

기능성 신발 쿨핀(Coolfin) 착용이 발등 및 엄지발가락 혈액순환에 미치는 영향

김윤진¹, 이동렬², 상희선³, 이미남⁴, 박지원⁵

¹대구가톨릭대학교 대학원 물리치료학과, ²대구가톨릭대학교 공과대학 기계자동차공학부, ³경일대학교 소방방재학과, ⁴와이에이치라이프, ⁵대구가톨릭대학교 물리치료학과

The Effect of Functional Shoes (Coolfin) on Top of Foot and Great Toe Blood Circulation

Yun-jin Kim¹, Dong-Ryul Lee², Hie-Sun Sang³, Mi-Nam Lee⁴, Ji-Won Park⁵

¹Department of Physical Therapy, General Graduate School, Catholic University of Daegu, ²School of Mechanical and Automotive Engineering, Catholic University of Daegu, ³Department of fire safety, Kyungil University, ⁴Y.H LIFE, ⁵Department of Physical Therapy, College of Medical Science, Catholic University of Daegu

Purpose: This study aims to investigate the impact of a short walk putting on Coolfin shoes on the foot temperature rise and blood circulation.

Methods: Twenty healthy adults participated in experiments in this study. All subjects walked respectively barefoot and putting on Coolfin shoes. Infrared imaging cameras were used to collect and analyze the data on the foot temperature.

Results: As a result of this study, there were significant differences between the temperatures of the great toe and top of the foot after 20-minute walks with bare feet and in Coolfin shoes. Both the temperatures of the great toe and top of the foot decreased after a 20-minute walk in the barefoot condition, and there was a significant difference between them ($p < 0.05$). Both the temperatures of the great toe and top of the foot increased after a 20-minute walk in the condition of putting on Coolfin shoes, and there was a significant difference between them ($p < 0.05$).

Conclusion: A short walk putting on Coolfin products induces the movement of the toes to increase the blood flow and accordingly, has a direct impact on the increase of the surface temperature of the feet, so they are effective products for helping blood circulation in the feet.

Key Words: Foot temperature, Blood circulation, Coolfin shoes

1. 서론

인체 부위 중 발은 몸 전체의 1/4에 해당하는 52개의 뼈, 60개의 관절, 214개의 인대, 38개의 근육을 비롯한 혈관과 신경으로 구성되어 있는 부위로, 여러 근육과 관절 및 인대가

모여 체중을 지지해주고 삼차원적인 공간 내에서 운동하는 분절이다.¹⁻⁴ 발의 구성요소들은 서 있는 상태와 이동 상태에서 발의 기능을 잘 수행할 수 있도록 기본적인 고정 구조를 이루기도 하고, 각각의 상태에서 달라지는 서로 간의 결합에 의해 몇 가지 정형적인 형태와 구조를 이루게 되는데,⁵ 정지 시에는 체중을 안정성 있게 지지하는 수동적 작용과 보행 시에는 몸체를 전방으로 추진하는 능동적인 작용을 수행한다.⁶ 특히, 엄지발가락은 체중을 한쪽 발에서 다른 쪽 발로 옮겨주는 지렛대의 역할을 하며, 각 발가락은 지면을 움켜쥐어 앞으로 전진하는 동작을 도와주게 된다.⁷ 또한 발은 보행을 하는 동안 근육이 수축과 이완을 반복함으로써 정맥혈을

Received Jul 6, 2014 Revised Aug 10, 2014

Accepted Aug 14, 2014

Corresponding author Ji-Won Park, mylovept@hanmail.net

Copyright © 2014 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute 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.

