

# 3D NEWTON 운동과 짐볼 운동이 요부 근력 및 근지구력에 미치는 영향

서현규, 김종우<sup>1)</sup>, 황병준<sup>2)</sup>

대구보건대학 물리치료과, 대구 박병원 물리치료실<sup>1)</sup>, 대구보건대학 물리치료과<sup>2)</sup>

## The Effect of 3D NEWTON Exercise on Lumbar Strength and Endurance

Hyon-kyu Seo, Jong-woo Kim<sup>1)</sup>, Byeong-jun Hwang<sup>2)</sup>

Dept. of Physical Therapy, Daegu Health College

Dept. of Physical Therapy, Daegu Park Hospital<sup>1)</sup>

Dept. of Physical Therapy, Daegu Health College<sup>2)</sup>

**Key Words:**  
3D NEWTON  
Exercise,  
Lumbar  
Strength,  
Lumbar  
Endurance

### ABSTRACT

**Background:** The purpose of this study was to verify the most effective spinal stabilization exercise program by comparing the activities of muscles contributing to spinal stabilization during 2 types of exercises using 3-D NEWTON and a Gym-ball. **Methods:** We divided sixteen healthy students to two groups in D city were recruited and each subjects performed two type of exercise. Exercise 1 was performed 3-D NEWTON spinal stabilization training during 4 weeks (n=8). Exercise 2 was performed special training program that use a Gym-ball during 4 weeks (n=8). **Results:** The group of 3-D NEWTON applying lumbar stabilization kinetic program was increased 18.8s after training. **Conclusions:** It was revealed the statically significant difference between 3-D NEWTON and Gym-ball lumbar stabilization exercise groups. Therefore it has been turned out that 3-D NEWTON and Gym-ball lumbar stabilization exercise has an effect on the abdominis and trunk muscle strengthening and balance.

## I. 서론

요통은 요추의 정상적인 정렬을 저해하는 자세, 운동 손상, 반복 손상 등과 과도한 체중, 복부 및 등배 근육의 긴장이나 약화와 갑작스런 과도한 힘의 사용 등의 이유로 통증을 일으킬 수 있다(구정완과 송영규, 2007; Adams 등, 2002). 요통의 증상으로는 지각이상, 하지로의 방사통, 휴식 또는 운동하는 기간 동안의 통증, 근력과 관절 운동범위의 저하, 좌우 양측의 비대칭을 들 수 있다(김선엽, 2001). 또한 요통은 활동량을 감소시키는데 이는 근력 약화와 척추 주변 근육의 단면적을 감소시켜 무용성 근위축을 일으키고, 더 나아가 지구력과 유연성을 감소시켜 허리의 운동범위에 제한을 준다고 보고하였다(Kiyoshi 등, 2001). 일상생활동작의 움직임의

주체가 되는 요부 근육은 다양한 자세를 유지하는데 필수적이기 때문에 요부근육의 적절한 근력과 지구력의 유지는 매우 중요하다. 그러나 잘못된 습관과 자세불균형으로 인한 요부의 문제가 있는 사람들은 부적절한 요부근육의 활성 형태를 보이고, 이로 인해 척추 불안정성과 조직 손상이 야기된다(Gill 등, 1988; Fass, 1996). 이는 척추 불안정성이 조직 상해 또는 요통 같은 질병을 유발하고 나아가 척추의 불안정성을 초래하는 악순환을 유발한다. 악순환의 고리를 끊기 위해 척추 안정화를 위한 많은 형태의 운동들에 대한 연구가 진행되고 있다(Luto 등, 1998).

요부 안정화 운동은 환자가 자세적으로 불안정 할 때 힘을 조절 하도록 하는 것과 척추가 부하에 가장 잘 적응할 수 있는 자세인 척추 중립자세를 유지하도록 의식적 또는 무의식적으로 움직임을 조절할 수 있는 능력을 의미하고(남형천 등, 2009), 척추주위 근육의 수축력과 장력은 정적자세와 움직임 시에 척추의 운동성

교신저자: 김종우(대구 박병원, haha567@hanmail.net)  
논문접수일: 2011.12.06, 논문수정일: 2011.12.16,  
개재확정일: 2011.12.22.

