

다양한 지지면에서의 요부안정화운동이 만성편마비환자의 균형에 미치는 변화

임진용·김다연[‡]
대구대학교 물리치료학과

The Changes of Lumbar Stabilization Exercise on Balance with a Variety of Supporting Surface in Chronic Hemiplegia

Lim Jinyong, PT, Ph.D·Kim Dayeon, PT, MS[‡]
Dept. of Physical Therapy, Daegu University

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to demonstrate the effects of lumbar stabilization exercise on static and dynamic balance performance with unstable supporting surface and an even surface.

Methods : The subjects of this experimental study were 30 patients among hospitalized stroke patients. They were randomly divided into two groups: unstable supporting surface group(USS; n=15) and an even surface group(ES; n=15). The lumbar stabilization exercise program for patients in two groups went through 40 minute exercise sessions three times a week for 8 weeks. To analyze the effects of a variety of supporting surface, Functional reaching test(FRT), Berg's balance scale(BBS), and Overall stability index(static balance) were measured before and after the exercise. The paired t-test was used to compare mean differences between before and after exercise and the independent t-test was used to compare mean differences between groups.

Results : After 8 weeks exercise program, there were significant differences between before and after exercise in FRT, BBS, and static balance. But there were not significant differences in balance between two groups.

Conclusion : This study suggest that lumbar stabilization exercise on unstable supporting surface and an even surface can improve FRT, BBS, and a static balance.

Key Words : Balance, Lumbar stabilization exercise, Stroke

[‡]교신저자 :

김다연 splendid_dy@daum.net, 010-8800-6421

I. 서 론

뇌졸중은 뇌의 허혈성 또는 출혈성 손상으로 인해 뇌의 영역에 갑작스런 신경학적 결손이 야기되어, 손상된 뇌의 반대 측 신체의 운동마비, 감각, 지각, 언어 기능 등에 장애를 나타내는 대표적인 중추신경계 손상 질환이다(O'Sullivan & Schmitz, 2001). 뇌졸중 환자의 체간은 측방 굴곡되어 마비측이 오목해지는 C자형의 형태를 취하고 골반은 후방 경사되며 요부는 편평해지고 흉부는 과도하게 굴곡 되는 비대칭적인 자세가 된다(Ryerson & Levit, 1997). 이러한 자세로 인해 체간 조절이 어렵게 되고, 체간의 불안정성은 체간과 상·하지의 분리운동을 어렵게 하여 상지기능과 보행 장애의 원인이 되며 균형수행력이 감소되어 낙상의 위험도 높아져 독립적인 일상생활 동작에 장애를 주게 된다(Karatas 등, 2004).

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(Ikai 등, 2003).

뇌졸중 환자의 포괄적인 일상생활동작기능의 초기 예측인자로서 체간 조절의 평가와 치료는 매우 중요하다(Hsieh 등, 2002). 체간근은 인체의 모든 힘과 운동성이 발생하는 곳으로 우리가 몸을 움직일 때 마다 중심을 잡아주고 근골격 구조를 적절히 유지시켜 줌으로써 중요한 근육과 뼈들을 보호하는 역할을 한다(Brill & Couzen, 2002). 체간근의 활동은 중력에 대해 균형을 유지하여 자세를 조절하고 팔다리의 움직임을 준비하며, 팔다리의 원활한 사용을 바탕으로 하는 숙련된 작업 및 일상생활 동작과, 걷기와 달리기, 던지기 동작 등 다양한 활동에서도 기능을 극대화시키고 관절에 부하되는 체중부하를 최소화시키기 위한 필수 요소이다. 만약 체간근이 약하다면 효율적인 움직임을 하기 위해 충분한 힘을 발생시키지 못 할 것이며, 이는 손상을 유발하는 비효율적인 움직임들의 근본적인 원인이다(Hodges & Richardson, 1996).

