

# Effect of taping therapy and inner arch support on plantar lower body alignment and gait

Sojung Lee<sup>1</sup>, Dawun Jeong<sup>1</sup>, Dong-Eun Kim<sup>2</sup>, Kyungock Yi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Fashion Industry, Graduate School of Ewha Womans University, Seoul, South Korea

<sup>2</sup>Department of Fashion Industry, Ewha Womans University, Seoul, South Korea

<sup>3</sup>Division of Kinesiology and Sports Studies, College of Science and Industry Convergence, Ewha Womans University, Seoul, South Korea

Corresponding author

Kyunock Yi

Associate Professor

Department of Kinesiology and Sports Studies, College of Science and Industry Convergence

University of Ewha Womans University

Seoul, 03760, South Korea

Phone: 82.10.8940.1215, Fax: 02.3277.2846, Email: yikok@ewha.ac.kr

## Abstract

**Objective:** The purpose of this study was to identify the effects of taping therapy and inner arch support on pes planus lower extremity alignment and gait.

**Method:** The study was conducted on 13 women in their 20s who had pes planus and no gait problems. Independent variables were the condition of wearing basic socks(S1) and the condition of wearing socks with taping therapy and inner arch support(S2). The dependent variable were RCSP, plantar pressure distribution during gait, underlying and medial longitudinal arch's angle measured by X-ray. Statistical analysis was performed by Wilcoxon test using SPSS 23.0 for comparison of S1 and S2.

**Results:** As a result of RCSP measurement, the angle range of S2 changed to the normal angle range. Meary's angle appeared to be less than the angle of S1, so that the degree of pes planus was alleviated. The calcaneal pitch angle increased at S2 when compared to S1. The plantar pressure distribution was divided into four areas(toe, forefoot, midfoot and hindfoot). At S2, maximum pressure increased in the toe and midfoot. And maximum force increased in the toe and midfoot significantly but decreased in the forefoot and hindfoot significantly. In addition, contact area as a whole increased especially at midfoot and hindfoot. Contact time decreased in the toe and forefoot, and contact time increased in the midfoot and hindfoot but decrease in the toe and forefoot.

**Conclusion:** Taping therapy and inner arch support showed structural improvement of pes planus. In addition, it is considered that the force and pressure applied to the foot during walking are distributed evenly in the area of the sole, thus positively affecting walking.

*Keywords:* Plantar foot, Inner arch support, Foot pressure

## Introduction

발은 서있을 때 사람의 몸을 지탱해줄 뿐 만 아니라, 보행 시 체중으로 인한 발의 충격을 흡수하고분산하는 역할을 한다(Seoul National University Hospital, 2003). 이와 같은 주된 역할을 위해, 발은 족궁(arch of

foot)이라는 특이한 구조를 가지고 있다(Kang, 2012). 족궁에는 내측과 외측 세로궁, 전족부와 중족부의 가로궁 등 4개의 족궁이 있다. 족궁의 상실은 충격 흡수에 중요한 발목관절의 배굴과 저굴 능력의 저하와도 관련이 있어 이와 관련된 여러 가지 질병을 야기한다(SNUH, 2003). 내측족궁이 낮아져서 발바닥 전체가 바닥에 닿는 상태인 편평족은 발의 충격 흡수의 저하와 과도한 회내 운동으로 인해 적절치 못한 보행으로 이어져(Song, 2008), 하지 경련, 뒤통치 통증뿐만 아니라 무지외반, 족저근막염과 같은 증상이 동반되기도 한다(Ministry of Health and Welfare, 2016).

한국발건강진흥협회에서 진행된 20~50대 여성의 족문 분석 결과, 조사 대상자 중 84.8%의 여성이 편평족, 요족과 같은 족궁의 변형 상태를 보이고 있으며 그 중 무지외반증을 가진 여성이 54.5%의 비율을 나타냈다(Lee, 2006). 족궁 변형으로 인한 질병 증상들을 완화하거나 치료 할 수 있는 테이핑 요법 및 발 보조기의 필요성이 요구된다(Lee et al., 2006). 테이핑은 부상의 예방과 부상을 입은 부위의 재발을 방지하기 위한 치료의 목적으로 사용하고 있으며, 관절의 가동범위제한, 관절고정과 근육압박의 효과, 그리고 관절 근력과 근피로에 긍정적인 영향을 미친다(Kang, Kim & Lee, 2010; Park, 2008). 또한 발목 부위에 테이핑 요법을 적용 했을 때, 발목의 내번과 외번을 감소시켜 관절가동범위변화에 영향을 미친다(Choi, 2007). 특히, 발 부위 테이핑 요법으로 인해 보행 시에 통증을 완화시키며 운동 수행능력을 개선 시킬 뿐 만 아니라 발 아치에 긍정적인 구조적 변화를 나타내기도 한다(Jang et al., 2008; Lee, Kim & Choi, 2009).