(mobility)과 안정성(stability)을 조화롭게 유지시켜준다 (양승훈, 2004). 하지만 O'Sullivan 등(2003)은 요통환자의 심부근육이 정상인에 비하여 약화되어 있고, 고유수용성 감각기능 저하에 의하여 재위치 감각(reposition sense) 능력이 결여되어 있기 때문에 척추의 안정성에 문제가 발생되면 요통 재발의 원인이 된다고 지적하고 있다.

요부근육 강화와 안정화 운동의 치료방법으로 최근 운동선수들에게 적용되는 방법인 짐볼(Gym-ball)운동은 동적 요부안정화운동의 하나로써 체간의 근력과 지구력, 균형과 유연성을 강화시킬 수 있으며 공을 몸에 기댈 때 신체의 반사신경, 지각능력, 균형감각과 고유수용성 감각을 종합적으로 강화시켜 요통을 감소시키는 것이 이 운동의 주요 원리이며(Mori, 2004), 유럽 등지에서 이미 널리 알려진 방법으로, 허리나 목의 통증을 치료, 예방의 재활 치료 도구로 사용되고 있으며, 이는 근력 및 관절 운동과 평형감각 훈련을 할 수 있으며 척추의 유연성과 안정성을 발달시킬 수 있다고 보고하고 있다(Mayer 등, 1985; Richardson 등, 2002; Jari 등, 1999). 동적, 정적 요부안정화운동(김종순, 2001), 척추안정화운동(박성광, 2004), 복횡근 강화운동(김선엽, 2003) 등을 이용하였으나 이와 같은 운동은 환자들이 쉽게 접근할 수 있다는 장점이 있는 반면 정확한 운동량, 적정 운동강도 제시 및 작용하는 근육의 세분화된 평가, 객관적인 운동 효과성 검증 등의 문제점 등이 제시되고 있다(Anders, 2005).

이와 같은 문제점을 개선하기 위해 최근에 개발된 3차원 운동장비는 관절이 고정된 상태에서 중력을 이용하여 다양한 수직적 각도와 수평적 각도로 기구 자체가 기울어지며, 약한 강도에서 점진적 근육 개별의 운동 부하를 증가시키기 때문에 척추 분절의 안정성을 높이는데 매우 효과적인 운동으로 제시된다(Anders, 2005). 따라서 본 연구는 3차원 척추 근력 운동 장비와 짐볼을 이용한 요부안정화 운동을 실시하여 두 그룹에 근력과 근지구력의 개선에서 어느 것이 더 효과적인지의 여부를 검증하는 것으로 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구에서는 총 16명의 D대학의 학생 중 요통을 경험한 적이 없고, 척추와 관련된 질환으로 병원을 내원한 적이 없는 일반학생들을 대상으로 무작위로 볼을 이용한 안정화 운동 그룹과 3-D NEWTON 운동 그룹으

로 나누어 실시하였다. 대상자의 특성은 다음과 같다 (Table 1).

**Table 1.** Physical characteristics of subjects

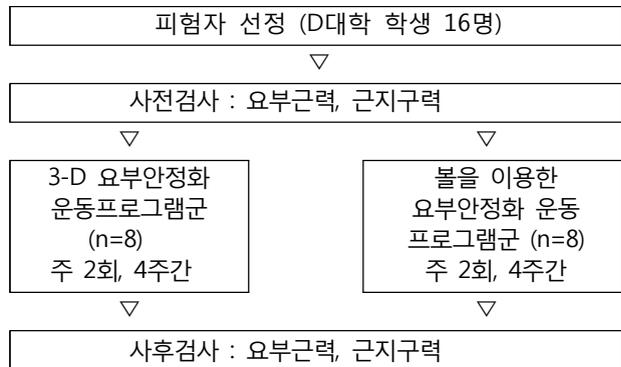
Variables	GBE	3DNE
Gender	Male=4	Male=4
	Female=4	Female=4
Age(yr)	26.88±4.16	7.00±2.62
Weight(kg)	59.75±12.61	63.25±12.96
Height(cm)	168.25±8.23	169.25±7.70