다시 심장으로 올려 보내 혈액순환을 좋게 하는 제2의 심장이라 불리기도 한다.⁶

이러한 발을 이동하는 동안 외부로부터 보호하고, 충격 흡수와 발의 안정성을 제공하는 역할을 하는 것이 신발이다.^{8,9} 신발은 정상적인 보행을 위해 지면과 닿는 면적이 넓고, 굽이 낮으며, 재질이 부드럽고 유연한 것이 좋다는 것이 일반적이지만,¹⁰ 발의 보호와 보행의 편의성을 주된 목적으로 착용했던 과거와는 달리 현대 사회에서는 발 보호뿐만 아니라 신발을 착용하는 목적에 따라 패션을 위한 구두, 운동을 목적으로 한 운동화, 슬리퍼, 아쿠아 슈즈,¹¹ 치료의 중재 목적으로 한 신발 내 삽입물 등 다양한 소재와 그 종류가 다양해지고 있다.¹²

최근에 현대인들은 다양한 형태의 신발과 높은 굽을 이용하여 발을 가둬두는 신발을 착용하고, 기계적 강도의 신발 구성으로 인해 보행 시 발의 자연스러운 움직임을 제한하며,¹³ 발가락 모두 움직이지 못하는 구조적 및 근본적인 문제점을 안고 있다.¹⁴⁻¹⁷ 또한, 발가락의 움직임이 자유롭지 못하여 무게를 지탱하는 역할을 상실하게 되면 중족골 골두에 모든 부하가 가해지면서 중족골 골두 아래에 동통, 압통, 압박증이 발생할 수 있다.¹⁸ 형태가 적절하지 않는 신발을 장시간 착용하는 경우 발의 변형과 통증을 유발시키는 주요 원인이 되는데,¹⁹ 제2의 심장이라 불리는 발의 변형은 체형의 불균형 뿐만 아니라 혈액순환에도 이상이 생긴다.²⁰

Park 등²¹은 맨발로 보행하는 것은 자연스럽게 발바닥의 반사구에 자극을 주어 혈액순환이 활성화되는데, 운동화 등의 신발이 충격완화를 명목으로 신발창에 공기층을 만들거나, 바닥을 폭신하게 만들기 때문에 혈관의 수축과 팽창작용이 상대적으로 축소될 수 밖에 없어 신발이 혈액순환을 막는다고 보고하였고, 앞 끝이 뾰족하고 굽이 너무 높은 하이힐 등 과 같은 신발도 혈액순환에 방해가 될 수 있음을 말한다.

혈류는 말단부위의 체표면 온도 조절을 하는 주요 인자로서²² 발의 혈액순환이 잘 이루어지지 않으면, 발끝으로 혈액이 전달되지 않아 냉증이 나타날 수 있다.²³ 또한, 다양한 신발 형태로 인해 발가락 움직임이 자유롭지 못하여,¹³⁻¹⁷ 착용하여 보행하는 것이 발의 모세혈관이 많이 밀집되어 있는 발등과 발 끝인 발가락과 같은 신체적 말단의 혈액순환에 직접적인 방해가 될 수 있으며, 이는 온도 감소와 관련이 있음을 시사한다. 족저부는 일반적으로 마찰과 운동량이 많고 압박을 많이 받으며 밀폐되어 있는 시간이 많은 부위로,²² 저온환경에서 장시간 노출되어 발의 피부온도가 내려가게 되면 발의 보온을 위해서 양말과 일반적인 신발을 착용하여도 발 부위의 피부 온도가 상승되기 어렵다고 보고하였다.^{24,25} 다른

선행연구에서도 온도 상승은 전도에 의한 체표로의 열 전달 보다는 체표에 대한 열의 공급 변화, 즉 직접적인 혈류의 움직임으로 인해 이루어진다고 보고하였으며,²² 이는 양말과 일반 신발을 착용하는 것 보다는 발의 직접적인 혈류의 움직임으로 인한 발 부위의 피부 온도 상승이 필요하다는 점을 말해주고 있다.^{24,25}

