

발목 관절 안정화 운동이 비특이적 허리 통증 환자의 압통 역치, 유연성, 장애지수에 미치는 영향: 무작위 대조 예비연구

김세희 · 오은별 · 차용준^{1†}

대전대학교 대학원 물리치료학과, ¹대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

Effects of Ankle Joint Stabilization Exercises on Pressure Pain Threshold, Flexibility, and Disability in Patients with Non-Specific Low Back Pain: A Randomized, Controlled, Preliminary Study

Se-Hui Kim, PT, MS · Eun-Byeol Oh, PT, MS · Yong-Jun Cha, PT, PhD^{1†}

Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

¹Dept. of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University

Received: October 30, 2025 / Revised: October 30, 2025 / Accepted: November 24, 2025

© 2026 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: Low back pain is one of the most common musculoskeletal problems. The human body posture results from the complex interaction of all joints. Ankle instability can also cause low back pain. This study examined the effects of combining ankle stabilization exercises and lumbar exercises on the pressure pain threshold, flexibility, disability index in patients with non-specific low back pain
METHODS: This single-blinded comparative study randomly assigned 25 patients diagnosed with non-specific

low back pain into an experimental group (ankle stabilization exercise and lumbar stabilization exercise) and a control group (lumbar stabilization exercise only). Both groups received interventions three times per week for four weeks. In addition, all participants (n = 25) were assessed for the pressure pain threshold, trunk extension degree, and disability index before and after the four-week intervention period.

RESULTS: The pressure pain threshold, trunk flexion and extension degree, and Oswestry disability index showed significant improvements ($p < .05$). The experimental group showed larger increases in the variables than the control group (pressure pain threshold, 2.01 kg vs. .94kg; trunk extension distance, 3.35 cm vs. 2.14 cm, respectively).

CONCLUSION: Incorporating ankle stabilization exercises into rehabilitation programs might improve pain control and flexibility in patients with non-specific low back pain.

†Corresponding Author : Yong-Jun Cha
cha0874@dju.kr, <https://orcid.org/0000-0002-8553-7098>

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.

Key Words: Exercise, Flexibility, Low back pain

I. 서 론

허리 통증은 근골격계에서 흔히 접하게 되는 질환 중 하나이며, 전 인구의 50~80% 이상이 평생 중에 한 번쯤 허리통증을 경험하게 된다[1]. 허리 통증은 특이성 질환과 비특이성 질환으로 나누어지는데, 약 10%만이 척추관협착증, 척추전방전위증, 척추관절, 염증성 질환, 신경근 압박과 같은 특이성 질환이며, 명확한 진단을 내릴 수 없는 약 90%의 허리통증 환자는 명확한 진단명이 없는 비특이성 허리통증이다[1,2]. 비특이적 허리통증은 근력 약화, 자세 불균형, 근긴장도 이상, 보행 이상뿐만 아니라 비만, 피로 등 다양한 요인에 의해 발생하며, 통증을 포함한 근지구력 및 유연성 감소, 관절 가동범위 감소 등의 주요 증상이 나타난다[1,3].

인체의 자세는 신체의 모든 관절들이 복합적으로 작용한 결과이며, 하나의 관절의 기능적 변화는 다른 관절에도 즉각적인 영향을 미친다[4]. 척추와 발목은 해부학적으로 분리되어 있는 신체 부위이지만, 하지의 운동사슬을 통해 기능적으로 연결되어 있다[5]. 발목 주위 인대의 약화에 의한 발목 관절의 불안정은 고관절과 몸통의 과도한 보상 작용을 유발하며, 몸통의 자세조절능력 저하에 의한 새로운 보상적 움직임이 나타나게 된다[6,7]. 비특이적 허리통증 환자는 직립 자세 유지 시에는 고유수용성 감각 입력에 의존하는 경향이 강해지므로 몸통 불안정성이 증가하게 된다[6,8]. 몸통 불안정성의 증가는 근육 수축 동원 순서를 변경하여 신체 먼쪽 부위인 발목 관절 전략에 과하게 의지하게 되며[9,10], 보행 시 유발되는 발목관절 불안정은 척추의 부정렬을 유도하여 허리 통증을 가중 시키는 원인이 되기도 한다[11]. 따라서, 비특이적 허리 통증이 있는 환자의 관리를 위해서는 발목 관절 안정성에 대한 고려가 필요하다[12].

지금까지 비특이성 허리 통증 환자의 증상 감소와 회복을 위해 시행되고 있는 운동 치료 방법에는 허리가동 및 안정화 운동[13,14], 유산소 운동[15], 수중운동[16], 요가[17] 등이 있다. 하지만, 지금까지의 비특이적

