

## 탄력밴드와 단축발 운동이 중등도 이하 무지외반증환자의 발가락 휨 각도와 족저압, 균형에 미치는 영향

이형수<sup>‡</sup>·김은주·박인서·배민식·신재원·이지운·장요윤·조호진·최근옥·최하림·김장선<sup>1</sup>  
<sup>‡</sup>광주보건대학교 물리치료과·<sup>1</sup>원광대학교 광주한방병원

### The Effects of Combined Exercises of Elastic-Band and Short Foot Exercise on Plantar Foot Pressure, Toe Angle and Balance for Patients with Low to Moderate Hallux Valgus

Lee Hyoungsoo, PT, Ph.D.<sup>‡</sup>·Kim Eunju·Park Inseo·Bae Minsik·Shin Jaewon·Lee Jiun·Jang Yoyun·Jo Honjin  
Choi Kunok·Choi Harim·Kim Jangsun, PT<sup>1</sup>

<sup>‡</sup>Department of Physical Therapy, Gwangju Health University

<sup>1</sup>Gwangju Oriental Medical Hospital, Wonkwang University

#### Abstract

**Objective:** The purpose of this study was to further the empirical evidence regarding exercise as an effective alternative to surgery for treating patients with low to moderate hallux valgus.

**Method:** A total of 20 students with low to moderate hallux valgus participated in this study for six weeks. Participants were selected according to foot-print. All participants exercised using a combination of Elastic-band and Short Foot Exercises twice a week for thirty minutes each time. Measurements were taken at week 0 and week 6 for plantar foot pressure, toe angle and balance. The data was processed using a paired t-test.

**Results:** There were significant differences in pretest and posttest measurements for balance. However there were no significant differences in plantar foot pressure and toe angle.

**Conclusion:** Although our study did not support the effect of exercises on plantar foot pressure and toe angle, we did show evidence that exercise was effective for balance. In order to increase the effectiveness of this exercise program, patients need to be more aware of the footwear they use in their daily lives so as to contribute to the overall effectiveness of treating low to moderate hallux valgus and offer an alternative to surgery.

---

**Key word:** Balance, Hallux valgus, Short foot exercise, Thera-band, Toe angle.

<sup>‡</sup>교신저자 :

이형수, hslee@ghu.ac.kr, 010-5385-7420

접수일 : 2015년 9월 18일 | 수정일 : 2015년 9월 25일 | 게재승인일 : 2015년 9월 30일

## I. 서 론

최근 ‘삶의 질’이라는 개념이 사회에 등장하면서 인간은 여러 방면에서 행복을 추구하고자 한다. 이러한 삶의 질은 건강 및 유지되는 질환으로 이어질 수 있는데, 이 중 신체를 지지하고 직립보행에 어긋나는 보행 패턴의 원인이 되는 하지 질환은 국가적, 사회적 계층을 막론하고 모든 연령의 사람들에게 일반적이고, 장애나 질병의 주요 원인 중 하나이다. 따라서 인체 하지의 움직임에 대한 이해와 이에 대해 발생하는 질환 연구는 필수적일 것이다(배지용, 2014).

발은 건강 상태를 나타내는 신체 부위로 예부터 인체의 축소판과 같이 여겨져 왔는데(정지추, 2006), 신체부위 중 가장 아래에 위치하고 인체의 기초로서 몸의 균형을 유지하고 지지하며, 보행 및 독립적인 활동을 하는 등 매우 중요한 역할을 한다(김은호, 2012). 발의 구조 중 안쪽발바닥활은 보행하거나 달릴 때 발생하는 충격을 흡수하는 역할을 하며, 첫 번째 발허리뼈 먼쪽 및 중간 부분은 신체의 움직임 시 스프링과 같이 체중을 지탱하여 균형을 유지해 주는데(Donatelli, 1996), 이 문제를 발생시키는 대표적인 질환이 무지외반증이다. 무지외반증은 엄지발가락의 가쪽 힘과 첫 번째 발허리뼈의 안쪽 힘이 있으면서, 첫 번째 발허리-발가락관절의 안쪽에 용기가 발생한다(Arinci, 2003).

무지외반증의 외적 요인은 굽이 높고 폭이 좁은 하이힐과 같은 서양식 신발을 신게 되면서 증가하였는데(Lee, 2000), Tanaka 등(1999)은 발허리발가락관절이 신발 또는 체중부하에 의해 발생하는 변형적인 힘들을 견디지 못하여 무지외반증이 발생한다고 하였다. 내적 요인으로는 경사진 첫 번째 발허리뼈-췌기뼈 관절(Mann과 Coughlin, 1981), 뒤정강근, 앞정강근, 종아리근, 셋째 종아리근 등의 외재근과 무지외전근 같은 내재근(Connor와 Hamil, 2004), 발바닥근막 등의 구조물 이완이 있으며(David, 2008) 발 안쪽세로활이 소실되어 발생하며 유연성 편평발이 동반될 수 있다(Inman, 1974; Shaw, 1974). 또한 유전에 의해서도 발생할 수 있으며(Geissele과 Stanton, 1990) 양쪽 발 모두에서 주로 발생한다고 하였다(Helal, 1981).

직접 지면과 접촉을 이루고 있는 발바닥은 많은 시간 동안 신체를 지지하고 있으며 끊임없이 바닥면과 접촉하여 마찰을 유발한다. 첫 번째 발허리-발가락관절의 각도는 발허리뼈의 중간선과 몸쪽 무지의 중간선이 이루는 각도를 말하며, 첫 번째 발허리-발가락관절의 각도에 따라 정상(15° 미만), 경증 무지외반(15° 이상~20° 미만), 중등도 무지외반(20° 이상~40° 미만), 중증 무지외반(40° 이상)으로 분류한다(Coughlin & Jones, 2007). 무지외반증으로 인한 발의 각 변형은 첫 번째 발허리-발가락관절에 통증을 유발시키고 그 주위로 발적, 부종, 염증을 발생시키며 기형적으로 흰 발은 미관상으로 보기 좋지 않으며 더 나아가 무릎과 허리에까지 무리를 주고 정상적인 보행에도 영향을 미칠 수 있다(박진현, 2010). 또한 발의 기계적인 자극을 완화하기 위해 가장 고려되는 것이 발바닥의 압력분포이다(정임숙, 2004). 무지외반증 환자의 발바닥 압력분포의 특성을 연구하여 무지외반증이 심한 환자일수록 첫 번째 발허리뼈 부위의 압력 접촉면적과 시간 충격량 등이 현저하게 증가함을 발표했다(김영호 등, 1997). 또한 균형은 인체의 무게중심을 지지면 위에서 지속적으로 유지하는 과정이며(Yaggie와 McGregor, 2002), 이러한 균형에 중요한 역할을 하는 것 중의 하나가 발과 발목관절이다(공원태 등, 2009). 따라서 이러한 무지외반증의 통증과 장애로 인해 균형과 보행에 기능적 문제가 되고(Menz와 Lord, 2005), 무지 외반환자는 서 있는 자세를 유지하기 위해서 더 많은 신경근육계의 요구가 필요하게 되어 발의 저운동성이나 과운동성은 신경근육계의 변화와 균형에 관련되어 영향을 주고 있음을 의미한다(Cote 등, 2005). 이때 신장운동과 근력운동은 무지외반증을 가진 환자의 외반각을 교정하는데 효과가 있고(정명균, 2007), 외반각 교정으로 인해 족저압과 균형의 변화가 있는데 교정 전에는 첫 번째 발허리뼈 먼쪽에 해당하는 부분과 무지부에 해당하는 부분의 족저압이 높게 나왔지만 교정 후에는 비교적 두 번째, 세 번째 발허리뼈 먼쪽의 해당 부분 족저압이 높아졌다(이동수 등, 1996). 또한 외반각의 교정으로 틀어졌던 무릎의 각 변형을 일으켜 균형에 영향을 준다(오봉석, 2012). 족저압의 크기와 분포는 동통이나 발의 구조적, 기능적 상태 혹은 신발이나 노면 상태 등에 영향을 받으며, 족저압 분석을 통하여 균형감각을

평가할 수 있다(김정태와 박성현, 2005).