이러한 이유들로 인해 발과 족관절 문제에 관심을 가지는 사람들이 증가하였으며, 최근 경향에 맞추어 신발에 관한 기술의 발달과 연구 경향이 생겼는데,^{26,27} 기존에 발가락 신발과 관련된 선행 연구에서는 발가락 신발이 발가락을 벌려주어(abduction) 발가락 벌림근을 능동적으로 사용하게 유도하며, 신고 걷는 것만으로도 발가락을 모두 사용하게 유도하므로 안전하게 발가락 운동을 할 수 있다고 보고하였다. 또한, 발가락을 포함한 발바닥 전체에 압력을 분산시키고, 신발의 구조 때문에 압력이 집중되어 발의 변형 및 통증을 유발하던 신발의 단점을 보완할 수 있다고 보고하였다.¹⁷

최근 개발된 쿨핀(Coolfin, Y. H Life, 한국) 신발은 단시간 동안 착용하여 걷는 것만으로도 발의 혈액순환에 도움이 되기 위한 제품으로 개발되었다. 실리콘 소재의 신축성을 이용하여 발 전체의 수축과 이완을 유도하고, 발가락이 분리되어 발가락 전체가 지면에 닿을 수 있도록 노출되어있는 구조로 구성되어있다. 이는 발가락 사이 간격을 벌려주며 움직임을 유도하여 발 끝까지 직접적인 혈류의 움직임이 이루어질 수 있도록 하는 것이 제품의 특징이다.

따라서 본 연구의 목적은 건강한 성인을 대상으로 맨발 조건과 쿨핀 착용의 조건에서 보행을 수행하고, 발의 온도를 측정 및 분석하였으며, 이를 통해 쿨핀(Coolfin) 기능성 신발을 신고 걷는 것이 발의 온도 상승 또는 혈액 순환에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 대구 소재의 OOOOO대학교에 재학 중인 건강한 성인 40명 (남자20명, 여자20명) 을 대상으로 실시하였다. 대상자 선정 기준은 다음과 같다.

- 첫째, 최근 1년간 하지의 근골격계 이상이 없는 자
- 둘째, 선천적인 기형, 정형 외과적 질환이나 변형이 없는 자
- 셋째, 신경학적으로 손상이 없는 자
- 넷째, 우성 발이 오른발인 자(right-footed)

모든 대상자들의 오른발잡이 선별기준은 차기 동작(kicking)을 수행할 때 사용하는 다리로 오른쪽 다리를 선호하는 자로 선정했고,²⁸ 대상자들은 실험하기 전, 실험 과정에 대해 충분한 설명을 듣고 실험 참여에 자발적으로 동의를 하였다.

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) 적외선 열화상 카메라

적외선 열화상 카메라(ThermaCAMTM, FLIR Systems, Danderyd, Sweden)는 신뢰성 있는 비 접촉 장비로 인체의 온도에 따라 방사되는 원적외선 영역(8~12 mm)의 빛을 촬영하여 영상화하여,²⁹ 온도 분포를 신속하고 정확하게 스캔 및 시각화 할 수 있다(Figure 1). 또한 카메라는 340x240 픽셀의 해상도로 열화상을 제공하는 마이크로 볼로미터 검출기를 포함하며, 에너지 감시를 위한 훌륭한 도구로 정확한 검사를 위한 데이터를 제공 할 수 있다.