허리통증이 있는 환자의 증상 개선과 기능 회복을 위해 적용하고 있는 운동치료 방법들은 허리 부위에 직접적인 치료를 가한 방법이 주를 이루고 있다. 허리 통증에 의해 파생된 발목관절의 안정성 감소, 혹은 발목관절의 안정성 감소가 허리 통증을 증가시키는 주요 요인이 되고 있음에도 불구하고 발목관절의 직접적인 증재에 의한 허리 통증 환자에게 미치는 임상 효과를 파악한 것은 실정이다. 따라서, 본 연구는 비특이성 허리통증이 있는 성인 환자를 대상으로 발목관절 안정화 운동이 허리통증 환자에게 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다. 본 연구는 발목관절 안정성 운동을 결합한 증재가 허리 부위에만 운동을 시행한 일반적 증재보다 허리 통증 환자의 기능 개선과 통증 감소에 더 효과적일 것으로 가설을 설정하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 대전광역시 소재의 재활병원에 허리 통증으로 통원 치료 중에 있는 환자를 대상으로 실시하였다. 대상자의 선정 조건은 만 20세 이상의 성인인 자, 6주 이상의 허리 통증이 있는 자, 허리통증 자가상사척도(VAS)에서 3점이상인 자, 발목불안정성 검사 24점 미만인 자이다[18]. 대상자 제외조건은 허리 및 엉치 신경에 질환이 있는 자, 허리수술이나 시술을 받은 과거 병력이 있는 자, 암과 같은 계통적 질환으로 인한 허리통증이 발생한 자, 임신으로 인한 허리통증이 발생한 자이다.

본 연구는 사전-사후 대조군 예비 연구 설계로서, 단일 기관에서 시행한 연구이다. 본 연구 기관에 내원 중인 총 30명의 예비 대상자 중에서 대상자 선정 조건과 제외 조건에 최종적으로 부합한 연구 대상자는 25명이었다. 최종적으로 선정된 25명의 대상자는 무작위 배치 과정을 통해 13명의 대상자는 발목안정화 운동과 허리안정화 운동을 시행하는 실험군으로, 나머지 12명은 허리안정화 운동만을 시행하는 대조군으로 배치하였다. 무작위 배치를 위해 본 연구에 대한 정보가 없는 물리치료사 1인이 사전에 컴퓨터 프로그램을 사용하여 1번 13장, 2번 12장으로 쪼개

를 출력하였고, 쪽지는 밀봉된 봉투 안에 넣어 두었다. 대상자가 1번 쪽지가 든 봉투를 선택할 경우에는 실험군으로, 2번 쪽지가 든 봉투를 선택할 경우에는 대조군으로 배정하였다. 총 25명의 연구대상자들은 본 연구의 목적과 절차에 대하여 충분한 설명을 들었고, 본 연구에 자발적으로 참여하였으며, 연구 동의서에 모두 서명하였다. 본 연구는 00대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받은 후에 연구를 진행하였다(1040647-202504-HR-006-02).

2. 중재 방법

본 연구의 중재 기간은 주 3회, 총 4주 동안 실시하였다. 실험군과 대조군 모두에게는 컬업(curl-up), 버드독(bird-dog), 사이드 브릿지(side-bridge)로 구성된 세 가지의 허리안정화 운동을 실시하였으며, 실험군은 탄력밴드를 이용한 발목안정화 운동과 발뒤꿈치 들기 운동을 추가로 실시하였다.

1) 허리 안정화운동

허리 안정화 운동은 컬업, 버드독, 사이드 브릿지 운동으로 구성하였다[19,20]. 컬업 동작을 위해 대상자는 바로 누운 자세에서 한쪽 무릎은 굽히고 반대쪽 무릎은 편 상태에서 양손은 허리 밑으로 넣은 상태로 준비를 한다. 치료사의 구령이 올리면 대상자는 턱을 당기고 머리를 1인치 정도 들어올린다. 버드독을 위해 대상자는 엎드린 자세에서 네발기기 자세를 취한다. 치료사의 구령이 올리면 대상자는 오른손과 왼쪽다리를 동시에 들고 동작을 유지한다. 사이드 브릿지 동작을 위해 대상자는 옆으로 누운 자세를 취한다. 치료사의 구령이 올리면 대상자는 양 무릎은 굽히고 한쪽 팔꿈치로 상체를 지지한 후 엉덩이를 들어올려 머리와 무릎사이가 일직선이 되도록 만들어주고 자세를 유지한다. 세 가지 동작을 주 3회, 총 4주 동안 실시하였다. 각각의 동작은 10초 유지하는 것을 1회로, 10회 반복을 1세트, 총 4세트로 시행을 하였고, 세트 간에는 1분 간의 휴식 시간을 제공하였다. 중재 중 허리 부위에 통증을 호소하거나 피로를 호소하는 경우에는 즉각 멈추었고, 추가로 충분한 휴식 시간을 제공하였다. 운동 재개 여부는 휴식 제공 이후에 확인하였고, 대상자의 동의 하에 운동을 재개 하였다.

