

# 기능적 발목 불안정성을 가진 대상자에게 동적 자세 안정성 훈련과 연성 발목 보조기가 다중 한발 뛰기 수행에 미치는 효과 비교

차운상, 박규남  
전주대학교 의과대학 물리치료학과

## Comparison of the Effects of Dynamic Postural Stability Training Versus Soft Ankle Bracing on Multiple Hop Performance in Participants With Functional Ankle Instability

Youn-sang Cha, BPT, PT, Kyue-nam Park, PhD, PT  
Dept. of Physical Therapy, College of Medical Science, Jeonju University

### Abstract

**Background:** The multiple hop test is an active performance test that has been commonly used to assess individuals with functional ankle instability. Previous studies have suggested that insufficiency of dynamic postural stability and passive stability during dynamic activities can have an influence on performance in the multiple hop test. However, no study has investigated the effects of dynamic postural stability training and ankle bracing on multiple hop test performance in individuals with functional ankle instability.

**Objects:** The purpose of this study was to compare the immediate effects of dynamic postural stability training versus ankle bracing in the performance of the multiple hop test for participants with functional ankle instability.

**Methods:** Twenty-nine participants with functional ankle instability who scored below 24 in the Cumberland Ankle Instability Tool were selected. The participants were randomly divided into two groups: a dynamic postural stability training group ( $n_1=14$ ) and an ankle bracing control group ( $n_2=15$ ). The multiple hop tests were performed before and after applying each intervention. Dynamic postural stability training was performed using visual-feedback-based balance-training equipment; participants in this group were asked to perform a heel raise in a standing position while watching the centering of their forefoot pressure to prevent excessive ankle inversion. Ankle bracing was applied in the control group.

**Results:** When comparing the pre- and post-intervention period for both groups, both methods significantly improved the results of the multiple hop test ( $p<.05$ ). However, no significant differences were shown between the dynamic postural stability training and ankle bracing groups ( $p>.05$ ).

**Conclusion:** Both dynamic postural stability training and ankle bracing showed significant improvement (2.85 seconds and 2.05 seconds, respectively) in test performance. Further study is needed to determine the long-term effects of dynamic postural stability training and to determine whether insufficient dynamic postural stability is a causative factor for functional ankle instability.

**Key Words:** Ankle brace; Dynamic postural stability; Hop test; Instability.

### I. 서론

발목 가쪽 염좌는 인구의 절반 이상이 일생동안 한번

이상 경험할 정도로 흔하게 나타난다(Nyska 등, 2003). 발목 가쪽 염좌는 일상생활에서도 나타나며, 배구, 농구와 같은 점프를 동반한 스포츠 활동에서 더욱 흔하게 발

생한다. 활동량이 많은 젊은 연령대에서 주로 나타난다(Doherty 등, 2014). 반복되는 발목 가쪽 염좌는 신경근 기능 부전으로 인한 기능성 발목 불안정성(functional ankle instability)을 유발할 수 있다. 발목 불안정성이 있는 사람들은 발목 가쪽 번짐근, 발목 관절 고유 수용기, 얇은 종아리 신경의 손상이 동반되고 재발률이 높으므로, 예방을 위한 임상적 검사와 재활 훈련이 필요하다(Hall 등, 2015; Hertel, 2000; Wikstrom 등, 2013).

점프 동작에서 발목 가쪽 염좌를 방지하기 위한 방법은 착지하기 전에 발목 안쪽 번짐을 제한하는 능력을 향상시켜 발목이 중립 위치에 유지되도록 하는 것이다(Distefano 등, 2008). 발목 테이핑 또는 보조기 같은 수동적 안정성을 제공하는 도구의 사용은 가쪽 발목 염좌의 발생을 줄일 수 있다. 발목에 적용하는 반강성 보조기는 테이프보다 운동할 때나 운동한 이후에 발목 안쪽 번짐을 더욱 효과적으로 제한시킨다(Greene와 Hillman, 1990). 선행 연구에 따르면 반강성 발목 보조기와 뺏뺏한 천으로 구성된 보조기가 발목의 기계적인 안정성 및 고유수용성과 감각 피드백을 향상시켜서 발목 염좌 부상의 발생을 감소시킬 수 있다고 제안했다(Gross와 Liu, 2003; Mattacola와 Dwyer, 2002).