하루에 발에 부하되는 무게는 약 700여톤으로 몸무게 70kg인 사람 10,000보 기준, 연간 300만보 이상을 걷는다(Lee, 2001). 앞서 밝힌 족궁 변형으로 인해 발생하는 질병 및 증상 완화를 위한 발 보조기와 관련된 선행연구에 따르면, 맞춤형 인솔과 하지 안정화 운동이 요족 성인의 발 피로도와 하지 정렬 및 균형에 긍정적인 영향을 미쳤으며(Ko, 2015), Lee(2006)의 연구에서도 발 보조기와 요부 안정화 운동이 족부, 골반, 요부의 각도 변화를 가져왔다. Park(2008)은 발 보조기의 사용이 시상면에서 발목각도의 평균치를 거의 정상에 가깝게 변화된 결과를 보여주었다. 이에 발 보조기가 독립적으로 족부의 안정화에 긍정적인 영향을 주는 것을 알 수 있다. 이와 같이 발 보조기를 이용한 즉각적인 효과에 관한 연구나, 인솔의 구조 차이로 내측족궁을 받쳐 올려주는 기능을 하는 신발에 관한 연구가 활발한 추세이다. 그러나 신발을 착용하지 않을 시에는 발 보조기 및 인솔의 효과를 얻지 못한다는 제한점이 있어 신발을 착용하지 않을 때에도 자유롭게 발 보조기를 착용한 효과를 볼 수 있는 대체품이 필요하다. 따라서 본 연구의 목적은 내측족궁 받침을 양말 안에 넣어 발목 및 내측족궁 고정 테이핑 요법으로 일체화 시킨 양말이 평발의 하지 정렬과 보행에 미치는 효과를 규명하는 것이다.

## Method

### 1. Participants

본 연구는 평발이며, 보행 동작을 수행하기 위해 하지관절에 상해 또는 부상이 없는 20대 여성 13명을 대상으로 선정하였다. 각 연구 대상자들의 측정발은 오른쪽발로 통제 하였으며 실험은 2016년 8월 23일에서 2016년 8월 24일까지 2일동안 진행되었다. 연구대상자들은 평균연령 24.77±3.00세 이고, 평균 키 161.72±4.52 cm, 평균 몸무게는 54.08±3.95 kg이었다(Table 1).



**Table 1. General information of participants**

	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
Mean±S.D	24.77±3.00	161.72±4.52	54.08±3.95
N	13	13	13




### 2. Variables

본 실험의 독립변인은 <Table 2>로 어떠한 처치도 하지 않은 양말을 착용한 상태(S1)와 내측족궁 받침과 테이핑 요법을 적용한 양말을 착용한 상태(S2)이다. 종속변인은 안정시 종골 기립각도, 보행시 발바닥 영역별 최대압력, 접촉면적, 시간, 그리고 하지 정렬과 내측 족궁각, 미어리즈 각(meary's angle)이다(Table 3).

**Table 2. Independent variable**

Variable	Socks structure	Features
S1		Socks
S2		Taping therapy on socks with inner arch support

**Table 3. Dependent variable**

Resting Calcaneal Stance Position (RCSP)	Foot pressure	X-ray
		

### 3. Measurements

실험양말은 <Table 4>와 같이 구성하였다. 양말의 내부에 내측 족궁 받침(IMPLUS FOOTCARE LLC, China)을 넣고 <Table 5>와 같이 발목 고정 및 내측 족궁을 받쳐주는 테이핑 요법을 적용하였다. 완성된 실험양말은 <Figure 1>이다. 본 연구에 사용된 측정도구는 <Table 6>과 같다. 연구대상자들의 안정시 종골 기립각도 측정을 위해 스마트폰의 각도 어플리케이션 Compass(Apple Inc., USA)를 사용하였다. 스마트폰의 각도 어플리케이션은 무릎굴곡의 각도 측정이나 신체의 각도를 측정하기에 비교적 정확하며, 고니오미터 어플의 경우 일반적으로 사용하고 있는 휴대용 고니오미터의 대안으로, 그 중 Compass 는 수평면에서의 각도 측정에 유용하다(Jenny, 2013; Milani et al., 2014). 스마트폰을 편평한 지면에 놓고 종골을 이등분한 선과 지면이 수직을 이루는 각을 재어 평발의 정도를 측정하였다. X-ray 촬영은 하지 정렬상태는 관상면에서 족부의 내측족궁 각(calcaneal pitch angle)과 거골과 제 1 중족골이 이루는 각(meary's angle)은 시상면에서 진행하였다. 족저압력분석을 위해 독일의 Novel 사의 Emed platform 을 사용하여 초당 50-60Hz 로 보행 시 족저압력 데이터를 수집하였으며, 연구대상자 각각의 보폭에 맞추어 보행하도록 하였고 메트로놈(Panoramic Software Inc., USA)을 사용하여 보행 속도를 통제하였다.

**Table 4. Composition of development**

	Composition	Features
Socks		Knee socks(sapin, Korea) Material: cotton, spandex Length: 32 cm
Inner arch support		Air+ Perfect Comfort(IMPLUS FOOT CARE LLC, USA) Length: 28 cm, Width: 10 cm, Height: 12.7 cm
Kinesio tape		Original Kinesio tape(NASARA, Japan) Material: cotton 96%, spandex 4% Length: 5m, Width: 5 cm

**Table 5. Taping therapy used in development**




	Taping therapy	Process
Ankle support		Taping from the calf muscle to the inner calf muscle through the center of the foot
Ankle farthrodesis		Fix it in the center of the medial arch and stick it in the direction of the back of the ankle through the foot. Over the heel Achilles tendon, across the back of the foot across the outer arch, overlaid in the middle of the first foot started.
Arch support		Taping in the medial phalanx to support the ankle medial muscles and ligaments