(2) 시험용 신발

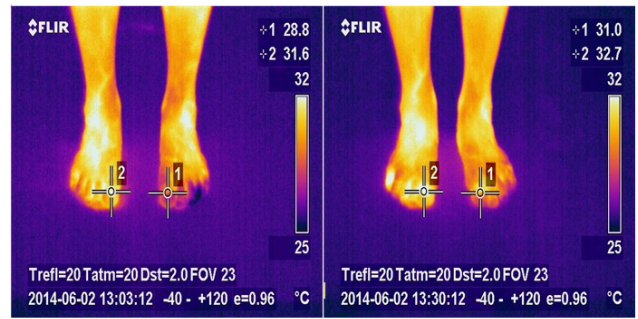
본 연구에서 시험한 신발의 제품명은 쿨핀이다. 쿨핀은 와이 에이치라이프(Y. H Life)에서 발 건강을 위해 혈액 순환의 목적으로 개발한 기능성 신발이다. 본 제품은 발에 밀착할 수 있도록 실리콘 소재로 구성되어 있으며, 발의 온도에 따라 제품의 색이 변하는 것을 (28도 미만: 짙은 밤색, 28도 이상: 핑크색, 33도 이상: 흰색) 시각적으로 확인할 수 있다. 제품의 특성상 발가락이 분리되어 있는 구조로, 각각의 발가락이 신발에 착용할 수 있도록 되어 있으며, 발가락 전체가 지면에 닿을 수 있도록 드러나있는 것이 특징이다(Figure 2).

2) 실험절차

대상자들은 실험을 수행하기 전 대상자의 나이, 신장, 체중을 측정을 하였다. 각각 대상자들의 일반적인 특성을 측정 후, 실내용 착용을 가정하여 동일한 실험실 (실내)에서 맨발과 쿨핀 신발 조건으로 보행을 실시하였다. 보행은 20분 동안 각각의 대상자가 평상시 걷는 속도로 시행되었다. 대상자들의 맨발 보행 조건과 쿨핀 신발 보행 조건은 무작위 순서로 수행하였고, 동작들 사이에 3분 혹은 피로도를 느끼지 않는 만큼의 휴식시간이 주어졌다.

3) 자료수집

본 연구의 발 온도의 자료는 우성 발의 엄지발가락과 발등을 기준으로 맨발(barefoot) 보행 전-후, 쿨핀 신발 착용 직후, 쿨핀 신발 보행 후 착용 및 미착용 상태에서 측정하여 수집하였다.



A.

B.

Figure 1. Temperature of the great toe after 20-minute walk with bare feet and in coolfin shoes

A: after a 20-minute walk in the barefoot condition

B: after a 20-minute walk in the condition of putting on coolfin shoes



Figure 2. Shoes for experiment Coolfin (Coolfin, Y.H Life, Korea)

3. 통계 분석

통계처리는 PASW 18.0 프로그램을 이용하였고, 연구 대상자의 일반적인 특성은 기술통계량의 빈도분석으로 분석하였고, 맨발 조건과 쿨핀 신발 착용 조건에서 보행 전-후의 엄지발가락 및 발등 온도를 비교하기 위해 반복 측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 사용하였으며, 통계학적 유의수준 α 는 0.05로 설정하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 정상 성인 40명 (남자20명, 여자20명)이며, 대상자들의 평균 나이는 23.9세, 평균 신장 169.3 cm, 평균 체중 67.2 kg였다.

2. 맨발과 쿨핀 신발 조건의 보행 전-후 비교

Table 1. Temperature of the great toe and top of the foot after 20-minute walks with bare feet and in Coolfin shoes (°C)

Barefoot	BF	BF †	Coolfin ‡	F	p
Great toe	29.96 ± 1.40	29.56 ± 1.59	32.42 ± 0.88	25.854	0.000*
Top of the foot	31.45 ± 0.62	29.55 ± 0.98	32.29 ± 0.67	52.656	0.000*

Values are mean ± SD. *p<0.05

BF: Bare foot condition

BF † : Bare foot condition (after 20-minute walk with bare feet)

Coolfin ‡ : No wearing coolfin shoes condition (after 20-minute walk in Coolfin shoes)

Table 2. Temperatures of the great toe and top of the foot after a 20-minute walk in the condition of putting on Coolfin shoes (°C)

Coolfin shoes	BF	Coolfin †	Coolfin ‡	F	p
Great toe	29.96 ± 1.40	29.04 ± 0.97	32.32 ± 0.68	34.842	0.000*
Top of the foot	31.45 ± 0.62	30.26 ± 0.66	32.25 ± 0.63	37.744	0.000*

