



# 불안정한 지지면 위에서의 플랭크 운동이 만성허리통증환자의 유연성, 배 근육 두께 및 통증에 미치는 영향

한우정<sup>1</sup> · 손경현<sup>2</sup>

<sup>1</sup>삼성척척신경외과

<sup>2</sup>한려대학교 물리치료학과

## The Effect of Unstable Support Surface Plank Exercise on Flexibility, Abdominal Muscle Thickness and Pain in Chronic Low Back Pain

Woo Jeong Han<sup>1</sup>, M.P.H., P.T. · Kyung Hyun Son<sup>2</sup>, Ph.D., P.T.

<sup>1</sup>*Samsung Chuck Chuck Neurosurgery*

<sup>2</sup>*Dept. of Physical Therapy, Hanlyo University*

### Abstract

**Background:** The purpose of this study was to investigate the effect of Plank exercise on unstable support surfaces on flexibility, abdominal muscle thickness and pain in patients with chronic back pain. **Design:** Randomized controlled trial. **Methods:** This study was performed on 16 patients with chronic back pain of OO military unit. Sixteen subjects were randomly assigned into two groups, an upper extremity trainer group (group I, n=8) and a lower extremity trainer group (group II, n=8). The subjects in group I carried out Flank exercise applying the stability trainer to their upper extremities and ones in group II carried out the same exercise applying the stability trainer to their lower extremities for 4 weeks. In order to ascertain the difference between two groups, flexibility, abdominal muscle thickness and pain were measured before and after the exercise. The flexibility was measured by sit and reach test, the thickness of the abdominal muscle was measured by using ultrasonic imaging equipment, and the pain was measured by the visual analogue scale. A paired t-test was utilized to compare changes in pain, abdominal muscle thickness and flexibility before and after flank exercise on unstable support surfaces. Analysis of Covariance (ANCOVA) was performed for ascertaining the significant differences between groups. The significance level was set by  $\alpha=.05$ . **Results:** 1) The flexibilities of two groups were increased after the exercise ( $p<0.05$ ). 2) In both groups, the thicknesses of rectus abdominis, external oblique abdominis, internal oblique abdominis, and transverse abdominis were all increased after the exercise ( $p<0.05$ ). 3) The pains in both groups were decreased after the exercise ( $p<0.05$ ). 4) In the comparisons of two groups, there were no differences in the flexibility, thickness of external oblique abdominis, internal oblique abdominis and transverse abdominis and pain ( $p>0.05$ ). Whereas only thickness of Rectus abdominis was larger in the group I than in the group II

( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** Plank exercise on the unstable support surface for 4 weeks resulted in increased flexibility, abdominal muscle thickness and pain reduction in patients with chronic back pain. Therefore, it is considered that performing flank exercise on the unstable supporting surface is suitable for the reduction of the pain in patients with chronic back pain. However, in this study, it is considered that continuous and diverse studies are needed because there was not a large difference between the groups when the upper or lower limbs are provided unstable support surfaces.

**Key words:** Plank Exercise, Chronic Back Pain, Muscle Thickness

© 2019 by the Korean Physical Therapy Science

## I. 서론

허리통증이란 허리에 나타나는 모든 증상을 일괄하여 사용하는 용어로서(박병문, 1977), 어떤 특정한 질환만을 나타내는 것이 아니며, 다리통의 동반 여부와는 관계없이 제2번 허리뼈(lumbar vertebra)이하부터 엉치엉덩관절(Sacroiliac joint)까지의 허리범위에 나타나는 통증 증후군을 광범위하게 표현한 용어이다(Andersson 등, 1991). 허리통증 발생과 관련 있는 요인으로는 장시간 앉아 있거나 서있는 행위, 구부린 자세와 정적인 작업자세(Andersson, 1981) 등 신체적, 정신적인 다양함에 서로 여러 가지 상호작용에 의해 발생되며(Waxman, 2006), 주로 허리구조와 주위 조직의 변화에 의하여 초래되고, 직업적 특성, 활동형태, 자세의 변화, 비만, 임신뿐만이 아닌 정서적 긴장이나 2차적 이득 등의 심리적 요인도 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다(노약우 등, 1985; Frymoyer 등, 1985).

이지현(2009)의 군 병사들 대상으로 한 연구에서는 허리통증의 신체역학적 요인으로 물건을 드는 자세, 장기간 한 자세를 지속하는 등 허리에 무리를 주는 자세로 인함이 가장 많다고 하였고, 또한 Panjabi(2003)는 허리통증의 역학적 원인 중 가장 중요한 원인을 척추의 불안정성이라고 언급하였으며, 김수현(1997)은 척추 주변 근육 불균형 시 척추의 역학적 움직임이 원활하지 못하게 되면 주위 관절에 과도한 하중이 걸리

게 될 뿐만 아니라 주위 근육의 약화로 인한 허리통증이 유발할 수 있다고 하였다. 또한 허리부위의 불안정성이 만성허리통증환자들에게 있어 매우 심각한 요인으로 인식되어지며(O'Sullivan, 2000), 이로 인해 통증의 유발, 지구력 감소, 유연성의 감소 및 허리의 가동범위가 제한된다(Kofotolis와 Kelis, 2006).

허리에 통증이 12주 이상 지속되는 경우를 만성허리통증이라 하는데(Anthoney, 1995), 만성허리통증은 인간의 일상생활에서 가장 흔히 경험하는 증상 중 하나로 전체 인구의 약 80%이상이 경험한다고 알려져 있고(Deyo와 TsuiWu, 1987), 허리통증은 우리 주변에서 흔히 접하는 문제이며 만성 질환 중 노동력 상실을 초래하는 가장 흔한 원인으로 알려져 있다. 사회가 산업화 할수록 그 발생률이나 유병률은 증가하게 된다(Andersson, 1981). 고용노동부에서 발표한 산업재해현황에서도 허리통증은 전체 질병 종류 군에서 1위를 차지하고 있으며 발생률 또한 2011년 57.15%, 2012년 56.24%, 2013년 54.45% 전체 질병 종류군 중 50% 이상의 높은 수치를 나타내고 있다(고용노동부, 2013).

