stance training could be more effective than conventional physical therapy alone for improving standing balance and mobility in patients with subacute hemiplegia.

Keywords: Balance, Hemiplegia, Mobility, Single leg standing

논문접수일: 2011년 5월 24일

수정접수일: 2011년 7월 23일

게재승인일: 2011년 8월 2일

교신저자: 이강노, nateus@amc.seoul.kr

1. 서론

편마비 혹은 편부전마비에 의한 운동장애는 비대칭적인 자세, 비정상적인 신체의 균형, 체중을 이동하는 능력의 결함, 섬세한 기능을 수행하는 특수한 운동 요소 상실들의 문제점을 가지게 된다.¹ 대부분의 뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 평형 반응에 손상을 입어 자세 흔들림의 증가, 마비된 다리에서 체중지지의 감소와 낙상 위험 증가의 결과를 가져온다.^{2,3} 이러한 환자들에서 나타나는 자세 안정성의 저하는 일상생활동작을 수행하는데 어려움을 갖게 되며 빈번한 이동의 장애를 가져온다.⁴ Perry⁵는 뇌졸

중에 있어 편마비가 보행에 심각한 영향을 미치며 비정상적인 보행의 가장 흔한 신경학적 원인이 된다고 하였다. Detmann 등⁶은 비정상적인 보행의 원인이 환측 하지로 무게 중심을 이동하지 못하기 때문이라고 하였으며, 여러 연구자들에 따르면 뇌신경 손상환자는 기립시 전체 체중의 80% 정도를 건측 하지에 지지한다고 한다.^{7,8}

편마비 환자의 보행은 환측과 건측의 비대칭성, 입각기 때의 환측 하지에 대한 불충분한 체중부하, 느린 보행속도 등의 특성을 보인다.⁹ 편마비 환자의 이러한 보행은 건측 하지의 조절을 통하여 보상적 변화가 생겨 비대칭성을 더욱 증가시키며

건축 하지로 치우친 체중지지는 전반적인 신체의 움직임에 큰 영향을 주게 된다.¹⁰⁻¹² 또한 편마비 환자들은 체중부하와 입각기의 뚜렷한 비대칭을 보이며 건축 하지를 통해 체중의 대부분을 부하한다.⁹ 발병 초기에 편마비 환자들은 심각한 부전마비가 존재할 때 환측 하지에 체중 부하하는 것을 꺼리게 되며, 그 후에 환자는 계속해서 비대칭적인 체중부하를 하게 된다. 하지에서 운동 기능이 향상됨에도 불구하고 환측 하지를 사용하기 위한 환자의 능력이 제한되어 환측의 비사용이 촉진되어진다.¹³ 편마비 환자의 기능적 재활에서 이상적인 목표는 비대칭성을 감소시키는데 있으며, 균등한 체중부하를 하여 균형된 기립 자세를 취함으로써 최종적으로는 대칭적인 보행을 회복시키는데 있다.^{8,14,15} Sackley¹⁶와 Mercer 등¹⁷은 편마비 환자의 물리치료, 작업치료의 일반적인 목표 중의 하나는 환측에 체중이동 능력을 증진시키는 것이라 하였다.

환측 하지를 사용하기 위한 치료로 Bobath의 신경발달치료, Brunnstrom 법, Kabat의 고유수용성 신경근 촉진법 등이 있고, 그 외 다양한 연구들이 있어 왔다. 시각 및 청각 되먹임을 이용한 체중이동 훈련,^{8,18,19} 움직이는 판을 이용한 체중이동 훈련,¹⁰ 골반운동,^{20,21} 기능적 전기자극,²² 보조기의 착용,²³ 건축 신발굽의 높이를 높이는 방법¹³ 등은 편마비 환자의 보행을 좀 더 대칭적으로 만들어 비정상 보행을 개선하는데 효과적이라고 하였다.

