

만성 요통 환자에게 수축 이완과 등장성 수축 결합이 엉덩관절과 허리골반 움직임에 미치는 영향

김치환 · 이주훈[†] · 한진태²

해운대자생한방병원 물리치료실, ¹경성대학교 일반대학원 물리치료학과,
²경성대학교 물리치료학과 재활과학연구소

The Effects of Contract Relaxation and a Combination of Isotonics on the Hip and Lumbopelvic Motions in Patients with Chronic Low Back Pain

Chi-Hwan Kim, P.T., Ph.D. · Ju-Hun Lee, P.T., M.S.[†] · Jin-Tae Han, P.T., Ph.D.²

Department of Physical Therapy, Haeundae Jaseng Hospital of Korean Medicine

¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Kyungshung University

²Department of Physical Therapy and Institute for Rehabilitation Science, Kyungshung University

Received: November 30, 2020 / Revised: December 17, 2020 / Accepted: December 21, 2020

© 2021 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to determine the effects of contract relaxation and a combination of isotonics in proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on hip and lumbopelvic motions of male patients with chronic low back pain.

Methods: As the subjects of this study, a total of 45 male patients with chronic low back pain were divided into groups: 15 who underwent contract relaxation (CR) of the PNF of their hip joints, 15 who underwent a combination of isotonics (CI) of the PNF, and 15 who underwent both techniques. A device for analyzing three-dimensional motion was used to measure hip medial rotation angles, lumbopelvic rotation angles, and hip medial rotation angles at the start of lumbopelvic rotation during hip medial rotation. A two-way repeated measures ANOVA was used to compare the average values.

Results: There were interactions in the hip medial rotation angles, lumbopelvic rotation angles and hip medial rotation angles at the start of lumbopelvic rotation based on the methods and periods of exercise ($p < 0.05$). The CR and the CR+CI groups displayed more increased hip medial angles when compared to the CI group. The CR+CI group had more decreased lumbopelvic rotation angles when compared to the CR and the CI groups. The CR+CI group had more increased hip medial rotation angles at the start of lumbopelvic rotation when compared to the CR and the CI groups.

Conclusion: It can be concluded that the combination of stretching and stability exercises was effective in male patients with chronic low back pain who showed limited hip medial rotation.

Key Words: Active stretching, Stability exercise, Chronic low back pain

[†]Corresponding Author : Ju-Hun Lee (dlwngns2722@naver.com)

I. 서론

운동계 손상(movement system impairment, MSI) 증후군 치료 모델에서는 반복적인 움직임과 지속적인 자세가 근육뼈대계 문제의 원인이라고 보고 있다(Sahrmann et al., 2017). 운동계 손상 증후군 치료 모델에서 환자들을 분류할 때 임상적인 검사들을 실시한다. 임상적인 검사들은 특정한 방향의 동작을 수행할 때 증상이 증가하는지, 그 동작을 바르게 수정하였을 때 증상들이 감소하는지 평가한다(Van Dillen et al., 2009). 그중 엎드려 누운 자세에서 엉덩관절 돌림 검사는 허리 돌림 증후군에 속하는지 평가하는 검사 방법 중 하나이다(Van Dillen et al., 2003). 요통 환자들은 엉덩관절 돌림 검사 시 허리골반 돌림이 일찍 일어났으며, 허리골반 돌림 각도가 컸고, 엉덩관절 돌림 각도는 줄어들어 있었다. 또한 성별에 따라 엉덩관절 돌림 검사에서 차이가 나타났었는데, 남자는 엉덩관절 안쪽 돌림 검사에서, 여자는 엉덩관절 가쪽 돌림 검사에서 위와 같은 가동성 제한이 나타났다(Hoffman et al., 2011a, 2012; Kim, 2017).

제한된 가동성을 개선하기 위해서 신장 운동은 흔히 사용되며 효과적이라고 알려져 있다. 신장 운동을 통해 신체의 유연성과 움직임 운동 범위(range of motion, ROM)를 증가시킬 수 있다(Decoster et al., 2005). 신장 운동은 방법에 따라 능동적 신장 운동과 수동적 신장 운동으로 나눌 수 있다. 수동적 신장 운동은 환자가 완전히 이완한 상태에서 수동적으로 근육을 늘이며, 능동적 신장 운동은 환자가 스스로 수축을 통해 근육 긴장을 일으킨 후 근육을 늘이는 것을 말한다. 능동적 신장 운동에는 근에너지 기법, 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)이 있다(Eyal et al., 2005). PNF를 통한 신장 운동 방법은 저항에 대항하는 방법에 따라 수축 이완(contract relax, CR) 기법과 유지 이완(hold relax, HR) 기법으로 나눌 수 있다(Adler et al., 2007; Sharman et al., 2006). 능동적 신장 운동 방법이 수동적 신장 운동 방법보다 유연성을 증가시키고, 움직임 운동 범위를

늘이고, 늘어난 움직임 운동 범위의 지속시간을 연장시킨다는 다수의 연구 결과들이 있었다(Bandy et al., 1998; Etnyre & Abraham, 1986; Sharman et al., 2006).