Figure 1. Sagittal and coronal view of the inner arch support socks

Table 6. Measuring tools

Compass	Emed	Metronome

#### 4. Data processing

##### 4.1. 안정시 종골 기립각도(Resting Calcaneal Stance Position)

안정시 종골 기립각도(RCSP)는 직립상태에서 종골(발 뒤꿈치뼈)의 이등분선이 바닥과 이루는 각도이다. 측정방법은 <Figure 2>와 같다. 먼저 연구대상자를 편평한 곳에 엎드리게 한 후 종골의 중심선을 표시하였다. 그 다음 바닥에 발을 대고 선 상태에서 표시한 중심선이 지면의 수직선과 이루는 각을 측정하였다(Kang, 2012). 종골각의 측정은 스마트폰의 각도 어플(compass, Apple Inc.)을 사용하였다. 이 값이 ‘-’ 값을 갖으며 종골의 이등분선이 안쪽으로 기울면 평족이고, ‘+’ 값을 갖으면서 이등분선이 바깥쪽으로 기울면 요족으로 분류한다(Yi, Kim, & Kim, 2012). 안정시 종골 기립각도 측정으로 평족을 검사하는 방법은 X-ray 측정값과 1° 이내의 오차범위를 갖는 것으로 나타나 발 유형을 분류하는 연구방법으로서 신뢰성이 검증되었다(Hayes, 1992; Menz, 1995). 측정값이 -2° 이상 2° 이하일 경우 정상족, 3° 이상인 경우 요족으로 구분하며, 평족은 -3° 이하의 값을 갖는다(Song et al., 1996; Valmassy, 1996; Kim, 2013). 측정자간 연구 오류를 줄이기 위해 동일한 측정자가 기준양말(S1), 실험양말(S2)의 착용에 따라 연구대상자 오른쪽 발의 안정시 종골 기립각도를 각각 3회 반복 측정하여 평균값을 분석에 사용하였다.



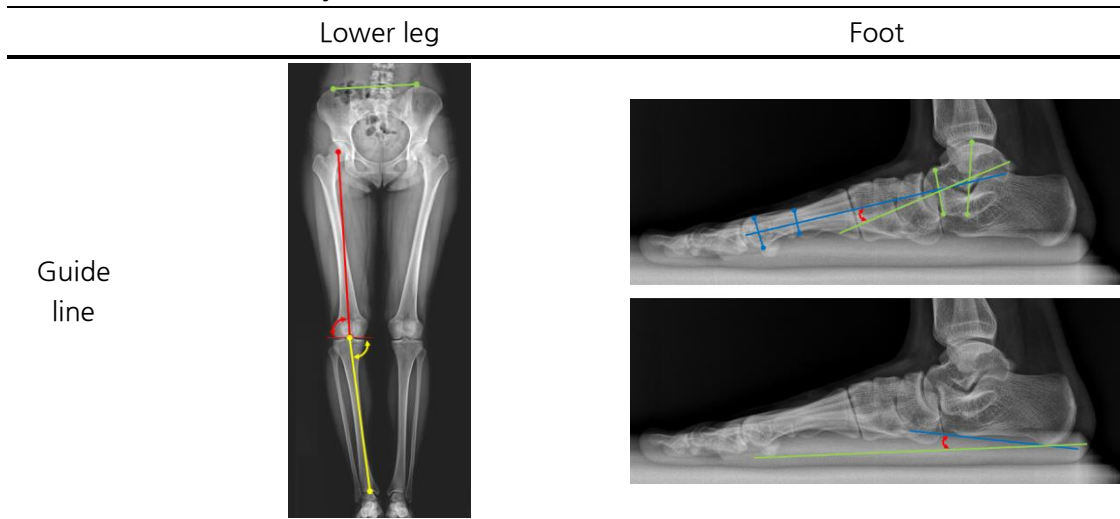
Figure 2. Method of RCSP measurement (Kim, 2013)

#### 4.2.x-ray 촬영

기존양말(S1)과 실험양말(S2)의 착용에 따른 하지 정렬의 변화와 족부의 내측족궁 각도(calcaneal pitch angle), 거골과 제 1 중족골이 이루는 각(meary's angle)의 변화를 확인하기 위해 X-ray 촬영 사진을 분석하였다. 연구대상자에게 기존양말(S1)과 실험양말(S2)을 차례로 착의하게 한 후 하지 정렬은 관상면에서, 족부는 시상면에서 촬영하였다.

골반, 대퇴, 하퇴, 내측족궁의 각도, 제 1 중족골 각도의 측정 기준선 및 각도 측정방법은 <Table 7, 8>과 같다. 선행연구(Jeong, 2016)를 참고하여 촬영된 X-ray 사진을 출력한 뒤 각 부위의 기준선을 표시하여 각도를 측정하였다. 골반은 체중을 지지한 정면자세에서 장골릉 간에 연장선을 그은 후 수평을 유지하는 중립적인 자세에서 기울어진 값을 분석에 사용하였다. 대퇴와 하퇴는 대퇴골과 슬개골의 중앙점, 거골과 맞닿는 경골의 중앙점을 기점으로 기준선을 표시하였다. 내측족궁은 종골의 하연, 거골의 이등분선과 제1 중족골의 이등분선을 기준선으로 표시하였다. 측정값은 연구 오류를 줄이기 위해 한 명의 연구자가 각 관절의 중앙점과 기준선을 표시하고 3회 반복 측정하여 평균값을 분석에 사용하였다.

