근에너지기법과 스트레칭 운동이 허리 통증을 경험하고 있는 성인에 통증과 심리사회적 수준, 기능장애 수준, 체간 유연성에 미치는 영향 비교

차병하¹, 김선엽²

¹대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료과대학 물리치료학과

Comparison of the Effect of Muscle Energy Techniques and Stretching Exercises on Pain and Psychosocial Dysfunction Levels in Individuals With Low Back Pain

Byung-ha Cha¹, PT, BHSc, Suhn-yeop Kim², PT, PhD

¹Department of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, ²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Daejeon, Korea

Article Info

Received October 26, 2021

Revised December 6, 2021

Accepted December 8, 2021

Corresponding Author

Suhn-yeop Kim

E-mail: kimsy@dju.kr

<https://orcid.org/0000-0002-0558-7125>

Key Words

Disability

Low back pain

Muscle energy techniques

Pain

Psychosocial

Stretching

Background: Low back and neck pain are two of the most common medical problems in the adult population. It is estimated that between 70% and 80% adults experience an episode of low back pain at least once during their lifetime.

Objects: This study aimed to compare the effects of various stretching exercises and muscle energy techniques used for treatment of iliopsoas, quadratus lumborum, and hamstrings of patients with low back pain.

Methods: A total of 52 subjects were randomly assigned to the control group (n = 17), the muscle energy technology group (METG, n = 19), and the stretching exercise group (SEG, n = 16). Interventions were performed twice a week for 4 weeks. Outcomes were measured before and after 4 weeks of treatment in the three groups, using the Korean version of the Oswestry Disability Index, the Visual Analogue Scale (VAS), the Fear Avoidance Belief Questionnaire (FABQ), the Finger to Floor test (FTF), the Modified-Modified Schober Test (MMS), and the Trunk Flexion Range of Motion test.

Results: This study showed significant reduction in the pre-test and post-test KODI, VAS, and FABQ scores in all the three groups (p < 0.05). The KODI, VAS, FABQ and FTF assessed in this study showed interactions between the groups and the measurement time point (p < 0.01). After intervention, the KODI, VAS, FABQ and FTF in the SEG and METG were significantly higher (p < 0.05), and there was no difference between the METG and SEG. MMS and HFROM test showed no difference between the three groups (p > 0.05).

Conclusion: KODI, VAS, FABQ and FTF showed significant improvement after basic physical therapy, muscle energy technique, and stretching exercise intervention. And there was no significant difference in the intervention effect between the muscle energy group and the stretching exercise group.

INTRODUCTION

허리 통증은 성인에서 흔한 의학적 문제 중 하나이다. 성인의 70%

80%가 평생 한 번 이상 허리 통증 증상을 겪는다[1]. 허리 통증은 개인과 사회에 미치는 경제적인 영향 이외에도, 사회적 생활, 개인의 일상 생활 활동에서도 부정적인 영향을 미치고, 장기적인 허리 통증은 개인

의 삶의 질을 감소시킨다[2]. 장시간 앉아있는 자세가 허리통증의 원인이 된다고 보고되고 있다[3-5]. 업무 환경이 디지털화되면서 대부분 시간을 앉아서 생활하고 있으며, 앉아 있는 자세는 서 있는 자세에 비해 허리 굽힘과 골반 뒤 기울임을 동반한다고 보고되었다[6]. 허리 통증은 허리뼈 근육에 비정상적인 스트레스와 긴장감이 발생하는 모든 허리 통증의 종류를 가리키는 통괄적인 개념으로 자리 잡고 있다. 일반적으로 허리 통증은 자세 불량, 과도한 허리 굽힘 및 물건 들어 올리기 동작과 같은 위험한 습관으로 인해 발생한다. 정상적인 척추 구조에 과도한 부하와 같이 역학적으로 허리 통증을 일으키는 몇 가지 요인으로는 부하가 척추에 전달되는 자세, 신체 역학, 유연성 등 다양하게 영향을 받는다[7]. 허리 근육의 약화는 허리 펴고 또는 허리 굽힘근들이 주로 약화되며, 특히 허리 펴고 근육에 기능이 저하되면 만성 허리 통증이 발생한다[8]. 허리 통증을 유발하는 대표적인 근육으로 허리네모근, 넓다리뒤근, 엉덩허리근이 이전에 여러 연구에서 보고되었고 이에 대한 연구가 진행되고 있다.

해부학적으로 허리네모근(quadratus lumborum)은 골반과 척추를 연결하고, 동시 수축 시 허리를 펴게 하고 두 개의 허리네모근은 척추 세움근의 하부 섬유가 약하거나 억제될 때, 느슨한 부분을 보조한다(일반적으로 의자에 앉은 컴퓨터 사용 또는 의자 등받이 사용 시 나타나는 자세) [9]. 이러한 허리네모근 단축 및 약화는 허리 통증의 흔한 원인이 다[10].

넓다리뒤근에 단축이 현대인들에 좌식 생활과 장시간 앉아 있는 생활환경으로 인해 발생하고, 장시간 앉아 있는 자세를 유지하는 생활을 하는 직업일수록 넓다리뒤근이 단축이 된다. 또한, 앉아 있는 동안 넓다리 후면 부위에 압력이 가해질 수 있으며, 넓다리뒤근의 활동성 저하, 골반 뒤 기울림과 무릎 굽힘으로 인해 넓다리뒤근이 짧은 길이로 유지가 되고 넓다리뒤근에 압통점이 발생하며 긴장감을 초래할 수 있다[11]. 넓다리뒤근에 단축은 허리의 앞 기울임증을 감소시킨다[12,13]. 유연하지 않은 넓다리뒤근과 허리통증 사이에서 연관성을 발견하였다[14-16].

엉덩허리근(iliopsoas)에 단축에 원인은 여러 가지가 있다. 그 중 웅크리며 자는 자세와 반복적인 엉덩관절 굽힘 운동을 동반한 유산소운동 프로그램과 좌식 생활 방식이 허리근(psoas)에 단축에 원인이 되고, 스포츠, 춤, 그리고 걷기를 포함한 일상적인 활동에서 대부분에 움직임이 앞쪽 근육을 사용하게 되며, 따라서 지속적으로 수축된 허리근에 적절한 휴식과 이완을 제공받지 못한다[17]. 엉덩허리근에 단축은 허리뼈에 가동범위를 제한하고, 짧아진 엉덩허리근은 허리뼈에 같은 쪽 돌림과 같은 쪽 가쪽 굽힘, 반대측 가쪽 굽힘을 제한을 동반하며, 허리뼈를 반대 방향으로 움직여 척추측만증을 유발한다고 제시하였다[18].