무지외반증 치료에는 주로 수술적 방법과 보조기 착용이 처방되고 있으며, 일부에서는 신발이나 안창 조절과 운동을 통해 교정하고자 하는 시도가 있다(Kristen, 2002). 테이핑요법 또한 무지외반증의 각도 및 통증을 감소시키는데 효과적이라고 보고되었다(전미양 등, 2004). 이와 같이 무지외반증에 대한 다양한 방법들이 중재방법으로 나와 있으나 이 연구는 운동치료를 통한 무지외반증의 예후를 연구하고자 하였다.

8주간의 발강화 운동은 유연성 편평발을 동반한 무지외반증 환자에게 발의 압력과 동작분석, 편평족의 개선 및 무지외반증에 효과적인 것으로 나타났으며(박진현 등, 2012), 또한 안쪽 발활을 높일 수 있는 근력 강화운동 뿐 아니라 역학적으로 발의 회내 현상을 감소시키는 발의 바깥돌림근의 원심성 조절도 증가시켜야 된다고 하였다(Snyder 등, 2009). 그러나 가자미근의 작용력이 50% 이상 증가하면 아킬레스건이 더욱 뒤틀리며 발활이 낮아질 우려가 있다(Branthwaite 등, 2012).

앞정강근은 발의 안정적 착지를 유도하고 발활의 낮아짐이 일어나지 않게 하는데, 무지외반증 환자군의 보행특성인 발의 외측으로 보행을 하는 경향 때문에 발등 굽힘 및 안쪽 번짐을 담당하고 있는 앞정강근이 정상군에 비해 크게 작용하고 있음을 알 수 있다. 또, 종아리근은 발목관절 측면의 안정성을 제공하고 발 앞부분의 안쪽 번짐을 유도하는데 무지외반증 환자의 경우 종아리근의 최고 활성화되는 시기가 정상에 비해 빠르다는 것을 알 수 있다. 이는 무지외반증 환자의 경우 옆침 운동을 빨리 시작하여 보행을 끝내기 때문에 회내 운동을 담당하고 있는 종아리근이 정상군에 비해 조기에 큰 근활성도를 내면서 보행을 하는 것이다(황성재, 2005).

종아리근과 가자미근, 앞정강근, 족저근막의 스트레칭을 통해 환자의 하퇴부에 적절한 길이-장력을 유지하기 위해 신장운동과 안쪽 번짐과 안쪽 돌림 시키는 도수치료와 발과 발목 관절의 자가신장 운동(William 등, 2012; 형인혁 등, 2008)을 시행하고 이 연구에서 복합운동에 적용하는 탄력밴드는 탄력성이 있는 밴드로서 모든 방향에서 저항운동이 가능하고, 밴드가 수축하려고 하는 힘과 반대 방향으로 진행하여 근육의 힘이 발생되기 때문에 중력에 대한 영향을 거의 받지 않는다(서지

선, 2005). 또한 관절가동 전 범위 내에서 지속적인 저항을 주어 최대 근 활성화를 시키고, 근력증가와 균형에도 효과적인 근력 강화 운동으로 많이 이용되고 있다(Page, 2000). 이러한 탄력밴드를 이용하여 앞정강근의 근력강화를 위해 안쪽 번짐과 발등 굽힘, 발바닥 굽힘을 시행하여 근육의 균형적인 활성화와 자세 유지와 신체 균형 능력을 증가시킨다(한상민, 2014).

발의 내재근은 안쪽세로활의 유지에 중요한 역할을 하는데(Fiolkowski, 2003; Headlee 등, 2008) 단축발 운동은 무지외전근과 같은 발의 내재근들을 활성화시키고 세로활과 가로활을 능동적으로 유지 시킬 수 있게 한다. 운동은 발가락의 움직임 없이 발허리뼈관절을 바닥에 붙인 채로 발꿈치를 향하여 당기는 동작을 실시하면 내재근이 수축되어 안쪽세로활이 높아지며 상대적으로 발의 길이가 단축되어 진다. 또한 운동 중 외재근들의 과도한 활성을 피해야 하며 처음에는 부분적인 체중부하 상태에서 수동적으로 진행되며 점차 환자 자신이 능동적으로 완전한 체중부하 상태에서 수행할 수 있게 한다(Page 등, 2010). 또한 단축발 운동은 앉은 자세보다는 선 자세에서 무지외전근의 근 활성도가 증가하였고 앉은 자세와 30° 발등 굽히고 앉은 자세 간 비교에서는 30° 발등 굽히고 앉은 자세가 유의하게 높았다(구영미, 2011). 뿐만 아니라 내재근의 근력 강화를 위해 수건을 이용한 발가락 말기 운동을 실시한다(정도영과 고은경, 2009).

이와 같이 무지외반증에 대한 다양한 치료 방법들이 중재법으로 제시되어 있으나 운동치료를 통한 족저압과 신체 균형의 변화와 관련된 연구가 부족한 실정이다. 따라서 발의 내측 아치와 발목 안정화에 관여하는 근육과 인대의 운동과 무지에 직접적으로 신장과 근력을 함께 하는 운동프로그램을 진행하여 족저압과 신체 균형의 변화를 알아보하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자 및 기간

2015년 4월 6일부터 2015년 5월 22일 까지 6주간 광

주 소재 G대학에 재학 중인 20대 20명을 선발하였으나 개인사정으로 인한 중도 포기자 3명을 제외한 17명을 대상으로 실시하였다. 대상자들에게 연구 내용을 자세히 설명하고 본인의 의사에 따라 실험 동의서를 작성하도록 하였다(표 1). 중등도 이하의 무지외반증 환자를 알아보기 위해 foot-print 소견 상으로 엄지발가락과 발허리뼈의 각이 15° 이상인 대상자들을 선정하고 이에 대한 기준 조건은 다음과 같다(Coughlin & Jones, 2007).

- 1) 무지외반증 통증으로 수술을 받은 적이 없는 자
- 2) 무지외반증과 관련된 운동을 받아 본 경험이 없는 자
- 3) 무지외반증 외 다른 족부 질환과 하지 질환이 없는 자

표 1. 연구 대상자의 일반적 특징 (N=17)

변수	평균±표준편차
나이(year)	20.94±1.84
키(cm)	165.31±8.58
체중(kg)	55.38±8.39
우세발	오른발 17, 왼발 0

## 2. 연구 설계

본 연구는 단일집단 사전, 사후 설계로서 실험에 동의한 무지외반증 환자 성인 17명을 대상으로 선정하였으며 탄력밴드 운동과 단축발 운동을 병행하여 실시하였을 때 족저압과 신체 균형의 변화를 알아보기 위한 연구이다. Foot-print를 통해 선발된 대상자들은 실험 참여 동의서를 작성한 후 대상자의 일반적 특성을 조사하고 각 집단의 신체 기능 및 일상생활 정도를 0주, 6주에 걸쳐 측정하여 비교하였다. 운동프로그램은 가자미근과 앞정강근, 발가락 신장을 하기 위한 준비운동 5분, 내재근과 근육의 균형적인 활성화와 균형 능력의 증가를 위한 본 운동 20분, 마무리운동 5분을 주 2회, 총 6주간 실시하였다(표 2). 강도 조절을 위해 1주~3주 동안은 단축발 운동을 앉은 자세에서 발가락 감기 운동은 무게 없이 탄력밴드 운동은 RED 등급으로 실시하였으며 4주~6주 동안은 단축발 운동을 선 자세에서, 발가락 감기 운동은 수건 위에 무게를 추가한 상태에서, 탄력밴

드 운동은 GREEN 등급 수준에서 진행하였다(박진현, 2010; 황명중, 2008). 실험 절차는 다음과 같다(그림 1).

