

요부 안정화운동과 하지 근력강화운동이 만성 요통환자의 통증과 하지근력에 미치는 영향

우예빈·권미영[†]
대구대학교 물리치료학과

The Effects of Lumbar Stabilization Exercise and Strengthening Exercise of Lower Extremity on Pain and Muscle Strength of Leg in Patients with Chronic Low Back Pain

U Yebin, PT·Kwon Miyoung, PT[†]
Dept. of Physical Therapy, Daegu University

Abstract

Purpose: This study was to investigate the effects of lumbar stabilization exercise and lower extremity strengthening program on pain, lower extremity muscle in patients with chronic low back pain.

Method: The subject were randomly divided two groups. 15 people who were conducted lower extremity exercises and lumbar stabilization exercises called the combined exercise group and other(15 people) who were only conducted lower extremity exercise group. The assessment tools were the pain level and the led muscle power. Exercise was conducted for eight weeks.

Result: Pain of the combined exercise group showed significant differences in the change in pain level($p < .05$). The leg muscle power showed significant differences within group which hip flexor, extensor muscles and abductor muscles. there were significant differences within combined exercise group ($p < .05$). But the knee joint in each group showed a significant difference within group ($p < .05$).

Conclusion: This study suggest that the lumbar stabilization exercises and lower extremity exercises showed more efficient results in the pain levels and leg muscles power than only the lower extremity exercise for patients with lumbar instability.

Key Words: back pain, lower extremity strengthening, lumbar stabilization exercise

[†]교신저자 :

권미영 gogo5075@naver.com, 010-3058-4840

I. 서 론

1. 연구의 필요성

직립보행을 하는 인간은 다른 동물과 달리 생리학적인 부담을 허리에 받게 된다. 요통은 전 세계적인 관심사가 되고 있으며 전 인류의 80%는 일생동안 한번 이상의 요통을 경험하고 사회가 현대화가 될수록 그 발생빈도가 증가되고 있다. 원인으로서는 신체적 활동 감소, 허리 근력 약화, 나쁜 생활자세, 요부 구조 및 주위 조직의 역학적 요인, 퇴행성 변화, 심리적 요인과 그 외에 바이러스나 박테리아에 의한 감염, 전이성 골종양, 선천적 척추이상 등의 여러 원인이 있다(Cho 등, 2012).

그 중 만성요통환자의 23-69%는 요부 분절의 불안정성과 관련되어 있으며, 정상인의 경우 하지의 움직임 시 요골반부 안정화 근육이 불수의적으로 동원되는데 비해 요부 불안정성을 가진 요통환자는 요골반부 안정화 근육의 동원이 늦게 나타나면서 하지 근육에도 문제를 일으킨다(Kachanathu 등, 2014; Panjabi, 2003). 특히 만성요통은 회피반응으로 인해서 척추 주위근육은 조직학적, 구조적 변화가 발생하며 체간과 복부 근력 약화로 인한 통증 및 기능 제한을 가져온다(Franca 등, 2010).

Kim(2001)의 연구에서 요부의 안정성을 위해서는 요부를 구성하고 있는 심부 안정근과 표재 안정근의 협응 수축과 척추에 직접 부착되어 있는 심부 안정근의 강화가 필요하다고 보고 하였다. 이를 위해 심부 안정근 강화와 협응 수축을 위한 중립자세(Neutral position)에서 이루어지는 요부 안정성 운동이 치료로 많이 쓰이는데 움직임의 속도가 느리거나 불안정한 지면에서 주동근과 길항근의 구심성, 원심성 수축이 동반되어 안정성 근육을 동시에 강화시키는 것이 특징이다(Rasmussen 등, 2003).