수동적 안정성뿐만 아니라, 능동적 요소인 고유수용성 감각, 신경근 조절 능력과 같은 동적 자세 조절 능력도 발목 불안정성에 영향을 준다(Richie, 2001). 선행 리뷰 논문에 의하면, 능동적 균형 훈련이 포함된 중재들이 만성 발목 불안정성 환자들의 발목 기능 향상에 효과적이라고 하였다(Kosik 등, 2016). 와블 보드를 이용한 컴퓨터 게임으로 발목의 중심을 유지하는 피드백 훈련을 한 결과 스타 익스커션 밸런스 점수가 향상되었음을 증명하였다. 이는 동적 자세 조절 능력의 향상이 발목 불안정성을 향상시킬 수 있음을 의미한다(Fitzgerald 등, 2010).

한발 서기 검사와 같은 정적인 검사는 발목의 자세 조절 시스템에 불안정성을 유발하기에 부족하므로, 한발 뛰기와 같은 동적인 검사가 발목 불안정성을 검사하는데 더욱 효과적이라고 한다(Ross와 Guskiewicz, 2014). 한발 뛰기 검사들 중, 8자 한발 뛰기 검사, 옆으로 한발 뛰고 검사와 같이 가쪽으로 스트레스를 줄 수 있는 검사가 앞, 뒤 방향으로 한발로 뛰는 검사보다 발목 불안정성을 구분하는 효과적인 방법이다(Docherty 등, 2005). 많은 동적 검사들 중 다중 한발 뛰기 검사는 대각선과 옆으로 한발 뛰기 검사로 구성되어 있으며, 기능적 발목 불안정성 또는 가쪽 염좌가 있는 환자의

기능적 수행 결손을 측정하는 신뢰성 있고 타당성 있는 검사이다(Distefano 등, 2008; Gauffin 등, 1988; Gross와 Liu, 2003; Mattacola와 Dwyer, 2002; Riemann과 Lephart, 2002; Sekir 등, 2008).

한발 뛰기 동작은 뒤꿈치를 들어 올려 발의 앞부분(forefoot)에 체중이 많이 지지되므로, 기능적 발목 불안정성이 있는 사람들은 발 앞부분의 중립 자세가 유지되어야 안정적으로 한발 뛰기를 할 수 있다. 하지만, 뒤꿈치를 들어 올린 상태에서 발 앞부분의 중립 자세를 유지시키는 발목의 동적 자세 안정성 훈련의 효과를 증명한 연구는 없다. 본 연구의 목적은 발목 불안정성이 있는 사람에게 능동 안정성 향상을 위한 발목의 동적 자세 안정성 훈련(dynamic postural stability training)과 수동 안정성 향상을 위한 발목 보조기 적용 중 어떤 것이 다중 한발 뛰기 수행력 향상에 효과적인지 알아보고자 하였다. 본 연구는 능동적 검사인 다중 한발 뛰기 퍼포먼스에 수동적 안정성과 능동적 안정성 중 어떤 것이 발목의 안정성에 더 많이 영향을 주는지 알 수 있는 기초 연구가 될 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

대상자는 전주대학교 재학생 중 Cumberland Ankle Instability Tool(CAIT)를 사용하여 기능적 발목 불안정성이 있는 대상자 30명을 모집하였다. 참가자 모두에게 실험 과정과 방법에 대해 설명하였고, 동의한 사람만 동의서를 작성하고 실험에 참가하였다. 24점 이하의 CAIT 점수를 가진 사람은 발목 염좌 가능성이 높고, 24점 이상의 CAIT 점수를 가진 사람은 발목 염좌 가능성이 낮다는 선행 연구에 근거하여, 우세측 발목에 CAIT 점수가 24점 이하인 사람을 발목 불안정성이 있는 대상으로 선정하였다(Docherty 등, 1998; Hiller 등, 2006). 우세측 다리는 축구공을 차는 발로 했다. 30명의 대상자를 Microsoft Excel ver. 2010 (Excel, Microsoft Corporation, Washington, US) 무작위 기능을 이용하여 15명씩 실험군(발목의 동적 자세 안정성 훈련군)과 대조군(연성 발목 보조기군)으로 나누었다. 발목관절의 외과적 수술 경험이 있는 자, 과거 신경학적 질병이 있는 대상자는 연구 대상자에서 제외시켜(Hiller 등, 2006), 1명이 탈락되어 최종 29명이 실험에 참가하였다.