Values are mean ± SD. *p<0.05

BF: Barefoot condition

Coolfin † : Wearing coolfin shoes condition (immediately)

Coolfin ‡ : Wearing coolfin shoes condition (after 20-minute walk in coolfin shoes)

1) 엄지발가락 온도 변화

보행 전 맨발의 엄지발가락 온도는 29.96°C으로, 맨발 보행 후 29.56°C, 쿨핀 신발 보행 후 미착용 상태에서는 32.42°C으로 나타났다. 맨발 보행 후 엄지발가락의 온도는 감소하였고, 쿨핀 신발 보행 후 미착용 상태에서 온도는 증가하였으며, 모두 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 1).

2) 발등 온도 변화

보행 전 맨발의 발등 온도는 31.45°C으로, 맨발 보행 후 29.55°C, 쿨핀 신발 보행 후 미착용 상태에서는 32.29°C으로 나타났다. 맨발 보행 후 발등의 온도는 감소하였고, 쿨핀 신발 보행 후 온도는 증가하였으며, 모두 유의한 차이가 있었다 (p<0.05)(Table 1).

3. 쿨핀 신발 착용 조건의 보행 전-후 비교

1) 엄지발가락 온도 변화

보행 전 맨발의 엄지발가락 온도는 29.96°C으로, 쿨핀 신발 착용 직후 29.04°C, 쿨핀 신발 보행 20분 후 착용 상태에서는 32.32°C으로 나타났다. 착용 직후 엄지발가락의 온도는 감소하였고, 쿨핀 신발 보행 후 착용 상태에서 온도는 증가하였으며, 모두 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 2).

2) 발등 온도 변화

보행 전 맨발의 발등 온도는 31.45°C으로, 쿨핀 신발 착용 직후 30.26°C, 쿨핀 신발 보행 20분 후 착용 상태에서는 32.25

°C으로 나타났다. 착용 직후 발등의 온도는 감소하였고, 쿨핀 신발 보행 후 착용 상태에서 온도는 증가하였으며, 모두 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 2).

IV. 고찰

제2의 심장이라 불리는 발은 보행을 하는 동안 근육이 수축과 이완을 반복함으로써 정맥혈을 다시 심장으로 올려 보내 혈액순환을 좋게 하는 역할을 한다.⁶ 그러나 최근 현대인들이 착용하는 다양한 형태의 신발로 인해 발가락 모두 움직이지 못하는 구조적 및 근본적인 문제점을 안고 있는데,¹⁴⁻¹⁷ 발의 변형과 통증 유발, 체형의 불균형 뿐만 아니라 혈액순환에도 이상이 생길 수 있으며,²⁰ 발끝으로 혈액이 전달되지 않아 냉증 이 나타날 수 있다.²³ 이는 발가락의 움직임 유도하여 직접적인 혈류의 움직임으로 인한 발 부위의 피부 온도 상승이 필요하다는 점을 말해주고 있다.^{24,25}

본 연구에서는 최근 개발된 기능성 신발 쿨핀의 혈액순환 기능을 평가하기 위해 건강한 성인을 대상으로 맨발 조건과 쿨핀 착용의 조건에서 보행 전-후에 따른 발 온도 변화를 적외선 열화상 카메라를 통해 측정 및 분석을 하였다. 적외선 열화상 카메라는 어떤 개체에 의해 자연적으로 방출되는 적외선을 감지하므로, 카메라 기술의 발전으로 의료 분야에서 진단 및 검사에 활용하고 있는데,^{30,31} 인체의 온도에 따라 자연적으로 방사되는 원적외선 영역의 빛을 촬영하여 영상화할 수 있다.²⁹ 적외선 열화상 영상 촬영은 피부 조직, 내부 조직,

국소 혈관 구조 및 대사 활동 사이의 열 교환 과정인 복잡한 관계에 따른 신체 표면 열 분포를 나타내 줌으로써 통증 부위 및 질병부위 등의 체열 변화를 알 수 있어 질환을 진단하는데 있어 유용하게 사용되고 있다.³² 본 연구에서는 엄지발가락과 발등의 온도분포를 분석하고, 개발된 신발의 기능을 평가하기 위해 사용하였다.