허리 통증에 중재를 위해 물리치료사들은 스트레칭 운동, 근력운동, 척추 관절가동술, 마사지 또는 근막이완기법, 도수전인, 자세교정운동, 간섭전류치료, 초음파, 열 치료, 냉 치료 등 허리 통증을 가진 환자에게 대부분 물리치료사들이 이러한 중재 기법을 사용한다[19].

근에너지기법(muscle energy technique)은 안전하고 부드러우며

다양한 증상을 가진 환자들에게 적용할 수 있고, 근에너지기법의 보편화는 시술자와 환자의 치료적 이점을 제공해 준다[20]. 근에너지기법은 단축된 근육의 신장, 제한된 관절가동범위 증가, 생리학적으로 약해진 근육 강화, 국소화된 부종 및 수동적 충혈의 감소에 대해 제시되었다[20]. 근에너지기법은 근골격계 치료 방법의 관련된 기술이다. 환자의 근육 사용할 때 특정된 한 방향으로 조절된 위치를 입력하기 위해 사용되었고, 그리고 환자의 근육은 치료사에 대항하여 힘을 가하였다. 근에너지기법은 등척성 수축 후 잠시 동안 근육이나 근육 군에 톤을 감소시키기 때문에 등척성 수축 후에 이완이 될 수 있다. 등척성 후 이완(post-isometric relaxation) 기법은 길항근의 근방추 자극으로 인해 억제되는 골지 건 기관(Golgi tendon organ)의 수용적 입력 때문에 중재가 된다[7].

스트레칭 운동은 일반적으로 워밍업 및 쿨 다운 방식, 근력 및 컨디셔닝 훈련 프로그램, 재활 프로그램 등에서 처방되었다. 스트레칭은 부상 예방, 관절가동범위(range of motion) 증가, 근육신장성 증가 등을 목적으로 한다. 그리고 스트레칭은 건강과 체력증진에서 오랜 역할을 수행하고 있다[21]. 건강증진 및 재활에 네 가지 주요 스트레칭 기술(즉, 정적 스트레칭, 동적 스트레칭, 탄성 스트레칭, 고유수용성 신경근 촉진 스트레칭)이 적용된다. 특히 정적 스트레칭은 단일 관절 또는 다중 관절의 관절가동범위 끝 범위에서 각각 동적으로 작용근을 수축하거나 외부의 힘을 이용하여 중력, 보조자, 스트레칭 도구들을 이용하여 지속적인 움직임에 조절하였고, 끝 범위에서, 개인이 일정 시간 동안 근육을 신장하는 자세로 잡아서 유지한다[22]. 관절가동범위가 클수록 움직임에 대한 저항이 줄어든다는 생각에 의해 입증이 되었고 움직임에 대한 절약을 개선하였다[23]. 허리통증 환자를 대상으로 근에너지기법과 근막이완기법의 효과를 비교한 연구가 있었다[20]. 그러나 허리통증 환자들에게 흔히 근길이 단축을 일으키는 주요 하지 근육들의 치료 방법으로 사용되고 있는 근에너지기법과 스트레칭 운동의 효과를 비교한 연구는 상대적으로 적게 보고되고 있었다. 따라서 현재 임상에서 실제로 자주 사용되는 이 두 가지 중재기법의 효과를 비교해 보는 것은 의미가 있다고 판단된다.

이에 본 연구의 목적은 허리통증을 경험하고 있는 성인의 엉덩허리근, 허리네모근, 넓다리뒤근에 적용한 근에너지기법과 스트레칭 운동의 효과를 비교해 보고자 한다. 이 연구의 구체적인 가설은 다음과 같다. 첫째, 근에너지기법을 적용한 군(실험군 1)과 스트레칭 운동을 적용한 군(실험군 2), 두 중재 기법을 적용하지 않은 군(대조군) 간에 중재 전후의 통증 수준, 기능장애 수준은 유의한 차이가 있을 것이다. 둘째, 중재 전후에 세 군의 심리사회적 수준 그리고 체간 가동성 수준은 유의한 차이가 있을 것으로 정하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 광주광역시에 있는 늘푸른연합의원에서 6주 이

상의 기간 허리통증을 경험한 20~30대 성인을 대상으로 선별하여, 한국판 오스웨스트리 기능장애 지수(Korean version of the Oswestry Disability Index; KODI)와 시각적상사척도(visual analogue scale; VAS)의 평가도구를 설문지 형식으로 조사하여 KODI 10점 이상, VAS 4점 이상 조건에 맞는 대상자 52명을 모집하였다.

대상자의 선정 조건은 다음과 같다. 첫째, 6주 이상 허리통증을 호소하는 자. 둘째 통증 수준(VAS: 0~10점)이 4 이상인 자. 셋째 허리의 기능장애 수준(허리기능장애지수)이 10점 이상인 자 넷째 통증 감소를 위해 현재 약물치료를 시행하고 있지 않은 자. 다섯째, 본 연구 목적을 이해하고 서면 동의한 자로 하였다. 대상자의 제외 조건은 다음과 같다. 첫째, 허리뼈에 골절이 있는 자. 둘째, 하지 쪽에 신경학적, 정형의학적 질환이 있는 자. 셋째, 현재 임신 중인 자. 넷째, 계통학적으로 암 등의 대사성 질환으로 동반한 자로 하였다. 모든 대상자에게 연구의 목적과 절차에 대하여 구두로 설명을 시행한 후 자발적인 동의를 구하고 실험에 참여하였다. 본 연구는 대전대학교 생명윤리위원회 승인을 받은 뒤 진행하였다(No. 1040647-202104-HR-008-03).