이러한 체간근을 반복적으로 스트레칭하고 강화함으로써 척추의 움직임과 안정성을 극대화 하는 것이 요부 안정화 운동이다(Brill & Couzen, 2002). 요부 안정화 운동은 체간을 안정시키기 위해 복근과 다열근을 동시에 훈련시키는 운동으로 불안정한 자세유지 및 조절능력을 증진시키는데 효과적이다(McGill, 2001). 매트에서 실시하는 요부 안정화 운동은 정적인 상태에서 요추에 가해지는 외력이나 상·하지를 움직이는 동안 체간 근육들의 협응 작용과 상호 보완 작용을 적절하게 조절하는 것을 주요원리로 한다(김택연, 2005). Haynes(2004)는 다양한 불안정한 기구를 이용한 기구위에서의 여러 가지 자세에서의 요부 안정화 운동을 제시하였고, Akuthota와 Nadler(2004)는 다양한 자세에서의 요부강화운동들을 강조하였다. 이로써 동적 요부 안정화 운동이 가능하며 몸을 몸에 기댈 때 신체의 반사신경, 지각능력, 균형감각과 고유수용성 감각이 신체를 종합적으로 강화시킬 수 있는 장점이 있다(Mori, 2003)

대부분의 선행 연구에서는 주로 상·하지의 기능 회복과 보행훈련 및 인지 재활에 중점을 두고 있었다. 그러나 체간 조절 훈련은 무시되어 왔었고, 일부 요부 안정화 운동이 편마비 환자를 대상으로 균형능력 개선에 유용한 치료법으로 사용되고 있으나 대부분의 연구가 허리통증 환자를 대상으로 실시하였고, 그 효과를 입증할 만한 연구도 부족한 실정이었다.

최근연구에서는 뇌졸중환자의 체간 하부 안정화 운동이 근 활성도와 균형 및 보행에 미치는 영향(심현보, 2012), 만성 뇌졸중 환자의 복부 심부근 두께 및 폐 기능에 미치는 효과(최영철, 2013), 뇌졸중 환자의 요부 안정화 운동이 상지기능과 일상생활동작에 미치는 영향(안선용 등, 2009) 등 다양한 뇌졸중 환자의 체간 기능 증진을 위한 연구들이 수행되었다. 그러나 대부분이 일반매트와 짐볼 위에서의 운동이다. 본 연구는 에어매트를 이용한 불안정한 지지면 상태에서 요부 안정화 운동을 적용할 수 있도록 구성된 운동프로그램을 뇌졸중 환자에게 실시하여 균형능력의 변화를 알아보려고 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

연구대상자는 대구소재의 병원에서 물리치료를 받는 만성뇌졸중 환자 30명으로 본 연구의 목적과 방법에 대해 설명을 듣고 자발적인 동의를 얻은 후 참가하였다. 대상자의 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 뇌졸중으로 진단받고 마비측 사지의 운동장애가 있는 자.
- 2) 한국판약식 정신검사(Korean version of Mini-Mental state Examination - MMSE)점수가 24점 이상인 자.
- 3) 뇌졸중 발병 후 6개월 이상이면서, Brunnstrom이 분류한 편마비 환자 회복기에서 4등급 이상인 자.
- 4) 시각적인 문제가 없으며, 당뇨병과 같은 내과 질환과 정형 외과적 문제가 없으면서 의사소통이 가능한 자.

2. 연구방법

1) 실험 설계

뇌졸중 환자를 대상으로 2015.4.1. ~ 5.23까지 실시하였다. 대상자들은 무작위로 불안정한지지면 운동군과 편평한 지지면 운동군에 15명씩 배치되었다. 요부 안정화 운동을 매주 3회 8주를 실시하였고 준비운동 5분, 본 운동 30분, 정리운동 5분 총 40분으로 구성되었다. 프로그램 진행을 위해 환자를 보조할 수 있도록 교육 받은 4명의 물리치료학과 학생이 참여하였으며, 그룹형태로 운동치료를 실시하였다.

2) 측정 및 도구

요부 안정화 운동의 적용 전과 8주간의 운동 적용 후에 균형기능의 변화를 분석하기 위해 타당성과 신뢰도가 높다고 보고된 다음과 같은 검사를 실시하였다. 숙련된 2명의 물리치료학과 학생이 동일한 검사를 각각 측정하였으며, 낙상 등의 갑작스런 사고를 예방하기 위해서 교육을 받은 물리치료학과 학생 2명이 보조요원으로 참여하였다.

