



■ 김은자, 황병용¹, 김재현²

■ 보바스기념병원 물리치료실, ¹용인대학교 보건복지대학 물리치료학과, ²신성대학 물리치료과

The Effect of Core Strength Exercises on Balance and Walking in Patients with Stroke

Eun-Ja Kim, PT, MS; Byong-yong Hwang, PT, PhD¹; Jae-Hyun Kim, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, Bobath Memorial Hospital; ¹Department of Physical Therapy, College of Health & Welfare, Yongin University; ²Department of Physical Therapy, Shinsung University

Purpose: The goal of this study was to investigate the effect of core strength exercises on the balance control and walking ability of stroke patients.

Methods: Twelve stroke patients participated in this study. These patients were divided into two groups (a core stability group and a control group). There were 6 subjects in each group. They participated in core strength exercises for 3 weeks. These exercises included The Timed Up and Go Test (TUG). Messen Trairuieren Dokumentieren (MTD) Systems for balance and walking were measured and compared before and after the treatment.

Results: First, core strength exercises improved balance control of patients with stroke by increasing weight shifting to the affected side. Second, core strength exercises improved the walking ability of patients with stroke by reducing the TUG score. Third, there was a significant correlation between balance control and walking.

Conclusion: Core strength exercises are effective for improving both balance control and walking.

Keywords: Core strength exercises, Balance, Walking

논문접수일: 2009년 8월 26일

수정접수일: 2009년 10월 21일

게재승인일: 2009년 11월 1일

교신저자: 김은자, eunja1828@naver.com

1. 서론

뇌졸중은 악성 종양 및 심장질환과 더불어 인류의 3대 사망 원인 중 하나이며 우리나라에서는 뇌졸중이 악성 종양 다음으로 2번째를 차지한다. 뇌졸중은 사망하지 않더라도 이로 인한 후유증이나 합병증으로 환자 본인, 가족, 나아가서는 사회에 큰 영향을 끼친다. 생활수준의 향상과 의학의 발전에 따라 평균 수명의 증가와 함께 뇌졸중에 이환된 환자의 수는 점점 증가하고 있다.¹ 또한 뇌졸중으로 진단된 환자들은 신체적 기능상태와 삶의 질이 떨어진다.²

뇌졸중 후에 가장 일반적인 증상은 마비측의 근력약화이며, 이러한 근력의 약화는 마비측의 체간 근력에도 나타난다. 이로

인한 근력의 불균형은 비대칭적인 자세, 체간의 무게중심을 체중지지면 위에 유지하는 능력과, 대칭적인 자세유지에 필요한 정위반응, 평형반응이 감소하여 일상생활의 기본이 되는 자세 조절에 심각한 장애가 나타난다.³ 일상생활 중에서 다양한 자세를 유지하기 위하여 체간근의 적절한 근력과 지구력의 유지는 매우 중요하며,⁴ 복근과 체간근은 체간하부 안정성과 관계가 있고, 체간의 움직임과 자세조절에 중요하다.^{5,6} 뇌졸중 환자의 체간하부 안정화 운동은 체간 안정성을 강화시키고, 자세조절을 증진시키는데 효과가 있다.⁷ 체간하부 안정성이란 요추, 골반, 고관절의 복합체이고 신체의 중력중심에 위치하며, 움직임이 시작하는 곳이다. 이것은 전체적인 사슬운동에서 최적의 신경근 효율성을 제공함으로써 기능적인 움직임들을 수행하는 동안

전체 사슬운동의 최적의 가속, 감속, 그리고 동적인 안정화를 가능하게 한다. 또한 효율적인 사지 움직임을 위한 근위관절의 안정성을 제공해 준다.⁸ 또한 체간하부 안정화는 상지의 능동적 움직임과 기능향상에 영향을 미친다.⁹ 체간하부 안정성에 관여하는 근은 어떠한 움직임에서도 항상 수축하여 체간의 안정성을 제공하며,¹⁰ 자세조절에 관여하여 균형과 보행에 영향을 미친다.¹¹

Lee 등¹²은 노인을 대상으로 체간근의 강화운동을 실시한 결과 정적균형과 동적균형 능력이 향상되었으며, 보행속도도 증가하였다고 보고하였다. 이 연구결과로 체간의 안정성은 균형과 보행에 중요한 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

