

## 만성요통환자의 한발서기 시 체간 안정화 근육의 활성화 변화

민동기

계명대학교 동산병원 재활의학교실

### Trunk Stabilization Muscle Activity in Chronic Low Back Pain Patients during One Leg Stance

Dong-ki Min

*Dept. of rehabilitation medicine, Keimyung University College of medicine Center, Daegu, Korea*

#### ABSTRACT

**Purpose** : The purpose of this study was to analyze and compare the surface electromyography(EMG) activity of trunk region muscle between normal subjects and chronic low back pain(CLBP) patients during one leg stance. **Methods** : The subjects were 27 people, were consisted of 12 subjects who don't have low back pain and 15 subjects who have low back pain from 19 to 28 year of age(mean age 22.22). We used surface EMG to evaluate the activity of the Rectus abdominis, External abdominal oblique, Quadratus lumborum, Gluteus medius muscle. We used independent two samples t-test for statistical data. **Results** : The result of this study showed that the maximal voluntary isometric contraction(%MVIC) ratio of the trunk muscles was higher in patients with CLBP than in normal subject. But there were no statistically significant differences. There were statistically significant differences of the activity of the Quadratus lumborum, Gluteus medius muscle( $p < 0.05$ ).

**keywords** : Chronic Low Back Pain(CLBP), Trunk stabilization muscle, Surface electromyography

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

균형은 자세 안정성을 유지하는 과정이고 자세 유지능력은 정적(static) 균형으로 정의된다. 정상적인 활동을 할 때 자세를 유지하기 위해서는 지지기저면 위에서 중력중심(Center of gravity)을 조절하는 중추 및 말초성 구성요소간의 지속적인 상호작용이 필요하다. 안정화(stabilization)란 사람이 의식적 또는 무의식적으로 관절에서의 큰 또는 미세한 움직임을 조절할 수 있는 능력이라고 정의된다(Magee, 1999). 안정성이 필요 조건인 이유는 이동을 위해 필요한 적절한 자세를 만들고 유지해야할 필요성과 신체가 움직이는 동안에도 균형을 유지할 수 있는 동적 안정성이 확보되어야 되기 때문이다(Patella, 1997). 또한 자세안정성(postural stability)은 낙상과 움직임을 예방하기 위해 지지기 저면과 연관되어 무게 중심을 유지하거나 조절하는 능력을 말한다. 그러나 요부의 손상은 자세 균형 조절에 기여하는 구심성 및 원심성, 두 개의 주요한 생리학적 기전을 방해할 수 있다(Alexander와 Lapiere, 1998).

요통은 전체 인구의 60~90%가 일생에 한 번은 경험하게 되는 질환으로(Kim 등, 2005), 통증 지속기간에 따라 6주 이하이면 급성, 6주에서 12주면 아급성, 그리고 12주 이상이면 만성으로 분류되고(Parkola 등, 1993) 요통의 증상으로는 지각이상, 하지로의 방사통, 휴식 또는 운동하는 동안의 통증, 근력과 관절가동범위의 저하, 좌측과 우측의 비대칭성 등을 들 수 있다(이재학, 1987).

요통을 유발하는 여러 요인 중 가장 중요한 하나의 원인으로 척추의 불안정성을 들고 있으며, 척추의 불안정성은 크게 구조적 불안정성(structural instability)과 기능적 불안정성(functional instability)으로 구분될 수 있는데 많은 연구에서 요통을 호소하는 환자에게 기능적 불안정성이 흔히 발생된다고 보고되고 있다(Demoulin 등, 2007). 요추부의 기능적 불안정성은 구조적 불안정성과 서로 관련성이 없으며, 방사선 사진상 어떤 이상이 없음에도 불구하고 요통이나 기능장애를 유발할 수 있다고 하였다(Cook 등, 2006). 요추의

