

## 배낭무게에 따른 보행시 편평족 하지의 족저압변화

손호희<sup>1</sup> · 오정림<sup>2</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 대학원 · <sup>2</sup>대원대학 물리치료과

### Effect of backoack load on plantar foot pressure in flat foot

Ho-Hee Son<sup>1</sup> · Jung-Lim Oh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physical Therapy, Graduated School of Daegu University, Daegu University*

<sup>2</sup>*Department of Physical Therapy, Daewon University*

#### ABSTRACT

**Purpose** : The purpose of this study was to investigate the changing plantar foot pressure by the backpack load of 0, 10, 15, and 20% of their body weight while level walking in flat foot and so to recommend suitable backpack weight limitations for flat foot subjects.

**Method** : 14 young flat foot subjects( $24.29 \pm 2.16$  yrs) participated in this study. the subjects were assigned to carry backpack load and there was four level walking modes : (1) unloaded walking(0%), (2) 10% body weight(BW) load, (3) 15% BW load and (4) 20% BW load. Repeated ANOVA was used to compare each region data of foot according to different backpack weight.

**Results** : As backpack load became increased, the contact area of midfoot was significantly increased, and contact area of forefoot and rearfoot were significantly decreased. maximum pressure at each region during walking tended to be greater as the load increased, but a significant difference was found only for the heel medial and lateral regions

**Conclusion** : Based on this data, the weight of backpack could influenced structure and function of the foot in flat foot

**Key words** : flat foot, backpack load, plantar foot pressure

## I. 서론

발은 보행 시 충격을 흡수하고 안정성과 추진력을 제공하기 위한 매우 복잡한 구조물을 가지고 생역학적 기능을 하고 있다(Abboud et al., 2002; Perry et al., 1997). 따라서 발과 하지의 정상적인 정렬과 자세 및 안정성은 매우 중요하고 할 수 있다. 그 중에서도 편평발을 가진 사람은 역학적 부하가 주어졌을 때, 발의 충격 흡수 능력의 저하와 발의 과도한 움직임발생으로 정상인보다 더욱 큰 충격을 받게되고 증가된 근활동으로 근육의 피로와 통증이 발생하기 쉽다(Hunt et al., 2004). 편평족은 진행성이나 후천성으로 나타나는 변형으로 정상적인 발에 비하여 족궁이 소실되거나 많이 낮아지는 구조적인 변화로 거골이 발바닥 쪽 내측으로 회전, 내측 족궁의 높이가 낮아지고 전족부의 회외와 외전이 발생한다(Arangio et al., 2004). 편평족은 일차적으로 과도한 움직임과 근활성을 불러일으켜 역학적으로 과부하를 주게된다. 발의 아치가 낮은 상태에서 달리게되면 2,3번째 중족골에 부하골절의 위험이 높으며 후족부의 외반력을 증가시키게 된다. 편평발은 중족골에 피로를 발생시켜 이로인한 부하골절이 흔하며 그외에도 장경인대 증후군, 슬개대퇴통증증후군 등을 포함하여 하지의 과사용으로인한 손상의 위험이 높다(Kaufman et al., 1999). 편평족을 가진 사람의 경우 반복적인 체력활동을 할 경우 하지를 과사용하여 비정상적인 발의 기능을 야기할 수 있으며 거골하 관절이 무리하게 회내가 되게 되면, 무릎의 경골내측 부위가 빠른 속도로 뒤쪽으로 움직여 내측으로 돌아 들어갈 수 있기때문에 무릎에 부상의 위험을 가질 수 있다. 또한 잘못된 발의 생체역학적인 움직임과 원인으로서는 무릎부상의 약 77%를 유발시킨다고 하였으며 고관절의 움직임에도 내회전을 심하게 일으켜 대둔근의 건이 늘어나게 되는 현상을 초래하여 만성적 스트레스로도 작용을 하며 부상의 원인이 되기도 한다(Wang et al., 2001; Kuhn, 1999).