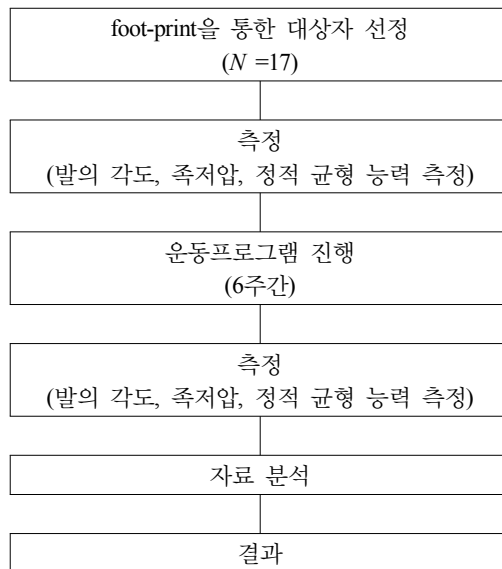


그림 1. 연구 절차

## 3. 연구 방법

### 1) 준비운동 및 마무리운동

스트레칭을 통하여 운동시작 전과 마무리 운동을 실시하여 다리근육의 긴장을 완화시키고, 활동 전에 근조직의 이완과 수축된 인대를 신장시키고 다양한 활동을 상승시키며(조세진, 2002), 통증감소와 상해예방을 위한 필수적인 운동이다(임하얀, 2013). 모든 그룹은 준비운동 및 마무리운동을 5분씩 실시하였다(부록 1)

### 2) 탄력밴드를 이용한 근력 운동

탄력밴드를 이용한 탄성저항근력운동을 6주간 주3회 실시하였다. 1~3주까지는 정해진 운동동작을 15회 시행할 수 있는 운동 강도를 지닌 탄력밴드를 선택하여 운동을 실시하였고 운동 후 4~6주까지는 처음 운동을 시행한 밴드의 강도에서 한 단계 탄성강도가 높은 색깔의 탄력밴드를 사용하여 운동을 실시하였다(이형수 등, 2004). 발등 굽힘, 발바닥 굽힘, 안쪽 번짐을 탄력밴드를 이용하여 실시하고, 운동은 신장성 수축 4초, 동작 유지 2초, 단축성 수축 4초 각 15회를 1set로 하여 총 3set를

실시하고 세트 사이에는 1분간 휴식을 취하였다(이영숙, 2004; 황명중, 2008)(부록 1).

### 3) 단축발 운동

단축발 운동은 발 고유의 내재근을 강화하여 발바닥 아치를 만들어 발을 안정화하는 운동이다. 엄지의 몸쪽 마디관절을 뒤꿈치쪽으로 끌어당기는데 이때 발가락에 굽힘이 일어나지 않게 하였고, 1주~3주차는 체중부하를 받지 않는 앉은 자세에서 시행하며 주~6주차에는 체중부하를 받는 양발로 서는 자세로 시행하였다. 운동 시간은 5초 동안 유지 후 5초 휴식을 1분 간 진행하는 것을 1set로 하여 총 3set로 시행하였다(구영미, 2012)(부록 1).

### 4) 발가락 감기 운동

발가락 감기 운동은 내재근 강화 운동으로써 측정하고자 하는 발의 발바닥 아래에 얇은 수건을 놓고 엉덩관절, 무릎관절을 90° 유지한 상태에서 엄지발가락 및 발가락관절들을 굽힘 및 펴는 자세로 수건을 감는다. 1주~3주차는 무게 없이 굴곡과 신전을 하고, 4주~6주차는 수건 위에 무게를 올려 시행하였다. 이때 굽힘과 펴는 상태를 각 5초간 유지하여 3회 반복을 1set로 총 3set를 실시하였다(정도영, 2009)(부록 1).

## 4. 측정도구

### 1) 발의 각도 측정

본 연구에서는 발의 각도를 알아보기 위해 foot-print 방법을 이용하였다(그림 2). 이 방법은 스탬프잉크를 맨발에 문힌 후 바로 용지 위에 양발을 10cm 정도 벌려 체중을 균등하게 실은 자세를 유지하여 수직유지용 팬으로 발의 외곽선을 그린 후 종이 위의 발 내측 라인과 엄지발가락의 가장 돌출된 부위에서 교차되는 2개 선의 각도를 측정하여 각도가 15° 이상 40° 미만인 대상자를 선정하였다(신성우, 2002).



그림 2. foot-print

### 2) 족저압 측정

본 연구에는 족저압을 측정하기 위해 Pedoscan (AP1174, Diers, Germany)을 사용하였다(그림 3). 이는 정적으로 양발의 족저압을 측정하는 것으로, 발의 영역을 9개의 영역으로 나누고 발의 압력과 관련된 정보를 세분화시켜 각 영역의 압력분포를 분석하였다(김용재 등, 2004)(그림 4). 이 연구에서는 무지 부분인 1번 구역과 첫 번째 발허리뼈 부분인 3번 구역을 중점으로 분석하였다(문재호 등, 1996). Pedoscan은 DICAM 프로그램을 이용하여 발바닥의 영역을 구분한 후 센서별로 압력 지수를 색상으로 표현하고, 수치와 막대그래프로 각 영역을 분석하여, 영역별로 발의 전, 후 체중비율 등을 표현한다. 측정은 바로 선 상태에서 장비 위로 양발을 올려 시선은 측정자가 정해주는 앞의 기준점을 응시하고 움직이지 않는 상태에서 30초 동안 측정하였다(서동현, 2013). 결과 값은 각 영역에 가해지는 전, 후 체중분포 (n/cm<sup>2</sup>)로 나타난다.



그림 3. 족저압 측정 장비

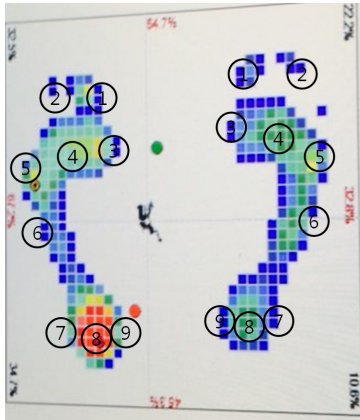


그림 4. 압력 분포도

표 2. 운동프로그램

구분	기간	운동	시간
운동 전 준비운동(5분)	1~6주	가자미근 스트레칭	20초
		앞정강근 스트레칭	
		수건을 이용한 발가락 신장	
단축발 운동(5분)	1~3주	앉은 자세 30° 발등을 굽히고 앉은 자세	3set
	4~6주	선 자세	
		30° 발등을 굽히고 선 자세	
발가락 감기 운동(5분)	1~3주	발가락 지절관절 굽힘	3set
	4~6주	무게를 추가한 발가락 굽힘	
		지절관절 펴	
탄력밴드 운동(10분)	1~3주	RED 등급 발등굽힘 발바닥굽힘	15회 3set
	4~6주	GREEN 등급 안쪽번짐 발등굽힘	
		발바닥굽힘 안쪽번짐	
운동 후 마무리운동(5분)	1~6주	가자미근 스트레칭 앞정강근 스트레칭 수건을 이용한 발가락 신장	20초

3) 균형 측정

(1) 정적 균형 능력 검사

본 연구에서는 자세조절능력을 측정하기 위하여 BBS(Biodex Balance System SD, Inc, USA)기구를 사용

하였다(그림 5). 이 기구는 안정적인 바닥 위에서 동시에 전-후축과 내-외축으로 자유롭게 움직이는 회전식 원형 발판에 대상자로 하여금 원형 발판 위에 맨발로 올라서서 모니터 화면을 주시하여 지지면의 중심에 자신의 무게중심이 위치하도록 맞춰 서게 하였다. 그 상

