

흉추 관절가동술이 만성요통환자의 통증, 고유수용감각 및 균형수준에 미치는 효과

양진모¹, 김선엽²

¹대전대학교 일반대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

The Effect of Thoracic Joint Mobilization on Pain, Proprioception and Static Balance in Patients With Chronic Low Back Pain

Jin-mo Yang¹, MSc, PT, Sunh-yeop Kim², PhD, PT

¹Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Daejeon University

²Dept. of Physical Therapy, College of Health & Medical Science, Daejeon University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of lumbar stabilization training and additional thoracic mobilization on pain, proprioception and static balance in patients with chronic low back pain. The subjects of this study were 48 chronic low back pain patients who were randomly allocated to an experimental group 1 ($n_1=16$, lumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic hypomobility), experimental group 2 ($n_2=16$, lumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic normal mobility), and a control group ($n_3=16$, lumbar stabilization, thoracic hypomobility) after a thoracic mobility test. Both experimental groups underwent lumbar stabilization training and additional thoracic mobilization. The control group underwent only lumbar stabilization training. The intervention was performed 3 times per week, 30 minutes each time, for a total of 6 weeks. Thoraco-lumbar joint reposition error was measured using an electrogoniometer and static balance ability was measured using the Tetrax posture analysis system. Subjects' pain level was measured using a 100 mm visual analogue scale. Statistical analyses were performed using a one-way analysis of variance and a paired t-test. Post-hoc testing was carried out with a Bonferroni test. The pain level was significantly lower in both experimental groups compared to the control group. Both experimental groups showed significant reductions in joint reposition error angle (flexion, extension, and side bending) compared to the control group. The static balance level was significantly lower in both experimental groups than in the control group. In summary, lumbar stabilization exercises and additional thoracic mobilization significantly improved the pain level, proprioception, and static balance in patients with chronic low back pain.

Key Words: Low back pain; Thoracic hypomobility; Thoracic mobilization.

I. 서론

요통(low back pain)은 요추를 포함하는 구조와 관련된 모든 통증을 표현하는 용어로서, 현대인이 겪는 가장 보편적이고 흔한 의학적 문제 중 하나이다 (Haynes와 Williams, 2008). 요통과 같은 근골격계 질환

은 상당히 보편화되어 있고, 현대사회에서 건강관리 비용 중 많은 부분을 차지하고 있어 사회·경제적으로 비용 발생이 증가되고 있는 실정이다(O'Sullivan 등, 2003). 만성요통은 12주 이상 지속되는 요통으로 정의하며, 반복적 치료 요구와 장시간 동안 직업복귀의 지연 및 상실, 보상과 의료비로 많은 비용이 지출되기

때문에 사회, 의학적 문제로 이어진다(Hazard, 1996).

만성 요통의 경우 관절 주위의 신경근 조절능력의 상실로 인하여 고유수용감각체계의 결손으로 인하여 관절의 불안정성(instability)을 유발하게 된다. 이러한 신경근 조절능력 상실과 고유수용감각 결손에 의한 관절의 불안정성은 척추 관절의 안정성을 떨어뜨리고 요추 관절의 움직임 증가시키고 통증을 만들어 기능적 제한을 초래하게 한다(Ko 등, 2009).

고유수용감각은 관절의 위치와 체중부하를 구별하며 운동의 방향과 크기, 속도와 통증을 감지하는 기능을 한다(Lundy-Ekman, 2013). 또한, 고유수용감각은 외적으로 작용된 힘에 대한 즉각적 반응으로 근육의 수축성을 조절하는 능력으로 관절의 안정성에 중요한 역할을 담당하는데 요통환자의 경우 고유수용감각 결손으로 인한 신경근 조절능력이 상실되어 관절의 기능적 불안정성이 유발되어 재 손상의 주요요인으로 작용하고 있다(Learman 등, 2009). Kaltenborn 등(1993)은 불안정성이 있는 요추 분절의 인접관절은 상대적으로 운동성이 감소하게 된다고 보고하고, 이러한 문제를 해결하기 위해 운동성이 감소된 인접관절의 움직임을 증가시켜 불안정한 관절의 안정성을 유도하는 방법으로 치료를 하여야 한다고 하였다. 다시 말해, 흉추의 운동성 감소는 요추 분절의 비정상적인 움직임을 증가시켜 요추의 불안정성을 유발시키기 때문에 흉추의 운동성을 증가시켜야 하며(Singer와 Giles, 1990), 흉추부 운동성 회복을 위한 흉추 관절가동술(thoracic mobilization)은 경추 또는 요추에 직접적으로 적용하는 도수치료보다 부작용이 적다고 보고하고 있다(Cleland 등, 2007). Hur(2005)은 만성요통 근로자를 대상으로 흉추 운동성을 증가시키기 위해 흉추 운동개선 프로그램을 적용한 결과 흉추 운동군이 요추 운동군 보다 요추의 안정성 향상에 효과적이었으며, 통증강도와 오스웨스트리 장애지수(Oswestry Disability Index; ODI)가 감소하였다고 보고하였다. Ko 등(2009)은 만성요통환자에게 흉추부 관절가동술과 요추부 안정화운동(lumbar stability training)을 적용한 후 비교한 결과 흉추 관절가동술군에서 통증, ODI가 감소하였으며, 척추 운동성 개선이 나타났다고 보고하였다. 이러한 연구들을 보면 요통으로 인해 흉추의 움직임성이 제한된 부분에 대하여 흉추의 가동성 증진이 요추부의 안정성을 확보하기 위해 필요한 중재이며, 요통의 원인이 되는 요추

의 불안정성이 흉추의 과소운동성과 밀접한 연관이 있음을 알 수 있다.