2. 연구 절차

연구대상자 수는 G*Power 3.1.9.4 프로그램(University of Kiel, Kiel, Germany)을 사용하여 산출하였다. 근에너지기법 적용군(실험군 1)과 스트레칭 운동 적용군(실험군 2), 두 중재 기법을 적용하지 않은 군(대조군)에 중재 전후에 통증 수준, 기능장애 수준 등의 평가 결과에 차이를 알아보기 위해 반복측정 분산분석(repeated measure analysis of variance)을 이용하고, 효과 크기는 0.25, 유의수준은 0.05, 검정력은 0.8로 설정한 후, 표본 크기를 산출한 결과 전체 표본 최소 크기는 42명이었다. 실제 연구 과정 중 탈락률 20%로 고려하여 총 50명을 대상으로 연구를 진행하였다.

연구 과정 중 최종 52명의 대상자가 참여하게 되었고 이 대상자들은 무작위 배정 사이트(<https://www.randomizer.org>)를 이용해 사전에 작성한 무작위 배정표를 이용하여 실험군 1 (n = 19)과 실험군 2 (n = 16), 대조군(n = 17)에 배정하였다. 중재 전후에 측정된 종속변수로 허리 기능장애 수준(KODI), 통증 수준(VAS), 심리사회적 수준(fear avoidance belief questionnaire; FABQ), 손바닥-닿기(finger to floor; FTF) 검사, 재수정된 쇼버(modified-modified Schober; MMS) 검사, 몸통 굽힘 가동범위(trunk flexion range of motion) 검사를 시행하였고, 그 결과를 비교하였다. 연구 설계는 다음과 같다 (Figure 1).

3. 중재 방법

본 연구의 대상자는 실험군 1과 실험군 2, 대조군으로 분류하고 각각 중재 전후의 통증 수준, 기능장애 수준, 심리사회적 수준 그리고 체간 가동성 수준을 평가하였다. 모든 군의 대상자들에게 기본적 물리치료 프로그램을 적용하였다. 실험군 1과 실험군 2, 그리고 대조군에 각각 중재를 총 4주간 주 2회, 총 8회 제공하였다.

Figure 1. Study design. VAS, visual analogue scale; KODI, Korean version of the Oswestry disability index; FABQ, fear avoidance beliefs questionnaire; FTF, fingertip to floor test; MMS, modified-modified Schober test; HFROM, hip flexion range of motion.

1) 기본물리치료

온열치료를 위해 온습포 또는 근위 적외선(INFRALUX-300; Dae-kyung Co., Ltd., Pochen, Korea) 치료를 20분간 적용하였다. 통증 치료를 위한 전기 자극 치료를 위해 간섭파 전류치료기(ProMed III, STI-500PLUS; StraTek, Anyang, Korea)를 이용하여 15분간 통증 부위에 적용하였다. 모든 치료는 기본적 물리치료법으로 세 군에게 모두 적용하였다.

2) 운동치료

운동치료를 위해 플랭크 운동, 브릿지 운동, 버드독 운동, 켄-업 운동을 1분씩 1세트 적용하였다. 모든 치료는 기본적 물리치료법으로 세 군에게 모두 적용하였다.

3) 근에너지기법

근에너지기법은 넙다리뒤풀근, 허리네모근, 엉덩허리근에 적용하였고, 이것은 실험군 1에 배정된 대상자에게 적용하였다. 넙다리뒤풀근, 허리네모근, 엉덩허리근을 실험자가 대상자에 근육에 끝범위까지 이완을 시킨 후 대상자가 낼 수 있는 힘에 20% 힘으로 등척성 수축을 한 후 10초간 유지 후 대상자는 힘을 빼도록 지시하였다. 각 근육 군에 총 10초간 3번씩 진행하였다. 대상자는 옆으로 누운 자세에서 실험자는 대상자의 뒤에 위치한 다음 대상자의 다리를 엉덩관절을 10도 펴 시킨 후 약간 45도 방향으로 놓은 뒤, 실험자는 적용할 대상자의 엉덩뼈 능선을 잡고 난 뒤 실험자의 엉덩뼈 능선이 아래쪽 갈비뼈에서 떨어지게 하였다. 그다음 허리네모근에 끝 범위 전까지 간다. 대상자의 최대 힘의 20%만 사용하여 실험자의 저항에 대항해서 “골반을 끌어 올려보세요”라고 지시하였다. 10초 정도의 수축 후에 이완시켰다. 이러한 과정을 총 10초간 3번씩 진행하였다. 대상자는 바로 누운 자세에서 실험자는 대상자에 아래 방향에 위치한 다음 대상자의 다리를 실험자에 어깨에 올렸다. 그리고 실험자는 대상자의 무릎을 양손으로 잡은 다음 대상자 넙다리뒤풀근에 끝 범위 전까지 가게 하였다. 대상자의 최대 힘의 20%

만 사용하여 실험자의 저항에 대항해서 “무릎을 구부려보세요”라고 지시하고 10초 정도의 수축 후에 이완시켰다. 총 10초간 3번씩 진행하였다. 대상자는 바로 누운 자세에서 엉덩이가 침상 끝에 오게 한 다음 대상자는 근에너지기법을 적용하지 않는 다리의 무릎에 양손을 잡고 엉덩관절 굽힘 방향으로 굽혔다. 그리고 실험자는 대상자에 반대쪽 다리를 잡고 엉덩관절을 펴도록 하였다. 대상자에 엉덩허리근에 끝 범위 전까지 이완을 시킨 다음 “다리를 들어올려 보세요”라고 지시하였다. 10초간 수축을 한 후에 이완시켰다. 총 10초간 3번씩 진행하였다(Figure 2) [24].

4) 스트레칭 운동

스트레칭 운동은 넙다리뒤풀근, 허리네모근, 엉덩허리근에 적용하였고, 이것은 실험군 2에 배정된 대상자에게 적용하였다. 대상자에 근육에 끝 범위까지 이완을 시킨 다음 30초간 유지하는 과정을 총 3번 실시하였다.