요통 환자들은 허리골반을 안정화시켜 주는 중심 근육들의 수행능력 저하가 나타났다(Hodges & Richardson, 1996). 허리 안정화 근육의 근력 저하뿐만 아니라 근육 동원이 늦게 일어나는 문제가 있었고, 그로 인해 팔다리의 움직임 시 허리골반의 과도하고 빈번한 움직임을 방지할 수 없어 통증을 야기할 수 있다(Hodges & Richardson, 1998). 그러므로 요통 환자들에게 팔다리 움직임 시 허리골반 움직임이 잘 조절 되도록 하는 것은 중요하다(Richardson et al., 1998). 움직임 재교육을 통해 중심 근육들의 수행 능력을 증가시키는 것을 안정화 운동이라고 하며, 운동을 통해 요통 환자들의 증상과 움직임 결함을 치료하는데 중요하다고 알려져 있다. 엉덩관절 돌림 시 허리골반의 과운동성이 있는 환자들에게 움직임 재교육을 통해 과도한 허리골반 움직임을 개선할 수 있었다(Hoffman et al., 2011b). 안정화 운동에는 국소 분절 조절과 닫힌 사슬 분절 조절, 그리고 열린 사슬 분절 조절 방법이 있다(Richardson et al., 2004). 열린 사슬 분절 조절과 안정화 운동을 등장성 수축 결합(combination of isotonic, CI) 기법을 통해서 실시할 수 있다. CI 기법은 운동의 능동적 조절 능력 및 움직임 운동 범위 증가, 근력 강화 등을 목적으로 효과적으로 사용한다(Adler et al., 2007; Bae et al., 2004). CI 기법은 근육의 동심성 수축뿐만 아니라 정적 수축, 편심성 수축까지 포함된 운동 기법이다. 편심성 수축은 움직임을 조절할 때 필수적인 수축 형태이며, 편심성 수축 운동을 통해 과제 수행 시 적절한 타이밍과 힘 조절을 조화롭게 연습할 수 있다(Kim & Bae, 2004). Kim과 Kim (2017)은 만성 요통 환자들에게 CI 기법을 포함한 복부 강화 훈련이 일반적인 복부 강화 훈련보다 균형 능력 향상과 요통 감소에 효과적이라 하였고, Goo 등(2007)은 만성 요통 환자들에게 CI 기법이 체간 안정성과 균형을 증진하는데 효과적이라고 하였다.

이전 연구에서 요통 남자들은 엉덩관절 안쪽 돌림

과 관련된 허리골반 움직임에 결합이 주로 나타난다고 제시하였다. 엉덩관절의 안쪽 돌림에 저운동성이 있었으며, 허리골반 돌림 움직임에 과운동성이 나타났다(Hoffman et al., 2011a, 2012; Kim, 2017). 그리고 엉덩관절 안쪽 돌림 움직임 결합을 치료하기 위해 운동계 손상 증후군 모델을 기반으로 한 안정화 운동을 중재한 그룹과 근력 강화와 신장 운동을 중재한 그룹을 비교한 연구는 진행되었다(Hoffman et al., 2011b, 2012). 하지만 허리골반 움직임의 과운동성 치료하기 위해 안정화 운동도 중요한 중재이며, 엉덩관절 안쪽 돌림의 저운동성을 치료하기 위해 신장 운동도 중요하다고 생각되나, 안정화 운동과 신장 운동을 모두 중재하여 엉덩관절과 허리골반 움직임에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는 연구가 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 만성 요통 환자들을 대상으로 엉덩관절에 CR 기법과 CI 기법이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 엉덩관절과 허리골반 움직임에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 B시 소재 J병원에서 모집공고문을 통해 자발적으로 연구 목적과 진행 절차에 동의한 만성 요통 환자 45명을 대상으로 2019년 10월부터 2020년 1월까지 연구를 실시하였다. 대상자는 추첨을 통해 무작위로 CR 그룹, CI 그룹, CR+CI 그룹으로 배정하였으며 그룹 당 15명이었다. 연구 대상자는 12주 이상 요통을 호소한 20-50대 연령 범위의 남자 중 만성 요통 환자를 대상으로 하였고, 도움 없이 서 있거나 보행이 가능하며, 체질량 지수(body mass index, BMI)가 18.5 이상 25 이하로 정상 범위이며, 통증이 시각상사척도 3점 이상, 양쪽 엉덩관절 안쪽 돌림 범위가 모두 30°이하인 대상으로 선정하였다(Kim, 2017). 일상생활에 제한이 있을 정도의 엉덩관절이나 무릎관

절의 손상이 있거나, 허리추간관탈출증, 척추 골절 등으로 수술 경력이 있는 자, 종양, 척추 측만증 등 척추 변형이 있는 자, 지적장애나 정신 질환으로 통증을 정확하게 표현 못 하는 경우, 심각한 내과질환이 있는 자는 모두 제외하였다(Hoffman et al., 2012). 본 연구는 경성대학교 생명윤리위원회(Kyungsung University Institutional Review Board)의 승인을 받아 수행하였고, 승인번호는 KSU-19-09-003이다.

2. 실험 측정 도구 및 절차

엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 움직임을 측정하기 위해 삼차원적 동작 분석 장비(Myomotion research pro, Noraxon Inc., USA)를 사용하였다. 무선 모션 캡처 장비는 관성 측정 장치(inertial measurement unit, IMU) 센서를 이용하여 각속도와 가속도, 그리고 지자기 센서의 정보를 조합하여 방향 정보를 제공한다(Saber-Sheikh et al., 2010). 모션 캡처 장비 Unit 1을 첫 번째 엉치뼈 분절(S1)에 위치시키고(Fig. 1A), Unit 2는 정강뼈 중앙에 위치시키고(Fig. 1B), 엉치뼈에 부착한 모션 캡처 장비의 기울기를 측정하여 골반 돌림 각도를 측정하였고, 무릎에 부착한 모션 캡처 장비의 기울기를 측정하여 엉덩관절 돌림 각도를 측정하였다.