2) 발목안정화 운동

발목관절 안정화를 위한 운동 프로그램은 탄력밴드를 이용한 저항 운동과 발뒤꿈치 들기 운동(Heel raise exercise)로 구성하였다[21,22]. 탄력 밴드를 이용한 저항 운동은 발등 굽힘, 발바닥 굽힘, 안쪽 번짐, 가쪽 번짐의 네 가지 방향으로 탄력밴드를 사용하여 저항 운동을 시행하였다. 운동의 적용을 위해 환자는 치료대 위에 양팔을 지지하고 편안하게 앉은 자세를 취하도록 하였다. 각 방향으로의 저항 운동은 15회 반복하는 것을 1세트, 총 3세트를 실시하였고, 세트당 휴식은 10초 제공하였다. 저항 강도의 점진적 증가를 위해 1~2주 차에는 RED 등급 탄력밴드를 사용하였고, 3~4주 차에는 GREEN 등급의 탄력밴드를 사용하였다. 운동 수행 시 밴드의 고정을 위해 치료사가 밴드의 반대쪽 끝을 잡고 일정한 저항을 유지하도록 보조하였다. 발등 굽힘 시의 저항을 적용하기 위해 대상자는 양다리를 곧게 펴고 앉은 자세에서 탄력 밴드를 발허리뼈에 감은 상태에서 탄력 밴드를 앞으로 당겨 발목이 대상자의 머리 쪽으로 위치하도록 하였다(Fig. 1-A). 발바닥 굽힘 시의 저항을 적용하기 위해 대상자는 양다리를 곧게 펴고 앉은 자세에서 탄력 밴드를 발허리뼈에 감은 상태에서 탄력 밴드를 발목 아래 방향으로 밀어서 발끝이 바닥을 향하도록 하였다(Fig. 1-B). 가쪽 번짐 시의 저항을 적용하기 위해 대상자는 양다리를 곧게 펴고 앉은 자세에서 탄력 밴드를 발허리뼈에 감고, 탄력 밴드를 옆으로 당겨 늘린 상태에서 발목을 바깥쪽(정중선에서 멀어지는 방향)으로 돌려 저항에 맞서 가쪽 번짐을 수행하도록 하였다(Fig. 1-C). 안쪽 번짐 시 저항을 적용하기 위해 대상자는 양다리를 곧게 펴고 앉은 자세에서 탄력 밴드를 발허리뼈에 감고 탄력 밴드를 옆으로 당겨 늘린 상태에서 발목을 안쪽(정중선 방향)으로 돌려 저항에 맞서 안쪽 번짐을 수행하도록 하였다(Fig. 1-D). 중재 중 피로를 호소하는 경우에는 운동을 즉각 멈추었고, 추가적으로 휴식 시간을 제공하였다. 운동 재개 여부는 휴식 제공 이후에 확인하였고, 대상자의 동의 하에 운동을 재개하였다.

발 뒤꿈치 들기 운동을 적용하기 위해 대상자는 어깨 넓이로 다리를 벌리고 선 자세로 준비하도록 하였다. 대상자의 운동 도중 안전 사고를 예방하기 위해 대상자의 앞쪽에 테이블이나 의자를 두어 손으로 지지하게 하도록 하였

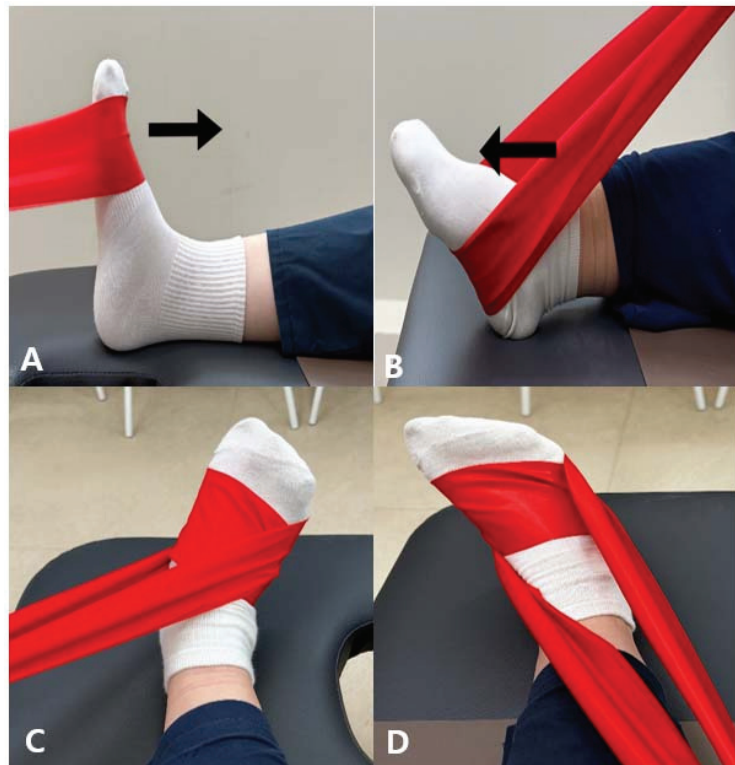


Fig. 1. Ankle joint stabilization exercises using elastic bands. 1-A: ankle dorsiflexion exercise; 1-B: ankle plantarflexion exercise; 1-C: ankle eversion exercise; 1-D: ankle inversion exercise.



Fig. 2. Heel raise exercise. 2-A: starting position for heel raises; 2-B: finishing position for heel raises.

고, 대상자의 시선은 앞쪽을 바라보도록 하였다. 대상자는 발뒤꿈치를 최대한 들어올릴 수 있는 높이까지 발 뒤꿈치를 들어올리도록 하였다(Fig. 2). 발 뒤꿈치 들기 운동은 15회씩 1세트, 총 3세트를 실시하였으며, 세트 간에는 1분간 휴식을 취하도록 하였다. 발 뒤꿈치 들기의 속도는 개인별 편안한 속도로 수행할 수 있도록 하였다. 운동 도중 대상자가 피로를 호소하는 경우에는 즉시 훈련을 중지하였고 추가 휴식 시간을 제공하였다. 충분한 휴식 시간 제공 이후에 운동 지속 여부를 확인 후에 운동을 재개하였다.