균형은 기저면(base of support)내에 무게중심을 유지하고, 신체의 이동 시 평형을 지속적으로 유지할 수 있는 능력으로 정의된다.¹³ 이러한 균형은 수의동작 시 자세를 조절하고 외부 요동에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적인 과정이며,¹⁴ 공간에서 신체 자세와 균형을 조절하는 능력은 인간이 하는 모든 동작에서 기본이 된다.¹⁵

뇌졸중 환자는 부적절한 자세조절에 의해 균형조절 능력이 감소하며,¹⁶ 주로 고유수용성 감각장애와 비정상 근 긴장도로 인해 균형 조절 능력이 저하된다.¹⁷ 특징적인 증상이 두 발을 지면에서 떼지 않고 균형을 유지한 상태에서 무게중심을 이동할 수 있는 최대 거리로 정의되는 안정성 한계(limit of stability) 감소와,¹⁸ 선자세에서의 자세동요(postural sway)의 증가이다.¹⁹ 또한 뇌졸중 환자에서는 마비측이 비마비측에 비해 무게중심 이동능력이 어려워 균형과 보행능력 저하의 원인이 된다. 이러한 균형능력의 감소는 뇌졸중 환자의 보행과 기능적인 동작을 어렵게 하며, 임상에서도 환자의 기능증진을 위한 균형치료가 중요하다.²⁰ 보행능력이 균형감각과 높은 상관관계가 있고,²¹ 뇌졸중 환자의 물리치료과정에서 보행능력의 향상은 치료의 목표가 되며 그 이유는 기능적 독립성을 이루는데 보행이 중요한 항목이기 때문이다.²²

보행은 편안하게 바로 선 자세에서 반복되는 보행 동작으로 새로운 균형을 잡기 위해 신체 각 분절에서 새로운 움직임이 만들어진다. 또한 하지의 움직임에 대한 자세조절에 필요한 체간근 활동이 일어난다.²³ 이러한 인간의 보행은 신경과 근골격계의 복잡한 과정을 통하여 한쪽 사지가 입각기의 안정된 상태를 유지하는 동안 동시에 다른 사지가 몸을 앞으로 움직이게 하는 연속적이고 반복적인 동작이며, 이때 자세조절 능력은 보행능력 증진을 위해 매우 중요하다.²⁴

본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 체간하부 안정성 강화운동을 통해 균형과 보행에 미치는 영향에 대해서 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

이 연구는 2008년 2월부터 2008년 4월까지 2개월 동안, 경기도 성남시 분당에 위치한 보바스 기념병원에서 입원치료 중인 뇌졸중 환자로서, 자연회복 가능성을 최소화하기 위하여 발병 후 6개월이 경과된 환자 12명을 대상으로 하였다.

대상자는 인지, 지각 장애가 없고, 연구자의 지시에 따라 과제수행이 가능하며, 하지 관절에 외상, 골절 등의 과거병력이 없고, 퇴행성 질환이 없는 환자를 대상으로 하였다. 또한 과거 상 당노 등과 같은 내과 질환이 없는 환자를 선정하였다. 15m 이상 독립보행이 가능하며 본 연구에 자발적 참여를 동의한 환자를 연구대상자로 선정하였다.

2. 실험방법

이 연구는 2008년 2월부터 4월까지 실험을 실시하였으며, 체중부하나 체중이동의 균형치료와 보행, 근력을 강화시키는 일반적 운동치료를 실시한 보존적 운동군 6명과, 체간하부 안정성 강화운동을 실시한 체간 운동군 6명으로 나누어 두 그룹은 매회 30분씩 주 5회, 3주 동안 각각의 운동을 실시하였다.

1) 치료방법

(1) 체간의 고리모양(curl-ups) 만들기 운동

- ① 환자는 바로 누운 자세에서 양쪽 발이 바닥에 위치하도록 한다.
 - ② 턱을 앞으로 당기고 견갑골은 전인이 되도록 하며 양쪽 상지를 외회전 시킨다.
 - ③ 양쪽 상지를 무릎 방향으로 향하도록 하며, 동시에 머리와 상부 체간이 바닥에서 들리도록 한다.
- 이 때 복횡근과 복사근의 활동이 촉진되어 체간하부 안정화를 만들어준다.²⁵

(2) 볼을 이용한 가교자세(bridge up) 운동

- ① 환자는 볼위에 바로 누운자세에서 골반 전방경사를 방지하기 위해서 무릎이 90도가 되도록 구부리고 양쪽 상지는 보조대 위에 위치하며, 턱을 앞으로 당긴다.
- ② 턱을 앞으로 당기고 골반은 후방경사가 되도록 하며 고관절과 무릎이 일직선이 되도록 유지한다.