**Table 7. Guide line of X-ray**



**Table 8. Angle measurement method**

Variable	Measurement method
Pelvic alignment angle	Posterior iliac crest in frontal weight bearing posture Angle of horizon
Femoral alignment angle	Femur - medial point of patella - Angle of connecting line of tibia
The lower leg alignment angle	Center point of the patella - The angle formed by the connecting line at the center of the ankle
Calcaneal pitch angle	The angle between the bottom of the calcaneus and the bottom
Meary's angle	Lateral talo-first metatarsal angle

#### 4.3. 족저압력분석

보행 시 족저압력분석을 위해 기존양말(S1)과 실험양말(S2)의 착용에 따른 최대 압력, 최대하중, 지면과 접촉하는 면적과 시간을 분석하였다. 테이핑 요법과 내측족궁 받침이 평발 보행에 미치는 영향을 확인하기 위해 발의 영역을

발가락, 전족부, 중족부, 후족부의 4개로 나누어 비교분석하고자 하였다(Figure 3).

실험은 연구대상자가 기존양말(S1)과 실험양말(S2)을 차례로 착용하고 각 연구대상자들의 보폭에 맞추어 자연스럽게 4 보 보행을 시행하도록 하였다. 보행의 마지막 지지기에 오른쪽 발이 자연스럽게 Emed platform(Novel, German)을 밟고 지나가도록 하였다. 보행 속도는 성인 보행의 평균 속도인 1.3m/sec 로 통제하기 위해 메트로놈(Panoramic Software Inc., USA) 어플을 사용하여 1/4 박자의 82bpm 에 맞춰 걷도록 하였다. 연구대상자들은 데이터 수집의 오차를 줄이기 위해 메트로놈의 박자에 맞춰 자연스러운 보행이 될 수 있도록 충분히 연습한 후 실험을 진행하였으며, 총 3 회 반복 측정하여 평균값을 분석에 사용하였다.



Figure 3. Sole area

### 5. Statistical analysis

본 연구의 자료 분석은 SPSS 23.0 을 사용하였다. 표본의 수가 적어 정규성을 띄고 있지 않아 비모수 검정을 실시하였다(Jeong, 2002). 기존양말(S1)과 실험양말(S2)의 착용에 따른 RCSP 값의 변화, 하지 정렬상태 변화, 족부 각도 변화와 족저압력분포의 변화를 비교 및 분석하기 위해 비모수 대응표본 검정인 Wilcoxon test 를 실시하였다.

### Results

#### 1. 테이핑과 내측족궁 받침에 따른 안정 시 종골의 기립각도(RCSP) 분석

안정 시 종골의 기립각도(RCSP) 측정값은 기존양말 착용 시 평균  $-4.08 \pm 2.57^\circ$ , 실험양말 착용 시 평균  $1.69 \pm 3.01^\circ$ 로  $-2^\circ$  미만의 평발 범위에서  $-2^\circ$  이상  $2^\circ$  이하의 정상 범위 내로 변화되었고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $Z = -2.936$ ,  $p < .003$ )(Table 9). 이는 테이핑요법과 내측족궁 받침이 평발의 구조적 개선 효과를 주었다는 것을 알 수 있다.

Table 9. RCSP measurement

(Unit: °)				
	N	Mean±SD	Z	p value
S1	13	-4.08±2.57	-2.936	.003
S2	13	1.69±3.01		

S1: 기존양말, S2: 실험양말

\*\* $p < .01$

2. 테이핑과 내측족궁 받침에 따른 하지정렬 분석

1) 골반정렬 분석

골반의 각도 측정값은 기존양말 착용 시 평균  $-0.58 \pm 1.68^\circ$ , 실험양말 착용 시 평균  $-1.15 \pm 1.77^\circ$ 로 조사되었으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $Z = -1.812, p > .070$ ) (Table 10).

Table 10. Pelvic angle

(Unit: °)				
	N	Mean±SD	Z	p value
S1	13	$-0.580 \pm 1.68$	-1.812	.070
S2	13	$-1.15 \pm 1.77$		

S1: 기존양말, S2: 실험양말

2) 대퇴정렬 분석

대퇴의 각도 측정은 다음 <Figure 4>와 같이 측정하였다. 대퇴의 각도는 대퇴골에서 슬개골 중앙을 지나면서 경골조면의 연결선과 슬개골을 가로지르는 연장선이 이루는 각도이다.  $87.5 \pm 2.5^\circ$ 의 정상 범위를 기준으로  $85^\circ$  미만인 경우 대퇴가 외반됨을 의미하며,  $90^\circ$  보다 클 경우 대퇴가 내반됨을 의미한다(Paley Orthopedic & Spine Institute, 2014). 본 연구에서는 기존양말 착용 시 평균  $88.62 \pm 2.06^\circ$ , 실험양말 착용 시 평균  $89.08 \pm 2.14^\circ$ 로 변화되었다(Table 11). 통계적으로 유의한 차이는 없었으나( $Z = -1.303, p > .193$ ) 실험양말 착용 시 대퇴각이 증가한 것으로 보아 대퇴의 외반이 다소 완화된 것으로 보였다.