요통환자의 기능회복을 위한 요추부 근력 강화와 척추 운동성의 향상은 요추부 통증개선과 신경근 조절능력의 향상을 통해 근육들의 협응능력을 증진시켜 만성요통환자의 자세균형능력회복에 중요한 요인으로 작용한다고 보고하고 있으며, 이러한 균형능력회복은 감각계, 신경계뿐만 아니라 효과계 등을 포함한 조직들의 상호작용에 의해 이루어지기 때문에 요통환자의 재활과정에서 중요한 요소로 여겨지고 있다(Alexander와 Lapiere, 1998). 따라서 선행연구에서는 요통환자들과 균형능력은 높은 관련성이 있음을 언급하고 있으며, 균형능력의 회복을 전제로 하는 치료적 접근법이 요통환자들에게 효과적이라고 보고하고 있다(Parkhurst와 Burnett, 1994).

관절가동술을 통한 척추의 제한된 움직임의 회복은 통증과 운동성 회복으로 이어져 결국에는 신경근 조절능력을 향상시켜 근육의 협응능력이 개선되어 만성요통환자의 자세균형능력이 향상된다고 하였다(Levangie와 Norkin, 2011). 이러한 도수치료 접근법의 궁극적 목표는 통증, 움직임의 제한, 비정상적인 자세를 치료하여 결과적으로 운동조절 개선이 목적이다(França 등, 2010; Shumway-Cook과 Woollacott, 2007).

요통환자들에게 나타나는 척추분절의 불안정성, 인접 관절인 흉추 분절의 상대적인 운동성 제한, 신경근 조절능력 상실에 따른 고유수용감각의 결손, 통증으로 인한 척추 운동성 감소에 따른 균형능력 상실은 대상자들의 일상생활에서의 기능적 동작의 감소로 이어진다. 이러한 요통환자의 치료적 접근을 위해 많은 도수치료사들은 직접적인 치료방법과 간접적 치료방법을 적용하고 있지만 임상에서 만성요통환자에게 일반적으로 사용되는 간접적인 치료방법인 흉추 관절가동술이 흉추의 운동성을 회복시켜 요추의 비정상적인 움직임을 개선하고 고유수용감각, 균형감각의 회복에 대한 치료적 근거가 아직은 미흡한 실정이다. 이에 본 연구는 만성요통환자들에게 인접관절인 흉추 관절의 제한된 움직임을 개선하는 흉추 관절가동술을 요추부 안정화 운동 시행후 추가적으로 적용하였을 때 만성요통환자의 통증 수준과 고유수용감각 및 정적균형 수준의 개선에 영향을 주는 가를 알아보하고자 하는 것이 목적이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 충청남도 C시에 위치한 산업체에 근무하는 근로자를 대상으로 사전 선정조건에 충족한 대상자로 선정하였으며, 실험에 참여한 모든 대상자들은 실험과정에 대하여 충분한 설명을 들은 후 자발적으로 연구 동의서에 서명하였다. 본 연구는 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인(승인번호: 1040647-201403-HR-016-03)을 거쳐 진행되었다.

본 연구에 참여한 대상자의 선정기준은 요통이 3개월 이상 지속된 자, 흉추에 수동 척추간 과소운동성 검사(passive intervertebral motion; PIVM)로 수동 생리학 적 척추간 운동성(passive physiological intervertebral motion; PPIVM)검사와 수동 부수적 척추간 운동성(passive accessory intervertebral motion; PAIVM) 검사 시 운동성 제한과, 통증 반응성(pain reactivity), 극상인대와 극간인대 부위에 압통 그리고 뻣뻣함이 있는 자, PIVM 검사 시 관절운동성 느낌이 정상적인 끝 느낌(end-feel)을 나타내는 자, 신경학적 증상이 없는 자, 연구자의 지시 내용을 잘 이해할 수 있는 자, 그리고 본 연구 참여에 동의한 자로 선정하였으며, 급성 추간판 탈출증이 있는 자나 과거 6개월 동안 요추부의 문제로 정형외과적 수술을 경험한 자, PIVM 검사 시 근 보호, 관절의 끝느낌이 딱딱한(hard) 관절낭 또는 텅빈(empty) 느낌 반응이 나타나는 자, PAIVM 검사 시 통증 반응성 수준이 높은 반응성을 나타내는 자, PIVM 검사 시 관절운동성 등급이 0, 3, 4, 5, 6등급인 대상자, 골절, 신경 등에 구조적 이상이 있는 자, 염증반응 등의 조직손상이 있는 자, 심장 질환이 있는 자는 본 연구대상자에서 제외하였다. 48명의 대상자 중 흉추 운동성 검사를 통해 운동성에 제한이 있는 대상자를 무작위로 실험군 1(16명)과 대조군(16명)으로 각각 배정하였고, 흉추 운동성에 제한이 없는 대상자는 실험군 2(16명)로 배정하였다.

2. 중재방법

본 연구의 중재기간은 총 6주간이었고, 주 3회, 회당 30분의 중재를 실시하였다. 실험군 1, 실험군 2과 대조군 모두에게 요추부 안정화운동을 적용하였으며, 실험군 1, 2에는 추가적으로 흉추 관절가동술을 실시하였다.

가. 흉추 관절가동술

만성요통환자에게 흉추 과소운동성을 개선을 통해 요추부의 고유수용감각, 균형능력 및 통증의 개선을 위해 흉추 관절가동술을 실시하였다. 적용방법은 엎드려 있는 자세에서 가슴 아래에 베개를 받쳐 실제적 이완자세(actual resting position)를 유지한 다음, 근육의 이완을 목적으로 기능적 마사지(functional massage)를 5분간 실시한 후 흉추 관절가동술을 적용하였다. 흉추 관절가동술의 적용은 흉추의 후관절(facet joint)의 움직임이 적은 분절을 선택한 후 선택한 흉추의 아래분절의 횡돌기에 췌기의 가장 높은 부분이 닿을 수 있도록 췌기를 위치시킨 다음 왼손 검지를 이용하여 선택한 분절의 극돌기 사이를 촉진하여 움직임을 관찰하고, 오른손은 췌기를 앞쪽으로 밀어서 아래 후관절이 뒤에서 앞쪽으로 움직여 관절주위 조직이 충분히 신장될 수 있도록 3단계 강도의 힘을 적용하여 시행하였다(Figure 1). 흉추 관절가동술은 흉추 5번부터 12번까지의 분절에서 실시하였고, 흉추 관절가동술을 실시하는 동안 대상자가 불편감이 있는지 확인하였고, 불편감이 없는 상태에서 각 분절마다 10초간 3회를 1세트로 하여 총 2세트를 실시하였다. 관절가동술 간에 쉬는 시간은 3초로 하였으며 분절간 이동 및 쉬는 시간은 15초로 하였으며 세트 간 쉬는 시간은 30초로 하였다(Kaltenborn 등, 1993; Ko 등, 2008).