\*p<.05, GBE: Gymball Exercise, 3DNE: 3D NEWTON Exercise

### 2. 실험 설계

두 그룹 모두 4주간 주2회 25분 동안 운동을 실시하였으며, 준비운동 5분, 본 운동(짐볼 운동, 3-D NEWTON 운동) 15분, 정리운동 5분으로 이루어졌다. 측정은 운동전과 4주후 배근력계(Korea)와 3-D NEWTON(Korea)을 이용하여 요부근력과 근지구력을 측정하였고 운동과 측정 모두 숙련된 실험자의 지도에 의해 이루어졌다. 실험 연구 진행 과정은 다음과 같다 (Table 2).

**Table 2.** Physical characteristics of subjects



### 3. 운동 방법

#### 1) 짐볼 운동

복부근 강화운동은 팔꿈치 부위를 볼에 기대면서 양 다리는 어깨넓이로 벌려준다. 드로우 인(draw-in) 상태에서 약화-고리(weak-link) 전까지 무게중심을 앞으로 이동하면서 볼을 서서히 밀어준 다음 잠시 유지하고 다시 제자리로 돌아온다. 1회 운동 시 미는 시간 2초, 유지시간 6초, 당기는 시간 2초 총 10초간 실시하였고 각

세트 당 10회 3세트를 실시하였다. 운동 1회 실시 후 5초간 휴식을 하였고 세트 간에는 2분의 휴식 시간을 적용하였다(Fig 1).



Fig 1. Gymball exercise 1

배부근 강화 운동은 양발을 짐볼 위에 편안하게 올리고 뒤꿈치, 종아리도 짐볼에 닿게 올린 후 드로우 인 상태에서 약화-고리 전까지 천천히 복부를 들어올린다. 1회 운동 시 들어올리는 시간 2초, 유지시간 6초 내리는 시간 2초 총 10초간 실시하였고, 각 세트 당 10회 3세트를 실시하였다. 운동 1회 실시 후 5초간 휴식을 하였고 세트 간에는 2분의 휴식 시간을 적용하였다(Fig 2).

**2) D3 NEWTON 운동**

운동방법은 대상자가 차렷 자세를 유지한 상태로 골반과 대퇴를 고정한 후 손은 가슴에 얹고 동시에 턱도 chin-in)상태에서 드로우 인(draw-in)이 유지되게 하였다. 사전검사에서 3분을 유지할 수 있는 기울기 각도를 측정하여 3분 3세트를 실시하였고, 세트 간에는 2분간의 휴식시간을 적용하였다. 2주 후 무리 없이 운동이 가능하면 경사 각도를 10도 증가하여 운동을 실시하였다. 운동 시 센서화면을 켜놓은 상태로 대상자들이 센서화면을 보면서 자세를 유지할 수 있도록 하였다(Fig 3).



Fig 2. Gymball exercise 2



Fig 3. 3D NEWTON exercise

**4. 측정 도구**

**1) D3 NEWTON**

근지구력은 3D뉴턴으로 각 0도, 180도, 90도, -90도, 4가지의 기울기로 측정하였고, 대상자가 차렷 자세를 유지한 상태로 골반과 대퇴를 고정한 후, 손은 가슴에 얹고, 동시에 턱도 chin-in)상태에서 드로우 인이 유지되게 하였다. 오차를 줄이기 위해서 40도 기울기에 도달 할 때까지 센서 화면을 보여주고 40도 기울기에 도달하면 화면을 끄는 방식으로 실시하였다. 센서에 빨강색 불이 3회 들어올 때까지 시간을 측정하였으며, 각각의 각도에 따른 측정 후 휴식 시간은 2분으로 하였다(Fig 4).

**2) 근력검사기**

배근력은 측정기기에 올라서서 대상자에 맞게 길이를 조절한 후 두 손으로 손잡이를 잡고 팔꿈치를 편 상태에서 무릎을 굽혀서 다리의 힘을 사용하지 않도록 다리를 쭉 펴서 힘껏 당긴다. 복근력은 팔꿈치와 다리를 편 상태에서 뒤로 돌아서 두 손으로 바(bar)를 잡아 허리를 약간 젖히고 배에 힘으로 당긴다. 3번 측정하여 평균값으로 하였다(Fig 5).