엉덩관절 안쪽 돌림 검사는 엉덩관절 안쪽 돌림 시 엉덩관절 안쪽 돌림 각도, 허리골반 돌림 각도, 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도를 측정한다. 허리골반 돌림이 시작된 시점은 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 각도가 0.5°를 넘을 때를 말한다(Fig. 1C). 엎드려 누운 자세에서 무릎을 90°굽히고 엉덩관절은 돌림과 벌림과 모음의 중립에 위치시키고, 대상자가 선택한 움직임 속도로 검사하는 다리 같은 편으로 엉덩관절을 가능한 만큼 안쪽 돌림을 시킨 후 처음 위치로 돌아오게 하였다. 움직임을 완료하는데 10초의 시간을 주었다. 오른쪽을 먼저 측정한 후에 왼쪽을 측정하였다(Hoffman et al., 2011a, 2012).

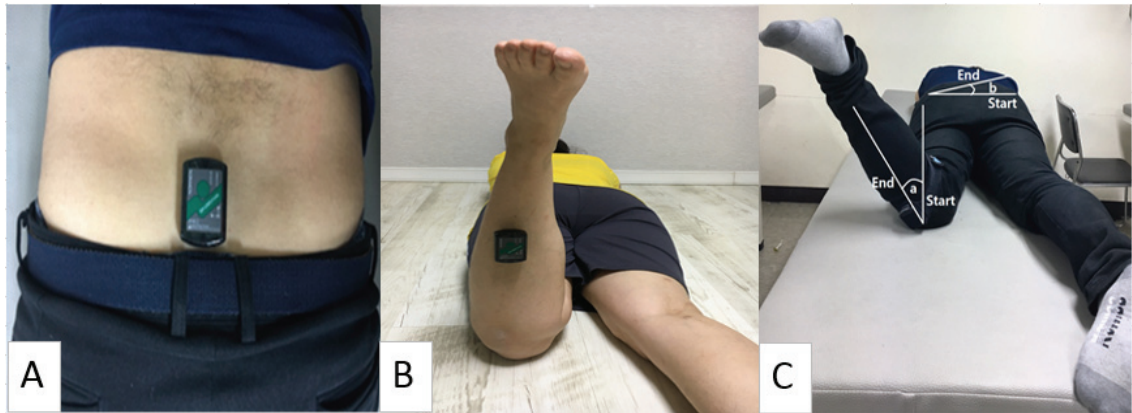


Fig. 1. Motion capture. A: attachment place of 1st units (Sacral segment), B: attachment place of 2nd units (center of tibia), C: kinematic model with calculations for angles. a=hip medial rotation angle ($^{\circ}$), b=lumbopelvic rotation angle ($^{\circ}$).

3. 운동 방법

운동은 대한 고유수용성신경근축진법 학회의 연수 교육을 200시간 이상 이수한 근육뼈대계 물리치료 10년 이상 임상 경력의 본 실험의 연구자 1명이 모든 대상자에게 실시하였다. 준비 운동으로 가벼운 보행과 깊은 호흡을 5분, 본 운동은 20분, 마무리 운동으로 가벼운 보행과 깊은 호흡을 5분 실시하여 총 30분을 실시하였으며, 일주일에 5회, 총 4주간 실시하였다. CR 그룹, CI 그룹, CR+CI 그룹은 총 운동 시간을 동일하게 맞추기 위해 CR 그룹은 CR 기법을 2세트 실시하였고, CI 그룹은 CI 기법을 2세트 실시하였고, CR+CI 그룹은 CR 기법 1세트와 CI 기법 1세트를 실시하였다.

1) 수축 이완 기법

CR 기법은 움직임 운동 범위 감소가 있는 환자에게 움직임 운동 범위 증가를 목적으로 사용한다. 직접적인 방법의 예를 들면, 치료사는 환자의 수동 운동 범위 끝에서 제한된 근육의 강한 수축을 적어도 5~8초 동안 유지하도록 환자에게 요구한다. 치료사는 환자에게 이완하라고 말한다. 환자는 수동적 또는 능동적으로 새롭게 확보된 범위까지 근육을 늘린다. 기법은 더 이상 새로운 범위가 확보되지 않을 때까지 반복한다(Adler et al., 2007; Lee & Cho, 2005). CR 기법은

근육 유연성을 증가시키는데 효과적이었으며(Cayco et al., 2019; Nagarwal et al., 2010), 수동적 신장 운동보다 CR 기법이 상호 억제성(reciprocal inhibition)과 자가 억제를 이용하여 근육을 늘여서 움직임 가동 범위를 개선하는데 효과적이었다(Feland et al., 2001; O'Hara et al., 2011; Sharman et al., 2006).

CR 기법은 대상자가 엎드려 누운 자세에서 무릎을 90°굽히고 엉덩관절은 돌림과 벌림과 모음의 중립 위치에서 실시하였다. 엉덩관절 가쪽 돌림 근육을 늘리기 위해서는 엉덩관절 안쪽 돌림의 끝 범위에서 CR 기법을 실시하는 것이 원칙이나 엉덩관절 안쪽 돌림 범위에서 엉덩관절 가쪽 돌림 근육의 수축 시 요통 증가의 위험성이 있어 중립자세에서 실시하였다. 대상자의 안쪽 복사뼈에 손으로 저항을 주어 엉덩관절 가쪽 돌림을 실시시켜 근육 수축을 10초 일으켰다. 저항의 강도는 대상자의 최대 힘 30% 정도로 실시하라고 명령한 후 치료사가 반대의 힘을 제공하여 움직임이 일어나지 않도록 하였다(Chaitow & Crenshaw, 2006). 대상자에게 호흡을 내쉬며 이완하라고 지시한 후 새로운 범위까지 요통을 유발하지 않는 범위 내에서 엉덩관절 가쪽 돌림 근육을 30초 늘였다. 총 4회를 1세트로 정하고, 반복 실시 사이에 10초간의 휴식을 주었다(Bremner et al., 2015; Eyal et al., 2005). 세트 사이의 휴식 시간은 1분을 주었다. 오른쪽을 먼저 실시한 후에 왼쪽을 실시하였다.