이 때 복횡근, 다열근 및 고관절의 신근활동이 촉진되어 체간하부 안정화를 만들어준다.²⁵

(3) 골반경사 운동

- ① 치료대의 높이를 환자의 무릎 높이로 맞추고 대퇴부의 1/2

지점의 모서리 끝에 앉는다.

- ② 치료사는 환자의 뒤에 위치하여 골반경사 운동을 수동운동, 능동보조운동, 능동운동 순으로 실시한다.

이 때 복사근과 고관절의 신근활동이 촉진되어 체간하부 안정화를 만들어준다.²⁵

2) 측정 방법

균형능력 평가는 MTD (Messen Trainerieren Dokumentieren, MTD Balance, 독일)을 사용하여 측정하였고, 보행능력 평가를 위하여 TUG (Timed Up and Go)를 사용하였다.

3. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS (Statistical Package for the Social Science) version 14.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

연구 대상자의 일반적 특성은 평균 및 표준편차와 빈도분석을 하였고, 체간하부 안정성 강화 운동 후 뇌졸중 환자의 균형, 보행능력의 향상 정도를 분석하기 위하여 Wilcoxon signed-rank test를 실시하였으며, 또한 체간 운동군과 보존적 운동군의 균형과 보행능력 향상 정도를 분석하기 위하여 Mann-Whitney U test를 실시하였으며, 뇌졸중 환자의 균형 조절 능력과 보행과의 상관관계를 알아보기 위하여 Spearman 상관관계 분석을 실시하였다.

모든 자료처리의 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 모두 12명으로 체간운동군과 보존적운동군으로 각각 6명씩 나누었으며, 평균나이는 53.42세이었다. 성별은 남자 8명, 여자 4명이었고, 평균 발병기간은 12.17개월 이었다. 진단명은 뇌출혈 4명, 뇌경색 8명이었으며, 마비부위는 우측마비 8명, 좌측마비 4명이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

	Core stability (n=6)	Control (n=6)	Total (n=12)
Age (year)	54.00±12.05	52.83±10.11	53.42±10.62
Duration (month)	10.17±3.92	14.17±4.62	12.17±4.59
Type			
Infarction	4	5	8
Hemorrhage	2	2	4
Paretic side			
Right	5	3	8
Left	1	3	4
Sex			
Male	4	4	8
Female	2	2	4

M±SD

2. 체간하부 안정성 강화운동의 효과

1) 체간하부 안정성 강화운동 전·후의 균형변화

체간하부 안정성 강화운동을 3주 동안 실시한 후, 체간 운동군과 보존적 운동군의 운동 전과 후의 균형비교에서 체간 운동군의 운동 전 마비측 체중지지율의 평균값은 40.50%에서, 운동 후 49.33%로 유의하게 증가하였고($p<0.01$), 보존적 운동군의 운동전 마비측 체중지지율의 평균값은 40.83%에서, 운동 후 41.83%로 증가하였으나 유의한 차이는 없었다($p>0.05$). 또한 두 그룹간의 비교에서 체간 운동군과 보존적 운동군의 균형변화에는 유의한 차이를 보였다($p<0.01$)(Table 2).

2) 체간하부 안정성 강화운동 전·후의 보행 변화

체간하부 안정성 강화운동을 3주 동안 실시한 후, 체간 운동군과 보존적 운동군의 운동 전과 후의 TUG시간 변화 값의 비교에서 체간 운동군의 운동전 평균값은 48.92초에서, 운동 후 33.49초로 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 보존적 운동군의 운동전 평균값은 48.26초에서, 운동 후 47.84초로 감소하였으나 유의하지 않았다($p>0.05$). 또한 두 그룹간의 비교에서 체간하부 운동군과 보존적 운동군의 보행 변화에는 유의한 차이를 보였다($p<0.01$)(Table 3).