## 2. 평가기 및 도구

### 가. 발목 보조기

발목 보조기 그룹은 연성 소재의 발목 보조기(Ankle support, NEOMED, Busan, Korea)를 사용하였다(Figure 1). 참가자는 발이 바닥에 닿지 않는 테이블에 앉고, 검사자는 참가자의 발목 관절 증상에 연성 발목 보조기의 "X"자 스트랩이 위치하도록 착용시킨다.



Figure 1. Ankle brace.

### 나. 발목의 동적 자세 안정성 훈련 도구

동적 자세 안정성 훈련 그룹은 한발로 서서 뒤꿈치를 올리고 내림을 반복할 때 발목 안쪽 변짐이 일어나지 않는지 시각적 피드백을 주면서 훈련하기 위해, 컴퓨터, 모니터 및 힘판으로 구성된 Biorescue (Biorescue, RM Ingenierie, Rodez, France) 장비를 사용하였다. Biorescue는 1600개의 압력 감지기로 구성된 압력 센서기(610×580×10 mm)로 구성되어있으며, 압력 감지기 하나의 크기는 10×10 mm이다. 압력 감지기의 표본 수집률은 100 Hz이다(Figure 2).

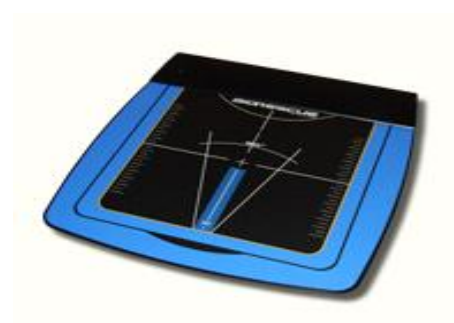


Figure 2. Biorescue.

### 다. 다중 한발 뛰기 검사

참가자들의 발목 안정성의 변화를 측정하기 위해 다중 한발 뛰기 검사(multiple hop test)를 하였다. 2×2 cm 정사각형 모양을 흰색 비탄성 테이프로 표시하였고, 사용한 정사각형은 총 11개였다(Figure 3). 테이프 간의 거리는 참가자의 키를 10 cm 간격으로 나누어 테이프간의 거리를 표준화 한 선행 연구 방법에 근거하여 적용하였다(Table 1). 다중 한발 뛰기 검사는 높은 측정자 내 신뢰성(intraclass correlation coefficient; ICC=.94)이 있음을 선행 연구에서 증명하였다(Eecheaute 등, 2008).

동적 자세 안정성 교육을 담당 하였다. 세 명의 검사자는 실험 결과값에 대해 토의하지 하지 않았으며 맹검되었다.

## 3. 실험방법

총 3명의 검사자가 측정에 참가하였다. 검사자A는 실험 중재 적용 전후 다중 한발 뛰기 검사를 측정하였고, 검사자B는 보조기 착용을 담당, 검사자C는 발목의