이처럼 요통환자의 재활에 관해서는 요부에 집중한 치료에 관한 연구가 거의 대부분이다. 요통은 요부 근력뿐만 아니라 하지 근력과도 밀접한 관련이 있는데 허

리근육의 근력저하 및 불균형과 함께 하지의 넓다리 네갈래근과 뒤 넓다리근의 근력저하 및 근력 비율 불균형이 요통 발생에 중요한 역할을 한다(Bu & Oh, 2015).

Koutedakis 등(1997)은 여자조정 선수들을 대상으로 한 연구에서 무릎관절의 뒤 넓다리근과 넓다리 네갈래근의 비율이 불균형하면 요부의 상해가 증가하고 하지의 근력운동을 실시하면 그 비가 불균형을 이뤄 요통의 발생빈도를 감소하는데 도움을 준다고 하였다. 또한 요골반부와 밀접하게 연관되어 있는 엉덩관절의 기능은 요통에 영향을 줄 수 있는 잠재적 요인이며, 이러한 특성 때문에 대부분의 요통환자는 볼기근의 약화와 엉덩관절의 제한된 움직임을 보인다. 그러므로 요통환자의 다양한 임상 양상을 이해하기 위해서 척추의 기능과 함께 하지가 고려되어야 한다(Park & Kim, 2013).

척추를 정상적인 만곡을 유지 할 수 있도록 해주는 역할을 하는 근육들은 요부근 뿐 만 아니라 엉덩관절 굽힘근, 뒤넓다리근 등이 주축이 되어 이루어지며, 요통환자들이 특히 약해지는 뒤넓다리근 등 하지근육 또한 근력강화 및 유연성을 위한 스트레칭의 중요성을 알면서도 요통치료 운동프로그램에서 적은 부분을 차지하고 있다(Kim 등, 2014). 요통환자들의 약화된 허리근력의 불균형을 하지근력을 강화시킴으로써 해소시키고 요부의 안정성을 높이면서 통증조절이 용이해지게 된다.

선행연구들은 요통환자에게 있어서 요부안정성 운동의 효과로 요부 심부 근육에 의해 안정성이 제공된다는 연구와 요통과 하지근력의 관련성에 관한 연구들은 많았으나 실질적인 요통환자에게 하지 근력 강화 운동을 실시하였을 때 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 요통치료에 대한 효과적인 운동프로그램을 선택함에 있어서 하지근력강화를 추가하는 것이 의미가 있는지 확인할 필요가 있다.

2. 연구의 목적

본 연구는 만성 요통환자들을 대상으로 8주간 요부

안정성운동과 하지 근력강화운동을 병행하는 복합 운동군과 하지근력강화 운동군으로 나뉘 실시한 후 일상생활의 동작 수행 시 발생하는 주관적인 통증과 하지근력에 미치는 영향을 확인하고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구에서는 대구광역시의 A병원에 다니고 있는 만성요통환자 30세에서 50세의 성인남녀 30명을 대상으로 통증과 하지근력을 평가하였다. 대상자들에게 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 하였고, 모든 연구대상자들은 연구의 목적에 대해 자발적으로 동의하였다. 연구에 동의한 30명(남자 16명, 여자 14명)을 대상으로 각 그룹별 15명씩 무작위 추출하여 복합운동군인 복합운동군과 하지근력강화운동군인 하지근력강화운동군 두 군으로 나누어 실시하였다.

대상자의 선정기준은 첫째, 12주 이상 요통을 경험하고 있는 자 둘째, 골절이나 관절, 신경 등에 구조적 이상이 없고 이전에 허리의 수술경험이 없는 자 셋째, 주관적 통증의 정도가 4이상의 중등도 이상인자로 정하였다. 급성 통증이나 지속적으로 심한 통증이 있거나 신경학적 이상으로 감각이상이나 근육 마비가 있는 자, 임신한 경우는 대상자에서 제외하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같았으며, 일반적 특성에 대한 두 군간의 유의한 차이는 없었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=30)