배낭(backpack)을 매는 것은 일상생활에서도 흔한 일이다. 지금까지 배낭에 관한 연구는 학생들의 가방, 하이킹이나 산업현장 또는 군인들에 있어서 휴대장비

의 운반방법 등에 대해 초점을 맞추어왔다. 이러한 연구들은 보행시의 운동학적 분석, 생역학적 변형, 발의 부하 분산 등에 관한 것들이다(Al-Khabbaz et al., 2008; Chow et al., 2009; Singh et al., 2009; Hong & Li, 2005).

무거운 배낭을 매고 보행을 하게되면 정상보행보다 체간의 기울어짐이 더 커지게된다(Al-Khabbaz et al., 2008). 많은 연구들에서 무거운 배낭을 매는 것과 의학적 손상과의 관련에 대해 보고하고 있다. Wang 등(2001)은 무거운 배낭을 매게되면 근육의 통증, 허리 통증, 무감각, 어깨의 통증 등의 증상을 나타낸다고 보고하였다.

그러나 지금까지 편평족을 대상으로 하여 체중에 비례하여 다양한 무게의 배낭을 매었을 때의 생역학적 연구는 드문 편이며 특히 편평족에게서 각각 다른 무게의 배낭을 매고 보행시의 족저압을 살펴본 연구는 거의 없다. 이에 본 연구의 목적은 편평족을 대상으로하여 체중에 비례하여 0, 10, 15, 20%의 배낭을 매고 보행시 족저압의 변화를 살펴보고 편평족의 배낭 무게에 의한 신체 손상의 위험요소를 확인하여 예방하고 일상생활을 하는 동안에 보행의 안정성을 높일 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 14명의 편평족을 가진 20대를 대상으로 하였다. 자료 수집에 앞서 모든 연구대상자는 사전에 실험에 대한 설명을 충분히 한 후 동의서를 작성한 후 실시하였다. 또한 최근 6개월간 근골격계 손상, 자세 변형, 척추 등의 수술, 허리통증이 있는 자는 제외하도록 하였다.

### 2. 연구 절차

본 연구에 참여한 모든 대상자는 진행과 실험절차를 익히기위해 연구보조원이 시범을 보인 후 진행하였다. 먼저 이학적 검사를 실시한 후 대상자의 일반적

특성을 알아보아 신체 계측을 실시하였다.

또한 실험환경에 익숙해지도록 5분간 보행 연습을 한 후 정상시와 같은 자연스러운 보행을 하도록 지시하였다. 대상자에게 제공하는 무게부하는 대상자의 체중의 0, 10, 15, 20%의 무게를 제공하였으며 뒤로 댈 수 있는 배낭에 모래주머니를 넣어 부하를 제공하였다. 보행검사는 입각기 동안 가해지는 족저압을 측정하기 위해 RS-scan system(Rs-scan international, 2m x 0.4m x 0.02m with 16.384 resistive sensors, 480Hz, two sensors per cm<sup>2</sup>)을 사용하였다. RS-scan system은 2m 길이의 plate위를 보행하는 동안 보행 시 영역별 최고 압력, 최고 힘, 그리고 체중의 이동경로 등을 분석하는 장비이다. 보행 시 압력 분포는 RS-scan system의 상용 프로그램인 foot scan7gait 2<sup>nd</sup> generation을 이용하여 126frame/sec로 자료를 수집하였다.

## 2. 연구 절차

자료 분석은 SPSS 14.0 for windows를 이용하여 통계 처리하였으며 가방 무게 부하에 따른 발의 각 영역별 족저압의 변화를 비교하기 위하여 반복측정 분산분석(repeated ANOVA)을 이용하였다. 통계학적 유의수준을 검증하기 위한 유의수준은 .05로 설정하였다.

## Ⅲ. 연구결과

본 연구에 참여한 대상자는 편평족으로 분류된 14명이었다. 연구대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

배낭 무게에 따른 족저의 접촉면적의 변화에서는 발을 전족, 중족, 후족부의 3영역으로 구분하여 영역별 접촉면적을 비교하였다(표 2). 세 영역 모두에서 무게 부하에 따른 유의한 차이가 있었으며 특히 후족부와 전족부에서 무게부하가 증가할수록 접촉면적이 유의하게 감소하였으며 중족부에서의 접촉면적이 유의하게 증가하였다( $p < .05$ ).