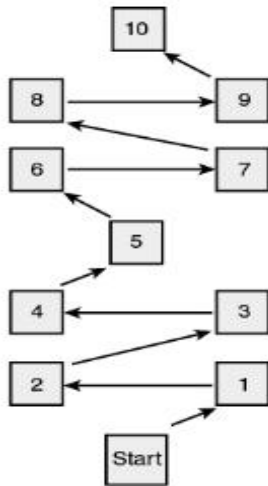
### 가. 실험 중재 적용 전 다중 한발 뛰기 검사

검사자A는 대상자들이 속한 그룹을 알지 못하며, 실험 중재 적용 전, 후 다중 한발 뛰기 검사를 측정하였다. 모든 참가자는 실험 전에 다중 한발 뛰기 검사의 시작점과 뛰는 방향과 순서, 시작자세에 대한 정보를 교육받았다. 시작 자세는 첫 번째 표시 테이프 위에 우세측 다리의 엉덩이와 무릎을 펴고 발끝은 앞을 향한 자세이다, 비우세측 다리는 엉덩이와 무릎을 구부리고 손은 골반 위에 얹은 자세이다. 테스트 전에 모든 참가자들은 1회 연습을 실시하였다. 다중 한발 뛰기 검사는 연습을 제외한 총 2회 실시한다. 참가자들은 우세측 다리로 다중 한발 뛰기 검사를 수행하고 각 회차 사이 30 초 휴식 시간을 가졌다(Eecheaute 등, 2008).

시작 신호와 함께 참가자는 한발 뛰기를 시작한다. 참가자들은 착지할 때 2 cm 길이로 표시된 테이프를 밟아야 한다. 시작 지점에서 1번부터 10번으로 각각 옮겨갈 때 마다 시작 자세를 취한 후 이동하였다. 다음 번호로 이동할 때에는 빠르게 다음 번호가 표시된 지점을 눈으

Table 1. Intertape distances

Body height (cm)	Diagonal distance (cm)	Adjacent distance (cm)
150.0-159.9	70.0	49.0
160.0-169.9	74.0	53.0
170.0-179.9	79.0	56.0
180.0-189.9	83.0	59.0
190.0-199.9	88.0	62.0
200.0-209.9	92.0	66.0



**Figure 3.** Course of multiple hop test.

로 확인하고, 한발 뛰기를 하는 동안에는 정면을 보도록 하였다.3 최종 표시 정사각형(10번)에서 참가자들은 정지 신호에 맞춰 멈춘다. 참가자가 10번에서 시작자세를 유지하고 멈추었을 때 정지 신호를 주고, 최종 시간(초)을 기록, 저장하였다. 모든 참가자들은 한발 뛰기로 착지할 때 균형을 유지하도록 지시받고, 넘어짐, 발을 끌거나, 지지하지 않는 발이 바닥에 닿는 경우, 골반에서 손을 떨어뜨리는 행위, 몸통을 좌우, 앞으로 심하게 움직이는 행위로 균형을 잃고 쓰러지거나 테스트 틀을 벗어난다면, 재측정을 하였다(Figure 3)(Echaute 등, 2008).

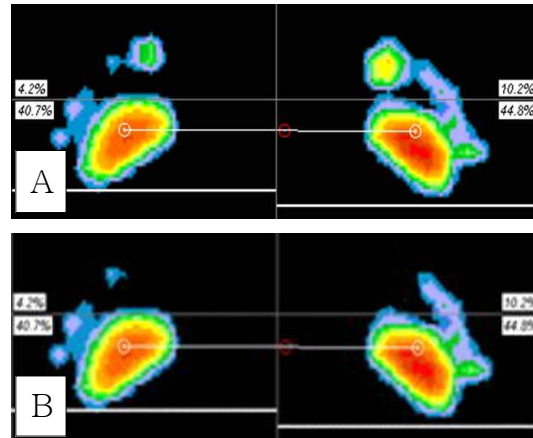
나. 실험 중재 적용

1) 발목 보조기 적용

발목 보조기 그룹의 참가자들은 우세측 다리의 발목에 연성재질의 보조기(탄력밴드형 단하지보조기)를 착용한다(Figure 1). 검사자B는 참가자가 의자에 앉은 상태에서 발목에 안정감을 느낄 정도 까지 발목 보조기를 착용시켰다.

2) 동적 자세 안정성 훈련 적용

참가자가 동적 자세 안정성 훈련 중 발의 압력 중심점의 이동 변화량을 화면으로 보여줘 발과 발목이 중립에 위치시키기 위해 시각적 되먹임 효과를 이용하였다. 참가자는 앞에 있는 손잡이를 잡고 두 다리를 어깨 너비로 벌리고 몸을 바로 세운 자세에서 양쪽 뒤꿈치를 들어 올렸다가 내림을 10회 반복하였다. 이때, Biorescue 모니터 화면을 보며, 뒤꿈치를 올린 상태에서 새끼발가



**Figure 4.** Double heel raise in standing (A) while maintaining neutral position of ankle joint and (B) with excessive ankle inversion.