Table 2. Comparison of balance ability following weight bearing

	Core stability (n=6)		z	Control (n=6)		z	p [†]
	pre	post		pre	post		
Balance ability (%)	40.50±4.18	49.33±2.58	2.20*	40.83±3.43	41.83±3.43	0.84	0.00

* $p<0.05$

[†]Comparison of balance ability between core stability and control groups

Table 3. Comparison of gait ability following TUG*

	Core stability (n=6)		z	Control (n=6)		z	p††
	pre	post		pre	post		
Gait ability (sec)	48.92±16.91	33.49±14.91	2.20*	48.26±11.07	47.84±12.11	0.31	0.00

*TUG: Timedup and go test

†p<0.05

††Comparison of gait ability between core stability and control groups

3) 뇌졸중 환자의 균형조절 능력과 보행과의 상관관계

뇌졸중 환자의 균형조절 능력 향상도와 보행 능력 향상도의 상관관계를 알아본 결과 체간 운동군에서 TUG 시간이 감소함에 따라 마비측 체중지지 정도는 증가하는 음의 상관관계를 보였다. 즉 체간 운동군에서 균형조절 능력 향상과 보행 능력의 향상과는 높은 상관관계를 나타냈다(p<0.05)(Table 4).

Table 4. Correlations balance ability and gait ability on core stability group

	Balance ability (%)	Gait ability (sec)
Balance ability (%)	1.00	
Gait ability (sec)	-0.79*	1.00

*p<0.05

IV. 고찰

체간하부 안정성 근의 활동은 사지의 움직임과 달리, 공차기와 던지기 등에 관여하며,²⁶ 예상하지 못한 넘어지는 동작이나, 척추의 갑작스런 하중과 움직임에 대한 조절을 하고, 또한 중추신경계의 조절을 필요로 한다.²⁷ 이때 중추신경계는 과제 수행을 위해 미리 계획된 체간 근의 기능적 주된 임무인 동적인 체간의 균형과 평형을 유지하는 것이며,²⁸ 무게중심을 조절하여 자세 혹은 공간에서 체간의 위치조절과 사지의 움직임 이전에도 예견된 자세조절을 한다.²⁹ 팔을 굴곡하는 동안 척추기립근의 근전도 측정에서 뇌졸중 환자의 근 활동은 23~35%이고, 보존적 치료군의 근 활동은 32~36%로 나타났으며, 마비측 팔 움직임 동안 동측보다 반대측의 척추기립근의 활동이 많이 나타났으며, 고관절의 굴곡 시에 외복사근과, 복직근의 근전도 측정에서도 뇌졸중 환자에서 근 활동이 지연되었다. 이와 같이 신경학적 손상이 있는 환자는 자세조절 근 활동이 느리게 나타난다.³⁰ 또한 만성요통을 호소하는 노인을 대상으로 중력을 이용한 척추안정화 운동을 실시한 후 통증 및 일상생활의 제한이 감소되었다고 하였다.³¹ Kim 등³²은 편마비 환자의 골반운동을 이용한 체간조절이 족저압에 미치는 영향에 관한 연구에서 고관절 굴곡근과 내전근 및 외전근의 근활동 증가는 발에도 영향

을 주어 마비측 지지기의 비율 증가 및 중복지의 비율이 감소되어 보행주기에서 마비측의 지면에 대한 안정성이 제공되었다고 하였다.

Haart 등³³은 뇌졸중 후 균형회복에서 시각적 의존이 적으면 자세동요가 줄고 체간의 안정성을 확보할 수 있으며, Hwang³⁴은 고유수용성 조절과 시각적 피드백이 만성 편마비 환자의 안정성 한계에서 체성 감각을 이용한 고유수용성 조절 접근법이 시각적 피드백 접근법보다 효과적임을 알 수 있었고, 경우에 따라서는 시각피드백 훈련을 하더라도 고유수용성 접근법을 병행하는 것이 균형능력 증진에 효과적이라고 하였다. 본 연구에서는 뇌졸중 환자에게 체간하부 안정성 강화운동을 3주 동안 실시한 후, 체간 운동군의 마비측 체중지지율이 운동 전 40.50%에서, 운동 후 49.33%로 증가하였고, 보존적 운동군은 40.83%에서, 41.83%로 증가하였다. 이와 같은 결과는 체간 운동군이 보존적 운동군보다 마비측 체중지지율이 증가하므로 균형조절 능력에서 더 많은 향상을 나타내며 위의 연구와 같이 체간의 안정성이 중요하다는 것을 보여주었다.