허리통증은 일상생활에 고통과 불편을 초래할 뿐만이 아닌 노동력 저하로 인하여 생활 수단의 문제를 야기 시키고, 국가의 산업 및 경제면에도 영향을 미치게 된다(이승재, 1985). 또한 일반 사회뿐만이 아니라 군대에서도 허리통증은 가장 흔한 통증 중의 하나로 물리치료를 받는 환자의 질병 통계에서도 40%이상을

교신저자: 손경현

주소: 전남 광양시 광양읍 한려대길 94-13, 한려대학교 물리치료학과, 전화: 061-760-1122, E-mail: sonkhn5009@naver.com

차지하면서(윤영애, 1975), 전체 입원 환자의 13%가 허리통증 환자로 단일 질환으로서는 중요한 부분을 차지하고 있다(이경희, 1989), 허리통증은 질병으로 인한 군 병사의 전역 원인 중 23.6%를 차지하고 있고(국군의무사령부, 2005), 허리통증은 강명숙(2007)의 연구에서 허리통증 경험률이 53.6%로 허리통증의 위험성이 높을 것으로 예상되는 일부 병사들의 허리통증 경험률은 50~60%로 매우 높게 나타났고, 이지현(2009)의 연구에서는 허리통증이 심할수록 병사들이 군 생활에 적응을 잘하지 못한다고 하였다. Vander Ploeg 등(2000)의 연구에 따르면 만성허리통증 환자들은 통증으로 일상생활에 영향을 미친다고 하였고, Hsieh와 Lee(2002) 또한 허리통증은 환자 정서 상태에도 영향을 주어 우울증과 불안감, 자신감, 생활 만족도, 삶의 질 저하와 같은 심리적인 문제를 유발한다고 하였다. 이와 같이 허리통증은 일반사회의 경제 및 산업뿐만 아니라 국가수호의 근간인 군 전투력의 막대한 손실을 초래하는 등의 중대한 문제가 될 수 있다고 생각된다.

허리 근육들은 심부근육과 표층 근육으로 구분되고, 심부 근육은 팔다리의 움직임에서 발생하는 몸의 흔들림, 걷기 동작과 같은 움직임으로 형성되며, 안정성에 관여한다(Hodges와 Ricardson, 1999). 몸통 근육에서 허리의 안정화에 기여하는 근육으로는 배가로근, 배속빚근, 못갈래근을 들 수 있으며, 골반바닥 근육 및 배 근육들 또한 몸통 근육들과 같이 배의 압력을 발생시켜 허리 안정화에 기여한다(Melissa ko 등, 2012). 특히, 배가로근, 못갈래근, 배속빚근, 배바깥근, 허리네모근은 척추 안정성에 중요한 역할을 하고 고정근으로 작용한다(Kavcic 등, 2004). 하지만 허리통증 환자는 정상인에 비하면 심부근육이 약하고 불균형적일 뿐 아니라, 고유수용성 감각도 감소되어 척추의 안정성을 유지하지 못하고, 허리통증의 재발을 만든다(정성수 등, 2004). 허리통증 환자에게 운동요법은 만성허리통증의 악순환의 고리를 끊을 수 있는 대표적인 치료방법으로 허리근육을 강화시키고, 유연성을 증가시키며, 허리통증으로 인한 구조적인 이상을 대부분 감소시켜준다(Smith 등, 2000). Kankaanpaa 등

(2005)도 만성허리통증환자는 통증의 개선을 위해 허리부위의 근력 강화가 필수적이라고 언급하였고, 원인적 요소나 결과적인 요소에 상관없이 ‘몸통의 안정성’을 유지 향상 시켜주는 것이 상당히 효과적이라는 연구결과도 제시되었다(Luoto 등, 1998).

이처럼 많은 선행 연구에서 몸통 및 허리부위에 대한 안정성을 위한 운동요법을 강조하고 있는데, 허리통증을 위한 운동치료로 알려진 것은 윌리엄운동, 맥켄지운동, 필라테스운동 등이 있으며, 최근에는 몸통 안정성(trunk stability)운동 또는 중심안정성(core stability)운동이 허리통증에 적용되고 있다(최원제 등, 2018). 최근 의료선진국에서는 환자의 근력강화 및 근육과 움직임의 조절능력을 회복하여 몸통의 안정성을 확보하기 위해 환자의 능동적인 참여를 요하는 몸통 안정성(trunk stability)운동이 널리 사용되고 있다(O'sullivan, 1997).

McGill(2001)은 허리 부상의 예방 및 재활에 있어서 코어 지구력의 발달이 필요하다고 하였고, 또한 Gottschall 등(2013)은 특히 스포츠와 재활에서 근력의 최대화, 지구력의 향상, 그리고 부상 예방 목적을 위해 흔히 실시된다고 하였다. 중심 안정화를 위한 운동은 신경근 조절, 근력, 근지구력을 증진시켜 척추와 몸통의 동적 안정성을 유지할 수 있도록 해야 하는데(Imai 등, 2010), 그 중 플랭크(Plank)운동은 코어 안정화를 위한 운동 방법 중의 하나이다(Handzel, 2003).

코어 안정화 운동에 관한 연구는 자세, 도구 지면 등에 따라 다양한데, Czaprowski 등(2013)은 지면과 운동 형태에 따른 코어 안정화 운동에 대한 연구에서 스위스 볼을 이용한 플랭크운동이 배가로근과 배속빚근의 근전도 활성화가 최대라고 하였고, Mok 등(2014)은 현수 장치를 이용하여 다리 벌리고 플랭크운동을 실시했을 때, 배가로근과 배속빚근의 근전도 활성화가 가장 크다고 하였다.

이와 같이 많은 선행연구에서 만성허리통증환자에 관하여 중심안정화를 위한 운동방법에 대해 많은 연구가 이루어져 왔다. 다리만 중심안정화에 관련된 근육에 대한 측정을 근전도 및 초음파를 이용하여 근 활성화도를 측정하였으나 운동을 실시하는 도중에 근육을

측정하였고, 장기간에 걸쳐서 운동을 적용하여 팔 및 다리에 불안정한 지면을 제공하였을 때 중심안정화에 관련된 근육의 유연성, 배 근육 두께 및 통증 등에 미치는 영향에 대한 연구보고가 부족한 실정이다.