	Complex exercise (n=15)	leg strengthening (n=15)
Age(yrs)	38.1±4.51a	40.5±3.82
Weight (kg)	61.23±7.96	59.72±7.53
Height (cm)	67.24±5.85	168.84±4.06
aMean±SD		

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) 통증수준의 평가

연구대상자의 요통정도를 평가하기 위해 100mm 시각적 상사척도(visual analogue scale; VAS)를 사용하였다. 시각적 통증척도는 환자의 통증정도를 표현하는데 간단하고 재현성이 높으며 민감한 방법으로 다른 통증평가 방법들과 상관성이 높은 장점이 있다. VAS의 검사-재검사 신뢰도(r=0.99), 측정자간 신뢰도(r=1.00)가 매우 높은 것으로 나타났다(Wagner 등, 2007).

(2) 하지 등속성 검사

하지근력 측정 도구(Biodex System3, USA)를 이용하여 실험 전과 8주후의 엉덩관절 굽힘근, 펴근, 벌림근, 무릎관절 굽힘근, 펴근을 측정하였다. 측정 전 10분 동안 준비운동을 실시하였고 피검자들이 기계에 대한 생소감이나 거부감을 줄이기 위해 최대하 수축으로 2회 반복하는 연습으로 적응되도록 한 후 검사과정을 충분히 이해하고 숙지하도록 한 뒤, 60°/sec에서 피크토크 상대치(Peak torque% body weight) 평균파워(average power) 측정하였다. 오른쪽 왼쪽의 측정 시 2분간의 휴식을 두고 측정하며, 측정 시 프로그램이 내장된 컴퓨터 모니터에 피검자의 결과를 볼 수 있도록 하여 피험자에게 피드백이 되도록 하였다. 하지의 등속성 근력 측정방법은 다음과 같다. 무릎관절의 굽힘, 펴 측정은 피검자를 Biodex의 Dymamometer 옆에 의자 각도가 90도 경사로 앉은 후 반복 운동시 무릎관절 외에 다른 신체부위의 힘이 작용하지 않도록 조정 띠를 이용하여 가슴, 복부, 넓다리 부위를 고정시켰다. 엉덩관절의 굽힘, 펴, 벌림 측정은 환자는 편안히 누운 자세에서 다른 근육군의 대상작용을 방지하기 위해 체간을 벨트로 고정하고 기계의 축과 엉덩관절의 축이 일치하도록 한 후 패드를 넓다리 부위 전면 하부에 대고 벨트로 단단히 고정시키고, 또한 운동 시 일어날 수 있는 대상작용을 방지하고

안정성을 높이기 위해서 체간 상부를 벨트로 고정시켰다(Kim & Jun, 2006).

2) 운동프로그램

(1) 하지운동프로그램

하지강화 운동은 엉덩관절 굽힘근, 펴근, 별립근, 무릎관절 굽힘근, 펴근 활성도를 증가시키는 운동으로 구성하였다. 1-4주 하지강화 운동프로그램은 옆으로 누워 엉덩관절 60도 구부리고 다리 들기, 옆으로 누워 다리 들기, 벽에 기대어 서서 무릎 구부리고 앉기, 전방으로 무릎 구부리고 이동하기, 옆으로 무릎 구부리고 이동하기 등의 동작으로 구성하였다. 5-8주 하지강화 운동프로그램은 한 다리로 서서 무릎 구부려 반대 다리로 벽 밀기, 한 다리로 서서 무릎 펴고 엉덩관절 옆으로 들기, 한 다리로 서서 무릎 구부리고 앉기, 한 다리로 서서 허리 구부리기 등의 동작으로 구성하였다.

(2) 요부안정성운동

1-4주 요부안정성운동은 안정표면에서 머리, 가슴 들기, 바로 누워 교차로 팔 다리 들기, 바로 누워 몸통 들기, 옆으로 누워 몸통 들기, 옆드려 누워 몸통 들기, 심부근육 수축운동, 네발기기 자세에서 교차로 팔 다리 들기, 네발기기 자세에서 교차로 들어 올린 팔 다리로 사각형 그리기, 옆드려 누워 교차로 팔 다리 들기, 옆드려 누워 같은 쪽 팔 다리 들기로 구성하였다.