Fig 4. Muscle endurance test



Fig 5. Muscle strength test

### 5. 용어 정리

- 1) 드로우 인(draw-in): 누운 자세에서 복부를 안쪽으로 끌어당기며 골반을 후방으로 기울게 유지한다.
- 2) 친-인(chin in): 누운 자세에서 턱을 복부쪽으로 당기면서 목을 굴곡한다.
- 3) 약화-고리(weak-link): 단순히 근육이 약해진 부분 이 아니라 근육이 작용하면서 떨림이 일어나는 지점을 말한다.

### 6. 자료 처리

본 연구에서 얻어진 자료는 윈도우용 SPSS/PC ver. 17.0 통계프로그램을 이용하여 그룹 내 실험 전, 후 평균 차이는 대응표본 t검정을, 그룹 간에는 독립표본 t검정 (independent t-test)로 처리하였으며, 그룹 내에서 운동 전·후에 대해서는 대응표본 t검정(paired t-test)로 처리 하였다. 통계적 검정을 위한 유의수준은  $p < .05$ 로 하였다.

## III. 결 과

### 1. 3D-뉴턴을 이용한 요부안정화운동의 근력 및 근지구력의 변화

3D-뉴턴을 이용한 요부 안정화 운동을 전후 복근력은  $34.19 \pm 14.02$ 에서  $36.06 \pm 14.38$ 로 배근력은  $33.75 \pm 11.73$ 에서  $35.44 \pm 11.47$ 로 유의하게 증가하였다( $p < .05$ ). 3D-뉴턴을 이용한 근지구력 측정에서는 0도에서 운동 전  $31.88 \pm 11.95$ 에서 운동 후  $50.25 \pm 26.33$ , 180도는 운동 전  $20.13 \pm 10.84$ 에서 운동 후  $32.25 \pm 15.55$ , 90도는 운동 전  $23.68 \pm 10.81$ 초에서 운동 후  $40.38 \pm 12.89$ 초, -90도는 운동 전  $24.5 \pm 8.30$ 초에서 운동 후  $41.88 \pm 10.88$ 초로 통계학적으로 유의하게 증가하였다( $p < .05$ )(Table 3).

Table 3. Group differences in measurements before and after.

Variables		Pre-test	Post-test	t	p
AMS (kg)	GE	$37.06 \pm 15.83$	$39.63 \pm 15.49$	3.27	.01
	3D	$34.19 \pm 14.02$	$36.06 \pm 14.38$	3.77	.01
	t		1.57		
	p		.08		
BEMS (kg)	GE	$39.50 \pm 18.01$	$41.44 \pm 17.84$	2.68	.03
	3D	$33.75 \pm 11.73$	$35.44 \pm 11.47$	2.48	.04
	t		1.56		
	p		.07		
0(s)	GE	$28.63 \pm 16.95$	$37.25 \pm 17.24$	3.31	.13
	3D	$31.88 \pm 11.95$	$50.25 \pm 26.33$	2.10	.02
	t		1.26		
	p		.12		
180(s)	GE	$24.25 \pm 12.89$	$32.50 \pm 12.36$	4.60	.00
	3D	$20.13 \pm 10.84$	$32.25 \pm 15.55$	3.57	.01
	t		.28		
	p		.48		
90(s)	GE	$21.88 \pm 4.39$	$25.75 \pm 3.41$	4.32	.00
	3D	$23.63 \pm 10.81$	$40.38 \pm 12.89$	8.20	.00
	t		1.65		
	p		.07		
Reverse 90(s)	GE	$23.63 \pm 6.84$	$27.75 \pm 6.23$	4.00	.01
	3D	$24.50 \pm 8.30$	$41.88 \pm 10.88$	6.42	.00
	t		1.11		
	p		.14		

GE: Gym ball exercise, AMS: abdominal muscle strength, BEMS: back extensor muscle strength