하여 본 연구에서는 중심안정화 운동 방법 중 하나인 플랭크운동을 만성허리통증 환자에게 팔에 스테빌리티 트레이너를 적용하여 불안정한 지면을 제공한 경우, 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용하여 불안정한 지면을 제공한 경우로 나누어 4주간의 운동 후에 만성허리통증 환자의 유연성과 배 근육의 두께 및 통증에 미치는 영향을 비교함으로써 만성허리통증환자를 위한 적절한 운동방법을 제안하고 임상에서도 적용 가능한 운동치료 중재의 기초 자료를 제공하고 자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 ○○부대의 기간장병 중 신경외과 전문의로부터 허리통증을 진단 받은 자들을 대상으로 하였다. 연구대상자는 총 16명을 무작위로 나누어 스테빌리티 트레이너를 팔에 적용한 플랭크운동 집단, 다리에 적용한 플랭크운동 집단으로 각각 8명씩 배정하였다. 대상자의 선정기준은 다음과 같은 조건을 충족하는 자들로 시행 하였으며, 실험을 실시하기 전 연구의 목적과 방법을 설명하였고, 실험참여자의 동의서를 작성한 후 본 연구를 진행하였다.

연구대상자들의 조건은 다음과 같다.

- 1) 척추 중양 및 척추사이원반의 감염, 염증성 질환, 구조적 기형이 없는 자
- 2) 감각 또는 운동마비나 장애의 신경학적 병변이 없는 자
- 3) 최근 1년 이내 외과적 수술을 받은 적이 없는 자
- 4) 정신질환이 없는 자

### 2. 연구방법

본 연구는 선정·제외기준에 적합한 대상자를 불안정한 지지면 위에서의 플랭크운동 방법에 따른 유연성, 배 근육 두께 및 통증을 비교하기 위해 사전검사로 연구 대상자들의 연령, 키, 체중, 신체질량 지수(Body Mass Index; BMI)를 포함한 일반적인 특성을 조사하였고, 유연성은 앉아윗몸앞으로굽히기(Sit - and - Reach Test)검사로, 배 근육인 배곧은근(Rectus Abdominis), 배바깥빗근(External Abdominal Oblique Muscle)과 배속빗근(Internal Abdominal Oblique Muscle), 배가로근(Transverse Abdominis)의 근 두께는 초음파영상진단장치로 측정하였으며, 통증은 시각통증척도(Visual Analogue Scale; VAS)를 사용하여 실험 4주 후에 같은 방법으로 측정하였다. 모든 집단에 주3회 4주간 일반물리치료와 플랭크운동을 실시하였다.

#### 1) 플랭크운동

본 연구에서 실시한 플랭크운동 자세는 엎드린 자세, 옆으로 누운 자세 2가지 자세로 실시하였다. 엎드린 자세는 팔굽혀펴기 자세에서 팔꿈치를 90°로 굽혀 아래팔로 바닥을 지지하는 자세를 유지하는 방법으로 실시하였다. 이때, 어깨뼈는 들임을 유지하고 골반과 허리는 중립자세를 유지한 상태에서 발목에서부터 무릎, 골반, 척추, 머리까지 몸을 일직선으로 만들도록 하고, 양 팔의 너비는 어깨 너비만큼, 양 발의 너비는 골반 너비만큼 벌려서 바닥을 지지하도록 하였고, 30초 유지 후 30초 휴식을 1회로 하여 5회 1세트를 기준으로 3세트를 실시하였다(박지원, 2014; 도용찬, 2014). 옆으로 누운 자세는 대상자가 옆으로 누운 상태에서 팔꿈치와 발로 체중을 지탱하면서 엉덩이를 들어올린다. 12초 동안 자세 유지 후 5초 간 휴식을 갖도록 하였으며 5회 반복 하였다. 양쪽 모두 3세트 10분간 실시하였다(McGill과 Karpowicz 2009). 각 집단 마다 스테빌리티 트레이너를 적용한 방법으로는 팔에 불안정한 지지면을 제공하기 위해 아래팔 중간부분을 Stability Trainer 중양에 위치시키는 방법으로 실시하였고, 다리에 불안정한 지지면을 제공하기 위



그림 1. Plank exercise with applying stability trainer to upper extremity



그림 2. Plank exercise with applying stability trainer to lower extremity

해 플랭크 자세에서 양 발을 Stability Trainer 중앙에 위치시키는 방법으로 실시하였다(그림 1, 2).

### 2) 불안정한 지지면 도구

불안정한 지지면을 제공하기 위해 Stability Trainer(Theraband, USA)를 사용하였다. 크기는 36.83cm x 20.32cm x 4.45cm 이다.

## 3. 측정방법

### 1) 유연성 측정

유연성의 측정은 앉아 윗몸앞으로굽히기(sit-and-reach test)방법으로 측정대를 사용하여 측정하였다(k-117, 케이엘스포츠산업, Korea). 이 방법은 두 발꿈치를 모으고 발끝은 5cm정도 벌려 측정대에 앉아, 두 손 끝을 모으고 손가락을 펴서 서서히 앞으로 굽힌다. 측정 시 윗몸의 반동과 무릎의 굽힘을 배제하였으며, 앞으로 굽힐 때 머리는 두 팔 사이에 위치하도록 완전히 숙인다. 2회에 걸쳐 가장 멀리 닿는 거리를 cm로 측정한 것으로 수치가 클수록 허리가 유연한 것을

의미한다(Gettman, 1988).

### 2) 근육 두께 측정

본 연구에서 배곧은근 및 배가로근과 바깥/안쪽 배속빗근 두께를 측정하기 위해 초음파영상진단장치(GE LOGIQ 5 Pro, GE Medical systems, USA)를 사용하였고, 7.5MHz 선형 탐촉자를 이용하여 초음파 영상을 촬영하였다. 측정은 신뢰도를 높이기 위해 한 명의 영상의학과 전문의가 측정을 하였으며, 대상자는 모니터를 통한 시각적 바이오 피드백을 받지 않도록 하였고, 마커펜으로 측정부위를 표시하여 동일부위에 반복측정이 가능하도록 하였다. 또한 피부의 압박을 줄이기 위해 변환기와 피부사이에 젤을 충분히 도포하였으며, 측정의 일관성을 위해 변환기를 측정부위와 수직으로 유지하였고, 두께 측정 시 근육별 경계선은 어두운부위의 가장자리로 하였다(Ferreira와 Hodges, 2004). 대상자들은 이완된 배곧은근과 및 배가로근, 바깥/안쪽 배속빗근의 두께를 확인하기 위해 측정자세는 무릎을 구부리고 누운 자세이고 무릎관절은 90°, 엉덩관절은 50°를 이루게 하였다. 날숨의 시각