Kaltenborn 등(1993)은 상부흉추를 1~4번, 하부흉추를 5~12번으로 분류하며, 상부흉추는 경추와 연관성이 있고 하부흉추는 요추와 연관성을 가지고 있다고 제시하고 있다. 따라서 본 연구에서는 5~12번 흉추를 대상으로 연구를 진행하였다. 흉추 관절가동술의 적용시간은 총 10분을 넘지 않는 범위 내에서 시행하였다.

나. 요추부 안정화운동

요추 안정화운동 프로그램은 능동적으로 요추 심부



Figure 1. Thoracic mobilization method in prone position.

근육인 다열근과 복횡근의 근력강화를 목적으로 한 운동프로그램을 기초로 하였고, 근육 동원 순서의 재훈련과 정적 자세에서의 심부근과 표층근의 협력수축을 거쳐 심부근의 안정성 확보와 표층근의 협응 운동을 극대화시키기 위한 동적 안정화운동 단계로 나누어 실시하였다. 시작단계의 근 재교육단계와 정적운동단계에서는 압력 바이오피드백 장비(pressure biofeedback unit; PBU)를 이용하여 심부근의 재교육 훈련을 실시하였고, 정적 안정화운동 시에도 PBU를 통해 심부근 안정성을 유지시킨 정적인 자세에서 표층근 운동을 진행하였다. 측정자는 대상자가 단계마다 정확한 운동을 실시할 수 있도록 하였으며, 운동 프로그램을 종료하는데 걸리는 시간은 약 20~30분을 기준으로 하였다. 운동방법은 선행연구자들의 운동프로그램을 참고하여 구성하였다(Arokoski 등, 2001).

3. 평가 방법

가. 흉추 과소운동성 검사

PIVM 검사는 PPIVM과 PAIVM 검사를 이용하였다. PPIVM 검사는 굴곡, 신전, 측방굴곡, 회전과 같은 생리학적인 움직임을 이용하여 검사하는 방법이다. PAIVM 검사는 척추 분절의 후-전방 활주 운동(posterior to anterior gliding motion)같은 외력을 필요로 하는 관절 놀이(joint play)운동을 유도하여 검사하는 방법이다. 검사 시 검사자는 관절의 끝느낌 평가와 통증 유발에 대한 검사도 동시에 진행하였다. 본 연구에서는 Gonnella 등(1982)이 처음 개발한 7점(0~6)등급 척도를 이용하였다. 0점 운동성 척도는 척추 분절이 융합된 상태를 의미하며, 6점 운동성 척도는 불안정한 상태의 관절을 뜻한다. 0~2는 과소운동성(hypomobility), 4~6은 과대운동성(hypermobility)으로 근거로 하여, PIVM 검사 시 1과 2의 움직임을 가진 대상자를 선정하였다. PPIVM 검사 후 과소운동성이 나타나는 관절에 대해 PAIVM 검사와 압박에 의한 통증 반응이 나타나는 분절을 흉추 과소운동성 분절로 선정하였다. 통증 반응성(reactivity) 수준은 세 단계로 나눌 수 있다. 높음(high) 수준의 반응성은 수동적 동작이 감지되기 전 통증이 유발되는 것이며 중증도(moderate)의 반응성은 통증 유발이 수동적 동작 시 저항의 감지와 통증 발생이 거의 동시에 일어나는 상태를 의미한다. 낮음(low) 수준의 반응성은 수동적 동작 시 저항이 감지된 이후에 통증이 유발되는

상태를 뜻한다. 본 연구에서는 통증 반응성이 중증도와 낮은 수준의 반응성을 보인 대상자를 선정하였다. 극상인대와 극간인대의 촉진검사 시 압박에 의한 통증과 인대의 뻣뻣한 끝느낌이 있는 대상자를 흉추 과소운동성 대상자로 선정하였다(Edmond, 2006; Olson, 2008). PIVM 검사 시 대상자의 끝느낌을 평가하였다(Figure 2). 척추분절의 전형적인 끝느낌은 관절낭이나 인대성 조직에 의한 제한인 단단한(firm) 관절낭 끝느낌이나 조직신장(tissue stretch) 끝느낌이 나타난다. 대상자 선정 시 정상적인 끝느낌이 나타나는 대상자를 선정하였다(Gonnella 등, 1982; Magee, 2013). 대상자의 운동성 평가는 임상 20년 경력을 가진 물리치료사 1인에 의해서 진행되었다. 운동성 평가에 대한 신뢰도는 Olson (2008)의 보고에 의하면 측정자내 신뢰도가 양호(fair) 등급에서 우수(good)등급을 보였다고 하였다.