(1) 균형평가도구

가. 기능적 전방 팔 뻗기 검사

기능적 전방 팔 뻗기 검사(Functional reaching test: FRT)는 동적인 균형능력을 평가하는 방법이다. 편평한 마루에서 제자리 서 있기를 한 후 대상자는 다리를 어깨만큼 벌리고 편하게 선 상태로 팔꿈치를 펴고 비마비측 어깨를 90° 굴곡된 상태로 발목 관절만을 이용하여 최대한 앞으로 몸을 이동시켜 평행하게 뻗었을 때 가운데 손가락 끝까지의 거리를 측정하였다. 한번 연습 후 3회 반복 측정하여 평균값을 산출하였다. 이 때 대상자가 넘어지거나 균형을 잃기 전에 5초를 넘지 않게 보조해 주었다.

나. 버그 균형 척도

버그 균형 척도(Berg's Balance Scale; BBS)는 14개의 평가항목으로 앉기, 서기, 자세변화에서의 균형 정도를 측정하는 도구이다. 평가 점수는 최소 0점에서 최고 4점을 적용하여 14개 항목에 대한 총합은 56점으로 점수가 높을수록 균형 능력이 높다. 측정자 내 신뢰도와 측정자 간 신뢰도가 각각 $r=.99$, $r=.98$ 로써 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가지고 있다. 본 연구에서는 실험 전에 각 조건의 자세를 설명하고, 시범을 보인 후 측정하였다.

다. 정적 균형

균형수행력 평가를 위해 검사의 신뢰도와 타당도가 높다고 인정된 균형 측정 기구(Balance SD, BIODEX Medical System Ins, USA)를 사용하였다. 이 균형 측정 기구는 원형 발판 중간에 작은 축이 있어서 전, 후, 좌, 우 여러 방향으로 기울어질 수 있게 설계되어 있다. 원형발판위에 발판이 기울어지는 각도를 감지하는 감지기가 원형발판 전면에 부착되어 1° 기울어질 때 모니터에서 커서가 3.5mm의 비율로 이동하게 되며, 스크린상의 Q1, Q2, Q3, Q4의 각 부분의 지수총합이 균형지수가 된다. 이것은 균형지수가 높을수록 균형수행력이 낮은 것을 의미한다(그림 1).



그림 1. BIODEX Balance SD

(2) 불안정한 지지면을 제공하는 도구
 불안정한 지지면을 제공하기 위해 에어매트(Intex, USA)를 사용하였다(그림 2).



그림 2. air mat

(3) 요부 안정화 운동
 요부 안정화운동(Trunk stabilization exercise program)은 주로 사용되었던 방법을 기초하여 다음과 같은 방법으로 뇌졸중환자에게 적용 가능한 운동을 실시하였다(심현보, 2012). 8주간의 운동구성은 표 1과 같다. 본 연구에서는 불안정한 지지면을 만들기 위해 에어매트를 사용하였다. 운동을 하는 동안 보조가 필요한 환자들은 낙상을 예방 할 수 있도록 교육된 물리치료학과 학생들이 보조하였다. 편평한 지지면 운동군도 동일한 요부 안정화 운동 프로그램을 8주간 실시하였다.

표 1. Lumbar stabilization exercise program.

Week	Posture	Exersice contetns
1st ~ 8th Weeks	Supine	Drowing exercise
		Bridge exercise
		Trunk anterior flexion exercise
		Lateral flexion exercise
		Plank exercise
	Prone	Superman quadruped

3. 통계처리

수집된 데이터는 Windows SPSS version 20.0 통계프로그램을 사용하여 분석하였다. 치료 전과 치료 후의 균형기능을 비교하기 위해 대응 T-검정을 실시하여 분석하였고, 실험군과 대조군을 비교하기 위해 독립 T-검정을 실시하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참가한 만성뇌졸중 환자 30명의 일반적인 특성은 표 2와 같다.

2. 균형평가 결과

동적인 균형능력을 평가하기 위해 실시된 FRT검사와 BBS에서 운동 적용 전과 후에 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 또한 정적 균형능력을 평가하기 위해 실시된 총 균형지수 결과도 운동 적용 전과 후에 총 균형지수가 통계적으로 유의하게 감소되어 균형 능력이 증가되었다($p<.05$)(표 3). 하지만 일반 편평한 바닥에서 요부 안정화 운동을 실시한 군과 에어매트 위에서 요부 안정화 운동을 실시한 군에서는 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$)(표 4).