락과 엄지발가락이 같이 화면에 찍혀 발목 안쪽 변잡 없이 뒤꿈치를 올림과 내림을 하도록 한다(Figure 4). 만약 엄지발가락의 압력 분포가 Biorescue 모니터에서 사라지면, 발목 안쪽 변잡이 일어났음을 의미하고, 엄지발가락이 화면에 나타나도록 참가자가 발목을 중립 자세로 조절하는 훈련을 하였다. 뒤꿈치를 올림과 내림 시 무릎 관절 굽힘이 일어나지 않도록 하고, 몸통을 바로 세운 자세를 유지하도록 하였다. 동적 자세 안정성 훈련 방법이 어려운 참가자는 검사자가 직접 보여주고, 다시 설명을 듣고 익숙화 된 후 실시하였다.

동적 자세 안정성 훈련은 3단계로 구성하여, 각 단계를 총 3세트 반복하는데 세트마다 피로 없이 10초 동안 수행하게 하며, 단계와 단계 사이에 2분의 쉬는 시간을 갖고 다음 단계를 하는 방식으로 실시했다.

1단계: 손잡이를 잡고 두발로 뒤꿈치 들기

2단계: 손잡이를 잡지 않고 두발로 뒤꿈치 들기

3단계: 손잡이를 잡고 한발(우세측 발)로 뒤꿈치 들기

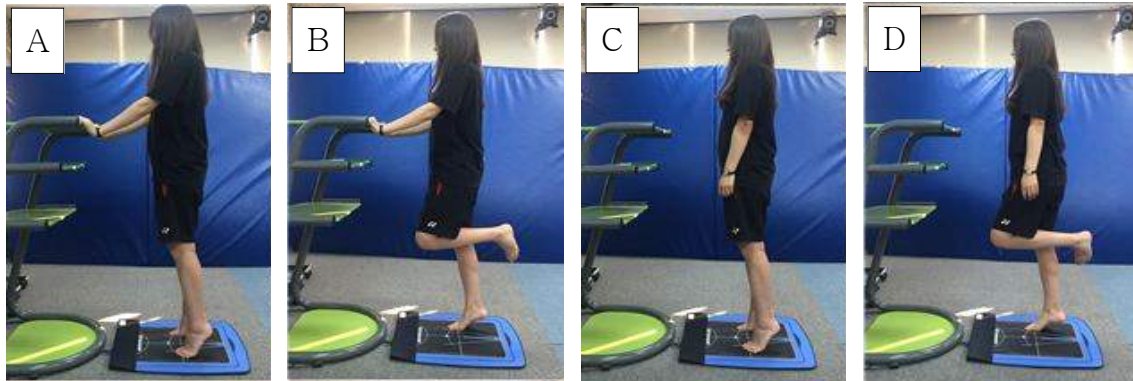
4단계: 손잡이를 잡지 않고 한발(우세측 발)로 뒤꿈치 들기(Figure 5).

3) 실험 중재 적용 후 한발 뛰기 검사

두 그룹은 각 중재를 적용 후 3분 휴식을 취한 다음 중재 전에 실시했던 것과 같은 방법으로 다중 한발 뛰기 검사를 실시하였다.

**4. 분석방법**

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 22.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하였다. 정규



**Figure 5.** Dynamic postural stability training using visual feedback for unstable ankle (A: step 1, B: step 2, C: step 3, D: step 4).

분포 여부를 알아보기 위해 Kolmogorov-Smirnov 검사를 실시하였고, 그 결과 모두 정규분포 하였다( $p>.05$ ). 연구대상자의 일반적인 특성은 기술통계량을 이용하였다. 중재 전 두 그룹의 다중 한발 뛰기 검사 시간(baseline)에 유의한 차이가 있는지 알아보기 위해 독립 t-검정을 사용하였다. 두 독립변수가 종속 변수에 미치는 영향을 알아보기 위해 이원배치 분산분석(two-way analysis of variance)(중재×시간)을 실시하였으며, 사후검정으로 본페로니(Bonferroni's correction) 분석을 이용하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 하였다.

