

Research Article

Open Access

단기간의 요부안정화 운동이 만성요통환자의 근력과 자세균형에 미치는 영향

조성학 · 김진희[†] · 최문희
부산가톨릭대학교 대학원 물리치료학과

The Effect of Short-term Lumbar Stabilization Exercise for Lumbar Muscle Strength and Postural Balance on Chronic LBP

Sung-Hak Cho, PT, MS, Jin-Hee Kim, PT, MS[†], Mun-Hee Choi, PT, MS
Department of Physical Therapy, Graduate school, Catholic University of Pusan

Received: February 28, 2013 / Revised: May 25, 2013 / Accepted: June 8, 2013
© 2013 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to investigate the effect of short-term lumbar stabilization exercise to patients suffering from chronic low back pain (CLBP) on the strength of their lumbar flexor and extensor and the postural balance of them and to suggest effective treatment duration for them.

METHODS: Study subjects were 20 patients with CLBP who's been reported the pain for more than 12 weeks. For these subjects, muscle strength of both extensor and flexor of lumbar and the balancing ability were measured before and after the intervention. Lumbar stabilization exercise was composed of matt, ball and sling exercise. The intervention was applied for total 12 sessions for 4 weeks (3 times a week) and each session was for 40 minutes.

RESULT: For muscle strength of both extensor and flexor of lumbar, there was significant differences after the application of lumbar stabilization exercise ($p < .05$). For balancing ability, stabilization shows significant differences

in all of the positions except PC (eyes closed on pillows) ($p < .05$). Distribution of weight shows no significant differences but it was generally distributed within normal range after the exercise and Fall index shows significant differences between before and after the exercise ($p < .05$).

CONCLUSION: These results could have positive effect on deciding different periods of therapeutic intervention.

Key Words: Chronic low back pain, Short-term, Lumbar stabilization, Strength, Postural balance

I. 서론

요통으로 인해 야기되는 문제는 크다. 인간의 약 80% 이상이 일생을 통해서 적어도 한번 이상은 요통을 겪게 되며 (Natvig와 Picavet, 2002; Wheeler, 1995), 통계청 자료에 따르면 국내 취업인구 중 86.2%가 경험한 적이 있을 정도로 발생율이 높은 만성질환이기도 하다 (Statistics Korea, 2011). 우리나라에서 인구 100명당 요통으로 인한 활동 제한 일수는 남자의 경우 81.5일, 여자

[†]Corresponding Author : haebaejj@naver.com

의 경우 129.7일로 보고되었으며, 이로 인한 경제적 손실액은 3,602억원으로 국내 총생산의 0.07%에 달하는 것으로 보고되었다(Ministry of Health and Welfare, 2002).

요통을 일으키는 원인에는 수많은 요인이 있지만, 이중에서도 요추부의 불안정성은 다른 여타의 것보다 더 중요한 원인인자로 여겨지고 있다(Wallden, 2009). 대부분의 척추 기능부전은 유연성이 부족한 분절에서 보다는 특정한 분절에서 상대적 유연성이 과도하기 때문에 일어나며, 어떤 분절의 유연성 감소는 가장 유연한 분절에 보상운동을 발생시키는데 기여한다(Sahrmann, 2002). 이로 인한 요통을 방지하고 경감시키는데 중요한 요점은 척추와 골반을 최적 정렬로 안정화시킬 수 있는 체간 근육을 갖는 것이다(Panjabi, 2003).

최근에는 요통의 접근에 있어 통증 완화 위주의 보존적인 물리치료 방법을 벗어난 직접적으로 요부 주위 근육의 훈련을 통한 치료법이 주목을 받고 있다. 특히 요부 안정화(Lumbar stabilization)와 요통과의 관련성은 그 중요성이 과학적으로 입증되었으며(França 등, 2010), 최근에는 다른 그 어떤 운동법보다 요통에 대한 가장 과학적인 치료적 운동법으로 받아들여지고 있는 분야이다. 그 중에서도 볼과 슬링 등을 이용한 불안정한 면에서 닫힌 사슬 운동방법의 요부 안정화 운동이 가장 각광을 받고 있다(Kim 등, 2008; Yu 등, 2011; Lee, 2008; Akuthota와 Nadler, 2004; Saliba 등, 2010).