편마비 환자에서 체중부하의 대칭, 즉 환측 하지로의 체중부하를 증진을 위한 많은 연구들이 있었으나 환측의 중간 입각기 시 체중의 대부분을 환측으로 지지하는 경우에 대한 연구는 미비한 상태이다. 따라서 본 연구의 목적은 아급성기 편마비 환자에게 환측 한발서기를 시행하였을 때 환측과 건축의 대칭성으로 인해 균형과 이동능력에 어떠한 영향을 주는지 Berg Balance Scale (BBS), 10 m 보행속도(gait speed), 환측 체중부하율을 이용하여 알아보는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 서울 A병원 재활의학과에서 재활 치료를 받기 위해 입원한 편마비 환자 18명을 대상으로 하였다. 서 있는 자세의 균형능력이 보통(Fair) 이상, 도움을 받더라도 10 m 이상 보행 가능한 환자들을 대상으로 하였으며, 환자나 보호자의 동의를 받았다. 편마비 환자들 중 심각한 언어적 결핍으로 인해 의사소통이 되지 않는 환자와 양 하지에 구축이나 골절, 관절염 같은 정형외과적 질환의 과거병력이 있는 사람은 제외하였다. 총 18명의 편마비 환자들 중에서 본 연구의 대상은 실험 4주 후의 평가

Table 1. Descriptive characteristics of participants (N=17)

Characteristics	Experimental group (n=8)	Control group (n=9)
Age (years)*	52.4±16.2	58.9±13.1
Sex		
Man	4 (50%)	6 (66.7%)
Woman	4 (50%)	3 (33.3%)
Stroke duration (day)*	20.4±21.1	14.4±9.1
Paretic side		
Right	5 (62.5%)	4 (44.4%)
Left	3 (37.5%)	5 (55.6%)

* Values are Mean±SD

를 시행하기 전에 퇴원한 환자를 제외한 17명(평균연령은 57.6세)으로 하였다. 환자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) 균형능력 운동치료 시스템

균형 평가와 되먹임 훈련치료를 동시에 할 수 있는 시스템인 TETRAX (Sunlight Medical Ltd., Tel Aviv, 이스라엘)는 독립적인 4개 영역의 측정방식을 채택(좌, 우측 발가락부분과 뒤꿈치)하고 있으며 자세 흔들림(postural sway), 체중 분포(weight distributions), 동시화(synchronization) 등의 자세 조절 요소들이 포함된다. 이 시스템은 시각 추적, 시선 이동, 세밀한 처리능력, 시각 집중력을 기본으로 하여 속도, 정확성, 기능적 효율성을 증가시킬 수 있다. 또한 능동 관절가동범위 제한, 근력 및 지구력 감소, 운동계획 능력과 양측 통합능력 손상, 균형능력 감소를 보이는 뇌졸중 등 신경학적 손상을 가진 환자에게 적용할 수 있다.²⁴ 본 연구에서는 균형능력 운동치료 시스템을 이용하여 환측과 건축의 체중부하율을 측정하였다. 균형능력 운동치료 시스템은 대상자의 체중과 함께 4개 영역의 체중부하를 kg으로 표시하는데 이를 백분율로 환산하였다.

(2) Berg Balance Scale (BBS)

노인들의 균형능력을 평가하기 위해 개발되었으나 최근에는 뇌졸중, 외상성 뇌손상 등 중추신경계 환자의 균형능력을 평가하기 위해 널리 사용되고 있다. 평가가 복잡하지 않고 평가하기 쉬운 일상생활동작을 응용한 총 14항목으로 구성되어 있다. 각 항목별 0점에서 4점까지 총 56점으로 높은 점수일수록 더욱 좋은 균형임을 반영한다. 독립적이고 안전한 이동을 위해서는 45점 이상이 필요하다.²⁵ 뇌졸중 환자를 대상으로 한 검사자간 신뢰도는 0.97이고, 검사자내 신뢰도는 0.98이다.²⁶

(3) 보행속도(gait speed)

10 m walk test는 한명의 검사자로 간단하게 평가할 수 있는 보행 속도 평가 방법으로 평가 방법이 간단하고 짧은 시간으로 평가가 가능할 뿐 아니라 특별한 훈련이나 장비가 필요하지 않다. 두 개의 마커를 이용하여 10 m의 시작과 끝을 표시하고 대상자는 곧고 편평한 길을 정상 보행 속도로 걷는다. 정상 보행 속도로 측정하기 위해 2 m에서부터 시간을 측정하고 10 m에서 2 m를 더 지나친 12 m에서의 시간을 기록한다.²⁷ 뇌손상 환자에서 검사자내 신뢰도는 편안한 걸음일 때 0.95, 빠른 걸음일 때 0.96이다.²⁸

2) 측정방법

본 연구의 조사는 물리치료사 3명에 의해 시행되었으며, 조사자간의 신뢰도를 높이기 위하여 균형능력 운동치료 시스템의 사용법, BBS, gait speed에 대한 평가를 조사자들에게 각 3회 교육하였다.