그림 3. Ultrasonic image of Rectus abdominis muscle



그림 4. Ultrasonic image of External oblique, Internal oblique, Transverse abdominis muscle

과 함께 배가로근이 동원되기 때문에 이를 제한하기 위해 날숨을 마친 시점의 영상을 수집하였다(Hodges와 Gandevia, 2000). 깊은 배 근육의 두께측정 시 여러 연구들에서 바로 누운 자세, 엎드린 자세, 앉은 자세, 등에서 측정이 되었으나 본 연구에서는 바로 누운 자세에서 측정하였다(Toma 등, 2006; Kiesel 등, 2007; Hides 등, 2007; Roddy 등, 2007; Mannion 등, 2008). 배곧은근의 측정은 배꼽에서 바깥쪽 3cm에서 측정하였으며, 오른쪽부위 근육만 측정하였다(박재철, 2012). 배가로근과 바깥/안쪽 배속빗근의 두께는 정중선(midline)에서부터 15cm 가장자리 끝으로 엉덩뼈능선(ilic crest)과 가슴우리의 아래쪽 가장자리(inferior border of the iliac crest)의 중간에 수직으로 위치시켜 촬영하였고(Hodges 등, 2003; Ainscough-Pottsetal, 2006), 순서는 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근 순이다(그림 3, 4). 이 영상을 초음파 장비 내 측정프로그램을 이용하여 근 두께를 기록하였다. 모든 초음파 측정은 3회씩 실시하여 배곧은근과 배가로근, 바깥/안쪽

배속빗근의 두께의 평균값을 계산하여 통계 자료로 이용하였다.

### 3) 시각통증척도

통증 수준의 평가는 10cm 시각통증척도(Visual Analogue Scale; VAS)를 사용하였다. 측정방법은 환자가 주관적으로 느끼는 통증 정도를 0~10cm의 직선상에 표시하도록 하는 방법으로 0cm는 통증이 없는 상태이며, 10cm는 참을 수 없을 정도의 심한 통증을 의미한다. 시각통증척도는 검사-재검사 신뢰도( $r=0.99$ )와 측정자 간 신뢰도( $r=1.00$ )가 매우 높은 것으로 나타났다(Wagner 등 2007). 시각통증척도는 통증 측정에 가장 일반적으로 사용하는 방법으로 다양한 환경에서 쉽게 사용할 수 있고 간단하면서도 통증에 대한 민감도가 높고 비례적인 성질을 가지고 있는 것으로 알려졌다(Scott와 Huskisson, 1979).

표 1. The general characteristics of the subjects

Variables	I (n=8)	II (n=8)
Age (year)	23.00±0.75 <sup>a</sup>	21.88±1.64
Weight (kg)	74.50±8.43	67.80±5.41
Hight (cm)	174.19±2.83	171.64±6.06
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.55±2.62	23.05±1.96

<sup>a</sup>Mean±Standard Deviation, I =Stability trainer applied to upper extremity; SAUE, II=Stability trainer applied to lower extremity; SALE, BMI=Body mass index

#### 4. 자료분석

본 연구에서 측정된 자료 값은 SPSS(Statistical Package for Social Science) Windows version 12.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각각의 자료는 Kolmogorov-Smirnov 적합도 검정을 이용하여 정규성 검정을 실시한 결과 정규분포를 나타내어 모수검정을 실시하였다. 운동 전과 후의 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였으며, 집단 간 통계학적 유의성 비교를 위해 공분산분석(Analysis of Covariance; ANCOVA)을 실시하였고, 유의 수준은  $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 연구 대상자들의 일반적 특성

연구 대상자의 평균 연령은 팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단은 23.00±0.75세, 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단은 21.88±1.64세이다. 평균 몸무게는 팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단은 74.80±8.43kg이고, 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단 67.80±5.41kg이다. 평균 키는 팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단은 174.19±2.83cm이고, 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단 171.64±6.06cm이다. 평균 신체질량지수는 팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단은 24.55±2.62kg/m<sup>2</sup>이고, 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단은 23.05±1.96 kg/m<sup>2</sup>이다<표 1>.

#### 2. 각 집단 내 운동 전·후 비교

##### 1) 집단 내 유연성의 운동 전·후 비교

팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단과 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단 모두 운동 전·후 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ) <표 2>.

##### 2) 집단 내 배곧은근의 운동 전·후 비교

팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단과 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단 모두 운동 전·후 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ) <표 2>.

##### 3) 집단 내 배바깥근의 운동 전·후 비교

팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단과 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단 모두 운동 전·후 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ) <표 2>.

##### 4) 집단 내 배속빗근의 운동 전·후 비교

팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단과 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단 모두 운동 전·후 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ) <표 2>.

##### 5) 집단 내 배가로근의 운동 전·후 비교

팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단과 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단 모두 운동 전·후 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ )<표 2>.

표 2. Comparison of flexibility, thickness, and pain before and after exercise for each group

Group		Pre	Post	t
Flexibility	SAUE	4.00±5.18 <sup>a</sup>	6.50±5.11	-5.408
	SALE	7.63±8.18	10.75±8.29	-7.999
Rectus abdominis	SAUE	1.29±0.20 <sup>a</sup>	1.47±0.18	-6.027
	SALE	1.28±1.21	1.37±0.11	6.089
External oblique	SAUE	0.36±0.67 <sup>a</sup>	0.43±0.46	-5.715
	SALE	0.37±0.05	0.44±0.07	-10.874
Internal oblique	SAUE	0.85±0.17 <sup>a</sup>	1.00±0.12	-6.618
	SALE	0.81±0.18	0.94±0.19	-8.332
Transverse abdominis	SAUE	0.43±0.06 <sup>a</sup>	0.51±0.06	-10.013
	SALE	0.40±0.07	0.49±0.08	-6.967
Pain	SAUE	5.19±1.46 <sup>a</sup>	1.50±1.07	6.089
	SALE	4.00±1.22	0.50±0.53	6.800

<sup>a</sup>Mean±Standard Deviation, SAUE=Stability trainer applied to upper extremity, SALE=Stability trainer applied to lower extremity

6) 집단 내 시각 통증 척도의 운동 전·후 비교

팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단과 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단 모두 운동 전·후 비교에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ) <표 2>.