나. 요추부 관절 재위치 검사

만성요통환자의 요추부의 고유수용감각 수준을 측정하기 위해 요추부 관절 재위치 오류(lumbar repositioning error) 방법을 이용하였고, 평가는 무선전송 방식의 전자 각도계(Mobee Med, Proxomed[®], Bitburg, Germany)로 각도를 측정하였다. 대상자의 측정자세는 고관절의 움직임을 제한하기 위해서 치료용 침대에 고관절을 외전과 외회전한 상태로 침대에 앉게 하였다(Kaltenborn 등, 1993). 측정자는 대상자에게 측정자세가 편안한지를 확인하였다. 편안위치에서 대상자가 편안하게 곧게 편 자세를 취하게 하여 그 자세를 중립위치로 설정하였다(Figure 3). 본 연구에서 대상자의 설정자세(target position)는 대상자가 가지고 있는 최대관절가동범위를 측정하여 30%, 60%, 90% 중 무작위로 선정하여 측정을 진행하였다. 대상자는 설정자세(target position)를 학습하기 위해 설정위치에서 3초간 유지하였으며 5회 반복하도록 하였다. 실험자는 대상자의 학습효과를 제거하기 위해 재위치 연습 후 5분간의 쉬는 시간을 가지도록 하였다(Maduri와 Wilson, 2009). 측정시도는 각 설정각도별로 3회, 총 12회 측정하였으며 오차값을 절대값 처리하여 측정값으로 활용하였다. 측정 간 쉬는 시간은 15초로 정하였다. 측정 방향 별 쉬는 시간 15초로 설정하였다. 측정방향은 선행연구에서 시행하였던 굴곡, 신전(이상 시상면), 오른쪽 측방굴곡, 왼쪽 측방굴곡(이상 관상면)으로 설정하였다. 대상자들을 똑바로 앉은 상태에서 시각을 차단한 후, 무작위 순서로 사전 설정자세

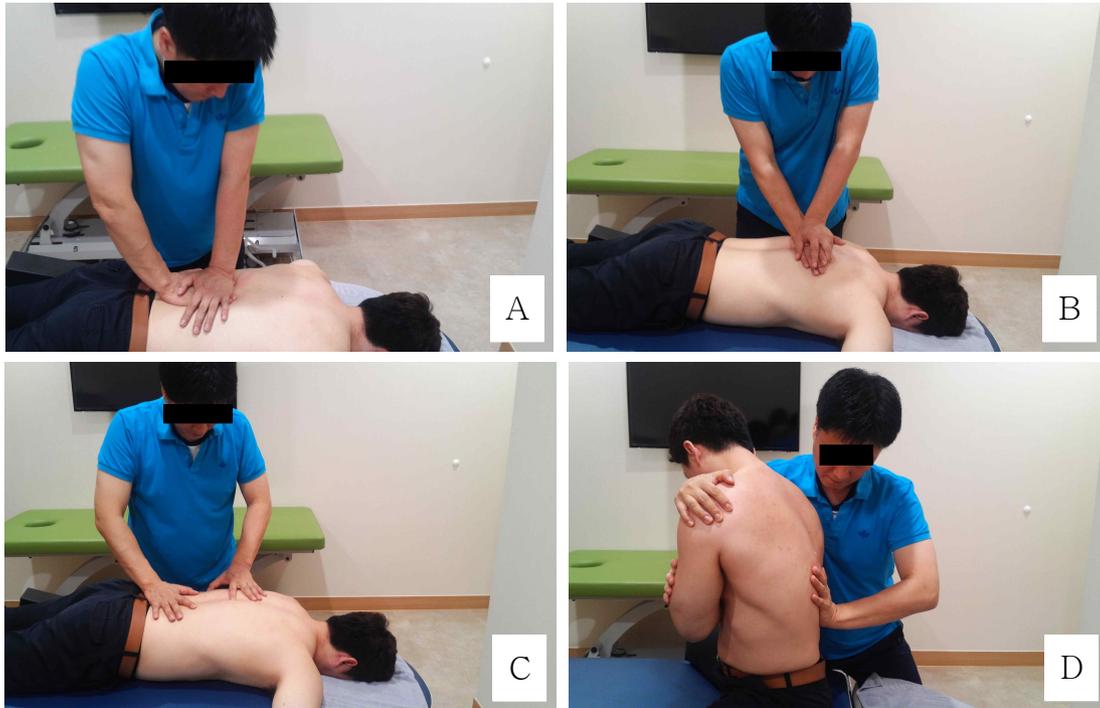


Figure 2. Thoracic mobility test (A: mobility test on transverse process, B: mobility test on spinous process, C: pain reactivity test, D: physiologic motion test and end-feel).

로 능동적으로 움직여 위치하도록 하여 동작이 멈춘 자세에서 각도를 측정하여 설정각도와 실제 각도의 차이 값을 평가 자료로 이용하였다. 요추부 관절 재위치 오차 각도 측정방법은 대상자가 측정자에 의해 교육받은 설정자세에 위치시킬 수 있는지를 보는 검사로 각도가 크면 클수록 고유수용감각의 결손이 크다고 예상할 수 있는 지표로 사용된다. 전자각도계의 위치는 7번 경추 부

분에 스트랩과 고정장치를 이용하여 고정하고 움직임을 유발한 후 오차값을 측정하였다(Newcomer 등, 2000).

다. 정적균형 검사

정적균형 능력을 평가하기 위하여 자세분석을 진단 검사하는 자세분석균형(posturography) 시스템(Tetrax, Sunlight[®], Petach Tikva, Israel)을 이용하여 측정하였다. 평가는 전정기관, 시각, 체성감각, 중추신경계 연합작용의 4가지 분야로 측정되어 평균값을 계산하여 낙상지수를 산출한다. 환자가 플랫폼에 있는 압력 센서에 전자세로 위치하게 되면 압력 센서에 의해서 측정되는 압력중심의 이동패턴을 이용하여 자세진동(postural sway)을 알아낸다. 본 연구에서는 모든 안정성, 체중분포 등을 이용하여 낙상지수를 산출하여 균형능력지수로 활용하였다. 낙상지수가 낮으면 균형능력이 양호함을 의미한다. 본 평가도구의 신뢰도는 검사-재검사간의 신뢰도는 .80~.88로 높은 신뢰도를 보였다(Yi 등, 2014).



Figure 3. Repositioning test using an electrogoniometer.