서울 A병원 재활의학과에 입원하여 재활 치료를 받고 있는 18명의 편마비 환자를 무작위로 실험군과 대조군으로 배정하였다. 실험군과 대조군 모두 매트와 보행훈련을 포함한 일반적인 운동치료 30분을 시행하였으며, 실험군에서는 일반적인 운동치료 외에 추가적으로 환측 한발서기 훈련을 15분 받았다. 대상자는 5분간의 훈련을 2번 수행하며, 훈련 사이에 5분간의 휴식 시간을 두었다. 치료는 4주 동안 주 5회 시행되었으며, 각 환자는 재활 치료 첫날 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율 평가를 시행하였고, 재활치료 4주 후 퇴원 당시의 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율을 평가하였다. 4주간의 치료를 종료하지 못하고 퇴원한 실험군 1명은 제외하였으며, 실험군 8명, 대조군 9명으로 재활 치료 전과 4주 후에서 환측 한발서기 훈련의 효과를 비교하였다.

3) 훈련방법

환측 한발서기 훈련은 높낮이 조절이 가능한 치료대(Bobath table)를 대상자의 겨드랑이 높이에 맞추고 양측 팔을 치료대에

올리도록 하였다. 이 때 검사자는 치료대에 기대어 선 자세가 되지 않도록 하고 머리와 체간, 골반, 하지의 정렬을 맞추어 주었다. 대상자의 시선은 정면을 향하도록 하고 건축 슬관절을 구부러 들어올려 체중이 실리지 않도록 하여 검사자의 무릎 위에 살짝 올려놓고, 환측 슬관절은 과신전이 되지 않도록 하였다. 환측 한발서기 훈련시에는 항상 검사자가 옆에서 안전사고를 예방하며, 시간이 지나면서 나타날 수 있는 자세의 흐트러짐을 예방하기 위해 구두 지시와 함께 자세 교정을 하였다.

3. 분석방법

본 연구에서의 자료 분석은 Windows용 SPSS 13.0 version을 이용하여 전산처리하였다. 실험 대상자의 일반적 특성(연령, 성별, 발병기간, 마비측 부위)은 평균값(M)과 표준편차(SD)로 산출하여 분석하였다. 각각의 실험군과 대조군에서 실험 전과 4주 후의 집단내 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율을 알아보기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 실험 전과 4주 후 집단간 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율을 비교하기 위해 변화량을 이용하여 독립표본 t-검정(independent t-test)을 하였다. 가설 검정을 위한 모든 통계적 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 결과

1. 집단내 실험 전과 4주 후 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율 비교

BBS의 변화에서 실험군은 실험 전 25.1점에서 4주 후 43.9점으로 유의하게 증가하였으며($p<0.05$), 대조군은 33.3점에서 42.3점으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 보행속도의 변화에서 실험군은 실험 전 74.0초에서 4주 후 24.7초로 유의한 차이를 보였으며($p<0.05$), 대조군은 43.6초에서 25.2초로 유의한 차이를 보였으며($p<0.05$). 환측 체중부하율에서 실험군은 38.0%에서 48.9%로 유의한 증가를 보였으며($p<0.05$), 대조군은

Table 2. Comparison of BBS, gait speed and weight bearing of affected side between the pre and post-test on each group (N=17)

	Experimental group (n=8)			Control group (n=9)		
	Pre-test	Post-test	t	Pre-test	Post-test	t
BBS [†]	25.1±13.1 [‡]	43.9±9.3	-5.2*	33.3±13.9	42.3±13.6	-3.4*
Gait speed (second)	74.0±40.6	24.7±17.5	3.2*	43.6±32.7	25.2±17.3	3.4*
Weight bearing of affected side	38.0±5.3	48.9±2.4	-4.6*	38.3±3.9	42.9±3.0	-9.6*

* $p<0.05$

[†] Berg Balance Scale: 0~56점

[‡] Values are Mean±SD

38.8%에서 42.9%로 유의한 증가를 보였다($p<0.05$) (Table 2).