5-8주 요부안정성운동은 불안정 표면에서 요부에 에어쿠션 적용 후 머리, 가슴 들기, 요부에 에어쿠션 적용 후 바로 누워 교차로 팔 다리 들기, 양손에 에어쿠션 적용 후 바로 누워 몸통 들기, 한쪽 팔에 에어쿠션 적용 후 옆으로 누워 몸통 들기, 양쪽 팔에 에어쿠션 적용 후 옆드려 누워 몸통 들기, 요부에 에어쿠션 적용 후 심부근육 수축운동, 팔과 다리에 에어쿠션 적용과 폼 적용 후 네발기기 자세에서 교차로 팔 다리 들기, 팔과 다리에 에어쿠션과 폼 적용 후 네발기기 자세에서 교차로 들어 올린 팔 다리로 사각형 그리기, 복부에 에어쿠션

적용 후 옆드려 누워 교차로 팔 다리 들기, 복부에 에어쿠션 적용 후 옆드려 누워 같은 쪽 팔 다리 들기로 구성하였다.

3. 연구 절차

본 연구에서 만성요통환자를 8주간의 기간 동안 주3회, 회당 60분간 실시하였다. 효율적인 근력향상을 위해서 운동프로그램을 1단계(1-4주)와 2단계(5-8주)로 난이도에 따라 다르게 설정하였다. 1단계는 운동시작부터 4주까지, 2단계는 운동시작 후 5주차부터 8주차까지 총 8주간의 운동프로그램을 실시하였다. 본 연구의 운동프로그램은 준비운동, 본 운동, 정리운동으로 구성하였으며, 복합운동군과 하지근력강화운동군은 준비운동과 정리운동은 동일하나 본 운동만 다르게 실시하였다. 준비운동에서는 5분간 제자리걷기와 10분간 엉덩허리근, 넓다리네갈래근, 뒤넙다리근, 큰볼기근, 중간볼기근, 궁둥구멍근 및 넓다리근막긴장근등과 같은 대근육위주의 스트레칭을 10분간 실시하였다. 본 운동에서는 복합운동군은 하지근력강화운동과 요부안정성운동을 병행하여 실시하고, 하지근력강화운동군은 하지강화운동만을 실시하였다. 하지강화운동은 각 동작을 3초 유지, 8회 반복을 1세트로 하였으며, 세트 간 휴식시간은 20초로 좌우측 각 2세트 설정하였다. 요부안정성운동은 각 동작당 10초씩 유지를 시켰으며, 2~5초간 휴식시간을 갖게 하였다. 10회 반복을 1세트로 하였으며, 총 2~3세트 훈련을 시켜서 두 군의 운동시간을 똑같이 하였다. 정리운동으로 5분간 제자리걷기와 10분간 엉덩허리근, 넓다리네갈래근, 뒤넙다리근, 큰볼기근, 중간볼기근, 궁둥구멍근 및 넓다리근막긴장근 등과 같은 대근육위주의 스트레칭을 10분간 실시하였다. 각 복합운동군과 하지근력강화운동군은 시작하기 전에 통증과 근력검사를 하였고, 8주후 다시 통증과 하지근력검사를 실시하였다.

4. 자료 처리

하지근력운동과 요부안정화운동의 효과를 확인하기 위해 집단내 운동 전, 후 차이는 대응표본 T검정(Paired t-test)을 시행하였으며, 집단 간 변화량 비교는 독립표본 T검정(Independent t-test)을 시행하였다. 유의수준은 0.05로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 통증수준의 변화

운동 전과 8주 후 집단내 통증수준은 복합운동군과 하지근력강화운동군 두 집단 모두에서 통계학적으로 유

의하게 감소하였다($p < 0.05$). 두 집단 간의 통증수준의 차이를 살펴보면 복합운동군과 하지 근력강화운동군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)(Table 2).