라. 통증수준 검사

본 연구에서는 통증 감소의 효과를 알아보기 위하

여 통증을 적절히 평가하고 환자가 잘 이해하고 기록 하기에 간단하여 현재 많이 이용되고 있는 시각적 상사척도(visual analogue scale; VAS)를 사용하였다. VAS의 검사-재검사간의 신뢰도는 $r=.99$, 측정자간 신뢰도는 $r=1.00$ 으로 신뢰도가 높은 평가방법이다 (Wagner 등, 2007). 모든 대상자에게 VAS를 위한 측정표를 대상자에게 나누어주고 환자 본인의 통증 장애 정도에 해당하는 위치를 0에서 10까지의 범위에서 환자 스스로가 표시하도록 하였다. 측정은 중재 전과 후에 통증의 정도를 대상자가 직접 기재하도록 하여 측정하였다.

4. 통계방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계처리 하였다. 연구대상자의 정규분포를 알아보기 위해 콜모고로프-스미르노프(Kolmogorov-Smirnov) 검정을 실시하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 기술통계방법을 이용하였으며 실험군 1과 대조군, 실험군 2에 흉추 관절가동술, 일반적 요추 안정화운동을 선택적으로 6주 동안 적용한 후 군간 차이가 있는지를 분석하기 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 실시하였으며, 사후

검정으로 본페로니(Bonferroni) 검정을 실시하였다. 군 내 전-후 값의 차이를 분석하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 사용하여 분석하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 정하였다.

III. 연구결과

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

1. 중재 전후의 통증수준 비교

통증수준 비교에서 실험군 1이 실험군 2에 비해 중재 후 통증수준이 유의하게 감소하였다. 실험군 2와 대조군에서는 실험군 2가 대조군에 비해 통증이 유의하게 감소하였다. 통증의 변화량 비교에서는 흉추 관절가동술을 추가적으로 적용한 실험군 1과 실험군 2가 요추부 안정화 운동만을 적용한 대조군에 비해 통증 감소량이 더 유의하게 감소하였다($p<.01$)(Table 2).

2. 중재 전후의 관절 재위치 오차각도 비교

관절 재위치 오차각도의 변화에서는 굴곡에서 실험군

Table 1. General characteristics of subjects

(N=48)

Variables	Experimental group 1 ^a (n ₁ =16)	Experimental group 2 ^b (n ₂ =16)	Control group ^c (n ₃ =16)	F/ χ^2
Male/Female	9/7	8/8	7/9	.500
Age (year)	31.3±9.7 ^d	30.3±7.5	31.5±7.4	.091
Height (cm)	169.1±7.6	168.6±6.2	166.6±8.7	.506
Weight (kg)	69.1±13.4	67.1±16.3	67.2±13.1	.098
BMI ^e (kg/m ²)	24.0±3.0	23.4±4.4	23.8±3.3	.096

^alumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic hypomobility, ^blumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic normal mobility, ^clumbar stabilization, thoracic hypomobility, ^dmean±standard deviation, ^ebody mass index.

Table 2. Compared pain level among the three groups

Pain ^a	Experimental group 1 ^b (n ₁ =16)	Experimental group 2 ^c (n ₂ =16)	Control group ^d (n ₃ =16)	F
Pre	7.25±1.34 ^{e†}	5.00±.73 [‡]	6.88±1.41	16.158*
Post	3.44±1.03 [‡]	2.31±1.01 [‡]	4.25±.77	16.881*
t	9.527*	13.553*	9.151*	
Variation ^f (%)	-51.35±15.36 [‡]	-54.58±17.11 [‡]	-36.98±10.95	6.499*

^avisual analogue scale (0~10), ^blumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic hypomobility, ^clumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic normal mobility, ^dlumbar stabilization, thoracic hypomobility, ^emean±standard deviation, ^fpost intervention-pre intervention/pre intervention×100, * $p<.01$, † significant difference between experimental group 2, $p<.01$, ‡ significant difference between control group, $p<.01$.

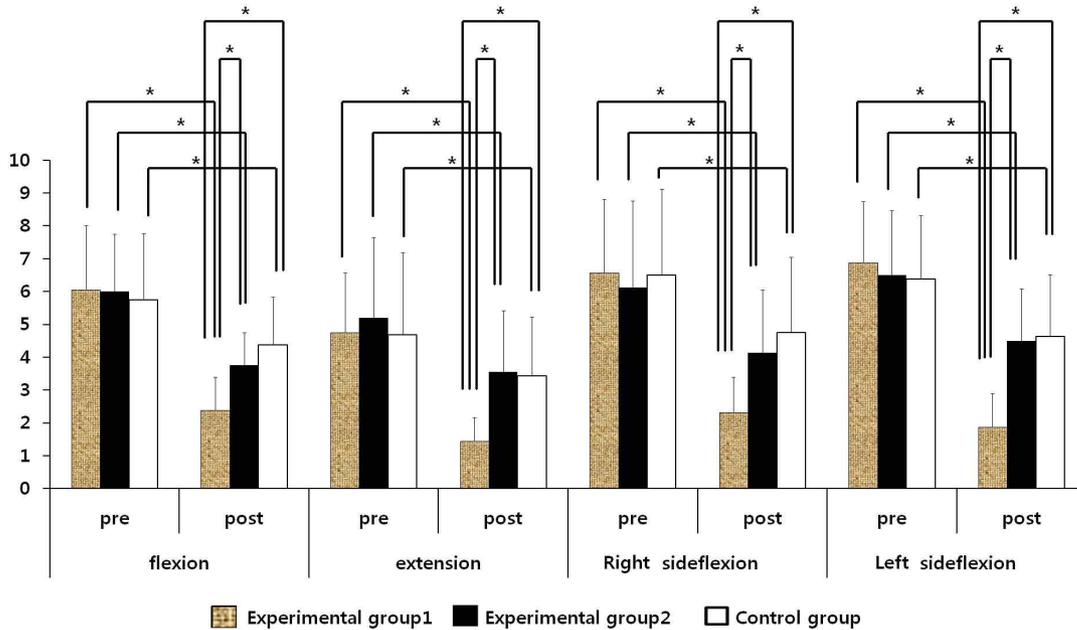


Figure 4. Compared joint reposition error angle between pre, post intervention and among the three groups (* $p < .01$).