체표면에서의 혈류 조절은 주로 교감신경계에 의하여 조절되지만 그 외 주위의 물리적 환경, 피부상태, 피부표면의 지방 및 진피층을 통한 내부열 전도와 혈류를 통한 내부열 대류 등의 복합적으로 작용하며,³³ 체표면의 부위별 온도차이는 진피층의 혈액순환과 직접적인 관계가 있기 때문에,²² 본 연구 결과에서 나타난 쿨핀 신발 착용에 따른 엄지 발가락, 발 등의 온도 변화는 발의 진피층 혈액순환과 직접적으로 관련이 있다고 생각된다. Jeon 등³⁴은 운동화와 하이힐의 Kager씨 삼각면적의 표면온도를 비교하여 하이힐의 경우 혈류 장애로 인하여 열 전달이 낮아 운동화에 비해 표면온도를 저하시킨다고 보고하였고, 본 연구 결과에서는 맨발 조건에서 보행 후 엄지발가락과 발등의 표면 온도는 모두 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 피부온도의 감소는 혈류량의 감소를 나타내는 척도가 된다고 하였는데,³⁵⁻³⁸ 다양한 형태의 일반 신발과 하이힐 착용에 비해 발가락의 움직임이 원활한 맨발 보행도 온도 감소한 것으로 보아 쿨핀 착용에 비해 엄지발가락과 발등으로의 혈액 전달이 원활하게 되지 않는 것으로 생각되며, 이는 냉증도 나타날 수 있다고 생각된다.²³

반면에, 쿨핀 착용한 조건에서는 착용 직후에 기존의 맨발 온도보다 감소하는 경향이 있는데, 발과 신발이 좀 더 밀착력을 높이기 위해 사용한 실리콘 소재의 신발 특성상 순간적인 온도 감소를 나타낸 것으로 생각되며, 착용 20분 보행 후에는 엄지발가락과 발등의 표면 온도가 기존 맨발의 표면 온도보다 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 이는 쿨핀 착용이 발가락의 움직임을 유도하여 혈류를 상승시키고, 이로 인해 발의 표면 온도 상승에 직접적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

저온환경에서 발을 보온하면 열방산이 억제되어 발 부위 피부온이 상승하므로 열적 쾌적성 향상에 효과가 있다고 보고되고 있는데,^{39,40} 본 연구 결과에서도 쿨핀 착용 보행이 엄지 발가락과 발등 온도가 맨발 보행에 비해 상승하므로 열적 쾌적성 향상에 효과가 있을 것으로 생각된다. 또한 기존의 맨발에서 엄지발가락 보다 발등의 온도가 높음을 알 수 있는데, 이는 혈류의 움직임이 발등에 비해 발가락 끝까지 원활하지 않았다는 것으로 생각된다.