자세조절의 특이성 중 보행의 균형 조절은 선자세에서의 균형 조절과는 다르다. 서있는 자세에서는 기저면 안에 중력 중심점을 유지하는 것이 목표이지만 활동적인 보행은 불안정한 균형을 조절 하는 것이다.³⁵ 정상보행은 하지와 골반, 체간의 조화된 관절 움직임과 근 활동으로 적은 에너지를 소모하여 체간의 무게중심을 앞으로 이동하는 것이다. 그러나 뇌졸중 환자에서는 마비측의 발을 옮길 때 정상보행과 비교해서 에너지를 많이 소비하며 또한 비대칭으로 균형조절이 저하되어 보행속도의 감소로 이어지며, 보행속도의 저하는 운동 능력에 제한을 준다.³⁶ Suzuki 등³⁷은 뇌졸중 환자의 컴퓨터를 이용한 보행훈련에서 10m를 빠르게 걸을 때의 걸음수 평가에서 치료 전 40.40 m/min에서 치료 후 76.50m/min으로 증가 하였으며, 또한 마비측으로의 무게중심 이동이 치료 전 45.40%에서 치료 후 62.90%로 나타나 자세조절 능력이 향상되었으며 이는 걸음수의 증가에도 영향을 미쳤다고 하였다. Hwang³⁸은 뇌졸중 환자에게 고유수용성 운동과 시각적 피드백 운동 후에 TUG 검사에서 고유수용성군은 18.70초에서 14.50초로, 시각적 피드백군은 18.00초에서 16.50초로 빨라진 것을 볼 수 있었으며 이와 같은 결과는 고유수용성 운동군에서 균형이나 보행능력이

증진되었으며, 균형이나 보행능력 증진을 위한 치료는 동적이
 며 실제 기능과 밀접한 상황으로 구성되어야 하고, 마비측 항중
 력 근의 근 긴장도 증진이 필수적임을 알 수 있다고 하였다. 본
 연구에서는 뇌졸중 환자에게 체간하부 안정성 강화운동을 3주
 동안 실시한 후, TUG시간 변화 비교에서 체간 운동근의 운동
 전 48.92초에서, 운동 후 33.49초로 감소하였고, 보존적 운동
 군은 48.26초에서, 47.84초로 감소하였다. 이와 같은 결과는
 보존적 운동군보다 체간 운동군에서 TUG시간이 더 감소하므
 로 보행 능력에서 보다 많은 향상을 보여 위의 연구와 같은 결
 과를 나타냈다.

이처럼 체간하부 안정성 강화운동은 균형조절 능력과 보행
 능력의 증가에 효과가 있었고, 또한 뇌졸중 환자에게 있어 균형
 조절 능력과 보행 능력과는 상관관계가 있었다. 이에 뇌졸중 환
 자를 대상으로 체간하부 안정성 강화운동의 효과에 대한 다양
 한 연구가 필요하다고 사료된다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중 후 6개월 이상인 편마비 환자들에게서 체간
 하부 안정성 강화 운동이 균형 조절과 보행 능력의 증가에 효
 과가 있는지 알아보기 위하여 체간 운동군과 보존적 운동군의
 비교로써 확인하였다. 체간 운동군에서 체간하부 안정성 강화
 운동 후 균형조절 능력과 보행 능력에서 유의한 차이가 있었고
 체간하부 안정성 강화운동은 균형조절 능력이 향상될수록 보행
 능력이 향상되는 유의한 상관관계를 나타냈다.

이와 같은 결과로 볼 때 3주 동안의 체간하부 안정성 강화
 운동이 체간 운동근의 균형과 보행을 증진시키는 치료에 효과
 가 있음을 알 수 있었고 균형능력의 향상은 보행능력의 향상
 과 상관관계가 있었다. 따라서 뇌졸중 환자를 대상으로, 체간
 하부 안정성 강화운동을 치료에 적용하는 노력이 필요하다고
 사료된다.

Author Contributions

Research design: Kim EJ

Acquisition of data: Kim EJ

Analysis and interpretation of data: Kim JH

Drafting of the manuscript: Kim EJ, Kim JH

Administrative, technical, and material support: Hwang BY

Research supervision: Hwang BY

Acknowledgements

1. 본 논문은 김은자의 석사학위 논문으로 수행되었음.