태로 지지면 상에서 양발의 발뒤꿈치 중앙점의 위치를 표시하는 좌표의 값을 장비에 입력하였다. 검사는 과녁 점이 한가운데 놓이게 되면 시작하여 동시에 화면에서 보이는 시각적인 정보를 차단하며 시선은 미리 정해놓은 정면 표적을 응시하도록 지시하였다(김연희, 2009). 검사 간에는 최소한의 근 피로를 줄이기 위하여 10초간 휴식 시간을 가진다. 자세 안정성을 검사하기 위하여 정적인 균형 검사를 실시하였으며, 정적 균형력의 지지대는 Level 6단계인 안정된 지면 조건에서 시작하여 Level 1단계인 불안정한 지면으로 구성되어 있으면 안정된 지면 조건에서 불안정지면 조건으로 자동으로 변화되며 측정 시간은 1분이다. 측정은 총 2회에 걸쳐 실시되며 각 회당 휴식시간은 30초이다. 세 안정성 검사란 대상자의 균형중심 유지 능력을 평가하는 것으로 결과로 제시되는 안정성 지수는 중심으로 부터의 편위를 뜻하며, 점수가 낮을수록 자세가 안정적이다(신혁수 등, 2013). 측정 중 대상자가 평형을 잃었을 경우 다시 평형을 잡을 수 있도록 핸들을 잡는 것을 허용하였으며 대상자가 짧은 시간 안에 평형을 회복하지 못한 경우 측정을 무효처리하고 다시 측정하였다(황수진 등, 2008).



그림 5. 균형 측정 장비

### 5. 자료 측정

본 연구 자료의 분석은 통계 프로그램인 SPSS 버전 18.0을 이용하였다. 통계 방식은 중등도 이하 무지외반증을 가지고 있는 실험군 17명을 중재 전과 후, 두 시점

으로 나누어 족저압과 신체 균형을 비교하기 위해 대응 표본 T 검정을 이용하여 검정하였다. 통계학적 유의수준을 검사하기 위한 유의확률은  $p<.05$ 로 설정하였다.

## Ⅲ. 연구결과

### 1. 중재 전·후 발의 각도 변화

본 연구에서는 발 내측 라인과 엄지발가락의 가장 돌출된 부위의 각도를 알아보기 위해 foot-print 방법을 이용한 결과 다음과 같다(표 3). 탄력밴드와 단축발 운동을 이용한 복합 운동프로그램의 운동 전에는  $17.15\pm 3.38^\circ$ 이며 운동 후에는  $17.13\pm 3.38^\circ$ 로 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

표 3. 발의 각도 변화 (단위: °)

항목	전	후	t	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
각도	17.15±3.38	17.13±3.38	0.39	0.70

\* $p<0.05$

### 2. 중재 전·후 정적균형능력의 변화

탄력밴드와 단축발 운동을 이용한 복합 운동프로그램으로 운동 전이  $3.29\pm 1.27$ 점이며 운동 후  $2.64\pm 1.01$ 점으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ )(표 4).

표 4. 균형능력의 변화 (단위: 점)

항목	전	후	t	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
균형능력	3.29±1.27	2.64±1.01	2.81	0.01

\* $p<0.05$

### 3. 중재 전·후 족저압의 변화

실험 전과 실험 후의 탄력밴드와 단축발 운동의 결과 값을 비교해보면 2번 구역의 왼쪽 발 족저압은  $1.07\pm 0.24n/cm^2$ 에서  $1.45\pm 0.27n/cm^2$ 으로 오른쪽 발은  $1.65\pm 0.47n/cm^2$



cm<sup>2</sup>에서 1.22±0.19n/cm<sup>2</sup>으로 통계적으로 유의한 차이가 없었고 4번 구역의 왼쪽 발 족저압은 5.48±0.79n/cm<sup>2</sup>에서 5.07±0.62n/cm<sup>2</sup>으로 오른쪽 발은 4.30±0.49n/cm<sup>2</sup>에서 4.76±0.41n/cm<sup>2</sup>으로 통계적으로 유의한 차이가 없었고 5번 구역의 왼쪽 발 족저압은 1.96±0.33n/cm<sup>2</sup>에서 2.93±0.28n/cm<sup>2</sup>으로 오른쪽 발은 1.90±0.39n/cm<sup>2</sup>에서 2.36±0.33n/cm<sup>2</sup>으로 통계적으로 왼쪽 발에서만 유의한 차이가 있었고 6번 구역의 왼쪽 발 족저압은 1.27±0.23n/cm<sup>2</sup>에서 1.84±0.48n/cm<sup>2</sup>으로 오른쪽 발은 1.14±0.26n/cm<sup>2</sup>에서 1.56±0.43n/cm<sup>2</sup>으로 통계적으로 유의한 차이가 없었고 7번 구역의 왼쪽 발 족저압은 3.16±0.68n/cm<sup>2</sup>에서 3.61±0.50n/cm<sup>2</sup>으로 오른쪽 발은 2.51±0.56n/cm<sup>2</sup>에서 2.72±0.39n/cm<sup>2</sup>으로 통계적으로 유의한 차이가 없었고 8번 구역의 왼쪽 발 족저압은

10.04±1.10n/cm<sup>2</sup>에서 9.55±0.88n/cm<sup>2</sup>으로 오른쪽 발은 8.84±0.93n/cm<sup>2</sup>에서 8.52±0.75n/cm<sup>2</sup>으로 통계적으로 유의한 차이가 없었고 9번 구역의 왼쪽 발 족저압은 1.85±0.45n/cm<sup>2</sup>에서 3.99±0.52n/cm<sup>2</sup>으로 오른쪽 발은 2.32±0.41n/cm<sup>2</sup>에서 3.09±0.45n/cm<sup>2</sup>으로 통계적으로 왼쪽 발에서만 유의한 차이가 있었다. 그 중 무지외반과 관련된 1번 구역과 3번 구역의 결과 값은 1번 구역의 왼쪽 발 족저압은 3.73±0.98n/cm<sup>2</sup>에서 2.79±0.45n/cm<sup>2</sup>으로 오른쪽 발은 3.37±0.77n/cm<sup>2</sup>에서 3.03±0.44n/cm<sup>2</sup>으로 통계적으로 유의한 차이가 없었고(p>.05), 3번 구역의 왼쪽 발 족저압은 2.33±0.33n/cm<sup>2</sup>에서 2.91±0.36n/cm<sup>2</sup>으로 오른쪽 발은 1.56±0.24n/cm<sup>2</sup>에서 1.98±0.19n/cm<sup>2</sup>으로 또한 유의한 차이가 없었다 (p>.05)(표 5).

표 5. 탄력밴드 및 단축발 운동에 따른 족저압의 변화 (단위: n/cm<sup>2</sup>)

Sensor Area		사전	사후	t	p
		평균±표준편차	평균±표준편차		
1구역	왼쪽 발	3.73±0.98	2.79±0.45	0.86	0.40
	오른쪽 발	3.37±0.77	3.03±0.44	-0.61	0.54
2구역	왼쪽 발	1.07±0.24	1.45±0.27	-1.11	0.28
	오른쪽 발	1.65±0.47	1.22±0.19	1.16	0.26
3구역	왼쪽 발	2.33±0.33	2.91±0.36	-1.50	0.15
	오른쪽 발	1.56±0.24	1.98±0.19	-1.32	0.20
4구역	왼쪽 발	5.48±0.79	5.07±0.62	-0.50	0.62
	오른쪽 발	4.30±0.49	4.76±0.41	-1.09	0.29
5구역	왼쪽 발	1.96±0.33	2.93±0.28	-2.86	0.01*
	오른쪽 발	1.90±0.39	2.36±0.33	-1.03	0.31
6구역	왼쪽 발	1.27±0.23	1.84±0.48	-1.62	0.12
	오른쪽 발	1.14±0.26	1.56±0.43	-1.05	0.30
7구역	왼쪽 발	3.16±0.68	3.61±0.50	-0.48	0.63
	오른쪽 발	2.51±0.56	2.72±0.39	-0.28	0.78
8구역	왼쪽 발	10.04±1.10	9.55±0.88	0.40	0.68
	오른쪽 발	8.84±0.93	8.52±0.75	-0.36	0.71
9구역	왼쪽 발	1.85±0.45	3.99±0.52	-3.42	0.00*
	오른쪽 발	2.32±0.41	3.09±0.45	-1.14	0.27