㉔ 2. Demographic Data of Study Subjects

(N=30)

Variable	Mean±SD
Gender(male/Female)	15(50%) / 15(50%)
Age	56.00±3.52
Height(cm)	162.37±8.54
Weight(kg)	61.70±9.85
Onset(month)	12.83±5.08
Effected side(L/R)	14(46%) / 16(54%)

㉔ 3. Comparisons of balance between before and after exercise

(N=30)

Group	Item	pre-test	post-test	t
Unstable surface group	FRT	13.20±1.65	15.30±1.80	-12.506*
	BBS	25.87±4.98	36.40±4.92	-24.731*
	Static Balance	17.87±1.72	10.40±1.92	17.149*
Even surface group	FRT	13.13±2.32	16.60±1.92	-12.506*
	BBS	28.20±4.79	39.13±5.01	-24.731*
	Static Balance	17.13±1.80	9.47±2.32	17.149*

M±SD *p<0.05

FRT: Functional Reach Test(cm)

BBS: Berg Balance Scale

Static Balance: Overall balance index(degree)

㉔ 4. Comparisons of balance between two groups

(N=30)

	Unstable group	Even group	t	p
pre FRT	13.20±1.65	13.13±2.32	0.900	.929
post FRT	15.30±1.80	16.60±1.92	-1.470	.153
pre BBS	25.87±4.98	28.20±4.79	-1.306	.202
post BBS	36.40±4.92	39.13±5.01	-1.506	.143
pre static balance	17.87±1.72	17.13±1.80	1.136	.265
post static balance	10.40±1.92	9.47±2.32	1.199	.933

M±SD *p<0.05

FRT: Functional Reach Test(cm)

BBS: Berg Balance Scale

Static Balance: Overall balance index(degree)

IV. 고 찰

본 연구는 일반 편평한 지지면과 에어매트를 이용한 불안정한 지지면에서의 요부 안정화 운동을 만성뇌졸중 환자에게 적용하여 정적균형능력과 동적균형능력 변화를 분석하였다.

체간근은 인체의 모든 힘과 운동성이 발생하는 곳으로 우리가 몸을 움직일때마다 중심을 잡아주고 근골격 구조를 적절히 유지시켜 줌으로써 중요한 근육관 뼈들을 보호하는 역할을 한다. 본 연구에서는 체간근을 강화하기 위한 프로그램을 만들었고 사용한 요부 안정화 운동은 배집어넣기(Drawing in exercise), 교각운동(Bridge exercise), 체간 전방굴곡운동(Trunk anterior flexion exercise), 외측 굴곡운동(lateral flexion exercise), 프랭클운동(plank exercise), 슈퍼맨 네발자세(Superman Quadrupe) 순으로 진행 하였다. 프로그램의 각 운동은 숙련된 물리치료학과 학생 2명이 보조를 하여 운동을 진행하였다.

교각운동과 복근운동이 뇌졸중 환자의 족저압과 균형 능력 향상에 미치는 영향을 알아보기 위해 27명의 편마비 환자를 대상으로 8주 동안 주 4회 실시한 임중수(2009)의 연구에서 균형능력측정을 위해 BPM을 측정 한 결과 동요면적, 동요거리, 최대 동요속도가 각각 감소하여 균형능력이 향상되었다고 보고되었다. 유명기간이 6개월 이상 경과된 만성뇌졸중 환자를 대상으로 실시한 4주간의 요부 안정화 운동이 자세조절과 상지기능 및 일상생활동작을 향상시켰다고 보고되었으며, 이는 전신 운동을 하는 동안 체간의 안정성 및 자세 조절에 중요한 역할을 하는 자세성 근육인 체간 하부의 근육이 운동에 의해 사지의 움직임이 원활히 일어날 수 있도록 안정성이 증진된 결과라고 한다(안선용, 2009).