2) 허리 안정화운동

허리 안정화 운동은 컬업, 버드독, 사이드 브릿지 운동으로 구성하였다[19,20]. 컬업 동작을 위해 대상자는 바로 누운 자세에서 한쪽 무릎은 굽히고 반대쪽 무릎은 편 상태에서 양손은 허리 밑으로 넣은 상태로 준비를 한다. 치료사의 구령이 울리면 대상자는 턱을 당기고 머리를 1인치 정도 들어올린다. 버드독을 위해 대상자는 엎드린 자세에서 네발기기 자세를 취한다. 치료사의 구령이 울리면 대상자는 오른손과 왼쪽다리를 동시에 들고 동작을 유지한다. 사이드 브릿지 동작을 위해 대상자는 옆으로 누운 자세를 취한다. 치료사의 구령이 울리면 대상자는 양 무릎은 굽히고 한쪽 팔꿈치로 상체를 지지한 후 엉덩이를 들어올려 머리와 무릎사이가 일직선이 되도록 만들어주고 자세를 유지한다. 세 가지 동작을 주 3회, 총 4주 동안 실시하였다. 각각의 동작은 10초 유지하는 것을 1회로, 10회 반복을 1세트, 총 4세트로 시행을 하였고, 세트 간에는 1분 간의 휴식 시간을 제공하였다. 중재 중 허리 부위에 통증을 호소하거나 피로를 호소하는 경우에는 즉각 멈추었고, 추가로 충분한 휴식 시간을 제공하였다. 운동 재개 여부는 휴식 제공 이후에 확인하였고, 대상자의 동의 하에 운동을 재개하였다.

3. 측정방법

본 연구에서는 4주 동안의 중재 전과 후의 압통 역치, 유연성, 통증, 장애지수를 측정하기 위해 대상자의 무작위 배치 과정에 참여하지 않은 임상경력 5년 차인 검사자 1인이 측정을 하였다.

1) 압통역치 측정

본 연구에서는 요통 환자의 척추세움근의 압통 역치를 측정하였다. 대상자의 압통 역치는 디지털 압통 역치 측정기(Algometer TM Commander, J-TECH Medical, USA)를 사용하여 측정하였다. 이 측정기기는 측정기기와 콘솔로 구성되어 있다. 측정도자에서 통증이 감지되면 콘솔에서 수치로 표시된다. 이 측정기는 디지털로 대상자의 주관적 통증을 측정할 수 있는 신뢰도 있는 장비이다[23]. 척추세움근의 압통 역치를 측정하기 위해 본 연구에서는 대상자를 침상에 편안하게 엎드려 긴장을 최소화하도록 하였다. 검사자는 허리뼈 4번의 가시돌기를 찾은 후, 가시돌기의 오른쪽 1.5cm 떨어진 지점에 압통 측정을 위한 도자를 직각으로 세워 서서히 압력을 가하였다. 압력이 일정 수준에 이르러 통증이 발생하면 대상자는 즉시 ‘아’ 소리를 표현하도록 하였고, 통증 발생시의 콘솔에 나타나는 수치를 통증 역치 값으로 저장하였다. 압통 역치는 2회 반복 측정 후 그 평균값을 이용하였다. 압통 역치 값은 클수록 대상자가 느끼는 압통의 크기는 작음을 의미한다[23]. 검사자간 신뢰도(ICC)는 0.90~0.95이다[24].

2) 유연성 평가

(1) 몸통 굽힘 검사(trunk flexion Test, TFT)

몸통 굽힘 검사는 등뼈, 허리뼈의 굽힘 정도를 측정하기 위한 검사이다. 검사자는 대상자의 7번 목뼈에 스티커를 부착하고, 대상자에게 몸통 굽힘을 위해 대상자는 어깨 넓이로 선 자세에서 양손바닥을 서로 바라보게 하고 바닥을 향해 앞으로 천천히, 몸을 최대한 숙이도록 지시한다. 몸통 굽힘의 최대지점에서 검사자는 1번 엉치뼈에 스티커를 부착하고, 줄자를 이용하여 대상자의 1번 엉치뼈와 7번 목뼈 사이의 거리를 측정하였다[6]. 검사자간 신뢰도(ICC)는 0.90~1.00이다[25].

(2) 몸통 펴 검사(trunk extension test, TET)

몸통 펴 검사는 등뼈, 허리뼈의 펴 정도를 측정하기 위한 검사이다. 몸통 펴 검사를 위해 대상자는 양손을 등 뒤로 모으고 양 발끝을 약 45정도 정도 벌린 엎드려 누운 자세를 취하도록 하였다. 검사자의 지시에 따라서 대상자는 몸통을 천천히, 몸을 최대한 뒤로 젖혀 턱이 높이 들리도록

록 하였다. 검사자는 줄자를 이용하여 바닥에서부터 턱 끝까지의 수직거리를 줄자로 측정하였다[6]. 이 검사 방법의 신뢰도(ICC)는 0.67~0.93이다[26]

3) 기능적 장애지수 평가

장애지수는 한국어판 오스웨스트리 장애지수(Korea Oswestry disability index, K-ODI)를 이용하였다. 통증 강도, 개인 관리의 용이성, 들어 올리기, 일하기, 앉기, 서기, 수면, 성생활, 사회생활 및 여행에 대한 10가지 질문으로 구성되어 있으며, 각각 0에서 5점까지의 점수가 매겨진다. 0~20%는 약간 장애, 20~40%는 중간 장애, 40~60%는 심한 장애, 80~100%는 침상생활만 가능한 것으로 해석된다. 검사자간 신뢰도는 ICC=0.92 이다[27].