\* p<0.05



## IV. 고 찰

본 연구는 foot-print를 사용하여 첫 번째 발허리뼈와 무지의 각도가 15° 이상인 남, 녀 20명을 선발하였으나 개인사정으로 인한 중도포기 3명을 제외한 17명을 대상으로 실시하였다. 본 연구는 탄력밴드와 내재근 강화 운동을 적용하여 나타나는 발의 각도와 족저압, 균형의 변화를 확인하기 위한 연구이다. 무지외반증의 다양한 원인 중 앞정강근, 뒤정강근, 긴종아리근, 셋째종아리근 등의 외재근과 엄지발가락별림근과 같은내재근의 이완 등을 해결하기 위한 방안으로 관련 근육들을 직접적으로 강화하기 위하여 발 강화 운동을 실시하였다. 다리의 근력의 약화가 발과 다리의 구조적 변화를 불러 일으켜 발바닥활의 저하를 불러일으킴으로 다리의 근력을 강화시킨다면 발바닥 활의 저하를 막을 수 있다고 하였다(이동수 등, 1996; 정명균, 2007; 이상용, 2002).

### 1. 발의 각도 변화에 대한 고찰

편평족에 의한 체중부하 시 과도한 내회전이 일어나 족저압이 내측으로 많이 이동한다. 이로 인해 전족부로 체중부하가 집중되어 엄지발가락이 외측으로 편위 되어 무지 외반 각이 증가하고 첫 번째 발허리뼈 내측으로 편위되면서 첫 번째, 두 번째 발허리뼈 간의 각도가 증가된다(Franco, 1987; Song 등, 1996). 박진현(2010)은 몸통 강화 운동군과 발 강화 운동군을 선 자세에서 중재 기간에 따라 엄지발가락의 가쪽휨 각도와 첫 번째부터 두 번째 발허리뼈 사이의 각도의 발배뼈 떨어짐은 두 군 모두 감소하였고 걷는 중에 엄지발가락 편위의 각도와 발목의 각도는 두 군 모두 증가하였으며 발의 뒤 부분의 영역은 두 군 모두 증가하였고 발의 가운데 부분의 영역은 두 군 모두 감소하였고 발의 앞부분의 영역은 두 군 모두 변화하지 않았다. 본 연구에서도 탄력밴드와 단축발 운동을 이용해 발 내측 라인과 엄지발가락의 가장 돌출된 부위에서 교차되는 부분의 발의 각도를 측정하였으며 중재 전 각도는 17.15±3.38° 이고 중재 후 각도는 17.13±3.38° 로 유의한 수준이 없었다. 무지 외반증과 관련된 치료방법으로 수술적 방법 및 보조기적

연구는 있지만 아직까지 운동과 관련된 연구는 미비하다. 즉 주로 무지 외반증의 수술적 치료와 보조기를 이용한 치료 그에 대한 예방차원이었으며, 운동을 이용한 무지외반각 변형에 대한 효과를 입증한 연구는 거의 없었다. 이는 발의 각도는 운동적 중재보다는 수술적 치료 또는 보조기 착용을 통해 개선된다는 내용을 보여주고 있다. 임성태(2001)의 결과에서 무지 외반 환자에게 hard insole 착용 전 13.00±5.55°에서 착용 후 9.02±3.71°로 감소하였다. 제1-2 발허리뼈간 각도의 경우 hard insole 착용 전 9.09±1.04°에서 착용 후 8.18±0.98°로 유의하게 감소하였다. 무지 외반 각도가 발 보조기 착용 후 비운동군의 왼발에서는 18.20±5.02°에서 13.30±4.30°으로 유의하게 감소하였고 운동군에서도 16.70±4.24°에서 10.00±2.00°으로 유의하게 감소하였다. 비운동군의 오른발에서는 14.29±6.05°에서 12.50±4.147°로 유의하게 감소하였고, 운동군에서도 15.70±6.24°에서 9.50±3.50°으로 유의하게 감소하였다. 그러나 첫 번째, 두 번째 발허리뼈 간 각도는 왼발과 오른발의 비운동군과 운동군에서 감소하였으나 유의한 차이가 나타나지 않았다. 황병연(1986)은 치료에 있어서도 동통 및 변형이 심하지 않을 경우에는 신발의 교정 물리치료 및 약물요법과 같은 보존적 치료를 권장하고 있다. 본 예에서도 수술 전에 보존적 치료를 실시하였으나 호전되지 않았으며 계속적인 동통을 호소하였다. 수술적 치료는 보존적 치료에 효과가 없을 경우 주로 동통을 제거시킬 목적으로 시행하였다.

Lowell Scott 등(1998)은 무지외반증을 가진 일반여성을 대상으로 하여 실험군은 신장과 근력운동을 대조군은 신장운동만을 실시하여 운동 전, 후에 따라 무지외반각도를 측정하였다. 실험군의 경우 운동 전 19.05±2.93°에서 운동 후 16.14±3.69°로 감소하였다. 이것은 신장과 근력운동이 효과가 있다는 것을 의미하며, Laluya 등(2000)은 대조군 그룹의 경우 운동 전 20.73±5.02°에서 운동 후 17.86±4.69°로 감소하였다. 이 결과 또한 신장과 근력 운동을 실시하나, 신장운동만 실시하나 두 가지 방법 모두 무지외반각에는 효과가 있다는 것을 의미한다. 그러나 이와 같은 결과에 대해서는 여성만을 대상으로 신장과 근력운동을 시행하였으며 더 많은 연구의 대상으로 연구가 필요가 필요할 것이라고 판단된다.

## 2. 족저압의 변화에 대한 고찰

문재호 등(1996)은 무지외반증이 심해질수록 발허리뼈 부위에 접촉면적이 증가하고 이 부위에서 과다한 압력과 충격량이 작용하고 있다고 하였다. 본 연구에서는 탄력밴드와 단축발 운동을 이용한 첫 번째 발허리뼈와 무지부의 족저압을 측정하고 첫 번째 발허리뼈 부위 중 왼발은  $0.58n/cm^2$  높아졌고, 오른발은  $0.42n/cm^2$  높아졌으며, 무지부는 왼발이  $0.94n/cm^2$  낮아졌고, 오른발은  $0.34n/cm^2$  높아졌다. 연구의 결과를 종합하여 볼 때, 탄력밴드와 단축발 운동을 이용한 족저압의 유의한 차이가 없었다. 또한 이진환 등(2012)도 발목 근력 강화훈련의 훈련 전과 훈련 후 무지부, 첫 번째 발허리뼈부위에서 최대 족저압의 유의한 차이가 없다. 김순자와 이광재(2012)의 도구 운동이 자세균형과 족저압 분포에 미치는 영향에서는 20대 남, 녀 20명을 대상으로 4주간 회당 50분씩 주 3회 운동을 하고 운동 전과 운동 후의 족부 압력의 변화를 측정하였는데 운동 전의 수치는 운동 전  $2.7n/cm^2$ 에서 운동 후  $3.0n/cm^2$  로 약간의 평발에서 정상범위로 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. 세부적인 족부 압력의 변화된 정도를 알아보기 위해 교차분석을 실시한 결과에서도 유의한 결과는 없었다. 이정섭과 조효구(2011)는 1회당 90분씩 매주 3회 8주간 운동을 하였으며, 그 결과 F-scan system을 이용하여 측정한 결과 집단의 f값이  $1.636n/cm^2$  이고 그에 대응하는 sig값은  $2.25n/cm^2$ 로 유의수준 5% 하에서 유의하지 않아 집단에 따라 보행 중 족저압 접촉 비율의 변화에 영향을 주지 않는 것으로 나타났고, 발허리뼈와 무지부에 해당하는 부분은 최고압력이 유의하게 증가하였고 평균압력은 유의하게 낮아졌다.