요통 환자의 치료에 있어 근력의 강화만큼 중요한 점은 자세균형의 유지이다. 요통환자는 정상인에 비해 심부근육이 약하고 불균형적일 뿐 아니라, 고유수용성 감각도 감소되어 있기에 이것이 다시 척추의 안정성을 저해시키고, 이는 다시 요통의 재발을 야기시키기 때문이다(O'Sullivan 등, 2003). Alexander와 Lapier(1998)는 요통환자가 정상인보다 균형이 저하되어 있어 균형을 개선시킬 수 있는 프로그램이 추가되어야 한다고 보고하였다.

그러나 이제까지의 연구들을 보면 만성요통환자의 균형능력에만 초점을 맞추거나 근력에만 초점을 맞춘 논문들이 대부분이었으며, 근력과 자세균형의 변화를 확인한 연구들은 그 중재기간이 12주에서부터 6주까지

의 기간을 적용하여 그 증가치를 확인하였다. 그러나 비교적 짧은 기간인 4주를 적용하여 그 관련성을 입증한 결과는 찾기는 어려웠다. 물론 장기간의 안정화 운동이 단기간의 운동보다 효과가 있겠으나, 사실상 요통 환자에게 치료접근법으로 오랜 기간의 안정화 운동을 요구하는 것은 오히려 그 선택을 주저하게 하는 요인이 될 수도 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 만성요통환자에게 타 운동에 비해 이미 효용성이 검증된 요부안정화 운동을 이전 연구보다 비교적 단기인 4주간의 중재기간을 선택하여 그 유의성을 확인하려 하였다. 본 연구의 목적은 수술적 치료가 필요하지 않은 만성요통 환자들을 대상으로 비교적 짧은 기간인 주 3회씩 4주간의 매트와 볼, 슬링을 이용한 요부안정화 운동을 실시하여 요부골곡근, 신전근의 근력과 신체균형에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 부산에 소재한 J병원에 내원한 12주 이상의 요통을 호소한 만성요통 환자 20명을 대상으로 실시하였다. 참여자들은 만 30세 이상의 여성 환자로서 본 연구의 과정에 대한 충분한 설명을 듣고 참가에 동의하였으며, 척추 분리증이나 척추 전방전위증으로 인한 요통환자, 임신한 자, 신경학적으로 감각이상이나 근육 마비가 있는 자, 정신적인 문제나 이해력이 부족하여 운동수행 능력이 어려운 자는 연구에서 제외하였다.

2. 측정도구와 방법

요부 골곡근과 신전근의 근력 측정에는 M3(Schnell, Germany)를 사용하였고, 자세균형 측정에는 Tetrax(Sunlight, Israel)를 사용하였다.

1) 근력측정

근력측정은 M3 장비를 사용하였다. M3는 근육의

등척성 및 최대 수축력까지 측정할 수 있는 장비로서 피험자는 M3에 앉아 다리와 골반을 고정한 채 순수하게 요부 신전근과 굴곡근만을 사용하여 5초간 최대 등척성 근력을 측정하였다. 1회 테스트 시 각각 3회씩 측정이 이루어졌고 그 평균값을 사용하였다. 각 측정간 1분의 휴식시간을 제공하였고, 요부 신전근(Fig. 1)과 굴곡근(Fig. 2) 각각 별도로 측정하였다. 테스트는 실험 전, 후 총 2회를 실시하였다.