불안정성은 척추의 운동성을 증가시키며, 이는 대조적으로 인접부의 움직임이 제한되는데 이러한 불균형적인 움직임은 만성 요통을 일으킬 수 있다(Comerford와 Mottram, 2003). Cady 등(1979)은 만성요통환자와 정상인과의 요부근력비교에서 요부의 신근 및 굴근 모두 만성요통환자가 낮다고 보고했으며, 요통환자에서 체간의 굴곡, 신전 및 측방굴곡 모두에서 근력저하가 있다고 보고하였다(McNeeil 등, 1980). 만성요통환자들은 요부의 통증을 완화하기 위하여 체간의 움직임을 최소화하기 때문에, 이로 인하여 요부근력이 저하가 심화된다고 하였다(Polatin 등, 1989). 또한 만성요통을 가지고 있는 사람들은 그렇지 않은 사람들과 비교해서 요부 심부에 위치한 근육들의 위축 정도가 더 심하다고 보고하였다(Cooper 등, 1992). 근육의 기능부전이 손상, 통증 그리고 무용성의 일반적인 원인이기 때문에, 척추신전근육들은 이러한 결손들을 위해 보상되어지고, 국소화된 근육피로를 야기하는 동안 척추 신전근의 근전도에서 이상한 활동에 대한 관련된 변화를 나타낸다고 하였다(De Luca, 1993). 체간 굴곡과 같은 과제동안 요통군이 대조군에 비해 더 많이 증가된 척추기립근의 활성을 나타낸다고 보고하였으며, 만성 요통환자의 경우 요추 하부분절의 불안정성과 흉추의 움직임 제한, 고관절 내전근 단축 그리고 고관절 신전 및 외회전 움직임의 제한, 중둔근 후방섬유의 약화와 복근의 조절 장애 등이 발생되고(Albasini, 2008), 이는 한발 서기 시 고관절 주위근에 비효율적인 근육의 활동을 유발시킬 것이다.

한발서기 자세(one leg stand)는 유용한 천장관절 검사 방법으로 알려져 있으며(Hungerford 등, 2007), 천장관절의 불안정성은 만성 요통에 잠재적인 원인으로 알려져 있다. 천장관절통증을 가지고 있는 사람들은 한발서기 자세를 할 때 내복사근과 다열근과 같은 체간의 심부에 위치한 핵심근육이나 고관절 신전과 관련이 있는 대둔근 및 대퇴근의 동원 형태와 근 활성도가 정상인과는 다르게 나타나며, 이러한 근육들의 기능장애와 운동 조절 손상에 따른 천장관절의 불안정성은 만성적인 천장관절통증의 발달에 기여한다고 하였다(Hungerford 등, 2004). 그러나 한발서기 동작에서

요통환자의 요부안정화근육의 활성화도에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구의 목적은 한발서기 시 요부 주위근의 근 활성도를 분석하여 요통환자의 요부주위근의 활성화에 대해 연구를 진행하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구에서 실험군은 12주 이상 요통으로 인해 생활에 지장을 받거나 치료중인 만성 요통 환자로 남녀 15명으로 악성종양에 의한 요통이나 뇌, 척수 손상이나 뇌혈관질환 등과 같은 중추신경계에 이상이 있거나, 요부위에 화상, 흉터, 피부궤양 등의 피부병변이 있는 환자, 다른 부위의 신경근과 관련된 통증이 있는 환자, 하지관절 구축 제한이나 실험 시 요구되는 동작에 제한이 있는 환자는 제외하였다. 대조군은 과거에 요통을 겪은 적이 없고, 현재에도 요통이나 요부의 만성질환을 가지지 않은 정상인 남녀 12명을 하였다. 본 연구에서 요통 환자군의 선정방법은 설문지(Oswestry disability index)를 사용하였고, 설문지는 환자 통증 측정 방법으로 주관적 시각 통증척도(Visual Analgue Scale; VAS)를 사용하였다.