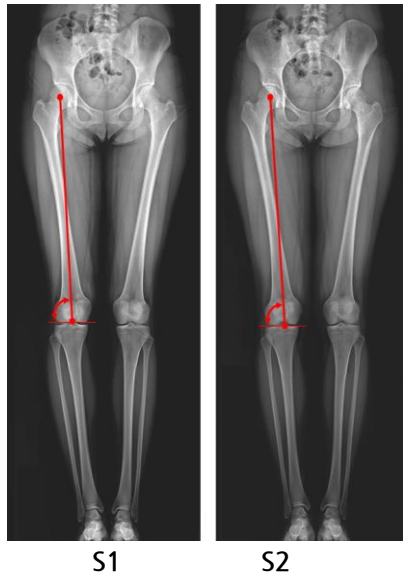


Figure 4. Thigh angle measurement method

Table 11. Thigh angle

(Unit: °)				
	N	Mean±SD	Z	p value
S1	13	$88.62 \pm 2.06$	-1.303	.193
S2	13	$89.08 \pm 2.14$		

S1: 기존양말, S2: 실험양말



### 3) 하퇴정렬 분석

하퇴의 각도는 슬개골 중앙에서 발목중앙을 지나는 연결선과 슬개골을 가로지르는 연장선이 이루는 각도이다. 90° 보다 크면 하퇴가 외반 됨을 의미하고, 90° 미만의 각도의 경우는 내반 됨을 의미한다(Paley Orthopedic & Spine Institute, 2014). 기존양말 착용 시 평균  $86.77 \pm 2.13^\circ$ , 실험양말 착용 시 평균  $87.08 \pm 1.61^\circ$ 로 변화되었다(Figure 5, Table 12). 통계적으로 유의한 차이는 없었으나( $Z = -0.718, p > .473$ ) 실험양말 착용 시 하퇴의 내반이 다소 완화된 것으로 보였다.

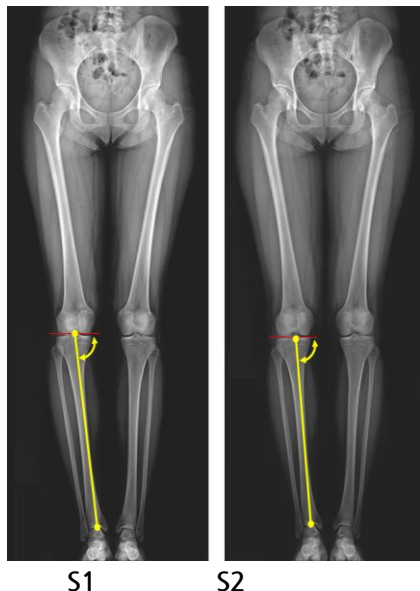


Figure 5. Lower body angle measurement method

Table 12. Lower body angle

	N	Mean±SD	Z	(Unit: °) p value
S1	13	$86.77 \pm 2.13$	-.718	.473
S2	13	$87.08 \pm 1.61$		

S1: 기존양말, S2: 실험양말

### 4) 내측족궁 각도 분석

테이핑요법과 내측족궁 받침이 평발의 구조적 개선에 즉각적인 효과를 나타내는지 확인하기 위해 종골의 하연이 바닥면이 이루는 각도(calcaneal pitch angle)와 거골과 제 1의 중족골이 이루는 각도(meary's angle)를 분석하였다(Table 13). Calcaneal pitch angle 값은  $16.8 \pm 5.6^\circ$ 을 기준으로  $11.2^\circ$  미만은 평발,  $22.4^\circ$  초과는 요족으로 분류된다(University of Washington Department of Radiology, 2016). 실험양말 착용 시  $21.54 \pm 3.82^\circ$ 로 변화하여 정상범위 내에서 기존양말 착용 시 ( $19.62 \pm 2.93^\circ$ ) 보다 높아진 것을 확인할 수 있다( $Z = -2.858, p < .004$ ).

Meary's angle은 거골의 기준선이 제 1 중족골 기준선 아래로 각을 이룰 때  $4^\circ$  보다 클 경우 평발, 거골의 기준선이 제 1 중족골 기준선 위로 각을 이룰 때  $4^\circ$  보다 클 경우 요족으로 분류된다(University of Washington Department of Radiology, 2016). 이는 각도 값에 따라 평발이나 요족의 정도를 평가할 수 있다.  $15^\circ$  미만일 경우 미약한 평족/요족,  $15^\circ$  이상  $30^\circ$  이하는 보통,  $30^\circ$  초과할 경우 심한 상태로 평가된다. 실험양말 착용 시  $6.81 \pm 2.80^\circ$ 로, 기존양말 착용 시 ( $10.04 \pm 4.70^\circ$ )보다 낮아져 평발의 정도가 완화된 것으로 보이며, 통계적으로도

유의한 차이를 나타내었다( $Z=-2.670, p<.008$ ).

Table 13. Calcaneal pitch angle

		N	Mean±SD	Z	p value
Calcaneal pitch angle	S1	13	19.62±2.93	-2.858	.004
	S2	13	21.54±3.82		
Meary's angle	S1	13	10.04±4.70	-2.670	.008
	S2	13	6.81±2.80		

S1: 기존양말, S2: 실험양말

\*\* $p<.01$

### 3. 테이핑과 내측족궁 받침에 따른 보행 분석

#### 1) 발바닥 영역별 최대압력

발바닥 영역별 최대압력은 <Figure 6, Table 14>와 같다. 발가락, 전족부, 중족부의 3영역에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 발가락( $Z=-3.180, p<.001$ )과 중족부( $Z=-3.040, p<.002$ )는 통계적으로 유의하게 압력이 증가하였으나, 전족부( $Z=-3.180, p<.001$ ) 부위는 유의하게 감소하였다.