### 2. 짐볼을 이용한 요부안정화운동의 근력 및 근지구력의 변화

볼을 이용한 요부안정화 운동 프로그램을 적용한 집단의 운동 전후의 복근력은 훈련 전  $37.06 \pm 15.83$ 에서  $39.63 \pm 15.49$ 로 배근력은  $39.50 \pm 18.01$ 에서  $41.44 \pm 17.84$ 로 유의하게 증가하였다( $p < .05$ ). D-뉴턴을 이용한 근지구력 측정에서는 0도에서 운동 전  $28.63 \pm 16.95$ 에서 운동 후  $37.25 \pm 17.24$ 초로 통계학적으로 유의한 증가하지 않았다. 180도는 운동 전  $24.25 \pm 12.89$ 에서 운동 후  $32.50 \pm 12.36$ , 90도는 운동 전  $21.88 \pm 4.39$ 에서 운동 후  $25.75 \pm 3.41$ , -90도는 운동 전  $23.63 \pm 6.84$ 에서 운동 후  $27.75 \pm 6.23$ 초로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ( $p < .05$ )(Table 3).

### 3. 요부 안정화 운동 후 그룹간 차이 변화

3D-뉴턴과 짐볼을 이용한 요부안정화운동 후 그룹간의 차이의 변화를 보면, 두 그룹 간에 복근력과 배근력, 근지구력의 4개(0도, 180도, 90도, -90도) 검사각도 모두

에서 그룹 간에 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다 (Table 3).

#### IV. 고 찰

요부 안정화(stabilization)의 정의는 사람이 의식적 또는 무의식적으로 관절에서의 큰 또는 미세한 움직임 조절할 수 있는 능력으로(Magee, 1999), 안정화운동의 목적은 근육과 움직임 조절 능력을 회복시키는 것으로 최근에는 요통환자의 치료에 필수적인 접근 방법이 되었다(Handa 등, 2000). 몸통근육은 일상생활 중에서 다양한 자세를 유지시켜주는데 필수적이기 때문에 몸통 근육의 적절한 근력과 근지구력의 유지가 매우 중요하다. 요부의 안정화를 위한 운동으로는 복부 근육을 강화시키는 윗몸 일으키기(curl up) 운동과 요부 신전근을 강화하는 운동이 있다. 윗몸일으키기 운동은 정적이고 요부의 안정화에 기여하는 내복사근과 외복사근보다는 복직근 강화에만 초점이 맞추어져 실질적인 요부 안정화에는 기여하지 못한다(Vera-Garcia 등, 2000). 또한 요부 신전근 강화 운동은 척추 주위근의 활성도는 증가하나 척추에 가해지는 압력(compression loading)이 증가해 조직을 손상시켜 통증을 유발하거나 증상을 악화 시킬 수 있다(Nachemson과 Linch, 1969).

짐볼 운동은 가정에서도 쉽게 접근할 수 있고 남녀노소 누구나 장소를 불문하고 안전하면서도 흥미롭게 운동할 수 있는 장점도 있고 자세교정, 근력강화 등 건강증진에도 그 주안점을 두고 있다. 짐볼 운동은 특히, 평소에 잘 쓰이지 않으면서도 안정성 유지를 위해 필요로 하는 작은 근육들까지도 반사적으로 빠르게 움직여야 균형을 유지할 수 있다(이희숙, 2006).

본 연구에서는 짐볼을 이용한 안정화 운동을 하였다. 박승균 등(2007)은 요통환자에게 스위스 볼 운동이 요부 상부 근활성도와 신전 근력 향상에 도움을 준다고 하였고, 조혜영 등(2006)의 연구에서는 고정된 지면과 치료용 볼 위에서의 안정화 운동 시 치료용 볼 위에서 높은 근활성도와 협응수축의 증가를 보고하였는데, 이는 불안정한 지지면에서의 운동은 고유수용기를 활성화시켜 안정성을 증진시킨다고 하였다. 3차원 운동기구(360도 모든 방향의 위치 변환을 유도하여 평상시에 느끼지 못한 코어안정화를 위한 심부 근육들을 인지시켜 고유수용성 감각기(신경근)의 촉진과 척추의 재활을 도와주는 신 개념의 최첨단 장비로 소개되고 있고 31명을 대상으로 한 연구에서 다열근과 내외복사근의 협력수축과 다열근의 근활성도 증가를 보고하였다(Anders, 2005).