본 연구에서 사용한 스트레칭 기법은 Pandey 등[25]이 허리네모근 수동스트레칭을 위해 사용한 방법을 연구자가 수정하여 사용하였다. 대상자는 옆으로 누운 자세에서 실험자는 대상자의 뒤에 위치한 다음 대상자의 다리를 엉덩관절 10도 펴 시킨 후 약간 45도 방향으로 놓은 뒤 실험자의 한 손은 대상자의 몸통 옆쪽을 잡고 다른 한 손은 스트레칭을 적용할 무릎 쪽에 손을 올린 다음 대상자에 허리네모근에 끝 범위까지 이완을 시킨 다음 30초간 유지하는 과정을 총 3번 실시하였다[25]. 대상자는 바로 누운 자세에서 실험자는 대상자에게 적용하고자 하는 넙다리뒤풀근에 아래 방향에 위치한 다음, 대상자의 다리를 잡고 실험자는 대상자에 종아리를 실험자의 어깨 위에 올려놓게 하였다. 실험자는 대상자의 무릎을 양손으로 잡은 다음 대상자 무릎관절 펴 방향으로 스트레칭을 시켰다. 대상자에 넙다리뒤풀근에 끝 범위까지 이완을 시킨 다음 30초간 유지하는 과정을 총 3번 실시하였다[26]. 대상자는 바로 누운 자세에서 엉덩이가 침상 끝에 오게 한 다음 대상자는 양손으로 적용하지 않는 다리의 무릎에 양손을 잡고 엉덩관절 굽힘 방향으로 굽

Figure 2. Muscle energy techniques. (A) Intervention for quadratus lumborum. (B) Intervention for hamstring. (C) Intervention for iliopsoas. 1: Direction to the therapist's force, 2: Direction to the patient's force.

했다. 스트레칭을 적용하는 다리를 엉덩관절 펴 시켰다. 그리고 대상자에 엉덩허리근에 끝 범위까지 이완을 시킨 다음 30초간 유지 총 3번 실시하였다(Figure 3) [26].

4. 평가방법 및 측정도구

1) 허리 통증의 기능장애 수준

허리 통증의 기능장애 수준을 평가하기 위해 한국판 허리 기능장애 지수(KODI)를 이용하였다. 이 척도는 허리 통증으로 인해 일상생활에서 신체적 불편함을 정량화하기 위해 측정하였다. 총 9개의 항목으로 구성되었고(한국 문화 특성을 고려하여 성생활 항목은 제외), 점수의 단위는 0-5점으로 높을수록 장애가 심하다는 뜻을 나타내고, 총 45점이 최고 점수이며, 총점을 항목 × 5를 나눈 값을 백분율로 환산하여 표시하였다. 0%-20%는 경미한 장애 수준, 21%-40%는 중증도 장애 수준, 41%-60% 심각한 장애 수준, 61%-80%는 불구 수준, 81%-100%는, 환자가 증상을 지나치게 과장하고 있거나, 침대에서 못 일어나는 수준이다. 한국어판 허리기능장애 평가표는 기존의 허리기능장애(Oswestry Disability Index; ODI)의 10개 문항 중 8번째 항목(성생활)을 빼고 총 9개 문항으로 구성되어 있다. 최소 0점에서 최대 45점에 점수로 구성되어 있으며, 총점수에서 획득한 점수를 나눈 뒤 백분율화하여 허리기능장애 수준을 구별한다. 한국판 ODI 검사의 신뢰도는 0.92이고 각 문항당 신뢰도는 0.7 이상이다[27].

2) 허리 통증 수준

허리 통증의 수준을 평가를 위한 시각적상사척도(VAS)를 사용하였다. VAS는 통증의 강도를 10 cm의 선으로 구성되었으며, 주관적으로 느끼는 통증의 강도를 0 mm (통증 없음)-100 mm (심한 통증) 선에 표시하도록 한다. VAS의 신뢰도는 검사-재검사 신뢰도는 0.99와 측정자 간 신뢰도는 1.00이다[28].

3) 심리사회적 특성

대상자의 심리사회적 특성을 평가하기 위해 공포-회피 반응 평가지(FABQ)를 이용하였다. FABQ 평가지는 두 개의 척도로 구성되어 있다. 신체적 활동에 관한 공포-회피 반응을 5개의 항목의 척도와 직업적인 일에 관한 공포-회피 반응을 11개의 항목의 척도로 총 16개의 항목들 중 5개의 문항(2, 8, 13, 14, 16)은 설문지 평가 후 합산하지 않는다. 각 항목의 점수는 7점 척도(0-6점)로 되어 있다(0점: 전혀 그렇지 않다, 3점: 그저 그렇다, 6점: 확실히 그렇다). 한국판-FABQ 평가의 측정 신뢰도는 0.95로 나타났다[29].

4) 몸통의 유연성 수준 평가

대상자의 몸통에 유연성을 평가하기 위해 다음의 세 가지 세부 항목을 측정하였다.

(1) 손가락 바닥 닿기(FFT) 검사

몸통의 전체적인 굽힘의 정도를 측정하기 위해 FFT 검사를 실시하였다. 실험자는 대상자에게 20 cm 높이의 상자에 서서 똑바로 서서 상자 끝에 발끝을 맞추고 몸통을 앞으로 구부리도록 지시하였다. 실험자는 줄자를 이용하여 대상자의 손가락 끝과 의자 뒷부분 사이의 거리를 측정하였다. 이 과정을 2회 반복 실시하여 측정된 값의 평균값을 기록하였다. 손가락 바닥 닿기 검사의 측정 신뢰도는 0.99로 나타났다[30].

(2) 재수정된 쇼버(MMS) 검사

몸통 굽힘 각도 중 허리 부위에 움직임의 양을 측정하기 위해 MMS 검사를 하였다. 실험자는 대상자의 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine; PSIS)에 손을 대고 차이를 보기 위해 엄지손가락을 올린다. 펜으로 PSIS에 허리뼈의 중간 수평으로 따라 그려서 표시하고(아래쪽 표시), 대상자의 원래의 선보다 15 cm 위에 두 번째 선을 그려서 표시하였다(위쪽 표시). 대상자에게 통증이 발현되지 않는 지점까지 최대로 몸통 굽힘을 지시하였다. 낮은 쪽 표시와 높은 쪽 표시 사이

Figure 3. Stretching exercise. (A) Intervention for quadratus lumborum. (B) Intervention for hamstring. (C) Intervention for iliopsoas. 1: Direction to the therapist's force.