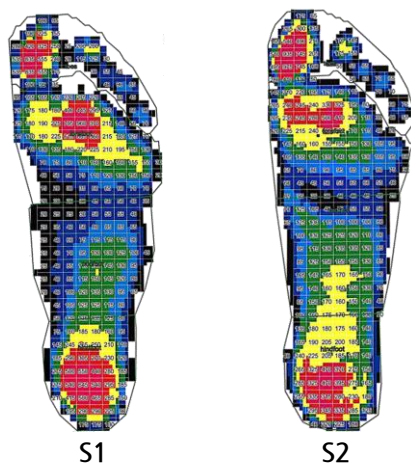


Figure 6. Peak Pressure of sole area

Table 14. Peak Pressure of sole area

		N	Mean±SD	Z	p value
Toes	S1	13	7.19±2.68	-3.180	.001
	S2	13	10.16±3.70		
Forefoot	S1	13	9.76±4.71	-3.180	.001
	S2	13	6.98±2.80		

Midfoot	S1	13	1.94±0.55	-3.040	.002
	S2	13	2.58±0.32		
Hindfoot	S1	13	6.20±1.37	-.314	.754
	S2	13	6.31±1.72		
Total	S1	13	10.91±4.35	-.734	.463
	S2	13	11.52±4.04		

S1: 기존양말, S2: 실험양말

\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

### 2) 발바닥 영역별 최대하중

발가락, 전족부, 중족부, 후족부의 4영역에서 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 발가락( $Z = -3.180$ ,  $p < .001$ )과 중족부( $Z = -3.180$ ,  $p < .001$ )는 통계적으로 유의하게 최대하중이 증가하였으나, 전족( $Z = -3.180$ ,  $p < .001$ )과 후족( $Z = -3.110$ ,  $p < .002$ ) 부위는 유의하게 감소하였다(Table 15).

Table 15. Maximum force of sole area

		N	Mean±SD	Z	p value
Toes	S1	13	0.32±0.11	-3.180	.001
	S2	13	0.40±0.11		
Forefoot	S1	13	0.89±0.11	-3.180	.001
	S2	13	0.79±0.11		
Midfoot	S1	13	0.17±0.06	-3.180	.001
	S2	13	0.37±0.05		
Hindfoot	S1	13	0.74±0.08	-3.110	.002
	S2	13	0.67±0.09		
Total	S1	13	1.14±0.06	-1.223	.221
	S2	13	1.16±0.06		

S1: 기존양말, S2: 실험양말

\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

### 3) 발바닥 영역별 접촉면적

전체적으로 실험양말 착용 시 접촉면적이 증가하는 경향을 보였다. 특히 중족부( $Z = -3.180$ ,  $p < .001$ )와 후족부( $Z = 2.832$ ,  $p < .002$ ) 영역에서 통계적으로 유의하게 접촉면적이 증가하였다(Table 16).

Table 16. Contact area of sole area

		N	Mean±SD	Z	p value
Toes	S1	13	19.48±3.25	-1.678	.093

Forefoot	S2	13	20.15±2.42	-1.468	.150
	S1	13	42.61±3.91		
Midfoot	S2	13	43.17±3.10	-3.180	.001
	S1	13	19.96±5.13		
Hindfoot	S2	13	28.41±2.25	-2.832	.002
	S1	13	27.71±2.48		
Total	S2	13	109.86±11.49	-3.180	.000
	S1	13	120.99±8.70		

S1: 기존양말, S2: 실험양말

\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

#### 4) 발바닥 영역별 접촉시간

발가락, 전족부, 중족부, 후족부의 4영역에서 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 발가락( $Z = -3.180$ ,  $p < .001$ )과 전족부( $Z = -3.113$ ,  $p < .002$ )는 통계적으로 유의하게 접촉시간이 감소하였으나, 중족부( $Z = -3.180$ ,  $p < .001$ )과 후족부( $Z = -2.830$ ,  $p < .005$ ) 부위는 유의하게 증가하였다(Table 17).

Table 17. Contact time of sole area

					(Unit: %)	
		N	Mean±SD	Z	p value	
Toes	S1	13	78.52±11.30	-3.180	.001	
	S2	13	70.57±9.94			
Forefoot	S1	13	86.29±1.87	-3.113	.002	
	S2	13	84.00±1.94			
Midfoot	S1	13	59.49±6.45	-3.180	.001	
	S2	13	66.35±4.48			
Hindfoot	S1	13	54.61±4.55	-2.830	.005	
	S2	13	59.87±5.10			
Total	S1	13	100.00±0.00	-.000	1.000	
	S2	13	100.00±0.00			

S1: 기존양말, S2: 실험양말

\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

## Discussion

### 1. 테이핑과 내측족궁 받침이 하지정렬에 미치는 효과 분석

13명의 평발 여성의 골반, 대퇴, 하퇴, 제 1 중족골 각도, 내측족궁의 각도를 분석한 결과 대퇴와 하퇴 각도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나 오른쪽의 대퇴와 하퇴의 각이 정상 범주에 더 가까워진 것으로

나타났다. 이는 연구대상자들의 평발의 정도가 심하지 않아 하지정렬에서 불균형 정도에서도 큰 변화를 나타내지 않은 것으로 보인다. 그러나 테이핑 요법과 내측족궁 받침의 적용으로 하지정렬상태가 개선되는 경향을 보여 본 연구는 인솔이 하지교정에 긍정적인 영향을 미친다는 연구를 뒷받침하였다(Kim, 2011; Lee, 2006; Song, 2008). 또한 제 1중족골 각은 유의하게 감소하였고( $Z=-2.670$ ,  $p<.008$ ) 내측족궁 각도는 유의하게 증가하였다( $Z=2.858$ ,  $p<.004$ ). 이는 연구대상자들이 테이핑요법과 내측족궁의 받침이 적용된 실험양말(S2)을 착용함으로써 내측족궁이 높아졌으며, 테이핑으로 이를 지지해주어 평발의 구조적 문제가 개선된 것으로 보인다. 그러므로 테이핑 요법과 내측족궁 인솔 삽입 양말은 평발의 구조뿐만 아니라 하지정렬에도 긍정적인 영향을 주었다고 할 수 있다.