2. 실험 전과 4주 후 집단간 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율 비교

BBS의 실험 전과 4주 후 변화량 분석에서 실험군이 18.9점으로 대조군의 9.0점보다 크게 나타났다($p<0.05$). 보행속도의 변화량 분석에서 실험군이 -49.3초로 대조군의 -18.4초와 비교하여 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 환측 체중부하율의 변화량 분석에서 실험군이 10.9%로 대조군의 4.6%보다 크게 나타났다($p<0.05$) (Table 3).

Table 3. Comparison of BBS, gait speed and weight bearing of affected side between experimental group and control group (N=17)

	Experimental group	Control group	df	t
BBS	18.9±10.2 [†]	9.0±8.0	15	2.2*
Gait speed (second)	-49.3±44.1	-18.4±16.1	8.7	-1.9
Weight bearing of affected side	10.9±6.7	4.6±1.4	15	2.8*

* $p<0.05$

[†] Values are Mean±SD

IV. 고찰

본 연구는 아급성기 편마비 환자에게 환측 한발서기를 시행하여 환측과 건측의 대칭성으로 인한 균형과 이동능력 향상을 비교하여 알아보았다. 실험 전과 4주 후에 각각 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율을 측정하였으며, 실험 전과 후의 측정 결과를 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, 환측 한발서기 훈련이 편마비 환자의 균형능력 및 환측 체중부하율에 미치는 영향에 대해서 환측 한발서기 훈련 전보다 환측 한발서기 훈련 후에 BBS 점수와 환측으로의 체중부하율이 증가하였으며, 통계적으로도 유의한 차이가 있었다. 따라서 양하지 체중부하율의 대칭성 또한 실험 전보다 실험 후에 향상되었다. 둘째, 환측 한발서기 훈련이 편마비 환자의 보행 속도에 미치는 영향에 대해서는 환측 한발서기 훈련 전보다 환측 한발서기 훈련 후에 보행속도의 증가가 있었지만, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 이남현 등²⁹에 의하면 일반적인 운동치료를 부가적으로 균형능력 운동치료 시스템을 이용한 치료를 시행한 것이 양측 다리의 체중부하를 유도하기 때문에 일반적인 운동치료만 시행한 것보다 보행속도의 증진을 보였다고 하였다. 본 연구에서 환측 한발서기 치료를 시행한 것이 환측으로의 체중부하율 향상

을 이끌어내어 환측과 건측의 대칭성을 가져올 수 있었지만 자세 대칭성이 보행속도와 밀접한 상관관계가 있는 것은 아니라는 것을 확인할 수 있었다.

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 보행에 관한 연구에서 가장 중요한 지표는 보행속도라고 하였다.³⁰ Hesse 등³¹에 의하면 보폭이 길어지는 것에 기인해서 보행속도가 빨라질 수 있다고 하였고, Trueblood²¹는 입각기 동안 환측으로의 체중이동 능력과 안정성의 향상이 보폭을 넓게 한다고 하였다. 이 연구에서도 환측 한발서기 훈련 후에 환측으로의 체중부하율이 증가하였고 보행속도 또한 대조군보다 실험군에서 더욱 차이를 보였다. 이는 환측 한발서기 훈련이 환측 하지로의 체중이동 능력과 안정성 및 보행속도의 증가에 어느 정도 효과는 있다는 것을 알 수 있다.