의 거리(cm)를 측정하였다. 대상자는 다시 원래 위치로 되돌아오게 한 다음, 중립 자세에서 피부에 표시한 지점 간에 거리의 차이를 측정하였다. 이 과정을 2번 반복 측정하여 그 평균값을 분석에 사용하였다. 재수정된 쇼버검사의 측정 신뢰도는 0.67로 나타났다[31].

(3) 엉덩관절 굽힘 가동범위(hip flexion range of motion;

HFROM) 검사

몸통의 굽힘 시 엉덩관절에서 굽힘 정도를 평가하기 위해 HFROM 검사를 시행하였다. 대상자는 긴 나무봉을 잡고 대상자의 뒤통수에서 척추, 엉치뼈의 중앙부에 대고 서게 하였다. 실험자는 대상자의 넓다리뼈 머리를 축진한 후 스티커로 표시한 다음, 대상자가 몸통을 굽히도록 하였다. 대상자는 척추를 자연스럽게 중립 위치를 유지한 상태로 실험자의 지시하에 몸통 굽힘을 하게 된다. 실험자는 삼각대 위에 설치한 카메라를 이용하여 두 번 동영상 촬영을 시행하여 영상자료를 수입하였다. 영상자료에 대상자의 굽기명과 넓다리뼈 머리에 붙여 놓은 스티커 부위를 기준으로 캡처 한 사진으로 가지고 ImageJ 영상 분석 프로그램(National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA)을 이용해 엉덩관절 굽힘 각도를 측정하였다. 총 2회의 각도 분석 후 평균값을 이용하였다[32].

5. 통계분석

본 연구를 통해 수집된 모든 자료의 통계 처리는 윈도우용 SPSS version 21.0 통계 프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이

용하였다. 수집된 자료를 부호화한 후, 일반적 특성을 비교하기 위해 기술 분석을 시행하였으며, 평균과 표준편차, 인원 수로 제시하였다. 연구를 위해 측정된 변수들은 콜로고로프-스미르노프 검정(Kolmogorov-Smirnov test)을 시행하여 정규성 검정을 하였고, 정규분포함을 확인하였다. 측정변수들의 군 간 비교를 하기 위해 일원 분산분석을 군별로 중재 전후의 측정 변수의 값을 비교하기 위해 짝 비교 t-검정을 실시하였고, 측정 변수의 군과 측정시점 간에 상호작용을 알아보기 위해 개체 간 요인이 있는 반복측정 분산분석을 하였고, 군과 측정시점 간에 상호작용이 있는 경우, 사후 검정을 위해 본 페로니(Bonferroni correction) 검정을 실시하였다. 이러한 과정에서 모든 통계분석에 유의성 수준은 $p < 0.05$ 로 정하였다.

RESULTS

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 연구대상자는 남자가 36명, 여자는 16명이었으며, 일반적 특성을 Table 1에 제시하였다. 세 군 간에 성별 분포와 평균 연령, 신장, 체중, 체질량지수는 통계학적 유의한 차이가 없었다.

2. 측정시점에 따른 세 군 간에 기능장애, 통증 수준과 심리사회적 특성의 변화 양상 비교

중재 전후에 연구대상자의 허리 기능장애 지수와 통증 수준 그리고 심리사회적 수준에 변화 양상을 비교하였다(Table 2). 본 연구에서 중

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Cont (n = 17)	EG1 (n = 19)	EG2 (n = 16)	F/ χ^2
Sex (male/female)	14/3	14/5	8/8	4.329
Age (y)	28.12 ± 3.35	25.47 ± 4.83	26.06 ± 3.26	1.761
Height (cm)	173.12 ± 9.76	171.44 ± 8.55	169.44 ± 7.15	0.759
Weight (kg)	75.88 ± 16.56	73.11 ± 13.68	69.13 ± 15.17	0.829
Body mass index (kg/m ²)	25.02 ± 3.73	24.77 ± 3.76	23.99 ± 4.56	0.292

Values are presented as numbers or mean ± standard deviation. Cont, control group; EG1, muscle energy technique group; EG2, stretching technique group.

Table 2. Comparison of disability, pain level, and psychosocial status pre and post-test with the group

Variables		Cont (n = 17)	EG1 (n = 19)	EG2 (n = 16)	F	F (group x time)
KODI	Pre	11.24 ± 1.48	12.53 ± 2.22	13.19 ± 3.45	2.662	13.847**
	Post	8.35 ± 2.21	5.68 ± 1.70 ^a	6.13 ± 2.70 ^a	7.291**	
	t	6.607**	10.24**	5.840**		
VAS	Pre	4.88 ± 0.86	4.95 ± 1.27	5.13 ± 1.31	0.191	6.410**
	Post	3.82 ± 0.64	2.47 ± 1.26 ^a	2.69 ± 1.08 ^a	8.533**	
	t	4.518**	6.183**	5.975**		
FABQ	Pre	38.59 ± 4.36	39.32 ± 4.75	39.31 ± 8.08	0.087	17.659**
	Post	34.41 ± 4.98	23.53 ± 7.75 ^a	22.13 ± 6.83 ^a	17.302**	
	t	4.128*	8.446**	5.761**		

Values are presented as mean ± standard deviation. Cont, control group; EG1, muscle energy technique group; EG2, stretching technique group; KODI, Korean version of the Oswestry disability index; VAS, visual analogue scale; FABQ, fear avoidance beliefs questionnaire. ^aThere is a significant difference from control group. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

재 전후에 측정된 허리 기능장애 척도와 통증 수준 그리고 공포회피 반응 검사 결과는 세 군 모두 중재 전후에 유의한 감소를 보였다($p < 0.05$). 또한 중재 전후의 허리 기능장애 지수, 통증 수준 그리고 공포회피 반응 점수는 모두 군과 측정 시점 간에 유의한 상호작용이 있었다($p < 0.01$). 측정된 세 가지 변수 모두 중재 후에 실험군 1과 실험군 2가 중재 전에 비해 유의하게 개선되었고($p < 0.05$), 실험군 1과 실험군 2 간에는 유의한 차이는 없었다. 이러한 변화 양상은 통증 수준과 공포회피 반응 점수에도 같은 양상을 보였다.