참고문헌

1. Kim KT, An JD, Kim BY et al. Current epidemiologic status of stroke. *J Korean Acad Rehabil Med.* 2003;27(2):178-85.
2. Kwon MJ. Daily physical functioning and quality of life for stroke. *J Kor Soc Phys Ther.* 2007;19(5):87-96.
3. Ikai T, Kamikubo T, Takehara I et al. Dynamic postural control in patients with hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003;82(6):463-9.
4. Handa N, Yamamoto H, Tani T et al. The effect of trunk muscle exercises in patients over 40 years of age with chronic low back pain. *J Orthop Sci.* 2000;5(3):210-6.
5. Hodges PW, Gurfinkel VS, Brumagne S et al. Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration. *Exp Brain Res.* 2002; 144(3):293-302.
6. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(6):E107-12.
7. Lee OK, Hwang BY, Son JC. The effect of core stability training for postural control in patient with hemiplegia. *J Korean Bobath Assoc.* 2007;12(1):55-61
8. William E. *Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training.* 4th ed. North Carolina, McGraw Hill, 2005.
9. Kim MS. The effect of upper extremity movement of a core stability strength exercise in patient with hemiplegia. *Yong-in University. Dissertation of Master's Degree.* 2005
10. Oh JS, Park JS, Kim SY et al. Comparison of muscle activity during a push-up a suspension sling and a fixed support. *KAUPT.* 2003;10(3):29-40.
11. Verhyden G, Vereeck L, Truijen S. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil.* 2006;20(5):451-8.
12. Lee SY, Son GS, Jeon HJ et al. The effect of therapeutic exercise on the balance and gait in older adult. *J Kor Soc Phys Ther.* 2007;19(2):1-10
13. Nasher LM. Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. In: Duncan PM, eds, *Balance, Proceedings of the American Physical Therapy Association Forum.* Alexandria (VA), APTA. 1990:5-12.

14. 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(11):1073-80.
15. Shumway-cook A, Woollacott MH. *Motor Control: theory and practical applications for rehabilitation medicine.* Baltimore, Williams &Wilkins, 1995.
16. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987;67(2): 206-7.
17. Ryerson S, Levit K. *Functional movement re-education.* New York, Churchill Livingstone. 1997:440-43.
18. Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J et al. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther.* 2001;81(4):995-1005.
19. Horak FB, Diener HC. Cerebellar control of postural scaling and central set. *J Neurophysiol.* 1994;72(2):479-93.
20. Kwon HC, Jeong DH. A study of influence of asymmetrical weight-bearing on the LOS of Independent ambulatory hemiparetic. *KAUTPT.* 2002;7(2):1-19.
21. Keenan MA, Perry J, Jordan C. Factors affecting balance and ambulation following stroke. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;(182):165-71.
22. Turnbull GI, Charteris J, Wall JC. A comparison of the range of walking speeds between normal and hemiplegic subjects. *Scand J Rehabi Med.* 1995;27(3):175-82.
23. Henriksson M, Hirschfeld H. Physically active older adults display alterations in gait initiation. *Gait Posture.* 2005;21 (3):289-96.
24. Liebenson C. Spinal Stability Training: The Transverse Abdominus. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 1998;2(4):218-23
25. Johannsen L, Broetz D, Karnath HO. Leg orientation as a clinical sign for pusher syndrome. *BMC Neural.* 2006;6:30.
26. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role core stability in athletic function. *Sport Med.* 2006;36(3):189-98.
27. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(6):473-80.
28. Winters JM, Crago PE. *Biomechanics and neural control of posture and movement.* New York, Springer, 2000.
29. Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(9):1005-12.
30. Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke hemiparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(2): 261-7.
31. Kim HR, Kim YS. The effects of spinal stabilization exercise using gravity on patients with degenerative disc disease. *J Kor Soc Phys Ther.* 2008;20(1):23-31.
32. Kim JH, Hwang BY, Oh TY. Influence of trunk control using pelvic movement upon the foot pressure in patients with hemiplegia. *J Kor Soc Phys Ther.* 2007;19(5):11-9.
33. de Haart M, Geurts AC, Huidekoper SC et al. Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(6):886-95.
34. Hwang BY. The effect of the proprioceptive control and visual feedback for the limits of stability in patients with chronic hemiplegia. *J Kor Soc Phys Ther.* 2007;19(6):37-41.
35. Carr JH, Shepherd RB. *Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill.* Oxford, Butterworth-Heinemann, 2002.
36. Chen G, Patten C, Kothari DH et al. Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speed. *Gait Posture.* 2005;22(1):51-6.
37. Suzuki K, Imada G, Iwaya T et al. Determinants and predictors of the maximum walking speed during computer-assisted gait training in hemiparetic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(2):179-82.
38. Hwang BY. Effects of proprioceptive control on the balance in patients with chronic hemiplegia. *KAUTPT.* 2004;11(1): 69-74.