1과 대조군, 실험군 1과 실험군 2, 실험군 2와 대조군간에 유의한 차이를 보였다($p < .01$). 신전에서도 실험군 1과 대조군, 실험군 1과 실험군 2, 실험군 2와 대조군간에 유의한 차이를 보였다($p < .01$). 오른쪽 측방굴곡과 왼쪽 측방굴곡에서도 실험군 1과 대조군, 실험군 1과 실험군

2, 실험군 2와 대조군간에 유의한 차이를 보였다($p < .01$). 변화량을 산출하여 세 군간의 사후검정에서는 굴곡, 신전, 오른쪽 측방굴곡, 왼쪽 측방굴곡에서 실험군 1이 대조군과 실험군 2에 비해 관절 재위치 오차각도의 변화량이 유의하게 감소하였다($p < .01$)(Table 3)(Figure 4).

Table 3. Compared joint reposition error angle among the three groups

Movements		Experimental group 1 ^a ($n_1=16$)	Experimental group 2 ^b ($n_2=16$)	Control group ^c ($n_3=16$)	F
Flexion	Pre	6.06±1.95 ^d	6.00±1.75	5.75±2.02	.120
	Post	2.38±1.02 ^{†*}	3.75±1.00 [†]	4.38±1.45	12.060*
	t	8.874*	7.268*	6.214*	
Extension	Pre	4.75±1.81	5.19±2.46	4.69±2.50	.229
	Post	1.44±0.73 ^{†*}	3.56±1.86 [†]	3.44±1.79	9.496*
	t	7.613*	5.166*	4.226*	
Right side-flexion	Pre	6.56±2.25	6.13±2.63	6.50±2.63	.142
	Post	2.31±1.08 ^{†*}	4.13±1.93 [†]	4.75±2.29	7.583*
	t	10.041*	8.281*	9.037*	
Left side-flexion	Pre	6.88±1.86	6.50±1.97	6.38±1.93	.295
	Post	1.88±1.02 ^{†*}	4.50±1.59 [†]	4.63±1.89	16.151*
	t	15.191*	8.281*	8.174*	

^alumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic hypomobility, ^blumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic normal mobility, ^clumbar stabilization, thoracic hypomobility, ^dmean±standard deviation, * $p < .01$, [†] significant difference between experimental group 2, $p < .01$, [‡] significant difference between control group, $p < .01$.

Table 4. Compared static balance among the three groups

Static balance	Experiemntal group 1 ^a (n ₁ =16)	Experimental group 2 ^b (n ₂ =16)	Control group ^c (n ₃ =16)	F
Pre	31.36±16.21 ^d	30.13±12.25	20.50±12.06	3.038
Post	13.13±11.43	18.94±12.59	19.36±12.97	1.273
t	6.504*	4.495*	.688	
Variation ^e (%)	-58.64±18.54*	-38.32±26.36*	-4.49±31.09	17.915*

^alumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic hypomobility, ^blumbar stabilization and thoracic mobilization, thoracic normal mobility, ^clumbar stabilization, thoracic hypomobility, ^dmean±standard deviation, ^e(post intervention-pre intervention)/pre intervention×100, *p<.01, * significant difference between control group, p<.01.

3. 중재 전, 후 정적균형의 비교

균형능력 비교에서는 실험군 1, 실험군 2, 대조군간에 균형지수의 변화량에서 유의한 차이를 나타내었다 (p<.01). 사후검정 결과, 실험군 1과 실험군 2가 대조군에 비해 낙상지수 변화량이 유의하게 감소하였다 (p<.01). 군내비교에서는 실험군 1은 중재 전 31.36점에서 중재 후 13.13점으로 낙상지수가 유의하게 감소하였고 (p<.01), 실험군 2에서는 중재 전 30.13점에서 중재 후 18.94점으로 낙상지수가 유의하게 감소하였다 (p<.01). 대조군에서는 중재 전, 후 낙상지수의 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 4).

IV. 고찰

만성요통의 주요원인으로 역학적 문제인 요추부 불안정성을 들 수 있는데 요추부 불안정성은 상대적으로 인접관절인 흉추관절의 운동성을 제한하게 된다(Kim과 Baek, 2003; Levangie와 Norkin, 2011).

본 연구는 만성요통환자에게 흉추 운동성을 평가하여 흉추 운동성이 제한된 대상자들을 실험군 1과 대조군에 무작위 배정하였고 흉추 운동성이 정상인 대상자는 실험군 2에 배정하였다. 실험군 1과 2에는 요추부 안정화운동 후 추가적 흉추 관절가동술을 적용하였고 대조군에는 요추부 안정화운동을 6주간 적용한 후 대상자의 통증, 고유수용감각수준과 정적균형능력의 변화와 분석하여 임상적 근거를 마련하기 위해 실시하였다.

흉추 운동성에 제한이 있는 자(실험군 1, 대조군)와 흉추 운동성이 정상인자(실험군 2)를 대상으로 요추 안정화운동 후, 추가적 흉추 관절가동술을 실시하여 통증의 변화에 대하여 비교 분석한 결과, 변화량 비교에서 실험군 1이 51.35% 감소하였고 대조군이 36.98%, 실험군 2가 54.58% 감소하여 흉추 관절가동술을 추가적으

로 적용한 군이 요추부 안정화운동만을 적용한 군에 비해 통증 감소량이 유의하게 크게 나타났다. 이것은 도수치료의 신경생리학적 효과 중 대표적인 것이 관절을 구성하는 근육, 인대, 관절낭 등을 지속적인 수동적 자극을 통해 중추신경으로 가는 통증전달체계를 억제한다는 이론적 근거에 의한 효과로 볼 수 있다(Lundy-Ekman, 2013).