### III. 결과

중재 전 두 그룹의 다중 한발 뛰기 검사 시간(baseline)에 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ )(Table 2).

이원배치 분산분석 결과 시간 변수에는 유의한 주효과가 있었으며( $p<.05$ ), 중재 변수에는 유의한 주효과가 없었다( $p>.05$ ). 두 변수 간에 상호작용 효과는 없었다( $p>.05$ ). 사후분석 결과, 동적 자세 안정성 훈련 그룹과 발목 보조기 그룹 모두 그룹 내에서는 중재 전후 다중 한발 뛰기 검사 시간이 유의하게 감소하였으므로( $p<.05$ )(Table 3), 두 중재 모두 다중 한발 뛰기 검사 시간 단축에 유의한 영향을 주었다. 그룹 간에는 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ )(Table 2).

### IV. 고찰

본 연구에서는 CAIT점수가 24점 이하인 대상자들에게 발목의 불안정성을 향상시키기 위한 동적 자세 안정성 훈련과 정적 안정성을 제공하는 보조기가 다중 한발

**Table 2.** Between-group comparison of the effects of each intervention on the multiple hop test

	Dynamic postural stability training group ( $n_1=14$ )	Bracing group ( $n_2=15$ )	p
Pre <sup>a</sup> time (sec)	20.94±5.70	19.78±3.38	.51
Post <sup>b</sup> time (sec)	18.09±4.20	17.73±3.40	.80

<sup>a</sup>pre-intervention period, <sup>b</sup>post-intervention period.

**Table 3.** Within-group comparison of the effects of each intervention on the multiple hop test

	Dynamic postural stability training group ( $n_1=14$ )			Bracing group ( $n_2=15$ )		
	Pre <sup>a</sup>	Post <sup>b</sup>	p	Pre <sup>a</sup>	Post <sup>b</sup>	p
Time (sec)	20.94±5.70	18.09±4.24	.01	19.78±3.38	17.73±3.43	.02

<sup>a</sup>pre-intervention period, <sup>b</sup>post-intervention period.

뛰기에 걸리는 시간을 유의하게 단축시킬 수 있는지 알아보았다. 연구 결과, 기능적 발목 불안정성을 가진 환자에게 보조기를 착용한 집단과 동적 자세 안정성 훈련을 실시한 집단 모두 한발 뛰기 검사 시간이 통계학적으로 유의하게 감소함을 보였다( $p < .05$ ). 본 연구의 임상적 의의는 발목 불안정성이 있는 사람들이 동적 검사인 다중 한발 뛰기 동안에 보조기를 착용하지 않아도 동적 자세 안정성 훈련을 하면 다중 한발 뛰기 검사 시간을 단축할 수 있다는 것을 증명한 것이다. 또한, 동적인 퍼포먼스 동안에 능동적 발목 자세 조절 능력이 발목 불안정성 향상에 미치는 효과를 제시한 기초 자료가 될 것이다.

동적 자세 안정성 훈련 그룹에서 다중 한발 뛰기 검사 시간이 2.85초 감소하여 훈련 전보다 유의하게 기능이 향상됨을 볼 수 있었다( $p < .05$ ). 선행 연구에서도 만성 발목 불안정성 환자들에게 4주간의 와블 보드를 이용한 균형 훈련을 한 결과 8자 뛰기 검사(*figure of 8 hop test*) 시간이 약 2.5초 감소되었다고 하였다(Wright 등, 2016). 불안정한 발목의 원인은 고유수용성 감각, 발목 근력, 발목 자세 조절과 같은 신경근 조절 능력의 저하 때문이라고 하였다(Richie, 2001). 선행 연구에서 적용한 와블 보드를 이용한 균형 훈련과 본 연구의 동적 자세 안정성 훈련은 각각 고유수용성 감각과 발목 자세 조절을 훈련한 것이므로, 불안정한 발목을 가진 대상자들이 동적 검사인 한발 뛰기 검사에서 유의하게 시간 단축을 보였을 것이다. 이 결과는 시각적 피드백 훈련을 이용한 발목의 동적 자세 훈련의 효과가 동적 검사인 다중 한발 뛰기 검사의 결과에 전이될 수 있음을 뜻하므로, 임상가들이 발목 불안정성 향상을 한 치료 전략 수립시, 발목의 동적 자세 훈련과 같은 동적 훈련의 적용을 고려할 필요가 있을 것이다.