권자은(2014)은 필라테스 운동을 통해 좌, 우 족저압이 사전측정에서는  $9.00\pm 5.23n/cm^2$ 이었고 사후측정  $5.37\pm 4.62n/cm^2$ 으로 약 3.63%감소하였다. 전, 후 족저압은 사전측정이  $18.75\pm 7.66n/cm^2$ 이었고, 사후측정은  $8.75\pm 5.57n/cm^2$ 로 약 10%감소하여 유의한 수준을 보였다. 임은정(2014)은 하지강화트레이닝을 통해 훈련 전에는  $11.84\pm 6.15\%$ 에서 훈련 후에는  $6.5\pm 5.62\%$ 로 유의한 수준을 보였다. 이와 같은 연구결과는 12주간과 주 3회라는 긴 연구기간을 통해 나온 결과이다. 이와 같은 연구 결

과는 장기간의 운동기간과 정확한 운동자세로 실시한 경우 나타났으며 실험 조건상 선행논문에서는 PAROTEC system과 같은 특정 부위의 족저압을 자세히 나타낼 수 있었지만 본 연구에서는 Pedoscan 장비를 사용하여 족저압 측정 시 세밀한 부위의 측정이 선행논문에 비해 낮고, 개인의 평소 활동성과 정확한 운동 자세를 잡지 못함이 큰 원인들로 생각되며 추후 장기간의 운동기간과 정확한 운동자세로 실시한 경우 각 집단 간의 근력증가 차이가 있을 것으로 판단된다.

## 3. 균형의 변화에 대한 고찰

Shumway와 Woollacoot(2006)는 균형에 영향을 주는 요인은 근 골격계 요소, 신경근 연결, 개개의 감각계, 감각 전략, 선행기전, 적응기전, 그리고 내적 재현 등이 있으며 본 연구에서는 무지외반증 환자에게 근 골격계적 요소인 탄력밴드와 단축발 운동을 이용한 중재를 통해 균형의 변화를 관찰했을 때, 대상자의 균형능력이 더 향상될 것이라 생각된다.

Kim(2006)은 균형능력의 증진을 위한 여러 방법 중 하지 근력강화 트레이닝이나, 손쉽게 탄력밴드를 이용해서 무릎관절 근력강화트레이닝을 시켜 균형조절능력을 향상시킨다고 보고하였다. Edwards(2007)는 발목관절, 무릎관절, 그리고 엉덩관절의 효과적인 결합으로 인해 자세안정성이 조절된다고 하였으나, 이러한 결과는 자세안정성을 조절하는 것은 발목, 무릎 엉덩관절과 근육의 상호작용에 의한 것이라는 결과에 부합되며, 또한 본 실험결과와 안정성이 향상됨을 보여주었다. 윤형덕(2006)은 탄력밴드를 이용한 등장성 운동은 균형을 운동 전  $17.41\pm 9.47$ 점에서 5주간 운동 실시 후에  $41.55\pm 11.50$ 점으로 균형능력이 증가됨을 보였으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 또한 정영준(2006)의 연구에서는 치료면의 질이 균형에 미치는 효과에서 6주간 하체에 관한 재활 운동치료를 적용하였으며 통계학적으로도 유의한 차이가 있었다. 또한 LOS의 한계에서 있는 위치와 좌석으로부터 short foot exercise후에 동적 균형 변화를 결정하기 위해 측정하였는데, 왼쪽, 앞, 뒤 전체 모든 분야에서 크게 증가하였다고 보고하였다(Moon 등, 2014). 본 연구에서 정적균형능력이 중재 전에는

3.29±1.27점, 중재 후에는 2.64±1.01점으로 값들이 나타났으며 유의한 차이를 보였다. 이는 앞서 제시한 윤형덕(2006)과 정영준(2006)의 연구에서와 같이 정적 균형능력이 유의한 차이를 보인 것과 같다. 이러한 논문과 비교했을 때 본 연구가 내고자 하는 결과와 일치하나 편마비 환자나 노인 환자가 아닌 무지외반증이라는 질환을 가지고 20대에 한하여 무지외반증 환자에게 탄력밴드를 이용한 신장 근력운동을 실시하고 단축발 운동과 같은 내재근 등을 훈련시킬 수 있는 복합 운동프로그램을 통한 균형의 변화를 관찰했을 때, 대상자의 균형능력이 더 향상될 것이라 생각된다. 또한 Ryu(2011)의 연구 또한 족부변형과 정적 평형성 및 순발력은 유의한 상관관계가 있는 것으로 보고했다. 이상의 결과들을 미루어 볼 때 탄력밴드 운동과 단축발 운동은 정적 균형능력에 긍정적인 영향을 미친 것으로 알 수 있다.

그러나 Lynn 등(2012)은 대조군에게 단축발 운동을 실험군에게는 발가락 감기 운동을 시키고 동적, 정적균형능력의 변화에 대해 조사하였는데 발배뼈 높이 또는 정적균형검사에서는 유의한 차이가 없었다. 이청무(2014)의 족부 근기능에 특성이 강화된 대상자인 예로 발레리나와 같은 경우 일반 대상자들에 비해 균형능력은 뛰어나나 족부의 변형집단이 있는 대상자와 족부의 변형이 없는 정상군과 비교해 균형능력은 유의한 차이가 없음이 나타났다. Chun과 Choi(2009)의 연구에서 고유수용성 감각의 경우 족부의 변형 및 상해에 의해서만 기능이 결정되는 것이 아니라 하지의 전체의 협응 능력에 따라 수행능력이 결정되기 때문에 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 사료된다. 이는 균형장애가 어떤 특정한 부분이라고 단정하기 어려운 균형이랑 체성감각, 시각, 전정기관에 의해서 영향을 받기 때문이다. 이와 같은 연구 결과는 연구기간의 차이와 특정 직업군을 대상으로 하여 결과 값이 차이가 난 것으로 판단된다.

본 연구에서 탄력밴드 운동과 단축발 운동을 적용하여 족저압과 신체 균형을 실험한 결과 발의 압력 중심의 이동과 같은 요소는 향상되었음을 확인할 수 있었다. 그러나 대상자 선정 시 무지외반 각도 측정을 foot-print를 사용하여 다소 주관적인 관점에서 대상자를 선정하여 객관성이 떨어지고 연구 여건상 학생 중 무지외반증 환자를 찾아야 했기에 중등도 이하에 속하는

15° 내외의 20대의 학생으로 제한되었다. 또한 연구기간과 참여한 대상자의 수의 한계성으로 인하여 결과를 일반화시키기에는 부족한 면이 많았다. 또한 운동중재 후 신발 착용 및 교육이 미흡하였다. 그러므로 향후의 연구에서는 좀 더 많은 수의 대상자들과 충분한 연구기간을 가지고 시행하여 연구의 정확도를 높일 수 있도록 해야 할 것이다. 앞으로는 본 연구를 바탕으로 한계점을 극복하여 무지외반증 환자들의 족저압과 균형에 영향을 미치는 다양한 복합 운동 프로그램이 개발되어야 하고 영향을 줄 수 있는 외부적 요소를 통제하여 더 정확한 자료가 제시되어야 할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 탄력밴드와 단축발 운동이 중등도 이하 무지외반증 환자의 발가락 휨 각도와 족저압, 균형에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 본 연구의 측정 결과로는 정적 균형능력의 항목에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 족저압의 항목에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 기존에 있는 연구들은 무지외반증 환자에게 운동을 시켰을 때 각도의 변화를 측정하는 것에 국한되어 있으나, 본 연구는 각도의 변화보다는 탄력밴드와 단축발 운동을 통해 족저압은 낮추고 균형능력은 향상시키는 것에 초점을 맞추고자 하였다. 그러나 위의 결과로 보아 중등도 이하의 무지외반증 환자에게 탄력밴드와 단축발 운동을 적용했을 때 족저압을 변화시키기에는 큰 효과가 없었다고 판단된다. 그 이유는 운동의 효과를 입증하기에는 연구기간이 너무 짧았고 운동 후 대상자 교육이 부족하였다. 그러므로 향후에는 중재 기간과 주 실시하는 횟수와 교육을 실시한다면 족저압도 유의한 차이가 있을 것이다. 따라서 앞으로는 아쉬운 점들을 보완하여 본 연구보다 더 나은 결과를 얻기를 기대한다.