4. 자료 분석

본 연구를 통해 수집된 자료는 SPSS Win ver. 23.0 (SPSS Inc., SPSS windows version 23.0, USA)을 사용하여 분석하였다. 모든 자료는 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 통해 정규성 검정을 하였다. 두 군간 대상자들의 일반적 특성에 대한 동질성을 비교하기 위해 독립표본 t-test와 카이제곱(Chi-square test) 검정을 하였다. 각 군내 중재 전과 후의 결과를 분석하기 위해 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 하였고, 중재 전과 중재 후, 중재 전과 후의 변화량에 대한 두 군간 비교를 위해 맨 휘트니 검정(Mann-Whitney U test)을 하였다. 통계학적 유의 수준은 .05로 설정하였다. 다중 비교에 의한 제1종 오류는 본페로니 보정(Bonferroni correction)을 통하여 검증하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성 비교

실험군 13명, 대조군 12명은 4주간의 중재 기간 동안 도중 탈락자 없이 모두 중재를 완수하였다(Fig 3). 두 군간 그룹 동질성을 검증하기 위해 연구대상자의 일반적 특성과 기초선을 비교하였다. 비교 결과는 Table 1과 같으며, 두 군간 성별, 나이, 신장, 체중, 발병기간, 허리 통증 정도,

발목불안정 지수에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$).

2. 두 군 간 중재 전, 후의 허리 압통 역치 비교

실험군과 대조군 간의 중재 전과 후의 압통 역치 변화를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 실험군과 대조군의 군내 비교에서는 두 군 모두 중재 전에 비해 중재 후 압통 역치가 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). 실험군은 중재 전에 비해 2.01kg 증가하였고, 대조군은 중재 전에 비해 0.94kg 증가하였다. 두 군간 중재 전과 후의 변화량 비교에서도 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 실험군이 대조군보다 1.07Kg 더 증가하였다($p < .0125$).

3. 두 군 간 중재 전, 후의 유연성 비교

실험군과 대조군의 중재 전과 후의 유연성 비교를 위한 몸통 굽힘 검사와 몸통 펴기 검사의 비교 결과는 Table 2와 같다. 몸통 굽힘 검사에서는 실험군과 대조군의 군내 비교에서는 두 군 모두 실험군과 대조군은 중재 전에 비해 중재 후 몸통 굽힘 거리가 유의하게 증가하였다($p < .05$). 실험군은 중재 전에 비해 3.39cm 증가하였고, 대조군은 중재 전에 비해 2.26cm 증가하였다. 두 군간 중재 전과 후의 변화량 비교에서도 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 몸통 펴기 검사에서는 실험군과 대조군의 군내 비교에서는 두 군 모두 실험군과 대조군은 중재 전에 비해 중재 후 몸통 펴기 거리가 유의하게 증가하였다($p < .05$). 실험군은 중재 전에 비해 3.35cm 증가하였고, 대조군은 중재 전에 비해 2.14cm 증가하였다. 두 군간 중재 전과 후의 변화량 비교에서도 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 실험군이 대조군보다 1.21cm 더 증가하였다($p < .05$).

4. 두 군 간 중재 전, 후의 Oswestry 장애지수(K-ODI) 비교

실험군과 대조군의 중재 전과 후의 K-ODI를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 실험군과 대조군의 군내 비교에서는 두 군 모두 실험군과 대조군은 중재 전에 비해 중재 후 K-ODI가 유의하게 감소하였다($p < .05$). 실험군은 중재 전에 비해 4.15% 감소하였고, 대조군은 중재 전에 비해 3.17% 감소하였다. 두 군간 중재 전과 후의 변화량 비교에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