## 2. 테이핑과 내측족궁 받침이 보행에 미치는 효과 분석

오른쪽 발의 보행분석을 시행한 결과 발가락과 중족의 최대압력은 유의하게 증가하였고 전족부에서는 유의하게 감소하였다. 최대하중은 발가락과 중족에서 유의하게 증가한 반면 전족과 후족에서는 유의하게 감소한 경향을 보였다. 이는 평발의 보행 시 중족부의 최대하중이 증가하고 후족에서 감소하는 연구를 뒷받침하며(Chang et al., 2010), 전족부의 최대압력과 최대하중, 후족부의 최대하중의 감소는 지면으로부터 발에 가해지는 압력과 충격을 분산시켜 내측족궁 받침이 보행에 긍정적인 영향을 주었다는 연구를 뒷받침한다(Woo et al., 2015). 또한 발가락영역의 최대압력과 최대하중의 유의한 증가와 접촉면적의 증가는 내측족궁 받침과 테이핑요법을 적용한 실험양말(S2)의 착용으로 발가락을 고루 사용하게 하여 발가락의 변형 완화 및 근육강화의 효과를 얻을 수 있을 것이라는 선행연구(Yi, 2010)에 따라 내측족궁 받침과 테이핑 요법이 보행에 긍정적인 영향을 주었다고 할 수 있다.

접촉면적은 중족부와 후족부에서 유의하게 증가하였으며 이러한 연구는 평발의 보행 입각기 시 무게 부하에 따라 중족부의 비율이 증가한다는 연구를 뒷받침한다(Chang et al., 2010). 중족과 후족은 접촉면적과 함께 접촉시간, 최대압력이 함께 증가하였다. 이는 내측족궁 받침의 적용으로 중족부의 접촉면적과 접촉시간이 증가하면서 최대압력과 최대하중이 증가한 것으로 보인다. 발가락의 최대압력과 최대하중이 증가하고 후족부의 최대하중이 감소하였으며, 발가락과 전족부의 접촉면적이 증가한 경향을 보여 테이핑요법과 내측족궁 받침이 힘과 압력을 발바닥의 영역에 고루 분포되게 함으로써 보행에 긍정적인 영향을 주는 것으로 사료된다. 이와 같은 연구는 편평족에 정상족과 비슷한 족궁형태를 부여했을 때 접촉면적이 정상족과 같이 발 전체에 압력이 분산되는 것과 같은 효과를 준다는 연구를 뒷받침한다(Kim, 2006).

## Conclusion

본 연구의 목적은 테이핑요법과 내측족궁 받침이 평발의 하지정렬 및 보행개선에 미치는 즉각적인 효과를 규명하고자 하는 것이었다. 이에 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 테이핑요법과 내측족궁 받침으로 설계된 실험양말(S2) 착용 시 내측족궁의 각도가 정상범위 내에서 증가하였으며, 제 1중족골 각도는 정상범위 내에서 감소하였다. 평발의 중증도에 따른 기준에 따르면 평발의 정도가 테이핑과 내측족궁 받침의 적용으로 완화시킨 것으로 사료된다.

둘째, 평발의 보행 시 족저압력분포를 측정된 결과 발가락의 최대압력과 최대하중이 증가하고 후족부의 최대하중이 감소하였으며, 발가락과 전족부의 접촉면적이 증가한 경향을 보여 테이핑요법과 내측족궁 받침이 힘과 압력을 발바닥의 영역에 고루 분포되게 함으로써 보행에 긍정적인 영향을 주는 것으로 사료된다.

적은 집단을 대상으로 진행한 실험이며 안정시 종골 기립각도가  $-2^\circ$  미만인 대상자가 많지 않아 그 효과가 크게 나타나지 않았으나 전반적인 결과를 보았을 때 테이핑요법과 내측족궁 받침이 평발의 즉각적으로 교정하여 보행에도 긍정적인 영향을 주었다고 사료된다. 이후 안정시 종골 기립각도의 경도의 분류에 따른 후속 연구가 이루어져야 할 것이다.

## Acknowledgements

This work was supported by the "Convergence Female Talent Education Project for Next Generation Industries" through the MSIP and NRF(2015H1C3A1064579)

