

성인 여성의 발 특성에 따른 인솔 적합성 연구

최순복[†] · 이원자*

오산대학 신발과학과, *건국대학교 의상 · 텍스타일학부

The Research of the Insole Suitability in Accordance with Foot Characteristics of Women

Soon-Bok Choi[†] · Won-Ja Lee*

Dept. of Shoe Science, Osan College

*Dept. of Apparel and Textiles, Konkuk University

(2004. 7. 27. 접수)

Abstract

The purpose of this research is to develop appropriate Insole according to foot characteristics of female adults. This research concentrates on proving the effectiveness of Insole on resolving foot discomforts by analyzing the differences between the fitting and foot pressure before and after wearing Insole. Among 216 female testers of previous research, six testers wear selected and placed into six different groups classified according to foot discomforts and foot characteristics. After wearing Insole, the results indicates that the entire groups represented the improvement of fitting and the mitigation of foot discomfort. The results of foot pressure experiment shows that the maximum pressure of foot spreads out evenly after wearing Insole, which indicates the effectiveness of Insole. This efficacy works particularly well for foot testers of second and sixth group. The results indicate that group 6, which consist of the flat-footed and the old, have more noticeable effects derived from Insole, whereas group 3 and 5 do not, due to its constitution of people with fairly normal feet. Furthermore, it was evident that maximum pressure played a major role in proving the beneficial effects of Insole, one of which is to scatter the maximum pressure of heel away and lessen the foot pressure of plantar.

Key words: Insole, Foot pressure, Fitting; 인솔, 족저압, 착용 · 착화감

I. 서 론

인간에게 있어 발은 직립자세와 보행에 중요한 역할을 하는 특이한 구조와 기능을 가지고 있다.

구두의 기본적인 기능은 거친 지표면, 날씨, 환경으로부터 발을 보호하고, 보행의 효율을 증진시키는 것이다. 발 건강을 유지하면서 편안하고 기능적인 구두 착용이 바람직하지만 대중매체나 광고는 개인의 발유형을 무시하고 유행을 조장하여 잘못된 구두선택을

유발하고 있다. 이와 같이 부적합한 구두선택은 발의 변형을 가져오며 요통 등 많은 불편감을 일으킨다. 송선홍 외(1997)에 의하면 굽이 높은 구두는 보행 시 전족부 부하의 증가로 인하여 중족지골의 통증과 변형을 유발할 수 있으며, 슬관절의 통증 및 변형을 야기하여, 퇴행성 변화를 가속화시킬 수 있다고 하였다.

최선희, 천중숙(1998)은 최근 노년층을 중심으로 “착용 시 편안한 구두”라는 건강화에 대한 수요와 기능성 구두에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있고, 이러한 성향은 젊은 연령층으로도 확산되고 있다. 한편 일부에서는 발의 불편감을 완화시키기 위해서나

[†]Corresponding author

E-mail: choishoe@hanmail.net

특수 질병(류마티스 관절염, 혈관순환장애, 당뇨병)으로 발에 이상이 있을 경우 발 변형을 교정하기 위해서 특수 구두를 맞추거나 구두의 안쪽에 삽입하는 인솔(깔창, 안창)을 만들어 발의 불편감을 감소시키고 통증을 완화시키려는 연구가 이루어지고 있다. 김준환 외(1995)은 보행 시 가장 큰 압력을 받는 부위는 중앙전족부이며, 높은 굽일수록 발 앞쪽부위와 발 안쪽으로 힘과 압력이 치우친다고 하였다. 김영호 외(1997)의 특수질병으로 발 이상인 환자를 대상으로 한 족저압 연구에서 엄지발가락 외반증이 심해질수록 중족골 부위의 접촉면적이 증가하여 과도한 압력과 충격을 받기 때문에 압력 분포가 발바닥 부위별로 고르게 분포될 수 있는 구두나 인솔개발이 이루어져야 한다고 주장하고 있다.

따라서 본 연구자들은 발에 불편감을 최소화하고 편안하면서 한국인의 발 유형에 적합한 구두 및 인솔 제작 개발에 필요한 자료를 얻기 위해 성인 여성의

발 측정치로부터 발 유형을 분류하였고(최순복, 이원자, 2002a), 구두형태와 보행습관의 족저압 측정치로부터 보행특성을 파악하여 발 불편감에 영향을 미치는 변인을 추출하여 군집분석을 실시하여 유형화하고 특성을 규명하였다(최순복, 이원자, 2002b). 그리고 본 연구에서는 발 특성에 따른 인솔의 적합성 효과를 입증하고 인솔제작에 필요한 변인을 찾고자 인솔 착용 전과 후의 관능검사와 기능검사를 실시하여 분석하고자 한다. 이로서 발 불편감을 최소화시키고 발의 기능을 증진시킬 수 있는 구두나 인솔개발에 필요한 자료를 제화업계에게 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 피험자 선정

선행연구에서 인솔 제작을 위하여 발 불편감에 영

<표 1> 군집별 피험자의 특성

	군집 1	군집 2	군집 3	군집 4	군집 5	군집 6
연령	30대~40대	30대~40대	20대	50대 이후	20대	50대 이후
족시수	표준형	표준형	표준형	표준형	세장형	표준형
발가락길이	스퀘어	그리크	스퀘어	스퀘어	이집트	이집트
내측종아지 높이	요족	편평족	정상	편평족	정상	편평족
발 불편감	발가락	발바닥	발바닥	전신	발바닥	전신