본 연구에서는 3D-Newton을 이용한 운동그룹에서 복

근력, 배근력이 운동전후 유의한 근력 증가를 나타내었고 요부안정성도 모든 각도에서 유의하게 증가하였다. 3차원 운동 장비인 3D뉴턴과 유사한 CENTAUR®를 이용한 김성호와 김명준(2006)의 연구에서 8주 동안 요부 안정화 운동을 한 후 요부 안정화 근육의 근력변화는 8개(0도, 45도, -45도, 90도, -90도, 135도, -135도, 180도) 검사각도 모두에서 유의한 근력의 증가를 보고하였다. 3D뉴턴 운동에서도 검사각도(0도, 180도, 90도, -90도) 모두에서 근력이 증가한 것으로 나타났으며, 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 이동규와 이상용(2006)의 요통환자를 대상으로 한 연구에서는 Medx 장비와 슬링을 이용한 안정화 운동의 비교 연구에서도 두 그룹 모두 근력은 증가하였으나 그룹간의 차이는 없다고 보고하였고, 김종우(2009)의 일반 성인을 대상으로 한 연구에서도 슬링과 짐볼을 이용한 안정화 운동과 Medx를 이용한 운동의 비교 연구에서도 두 그룹 모두 근력이 증가하였으나 그룹간의 차이는 없다고 보고하였다.

3D 뉴턴 같은 3차원 운동장비는 중력을 이용하여 다양한 수직적 각도와 수평적 각도에서 척추 분절의 안정성을 높이는데 매우 효과적인 운동이지만(Anders, 2005), 안정화 운동은 특정 강도 보다는 약화-고리(weak link) 범위 내에서 중립자세를 유지하는 것이 가장 효과적인 방법이기(김선엽, 1998) 때문에 볼을 이용한 안정화운동과 3D 뉴턴을 이용한 안정화운동에 차이가 없는 것으로 사료된다. 또한 4주간의 연구기간은 운동 단위의 동원은 증가되나 근비대로 인한 근력증가를 보기에는 짧은 시기이므로(위승두 등, 2002), 추후 좀 더 장기적인 연구기간 필요할 것이라고 생각된다.

#### V. 결 론

본 연구는 D대학에 재학 중인 16명의 학생들을 대상으로 무작위로 두 그룹을 나누어 3D 뉴턴을 이용한 안정화운동과 짐볼을 이용한 안정화 운동을 4주 동안 주 2회 25분간 운동을 실시하여 근력과 근지구력의 변화를 알아본 결과 다음과 같은 결론을 내렸다.

1. 복근력과 배근력의 변화는 3D 뉴턴과 짐볼을 이용한 안정화운동 모두 통계적으로 유의하게 근력이 증가하였다( $p < .05$ ).
2. 3D 뉴턴을 이용한 근지구력의 변화는 안정화운동은 4개 검사각도(0도, 180도, 90도, -90도) 모두에서 근지구력이 유의하게 증가한 것으로 나타났고( $p < .05$ ). 볼을 이용한 안정화운동은 0도를 제외한 3개 검사각도(180도, 90도, -90도) 근지구력이 유의하게 증가하

였다( $p < .05$ ).

3. 두 그룹간의 비교에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

결론적으로 3D뉴턴과 짐볼을 이용한 안정화운동 모두 근력과 지구력에 효과적이거나 두 운동간에 효과의 차이는 없었다.

### 참고문헌

구정완, 송영규. 요통 운동. 산업보건. 대한산업보건협회. 2007;72-76.

김선엽. 요통의 요골반부 안정화 접근법. 대한정형물리치료학회지. 1998;4(1):7-20.

김선엽, 요통 환자와 정상인의 양하지 체중지지 차이 비교. 한국전문물리치료학회지. 2001;8(1):1-8.

김선엽, 백인협. 복횡근 강화운동이 체간 신전-굴곡시 척추 분절 운동에 미치는 영향, 한국전문물리치료학회지. 2003;10(1):67-76.

김성호, 김명준. 3차원 척추 안정화 운동이 퇴행성 변성 디스크 환자의 통증과 척추 안정화 근력에 미치는 효과, 대한물리치료사학회지. 2006;13(1):29-38.