요부 안정화 운동과 일반적 균형 운동이 만성 뇌졸중 환자의 체간 근력과 동적 균형감각에 미치는 효과를 알아보기 위해 7주 동안 운동을 실시한 김창영(2008)의 연구에서 체간 근력과 동적 균형 감각의 유의한 증진이 보고되었다. 김광수(2006)는 10명의 편마비 환자에게 코어프로그램을 12주 동안 실시한 후 동적 균형감각 검사인 기능적 팔 뻗기 검사에서 운동 전, 후 길이 향상에

있어 유의한 차이를 보고하였고, 김미선(2005)은 4명의 편마비 환자에게 체간 하부 안정화 운동을 4개월 동안 실시하여 상지의 능동적 움직임 정도와 속도의 증가를 보고하였다. 뇌졸중으로 인해 편마비 진단을 받은 대상자에게 6주간의 집중 요부 안정화운동을 적용한 후 일상활동 체력과 자세조절 능력에 미치는 영향을 분석한 결과 근지구력과 유연성의 증가와 자세유지능력의 증가가 보고되었다(최혜정과 정진옥, 2008). 4주간의 요부 안정화 운동을 적용한 후 뇌졸중 환자를 대상으로 TUG, BBS로 검사한 결과 정적, 동적 자세조절능력이 증진되었다고 한다(Kim & Hwang, 2009).

본 연구에서 요부 안정화 운동 적용 후 균형능력을 검사하기 위해서 BBS를 실시한 결과 유의하게 점수가 향상되어 균형능력이 향상되었으며, 이는 임중수(2009)의 연구결과와 일치한다.

동적 균형능력을 검사하기 위해 실시된 FRT에서 전방으로 뻗은 거리에서 요부 안정화 운동의 적용 전과 후에 유의한 길이 증가가 있었다. 이러한 결과는 요부 안정화 운동을 통한 요부-골반-고관절 복합체의 균형 증진으로 자세 정렬을 맞춰 신체 균형을 증진시켰기 때문이라고 여겨진다(Clark & Cummings, 2002).

본 연구에서 요부 안정화 운동이 정적 균형에 미치는 영향을 분석하기 위해 총 균형 지수(Overall Balance Index)를 측정한 결과 값이 유의하게 감소하여 정적 균형능력이 향상되었으며 이는 자세 동요(body sway)가 감소된 것을 의미한다. 이 결과는 임중수(2009), Kim과 Hwang(2009), 그리고 안선용(2009)의 결과와 일치하였다.

정적 기립자세를 유지하기 위해서는 전경골근, 비복근, 중둔근, 대퇴근막장근, 장요근, 복근, 척추기립근의 최소한의 능동적인 근수축이 필요하다(O'Sullivan & Schmitz, 2001). 그러나 이들 근육의 비대칭적인 약화가 있는 뇌졸중 환자의 자세 동요는 동일 연령대의 정상인보다 약 2배 정도 크다(Nichols, 1997). 본 연구에서 선 자세에서 자세동요를 측정한 정적 균형 능력검사에서 치료 전과 후에 유의한 향상의 결과는 요부 안정화 운동에 의해 강화된 체간근에 의한 것으로 사료된다.

편평한 지면 환경보다는 치료용 공 위와 같은 동적인 환경에서 중심안정성 운동을 수행하는 것은 고유수용기

를 자극하고 대뇌의 운동기관에 자극을 주어 균형감과 균형유지능력을 극대화시킨다(O'Sullivan 등, 1997). 이는 불안정한 지지면으로 부터의 상대적으로 정확하지 못한 고유감각과 체성감각의 정보의 입력으로 인한 불안정성의 증가에 따라 균형유지를 위한 안정성 확보를 위하여 근 활성도를 증가시키기 때문이다(이심철 등, 2010). 그러나 본 연구에서는 불안정한 지지면 운동군과 편평한 지지면 운동군 모두 치료 전과 후에는 균형증가를 보였으나, 두 군간에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 일반 대상자나 요통환자가 아니고, 만성뇌졸중환자이며, 운동기간과 시간이 8주간의 단기간 제공되었기 때문으로 사료되며, 또한 대상자의 체중에 따라 에어매트의 공기압 설정을 일정하게 제공하지 못한 부분도 작용했을 것으로 사료된다. 장기간의 운동기간 동안 적정공기압 설정 후 에어매트 위에서 운동을 했을 시 한 곳의 불안정한 지지면에서의 운동보다 몸의 흔들림이 더 커질 것이고, 이를 바로잡으려고 요부 안정화 근육들이 더 많이 활성화 될 것이고, 이는 균형유지능력에 영향을 미칠 것이다.

결과적으로 편평한 지지면과 불안정한 지지면에서의 운동 모두가 만성뇌졸중환자의 균형능력증진에 효과적인 치료방법이라 사료된다. 향후 보다 많은 대상자를 포함하여, 장기간의 운동프로그램을 적용하여 균형 뿐만 아니라 기능적 수행과 보행에 대한 연구가 필요할 것이다.