3. 운동 전·후에 따른 집단 간 비교

운동 전·후에 따른 통증, 근 두께, 유연성의 집단 간 변화를 비교한 결과는 다음과 같다. 배곧은근에서만 팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단에서 유의하게 높게 나타났고( $p<0.05$ ), 통증, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근, 유연성에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ )<표 3>.

IV. 고 찰

본 연구는 만성허리통증환자에게 몸통안정화 운동 중 하나인 플랭크 운동을 실시 할 때 팔과 다리에 각각 불안정한 지지면을 제공하여 환자의 유연성, 배근육의 두께 및 통증에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보고자 하였다. 허리통증환자들을 위한 보존적 치료법에는 침상 안정, 열·전기치료, 초음파치료, 마사지, 운동치료 등이 주로 실시되나(배성수 등, 1989; Maigne, 1996; Patel 등, 2000) 최근에는 침상 안정, 보조기, 견인, 열전기치료, 초음파치료, 전기자극 치료, 관절 가동운동, 도수 치료, 마사지 등의 수동적인 치료는 점차 배제되고 정상적인 활동으로의 조기적인 복귀와 재발방지 및 만성통증으로의 진행을 막기 위해서는 능동적인 운동으로 치료가 진행되어야 한다

표 3. Comparison of between the group

	SS	df	MS	F
Flexible	1.586	1	1.586	1.149
Rectus abdominis	.031	1	0.031	8.761
External oblique abdominis	.000	1	0.000	0.128
Internal oblique abdominis	.003	1	0.003	0.912
Transverse abdominis	.000	1	0.000	0.288
Visual analogue scale	3.199	1	3.199	4.160



(Deyo, 1996). 능동적인 운동으로는 골반경사운동, 근력강화 운동, 유연성증진운동, 신체적응도증진 운동 등이 있으나 그 중 특히 배 근육을 강화시키기 위한 윌리엄 굽힘 운동과 맥켄지 펌 운동이 많이 쓰이고 있다(안명환, 1997).

유연성에 관련하여 하성훈(2008)은 허리 안정화 운동이 만성허리통증환자의 유연성의 증가에 영향을 미친다고 하였고, 이강우(1995)는 유연성과 근력을 유지시키기 위해 배 근육 및 허리 근육, 엉덩관절 부위 근육 등의 근력강화, 몸통과 다리 관절의 유연성 회복, 일반적 신체적응도를 증진시켜야 한다고 하였다. 이다현(2011)의 연구에서 만성허리통증환자에게 12주간 허리안정화 운동을 짐볼과 매트위에서 실시하였을 때 두 집단 간의 차이는 없었지만 모두 유연성이 증가하였다. 이는 두 집단 모두 유연성이 증가한 본 연구의 결과와도 유사하다. 이러한 결과는 볼을 이용한 허리안정화 운동을 실시하여 몸통의 앞 굽힘이 향상된 결과를 허리안정화 운동이 배가로근 등 국소 근육체계의 협력 수축을 촉진하여 몸통 운동 시 허리 분절 운동에 안정성 효과를 준 것이라고 보고한 박미애(2004)의 연구결과가 본 연구의 결과를 뒷받침 한다.

다만 본 연구에서는 두 집단 간의 차이가 없었는데 그 이유는 짐볼 운동은 매트운동에 비해 지지면이 불안정하기 때문에 유연성을 향상시키기 위한 신장성의 발달보다 균형유지에 집중하기 때문이며 매트운동이 짐볼 운동보다 넓은 기저면을 확보 할 수 있기 때문에 신장성을 향상시킬 수 있다고 보고한 이다현(2011)의 연구결과와 같이 두 집단 모두 플랭크운동을 불안정한 지지면 위에서 시행하였기에 신장성의 발달보다는 균형유지에 더 집중하였기 때문이라고 생각된다.

표면 근전도는 허리부위에 중요한 깊은 근육을 측정하는 데에 어려움이 있기 때문에 최근 연구에서는 초음파영상으로 근 두께를 측정하는 방법이 사용되고 있다(John과 Beith, 2007). 배 근육과 관련된 초음파영상은 연구방법론적인 접근에 유용하고(Teyhen 등, 2007), 영상진단장비에 의해 비침습적 방식을 사용하여 정량적으로 영상획득과 디지털 영상분석을 활용하여 근육의 구조 변화를 평가할 수 있게 되었다(Maurits

등, 2003). McMeeken 등(2004)은 초음파로 측정한 배가로근의 두께와 근전도상의 근 활성도는 유의한 상관관계가 있어 초음파로 확인된 근육의 두께 변화는 근 수축의 척도로 사용 할 수 있다고 보고하였으며, 초음파 측정은 성공된 운동 조절 치료 프로그램에서 기간이 지난 후에도 측정의 재현 가능성을 위한 증거로 제시 될 수 있으므로 임상가들에게 중요하다고 보고하였다(Costa 등, 2009). 따라서 본 연구에서도 정량적 측정 부분에서 그 신뢰성을 인정받고 있는 초음파 측정을 통해 배 근육의 두께변화를 측정하였다.

이에 본 연구는 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근의 두께의 변화를 초음파영상진단 장비로 알아보았다. Schellenberg 등(2007)은 건강한 성인 43명을 대상으로 안정된 지지면에서 바로 누운 자세의 교각운동과 엎드린 자세에서의 교각운동을 수행했을 때의 근 활성도를 연구하였는데 바로 누운 자세의 교각운동보다 엎드린 자세의 교각운동에서 허리부분의 큰 근육들 보다 배 근육들의 높은 활성도를 보였고, Marshall과 Murphy(2005)는 안정한 지지면에서 운동하는 것에 비해 치료용 볼에서 운동하는 것이 배 근육과 척추세움근의 근 활성수준을 크게 높인다고 하였다. Lehman 등 (2005) 연구에서는 스위스 볼에서 교각운동 시 옆으로 누운 자세에서 배속빗근과 배바깥빗근이 활성화 된다고 하였으며, 근전도 연구들에서 폼 롤러나 볼 같은 불안정한 지지면 위에서의 허리 안정화 운동은 안정된 지지면에서 운동하는 것 보다 배 근육의 활성도를 증가시키는데 효율적이라고 보고하였다(Lehman 등, 2005; Vera-Garcia 등, 2000).