### 2. 실험방법

한발서기 시 요부 근육의 활성도를 알아보기 위하여 표면 근전도를 실시하였으며 표면근전도 신호는 Myosystem 1200<sup>1)</sup>을 이용하여 측정하였다. 수집된 근전도 아날로그 신호를 Myosystem 1200으로 보내서 디지털 신호로 전환한 다음, 개인용 PC에서 Myoreserch XP 1.04 소프트웨어<sup>2)</sup>를 이용하여 필터링과 기타 신호처리를 하였다. 근전도 신호의 표본 추출률은 1000Hz 이었고, 20~250Hz의 대역 필터(band pass filter)와 60Hz 노치필터(notch filter)와 심전도 감속필터(electro

cardiac graphy reduction filter)를 사용하였다. 수집된 신호는 완파 정류(full wave rectification) 한 후 root mean square(RMS)처리를 하였다. 표면근전도 신호의 개인차 및 개인 내 부위별 차이를 최소화하여 전반적인 변화 추세를 관찰하기 위해서는 정규화(normalization) 과정이 필요하다. 각 근육에 대한 최대등척성수축(maximum voluntary isometric contraction, MVIC)값을 측정해 이 값을 기준으로 각각의 자세에 대한 측정값을 % MVIC로 정규화 하였다(그림 1).



그림 1. Myosystem 1200

본 연구에서 근전도기를 이용하여 수축 할 때 발생하는 근육의 활동전위를 측정하여 근육의 활동정도와 기능을 분석하였다. 먼저 전극을 붙이기 위해 외복사근, 복직근, 중둔근, 요방형근을 사포로 3번 정도 문지른 뒤 피부를 알코올로 잘 닦아 준 후 각각의 채널에 지름이 3cm크기의 은-은 염화 단일표면전극(silver-silver chloride single surface electrode)을 부착시킨 다음 채널 2를 우측의 전극 쌍에 연결하고 채널 3을 좌측의 전극 쌍에 연결하여 평행하게 두 활성전극을 부착하고, 참고전극은 우측의 채널 2번 위 15cm 떨어진 부위에 부착하고 난 후 저항을 측정하여 50kilo ohms 이하가 되게 하였다.

양발서기 시 대상자가 양발로 편안하게 선 상태에서 측정하고, 한발서기 시 측정은 우세 다리를 확인한 후 우세다리 쪽으로 체중을 지지하여 선 자세에서 측정한다. 이때 대상자는 적어도 10초 이상 자세를 유지할 수 있어야 하며, 정확한 동작을 유도하기 위해 측

1) Noraxon Inc. Arizona, USA

2) Noraxon Inc. Arizona, USA

정 전에 이 동작을 반복하여 자세를 익히도록 한다. 한발서기 자세에서 측정 시 우세 다리 한 다리로 선 동작에서 10초간 유지한 후 이 동작을 3회 반복하도록 한 후 세 번의 측정값의 평균값을 사용하였다.

### 3. 자료 분석

본 연구의 분석은 SPSS v.18.0을 이용하여 통계 처리 하였다. Shapiro-wilk 검정방법을 통해 변수들의 정규성 검정을 하였고, 모든 대상자의 일반적 특성을 알아보기 위해 기술통계를 실시하였다. 한발서기 동안 만성요통환자와 정상인 사이 근 활성도의 비교를 위하여 독립표본 t-검정을 시행하였다.

## Ⅲ. 연구 결과

### 1. 대상자의 일반적 특성

실험군 15명과 대조군 12명으로 모두 27명을 대상으로 하였으며, 실험군의 평균연령은 22.87세이고 대조군의 평균연령은 21.58세이다. 성별의 비율은 실험군에서는 남자가 8명, 여자가 7명으로 나타났다. 대조군에서는 남자와 여자가 각각 6명으로 나타났다. 키는 실험군에서 167.60cm이고, 대조군에서 170.42cm로 나타났다. 체중은 실험군에서 59.13kg이고, 대조군에서 60.75kg으로 나타났다. 실험군의 유병기간은 평균 21개월로 나타났으며, 주관적 시각통증척도(VAS, visual analogue scale)으로 인한 통증의 평균 강도는 3.80으로 나타났다(표 1).