3. 측정시점에 따른 체간 유연성 관련 변수들의 변화 양상 비교

대상자들의 체간 유연성을 평가하기 위해 중재 전후에 다음의 3가지 세부 변수를 평가하였다. 손바닥-닿기 검사(FTF)와 재수정된 쇼버검사(MMS), 엉덩관절 굽힘 가동범위 검사(HFROM)의 결과를 비교하여 Table 3에 제시하였다.

FTF 수준은 중재 전후에 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용이 있었다($p < 0.01$). 그러나 MMS와 HFROM 변수는 유의한 상호작용을 보이지 않았다. FTF는 대조군을 제외한 실험군 1과 실험군 2에서 중재 전후에 통계학적으로 유의한 증가를 보였다($p < 0.01$). 그러나 실험군 1과 실험군 2 간에는 유의한 차이가 없었다. MMS와 HFROM은 모두 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용이 없었다. MMS는 실험군 2에서 중재 전후에 유의한 증가를 보였고, 나머지 두 군은 유의한 변화를 보이지 않았다. HFROM 변수는 세 군 모두에서 중재 전후에 유의한 변화를 보였다($p < 0.05$).

DISCUSSION

본 연구는 허리통증 환자들을 대상으로 세 군으로 나누어 기본물리치료 적용군, 근에너지기법 적용군, 스트레칭 운동 적용군으로 나누어 진행하여 환자들의 허리 기능장애수준, 통증수준, 심리사회적 수준, 체간 운동성에 미치는 영향에 대해서 알아보았다. 이러한 결과로 연구에 참여한 대상자 모두 허리기능장애 수준, 통증 수준, 심리사회적 수준, 체간 운동성 결과값으로 중재 전후 모두 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$).

근에너지기법은 각각의 의료 전문 분야에서 사용되고 있으며, 단축된 근육, 약화된 근육, 제한된 관절가동범위 그리고 림프 순환의 개선이나 치료를 위해 지지가 되어 왔다[33]. Oh [34]는 만성 허리통증을 호소하고, 손가락-바닥 닿기 검사에 제한이 있는 젊은 성인을 대상으로 근에너지기법을 적용하였을 때 중재 전후로 집단 내, 집단 간 모두에서 근에너지기법군이 적용하지 않은 대조군보다 허리 기능장애 수준, 통증 수준에 유의한 감소를 보였고($p < 0.01$), 손가락-바닥 닿기 검사에서도 근에너지기법군이 유의한 증가를 보였고($p < 0.01$). Ellythy [20]의 연구에서 40명의 만성 허리통증 환자에게 근에너지기법과 근막이완기법을 적용하였을 때 두 그룹 내에서 허리 기능장애수준, 통증 수준에서 유의한 감소를 보였고($p < 0.01$), 허리관절에서 측정된 가동범위에서 유의한 증가가 있었지만($p < 0.01$), 두 군 간에 허리기능장애 수준, 통증 수준, 허리 관절가동범위는 군 간에 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 이는 두 군 모두 전기치료, 도수치료, 운동프로그램을 시행하였기 때문에 허리기능장애 수준, 통증 수준, 허리관절가동범위에서는 군 간에 유의한 차이가 없다고 사료된다[20]. Lee 등[35]의 연구에서는 넵다리뒤근이 단축된 성인 30명을 대상에게 근에너지기법과 도구를 이용한 연부조직가동술을 적용하였을 때 근에너지기법과 도구를 이용한 연부조직가동술 두 기법 모두 관절가동범위와 근력에 즉각적인 효과를 보였고($p < 0.05$), 24시간 후 효과에서는 감소하는 결과를 보여주었고($p < 0.05$), 초음파를 이용하여 넵다리뒤근의 근 두께를 두 그룹에 각각 중재 전후, 24시간 후에 평가에서 유의한 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$).

스트레칭에서 비롯되는 유연성 증가는 근육과 힘줄 부상의 발생을 감소시키고, 근육통을 최소화하고 완화하며, 운동수행능력을 향상시킬 수 있다는 주장이 제기되었다[36]. An [37]은 만성 허리통증환자를 대상으로 기본 물리치료만 적용한 군보다 기본 물리치료와 뒤넵다리근에 스트레칭 운동을 적용한 집단에서 허리 굽힘 각도의 증가와 통증감소에 유의한 효과가 있었다($p < 0.01$). Jung과 Park [38]은 허리통증 환자를 대상으로 뒤넵다리근 수동신장방법과 능동신장방법을 각각 적용한 두 군 모두에서 뒤넵다리근의 유연성과 골반 가동성이 유의하게 증가 있었다($p < 0.05$).

Table 3. Comparison of FTF test, MMS test, TFROM test between the pre and post-test on each groups

Variables		Cont (n = 17)	EG1 (n = 19)	EG2 (n = 16)	F	F (group x time)
FTF	Pre	-2.85 ± 17.26	-2.82 ± 14.26	-5.56 ± 8.54	0.212	10.289**
	Post	-3.56 ± 21.08	7.95 ± 8.64 ^a	5.94 ± 9.57 ^a	3.286*	
	t	0.240	-3.910**	-5.343**		
MMS	Pre	20.69 ± 0.83	20.34 ± 1.46	20.09 ± 1.42	0.907	0.419
	Post	21.45 ± 1.23	21.21 ± 1.85	21.27 ± 1.35	0.119	
	t	-2.062	-1.728	3.027**		
TFROM	Pre	50.24 ± 5.35	50.03 ± 5.88	52.16 ± 6.47	0.661	0.862
	Post	41.29 ± 6.86	35.47 ± 11.05	42.97 ± 9.92	3.064	
	t	3.732*	6.114**	3.357**		

Values are presented as mean ± standard deviation. Cont, control group; EG1, muscle energy technique group; EG2, stretching technique group; FTF, fingertip to floor test; MMS, Modified-Modified Schober test; TFROM, trunk flexion range of motion. ^aThere is a significant difference from control group. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

허리기능장애지수, 통증 수준, 심리사회적수준은 중재 전 세 군 간에 유의한 차이가 없었으나, 중재 후에 근에너지기법과 스트레칭 운동이 중재 전에 비해 유의하게 높아졌고($p < 0.05$), 근에너지기법과 스트레칭 운동 사이에 차이가 없었다. 손바닥-닿기 검사는 기본물리치료군을 제외한 근에너지기법군과 스트레칭 운동 적용군에서 중재 전후 유의한 증가를 보였다($p < 0.01$). 그러나 근에너지기법군과 스트레칭 운동 적용군 간에는 유의한 차이가 없었다. 재수정된 쇼버검사는 스트레칭 운동 적용군에서 중재 전후 유의한 증가를 보였고, 나머지 두 군에서는 유의한 변화를 보이지 않았다. 엉덩관절 굽힘 가동범위검사 변수는 세 군 모두에서 중재 전후 유의한 변화를 보였으나($p < 0.05$), 측정 시점 간에 유의한 상호작용은 없었고($p > 0.05$), 세 군 간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

Rabia 등[39]의 연구에서 넓다리뒤편이 짧은 남자, 여자 50명을 대상으로 근에너지기법과 스트레칭 운동을 적용하여 비교한 연구에서도 본 연구와 유사한 결과가 나타났다.