쿨핀 착용으로 인해 엄지발가락과 발등 모두 유의하게 증

가하였고($p < 0.05$), 본 연구에서는 직접적으로 혈류량을 측정하지는 않았으나 표면 온도를 통해 간접적으로 알 수 있었으며, 발의 온도 상승은 혈액순환 측면에서 중요하므로, 혈액순환의 활성화와 연결이 되는 맨발 보행보다 쿨핀 착용이 발의 혈관 수축과 팽창작용을 도와 발등과 발가락 끝까지 혈류의 움직임을 유도하는데 도움이 되는 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 쿨핀 신발 제품이 특성상 발가락이 분리되어 있는 구조를 가지고 있어, 발가락 사이 간격을 벌려 주면서 발가락이 바닥에 닿는 면이 넓게 하고 이는 발가락의 밑면이 고르게 압력을 받을 수 있게 하며, 실리콘 소재로 인해 발과 밀착력을 높여주고 발가락의 움직임을 원활하게 하여 혈액 순환에 도움을 주리라 생각된다. 또한, 발의 온도를 증가시켜줌으로써 체온을 유지하고, 온열적으로 쾌적감을 느낄 수 있도록 하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 본 연구는 계측하기 쉬운 엄지발가락과 발등의 온도 변화만을 연구하였기 때문에 다른 발가락의 온도 변화를 알아보기에 어려움이 있었다. 또한 일반인을 대상으로 실내 착용을 가정된 상태에서 맨발과의 비교로 제한하였다. 그리하여 향후 논문에서는 다른 일반 신발과도 비교하여 병리적 현상이 있는 사람들을 대상으로 발 전체를 구분 지어서 혈액순환에 어떠한 영향을 미치는가를 연구해 볼 필요가 있다.

Acknowledgements

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연협력 기술개발사업(No.C0135853)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. Jang KH, Heo JY. Footwear design, Seoul, Chohyong publishing company, 1992.
2. Lee SY, Bae SS. The studies on the foot stability and kinesiology by direction of carry a load during gait, J Korean Soc Phys Ther, 2009;21(1):97-101.
3. Byers D. Better health with foot reflexology. Inham Publishing, 1983:34-42.
4. Chang MK, Kim SO, Jung JH et al. The physiological effect of foot reflex massage, J Korean Soc Phys Ther, 2005;17(3):403-12.
5. Perry J. Gait analysis: normal and pathological function, New Jersey: SLACK, INC, 1992.
6. Choi GH, Park KY, Byun SJ et al. A study on angular