표 1. Physical characteristics of subjects

	실험군	대조군
연령	22.87±2.84	21.58±2.34
성별(남/여)	8/7	6/6
유병기간	21±1.21	-
VAS	3.80±1.61	-
키(cm)	167.60±7.79	170.42±8.22
체중(kg)	59.13±7.43	60.75±9.72

Mean±SD, VAS : Visual Analgue Scale

### 2. 그룹 간 각 근육별 최대 등척성 수축비(%M VIC)

한발서기동안에 대조군과 실험군에서 각 근육의 최대등척성수축 비(%MVIC)를 비교한 결과는 다음과 같다(표 2).

표 2. Comparison of %MVIC(maximum voluntary isometric contraction) for each group

근육	실험군	대조군	t	p
복직근	6.71±9.42	5.89±5.45	-1.09	.07
외복사근	2.91±2.39	2.23±1.85	.55	.59
중둔근	6.59±5.69	4.46±4.43	6.98	.55
요방형근	8.09±4.59	5.51±3.36	1.96	.36

Mean±SD, \*: p<0.05

한발서기 시 복직근에서 실험군이 6.71±9.42, 대조군이 5.89±5.45로 대조군에서 더 높은 값이 나타났다. 외복사근은 실험군이 2.91±2.39, 대조군에서는 2.23±1.85, 중둔근은 실험군이 6.59±5.69, 대조군이 4.46±4.43, 요방형근은 8.09±4.59, 대조군이 5.51±3.36로, 대부분의 최대등척성수축 비의 값이 대조군에 비해 실험군에서 컸으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>0.05).

### 3. 그룹 간 각 근육별 근활성도 비교

한발서기동안에 대조군과 실험군에서 각 근육의 활성도를 비교한 결과는 다음과 같다(표 3).

한발서기 시 복직근에서 대조군의 근 활성도가 16.69±1.83, 대조군의 근 활성도는 18.08±3.06이었고, 외복사근은 실험군은 7.41±3.05, 대조군은 8.13±2.70로 대조군이 실험군보다 근 활성도가 높았으나 유의한 차이가 나타나지 않았다. 중둔근에서는 실험군은 23.09±14.66, 대조군은 29.20±18.54로 대조군이 실험군에 비해 근 활성도가 높았으며 유의한 차이가 나타났다. 요방형근에서는 실험군에서 8.18±2.60, 대조군에서 7.31±2.82로 실험군이 대조군에 비해 근 활성도가 높았으며 유의한 차이가 나타났다.

표 3. Comparison of muscle activity for each group

근육	실험군	대조군	t	p
복직근	16.69±1.83	18.08±3.06	-1.88	.07
외복사근	7.41±3.05	8.13±2.70	-1.73	.09
중둔근	23.09±14.66	29.20±18.54	-3.69	.02*
요방형근	8.18±2.60	7.31±2.82	1.64	.03*