도수치료는 관절과 그와 연관된 연부조직에 지속적인 수동적 자극을 통한 긴장성 자극과 관절조직의 역학적 변화를 통해 운동성을 개선하여 척추 운동성의 회복을 유도하여, 움직임 제한의 주요 원인인 통증을 개선에도 영향을 미친다고 하였다(Cleland 등, 2007; Descarreaux 등, 2005).

Descarreaux 등(2006)은 도수교정과 운동치료를 받은 만성요통환자군에서 통증, 기능장애지수, 척추 운동성에서 의미 있는 효과를 나타냈다고 보고하고 있다. 만성요통환자에게 적용한 흉추 관절가동술을 이용한 흉추의 운동성 증가가 요추부의 운동성을 회복시켜 통증과 장애지수가 유의하게 감소하였다(Gross 등, 2004). 본 연구결과에서 흉추 과소운동성을 가진 만성요통환자에게 적용한 흉추 관절가동술이 통증감소에 효과적이었던 부분이 선행연구의 결과와 유사한 부분이었다.

만성요통환자들은 정상인에 비해 척추의 불안정성이 높고 인접관절에 움직임 제한을 유발되며 관절 주위 연부조직의 움직임과 조절 및 실행을 담당하는 고유수용감각의 결손을 유발하게 된다(Brumagne 등, 2000; Maduri와 Wilson, 2009). 고유수용감각은 말초의 수용기와 중추신경계를 연결하는 체계를 말하는데 이러한 고유수용감각 결손은 수동적, 능동적 그리고 신경 체계의 협응능력의 감소를 유발하여 만성요통환자의 정적균형을 감소하게 된다(Alexander와 Lapier, 1998). 즉, 체내의 근방추, 골지근 기관, 관절 수용기에서 오는 감각 정보의 성질이나 양에 변화가 발생되어 지지면과 중력에 대한 신체의

위치에 대한 부적절한 정보를 제공하므로써 자세균형 및 조절에 문제를 일으키게 된다(Shumway-Cook과 Woolacott, 2007). 따라서 만성요통환자의 고유수용감과 균형능력에 대한 치료 및 개선은 대상자의 예후를 판단하는데 임상적으로 중요하여 평가도구로 많이 사용되어지고 있다(Newcomer 등, 2000). 그래서 간접적으로 고유수용감각능력을 검사하는 방법이 임상적으로 많이 사용되며, 선행연구에서 신뢰성이 검증된 관절 재위치 오차각도 검사법을 본 연구에서 이용하여 적용하였다.

인체 균형은 시각 조절과 운동 조절의 과정이 필요한데 운동자세 조절은 시각, 체성감각, 전정감각 시스템의 통합 작용이 매우 중요하다. 하나의 감각 시스템에 장애가 발생하거나 그 기능이 저하되면, 다른 두 감각 시스템의 보상(compensation)에 의해서 자세의 균형을 유지할 수 있게 된다. 그러나 체성감각에 문제가 있을 경우에는 시각과 전정 시스템에 보상에 의해 자세 균형을 유지할 수 없다(O'Sullivan 등, 2003).

요통환자는 정상인에 비하여 고유수용기와 같은 감각입력이 변화되어 체성감각계의 결합이 있을 수 있고, 근력, 운동 협응 또는 체성감각의 장애를 가져와 비정상적인 자세패턴과 반응시간 지연, 안정성의 장애를 일으킬 수 있다(Alexander와 Lapier, 1998). 고유수용감각의 결손으로 인하여 정적 균형조절에 있어서 신경근 조절능력의 상실로 인하여 그 능력이 정상인에 비해 제한된다고 하였고, 3개월 이상 요통 병력이 있는 대상자를 정상인과 비교하였을 경우 눈을 뜬 경우와 감은 경우 신체 동요가 정상인에 비해 증가 하였다고 보고하였으며 이것은 정적인 균형능력의 손상이라고 하였다(Alexander와 Lapier, 1998).

만성요통환자의 고유수용감각 결손과 회복을 위한 평가항목인 관절 재위치 오차각도 비교에서는 실험군 1과 실험군 2, 실험군 1과 대조군, 실험군 2와 대조군 간에 유의한 차이를 보였다. 즉 흉추 과소운동성을 가진 대상자가 운동성이 정상 움직임을 가진 군에 비해 오차각도 변화가 더 유의하였으며 흉추 관절가동술을 적용한 것이 요추부 안정화운동만을 적용한 것보다 오차각도가 더 유의하게 감소하였다. 변화율에서는 실험군 1이 실험군 2와 대조군에 비해 오차각도 변화가 더 유의하게 변화하였다. 정적균형수준에서는 흉추 관절가동술을 추가적으로 적용한 실험군이 대조군에 비해 낙상지수가 유의하게 감소하였다. Learman 등(2009)은 만성요통환자에게 적용한 도수치료가 대상자의 고유수용감각 개선에 도움이 되었다

고 하였으며, Gross 등(2004)은 경추와 요추통증 환자에게 적용한 흉추 관절가동술이 흉추의 운동성을 증가시키고 통증 및 체성감각체계의 개선에 도움을 주었다고 보고하고 있다. 본 연구결과 상대적 운동성 제한 부위인 흉추의 운동성 개선은 요추부의 안정성을 확보하고 통증개선을 통한 운동조절능력 향상으로 균형능력 및 오차각도의 감소를 유발하였다고 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 연구대상자의 신체적 특성, 운동 능력, 생활 습관 등을 통제하지 못하였다. 그리고 국한된 지역에서 만성요통을 호소하는 환자 중 본 연구의 선정기준을 충족시키는 환자만을 대상으로 하였으며 단기간 효과를 보았기 때문에 일반화하여 해석하기에는 제한이 있을 수 있다. 또한 본 연구에서 관절 재위치 검사 시 측정시도를 각 설정각도별로 3회 시행하였다. 이 반복측정 횟수가 다소 적다고 볼 수 있다는 점이다. 향후 연구에서는 위의 제한점을 보완하고, 장기적인 중재기간을 적용하는 연구들이 지속적으로 이루어져야 한다고 생각한다.