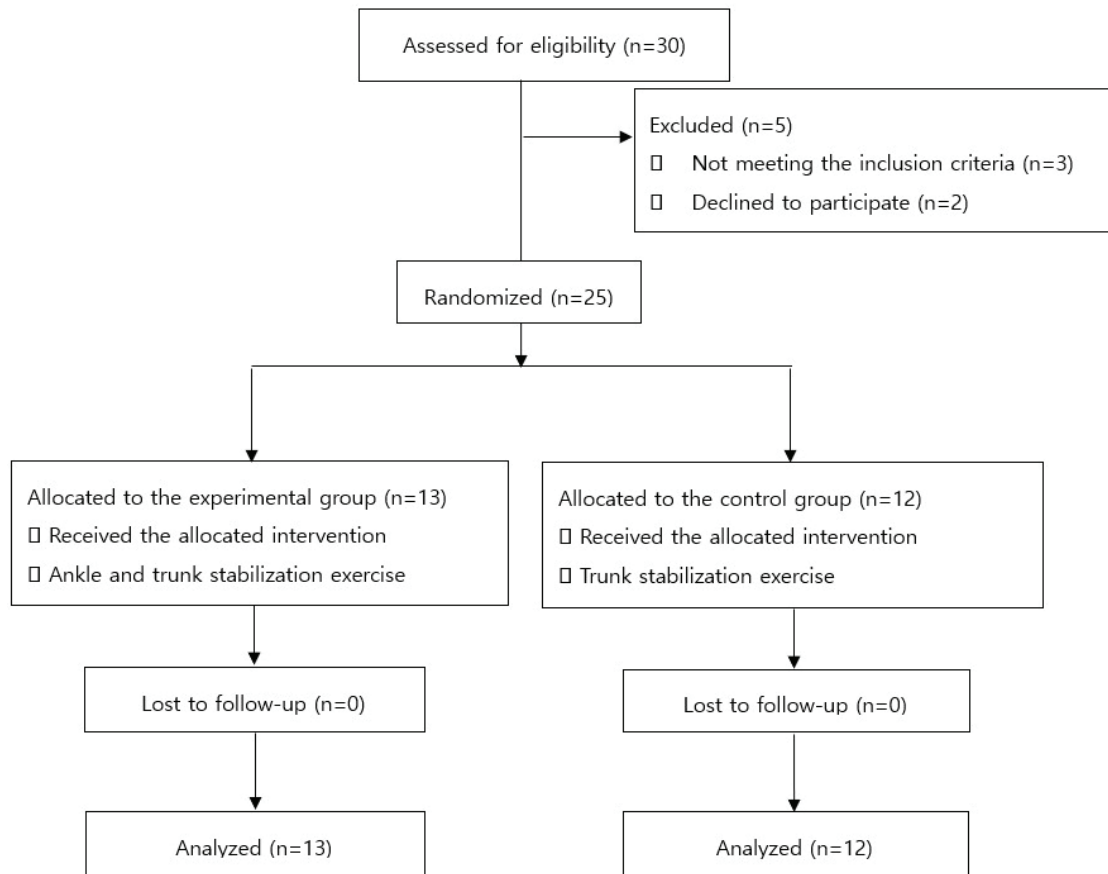


Fig. 3. Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) diagram showing the study flow.

Table 1. General characteristics and baseline variables of the participants

	Experimental group (n = 13)	Control group (n = 12)	t/x ²
Sex (male/female)	7/6	6/6	.037
Height (cm)	169.54 ± 7.56	169.25 ± 6.69	.101
Weight (kg)	66.77 ± 11.94	66.67 ± 10.61	.023
Age (years)	29.85 ± 4.60	31.50 ± 5.49	-.819
Onset duration (months)	7.54 ± 6.20	12.33 ± 10.59	-1.396
VAS (score)	4.85 ± 1.07	4.08 ± .99	1.842
CAIT (score)	21.23 ± 1.36	20.75 ± 6.20	.780

Values are expressed as means ± standard deviations or numbers.

VAS, visual analogue scale; CAIT, chronic ankle instability test.

Table 2. Comparison of pressure pain threshold, flexibility, and disability before and after training within each group and between the two groups

		Experimental group (n = 13)	Control group (n = 13)	Z
PPT (kg)	Pre	6.84 ± 1.41	6.74 ± .98	-.245
	Post	8.86 ± 1.51	7.69 ± 1.39	-2.067
	Z	3.180*	3.066*	
	Change	2.01 ± 1.01	.94 ± .69	-3.241 ^a
TFD (cm)	Pre	55.71 ± 7.06	57.44 ± 1.33	-.925
	Post	59.11 ± 6.96	59.70 ± 4.09	-.462
	Z	3.182*	3.061*	
	Change	3.39 ± 1.38	2.26 ± 1.37	-1.961
TED (cm)	Pre	19.77 ± 4.47	19.74 ± 5.42	-.163
	Post	23.12 ± 4.27	21.89 ± 5.74	-.870
	Z	3.181*	3.061*	
	Change	3.35 ± 1.20	2.14 ± 1.38	-2.287 ^a
K-ODI (%)	Pre	17.08 ± 3.43	17.50 ± 3.53	-.332
	Post	12.92 ± 4.21	14.33 ± 3.70	-1.050
	Z	-3.111*	-3.002*	
	Change	-4.15 ± .208	-3.17 ± 1.59	-1.397

Values are expressed as means ± standard deviations.

PPT, pressure pain threshold; TFD, trunk flexion distance; TEX, trunk extension distance; K-ODI, Korean version of the Oswestry disability index.

*Significantly different versus baseline ($p < .05$).

^aSignificantly different between the experimental and control groups ($p < .0125$).

IV. 고 찰

본 연구는 비특이성 허리통증이 있는 성인 환자를 대상으로 발목관절의 안정화 운동이 허리 통증 환자의 압통 역치, 유연성, 기능 장애에 미치는 효과를 알아보기 위해 실시하였다. 그 결과, 발목관절 안정화 운동과 허리 안정화 운동을 시행한 실험군에서 허리안정화 운동만 시행한 대조군에 비해 압통 역치와 몸통 굽힘과 펴기의 유의미한 증가가 있었다. 이와 같은 결과는 발목관절 안정화 운동이 비특이적 허리 통증 환자의 몸통 유연성 증가에 효과적임을 의미하는 결과이다.

압통 역치는 근육이나 연부조직의 통증 역치를 객관적으로 평가하는 지표로, 역치가 높을수록 통증에 대한 민감도가 낮아지고 조직의 상태가 개선되었음을 의미한다[28]. 본 연구에서 실험군과 대조군 두 군 모두 중재 후 압통 역치가 유의미하게 증가하였으며, 실험군에서 대조군보다

더 큰 증가 폭이 있었다. 이러한 결과는 발목안정화 운동과 허리 안정화 운동을 결합한 중재가 통증 민감도 감소에 긍정적인 효과를 미친 결과로 해석될 수 있으며, 발목과 몸통은 운동시술에 의해 서로 연결되어 있음을 방증 하는 결과이다[29]. Koumantakis 등[30]은 허리 통증이 재발된 환자를 대상으로 몸통 안정화 운동이 통증에 미치는 효과를 알아보았다. 그 결과, 몸통 안정화 운동은 중재 전에 비해 약 45%의 통증이 감소되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 두 군 모두 몸통 안정화 운동 시행 후 통증이 감소하였다. 따라서, 이 연구결과는 본 연구 결과를 뒷받침한다. Abbasi 등[31]은 하지 정렬, 특히 발목과 고관절의 구조적 불균형은 허리뼈의 정렬 및 몸통 안정성에 영향을 미쳐 요통을 유발할 수 있다고 하였다. 이 주장은 비특이적 요통 환자의 하지 관절의 중요성을 강조하므로, 본 연구의 필요성을 강조한다.