Fig 1. Lumbar extensor test(M3)



Fig 2. Lumbar flexor test(M3)

2) 자세균형측정

자세균형측정에는 Tetrax를 사용하였다. Tetrax는 독립적인 4개의 지면반력 장치인 힘판(force plate)으로 4영역 측정 방식을 채택하여 정확한 진단을 할 수 있는

장비로서, 좌우 전족부와 후족부의 체중변화로 자세의 흔들림을 측정하기 때문에 다양한 자세 변인을 측정할 수 있으며, 최근에는 국내에서도 Tetrax를 이용한 균형 능력 평가 연구가 활발히 이루어지고 있다(Kim, 2010; Choi, 2011). 자세 변인들로는 안정성 지수(stability index, ST), 체중 분배 지수(weight distribution index, WDI), 낙상 지수(fall index, FI)를 측정하였다. 안정성 지수는 4개의 힘판에서 자세의 흔들림을 수치화 한 것으로 그 값이 높을수록 불안정성이 큰 것을 의미한다. 체중 분배 지수는 4개의 힘판에 각각 분배되어지는 체중의 분배 정도를 나타내는 것으로서, 정상치는 4에서 6이다. 체중 분배 지수가 높을수록 병적인 상태를 의미한다. 낙상 지수는 안정성 지수, 체중분배, 그리고 다른 변수들을 이용하여 분석하여 낙상의 위험 정도를 양적으로 표현한 것으로서 그 수치가 높을수록 낙상 위험도가 높음을 나타낸다(Kohen-Raz, 1991). 균형평가는 외부 자극이 적은 곳에서 총 8개의 자세에서 검사를 시행하였으며, 각각의 자세에서 검사 시간은 각기 32초이다. 검사 중에는 움직임을 최대한 제한하도록 하고, 자세를 잡는 초기 안정화 시기의 자료를 포함시키지 않기 위해 10초 동안 자세의 안정화 여부를 확인하고 검사를 시작하였다. 테스트는 실험 전, 후 총 2회를 실시하였다 (Fig. 3).



Fig 3. Postural test(Tetrax)

3. 운동 방법

만성요통환자에게 적용될 안정화운동 프로그램으로는 Koumantakis 등(2005)이 적용한 방법을 기준으로 난이도를 수정한 매트 위에서의 안정화운동 방법 네 가지, Marshall과 Murphy(2005)이 적용한 방법의 난이도를 수정한 볼을 이용한 안정화운동 방법 5가지, Neurac(2007) 매뉴얼에 소개된 Sling을 이용한 안정화운동 방법 5가지를 교대로 적용하였다. 1회에 40분씩, 주 3회 4주간 총 12회의 운동방법을 적용하였다. 안정화운동의 방법으로는 우선적으로 관절에서 크고 미세한 움직임을 조절하여 요천추의 중립자세를 찾는 요령을 익히게 한 다음, 숙달이 되었다고 판단이 되면 점진적으로 매트에서부터 볼을 이용한 방법, Sling을 이용한 방법의 순으로 진행하였다. 모든 운동은 안정화자세에서 회당 10초간 유지, 5회 1세트로 구성하여 각기 5세트를 실행하였다. 별도로 운동 전, 후로 각 5분씩 가벼운 몸 풀기와 스트레칭을 적용하였다.

1) Matt exercise

매트 위에서 안정화 운동을 실시하였다. 네발기기

자세에서 배꼽 끌어당기기, 매트 위에서의 교각자세, 네발기기 자세에서 자세를 유지 한 채 한 다리 들기, 네발기기 자세에서 한 다리 들고 한팔 들기 등의 네 가지 동작들이 적용되었다.

2) 볼을 이용한 방법

볼을 이용하여 불안정성을 증가시켰으며 자세는 볼에서 앉은 자세 유지하기, 한 발씩 교대로 들기, 두 발 들고 자세 유지하기, 볼에서의 바로 누운 자세와 옆드린 자세의 허리 교각운동 등의 다섯 가지 동작들이 적용되었다.

3) sling을 이용한 방법

가장 불안정성이 큰 슬링을 이용하여 바로 누운 자세에서 허리의 중립자세를 유지하는 교각운동, 옆드려 누운 자세에서의 교각운동, 옆으로 누운 자세에서의 교각운동, 서서 혹은 무릎을 꿇고 요부 세팅 등의 다섯 가지 동작들을 적용하였으며, 환자의 상태에 따라 슬링 현수점, 탄력밴드 적용 등의 변화를 주어 안정화 운동을 실시할 수 있도록 하였다(Fig. 4).