Mean±SD, \*: p&lt;.05

#### IV. 논 의

요통은 일상생활에서 가장 흔하게 경험하는 질환의 하나로 전체 인구의 약 70~80%에서 일생동안 한 번 이상 경험하는 높은 빈도의 증상으로 척추동물 중 직립보행을 하는 인간만이 겪어야 하는 고통이다(Biering-Sorensen, 1982; Nachemson, 1976). 서서 걸어 다니는 사람의 척추는 중력과 체중부하에 의해 항상 위험 상태에 놓일 수밖에 없는데, 이미 요통을 경험하고 있는 사람이 있어 허리에 가해지는 압력은 중력이나 체중에 의해 끊임없이 가중되기 때문에 요통환자는 서 있거나 앉아 있을 때 주로 통증이 증가되어, 환자 자신이 통증으로부터 벗어나기 위한 방어적 행동으로 자세의 불균형을 초래하게 된다(Norkin와 Levangie, 1992). 본 연구에서는 정상 대조군의 정적 기립자세에서와 동적 자세인 한발서기 시 큰 근 활성도의 변화를 나타내지 않았다. 그러나 정상대조군보다 요통 실험군에서는 한발서기 시 불안정성에 대한 보상작용과 더 많은 근 활성도의 변화가 나타났다. 요통환자의 경우 한발서기검사 시에 정상인 보다 자세안정성이 좋지 않다고 하였다. 이것은 요통환자의 한발서기자세에서 요부와 골반의 근력, 협응 및 근육의 효과적인 상호작용이 손상되어 자세균형에 방해를 받는 것이라고 하였다(Luoto 등, 1998). 요통환자의 경우 한발서기 할 때 정상인 보다 자세안정성이 좋지 않다고 하였다. 이것은 요통환자의 한발서기자세에서 요부와 골반의 근력, 협응 및 근육의 효과적인 상호작용이 손상되어 자세균형에 방해를 받는 것이라고 하였다(이강우와 양희송, 2002). 요부의 안정성은 요부 근육들의 활성화 증가에 의해 유지되고, 활동을 수행하는 동안 큰

요부 근육들과 작은 내재근들 사이의 조화로운 근육 동원을 위한 운동 조절이 강조됨으로써 안정성이 유지된다고 할 수 있다(Blomberg, 1972; Paris, 1985). 요부골반부에 안정화에 관여하는 조직들로는 복직근, 외복사근, 중둔근, 요방형근등을 들 수 있다. Cynn 등(2006)은 요추 골반부(lumbopelvic)의 근육들의 상호작용에 의한 요추의 안정성 증가는 하지가 움직이는 동안 요방형근의 근육활동을 감소시키는 반면, 중둔근의 근 활동을 증가시킨다고 하였으며, 박경미 등(2009)은 골반 압박벨트를 이용하여 골반을 압박한 상태에서 고관절 외전근의 근 활성도의 변화를 측정할 결과 고관절 외전시 요방형근의 근 활성도가 유의하게 감소하였고, 중둔근의 근 활성도가 유의하게 증가하였으며, 이는 본 연구에서 만성 요통환자에 비해 정상인이 한발 서기 시 요방형근의 근 활성도가 감소한 반면, 중둔근의 근 활성도가 증가하는 것과 관련지어 생각할 수 있을 것이다.

척추 주위근은 척추의 안정성과 기능적 움직임에 중요한 역할을 담당하고 있으며 반복적인 요부 손상의 예방이 중요하며 특히 만성요통 환자들에서는 요부 신전근이 약화되어 있으며 특히 요부 굴곡근에 비해 신전근의 위약이 더 심하다고 하였고(Smith 등, 1985), 요통환자에서 체간의 굴곡, 신전 및 측방굴곡 모두에서 근력저하가 있다고 보고 하였다(McNeil 등, 1980). 요통환자는 요통이 지속적으로 반복되면 요통이 반복되지 않는 환자에 비해 척추주위 근육이 더 약화되며(Terti 등, 1991), 이로 인해 운동량이 감소하므로 근육 크기 감소가 온다(Moritani 등, 1986). 그러나 본 연구에서는 근육 크기 감소에 따른 근 약화가 없이 근 활성도에서 대조군에 비해 실험군이 더 큰 근 활성도 수치를 나타냈으나, 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 근전도 기기를 이용한 분석 방법은 각각 다른 근육의 활성화 정도, 근육피로 그리고 만성 근육통에서의 양상을 서술하고 신경근육계 질환을 가진 환자의 진단 등에 사용되어 왔다. 표면 근전도 검사는 피부표면에 전극을 붙이는 비침습적인 검사방법으로 수축할 때 발생하는 근육의 활동전위를 측정하여 근육의 활동정도와 기능을 분석하여 굴곡, 신전,

측굴, 회전등의 자세 변화 시에 체간 조절근의 수축양상을 평가함으로써 체간 조절근들이 요통에 어느 정도 영향을 미치는지 알 수 있다, 그에 따른 치료방법을 알 수 있게 해준다(노성만 등, 2002). 또한 체간 조절근의 근전성 신호는 정적인 상태로 측정하는 것보다 운동을 하는 동안 동적인 근전도 신호를 측정하는 것이 더 유용한 정보를 얻을 수 있다고 하였다(Sihvonen 등, 1994). 또한 표면전극을 사용한 주파수 분석은 근력의 증가 및 피로에 따른 운동단위 활성도의 변화를 비교적 예민하게 측정할 수 있는 매우 신뢰성 높은 진단도구가 된다고 하였다(Moritani 등, 1986).