본 연구에서 몸통 유연성에 대한 중재 효과를 비교하기

두 군의 몸통 굽힘 및 폼의 변화를 비교한 결과, 두 군 모두에서 중재 후 유의한 증가가 있었으며, 몸통 폼에서는 실험군이 대조군보다 더 큰 증가폭이 있었다. 이러한 결과는 발목관절에 수행한 안정화 운동이 몸통 근육의 협응 조절에 긍정적인 영향을 미친 결과이며, 인체의 결합조직이 서로 연결되어 움직임 조절에 영향을 주었기 때문이다[4]. 허리통증 환자는 정상인에 비해 허리의 관절가동범위가 31% 감소하는 경향을 띠고 있으므로[32], 본 연구에서 수행한 중재는 허리 통증 환자의 유연성 증가에 임상적 근거가 될 수 있다. 유연성은 신체의 정상적인 움직임과 자세유지, 운동수행능력, 상해예방에 필수적인 요소이므로[33], 본 연구의 결과는 비특이적 허리 통증 환자의 기능 수행 및 상해 예방에 의미가 있는 결과이다. Yoon과 Park [6]은 편평족 환자를 대상으로 발목 가동성 향상을 위한 종아리 근육을 스트레칭 하였다. 그 결과, 종아리 근육 스트레칭은 몸통 굽힘과 폼을 2.5cm, 1.4cm 가 증가되었다고 하였다. 이 연구결과는 본 연구와 유사한 결과이며, 하지 관절에서 수행한 운동이 몸통 유연성 증가에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석된다.

본 연구에서는 중재 전과 후의 실험군과 대조군간 기능적 장애지수를 비교하였다. 그 결과, 두 군 모두 중재 후 기능적 장애지수가 유의하게 감소하였지만, 군간 변화량에서는 유의한 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 발목관절 안정화 운동도 비특이적 허리 통증 환자의 기능 향상에 효과적임을 의미한다. Koumantakis 등[30]은 평발(pronated foot)이 있는 비특이적 허리 통증 환자는 Oswestry 기능 지수가 37%였다고 보고하였다. 이는 발목관절의 가동성이 허리 통증 환자의 기능 수행에 중요한 역할을 한다는 근거이다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 발목관절의 안정화가 비특이적 허리 통증 환자에게 미치는 영향을 알아보기 위해 시행한 예비실험 연구이므로, 대상자의 수가 적다. 따라서, 본 연구의 결과를 일반화하여 적용하기에는 분명한 한계가 있다. 둘째, 본 연구는 연구기관 및 대상자의 사정으로 인해 중재 종료 후에는 재평가를 수행할 수 없었다. 따라서, 본 연구에서 수행한 중재 효과에 대한 지속성 유, 무를 파악할 수는 없다. 셋째, 본 연구에서는 발목안정화 운동을 허리안정화 운동에 추가적으로 시

행하였다. 따라서, 발목안정화 운동만의 중재 효과를 파악할 수는 없다. 향후 연구에서는 본 연구의 제한점을 보완하여 보다 많은 대상자를 통한 연구, 중재 효과의 지속성 유, 무를 판단할 수 있는 연구, 중재 기간 증가에 의한 장기간의 효과를 파악할 수 있는 연구, 다양한 연령대를 대상으로 중재 효과를 파악할 수 있는 연구 등을 통해 비특이적 허리 통증 환자의 임상 효과를 극대화할 수 있는 중재 방법들이 제시되기를 기대한다.

V. 결론

본 연구는 비특이성 허리통증이 있는 성인환자를 대상으로 발목관절 안정화 운동이 허리통증 환자의 압통 역치, 유연성, 기능장애 지수에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 그 결과, 발목관절 안정화 운동과 허리 안정화 운동을 결합한 중재는 허리안정화 운동만을 시행한 경우보다 압통 역치 증가와 몸통 폼 증가에 더 큰 향상을 보였다. 따라서 발목관절 안정화 운동을 기존의 허리 안정화 운동에 추가하는 것은 비특이성 허리통증 환자의 통증 감소와 유연성 증가에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 중재 방법이 될 수도 있을 것으로 본다.