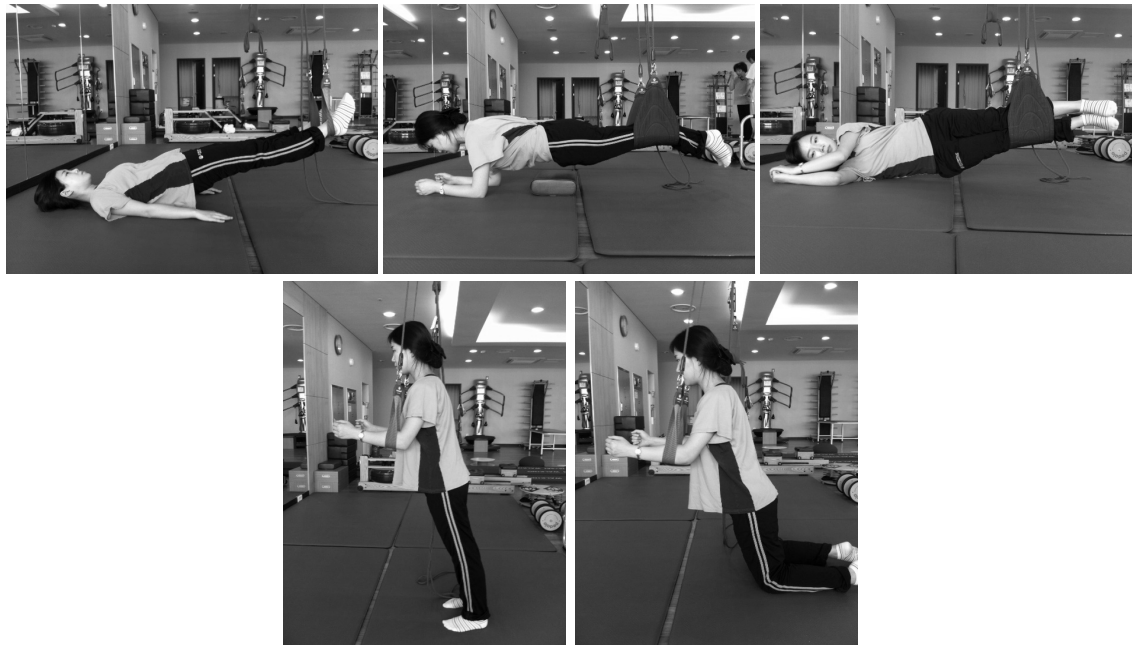


Fig 4. Sling exercises

4. 자료 분석

자료 분석은 SPSS 18.0 for window를 이용하여 연구 대상자의 운동 전후 근력과 자세균형을 비교하기 위하여 대응 T검정(paired t-test)을 실시하였다. 모든 분석에 있어서 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자들의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. 대상자는 총 20명으로 평균연령은 47.60세, 신장은 158.80cm, 체중은 60.85kg이었다.

Table 1. General characteristics of subjects (N=20)

age(yr)	height(cm)	weight(kg)
47.60±11.72	158.80±5.41	60.85±10.00

2. 요부 근력의 변화

1) 안정화 운동 전·후 요부 굴곡근력의 변화

운동 전, 후의 굴곡근력을 비교한 결과 운동 후의 근력이 28.18±11.59에서 44.50±16.20으로 유의하게 증가한 것을 확인할 수 있었다(p<.05)(Table 2).

Table 2. Comparison of lumbar flexor and extensor (N=20)

	pre	post	p
Flexion Strength (Nm)	28.18±11.59	44.50±16.20	.000*
Extension Strength (Nm)	45.38±19.55	60.02±19.71	.003*

2) 안정화 운동 전·후 요부 신전근력의 변화

운동 전, 후의 신전근력을 비교한 결과 운동 후의 근력이 45.38±19.55에서 60.02±19.71로 유의하게 증가한 것을 확인할 수 있었다(p<.05)(Table 2).