- correlation between hallux valgus and 1st MPJ dorsi-flexion according to work type and age of woman, *J Korean Soc Phys Ther*, 2011;23(5):57-63.
7. Kim EH, Cho HK, Jung TW et al, The Biomechanical Evaluation of Functional Insoles, *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 2010;20(3):345-53.
 8. McPoil TG. Footwear, *Phys Ther*. 1988;68(12):1857-65.
 9. Landry SC, Nigg BM, Tecante KE, Standing in an unstable shoe increases postural sway and muscle activity of selected smaller extrinsic foot muscles, *Gait Posture*, 2010;32(2):215-9.
 10. Moon GS, Kim TH, The effect of total contact inserts on the gait parameters during high-heeled shoes walking, *PTK*, 2011;18(2):1-8.
 11. Kim YW, The effects of the gait types on shoes with curved outsole and barefoot, *Korean Journal of Exercise Rehabilitation*, 2011;7(4):145-53.
 12. Seong DY, Kim JH, Park JW, The effect of changes in foot cutaneous sensation on plantar pressure distribution during gait, *J Korean Soc Phys Ther*, 2012;24(5):306-12.
 13. Park IS, Jung JY, Jeon KH et al, Effects of forefoot rocker shoes with metatarsal bar on lower extremity muscle activity and plantar pressure distribution, *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 2012;22(1):113-21.
 14. Frederick EC. Sport shoes and playing surfaces, Human Kinetics Publishers, Inc, Champaign, IL, 1984.
 15. MacLellan GE, Skeletal heel stride transients: measurement, implications, and modification by footwear. In: Frederick EC, eds, Sport shoes and playing surfaces, Human Kinetics Publishers, Inc, Champaign, IL, 1984;76-86.
 16. Nigg BM, External force measurements with sport shoes and playing surfaces. In: Nigg BM, Kerr BA, eds, International symposium on biomechanical aspects of sport shoes and playing surfaces, Univ. of Calgary Press, Calgary, 1983;11-23.
 17. Yi KO, The Effects of the five-toed shoe on foot pressure distribution, *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, 2009;23(4):35-44.
 18. Slee GC, The oswestry textbook for orthopaedic nurses, 1st ed, London, Pitman Medical Publishing, 1963;97.
 19. Frey C, Thomson F, Smith J, Update on women's footwear, *Foot Ankle Int*, 1995;16(6):328-31.
 20. Oh BS, Effects of walking wearing foot orthotics on TNF- α , Anti-CCP and body balance in elderly women of hallux valgus, *Journal of Sport and Leisure Studies*, 2012;50(2):945-56.
 21. Park DC, Natural reflexology, Seoul, Hwanam Publishing, 2006.
 22. Lee YM, Park RJ, Choi SJ et al, Effects of induced microcurrent shoes on change of blood circulation to patients with chronic plantar, *J Korean Phys Ther*, 2006;18(3):71-8.
 23. Yun SJ, Park SH, The effect of foot reflexology on changes of hand and foot temperature in middle-aged women, *The Journal of Cosmetological Science*, 2010;6(3): 233-37.
 24. Keong WS, Tokura H, Effects of exposure and insulation of the extremities on the human thermoregulation, *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 1991;15(4):447-51.
 25. Kang MJ, Kwon YA, The influence on heated slippers on responses and subjective sensitivity, *J Korean Soc Living Environ Sys*, 2012;19(3):327-35.
 26. Norkin CC et al, Joint structure & Function, 2nd edition, Ymsbook, 2000.
 27. Lee SY, Kim HS, Bae SS, Measurement of the CTA and Q-Angle with the different position of the pronation and supination of the foot, *J Korean Phys Ther; J Kor Soc Phys Ther* 2002;14(4):342-66.
 28. Palluel E, Ceyte H, Olivier I et al, Anticipatory adjustments associated with a forward leg raising in children: effects of age, segmental acceleration and sensory context, *Clin Neurophysiol*, 2008;119(11):2546-54.
 29. Ryu SM, Kim HJ, Evaluation of thermography camera using molded optical lenses for medical applications, *JKEM*, 2013;26(8):624-8.
 30. de Weerd L, Mercer JB, Weum S, Dynamic infrared thermography, *Clin Plast Surg*, 2011;38(2):277-92.
 31. Jones BF, Plassmann P, Digital infrared thermal imaging of human skin, *IEEE Eng Med Biol Mag*, 2002;21(6):41-8.
 32. Kakuta N, Yokoyama S, Mabuchi K, Human thermal models for evaluating infrared images, *IEEE Eng Med Biol Mag*, 2002;21(6):65-72.
 33. Ebeiken J, Shaber G, Thermography a reevaluation, *Skeletal Radiol*, 1986;15:545-8.
 34. Jeon BK, Yeo JD, Shin JS, Measurement of kager's triangle area and retrocalcaneal surface temperature by shoes heel height, *Journal of the Korean Society of Radiology*, 2012;6(6):521-9.
 35. Greenfield AD, Shepherd JT, A quantitative study of the response to cold of the circulation through the fingers of normal subjects, *Clin Sci*, 1950;9(3):323-47.
 36. Brown GM, Page J, The effect of chronic exposure to cold on temperature and blood flow of the hand, *J Appl Physiol*, 1952;5(5):221-7.
 37. Hertzman AB, Vasomotor regulation of cutaneous circulation, *Physiol Rev*, 1959;39(2):280-306.
 38. Brown GM, Hatcher JD, Page J, Temperature and blood flow in the forearm of the Eskimo, *J Appl Physiol*, 1953;5(8):410-20.
 39. Jeong YO, Park SJ, Effects of the shoes on thermophysiological response during walking, *J Korean Soc Therm Environ Sys*, 1994;2(1):9-16.
 40. Purvis AJ, Tunstall H, Effects of sock type on foot skin temperature and thermal demand during exercise, *Ergonomics*, 2004;47(15):1657-68.