2) 등장성 수축 결합 기법

CI 기법은 주동근의 이완 없이 동심성 수축, 정적 수축, 편심성 수축을 일으킨다. 동심성 수축에서 편심성 수축이나 편심성 수축에서 동심성 수축으로 근육 수축 방법이 달라질 때 정적 수축을 유발하여 주동근에 이완을 주지 않는다. 편심성 조절 감소, 협응력 결핍, 능동적 움직임 운동 범위 감소가 있는 환자에게 운동의 능동적 조절, 협응 작용, 능동적 움직임 운동 범위 증가, 근력 강화, 운동의 편심성 조절에 대한 기능적 훈련을 목적으로 사용한다(Adler et al., 2007; Bae et al., 2004).

CI 기법은 대상자가 엎드려 누운 자세에서 무릎을 90°굽히고 엉덩관절은 돌림과 벌림과 모음의 중립 위치에서 실시하였다. 대상자의 가쪽 복사뼈에 손으로 저항을 주면 대상자는 저항에 대항하며 능동적 엉덩관절 안쪽 돌림을 실시하였다. 저항의 강도는 대상자의 최대 힘 50% 정도로 실시하라고 명령하였다. 능동적 안쪽 돌림이 끝나면 대상자에게 자세를 유지하라고 말하였다. 대상자가 자세를 유지하면 엉덩관절 안쪽 돌림 근육의 편심성 수축을 통해 엉덩관절 가쪽 돌림 움직임을 조절하여 처음의 자세로 되돌아가게 하였다. 허리골반 돌림이 일어나지 않도록 지시하였다. 총 10회를 1세트로 정하였다. 세트 사이의 휴식 시간은 1분을 주었다(Baechle & Earle, 2016; Kisner & Colby, 2012). 오른쪽을 먼저 실시한 후에 왼쪽을 실시하였다.

4. 자료 분석

운동 기간과 운동 방법에 따라 엉덩관절 안쪽 돌림 시 엉덩관절 안쪽 돌림 각도, 허리골반 돌림 각도, 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도를 평균 비교하기 위해 이원 반복 측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 사용하였다. 통계 프로그램은 SPSS 24.0(IBM SPSS Inc., USA)을 사용하였으며, 유의수준은 0.05로 설정하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구는 만성 요통 남자들을 CR 그룹 15명, CI 그룹 15명, CR+CI 그룹 15명으로 나누어 총 45명을 대상으로 실험하였다. 일반적인 특성은 아래의 표에 평균과 표준편차 값으로 제시하였다(Table 1).

2. 엉덩관절 안쪽 돌림 각도 비교

운동 방법과 운동 기간에 따라 엉덩관절 안쪽 돌림 각도의 변화를 기술통계량으로 제시하였다. 운동 기간에 따른 개체 내 엉덩관절 안쪽 돌림 각도 비교에 있어서 운동 기간이 증가할수록 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 증가하였고, 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 그리고 개체 내 엉덩관절 안쪽 돌림 각도

Table 1. General characteristics of subjects (n=45)

Variable	CR group (n=15)	CI group (n=15)	CR+CI group (n=15)
Age (years)	41.40±4.59	40.13±5.48	41.40±4.21
Height (cm)	172.13±3.42	173.87±2.77	172.73±3.47
Weight (kg)	71.20±2.93	71.13±1.85	71.80±2.01
BMI	24.02±0.43	23.55±0.89	24.07±0.67
LBP onset (weeks)	29.47±12.77	31.20±14.04	29.33±11.76

(Mean±SD)

CR: contract relax, CI: combination of isotonics, BMI: body mass index, LBP: low back pain

의 비교에 있어서 운동 방법과 운동 기간 사이에 상호 작용이 나타났다($p<0.05$). 또한 운동 방법에 따른 엉덩관절 안쪽 돌림 각도를 개체 간 효과검정을 비교해본 결과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$) (Table 2)(Fig. 2).

3. 허리골반 돌림 각도 비교

운동 방법과 운동 기간에 따라 허리골반 돌림 각도의 변화를 기술통계량으로 제시하였다. 운동 기간이 증가할수록 허리골반 돌림 각도가 감소하였고, 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 그리고 개체 내 허리골반 돌림 각도의 비교에 있어서 운동 방법과

운동 기간 사이에 상호작용이 나타났다($p<0.05$). 또한 운동 방법에 따른 허리골반 돌림 각도를 개체 간 효과 검정을 비교해본 결과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(Table 3)(Fig. 3).

4. 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도 비교

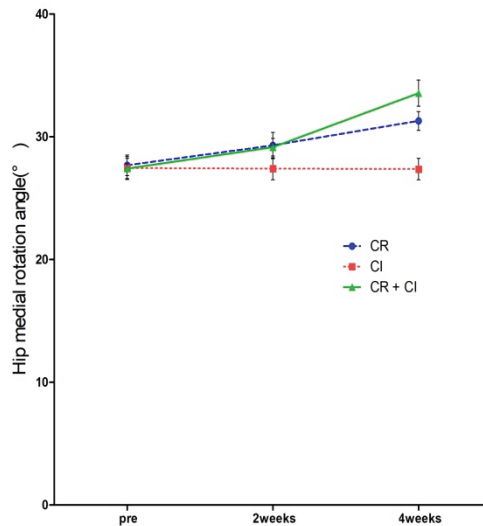
운동 방법과 운동 기간에 따라 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도의 변화를 기술통계량으로 제시하였다. 운동 기간에 따른 개체 내 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도 비교에 있어서 운동 기간이 증가할수록 허리골반 돌림이 시

Table 2. Hip medial rotation angle according to exercising period on each group (unit: °)

Group	Pre	2weeks	4weeks		p
CR (n=15)	27.68±0.85	29.30±1.07	31.30±0.77	Period	0.00*
CI (n=15)	27.45±0.93	27.40±0.90	27.37±0.88	Group	0.00*
CR+CI (n=15)	27.42±0.83	29.16±0.72	33.56±1.06	Period × Group	0.00*

(Mean±SD)

CR: contract relax, CI: combination of isotonics



CR: contract relax, CI: combination of isotonics

Fig. 2. Comparison of hip medial rotation angle according to exercising period on each group.