3. 자세균형 요인의 변화

1) 안정성 지수

운동 전, 후 안정성 지수는 눈을 뜨고 바로 선 상태인 NO(normal position with eyes open), 눈을 감고 바로 선 상태인 NC(normal position with eyes closed), 눈을 뜨고 필로우 위에 올라선 상태인 PO(eyes open on pillows), 눈을 감고 머리를 오른쪽으로 회전한 상태인 HR(head turned right and eyes closed), 눈을 감고 머리를 왼쪽으로 회전한 상태인 HL(head turned left and eyes closed), 눈을 감고 머리를 30° 뒤로 젖힌 상태인 HB(eyes closed with

Table 3. Comparison of postural Stability Index and Weight Distribution Index (N=20)

Position	Stability Index		p	Weight Distribution Index		p
	pre	post		pre	post	
NO	15.88±2.37	14.19±2.13*	.012*	6.42±2.25	5.59±2.02	.058
NC	23.11±6.17	20.73±4.85*	.014*	5.97±2.02	5.50±1.76	.384
PO	20.53±4.18	17.84±4.37*	.040*	5.83±2.65	5.62±1.79	.685
PC	31.16±7.52	28.05±7.02	.058	4.29±1.59	4.48±1.06	.649
HR	21.51±5.28	19.14±5.67*	.002*	6.03±2.24	5.19±1.63	.097
HL	23.94±7.36	19.69±5.03*	.002*	5.65±2.47	5.01±1.87	.363
HB	25.62±8.16	22.19±5.84*	.009*	5.46±2.68	5.09±1.94	.620
HF	26.42±8.28	22.49±4.90*	.012*	6.34±2.05	5.63±2.30	.260

*: p<.05

NO: normal position with eyes open, NC: normal position with eyes closed, PO: eyes open on pillows, PC: eyes closed on pillows, HR: head turned right and eyes closed, HL: head turned left and eyes closed, HB: eyes closed with raising head backward by 30 degree, HF: eyes closed with head forward about 30 degree

raising head backward by 30 degree), 눈을 감고 머리를 30° 앞으로 숙인 상태인 HF(eyes closed with head forward about 30 degree)의 7가지 자세에서 감소를 나타내 안정성 지수의 유의한 차이를 확인할 수 있었다($p < .05$). 다만 눈을 감고 필로우 위에 선 상태인 PC(eyes closed on pillows) 자세에서는 유의한 차이를 확인할 수 없었다($p > .05$)(Table 3).

2) 체중분배 지수

운동 전, 후 체중분배 지수는 유의한 차이는 확인할 수 없었으나, 운동 전과 비교해 운동 후 모든 수치가 정상 범위에 근접해 모든 자세에서 정상 수치인 4에서 6범위의 내에 분포하는 것을 확인할 수 있었다(Table 3).

3) 낙상 지수

운동 전, 후 낙상 지수를 비교한 결과 낙상지수가 운동 후에 41.60 ± 28.24 에서 28.95 ± 22.64 으로 유의하게 감소하여 낙상 위험도의 유의한 감소를 확인할 수 있었다($p < .05$)(Table 4).

Table 4. Comparison of Fall Index (N=20)

	pre	post	p
Fall Index	41.60 ± 28.24	28.95 ± 22.64	.005 *

* : $p < .05$

IV. 고찰

최근에 지지를 받고 있는 요부안정화 운동(Lumbar stabilization)은 코어안정화 운동(Core stabilization), 동적안정화 운동(Dynamic stabilization), 중립척추조절 운동(Neutral spine control)등 여러 비슷한 이름들로도 언급되고 있는데(Akuthota와 Nadler, 2004), 그 핵심 개념은 척추 분절을 잡아주는 국소근육(local muscle)과 체간을 움직이는 큰 근육(global muscle)들의 상호 조절(control)과 조화(coordination)에 있다(Behm 등, 2002; Hodges, 2003).

만성요통환자의 요부안정화 운동과 근력의 연관성

을 확인한 Cho 등(2012)의 연구에서 폐경 전, 후 여성을 대상으로 8주간의 요부 안정화운동을 적용하였더니, 폐경 여부와 관계없이 요부 근력의 유의한 증가를 확인할 수 있었다. 또한, Kim 등(2007)의 요통환자를 대상으로 기구를 사용한 8주간의 요부안정화 운동에서도 운동 강도와 관계없이 요부근력의 유의한 증가를 확인할 수 있었고, Lee(2008)의 연구에서 요통환자를 대상으로 공을 이용한 12주간의 요부안정화 운동에서도 요부 근력의 증가를 확인할 수 있었는데, 본 연구에서도 4주간의 요부안정화 운동 후 요부근력의 증가를 확인할 수 있었다. 또한 본 연구에서는 별도로 요부골곡근력의 증가도 확인할 수 있었는데, 이러한 골곡근력의 증가는 보다 허리의 안정성을 증가시키는 것에 역할을 할 것이다.