References

- [1] Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2017;389(10070):736-47.
- [2] Will JS, Bury DC, Miller JA. Mechanical low back pain. *Am Fam Physician*. 2018;98(7):421-8.
- [3] Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, et al. Low back pain. *Lancet*. 2021;398(10294):78-92.
- [4] Blackler G, Jiang H, Appleton CT. Synovial joint organ homeostasis: mechanisms and biological considerations. *Connect Tissue Res*. 2025;66(5):331-8.
- [5] Brantingham JW, Lee Gilbert J, Shaik J, et al. Sagittal plane blockage of the foot, ankle and hallux and foot alignment-prevalence and association with low back

- pain. *J Chiropr Med.* 2006;5(4):123-7.
- [6] Yoon KS, Park SD. The effects of ankle mobilization and active stretching on the difference of weight-bearing distribution, low back pain and flexibility in pronated-foots subjects. *J Exerc Rehabil.* 2013;9(2):292-7.
- [7] Chen P, Yin L, Wei Y, et al. Effects of balance training with visual occlusion on postural control in individuals with chronic ankle instability: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Pm r.* 2025;7(12):1494-504.
- [8] Koch C, Hänsel F. Non-specific Low back pain and postural control during quiet standing-a systematic review. *Front Psychol.* 2019;10:586.
- [9] Brumagne S, Janssens L, Knapen S, et al. Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. *Eur Spine J.* 2008;17(9):1177-84.
- [10] McCaskey MA, Schuster-Amft C, Wirth B, et al. Effects of proprioceptive exercises on pain and function in chronic neck- and low back pain rehabilitation: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:382.
- [11] Hyong IH. A study of foot shape and low back pain, hip abduction muscle and ankle lateral injury. *J Kor Soc Phys Med.* 2008;3(2):127-33.
- [12] Xiao F, Maas H, van Dieën JH, et al. Chronic non-specific low back pain and ankle proprioceptive acuity in community-dwelling older adults. *Neurosci Lett.* 2022;786:136806.
- [13] Kim B, Yim J. Core stability and hip exercises improve physical function and activity in patients with non-specific low back pain: a randomized controlled trial. *Tohoku J Exp Med.* 2020;251(3):193-206.
- [14] Parr TE, Farrokhi S, Hendershot BD, et al. Low back pain influences medial-lateral trunk movement variations during sit-to-stand tasks in persons with transtibial amputation. *Clin Biomech (Bristol).* 2025;128:106623.
- [15] Suh JH, Kim H, Jung GP, et al. The effect of lumbar stabilization and walking exercises on chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(26):e16173.
- [16] Knaepen K, Cumps E, Zinzen E, et al. Low-back problems in recreational self-contained underwater breathing apparatus divers: prevalence and specific risk factors. *Ergonomics.* 2009;52(4):461-73.
- [17] Wieland LS, Skoetz N, Pilkington K, et al. Yoga for chronic non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;11(11):Cd010671.
- [18] Zhang C, Luo Z, Wu D, et al. Effectiveness of exercise therapy on chronic ankle instability: a meta-analysis. *Sci Rep.* 2025;15(1):11709.
- [19] Oh YJ, Park SH, Lee MM. Comparison of effects of abdominal draw-in lumbar stabilization exercises with and without respiratory resistance on women with low back pain: a randomized controlled trial. *Med Sci Monit.* 2020;26:e921295.
- [20] Baek GS, Park SH, Shin WS. Effects of lumbar stabilization exercise program with proprioceptive stimulation in 20s female low back pain patient. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2022;11(198-206):198.
- [21] Lee KS, Wang JW, Lee DY, et al. Effects of progressive core and ankle muscle strengthening exercises using thera-band on body balance. *J Kor Phys Ther.* 2022;34(3):121-7.
- [22] Moon GH, Kim BG, Kim YS, et al. Effects of weight-bearing posture during heel raise on lower extremity muscle activation in adults with chronic ankle instability. *J Kor Phys Ther.* 2024;36(4):131-8.
- [23] Kim JY, Kang DH, Lee JH, et al. The effects of pre-exercise vibration stimulation on the exercise-induced muscle damage. *J Phys Ther Sci.* 2017;29(1): 119-22.
- [24] Park G, Kim CW, Park SB, et al. Reliability and usefulness of the pressure pain threshold measurement in patients with myofascial pain. *Ann Rehabil Med.* 2011;35(3):412-7.

- [25] Dekkers TA, Blake C, Collins KD, et al. Trunk strength and endurance testing in field-athletes: a reliability study. *Phys Ther Sport*. 2025;75:105-12.
- [26] De Blaiser C, De Ridder R, Willems T, et al. Reliability and validity of trunk flexor and trunk extensor strength measurements using handheld dynamometry in a healthy athletic population. *Phys Ther Sport*. 2018;34:180-6.
- [27] Kim DY. Validation of the korean version of the Oswestry disability index. *Spine*. 2005;30(5):123-7.
- [28] Fischer AA. Pressure algometry over normal muscles. standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain*. 1987;30(1):115-26.
- [29] Butowicz CM, Yoder AJ, Farrokhi S, et al. Low back pain influences trunk-lower limb joint coordination and balance control during standing in persons with lower limb loss. *Clin Biomech (Bristol)*. 2022;92:105580.
- [30] 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):209-25.
- [31] Abbasi S, Mousavi SH, Khorramroo F. Association between lower limb alignment and low back pain: a systematic review with meta-analysis. *PLoS One*. 2024;19(10):e0311480.
- [32] Shanbehzadeh S, ShahAli S, Ebrahimi Takamjani I, et al. Association of pain-related threat beliefs and disability with postural control and trunk motion in individuals with low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2022;31(7):1802-20.
- [33] Çetinyol O, Saka S, Çetinkaya A. Acute effects of myofascial release technique on flexibility and pain: outcome for chronic low back pain. *J Bodyw Mov Ther*. 2025;41:194-8.