본 연구에서는 요통환자들의 한발서기 시 요부주위근의 근 활성도를 측정하기 위해 근전도 기기를 사용하였다. 그 결과 최대등척성 수축비는 대조군이 실험군비해 높았으나 유의한 차이를 보이지 않았고, 근 활성도는 중둔근과 요방형근에서 유의한 차이를 보였다.

본 연구의 제한점으로는 실험군과 정상 대조군의 경우 상반된 값을 산출하거나, 오차가 발생하였는데, 이는 피실험자들에게 필요한 반복적인 훈련이 부족하여 정확한 동작의 숙지가 이루어지지 않았으며, 동일하지 않은 피실험자의 전극 부착위치와 부착방법의 차이의 요인들과 실험한 근육이 심부근육이어서 지방 등의 요인들로 인해 근전도 값의 노이즈가 발생하였으며, 유의하지 않은 데이터 값이 산출되었다. 또한 실험자들의 근전도기기를 능숙하게 다루지 못하였고 실험동안에 골반고정 상태에서 한 발 들기 시 골반의 고정이 제대로 이루어 지지 않아 실험진행과정에서 오류가 발생했을 가능성도 크다. 앞으로의 연구에서는 정상인과 요통환자 사이의 정적 체간 근육의 활성화를 분석하고, 삼차원 동작분석기에서의 관절 각도의 차이가 어떤 연관성을 가지는지에 대한 연구가 필요할 것이다.

## V. 결 론

만성 요통 실험군 15명과, 대조군 12명을 대상으로 근전도 검사에 표면전극을 이용하여, 한 발 들기 동작

시 복직근, 외복사근, 요방형근, 중둔근의 %MVIC 값과 근 활성도를 측정하였다.

1. 실험군과 대조군간의 %MVIC값 비교에서는 대부분 대조군에 비해 실험군에서 컸으며, 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ )
2. 실험군과 대조군간의 근 활성 검사에서는 중둔근, 요방형근에서 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 앞으로의 연구에서는 정상인과 요통환자 사이의 정적 체간 근육의 활성화를 분석하고 어떤 연관성을 가지는지에 대한 연구가 필요할 것이다.

## 참고 문헌

- 노성만, 이소영, 이삼규, 주성렬, 최인성, 한채영. 표면 근전도검사를 이용한 만성 요통환자의 평가. 대한재활의학회지 2002;26(2):739-744.
- 박경미, 이진아, 임혜선. Efficacy of pelvic compression belt on the electromyographic activities of hip abductor in healthy young individuals. 대전대학교 물리치료과 학술지 2009;1(1):56-63.
- 이강우, 양희송. 만성요통환자와 정상인의 균형반응 비교. 한국전문물리치료학회지 2002;9(2):1-17.
- 이재학. 운동치료학. 대학서림. 1987:689.
- Albasini AA. Chronic low back pain and leg pain management: The McConnell approach. Course Book. International Congress of IFOMT. Rotterdam, Netherland 2008.
- Alexander KM, Lapier TK. Difference in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. J Orthop Sports Phys Ther 1999;28(6):378-383.
- Biering-Sorensen F. Low back trouble in a general population of 30, 40, 50 and 60 years old men and women. Dan Med Bull 1982;29(6):289-297.
- Blomberg S. A pragmatic approach to low back pain including manual therapy and steroid injections; A