그리고 만성요통환자에게 요부안정화 운동을 적용하여 균형능력의 증가를 확인한 다른 연구들을 살펴보면, 최근의 연구에서 Park 등(2012)도 만성요통환자에게 코어운동과 근력운동을 병합한 복합재활운동을 12주간 적용한 결과 균형능력의 증가를 확인할 수 있었고, Ha 등(2008)의 연구에서도 안정화 운동을 통해 양하지의 체중분배 능력의 증가를 확인할 수 있었다고 하였는데 본 연구의 단기간의 중재에서도 균형능력의 증가를 확인할 수 있었다.

본 연구에서 자세안정지수는 거의 모든 자세에서 유의한 감소를 보여 자세 안정성의 유의한 증가를 보였다. 다만 PC자세에서만 유의성을 발견할 정도까지 향상될 수 없었던 이유는 필로우에 올라 눈을 감는 자세가 시각정보와 체성감각을 제한하는 가장 불안정한 자세이기에 그 향상이 단기간에는 어려웠던 것으로 여겨진다. 이는 정상인을 대상으로 6주간 안정화 운동을 실시한 Kaya 등(2012)의 연구에서도 유사한 결과를 확인할 수 있었다. 그리고 낙상지수에서도 유의한 감소를 보여 낙상위험도도 감소한 것을 할 수 있었지만, 체중분배지수에선 유의한 감소를 확인할 수 없었는데, 그 이유는 운동 후 모든 체중분배 지수가 정상치에 도달했음에도 불구하고, 운동 전 체중분배 지수가 이미 정상치에 상당히 근접해 있었기에 통계적 유의한 차이를 발견할 수 없었던 것으로 판단된다.

근력의 증가와 자세균형의 향상을 모두 살펴본 Ko 등(2009)은 여성노인에게 8주간 요부안정화 운동 후 균형능력의 증가와 근단면적의 변화를 통해 근력의 증가를 확인할 수 있었고, 6주간의 볼을 이용한 요부안정화 운동에서 요부신전근력의 강화와 균형의 증가를 확인하였다(Kang, 2006). 본 연구에서는 4주간의 단기간을 통해 굴곡근력의 증가까지 함께 확인할 수 있었다.

많은 선행연구들은 요부안정화 운동이 만성요통환자에게 가장 효율적이라고 주장하고 있지만, 효율성이란 측면에서 잊지 말아야 할 중요한 요점은 시간이다. 치료의 기간을 예측할 수 있다는 것은 치료계획의 수립에 있어서 중요한 의미를 갖는다. 본 연구에서는 4주라는 비교적 단기간의 요부 안정화 운동기간도 요부근력의 증가와 자세균형의 증가에 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 단기간 일지라도 요부안정화 운동이 만성요통환자의 요부근력과 자세균형의 향상에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구는 만성요통환자를 대상으로 단기간의 요부안정화 운동이 요부근력과 자세균형에 효과를 줄 수 있는지에 대해 설정하였으며 그 결과는 긍정적이었다. 매트와 볼, 슬링을 이용한 요부 안정화 운동이 요부신전근력과 굴곡근력을 증가시켰으며, 자세균형의 향상에도 영향을 주었다. 따라서 단기간 일지라도 만성요통환자에게 요부안정화 운동을 적용하는 것이 효과적일 것이라고 생각된다.

Acknowledgment

본 연구는 미간행 된 조성학 석사학위의 일부를 발췌 하였습니다.