### 참고문헌

구영미(2011). Short foot운동과 toe spread 운동 시 여러 자세에 따른 엄지별립근의 근전도변화. 인제대학교, 석사학위 논문.

김순자, 이광재(2012). 토구 운동이 자세균형과 족저압 분포에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지, 19(1), 9-15.

김연희(2009). 하지복합운동이 뇌졸중 환자의 균형능력에 미치는 효과. 단국대학교 교육대학원, 석사학위 논문.

김영호, 박시복, 양길태 등(1997). 엄지발가락 외반증 환자의 발바닥 압력분포 특성. 의공학회지, 18(4), 439-446.

김용재, 지진구, 김정태(2004). 20세 여성의 신발종류에 따른 족저압 영역별 비교 연구. 한국운동역학회지, 14(3), 83-98.

김은호(2012). 복지관 이용 노인의 발 건강 상태와 발 관리 수행 실태. 서울대학교 대학원, 석사학위 논문.

김정태, 박성현(2005). 성인 여성의 체중별 족저압 중심 이동분석. 창원대학교 체육과학연구소, 10(3), 59-65.

김현정(2003). 소아 편평족 환자에서 구두 보조기의 족부 골격 배열과 족저압력에 대한 효과. 을지대학교 의과학연구소, 2(1), 쪽57-166..

박진현(2010). 몸통과 발 강화 운동이 유연성 편평발과 엄지발가락 가쪽힘증을 가진 성인에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 이학석사학위 논문.

문재호, 이한수, 정광익 등(1996). 정상군과 무지외반증 및 편평족 환자군의 족저압 분포. Annals of Rehabil Med, 20(3), 778-786.

배지용(2014). 인체 하지의 근골격계 질환에 대한 생체 역학적 분석. 전남대학교, 석사학위 논문.

서동현(2013). 8주간 슬링운동과 요부안정화운동이 중년 여성의 척추형태와 요부근력 및 정적균형에 미치는 영향. 남서울대학교 대학원, 석사학위 논문.

서지선(2005). Thera-Band 운동이 발목 염좌 환자의 유연성과 근력에 미치는 영향. 국민대학 스포츠산업대학원, 석사학위 논문.

신성우(2002). 군집분석을 통한 발의 유형별 특성. 경북 과학대학 논문집, 9(1), 69-80.

신혁수, 옥정석, 노미현(2013). 중장년층의 균형력과 근적성과의 관계. 운동학학술지, 15(4), 117-127.

오봉석(2012). 발 교정구를 착용한 걷기 운동이 무지외반증 노년기 여성의 TNF-a, Anti-CCP 및 체형 균형도에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 50(2), 945-956.

윤형덕(2006). 등척성 운동과 탄성밴드를 이용한 등장성 운동이 만성 슬골 관절염 환자의 근력,관절 가동범위, 균형에 미치는 영향. 단국대학교 대학원, 석사학위 논문.

이경섭, 조효구(2011). 평형성 운동이 정인지체 아동의 보행 시 족저압에 미치는 영향. 용인대학교 특수체육연구소, 8, 13-38.

이동수, 문재호, 이한수 등(1996). 정상군과 무지외반증 및 편평족 환자군의 족저압 분포. 연세대학교 의과대학재활의학교실, 20(3), 778-786.

이상용(2002). 기립자세에서 발의 변화가 슬개대퇴골각과 종경골각에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 석사학위 논문.

이영숙(2004). 세라밴드를 이용한 운동프로그램이 건강 관련 체력 및 균형감각에 미치는 효과. 동국대학교 불교대학원, 석사학위 논문.

이진환(2011). 발목관절의 근력 강화 훈련과 정적근육 신장 훈련이 뇌졸중 환자의족저압 및 보행에 미치는 영향. 대구대학교, 석사학위 논문.

이진환, 이재홍, 권원안 등(2012). 발목관절의 근력강화 훈련과 정적 근육 신장훈련이 뇌졸중 환자의 족저압 및 보행에 미치는 영향. 한국산학기술학회지, 13(3), 1153-1160.

이창욱(2007). 발 보조기와 요부 안정화 운동이 편평족을 가진 척추 부정렬 환자에 미치는 영향. 국민대학교 스포츠산업대학원, 석사학위 논문.

이청무, 이주희(2014). 고등학교 발레 전공생의 해부학적 족부 변형에 따른 족관절 가동범위, 기능수행능력, 거골경사각 및 족부 상해 비교. Korean J Health Promot, 14(2), 74-81.

이형수, 신영일, 안승현(2004). 탄력밴드 훈련이 척수손상인의 이동기능과 체력에 미치는 영향. 코칭능력개발

- 발지, 6(3), 321-328.
- 임성태(2001). 무지 외반증 환자의 hard insole 착용에 의한 중족지절관절 각도의 변화. 한서대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 임하얀(2013). 무용전공 여대생의 자기 주도적 기초체력 운동 및 준비·정리운동이 무용 상해 예방에 미치는 영향. 경희대학교 교육대학원, 석사학위 논문.
- 정도영, 고은경(2009). 발가락 감기 운동 시 지절관절 자세에 따른 무지외전근의 근 활성화도 비교. 한국전문물리치료학회지, 16(2), 9-15.
- 전미양, 정현철, 정미숙 등(2004). 테이핑 요법이 무지외반증 환자의 발 변형 각도와 통증에 미치는 효과. 대한간호학회지, 34(5), 690-691.
- 정명균(2007). 신장과 근력운동에 따른 무지외반증 여성의 발 변형 각도 변화. 고려대학교 의용과학대학원, 석사학위 논문.
- 정영준(2006). 치료면의 질이 편마비환자의 균형에 미치는 영향. 가천의과학대학교 보건대학원, 석사학위 논문.
- 정임숙(2004). 인솔형 국부 전단력 측정 시스템의 설계 및 평가. 연세대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 정지추(2005). 30-40대 여성 직업군의 발 변형 비교와 신발 착용 실태 연구. 경기대학교 대체의학대학원, 석사학위 논문.
- 조세진(2002). 무용 상해에 관한 조사연구. 성균관대학교 교육대학원, 석사학위 논문.
- 채서일(1996). 사회과학조사방법론. 서울, 비엔엠북스.
- 최홍택(2014). 족저압 지수와 동적 불균형과의 상관관계에 대한 연구. 한서대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 한상민(2014). 족궁 형성 운동이 유연성 편평족 농구선수의 하지 정렬과 체력적 요인에 미치는 영향. 세종대학교 대학원, 박사학위 논문.
- 한진태, 류태범, 이해정(2008). 정상성인의 보행중 방향 전환에 따른 족저압 분석. 한국운동생리학회지, 17(4), 515-523.
- 황명중(2008). 4주간의 근력 운동과 평형 운동이 발목 불안정성 지표와 기능적 수행 능력에 미치는 영향. 단국대학교 스포츠과학대학원, 석사학위 논문.
- 황병연(1986). 관절낭의 V형절골술 및 연부조직 교정을 병용한 무지 외반증의 치료 경험. 전북대학교 의과학연구소, 99-102.
- 황성재(2005). 다체절 발 모델 개발을 통한 보행 시 정상인과 무지외반증 환자의 발의 세부 운동특성 분석. 연세대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 황수진, 우영근, 전해선(2008). 바로 선 자세에서 발목과 무릎관절의 고정이 자세안정성에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 15(1), 30-37.
- 형인혁, 김형수, 이건철(2008). 회내발에 대한 관절가동술과 능동운동이 근 활성화도와 동적 균형능력에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 37(2), 1023-1032.
- Arinci IN, Genc H, Erdem HR, et al(2003). Muscle imbalance in hallux valgus: an electromyographic study. Am J Phys Rehabil, 82(5), 345-349.
- Chun SY, Choi OJ(2009). The ankle joint position sense, strength and Functional ability of the soccer player with functional ankle instability. Korean J Sports Sci, 18(3), 1119-1130.
- Coughlin MJ, Jones CP(2007). Hallux valgus: Demographics, etiology, and radiographic assessment. Foot Ankle Int, 28(4), 448-455.
- David JM(2008). Orthopedic physical assessment. London, Saunders Elsevier.
- Donatelli R(1996). The biomechanics of the foot and ankle. Philadelphia, F.A. Davice company.
- Edwards WT(2007). Effect of joint stiffness on standing stability. Gait Posture, 25(3), 432-439.
- Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, et al(2003). Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. J Foot Ankle Surg, 42(6), 327-333.
- Franco AH(1987). Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. Phys Ther, 67(5), 688-694.
- Geissele AE, Stanton RP(1990). Surgical treatment of adolescent hallux valgus. J Pediat Orthop, 10(5), 642-648.
- Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, et al(2008). Fatigue of the plantar intrinsic footmuscles increases navicular drop. J Electromyographic Kinesiol, 18(3), 420-425.