동적인 자세와 이동능력에서 편마비 환자의 양하지 체중부하의 비대칭성은 비정상적인 움직임을 일으킨다고 한다.³² 비정상적인 보행의 원인은 건측으로 체중부하가 증가하여 환측 하지로 무게중심을 이동시키지 못하기 때문이며, 균형적인 체중분배가 어려워지고 안정적인 체중이동이 감소한다.^{6,33} Chaudhuri와 Aruin³⁴은 비대칭으로 인해 편마비 환자들이 넘어지는 위험에 더욱 쉽게 노출되어 있으며 비대칭적인 체중부하가 비정상적인 보행을 가져온다고 하였다. 그러므로 환측 하지로의 체중부하율을 증가시키는 것이 비정상적인 보행을 개선하는데 중요하다는 것을 알 수 있다.

이상의 결과를 요약하면 환측 한발서기 훈련은 편마비 환자의 환측 체중부하율 증가와 건측 체중부하율 감소로 인한 양하지 체중부하율의 대칭성 향상과 균형능력을 증진시켜 비정상적인 보행패턴을 개선하는데 도움을 줄 수 있다.

본 연구에서는 적은 수의 실험 대상, 치료 종료 후 장기간의 추적 조사의 부족, 이동능력을 위한 측정도구로 보행속도만을 사용하였다는 점 등의 제한점을 가지고 있다. 또한 서 있기가 가능한 정도의 균형 손상과 장애 정도가 적은 환자만을 포함하였기 때문에 장애정도가 심한 환자이거나 만성기 환자, 심각한 균형 손상 환자에서의 연구도 필요할 것이다.

본 연구의 결과를 바탕으로 앞으로의 연구에서는 편마비 환자의 환측 한발서기 훈련에서 적절한 시기나 기간, 회복 단계에 따른 훈련 방법 등의 연구가 필요할 것이며, 이를 바탕으로 체계적인 환측 한발서기 훈련 프로토콜이 제공되어야 할 것이다. 또한 환측 한발서기 훈련을 통한 보행 효과 등을 객관적으로 확인할 수 있는 보행분석 장비를 도입하는 것도 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 아급성기 편마비 환자에게 환측 한발서기 훈련을 적용했을 때 균형과 이동능력에 미치는 효과를 BBS, 10 m 보행속도, 환측 체중부하율을 이용하여 결과를 비교하였다.

실험 결과, 각 측정도구의 실험 전과 4주 후의 결과 값은 실험군에서 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율이 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 대조군에서도 BBS, 보행속도, 환측 체중부하율에서 유의한 증가를 보였다($p < 0.05$). 실험 4주 후 실험군과 대조군의 집단간 비교 값은 BBS, 환측 체중부하율에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며, 보행속도는 통계학적으로 유의하지는 않았지만 실험군에서 조금 더 향상을 보였다.

본 연구의 결과로서 환측 한발서기 훈련이 아급성기 편마비 환자의 균형과 이동능력에 도움을 줄 수 있었다. 임상적으로 더 유용한 자료가 되기 위해서는 더 많은 대상자들로 이루어져야 할 것이며, 치료 후 장기적인 효과를 위해서 추적 관찰하는 평가 기간을 더욱 길게 할 필요가 있을 것이라고 생각한다.