References

- Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85:86-92.
- Alexander KM, LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;28(6):378-83.
- Behm DG, Anderson K, Cumew RS. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. J Strength Cond Res. 2002;16(3):416-22.
- Choi SH. Balance control according to the severity of knee osteoarthritis. Graduate School Kyung Hee University. Master's thesis. 2011.
- Choi SJ, Park KM. The relationship between menopause management practice and low back pain in climacteric women by menopausal stage. J of the Korean Society of Maternal and Child Health. 2000;4(1):71-81.
- Cho SY, Kim SS, Cha HJ et al. The effect of 8weeks of lumbar stabilization exercise on lumbar strength in premenopausal & postmenopausal women with chronic low back pain. Journal of sport and leisure studies. 2012;47(2): 803-10.
- França FR, Burke TN, Hanada ES, et al. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. Clinics (Sao Paulo). 2010; 65(10):1013-7.
- Ha MS, Hyung IH. The effects of the modalities treatment and lumbar stabilizing exercise on the difference of weight-bearing distribution. Journal of sport and leisure studies. 2008;33(2):991-8.
- Hodges PW. Core stability exercise in chronic low back pain. Orthop Clin North Am. 2003;34(2):245-54.
- Kang MS. Effects of swiss ball lumbar satabilization exercise on lumbar extensor strength · balance and flexibility in office workers with chronic low back pain. Korea sport research. 2006;17(6):821-33.
- Kaya DO, Ergun N, Hayran M. Effects of different segmental

- spinal stabilization exercise protocols on postural stability in asymptomatic subjects: randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2012;25(2):109-16.
- Kim CL. Assessments of balance control using tetra-ataxiometric posturography. Ulsan University Graduate School. Master's thesis. 2010.
- Kim HS, Hyoung IH, Kim EY. The effects of trunk stabilization exercise on the isometric muscle power and muscle activation in chronic low back pain. *Korean Journal of Sport Biomechanics.* 2008;18(4):115-24.
- Kim SH, Kim SS, Kim MK. An influence which lumbar stabilization exercise by its exercise intensity has on the lumbar stabilization and pain of degenerative disc disease patients. *Journal of sport and leisure studies.* 2007;31:933-42.
- Ko DS, Kim GY, Lee CG et al. Changes in balance ability and muscle thickness of the transverse abdominis and multifidus of elderly females after eight weeks of the lumbar stabilization exercise. *Korean Journal of Sport Biomechanics.* 2009;19(4): 689-96.
- Kohen-Raz R. Application of tetra-ataxiometric posturography in clinical and developmental diagnosis. *Percept Mot Skills.* 1991;73(2):635-56.
- Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Phys Ther.* 2005;85(3):209-25.
- Lee WH. The effect of lumbar strengthen exercise using ballon patients with chronic low back pain. Graduate School of Rehabilitation Science Daegu University. Master's thesis. 2008.
- Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(2):242-9.
- Ministry of Health and Welfare. 2001 National health and nutrition survey: Chronic diseases. Ministry of Health and Welfare, Korea Institute for Health and Social Affairs. 2002.
- Natvig B, Picavet HS. The epidemiology of soft tissue rheumatism. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2002;16(5):777-93.
- Neurac. Neurac 1. Version A. Redcord. 2007.
- O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, et al. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine.* 2003;28(10):1074-9.
- Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):371-9.
- Park JY, Bae JJ, Lee JC et al. The effects of complex rehabilitation exercise program on postural balance in male with chronic LBP. *Journal of sport and leisure studies.* 2012;48(2):773-82.
- Sahrmann S. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes.* Mosby. 2002.
- Saliba SA, Croy T, Guthrie R, et al. Differences in transverse abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010;5(2):63-73.
- Statistics Korea. Korean working conditions survey. Korea occupational safety & Health agency. 2011.
- Wallden M. The neutral spine principle. *J Bodyw Mov Ther.* 2009;13(4):350-61.
- Wheeler AH. Diagnosis and management of low back pain and sciatica. *Am Fam Physician.* 1995;52(5):1333-41, 1347-8.
- Yu BK, Kim SH, Kim MK. The effects of lumbar stabilization exercise on the cross-sectional area of multifidus and psoas major muscles, pain and lumbar function of patients with lumbar discogenic pain. *Journal of sport and leisure studies.* 2011;46(2):1075-86.