작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 증가하였고, 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 그리고 개체 내 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도의 비교에 있어서 운동 방법과 운동 기간 사이에 상호작용이 나타났다($p < 0.05$). 또한 운동 방법에 따른 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도를 개체간 효과검정을 비교해본 결과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$)(Table 4)(Fig. 4)

IV. 고찰

본 연구에서 CR 그룹은 운동 기간이 증가할수록

엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 증가하였다. CR 기법이 상호 억제성(reciprocal inhibition)과 자가 억제를 이용하여 근육을 늘여서 움직임 가동 범위를 개선하는데 효과적이라는 선행 연구들이 있다(Cayco et al., 2019; O’Hora et al., 2011; Shaman et al., 2006). 본 연구에서도 CR 기법 시 근육을 늘이기 전에 엉덩관절 가쪽 돌림 근육 수축으로 근육과 힘줄에 장력을 유발하였다. 그로 인해 힘줄에 있는 직렬탄성성분도 늘이고, 골지힘줄기관의 자가 억제로 인해 엉덩관절 가쪽 돌림 근육의 활성도가 떨어져 작은 힘으로도 근육을 늘일 수 있어 CR 기법은 엉덩관절 안쪽 돌림 각도 증가에 효과적이라고 생각된다.

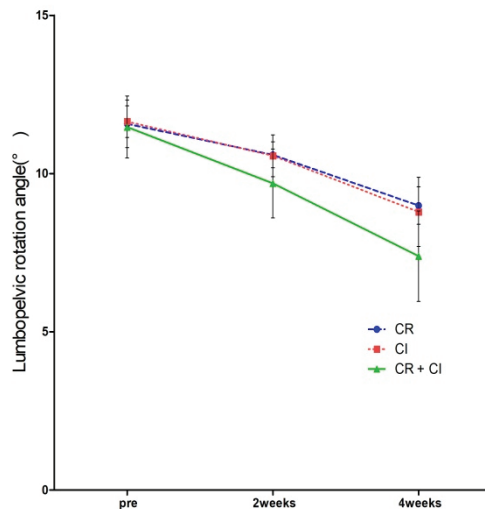
연구에서 CR 그룹과 CR+CI 그룹은 운동 2주 후까

Table 3. Lumbopelvic rotation angle according to exercising period on each group (unit: °)

Group	Pre	2weeks	4weeks		p
CR (n=15)	11.57±0.75	10.59±0.41	8.99±0.59	Period	0.00*
CI (n=15)	11.64±0.50	10.56±0.66	8.79±0.76	Group	0.02*
CR+CI (n=15)	11.47±0.98	9.69±1.09	7.39±1.43	Period × Group	0.00*

(Mean±SD)

CR: contract relax, CI: combination of isotonic



CR: contract relax, CI: combination of isotonic

Fig. 3. Comparison of lumbopelvic rotation angle according to exercising period on each group.

지는 두 그룹 간 차이 없이 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 증가하였지만, 운동 4주 후에는 CR 그룹보다 CR+CI 그룹이 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 더 증가하였다. Kisner와 Colby (2012)는 신장 운동 후 관리에 있어 신장 운동의 종류와 관계없이 신장 운동 후에 새롭게 획득한 움직임 운동 범위를 사용하는 능동 움직임 운동 범위 강화 운동을 시행하고, 유연성이 향상됨과 더불어 적절한 신경근육 조절 및 안정성이 얻어지도록 새롭게 획득한 움직임 운동 범위에서 길항근의 근육 균형을 높여야 한다고 하였다. Tabary 등(1972)은 움직임이 제한되어 근육이 짧아진 위치에서 고정되면

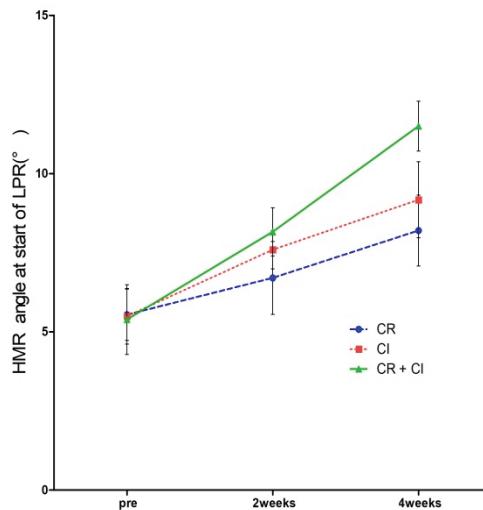
근육원섬유마디의 흡수가 일어나 근육의 길이와 근육 원섬유마디의 수가 감소하고 신장 운동 등을 통해 움직임 제한을 제거시켜 원래의 근육 길이와 근육원섬유마디의 수로 돌아가는데 최소 4주가 필요하다고 하였다. 또한 Willy 등(2001)은 신장 운동으로 향상된 유연성과 움직임 운동 범위의 증가는 신장 운동을 중지하면 4주 안에 다시 감소한다고 하였다. 그러므로 영속적인 움직임 운동 범위를 유지하기 위해서는 4주 이상의 지속적인 신장 운동과 평상시 새롭게 획득한 움직임 범위를 사용하는 것이 필요하다고 생각된다. 본 연구에서는 CR 그룹보다 CR+CI 그룹은 짧아진

Table 4. Hip medial rotation angle at start of lumbopelvic rotation according to exercising period on each group

Group	Pre	2weeks	4weeks		p
CR (n=15)	5.54±0.81	6.70±1.15	8.20±1.12	Period	0.00*
CI (n=15)	5.49±0.88	7.59±0.60	9.17±1.20	Group	0.00*
CR+CI (n=15)	5.39±1.10	8.16±0.76	11.50±0.79	Period × Group	0.00*

(Mean±SD)

CR: contract relax, CI: combination of isotonic



CR: contract relax, CI: combination of isotonic,
HMR: hip medial rotation, LPR: lumbopelvic rotation

Fig. 4. Comparison of hip medial rotation angle at start of lumbopelvic rotation according to exercising period on each group.