V. 결론

본 연구는 만성요통환자 48명을 대상으로 체간부에 직접적으로 적용한 요추부 안정화운동과 간접적인 치료 접근법인 흉추부에 관절가동술의 적용이 요통환자의 통증수준과 고유수용감각과 정적균형에 영향을 주는가에 대해 연구하였다. 총 6주간에 중재 후 통증수준의 변화양상을 비교한 결과, 흉추 관절가동술을 추가적으로 적용한 실험군 1과 실험군 2가 요추부 안정화운동만을 적용한 대조군에 비해 통증수준이 유의하게 감소하였다. 관절 재위치 오차각도는 실험군 1과 실험군 2가 대조군에 비해 굴곡, 신전, 오른쪽과 왼쪽 측방굴곡에서 관절 재위치 오차각도가 유의하게 감소되었다. 변화량 비교에서는 굴곡, 신전, 오른쪽 측방굴곡, 왼쪽 측방굴곡에서 실험군 1이 대조군과 실험군 2에 비해 유의하게 관절 재위치 오차각도가 변화량이 유의하게 감소하였다. 정적 균형능력 비교에서는 실험군 1과 실험군 2가 대조군에 비해 낙상지수 변화량이 유의하게 감소하였다. 본 연구의 결과를 통해 임상적으로 흉추부 운동성 제한을 가진 만성요통환자에게 흉추 관절가동술의 적용은 요통 통증수준의 개선과 요추부 고유수용감각 회복, 정적균형능력 향상에 도움을 줄 수 있었다는 것을 제안하는 바이다.

References

- 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):378-383.
- Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O, et al. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(8): 1089-1098.
- Brumagne S, Cordo P, Lysens R, et al. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(8): 989-994.
- Cleland JA, Glynn P, Whitman JM, et al. Short-term effects of thrust versus nonthrust mobilization/manipulation directed at the thoracic spine in patients with neck pain: A randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2007;87(4):431-440.
- Descarreaux M, Blouin JS, Teasdale N. Repositioning accuracy and movement parameters in low back pain subjects and healthy control subjects. *Eur Spine J.* 2005;14(2):185-191.
- Descarreaux M, Dugas C, Lalanne K, et al. Learning spinal manipulation: The importance of augmented feedback relating to various kinetic parameters. *Spine J.* 2006;6(2):138-145.
- Edmond, Susan L. *Joint Mobilization/Manipulation: Extremity and spinal techniques.* 2nd ed. St Louis, Mosby, 2006:280-307.
- 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):1013-1017.
- Gonnella C, Paris SV, Kutner M. Reliability in evaluating passive intervertebral motion. *Phys Ther.* 1982;62(4):436-444.
- Gross AR, Hoving JL, Haines TA, et al. A cochrane review of manipulation and mobilization for mechanical neck disorders. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(14):1541-1548.
- Haynes S, Williams K. Impact of seating posture on user comfort and typing performance for people with chronic low back pain. *Int J Ind Ergon.* 2008;38(1):35-46.
- Hazard RG. Chronic low back pain and disability: The efficacy of functional restoration. *Bull Hosp Jt Dis.* 1996;55(4):213-216.
- Hur JG, Song JC, Roh YM, et al. Effect on active exercise programs in employees with chronic low back pain. *Korean J Occup Environ Med.* 2005;17(1):44-57.
- Kaltenborn FM, Evjenth O, Kaltenborn TB, et al. *The Spine: Basic evaluation and mobilization techniques.* 3rd ed. Oslo, Olaf Norli Bokhandel, 1993:11-87, 163-216.
- Kim SY, Baek IH. Effect of transversus abdominal muscle stabilization exercise to spinal segment motion on trunk flexion-extension. *Phys Ther Korea.* 2003;10(1):63-76.
- Ko TS, Jung HB, Kim JA. The effects of thoracic mobilization on pain, disability index and spinal mobility in chronic low back pain. *J Special Edu Rehabil Sci.* 2009;48(2):115-137.
- Learman KE, Myers JB, Lephart SM, et al. Effects of spinal manipulation on trunk proprioception in subjects with chronic low back pain during symptom remission. *J Manipulative Physiol Ther.* 2009;32(2):118-126. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.12.004>
- Levangie PK, Norkin CC. *Joint Structure and Function: A comprehensive analysis.* 5th ed. Philadelphia, PA, F.A. Davis Co., 2011:3-211.
- Lundy-Ekman L. *Neuroscience: Fundamentals for rehabilitation.* 4th ed. St Louis, Saunders, 2013: 187-242.
- Maduri A, Wilson S. Lumbar position sense with extreme lumbar angle. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(4):607-613. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.03.004>
- Magee DJ. *Orthopedic Physical Assessment.* 6th ed. Philadelphia, Saunders, 2013:508-549.

- Newcomer K, Laskowski ER, Yu B, et al. Repositioning error in low back pain: Comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(2):245-250.
- O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, et al. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(10):1074-1079.
- Olson KA. *Manual Physical Therapy of the Spine*. 1st ed. St Louis, Saunders, 2008:14-97, 210-256.
- Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*. 1992;5(4):383-389.
- Parkhurst TM, Burnett CN. Injury and proprioception in the lower back. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;19(5):282-295.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: Theory and practical applications*. 3rd ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, 2007:3-153.
- Singer KP, Giles LG. Manual therapy considerations at the thoracolumbar junction: An anatomical and functional perspective. *J Manipulative Physiol Ther*. 1990;13(2):83-88.
- Wagner DR, Tatsugawa K, Parker D, et al. Reliability and utility of a visual analog scale for the assessment of acute mountain sickness. *High Alt Med Biol*. 2007;8(1):27-31.
- Yi TL, Kang Y, Lee YS. Reliability of single leg balance test using posturography. *The Korean J Sports Med*. 2014;32(2):120-125.

This article was received April 29, 2015, was re-viewed April 29, 2015, and was accepted June 30, 2015.