이러한 선행연구들을 바탕으로 본 연구의 결과를 보면 불안정한 지지면 제공을 위해 스태빌리티 트레이너를 팔에 적용한 집단에서의 배곧은근의 두께가 운동 전에  $1.29 \pm 0.20\text{cm}$ 에서  $1.47 \pm 0.18\text{cm}$ 으로 증가하였고, 다리에 적용한 집단이 운동 전에  $1.28 \pm 1.21\text{cm}$ 에서  $1.37 \pm 0.11\text{cm}$ 으로 증가하였고, 배바깥빗근 또한 팔에 적용한 집단이  $0.36 \pm 0.67\text{cm}$ 에서  $0.43 \pm 0.46\text{cm}$ 으로, 다리에 적용한 집단이  $0.37 \pm 0.05\text{cm}$ 에서  $0.44 \pm 0.07\text{cm}$ 으로 증가하였으며, 배속빗근은 팔에 적용한 집단이  $0.85 \pm 0.17\text{cm}$ 에서  $1.00 \pm 0.12\text{cm}$ 으로 다리에 적용한 집

단이  $0.81\pm 0.18\text{cm}$ 에서  $0.94\pm 0.19\text{cm}$ 으로 증가하였고, 배가로근은 팔에 적용한 집단이  $0.43\pm 0.06\text{cm}$ 에서  $0.51\pm 0.06\text{cm}$ 으로, 다리에 적용한 집단이  $0.40\pm 0.07\text{cm}$ 에서  $0.49\pm 0.08\text{cm}$ 으로 증가하였다.

이는 본 연구에서 실시한 불안정한 지지면 위에서 수행한 플랭크운동이 모든 배 근육의 두께가 유의성 있는 증가를 보인 것에 대해 엎드린 자세의 교각 운동이 배속빗근, 배바깥빗근, 배가로근의 두께를 증가시켜 주었다고 보고한 공용수(2014)의 연구결과는 본 연구의 결과를 뒷받침한다. 이러한 결과를 볼 때 팔 또는 다리에 불안정한 지지면을 제공한 플랭크운동은 전반적인 배 근육의 두께 및 활성화 증가에 긍정적인 것으로 생각되어진다.

다만 본 연구에서 집단 간의 배 근육 두께 비교에서 배곧은근만 팔에 적용한 집단이 다리에 적용한 집단보다 통계학적으로 유의성 있게 높게 나타났고 ( $p < 0.05$ ), 배곧은근을 제외한 다른 근육들은 통계학적으로 유의성을 보이지 않았다. 이러한 결과는 군의 훈련 및 체력단련 등에 의해 차이가 발생된 것으로 생각된다.

통증과 관련하여 Koumantakis (2005) 등의 연구에서 운동조절 치료집단과 약물치료집단 간 4주 후와 1년 후 효과 연구에서 4주 후부터 운동조절 치료집단에 통증 감소가 나타났다는 보고가 있었다. 또한 12주 간 특이적 안정화운동 실시한 집단에 운동을 실시하지 않은 집단보다 통증에 감소하다는 결과가 있었고 (Unsgaard, 2010), Lindstrom(1992) 등의 연구에서는 만성허리통증환자들을 대상으로 8주간 운동조절치료를 실시했을 때 운동 적용전의 통증과 비교하여 2.7점 감소하였다는 결과가 있다. 이는 본 연구에서도 팔에 적용한 집단이  $5.19\pm 1.46$ 점에서  $1.50\pm 1.07$ 점으로 다리에 적용한 집단이  $4.00\pm 1.22$ 점에서  $0.50\pm 0.53$ 점으로 통증이 감소한 것과 일치한다. 다만 본 연구에서 두 집단 간의 통증의 차이가 통계학적으로 유의성은 보이지 않았다. 이러한 결과는 아무런 중재 없는 4주간의 시간은 통증을 완화시켜주지 않는다고 보고한 정은동(2013)의 연구를 볼 때 본 연구에서 두 집단 모두 통증이 감소한 것은 두 집단 모두 몸통안정화 운동을 실시

함에 따른 기능의 향상으로 인해 감소된 것으로 생각된다.

본 연구의 결과를 종합해보면 플랭크운동 시 불안정한 지지면을 팔 또는 다리에 적용하였을 때 유연성과 배 근육의 두께 증가 및 통증감소에 효과가 있었다. 이는 몸통안정화운동이 코어근육을 활성화시켜 배 근육 두께를 증가시키고(Oliveira 등, 2008), 허리통증에 대한 적극적인 운동치료 프로그램은 신체기능을 정상화시킴으로 허리통증을 감소시킨다(Jenkins 등, 1994)는 선행연구의 결과를 볼 때 본 연구에서도 몸통안정화 운동인 플랭크 운동을 실시함으로써 유연성, 배 근육의 두께 변화로 인해 신체기능이 향상됨으로 통증이 감소된 것으로 생각된다. 따라서 플랭크운동이 만성허리통증환자의 통증감소에 효과적인 운동치료방법이라 생각되어진다.

하지만 집단 간 대상자가 적었고 연령대 또한 20대 남성이기 때문에 모든 연령과 성별에 일반화시키기에는 다소 제한점이 있다. 또한 군내에서의 훈련과 각종 체력단련 등 변수에 대한 통제와 심리적, 유전적 요인을 고려하지 못하였고, 추적조사가 이루어지지 못한 제한점이 있었다. 향후 다양한 연령대 및 직업별과 성별에 대해 일반화시킬 수 있는 다수의 대상으로 한 연구가 진행되어야 하고 다양한 불안정한 지지면 위에서의 몸통안정화 운동에 대한 연구가 이루어져 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 불안정한 지지면 위에서의 플랭크 운동이 만성허리통증환자의 유연성, 배 근육 두께 및 통증에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위해 ○○부대의 만성허리통증환자 16명을 대상으로 팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단( $n=8$ )과 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단( $n=8$ )으로 구분하여 총 4주간 주 3회 적용하였다. 연구에 대한 세부적인 결과는 다음과 같다.

1. 두 집단 내 유연성의 변화는 모두 운동 전에 비해 운동 후에 유의하게 증가하였다.

2. 두 집단 내 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근의 두께변화는 모두 운동 전에 비해 운동 후 유의하게 증가하였다.