2. 하지근력의 변화

두 운동군 모두에서 엉덩관절 굽힘, 폼, 벌림 시 운동 전과 8주 후 근력은 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 두 집단 간의 훈련 전, 후 엉덩관절 굽힘, 폼, 벌림의 근력차이에서도 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

두 운동군 모두에서 무릎관절 굽힘, 폼 시 운동 전과 8주 후 근력은 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 두 집단 간의 훈련 전, 후 무릎관절 굽힘, 폼의 근력차이에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

Table 2. Comparison of pain levels and muscle strength within pre and post exercise (n=30)

		Pre	Post	t
Pain level (mm)	Complex exercise	64.53±8.35	28.41±6.40	18.16*
	Leg strengthening	62.00±7.89	37.88±6.91	12.88*
	t	-0.90	-4.33*	
Hip flexor (Nm)	Complex exercise	116.19±16.93	134.20±14.02	-9.61*
	Leg strengthening	117.25±16.70	122.60±15.76	-3.52*
	t	-0.17	2.13*	
Hip extensor (Nm)	Complex exercise	86.02±9.37	103.83±7.97	-8.63*
	Leg strengthening	87.67±12.82	95.75±11.53	-4.80*
	t	-0.40	2.23*	
Hip abductor (Nm)	Complex exercise	53.19±32.88	59.18±6.12	-6.37*
	Leg strengthening	52.67±30.43	53.86±7.51	-4.70*
	t	-0.32	2.12*	
Knee flexor (Nm)	Complex exercise	71.16±9.97	79.47±8.18	-7.31*
	Leg strengthening	72.43±9.14	80.13±9.44	-10.36*
	t	-0.37	-0.20	
Knee extensor (Nm)	Complex exercise	86.71±13.08	94.04±11.94	-6.86*
	Leg strengthening	86.92±13.04	93.92±14.65	-6.35*
	t	-0.04	0.02	

V. 고 찰

본 연구는 만성 요통 환자를 대상으로 8주간 하지근력 강화운동 및 요부 안정화 운동을 실시한 복합운동군과 하지근력 운동을 실시한 하지 근력강화 운동군으로 나누어 훈련을 실시하였을 때 통증 지수 및 하지 근력에 미치는 영향을 알아보고자 실시되었다.

통증 수준의 변화에서는 두 군 모두 감소하여 선행연구와 마찬가지로 유의한 차이를 보였다. 복합운동군이 하지 근력강화 운동군에 비해 변화량의 차이가 많은 감소를 보여 요통환자에 대한 요부안정성 운동이 통증 지수 변화를 보인 선행 연구와 일치한다. 근력강화운동을 통해 골반의 회전 기능 장애가 개선되고, 하지 근육의 길이가 정상화 되면서 근 긴장이 회복되고, 하지근력 약화를 초래한 근방추의 억제자 사라지면서 하지 근 기능의 불균형이 개선되기 때문에 통증이 줄어든 것으로 사료된다. 본 연구에서는 하지근력 강화 운동만 했을 때보다 요부 안정성 운동과 같이 병행 하였을 때 훨씬 더 효과적이었다. 허리의 근육통은 허리뿐만 아니라 하지 근육군의 문제에 의해 발생하는 것이므로 대상자들에게 허리는 안정을 유지하면서 주변 근육군을 강화시키고 통증을 조절하는데 효과적이라고 사료된다.