본 연구에서는 대조군이 추가되어 선행연구와 차이가 있었지만, 선행연구의 결과를 뒷받침하는 결과와 같이 실험에 참여한 대상자 모두 중재 전후 허리기능장애 수준, 통증 수준에 유의한 감소를 보였다($p < 0.01$). 몸통 부위에 전체적인 굽힘 검사인 손가락 바닥 닿기 검사결과 세 군 간에 차이가 있었으나($p < 0.01$), 재수정된 쇼버검사와 엉덩관절 굽힘 가동범위 검사 결과는 세 군 간에 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 세 군 간에 허리와 엉덩관절에 각각에 굽힘 각도는 차이가 없었으나, 전체적인 몸통 굽힘에서 차이가 있었으므로 몸통의 굽힘 각도 측정 시 본 연구처럼 전체 각도와 허리와 엉덩관절에 대한 세부적인 평가를 해보는 연구가 진행되었으면 좋겠고, 본 연구에서는 근에너지기법과 스트레칭 운동 간에 비교를 해봤을 때 차이가 크게 나지 않았고, 임상에서의 중재 기법 적용에 있어서 치료사의 선택폭이 넓어졌다는 것을 시사하는 바이다.

본 연구에서는 몇 가지의 제한점이 있는데 그것들은 다음과 같다. 첫째, 실험에 참여한 대상자들의 평균 연령대가 20대, 30대로 한정되어 있다. 둘째, 중재 기간이 주 2회 총 4주 총 8번에 시행하기에는 중재기간이 짧았기 때문에 군 간에 효과를 알아보는데 제한이 있다. 셋째, 성별에 따른 유연성의 차이가 있는가를 평가에 반영하지 못한 점이 있다. 이런 요소들이 이 연구의 결과에 다소 영향을 미칠 가능성이 있다고 판단된다. 이런 제한점을 보완하여 향후 연구에는 중재 시간과 기간 등을 더 늘려서 수행할 것과, 근에너지기법과 스트레칭 운동 이외에 또 다른 중재 기법을 이용한 연구를 제안하는 바이다.

CONCLUSIONS

본 연구는 허리통증을 경험하고 있는 환자 52명을 대상으로 허리통증을 위한 기본 물리치료만을 적용한 대조군($n = 17$)과 근에너지기법을 추가 적용한 실험군 1 ($n = 19$), 스트레칭 운동을 추가 적용한 실험군 2 ($n = 16$)로 무작위 배정하였다. 각 군에 중재는 4주간 실시하였고,

각 군의 중재 전후에 모든 대상자에 통증 수준과 심리사회적 수준, 기능장애 수준 그리고 몸통의 유연성을 평가하기 위한 검사를 시행하였고 그 결과를 분석하여 다음의 결론을 얻었다.

세 군 모두에서 중재 전후에 허리 기능장애지수와 통증수준, 심리사회적 수준의 변화는 군 간에 유의한 차이를 보였다. 실험군 1과 실험군 2는 대조군에 비해 중재 후에 유의한 개선이 있었다. 그러나 두 군 간에는 유의한 차이는 없었다. 몸통의 유연성을 평가하기 위해 실시한 세 가지 세부 검사법 중 손바닥-닿기 검사 결과는 대조군과 비교해 실험군 1과 실험군 2가 유의한 향상을 보였다. 그러나 실험군 1과 실험군 2 간에는 차이가 없었다.

이 연구를 통해 허리통증 환자의 하지 근육에 적용한 근에너지기법과 스트레칭 운동은 통증과 심리사회적 수준 그리고 기능장애 수준 그리고 전체적인 몸통의 유연성에 긍정적인 영향을 미치고 두 기법 간에는 유사한 영향을 준다는 것을 확인하였다.

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: BC. Data curation: BC. Formal analysis: BC, SK. Investigation: BC, SK. Methodology: SK. Project administration: BC, SK. Resources: BC, SK. Software: BC. Supervision: SK. Validation: SK. Visualization: BC. Writing - original draft: BC. Writing - review & editing: BC.

ORCID

Byung-ha Cha, <https://orcid.org/0000-0002-0589-9057>

REFERENCES

1. Rubin DI. Epidemiology and risk factors for spine pain. *Neurol Clin* 2007;25(2):353-71.
2. Franke H, Fryer G, Ostelo RWJG, Kamper SJ. Muscle energy technique for non-specific low-back pain. A Cochrane systematic review. *Int J Osteopath Med* 2016;20:41-52.
3. Balagué F, Dutoit G, Waldburger M. Low back pain in school-children. An epidemiological study. *Scand J Rehabil Med* 1988;20(4):175-9.
4. Battié MC, Videman T, Gibbons LE, Manninen H, Gill K, Pope M, et al. Occupational driving and lumbar disc degeneration: a