V. 결 론

편평한 지지면과 불안정한 지지면에서 요부 안정화 운동을 8주 동안 주 3회 40분씩 만성뇌졸중 환자 15명 씩에게 적용한 결과 정적균형능력 및 동적균형능력이 유의한 차이가 있었으나 편평한 지지면과 불안정한 지지면 사이에서의 유의한 차이는 없었다. 편평한 지지면과 불안정한 지지면에서의 운동 모두가 만성뇌졸중환자의 균형능력증진에 효과적인 치료방법이라 사료된다.

참고문헌

- 김광수(2006). 균형감각운동과 코어프로그램 복합운동이 편마비 환자의 동적 균형 감각에 미치는 영향. 고려대학교, 석사학위 논문.
- 김미선(2005). 체간하부 안정성 강화운동이 편마비 환자의 상지관절움직임에 미치는 영향. 용인대학교, 석사학위 논문.
- 김창영(2008). 체간안정화운동이 만성 뇌졸중 환자의 체간근력, 동적 균형감각 및 보행에 미치는 영향. 삼육대학교, 석사학위 논문.
- 김택연(2005). 슬링운동과 매트운동이 척추안정화에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 16(6), 273-280.
- 심현보(2012). 뇌졸중환자의 체간 하부 안정화 운동이 근활성도와 균형 및 보행에 미치는 영향. 가천대학교, 석사학위 논문.
- 안선용(2009). 뇌졸중 환자의 요부 안정화 운동이 상지 기능과 일상생활동작에 미치는 영향. 용인대학교, 석사학위 논문.
- 이심철, 김택훈, 신현석 등(2010). 중심 안정성 운동을 적용한 교각 운동시 지지면 불안정성이 체간 및 하지의 근 활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 17(1), 17-25.
- 임종수(2009). 뇌졸중 환자의 요부 안정화 운동이 족저압과 균형에 미치는 영향. 대구대학교, 석사학위 논문.
- 최영철(2013). 요부 안정화 운동이 만성 뇌졸중 환자의 복부 심부근 두께 및 폐기능에 미치는 효과. 용인대학교, 석사학위 논문.
- 최혜정, 정진욱(2008). 6주간의 집중 Core Stability Training이 뇌졸중 환자의 일생활동체력 및 자세조절 능력에 미치는 영향. 운동과학, 17(4), 505-514.
- Akuthota V, Nadler SF(2004). Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil, 85, 86-92.
- Brill PW, Couzen GS(2002). The core program: Fifteen Minutes a day that can change your life. 1st ed, New York, Bantam Books.
- Clark MA, Commings PD(2002). Treinamento de

- estabilizacao do "core" in: Ellenbecker TS, Reabilitação dos ligamentos do joelho. São Paulo: Manole, 475-493.
- Haynes W(2004). Core stability and the unstable platform device. *J Bodyw Mov Ther*, 8(2), 88-103.
- Hodges PW, Richardson CA(1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 21(20), 2640-2650.
- Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh IP, et al(2002). Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke*, 33(10), 2626-2630.
- Ikai T, Kamikubo T, Takehara I, et al(2003). Dynamic postural control in patients with hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil*, 82(6), 463-469.
- Karatas M, Cetin N, Bayramoglu M, et al(2004). Trunk muscle strength in relation to balance and function disability in unihemispheric stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*, 83(2), 81-87.
- Kim YD, Hwang BY(2009). The effect of core stability exercise on the ability of postural control in patients with hemiplegia. *Phys Ther Korean*, 16(4), 23-30.
- McGill SM(2001). Low-back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev*, 29(1), 26-31.
- Mori A(2003). Electromyographic activity of selected trunk muscles during stabilization exercise using a gym ball. *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 44(1), 57-64.
- Nichols DS(1997). Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther*, 77(5), 553-558.
- O'Sullivan PB, Phyty GDM, Twomey LT et al(1997). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, 22(24), 2959-2967.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ(2001). *Physical rehabilitation: Assessment and treatment*. 4th ed, Philadelphia, FA Davis.
- Ryerson S, Levit K(1997). *Functional movement reeducation*. 1st ed, New York, Churchill Livingstone.