대부분 만성 요통환자는 통증회피반응으로 큰볼기근의 활동이 지연되거나 감소되어 허리골반리듬의 변화가 보인다(Leinonen 등, 2000). 이러한 상태가 지속될 때 볼기근의 무용성 약화가 발생할 수 있고 결과적으로 골반의 보상작용을 일으켜 요부 주위조직에 스트레스를 유발하며 요통을 발생시킨다. Arab과 Nourbakhsh(2010)은 요통환자가 정상인과 비교해서 중간볼기근의 근력이 크게 감소되었다고 하였다. 이처럼 중간볼기근의 기능저하는 허리골반부의 불안정성을 발생시키는 요인이 된다. 대부분의 요통이 발생될 때 문제가 되는 근육이며 보행 시에 느끼는 허리통증과 둔부의 통증에 관여한다. 이러한 골반의 균형을 담당하는 중간볼기근의 약화는 파행성 보행을 일으켜 골반이 좌우로 심하게 기울어지

는 것을 쉽게 관찰할 수 있으며, 중간볼기근은 일반적으로 요통에 치료되어야 할 중요한 근육이다.

만성 요통환자 군에서 요부근력 저하와 함께 무릎관절의 굽힘 근력, 펴는 근력 또한 현저하게 낮음을 알 수 있었다. 하지근력의 변화에서는 운동 전, 후 집단 내 엉덩관절의 펴는근, 굽힘근, 벌림근에서 모두 유의한 차이가 있었다. 집단 간 그룹에서는 복합운동군이 하지근력강화 운동군에 비해 유의한 증가를 보였다. 요통환자들에게는 요부 불안정화가 오면서 요부근력이 많이 약화된 상태이다. 요부근력과 관련성이 높은 하지근력 또한 약화를 불러일으키는데 복합운동군은 요부안정화운동이 요부 근력을 강화로 이어지면서 하지근력강화운동을 하기 때문에 하지근력에 대한 효과가 크고 그에 반해 하지 근력강화 운동군은 단순하지근력강화 운동이 요부의 불안정성을 증가시키면서 더 많은 통증을 느끼게 하여 하지강화운동에 방해요소가 되기 때문에 복합운동군보다 하지근력에 미치는 효과가 작다. 무릎관절에서는 각각의 집단 내에서 유의한 차이를 보였으나 집단 간에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 앉은 자세에서 무릎관절 굽힘 시 복합 운동군의 운동 전과 8주 후 근력은 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 하지근력 강화운동군의 운동 전과 8주 후 근력도 유의한 차이를 보였다. 두 집단 간의 훈련 전, 후 무릎관절 굽힘근의 차이를 살펴보면 유의한 차이를 보이지 않았다. 두 집단 모두 하지근력강화 운동을 했기 때문에 집단 간에서는 차이가 없음을 연구를 통해 알 수 있었다. 근력 약화에 의한 요통 진단을 받은 대상자와 정상인의 하지 펴는 근력을 비교한 결과 요통환자는 정상인에 비해 펴는 근력과 굽힘근력의 약화로 요통이 증가되므로 넙다리네갈래근 근력과 뒤넙다리 근육을 강화해야 한다는 Kang(2003)의 연구에서 요통 감소를 위해서는 넙다리의 전면과 후면에 위치한 넙다리네갈래근 근력과 뒤 넙다리 근육을 강화시키는 운동이 필요함을 알 수 있었고, 또한 간접적으로 등속성 운동기구를 이용하여 만성 요통 환자에게 무릎운동을 시행 후 넙다리네갈래근과 뒤넙다리의 근력이

강화되었다. 그리고 요부의 안정성은 2차적으로 하지에 힘이 가중 되어 전달되고 움직임의 효율을 높여준다. 또한 신체 활동은 요부에서 1차적인 힘을 발휘하고 그 힘을 중심으로 2차적으로 하지에 힘이 작용하기 때문에 일상생활 활동에서 요부근의 중요성이 강조되고 있다. 이로 인한 요부의 안정은 신체 전반의 기능적인 활동에 효율성을 증대시키고 부상 방지와 삶의 질을 개선시키는데 도움을 준다. 또한 요부 안정성 치료법은 척추안정화 근육의 동시 수축 능력과 근력을 증진시키고, 복부내압과 체간 강화로 척추를 보호하고, 퇴행성 변화를 일으키는 척추 간 관절의 반복적인 굽힘을 감소시키고 건강한 행동 강화와 효과적인 생활 습관을 증진시키고 통증 유발 행동 습관을 예방한다.