영역별 최고압력 비교에서는 발을 엄지발가락, 발가락, 1~5 중족골, 중족부, 뒤꿈치 내측, 뒤꿈치 외측의 총 10개의 영역으로 나누어 비교하였다. 통계결과

뒤꿈치에서는 내측과 외측 모두 배낭 무게가 증가함에 따라 유의한 차이가 있었으나( $p < .05$ ) 그 외 영역에서는 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ )(표 3).

표 1. 연구대상자의 일반적 신체특성 (Mean±SE)

대상자(n)	나이(yrs)	키(cm)	체중(kg)	발사이즈(mm)
14	24.29± 2.16	166.60± 3.54	64.74± 2.25	246.25± 3.24

표 2. 가방무게에 따른 접촉면적 변화 (Mean±SE)

	0%	10%	15%	20%	F	p
Forefoot	51.6± 72	50.58 ±.80	50.60 ±.61	49.77 ±.74	3.12	.03*
Midfoot	28.18 ±.76	28.54 ±.97	29.64 ±1.04	30.34 ±1.01	3.17	.03*
Rearfoot	20.65 ±.51	20.57 ±.50	19.78 ±.44	19.24 ±.41	5.42	.00*

표 3. 가방무게에 따른 족저 영역별 최고압력 (Mean±SE)

	0%	10%	15%	20%	F	p
toe1	31.49± 4.23	36.93± 6.53	43.63± 4.83	39.37± 5.25	1.68	.18
toe2~5	12.44± 4.57	10.88± 1.72	10.73± 1.25	13.71± 2.85	.31	.82
meta1	26.11± 4.46	29.22± 5.72	30.06± 4.18	35.57± 4.66	1.26	.30
meta2	38.03± 4.64	58.24± 9.06	54.72± 6.18	54.76± 5.98	2.83	.04
meta3	43.41± 6.69	61.13± 10.37	48.10± 6.29	54.22± 6.48	2.12	.12
meta4	19.08± 4.59	41.06± 11.11	27.54± 6.86	32.618 ±6.60	2.65	.06
meta5	10.93± 4.76	20.80± 5.76	18.28± 6.19	15.41± 6.30	1.11	.35
midfoot	4.32± 98	6.05±1 .45	6.52±1 .73	8.37±2 .87	1.15	.36
heel	44.19±	53.84±	55.42±	65.00±	3.14	.03*
medial	5.14	8.21	6.44	6.61		
heel	36.66±	45.56±	39.21±	51.74±	3.01	.04*
lateral	5.96	6.34	5.95	6.68		

## IV. 고찰

이 연구의 목적은 편평족을 대상으로 보행시 체중에 따른 단계별 부하를 적용하여 족저압을 측정하고자 하였다.

편평족은 스포츠 활동 등의 일상생활 활동시 통증, 근피로, 관절낭과 인대의 염좌, 발의 불균형 등을 불러올 수 있으며 근육의 긴장을 증가시키고 닫힌사슬 운동에서 골반, 하지, 척추까지 영향을 미치게 되어 신체전반적인 자세변형을 일으키고 요통의 위험을 증가시킬 수 있다.

그러나, 편평족을 대상으로 한 보행 시 부하증가에 따른 근 활성도에 관한 연구는 거의 없었다. 정상인을 대상으로 한 유사한 연구에서, Al-Khabbaz 등(2008)은 배낭의 무게에 따른 근 활성도와 체간의 위치를 분석하였다. 복직근, 척추기립근, 대퇴이두근, 내측광근의 근활성도를 살펴본 결과 복직근에서만 10%, 15%, 20%의 부하에 따라 근 활성도가 유의하게 증가하였으며 그 외의 근육에서는 별 차이가 나타나지 않았다고 하였다. 이는 배낭으로 인해 신체의 COG가 뒤로 이동하였으며 이를 보상하기 위한 복직근의 활성이 증가되는 생역학적인 결과라고 보고하였다. 이와 달리, Ringleb 등(2007)의 연구에서, 편평족과 정상인을 대상으로 근활성도와 족저압을 측정하여 비교한 결과, 유각기와 입각기 동안 전경골근, 비복근, 단비골근, 장비골근의 근 활성이 정상인에 비해 유의하게 증가한 것으로 보고하였다. 이와 유사한 결과로, Hunt 등(2004)은 보행의 입각기동안의 편평족과 정상 발을 비교한 결과, 편평족에서 전경골근, 비복근, 가자미근의 근 활성도가 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서 편평족의 무게 부하에 따른 보행시 접촉면적의 변화에서, 중족부에서 유의하게 증가하였으며, 전족부와 후족부에서 접촉면적의 유의한 감소가 있었다. 이 결과는 보행과 달리기 시의 발의 타입에 따른 족저압을 연구한 Chia 등(2009)의 연구에서 정상발에 비해 편평발에서 중족부의 접촉면적과 최대힘의 증가, 그리고 전족부의 접촉면적과 최대힘의 감소가 나타난 것과 유사한 결과이다.