## Reference

- Chang, J. S., Park, J. W. & Kim, C. S. (2010). The changes of plantar foot pressure by external loads during walking in flatfoot. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 5(4), 543-549.
- Choi, J. Y. (2007). *The effects of taping of strength & postural stability on ankle & shoulder*. Unpublished Master's Thesis. Myoungji University School of Education.
- Hayes, K. W. (1992). The effect of awareness of measurement error on physical therapists' confidence in their decisions. *Physical Therapy*, 72, 515-525.
- Jang, I. G., Kim, D. H., Yoo, J. O., Lee, S. H., Park, S. K., Choi, S. K., Hong, J. M., Kang, H. J., Sung, K. H., Lee, B. J., Kim, M. Y. & Kim, M. K. (2008). The effect of sports taping on the pain, exercise performance and structural changes of arch on X-ray. *Korean Association of Certified Exercise Professionals*, 2008, 801-804.
- Jeong, J. Y. (2016). *The immediate effects of jump rope with or without visual feedback on foot deformation and lower extremity alignment correction of a flatfeet*. Unpublished Master's Thesis. Ewha Womans University graduate school.
- Jeong, M. M. (2002). Types and application of nonparametric statistical methods. *Korean Journal of Sport Science*, 7, 47-58.
- Jenny, J. Y. (2013). Measurement of the knee flexion angle with a smartphone-application is precise and accurate. *The Journal of arthroplasty*, 28, 784-787.
- Kang, H. S. (2012). *The validity of the foot deformity measurement method: Correlation between total-middle-body width ratio (CSI), trunk-to-hip ratio index (SAI), and calcaneal angle (RCSP)*. Unpublished Master's Thesis. Ewha Womans University Graduate School of Education.
- Kang, J. H., Kim, S. H. & Lee, K. J. (2010). *Taping of musculoskeletal disorders learned with pictures and photographs*. Seoul: Median Book.
- Kim, K. H. (2011). *Biomechanical analysis of arch support devices on normal and low arch*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Kyungsung University.
- Kim, N. H. (2013). *The effects of corrective hip joint exercises and foot orthotics on RCSP, ankle dorsi/plantar flexion, pelvic motion, core muscle strength, and foot pressure for middle school students with pes planus*. Unpublished Doctor's Dissertation. Ewha Womans University graduate school.
- Ko, D. H. (2015). *Effects of a customized insole and stabilization exercise for lower extremity on foot fatigue, lower extremity alignment, and balance in pronated adult feet*. Unpublished Doctor's Dissertation. Graduate School of Daegu University.
- Lee, C. W. (2006). *Effects of foot orthoses and lumbar stabilization exercise on spinal malalignment patients with flatfoot*. Unpublished Master's Thesis. Kookmin University Graduate School of Sports Industry.
- Lee, G. C., Kim, C. H., Kim, B. G., Kim, S. H., Kim, A. T., Yang, H. S., Yoon, Y. S., Lim, H. M., Jang, M. Y. & Jang, C. (2006). The effects of balanced performances on degree of dropped foot arch. *Archives of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 2, 45-52.

- Lee, J. K., Kim, Y. K. & Choi, J. H. (2009). Influence of orthopedic medical taping on gait of stance phase and pain. *The Journal of Korean Society of Health Science*, 6, 1-7.
- Lee, J. Y. (2001). Special relationship between diabetics and shoes. *The Rubber Society Of Korea*, 2, 124-128.
- Lee, Y. L. (2006, October 10). Korean women 85% "troop anomalies" ... Only 15.2% of normal feet. *NEWSIS*. Retrieved December 20, 2016, from <http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=103&oid=003&aid=0000200149>
- Menz, H. B. (1995). Clinical hindfoot measurement: a critical review of the literature Review Article. *The Foot*, 5, 57-64.
- Milani, P., Cocchetta, C. A., Rabini, A., Sciarra, T., Massazza, G. & Ferriero, G. (2014). Mobile smartphone applications for body position measurement in rehabilitation: a review of goniometric tools. *PM&R*, 6, 1038-1043.
- Ministry of Health and Welfare. (2016). National Health Information Portal. Retrieved January 14, 2017, from <http://health.mw.go.kr/HealthInfoArea/HealthInfo/View.do?idx=4360>
- Paley Orthopedic & Spine Institute. (2014. n.d.). Blount's Disease. Retrieved January 14, 2017. from <http://www.paleyinstitute.org/orthopedic-conditions/blounts-disease/blounts-disease>
- Park, J. T. (2008). *Research on the effect of kinesio taping method on muscular strength and fatigue*. Unpublished Doctor's Dissertation. Graduate School of Myongji University.
- Park, K. Y. (2008). *Study on changing the angle of ankle to the sagittal plane with F. F. O before and after wearing during the walk*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University.
- Song, J., Hillstrom, HJ., Secord, D. & Levitt, J. (1996). Foot type biomechanics. comparison of planus and rectus foot types. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 86, 16-23.
- Song, J. H. (2008). The kinematic comparative study about effects of foot orthotics. *Korean Journal of Sport Science*, 19, 11-21.
- Seoul National University Hospital. (2003). Body organs information. Retrieved March 5, 2017, from <http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=103&oid=003&aid=0000200149>
- University of Washington Department of Radiology. (2016. August 14). Pes Planus. retrieved August 10, 2017. from [http://uwmsk.org/footalignment/doku.php?id=pes\\_planus#other\\_measurements](http://uwmsk.org/footalignment/doku.php?id=pes_planus#other_measurements)
- Valmassy, R. L. (1996). *Clinical biomechanics of the lower extremities*. St. Louis: Mosby
- Woo, J. H., Lee, J. S., Yang, J. O., Lee, B. J., Bae, K. H., Han, D. W., Park, S. M. & Bae, J. W. (2015). Analysis of plantar foot pressure according to Insole types during treadmill gait. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 25(1), 113-122.
- Yi, K. O. (2010). The effect of shoe type on plantar pressure distributions. *Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women*. 24(4), 1-11.
- Yi, K. O., Kim, N. H., Kim, Y. R. (2012). The differences in foot type according to major in left and right foot for female college students. *Korean Society of Sport Biomechanics*, 22, 229-236.