본 연구의 제한점은 운동에 참여한 대상자들의 개인별 운동의 강도를 균일하게 통제하지 못했다. 연구가 한 병원에서 만성요통환자를 대상으로 이루어졌으므로 전체로 일반화하기 어려웠다.

V. 결 론

본 연구에서는 하지 강화 운동과 요부 안정화 운동을 함께 실시한 복합운동군이 요부안정화 운동만 실시한 하지 근력강화 운동군 보다 요부 통증 및 하지근력 영향에 유의한 효과를 보였다. 임상현장에서 만성요통의 예방과 치료를 위한 운동 프로그램에서 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 강화를 적용하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

Arab AM, Nourbakhsh MR(2010). The relationship between hip abductor muscle strength and iliotibial band tightness in individuals with low back pain. *Chiropr Osteopat*, 18(1), 1-5.

Bu KH, Oh TY(2015). Effects of visual information on joint angular velocity of trunk and lower extremities in sitting and squat motion. *J Kor Phys Ther*, 27(2), 89-95.

Cho JH, An GO, Lee WY(2012). The effect of 8 weeks regular resistance training on lumbar muscular strength, EMG, and gait in patients with chronic low back pain. *J Sport Sociology*, 12(3), 65-74.

Franca FR, Burke TN, Hanada ES et al(2010). Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain. *Clin*, 65(10), 1013-1017.

Jun TW, Kim KS, Chung YS(1999). The isokinetic exercise capacity of trunk and knee joints in patients with CLBP. *Exer Sci*, 8(2), 217-229.

Kachanathu SJ, Alenazi AM, Seif HE et al(2014). Comparison between kinesio taping and a traditional physical therapy program in treatment of nonspecific low back pain. *J Phys Ther Sci*, 26(8), 1185-1188.

Kang SG(2003). Analysis of characteristic of the isokinetic muscle strength related to lean body mass and fat distribution of chronic low-back pain patients. Deajeon University. Thesis of Master' degree.

Kim K, Kim EK, Lee DG(2014). Effects of PNF patterns exercise on pain, functional disability and fear avoidance belief in chronic low back pain patients. *J Kor Phys Ther*, 26(2), 110-116.

Kim SY(2001). Comparison of the difference of weight-bearing distribution between subjects with low back pain and healthy subjects. *KAUTPT*, 8(1), 1-8.

Kim WG, Jun MJ(2006). A study on the isokinetic muscle strength and muscle endurance of male high school Taekwondo athletes. *Kor J Phys Edu*, 45(5), 381-388.

Koutedakis Y, Frischknecht R, Murthy M(1997). Knee flexion to extension peak torque ratios and low-back injuries in highly active individuals. *Int J Sports Med*, 18(4), 290-295.

Leinonen V, Kankaapaa M, Airaksinen O et al(2000). Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: effects of low back pain and rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(1), 32-37.

Panjabi MM(2003). Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 13(4), 371-379.

Park SK, Kim JH(2013). Effects of EMG-biofeedback training on total knee replacement patients' lower extremity muscle activity and balance. *J Kor Phys Ther*, 25(2), 81-87.

Rasmussen-Barr E, Nilsson-Wikmar L, Arvidsson I(2003).

Stabilizing training compared with manual treatment in sub-acute and chronic low-back pain. *Man Ther*, 8(4), 233-241.

Wagner DR, Tatsugawa K, Parker D et al(2007). Reliability and utility of a visual analog scale for the assessment of acute mountain sickness. *High Alt Med Biol*, 8(1), 27-31.