보행시 부하에 따른 영역별 최고 압력값은 부하가 커질수록 대체로 높아지는 경향을 나타냈으나 유의한 차이는 없었고, 뒤꿈치 내측과 외측에서만 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 이는 초기 접촉기동안의 큰 충격으로 인해 뒤꿈치에서의 최고치 압력이 높아진 것으로 보이며, 이는 보행속도의 증가에 따라 뒤꿈치의 최고치압력이 최소 2배 이상 높아진다고 보고한 De cock 등(2006)의 연구결과와 비교해볼 때, 유사하다고 할수 있다.

## V. 결론

본 연구는 편평족을 대상으로 무게부하의 증가에 따른 발의 족저압 변화를 알아보려고 하였다. 본 연구의 결과로, 체중에 따른 무게부하가 증가할수록 족저압 및 발의 최고치 압력이 유의하게 증가하는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 편평족의 경우, 과도한 무게부하가 체간과 하지의 근육의 긴장을 증가시키고 발의 중족부에 압력이 집중되는 것을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

- Abbound P, Mansour G, Zejli A. Transient anhydramnios after early amniocentesis complicated by membrane rupture. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002;20(5):519-521.
- Al-Khabbaz YSSM, Shimada T, Hasegawa M. The effect of backpack heaviness on trunk-lower extremity muscle activities and trunk posture. *Gait & Posture* 2008;28(2):297-302.
- Arangio GA, Reinert KL, Salathe EP. A biomechanical model of the effect of subtalar arthroereisis on the adult flexible flat foot. *Clin Biomech(Bristol, Avon)* 2004;19(8):847-852.
- Chia KK, Suresh S, Kuah A et al. Comparative trial of the foot pressure patterns between corrective orthotics, formthotics, bone spur pads and flat insoles in patients with chronic plantar fasciitis.

- Ann Acad Med Singapore 2009;38(10):869-875.
- Chow DHK, Ting JML, Pope MH et al. Effects of backpack load placement on pulmonary capacities of normal schoolchildren during upright stance. International Journal of Industrial Ergonomics 2009;39(5):703-707.
- De Cock A, Willems T, Witvrouw E et al. A functional foot type classification with cluster analysis based on plantar pressure distribution during jogging. Gait & Posture 2006;23(3):339-347.
- Hong Y, Li JX. Influence of load and carrying methods on gait phase and ground reactions in children's stair walking. Gait & Posture 2005;22(1):63-68.
- Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. Clin Biomech(Bristol, Avon) 2004;19(4):391-397.
- Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA et al. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. Am J Sports Med 1999;27(5):585-593.
- Kuhn DR, Shibley NJ, Austin WM et al. Radiographic evaluation of weight-bearing orthotics and their effect on flexible pes planus. J Manipulative Physiol Ther 1999;22(4):221-226.
- Perry J. Gait analysis: technology and the clinician. J Rehabil Res Dev 1994;31(1):vii.
- Singh T, Koh M. Effects of backpack load position on spatiotemporal parameters and trunk forward lean. Gait & Posture 2009;29(1):49-53.
- Wang Y, Pascoe DD, Weimar W. Evaluation of book backpack load during walking. Ergonomics 2001;44(9):858-869.

논문접수일(Date Received) : 2011년 12월 16일  
논문수정일(Date Revised) : 2011년 12월 27일  
논문게제승인일(Date Accepted) : 2011년 12월 28일