김종순. 동적요부안정화 운동치료법이 요통환자에 미치는 영향. 대구대학교 재활보건대학원, 석사학위논문. 2001.

김종우. 요부근 강화 운동유형이 요부 및 상·하지 근 기능에 미치는 영향. 계명대학교 체육대학원, 박사학위논문. 2009.

남영천, 장정훈, 임경일. 요통환자에게 슬링 요부안정화 운동이 통증과 균형능력에 미치는 영향. 대한스포츠물리치료학회. 2009;5(1):37-48.

박성광. 척추안정화운동이 만성요통환자의 요부신전근력 변화에 미치는 영향. 고려대학교 의용과학대학원, 석사학위논문. 2004.

박승균, 이정필, 천성용 등. GymBall 운동이 만성요통환자의 요부근활성도 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2007;18(2):757-766.

위승두, 안의수, 남상남 등. 운동생리학. 대한미디어, 2002.

이동규, 이상용. 8주간의 복합운동 운동과 Sling 운동이 요추추간판수술 환자의 체간근육의 근력에 미치는 영향. 대한정형도수치료학회지, 2006;12(1):1-8.

이희숙. 짐볼 운동프로그램이 여성노인의 건강 체력과 삶의 질 향상에 미치는 영향. 대구대학교 대학원,

체육학 석사학위논문. 2006.

양승훈, 요부안정화 운동이 요통환자의 요추부 기능 개선에 미치는 영향. 용인대학교 재활보건과학대학원, 석사학위논문. 2004.

조혜영, 송병호, 김용선. 치료용 볼과 고정된 지면에서의 중심안정성 운동에 따른 요통환자 요부근육의 근활성도 비교. 한국스포츠리서치. 2006;17(6):631-642.

Adams M, Bogduk N, Burton K, et al. The Biomechanics of Back Pain. Toronto: Churchill Livingstone. 2002.

Anders GB. Activation Characteristic of Trunk Muscle During Whole Body Tilt with Unsupported Trunk. Institute for Pathophysiology and Pathobiochemistry. Motor Research Group Frisdrich-Schiller-University. 2005.

Jari PA, Arokoski MD, Markku K, et al. Back and hip extensor muscle function during the therapeutic exercise. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(7):842-850.

Fass A. Exercise : Which one are worth trying for which patients, and when? Spine. 1996;21(24):2874-2878.

Handa N, Tani T, Kawakami T. The effect of trunk muscle exercise in patients over 40 years of age with chronic low back pain. J Orthop Sci. 1999;5(3):210-216.

Gill K, Krag MH, Johnson GB, et al. Repeatability of four clinical methods for assessment of lumbar spinal motion. Spine. 1988;13(1):50-53.

Kiyoshi Y, Yasumasa S, Yoshihiti N, et al. Histochemical changes in the multifidus muscle in patient with lumbar intervertebral disk herniation spine. 2001;10(10):921-927.

Luto S, Alto H, Tamiela S, et al. one footed and externally disturbed two footed posture control in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. Spine. 1998;28(19):2081-2089.

Mayer TG, Smith SS, Keeley, et al Quantification of lumbar function. Part 2: Sagittal plane trunk strength in chronic low-back pain patients. Spine. 1985;10(8):765-772.

Magee D J. Instability and Stabilization, Theory and Treatment. 2nd. Seminar Workbook. 1999.

Mori A. Electromyographic activity of selected trunk

- muscle during stabilization exercise using a gym ball. *Electromyography Clin Neurophysiol.* 2004;44(1):57-64.
- Nachemson A, Linch M. Measurement, of abdominal and back muscle strength with and without low back pain. *Scand J Rehabi Med.* 1969;1(2):60-63.
- O'Sullivan PB, Bumett A, Floyd AN, et al. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine (Phila PA 1976).* 2003;28(10):1074-1079.
- Richardson C, Jull G, Hodes P, et al. *Therapeutic Exercises for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain*, London. Churchill Livingstone. 2002.
- Vera-Carcia F, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Phys Ther.* 2000;80:564-569.