엉덩관절 가쪽 돌림 근육을 늘일뿐만 아니라 약해진 엉덩관절 안쪽 돌림 근육을 강화하며, 능동적 신장 운동으로 증가된 엉덩관절 안쪽 돌림 범위를 사용하도록 움직임을 재교육하여 증가된 움직임 운동 범위를 유지하는데 효과적이라고 생각되고, 그로 인해 CR 그룹과 CR+CI 그룹은 운동 2주 후까지는 두 그룹 간 차이 없이 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 증가하였지만, 운동 4주 후에는 CR 그룹보다 CR+CI 그룹이 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 더 증가하였다고 생각된다.

본 연구에서 CI 그룹은 운동 기간이 증가하여도 엉덩관절 안쪽 돌림 각도의 변화가 없었다. Hoffman 등(2012)은 요통 남자들에게 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리 안정성을 강조한 운동을 6주간 실시한 결과 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 각도가 증가하지만 통계적으로 유의한 차이가 없다고 하였다. 선행 연구는 안정화 운동으로 여러 가지 운동을 실시한 것에 비해 본 연구는 안정화 운동으로 CI 기법만 실시한 것에서 차이가 있지만, 본 연구에서 안정화 운동을 실시한 CI 그룹의 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 개선되지 않았다는 결과를 지지하는 연구이다. 허리 안정화 근육을 강화하기 위해서는 강하고 빠른 속도의 움직임을 통한 운동보다는 약하고 느린 속도의 움직임을 통한 운동이 효과적이다(Richardson et al., 1998). 그로 인해 본 연구 CI 기법으로 안정화 운동 시 엉덩관절 가쪽 돌림 근육이 늘어날 정도의 강도로 엉덩관절 안쪽 돌림을 실시하지 않아 엉덩관절 안쪽 돌림 각도는 개선되지 않았다고 생각된다.

본 연구에서 CR 그룹은 운동 기간이 증가할수록 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 각도가 감소하였으며, 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 증가하였다. Lim 등(2012)은 넓다리근막간장근 짧아짐이 있는 요통 환자들에게 넓다리근막간장근 수동적 신장 운동을 2주간 적용한 결과 넓다리근막간장근이 늘어나 엉덩관절 가쪽 돌림 시 허리골반 돌림 각도가 통계적으로 유의하게 감소하고, 허리골반 돌림이 시작된 시점이 통계적으로 유의하게 증가한다고 하였다. 선행 연구는 엉덩관절 안쪽 돌림 근육의 수동

적 신장 운동 효과를 알아보았고, 본 연구는 CR 기법을 통해 엉덩관절 가쪽 돌림 근육의 능동적 신장 운동 효과를 알아본 것에서 차이가 있지만, 선행 연구에서 짧아진 엉덩관절 돌림 근육을 늘려주면 엉덩관절 돌림 시 과도한 허리골반 돌림 각도가 감소하고, 이른 시점에서 일어나는 허리골반 돌림이 감소한다는 결과는 본 연구 CR 기법의 능동적 신장 운동이 허리골반 돌림 과운동성 개선에 효과적이라는 것을 지지한다. 엉덩관절 가쪽 돌림 근육의 짧아짐으로 인한 엉덩관절 안쪽 돌림 제한이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 과도한 허리골반 돌림을 유발할 수 있다(Sahrmann, 2002). CR 기법으로 엉덩관절 가쪽 돌림 근육을 늘여서 엉덩관절 안쪽 돌림 각도를 증가시킨 것이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 과도한 허리골반 돌림 각도를 개선한 것으로 생각된다. 또한 엉덩관절 가쪽 돌림 근육 뻣뻣함은 엉덩관절 안쪽 돌림 시 이른 시점에 허리골반 돌림이 일어나도록 한다(Sahrmann, 2002). 신장 운동으로 뻣뻣해진 근육을 느슨하게 할 수 있다(Marshall et al., 2011; Morse et al., 2008; Ryan et al., 2009). CR 기법으로 엉덩관절 가쪽 돌림 근육 뻣뻣함이 감소하여 엉덩관절 안쪽 돌림 시 이른 시점에 일어나는 허리골반 돌림을 개선한 것으로 생각된다.

본 연구에서 CI 그룹은 운동 기간이 증가할수록 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 각도가 감소하였으며, 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 증가하였다. 허리골반 안정성을 강조한 엉덩관절 안쪽과 가쪽 돌림 운동은 허리 안정화 근육들을 강화하고, 허리골반 움직임 형태를 재교육하여 허리골반 돌림 각도가 감소하고, 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽과 가쪽 돌림 각도가 증가한다는 선행 연구들이 있다(Hoffman et al., 2011b, 2012; Koh & Jung, 2019; Scholtes et al., 2010). Hoffman 등(2012)은 요통 남자들에게 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리 안정성을 강조한 운동을 6주간 실시한 결과 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 각도가 감소하여 통계적으로 유의한 차이가 있으며, 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 증가하여 통계적으로 유의한 차이

가 있다고 하였다. 허리골반 안정화 근육 약화가 있을 경우 엉덩관절 안쪽과 가쪽 돌림 시 허리골반이 불안정하여 과도하고 이른 시점에 허리골반 돌림이 일어난다(Sahrmann, 2002). 안정화 운동을 통해 허리골반에 안정성을 제공해주는 근육 강화와 움직임 재교육을 통해 엉덩관절 안쪽과 가쪽 돌림 시 일어나는 과도하고 이른 시점에 일어나는 허리골반 돌림을 방지할 수 있다(Richardson et al., 1998). 본 연구 CI 기법을 통해 허리골반 안정화 근육을 강화하고 허리골반 움직임 형태를 재교육한 것이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 과운동성을 개선한 것으로 생각된다.