- multicentre study in primary health care. Utilizing indwelling electrodes. *Am J Phy Med* 1972;51(3): 113-129.
- Cady LD, Bischoff DP, Thomas PC et al. Strength and subsequent back injuries in firefighters. *J Occup Med* 1979;49(5):269-272.
- Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction-contemporary developments. *Manl Ther* 2003;6(1):15-26.
- Cook C, Brismie JM, Sizer PS Jr. Subjective and objective descriptor of clinical lumbar spine instability: A Delphi study. *Man Ther* 2006;11(1): 11-21.
- Cooper. R. G., St Clair Forbes. W., & Jayson, M.I.V. Radiographic demonstration of paraspinal muscle wasting in patients with chronic low back pain. *Journal of Rheumatology* 1992;31(4):389-394.
- Cynn HS, Oh Js, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure bio-feedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(11):1454-1458.
- De Luca, C.J. The use of the surface EMG signal for performance evaluation of back muscles. *Muscle and Nerve* 1993;16(7):210-216.
- Demoulin C, Distrie V, Tomasella M. Lumbar functional instability: A clitical appraisal of the literature. *Ann Readapt Med Phys* 2006;50(8):677-684.
- Hungerford BA, Gilleard W, Moran M, et al. Evaluation of the ability of physical therapists to palpate intra pelvic motion with the Srock test on the support side. *Phys Ther* 2007;87(7):879-887.
- Hungerford B, Gilleard W, Lee D. Altered patterns of pelvic bone motion determined in subjects with posterior pelvic pain using skin markers. *Clin Biomech* 2004;19(5):456-464.
- Kim K, Park RJ, Bae SS. Effect of diaphragmatic breathing exercise on activation of trunk muscle of patients with Low back pain. *J Korean Society of Physical Therapy* 2005;17(3):311-327.
- Luoto S, Aalto H, Taimela S, Hurri H, Pyykko I, Alaranta H. Related Articles, One-footed and externally disturbed two-footed postural control in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. A controlled study with follow-up 1998.
- Magee DJ. Instability and stabilization, Theory and treatment, 2nd. seminar workbook 1999.
- Moritani T, Muro M, Nagata A. Intramuscular and surface electromyogram changes during muscle fatigue. *J Appl Physiol* 1986;60(7):1179-1185.
- McNeil T, Warwick D, Andresson C et al. Trunk strengths in attempted flexion, extension and lateral bending in healthy subjects and patients with low back pain disorder. *spine* 1980;56(6):529-538.
- Nachemson AL. The lumbar spine; An orthopaedic challenge. *spine* 1976;1(3):59-71.
- Norkin CC, Levangie PK. *Joint Structure and Function*. Philadelphia: F.A. Davis 1992;466.
- Patla. *Motor control* 1997;chapter 12:362.
- Parkkola R, Rytökoski U, Kormano M. Magnetic resonance imaging of the discs and trunk muscles in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. *Spine* 1993;18(7):830-836.
- Paris SV. Physical signs of instability. *Spine* 1985;10(6): 227-279.
- Polatin, P.B., Gatchel. R.J., Barnes, D., Mayer, H., Arens. C., & Mayer TG. A psychosociomedical prediction model of response to treatment by chronically disabled workers with low-back pain. *Spine* 1989;14(9):956-961.
- Sihvonen T, Partanen J, Hanninen O, Soimakallio SL. Electric behavior of low back muscles during lumbar pelvic rhythm in low back pain patients and healthy controls. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;72:1080-1087.

Smith S, Mayer TG, Kccley J et al. Sagital plane trunk strenght in choronic low back pain patients. Spine 1985;10(5):765-772.

Terti, M.O., Salminen, J.J., & Pajanen, H.E.K., et al. Low back pain and disc degeneration in children; A case control MR imaging study. Radiology 1991;180(21):503-507.

논문접수일(Date Received) : 2014년 9월 13일

논문수정일(Date Revised) : 2014년 9월 20일

논문게제승인일(Date Accepted) : 2014년 9월 26일

---