3. 두 집단 내 통증의 변화는 모두 운동 전에 비해 운동 후에 유의하게 낮아졌다.

4. 집단 간 비교에서는 유연성과 배가로근, 배바깥빗근 배속빗근의 두께 및 통증은 집단 간 유의한 차이가 없었고, 배곧은근의 두께만 팔에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단이 다리에 스테빌리티 트레이너를 적용한 집단보다 유의하게 높았다.

이상의 연구 결과를 볼 때 유연성 및 배 근육 두께의 증가와 통증의 감소에 긍정적인 효과를 얻었지만 본 연구에서는 팔 또는 다리에 불안정한 지지면을 제공했을 때 집단 간의 차이에 대한 유의성을 증명하지 못하였기에 이에 대해 추후 지속적이고 다양한 운동 프로그램의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 참고문헌

강명숙. 병사들의 근골격계 증상과 작업관련 및 사회 심리적 특성과의 관계[석사학위논문]. 연세대학교 대학원; 2007.

고용노동부. 산업재해현황분석. 2013.

국군의무사령부(2005). 군 병원 통계연보

김수현. 등속성 및 등장성 재활트레이닝이 척추수술 환자의 근기능 회복에 미치는 영향[석사학위논문]. 한국체육대학교 대학원; 1997.

노약우, 송재의, 변창세, 백창현. 요통에 관한 임상적 고찰. 대한 정형외과 학회지. 1985;20:445-453.

도용찬. 지면 유형별 플랭크 운동에서 초음파 영상을 통한 복횡근과 내복사근 두께 비교[석사학위논문]. 인제대학교 대학원; 2014.

박미애. 요부안정화 운동이 요통환자에게 미치는 영향[석사학위논문]. 삼육대학교 대학원; 2004.

박병문. 요통의 원인과 치료. 대한정형외과 학회지. 1977;12:1-8.

박지원. 교각운동 방법 차이에 의한 만성요통환자의

체간근 활성화도, 근 두께 및 고유수용성감각에 미치는 영향[박사학위논문]. 대구가톨릭대학교 대학원; 2014.

박재철. 지지면에 따른 안정화 운동이 근수행력에 미치는 영향[석사학위논문]. 남부대학교 보건경영대학원; 2012.

배성수, 김용천, 박홍기, 이현옥, 이현일, 장정훈. 물리치료학 개론. 서울: 도서출판 대학서림; 1989.

안명환. 만성요통환자의 건강 통제의 성격과 치료지시 이행과의 관계연구[석사학위논문]. 고려대학교 대학원; 1997.

윤영애. 물리치료 환자의 통계적 고찰. 대한 군진 의학 학술지. 1975;6:20-26.

이강우. 요통의 운동치료. 대한 재활의학회지. 1995;19(2):203-208.

이다현. 매트와 짐볼 운동이 만성요통 환자의 유연성과 균형에 미치는 효과[석사학위논문]. 강원대학교 대학원; 2011.

이지현. 군 병사의 요통과 우울, 군 생활 적응간의 관계[석사학위논문]. 충남대학교 대학원; 2009.

이경희. 요통 유발 변인에 관한 탐색적 연구-군병원에 입원한 요통환자를 중심으로[석사학위논문]. 연세대학교 대학원; 1989.

이승재. 한국인 근로자 요통환자에 대한 임상적 연구. 인제의학. 1985;6(3):437-447.

정성수, 이종서, 정광훈, 이종열, 오일빈. 환축추간 경관절 고정시 후방 나사못 삽입을 위한 전산화 단층 촬영. 대한정형외과학회지. 2004;39(3): 285-289.

정은동. 만성요통환자에게 슬링에서의 교각운동이 통증 및 체간근 활성화에 미치는 영향[석사학위논문]. 고려대학교 대학원; 2013.

최원제, 박범석, 유병국, 전재근, 손경현. 코어 프로그램 운동이 만성요통 환자의 균형에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2018;25(1):1-10.

Ainscough-Potts, A-M., Morrissey, M. C., & Critch ley, D. The response of the transverse abdominis and internal oblique muscles to different postures. Ma

- nual Therapy. 2006;11(1):54-60.
- Anderson G.B., Pope M.H., Frymoyer J. W. & Chaffin D, B. Occupation Low Back Pain: Assessment, Treatment and Prevention. St, Louis: Mosby. 1991;1(3):2-147.
- Anderson GBJ. Epidemilogic aspects on low back pain in industry. Spine. 1981;6(1):53-60.
- Costa, L. O. P., Maher, C. G., Latimer, J., & Smeets, R. J. Reproducibility of reh abilitative ultrasound imaging for the measurement of abdominal muscle acti vity: a systematic review. Phys Ther, 2009;89(8):756-769.
- Czaprowski D, Afletowicz A, Gbicka A, Pawlowska P, Kdra A, Barrios C, et al. Abdominal muscle EMG-activity during bridge exercises on stable and uns table surfaces. Physical Therapy in Sport 2014;15(3):162-8.
- Deyo, R.A., & Tsui-Wu, Y.j. Descriptive epidermiology of low back pain and its related medial care in the United States, Spine. 1987;(12);264-267.
- Deyo RA. Acute low back pain: A new paradigm for management. BMJ, 1996;13 (3):1343-1344.
- Frymoyer JW, Rosen J & Pope MH. Psychologic factors in lo back pain disability. Clinical Orthopedic Related Research 1985;195:178-184.
- Ferreira, P. H., Ferreira, M. L., & Hodges, P. W. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. Spine, 2004;29(22): 2560-2566.
- Gottschall JS, Mills J, Hastings B. Integration core exercises elicit greater muscle activation than isolation exercise. Journal of Strength and Conditioning Research. 2013;27(3):590-6.
- Gettman, L, R.(1988). Fitness testing. American College of Sports Medicine(Ed), Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing & Prescription. Philadelphia; Lea & Febiger. 1988;161-170.
- Hodges, P. W., Pengel, L. H. M., Herbert, R. D., & Gandevia, S. C. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. Muscle Nerve, 2003;27(6):82 -692.
- Hides, J., Wilson, S., Stanton, W., McMahon, S., Keto, H., McMahon, K., et al. An MRI investigation into the function of the trans versus abdominis muscle during" drawing-in" of the abdominal wall. Spine, 2006;31(6):175-178.
- Hodges PW, Gandervia SC. Activation of the human diaphragm during a petitive postural task. J Physiol. 2000;522:165-75.
- Handzel TM. Core training for improved performance. NSCA's Performance Training Journal, 2003; 2(6):26-30.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upperlimb movement at different speeds. Archives of physical medicine and rehabilitation, 1999;80(9):1005-1012.
- Hsieh, R.-L., & Lee, W.-C. One-shot percutaneous electrical nerve stimulation vs. transcutaneous electrical nerve stimulation for low back pain; comparison of therapeutic effects. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2002;81(11):838-843.
- Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shina I, Tatsumura M, Izumi S, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 2010;40(6):369-75.
- Jenkins EM, Borenstein DG(1994). Exercise for the low back pain patient. Baillieres Clin Rheumatol, 1994;8(1):191-7.
- John, E.K., &Beith, L.D. Can Activity within the External abdominal oblique be measured using real-time ultrasound imaginnng? Clinical Biomechanics, 2007;22(9):972-979.