본 연구에서 CR 그룹보다 CI 그룹은 운동 시간이 증가할수록 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 더 증가하였다. Park (2012)의 연구에서 다리의 움직임 시 이른 시점에 움직이는 허리골반 움직임을 수동적 신장 운동으로는 개선하지 못하지만 안정화 운동으로는 개선할 수 있다고 하였다. 이는 다리 움직임 시 이른 시점에 움직이는 허리골반 움직임에 영향을 미치는 것은 인접한 근육의 뻣뻣함보다 허리골반 안정화 근육의 역할이 더 크기 때문이라고 하였다. 본 연구 CR 그룹보다 CI 그룹이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 더 증가한 이유도 엉덩관절 가쪽 돌림 근육의 뻣뻣함을 감소시키는 것보다는 허리골반 안정화 근육을 강화하고 허리골반 움직임 형태를 재교육하는 것이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 이른 시점에 일어나는 허리골반 돌림을 개선하는데 더 큰 영향을 미치기 때문이라고 생각된다.

본 연구에서 CR 그룹과 CI 그룹보다 CR+CI 그룹은 운동 시간이 증가할수록 허리골반 돌림 각도가 가장 감소하고, 허리골반 돌림이 시작된 엉덩관절 안쪽 돌림 각도가 가장 증가하였다. 엉덩관절 안쪽 돌림 제한과 허리골반을 안정화 근육 능력의 감소는 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 과운동성을 유발할 수 있다(Sahrmann, 2002). CR 그룹은 능동적 신장 운동으로 엉덩관절 가쪽 돌림 근육을 늘려 엉덩관절 안쪽 돌림 제한의 개선에는 효과적이지만, 허리골반 안정

화 근육은 효과적으로 강화하지 못하고, 허리골반 움직임 형태를 재교육하지 못한다고 생각된다. 또한 CI 그룹은 안정화 운동으로 허리골반 안정화 근육을 강화시키고 허리골반 움직임 형태 재교육에는 효과적이라고 생각되지만, 엉덩관절 가쪽 돌림 근육을 효과적으로 늘이지 못하여 엉덩관절 안쪽 돌림 제한을 개선하지 못한다고 생각된다. 그러나 CR+CI 그룹은 엉덩관절 안쪽 돌림 제한을 가장 개선하고 동시에 CI 기법으로 허리골반 안정화 근육을 강화하고 허리골반 움직임 형태를 재교육하여 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 과운동성을 가장 효과적으로 개선하였다고 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 대상자의 수가 작고, 대상자가 엉덩관절 안쪽 돌림에 제한이 있는 만성 요통남자들을 대상으로 하여 모든 요통 환자들에게 일반화하여 해석하는데 어려움이 있다. 그리고 지속 관찰을 실시하지 않고, 실험 방법에 있어 관련 근육의 긴장도, 활성도, 힘과 신체 정렬을 함께 측정하지 못하여 실험 결과를 해석하는 것에 한계가 있다고 생각된다. 앞으로 대상자 수를 충분히 확보하고, 여자를 대상으로 한 연구와 다른 움직임 결합과 그로 인한 요통을 어떤 방법으로 개선할 수 있는지와 지속 관찰을 통해 운동 방법에 따른 효과의 지속성과 측정하지 못하였던 근육과 관련된 변수와 신체 정렬을 함께 알아보는 연구가 필요하다고 생각된다. 특히 엉덩관절 안쪽 돌림 제한과 연관이 있는 궁둥구멍근 증후군 환자에게 본 연구와 동일한 운동 방법을 적용하여 증상을 개선할 수 있는지 알아보는 연구도 의미가 있을 것이라고 생각된다.

V. 결론

능동적 신장 운동을 통해 엉덩관절 안쪽 돌림 저운동성을 개선한 것이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 과운동성을 개선하였다. 안정화 운동을 통해 허리골반 안정화 근육 강화와 움직임 재교육을 통해 영

덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 과운동성을 개선하였다. 능동적 신장 운동과 안정화 운동 각각 모두 엉덩관절 안쪽 돌림 시 허리골반 돌림 과운동성을 개선하였다. 그렇지만 능동적 신장 운동과 안정화 운동을 함께 실시한 것이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 엉덩관절 안쪽 돌림 저운동성과 허리골반 돌림 과운동성을 가장 개선하였다. 그러므로 엉덩관절 안쪽 돌림 제한을 가지고 있는 만성 요통 남자에게 능동적 신장 운동과 안정화 운동을 함께 적용하는 것이 엉덩관절 안쪽 돌림 시 움직임 결합 개선에 더욱 효과적이라고 생각된다.