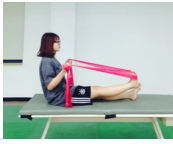
- Helal B(1981). Surgery for adolescent hallux valgus. Clin Orthop, 157, 50-63.
- Inman VT(1974). Hallux valgus: a review of etiologic factors. Orthop Clin North Am, 5(1), 59-66.
- Karen P, Michael E, Bruce M, et al(2005). Effect of pronated and supinated foot posture on static and dynamic posture stability. J Athletic Train, 40(1), 40-46.
- Kim CH(2006). The effect of strengthening leg muscular power in 8 weeks on middle-aged women's body composition, peak torque and peak torque per body weight in leg. Korean Sport Res, 17(5), 783-790.
- Krisen KH, Berfer C, Stelzig S, et al(2002). The SCARE osteotomy for the correction of hallux valgus deformities. Foot Ankle Int, 23(3), 221-229.
- Laluya JP, Nicola T, McDade S(2000). Sports medicine: Conservative approach benefits athletes with hallux valgus. BioMechanics.
- Lee WC(2000). Surgery of the foot. Seoul, Koonja.
- Lowell SW Jr, Wendy BW(1998). Postoperative hallux valgus exercises. J Foot & Ankle Surg, 37(4), 355.
- Lynn SK, Padilla RA, Tsang KK(2012). Differences in static and dynamic-balance task performance after 4 weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. J Sport Rehabil, 21(4), 327-333.
- Mann RA, Coughlin MJ(1981). Hallux valgus-etiology, anatomy, treatment, and surgical consideration. Clin Orthop, 157, 31-41.
- Menz HB, Lord SR(2005). Gait instability in older people with hallux valgus. Musculoskeletal Res Centre, L Trobe University, 26(5), 483-489.
- Moon DC, Kim K, Lee SK(2014). Immediate effect of short-foot exercise on dynamic balance of subjects with excessively pronated feet. J Phys Ther Sci, 26(1), 117-119.
- O' Connor KM, Hamill J(2004). The role of selected extrinsic foot muscles during running. Clin Biomech, 19(1), 71-77.
- Page P(2006). Developing resistive exercise programs using thera-band elastic bands & tubing. Akron, Thera-Band Academy-The Hygenic Corporation.
- Page P, Frank C, Lardner R(2010). Assessment and treatment of muscle imbalance. The Janda Approach. Champaign (IL), Human Kinetics.
- Ryu JY(2011). A study on physical strength and foot deformation of professional dancers and ordinary people. Catholic University of Daegu.
- Shaw AH(1974). The biomechanics of hallux valgus in pronated feet. J Am Podiatry Assoc, 64(4), 193-201.
- Shumway-Cook A, Woolloacott MH(2006). Motor control: Translating research into clinical practice. 3ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins.
- Sarah J, Helen B, Roozbeh N, et al(2012). The effect of three different toe props on plantar pressure and patient comfort. J Foot Ankle Res, 5(1), 1-22.
- Tanaka Y, Takamura Y, Fujii T, et al(1999). Hindfoot alignment of hallux valgus evaluated by a weight-bearing subtalar X-ray view. Foot Ankle Int, 20(10), 640-645.

부록 1. 준비운동 및 마무리운동 프로그램

명칭	사진	운동방법	비고	시간	
가자미근		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 탁자에 양손을 지지하고 선다.</li> <li>2. 신장시키고자 하는 다리의 반대쪽 다리를 굽힘 시킨다.</li> <li>3. 신장시키고자하는 다리의 뒤꿈치를 지그시 내린다.</li> </ol>	가자미근과 무릎 뒤쪽에 서만 신장을 느껴야한다.		
스트레칭		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 탁자에 양손을 지지하고 선다.</li> <li>2. 신장하고자 하는 다리의 무릎을 약간 굽힘하고 발바닥 굽힘하여 체중을 실어 앞정강근을 늘려준다.</li> </ol>	종아리 앞쪽에 당기는 느낌이 있어야하고 정적으로 시행한다.	10초 동안 유지	
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 발목을 편 상태로 무릎을 구부려 앉는다.</li> <li>2. 발목에 무리가 오지 않을 만큼 몸통을 뒤쪽으로 기울려 체중을 실고 손은 바닥을 지지하여 신장시킨다.</li> </ol>	무게중심을 발바닥과 무릎 앞쪽에 지지한다.		3회 실시
발가락		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 다리를 길게 뻗고 앉은 자세에서 발아래에 타월을 깐다.</li> <li>2. 안쪽의 타월을 잡아당기게 하여 발꿈치와 발을 내부로 회전시킨다.</li> </ol>	앞발부분만이 아니라 발꿈치도 포함시키는 것이 중요하다.		
단축발 운동		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 엄지의 몸쪽마디관절을 뒤꿈치쪽으로 끌어당긴 후 5초 동안 유지하고 이때 발가락에 굽힘이 일어나지 않게 한다.</li> </ol>	대상자가 각 과제를 실시할 때 시선은 앞을 보고 몸통은 중립자세를 취하게 한다.	5초 동안 유지 1분간 진행 3set 실시	
					
발가락 감기 운동		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 무지의 지절관절을 굽힘 및 펴는 하여 수건을 감으면서 발가락 감기 및 펴기 운동을 실시한다.</li> </ol>	원위지절이 뒤꿈치로 향하여 접근시키도록 하여 안쪽아치의 높이를 증가시킨다.	5초 동안 유지 5회 반복 3set 실시	
					
탄력밴드 운동	발바닥 굽힘		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 다리를 뻗고 앉은 자세에서 운동하고자 하는 다리에 탄력밴드를 걸친다.</li> <li>2. 탄력밴드를 고정한 후 발바닥쪽으로 굽힘한다.</li> <li>3. 발바닥 굽힘을 하고 1~2초 있다가 중립 위치로 돌아간다.</li> </ol>	정상적인 길이의 70%를 늘려서 운동을 진행한다.	15회 반복 3set 실시



발등  
굽힘



1. 다리를 뻗고 앉은 자세에서 운동하고자 하는 다리에 탄력밴드를 걸친다.
2. 탄력밴드를 고정한 후 발등쪽으로 굽힘 시킨다.
3. 발등 굽힘을 하고 1~2초 있다가 중립 위치

안쪽  
번짐



1. 다리를 뻗고 앉아 운동하고자 하는 다리에 탄력밴드를 걸친다.
2. 다른쪽 다리로 탄력밴드를 고정한 후 안쪽번짐한다.
3. 안쪽번짐하고 1~2초 있다가 중립 위치