Author Contributions

Research design: Lee J

Acquisition of data: Lee J, Lee KN

Analysis and interpretation of data: Lee KN

Drafting of the manuscript: Lee J, Lee KN

Administrative, technical, and material support: Lee J, Lee KN

Research supervision: Lee KN

참고문헌

- Park JW. Longitudinal motor function recovery in stroke patients with focal pons infarction: Report of 4 cases. *J Kor Soc Phys Ther.* 2009;21(4):111-5.
- Haart de M, Geurts ACH, Dault MC et al. Restoration of weight-shifting capacity in patients with postacute stroke: a rehabilitation cohort study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(4):755-62.
- Lee HS, Choi JH. Correlation between BBS, FRT, STI, TUG, MBI, and falling in stroke patients. *J Kor Soc Phys Ther.* 2008;20(4):1-6.
- Kim EJ, Hwang BY, Kim JH. The effect of core strength exercises on balance and walking in patients with stroke. *J Kor Soc Phys Ther.* 2009;21(4):17-22.
- Perry J. Mechanics of walking in hemiplegia. *Clinical Orthopedics and Related Research.* 1969;63:23-31.
- Dettmann MA, Linder MT, Sepsic SB. Relationship among walking performance, postural stability and functional assessment of the hemiplegic patient. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987;66:77-90.
- Bohannon RW, Larkin PA. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. *Phys Ther.* 1985;65(9):1323-5.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients: Major characteristics and patterns of improvement. *Phys Ther.* 1984;64(1):19-23.
- Yavuzer G. Walking after stroke. *J PMR Sci.* 2007;1:1-8.
- Hocherman S, Dickstein R, Pillar T. Platform training and postural stability in hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1984;65:588-92.
- Barra J, Oujamaa L, Chauvineau V et al. Asymmetric standing posture after stroke is related to a biased egocentric coordinate system. *Neurology.* 2009;72(18):1582-7.
- Genthon N, Rougier P, Gissot AS et al. Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. *Stroke.* 2008;39(6):1793-9.
- Rodriguez GM, Aruin AS. The effect of shoe wedges and lifts on symmetry of stance and bearing in hemiparetic individuals. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(4):478-82.
- Hamman RG, Mekjavic I, Mallinson AL. Training effect during repeated therapy session of training using visual feedback. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(8):738-44.
- Wall JC, Turnbull GI. Gait asymmetries in residual hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1986;67(8):550-3.
- Sackley CM. The relationships between weight-bearing asymmetry after stroke, motor function and activities of daily living. *Physiotherapy Theory and Practice.* 1990;6(4):179-85.
- Mercer VS, Freburger JK, Chang SH et al. Measurement of paretic-lower extremity loading and weight transfer after stroke. *Phys Ther.* 2009;89(7):653-64.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69(6):395-400.
- Winstein CJ, Gardner ER, Mcneal DR et al. Standing balance training: effect on balance and in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70(10):755-62.
- Choi JH, Kim YR, Kwon HC. Effects of pelvic and lower

- extremity exercise on the gait in patients with hemiplegia. Korean Academy of University Trained Physical Therapists. 1997;4(1):20-9.
21. Trueblood PR, Walker JM, Perry J. Pelvic exercises and gait in hemiplegia. *Phys Ther.* 69(1):18-26.
 22. Wade DT, Wood VA, Heller A et al. Walking after stroke: Measurement and recovery over the first 3 months. *Scand J Rehabil Med.* 1987;19(1):25-30.
 23. Mojica JA, Nakamura R, Kobayashi T. Effect of ankle-foot orthosis on body sway and walking capacity of hemiplegic stroke patients. *Tohoku J Exp Med.* 1988;156(4):395-401.
 24. Klavara P, Warren M. Rehabilitation of visuomotor skills in poststroke patients using the dynavision apparatus. *Percept Mot Skills.* 1986;68(1):23-30.
 25. Bogle V, Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996; 76(6):576-83.
 26. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 27(1):27-36.
 27. Butler A, Menant J, Tiedemann A et al. Age and gender differences in seven tests of mobility. *J Neuroeng Rehabil.* 2009;6(1):31-9.
 28. van Loo MA, Moseley AM, Bosmann JM et al. Test-re-test reliability of walking speed, step length and step width measurement after traumatic brain injury: a pilot study. *Brain Inj.* 2004;18(10):1041-8.
 29. Lee NH, Lee J, Lee KN. The effects of treatment with a TETRAX on balance and mobility in acute stroke patients. Korean Academy of University Trained Physical Therapists. 2010;17(3):11-9.
 30. Wagenaar RC, Beek WJ. Hemiplegic gait: A kinematic analysis using walking speed as a basis. *J Biomech.* 1992; 25(9):1007-15.
 31. Hesse S, Luecke D, Jahnke MT. Gait function in spastic hemiparetic patients walking barefoot, firm shoes, and with ankle-foot orthoses. *Int J Rehabil Res.* 1996;9(2):133-41.
 32. Roerdink M, Geurts A, Haart M et al. On the relative contribution of the paretic leg to the control of posture after stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009;23(3): 267-74.
 33. Cho KH, Lee WH. The effects of two motor dual task training on balance and gait in patients with chronic stroke. *J Kor Soc Phys Ther.* 2010;22(4):7-14.
 34. Chaudhuri S, Aruin AS. The effect of shoe lifts on static and dynamic postural control in with hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(11):1498-503.