References

- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide, 3rd ed. Heidelberg. Springer. 2007.
- Bae SS, Hwang BG, Kim MH, et al. Clinical application of combination Isotonic in proprioceptive neuromuscular facilitation. *The Journal of Korea Society of Physical Therapy*. 2004;16(3):427-436.
- Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning, 4th ed. New York. Human kinetics. 2016.
- Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1998;27(4):295-300.
- Bremner CB, Girouard TJ, Samuel MN, et al. The acute effect of hip external rotator stretches on hip internal rotation range of motion. *International Journal of Exercise Science*. 2015;8(1):75-84.
- Chaitow L, Crenshaw, K. Muscle energy techniques, 3rd ed. New York. Elsevier Health Sciences. 2006.
- Cayco CS, Labro AV, Gorgon EJR. Hold-relax and contract-relax stretching for hamstrings flexibility: a systematic review with meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*. 2019;35(1):42-55.
- Decoster LC, Cleland J, Altieri C, et al. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2005;35(6):377-387.
- Etnyre BR, Abraham LD. Gains in range of ankle dorsiflexion using three popular stretching techniques. *American journal of physical medicine*. 1986;65(4):189-196.
- Eyal L, Gregory DC, Robert D, et al. The science & practice of manual therapy, 2nd ed. New York. Elsevier Health Sciences. 2005.
- Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy in Sport*. 2001;2(4):186-193.
- Goo BO, Park SM, Kim AJ, et al. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation on trunk stability and balance in elderly People with chronic low back pain; the application of rhythmic stabilization and combination of isotonic. *PNF and Movement*. 2007;5(2):37-46.
- Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*. 1996;21(22):2640-2650.
- Hodges PW, Richardson CA. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of spinal disorders*. 1998;11(1):46-56.
- Hoffman SL, Johnson MB, Zou D, et al. Sex differences in lumbopelvic movement patterns during hip medial rotation in people with chronic low back pain. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2011;92(7):1053-1059.
- Hoffman SL, Johnson MB, Zou D, et al. Effect of classification-specific treatment on lumbopelvic motion during hip rotation in people with low back pain. *Manual therapy*. 2011;16(4):344-350.
- Hoffman SL, Johnson MB, Zou D, et al. Gender differences

- in modifying lumbopelvic motion during hip medial rotation in people with low back pain. *Rehabilitation Research and Practice*. 2012;2012(1):1-7
- Kim CH. The effects of gender and chronic LBP on lumbopelvic motion during hip rotation. Kyungsoong University. Dissertation of Master's Degree. 2017.
- Kim CH, Kim BR. The effects of abdominal strength training using proprioceptive neuromuscular facilitation on the balance ability and pain of patients with chronic lower back pain. *PNF and Movement*. 2017;15(2):141-148.
- Kim MH, Bae SS. Review of characteristics of the isotonic combination: importance of eccentric training. *Journal of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2004;2(1):25-33.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques, 6th ed. New York. Fa Davis. 2012.
- Koh EK, Jung DY. Effects of positions of pressure biofeedback unit on lumbopelvic rotation during prone hip medial rotation. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy*. 2019;13(3):178-184.
- Lee HS, Cho BM. Effects of PNF, PIC, MET stretching a literature review. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2005;23(1):379-390.
- Lim OB, Yi CH, Kwon OY, et al. Effects of tensor fasciae latae-iliotibial band self-stretching on lumbopelvic movement patterns during active prone hip lateral rotation in subjects with lumbar extension rotation syndrome. *Korean Research Society of Physical Therapy*. 2012;19(4):61-69.
- Marshall PW, Cashman A, Cheema BS. A randomized controlled trial for the effect of passive stretching on measures of hamstring extensibility, passive stiffness, strength, and stretch tolerance. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2011;14(6):535-540.
- Morse CI, Degens H, Seynnes OR, et al. The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *The Journal of physiology*. 2008;586(1):97-106.
- Nagarwal AK, Zutshi K, Ram CS, et al. Improvement of hamstring flexibility: a comparison between two PNF stretching techniques. *International Journal of Sports Science and Engineering*. 2010;4(1):25-33.
- O'Hara J, Cartwright A, Wade CD, et al. Efficacy of static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretch on hamstrings length after a single session. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(6):1586-1591.
- Park KN. Effects of lumbar stabilization and rectus femoris stretching exercises on muscle activity, pelvic motions, and angle of knee flexion during active prone knee flexion in patients with lumbar extension rotation syndrome. Yonsei University. Dissertation of Doctorate Degree. 2012.
- Richardson C, Jull G, Hodges P, et al. Therapeutic exercises for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach. New York. Elsevier Health Sciences. 1998.
- Richardson C, Hodges P, Hides J. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain, 2nd ed. New York. Elsevier Health Sciences. 2004.
- Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, et al. Determining the minimum number of passive stretches necessary to alter musculotendinous stiffness. *Journal of sports sciences*. 2009;27(9):957-961.
- Saber-Sheikh K, Bryant EC, Glazzard C, et al. Feasibility of using inertial sensors to assess human movement. *Manual therapy*. 2010;15(1):122-125.
- Sahrmann SA. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. New York. Elsevier Health Sciences. 2002.
- Sahrmann S, Azevedo DC, Van Dillen L. Diagnosis and treatment of movement system impairment

- syndromes. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2017;21(6):391-399.
- Scholtes SA, Norton BJ, Lang CE, et al. The effect of within-session instruction on lumbopelvic motion during a lower limb movement in people with and people without low back pain. *Manual therapy*. 2010;15(5):496-501.
- Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Sports medicine*. 2006;36(11):929-939.
- Tabary J, Tabary C, Tardieu C, et al. Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts. *The Journal of physiology*. 1972;224(1):231-244.
- Van Dillen LR, Sahrman SA, Norton BJ, et al. Movement system impairment-based categories for low back pain: stage 1 validation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2003;33(3):126-142.
- Van Dillen LR, Maluf KS, Sahrman SA. Further examination of modifying patient-preferred movement and alignment strategies in patients with low back pain during symptomatic tests. *Manual therapy*. 2009;14(1):52-60.
- Willy RW, Kyle BA, Moore SA, et al. Effect of cessation and resumption of static hamstring muscle stretching on joint range of motion. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2001;31(3):138-144.