- 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):209-225.
- Kiesel, K. B., Under wood, F. B., & Mattacola, C. G. A comparison of select trunk muscle thickness change between subjects with low back pain classified in the treatment-based classification system and a symptomatic controls. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2007;37:596-607.
- Kankaanpaa M, Colier WN, Taimela S et al. Back extensor muscle oxygenation and fatigability in healthy subjects and low back pain patients during dynamic back extension exertion. *Pathophysiology*, 2005; Nov7.
- Kavcic, N., Grenier, S., & McGill, S. M. Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercise. *Spine*, 2004;29(20),2319-2329.
- Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. *Phys Ther*, 2006; 86(7):1001-12.
- Luoto S, Taimela S, Alaranta H et al. Psychomotor speed in chronic low back pain patients and healthy controls: construct validity and clinical significance of the measure. *Percept Mot Skills*, 1998; 87:1283-96.
- Lindstrom I, Ohlund C, Eek C, Wallin L. Mobility, strength and fitness after a graded activity programme for patients with subacute low back pain : A randomized prospective clinical study with a behaviour a approach. *Spine*, 1992;17(6):641-652.
- Lehman, G. J., Hoda, W., & Oliver, S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swiss ball. *Chiropractic & osteopathy*, 2005; 13,14.
- Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005; 86(2):242-49.
- McMeeken, J., Beith, I., Newham, D., Milligan, P., & Critchley, D. The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clinical biomechanics*, 2004;19(4):337-342.
- Mauritis N. M., Bollen A. E., Windhausen A., De Jager A. E. & Van Der Hoeven J. H. Muscle ultrasound analysis: Normal values and differentiation between myopathies and 66 neuropathies. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 2003;29(2): 215-225.
- Maigne R. *Diagnosis and treatment of pain of vertebral origin*. Baltimore : Williams & Wilkins. 1996.
- Mannion, A. F., Pulkovski, N., Gubler, D., Gorelick, M., O'Riordan, D., Loupas, T., et al. Muscle thickness changes during abdominal hollowing: an assessment of between-day measurement error in controls and patients with chronic low back pain. *Eur Spine J*, 2008;17,494-501.
- Mok NW, Yeung EW, Cho JC, Hui SC, Lin KC, Pang CH. Core muscle activity during suspension exercises. *Science and Medicine in Sport* In press, 2014.
- McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and Sports Sciences Review* 2001;29(1): 26-31.
- McGill, S. M., & Karpowicz, A. Exercises for spine stabilization:motion motor patterns, stability progressions, and clinical technique. [Clinical Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2009;90(1):118-126.
- Melissa Ko, D., Kim Khauv, d., & Joel Alcantara, D. Resolution of Secondary Amenorrhea of 20 years

- in a Woman Undergoing Subluxation-Based Chiropractic Care. *Journal of Pediatric, Maternal & Family Health*, 2012;12(2):38-42.
- O'Sullivan PB. Lumbar segmental 'instability' : clinical presentation and specific stabilizing exercise management . *Man Ther*, 2000;5(1):2-12.
- Panjabi, M. M. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 2003;13(4), 371-379.
- Patel AT, Ogle AA. Diagnosis and management of acute low back pain. *Am Fam Physician*, 2000;61:1779-1790.
- Roddey, T. S., Brizzolara, K. J., & Cook, K. F. A comparison of two methods of assessing transverse abdominal muscle thickness in participants using real-time ultrasound in a clinical setting. *Orthop Phys Ther Pract*, 2007;19,198-201.
- Scott, J. & Huskisson, E. C. Vertical or Horizontal visual analogue scales. *Ann Rheum Dis*, 1979;38(6): 3-4967.
- Smith, L. A, Oldman, A. D, McQuay, H. J, & Moore, R. A. Teasing apart quality and validity in systematic reviews: an example from acupuncture trials in chronic neck and back pain. *Pain*, 2000;86(1),119-132.
- Teyhen D. S., Gill N. W., Whittaker Jackie L et al. Rehabilitative ultrasound imaging of the abdominal muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2007;38(8)450-466.
- Toma, V., Pulkovski, N., Spratt, H., Gubler, D., Gorelick, M., O'Riordan, D., et al. Reliability of measures of abdominal muscle thickness during abdominal hollowing as assessed with M-mode ultrasound. *Eur J Pain*, 2006;10(1),S109b-S109.
- Unsgaard Tondel M, Fladmark AM, Salvesen O, Vasseljen O. Motor control exercise, sling exercises, and general exercises for patients with chronic low back pain : a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Phys Ther*, 2010;90(10):1426-1440.
- Van der Pleog, J.D., Renting, H., Brunori, G., Knickel, K., Mannion, J., Marsden, T., et al. Rural development: from practices and policies towards theory. *Sociologiaruralis*, 2000;40(4), 391-408.
- Vera-Garcia, F. J., Grenier, S. G., & McGill, S. M. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Physical therapy*, 2000;80(6),564-569.
- Waxman SE. Chronic low back pain and the impact on relationship satisfaction. Master's thesis, University of Queen's, Canada. 2006.
- Wheeler, A. H. Diagnosis and management of low back pain and sciatica. *American family physician*. 1995;52(5):1333-41.

논문접수일(Date Received) : 2019년 10월 19일

논문수정일(Date Revised) : 2019년 11월 25일

논문게재승인일(Date Accepted) : 2019년 12월 03일