선행 연구에서 발목 불안정성이 있는 대상자에게 연성보조기 착용 후 지그재그 달리기 검사에서 시간감소를 보였다(Moore와 Woollacott, 1993). 선행 연구의 결과와 같이 본 연구의 보조기 착용군은 보조기 착용 전에 비해 착용 후, 한발 뛰기 검사의 시간이 2.05초 감소하여 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 다중 한발 뛰기 검사는 동적인 검사이므로 능동적 중재인 발목의 동적 자세 훈련이 더욱 효과가 좋을 것이라 예상했지만, 결과적으로 능동적 중재와 수동적 중재가 한발 뛰기 검사의 시간 단축에 미치는 효과는 비슷하게 나타났다. 발목 보조기는 기계적인 안정성을 향상시키는 것보다 불안정한 발목의 고유수용성 감각을 촉진시키고

가쪽 번짐근의 수축 반응 시간을 향상시켜 능동적 안정성을 향상시키기 때문에, 발목 불안정성을 향상시키는데 효과적이라고 한다(Donovan 등, 2016; Richie, 2001). 본 연구 결과에서도 발목 보조기가 수동적 요소뿐만 아니라 발목 동적 자세 훈련처럼 능동적 안정성 향상에 기여했을 가능성이 있고, 이로 인해 다중 한발 뛰기 검사 시간이 단축되었을 것이다. 따라서, 보조기 착용도 한발 뛰기 검사의 시간단축에 효과적인 결과를 보이는 중재라 할 수 있다.

본 연구의 제한점은 첫째, 그룹의 대상자를 발목의 기능적인 불안정성을 가진 대상자만 선정하여 발목의 기능적인 불안정성이 없는 대상자와 비교하지 못한 점이다. 둘째, 본 연구의 결과는 유의한 차이를 보였지만 해석 및 임상적 적용에 주의할 필요가 있다. 기존 연구에서는 한발 뛰기 검사의 시간의 최소 임상적 차이(*minimal clinical difference*)가 4.8초 이상 감소하였을 때 임상적 효과가 있다고 하였다(Eechaute 등, 2008). 본 연구에서는 두 그룹 모두 다중 한발 뛰기 검사의 시간 감소가 통계학적으로 유의한 차이는 있지만, 선행 연구에 근거했을 때 임상적으로 두 중재가 한발 뛰기 시간을 4.8초 이상 감소시킬 수 있을 만큼 우수한 중재는 아니므로 중재 적용 시 연구자의 주의가 필요하다. 현재 선행연구들에서 어떠한 중재도 한발 뛰기 시간을 4.8초 이상 감소시키지 못했으므로, 미래 연구에서는 동적 자세 안정성 훈련의 장기간 적용이 다중 한발 뛰기 검사의 시간을 4.8초 이상 단축시킬 수 있는지 확인해 볼 필요가 있을 것이다. 또한 추후 연구에서 건강한 그룹과 발목 불안정성이 있는 그룹에게 발목 동적 자세 훈련을 적용한 비교 연구도 필요할 것이다.

## V. 결론

기능적 발목 불안정성이 있는 젊은 대상자들에게 보조기를 착용한 그룹과 발목 동적 자세 훈련을 한 그룹의 즉각적 효과를 비교해 보았을 때, 두 그룹 모두 유의하고 비슷하게 다중 한발 뛰기 시간을 감소시켰다. 본 연구 결과는 능동적으로 발목의 안정성을 조절할 수 있는 능력의 저하가 기능적 발목 불안정성의 원인 중 중요한 요소라고 하는 선행 연구들의 결과를 뒷받침한다. 본 연구에서 증명한 시각적 피드백을 이용한 동적 자세 안정성 훈련의 효과는 기능적 발목 불안정성을

가진 스포츠 선수들에게 발목 안쪽 번짐 손상 없이 다중 한발 뛰기와 같은 동적 퍼포먼스를 향상시키고자 할 때 적용될 수 있을 것이다. 본 연구 결과를 기초하여 추후 연구에서는 기능성 발목 불안정성을 가진 스포츠 선수에게 장기간의 동적 자세 안정성 훈련이 한발 뛰기 시간 감소와 경기 시큰 후 발목 부상 재발을 감소에 미치는 효과를 알아볼 수 있을 것이다.