- case-control study. *Lancet* 2002;360(9343):1369-74.
5. **Fogleman M, Lewis RJ.** Factors associated with self-reported musculoskeletal discomfort in video display terminal (VDT) users. *Int J Ind Ergon* 2002;29(6):311-8.
6. **Makhsous M, Patel JC, Lin F, Hendrix RW, Zhang LQ.** Sitting pressure in a wheelchair with adjustable ischial and back supports. Paper presented at: RESNA 26th International Annual Conference - Technology & Disability: Research, Design, Practice & Policy; 2003 Jun 19-23; Atlanta, GA, USA. Washington, D.C.: RESNA, 2003.
7. **Fahmy E, Shaker H, Ragab W, Helmy H, Gaber M.** Efficacy of spinal extension exercise program versus muscle energy technique in treatment of chronic mechanical low back pain. *Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg* 2019;55:77.
8. **Mayer TG, Vanharanta H, Gatchel RJ, Mooney V, Barnes D, Judge L, et al.** Comparison of CT scan muscle measurements and isokinetic trunk strength in postoperative patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 1989;14(1):33-6.
9. **Hossain MD, Choudhury MRA, Mojumder MMA.** A comparative study of treatment of chronic backache between conventional method and trigger point injections (TPI). *J Armed Forces Med Coll* 2009;5(1):37-40.
10. **Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R.** The epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010;24(6):769-81.
11. **Arab AM, Nourbakhsh MR.** Hamstring muscle length and lumbar lordosis in subjects with different lifestyle and work setting: comparison between individuals with and without chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2014;27(1):63-70.
12. **Harrison DD, Cailliet R, Janik TJ, Troyanovich SJ, Harrison DE, Holland B.** Elliptical modeling of the sagittal lumbar lordosis and segmental rotation angles as a method to discriminate between normal and low back pain subjects. *J Spinal Disord* 1998;11(5):430-9.
13. **Johnson EN, Thomas JS.** Effect of hamstring flexibility on hip and lumbar spine joint excursions during forward-reaching tasks in participants with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(7):1140-2.
14. **Stutchfield BM, Coleman S.** The relationships between hamstring flexibility, lumbar flexion, and low back pain in rowers. *Eur J Sport Sci* 2006;6(4):255-60.
15. **Halbertsma JP, Göeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH.** Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(2):232-8.
16. **Skoffler B.** Low back pain in 15- to 16-year-old children in relation to school furniture and carrying of the school bag. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(24):E713-7.
17. **Bachrach RM, Micelotta J, Winuk C.** The relationship of low back pain to PSOAS insufficiency. *J Orthop Med* 2007;29(3):98-104.
18. **Jorgensson A.** The iliopsoas muscle and the lumbar spine. *Aust J Physiother* 1993;39(2):125-32.
19. **Poitras S, Blais R, Swaine B, Rossignol M.** Management of work-related low back pain: a population-based survey of physical therapists. *Phys Ther* 2005;85(11):1168-81.
20. **Ellythy MA.** Efficacy of muscle energy technique versus myofascial release on function outcome measures in patients with chronic low back pain. *Bull Fac Ph Th Cairo Univ* 2012;17(1):51-7.
21. **Fasen JM, O'Connor AM, Schwartz SL, Watson JO, Plastaras CT, Garvan CW, et al.** A randomized controlled trial of hamstring stretching: comparison of four techniques. *J Strength Cond Res* 2009;23(2):660-7.
22. **Behm DG, Blazeovich AJ, Kay AD, McHugh M.** Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41(1):1-11.
23. **Chaabene H, Behm DG, Negra Y, Granacher U.** Acute effects of static stretching on muscle strength and power: an attempt to clarify previous caveats. *Front Physiol* 2019;10:1468.
24. **Chaitow L.** Muscle energy techniques. Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy, Translator. 3rd ed. Seoul: Koonja; 2008;154, 157, 169.
25. **Pandey E, Kumar N, Das S.** Effect of stretching on shortened quadratus lumborum muscle in non specific low back pain. *Physiother Occup Ther J* 2018;11(2):80-6.
26. **Kisner C, Colby LA.** Therapeutic exercise: foundations and techniques. Jang JH, Kang SH, Koo HS, Kim MJ, Kim MH, Kim JH, et al., Translator. 6th ed. Seoul: Yeongmunsa; 2016;216.
27. **Jeon CH, Kim DJ, Kim DJ, Lee HM, Park HJ.** Cross-cultural adaptation of the Korean version of the Oswestry Disability Index (ODI). *J Korean Soc Spine Surg* 2005;12(2):146-52.
28. **Jensen MP, Karoly P, Braver S.** The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain* 1986;27(1):117-26.
29. **Joo MK, Kim TY, Kim JT, Kim SY.** Reliability and validity of the

- Korean version of the fear-avoidance beliefs questionnaire. *Phys Ther Korea* 2009;16(2):24-30.
30. **Perret C, Poiraudreau S, Fermanian J, Colau MM, Benhamou MA, Revel M.** Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(11):1566-70.
 31. **Tousignant M, Poulin L, Marchand S, Viau A, Place C.** The modified-modified Schober test for range of motion assessment of lumbar flexion in patients with low back pain: a study of criterion validity, intra- and inter-rater reliability and minimum metrically detectable change. *Disabil Rehabil* 2005;27(10):553-9.
 32. **Lee W.** Effects of exercise using a stick on muscle activity of gluteus maximus and erector spinae during backward return from forward bending. *J Musculoskelet Sci Technol* 2019;3(2):38-43.
 33. **Fryer G.** Muscle energy technique: an evidence-informed approach. *Int J Osteopath Med* 2011;14(1):3-9.
 34. **Oh YT.** Effects of a muscle energy technique on pain and functionality in patients with chronic low back pain. *PNF Mov* 2016;14(2):139-47.
 35. **Lee J, Sim H, Choi Y.** The effect of muscle energy technique and instrument assisted soft tissue mobilization in adults with shortened hamstring on the range of motion, muscle strength and muscle thickness. *J Korean Orthop Man Phys Ther* 2021;27(1):21-30.
 36. **Worrell TW, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH.** Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991;13(3):118-25.
 37. **An CS.** The effects of hamstring stretching exercise on angle of lumbar flexion and pain reduction with chronic low back patients. *J Korean Phys Ther* 2005;17(4):559-67.
 38. **Jung SH, Park DS.** Effects of active and passive hamstring stretching on pelvic mobility in low back pain patients. *J Korean Soc Phys Med* 2021;16(1):49-61.
 39. **Rabia K, Nasir RH, Hassan D.** Immediate effect of muscle energy technique in comparison with passive stretching on hamstring flexibility of healthy individuals: a randomized clinical trial. *Isra Med J* 2019;11(4 Pt B):310-3.