## References

- DiStefano LJ, Padua DA, Brown CN, et al. Lower extremity kinematics and ground reaction forces after prophylactic lace-up ankle bracing. *J Athl Train.* 2008;43(3):234-241.
- Docherty CL, Arnold BL, Gansneder BM, et al. Functional-Performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *J Athl Train.* 2005;40(1):30-34.
- Docherty CL, Moore JH, Arnold BL. Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. *J Athl Train.* 1998;33(4):310-314.
- Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, et al. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: A systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Med.* 2014;44(1):123-140.
- Donovan L, Hart JM, Saliba SA et al. Rehabilitation for Chronic Ankle Instability With or Without Destabilization Devices: A Randomized Controlled Trial. *J Athl Train.* 2016;51(3):233-251.
- Echaute C, Vaes P, Duquet W. Functional performance deficits in patients with CAI: Validity of the multiple hop test. *Clin J Sport Med.* 2008;18(2):124-129.
- Fitzgerald D, Trakarnatanakul N, Smyth B, et al. Effects of a wobble board-based therapeutic ergaming system for balance training on dynamic postural stability and intrinsic motivation levels. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(1):11-19. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3121>
- Gauffin H, Tropp H, Odenrick P. Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instabilities of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1988;9(2):141-144.
- Greene TA, Hillman SK. Comparison of support provided by a semirigid orthosis and adhesive ankle taping before, during, and after exercise. *Am J Sports Med.* 1990;18(5):498-506.
- Gross MT, Liu HY. The role of ankle bracing for prevention of ankle sprain injuries. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(10):572-577.
- Hall EA, Docherty CL, Simon J, et al. Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: A randomized controlled trial. *J Athl Train.* 2015;50(1):36-44.
- Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med.* 2000;29(5):361-371.
- Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, et al. The Cumberland ankle instability tool: A report of validity and reliability testing. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(9):1235-1241.
- Kosik KB, McCann RS, Terada M, et al. Therapeutic interventions for improving self-reported function in patients with chronic ankle instability: A systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51(2):105-112. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096534>
- Mattacola CG, Dwyer MK. Rehabilitation of the Ankle After Acute Sprain or Chronic Instability. *J Athl Train.* 2002;37(4):413-429.
- Moore S, Woollacott MH. The use of biofeedback devices to improve postural stability. *Phys Ther Practice.* 1993;2(2):1-19.
- Nyska M, Shabat S, Simkin A, et al. Dynamic force distribution during level walking under the feet of patients with chronic ankle instability. *Br J Sports Med.* 2003;37(6):495-497.
- Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train.* 2002;37(1):71-79.
- Richie DH Jr. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: A comprehensive review. *J Foot Ankle Surg.* 2001;40(4):240-251.

Ross SE, Guskiewicz KM. Examination of static and dynamic postural stability in individuals with functionally stable and unstable ankles. *Clin J Sport Med.* 2004;14(6):332-338.

Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, et al. Reliability of a functional test battery evaluating functionality, proprioception, and strength in recreational athletes with functional ankle instability. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2008;44(4):407-415.

Wikstrom EA, Hubbard-Turner T, McKeon PO. Understanding and treating lateral ankle sprains and their consequences: A constraints-based approach. *Sports Med.* 2013;43(6):385-393.

<https://doi.org/10.1007/s40279-013-0043-z>

Wright CJ, Linens SW, Cain MS. A randomized controlled trial comparing rehabilitation efficacy in chronic ankle instability. *J Sport Rehabil.* 2016;24:1-32.

---

---

This article was received November 22, 2016, was reviewed November 22, 2016, and was accepted January 10, 2017.