<표 2> 군집별 피험자의 발 계측치

항 목		군 집					
		1군집	2군집	3군집	4군집	5군집	6군집
신 장(cm)		160.10	155.68	159.12	156.59	159.36	153.47
체 중(kg)		53.45	53.83	55.35	55.93	54.64	55.82
발 계 측 항목	바깥 복사점 높이(cm)	6.65	6.44	6.52	6.54	5.58	6.53
	발등높이(cm)	6.69	6.47	6.61	6.20	6.72	6.15
	엄지 발가락 두께(cm)	1.60	1.65	1.59	1.70	1.80	1.72
	발목둘레(cm)	20.51	20.68	20.77	20.78	21.21	19.71
	발뒤꿈치 발등둘레(cm)	32.39	32.57	32.85	32.60	33.05	32.26
	발등둘레(cm)	21.54	21.95	21.95	22.18	22.12	21.78
	발둘레(cm)	22.46	22.58	22.43	22.42	22.62	22.49
	발길이1(mm)	231.00	229.88	232.31	231.59	230.91	232.35
	발길이2(mm)	228.20	228.17	226.86	226.78	222.00	226.82
	발너비(수직)(cm)	9.24	9.48	9.38	9.38	9.53	9.47
	내측 족선각(도)	7.95	11.12	10.05	11.48	8.45	17.76
	족시수(R)	25.04	24.31	24.81	24.74	24.27	24.80
족시수(L)	25.18	24.42	24.64	24.58	23.74	24.33	
족 저 압	접지시간(ms)	763.58	854.39	825.14	915.91	730.22	1083.18
	접지면(cm ²)	99.63	108.68	108.82	119.18	110.89	115.88
	최대압력(N/cm ²)	38.16	45.98	46.86	44.94	52.78	50.82
	최대힘(N)	633.86	656.42	656.92	669.65	683.37	606.21

향을 미치는 변인 추출 결과 6개 군집으로 나누어졌다. 본 연구의 피험자 선정은 선행연구의 피험자 216명 중 각 군집별 특성에 맞는 6명을 선정하였다. 각 군집별 피험자 특성은 <표 1>과 같으며 <표 2>에 군집별 발 계측치와 족저압 측정치를 나타내었다.

피험자의 특성에서 연령별로 20대는 군집 3, 5, 30~40대는 군집 1, 2, 50대 이후는 군집 4, 6으로 나타났다.

족시수에 의한 발 형태 분류에서는 군집 5만 세장형이고 그 이외 군집은 표준형이었다. 발가락길이에 의한 발 형태는 스케어 타입은 군집 1, 3, 4이며, 그리크 타입은 군집 2이며, 이집트 타입을 군집 5, 6으로 나타났다.

내측종아치 높이에 의한 발 형태는 요족은 군집 1, 편평족은 군집 2, 4, 6, 군집 3, 5는 정상으로 나타났다.

발 불편감에는 군집 1은 발가락, 군집 2, 3, 5는 발바닥 불편감, 군집 4, 6은 전신에 불편감이 미친다고 하였다.

특히, 군집 6은 50대 이후이며 내측종아치에 따른 발 형태에서 편평족이며 발 불편감이 전신에 미친다고 호소하였다.

<표 2>에서 군집별 차이를 본 항목은 내측족선각으로 군집 1이 가장 낮고 군집 6이 가장 높다. 족저압 측정치에서도 군집별 차이를 나타냈는데 접지시간, 접지면에서 군집 6이 가장 높았고 최대압력과 최대힘은 군집 5에서 높게 나타났다.

2. 시료

1) 구두

구두는 <그림 1>과 같이 동일한 형태 소가죽의 통굽으로 토우는 스케어형, 인솔을 구두 속에 집어넣어 실험을 해야 하므로 끈이 있는 것으로 각 군집별 피험자 발 치수에 적합한 시판되는 구두를 선택하였다. 끈의 압력은 보행 시 무리가 가지 않을 정도로 자연스럽게 매도록 하였다.

2) 연구 인솔(개인 인솔)

인솔은 외적인 요인에 의해 발생된 발 질환을 보조적으로 치유해 주는 역할을 하는 것으로 신발의 안쪽에 삽입하는 깔창(Insole)이다. 인솔은 보행 시 각 주기의 보행단계(gait phase)별로 발이 할 수 없는 기능이나 부족해진 기능을 대신하여 족압을 골고루 분산

시켜 주는 역할을 한다. 또한 불편감이 있는 발의 불편감 정도를 더 이상 진행되지 않도록 하고, 나아가서는 정상에 가깝도록 교정의 목적으로도 사용을 하고 있다. 인솔의 재료는 충격 흡수가 좋은 Evamic(E. V. A)의 Podia Flexfl를 70도 가열 후 <그림 1>과 같이 모델링 하였다. 발뒤꿈치의 소재는 Podialene 160 white로 충격 흡수기능이 우수한 천연고무 소재이다.

인솔제작은 각 군집별 피험자의 발바닥을 성형하였다. 발바닥 압력에 따라 편평족일 경우 발바닥 전체의 압력이 나타나기 때문에 보행시 쉽게 피로가 오며 발이 아프기도 하다. 그러므로 내측으로의 회전을 방지하도록 제작하였다. 요족의 경우는 발 앞부분 즉 엄지 발가락, 다섯째 발가락 부분의 압력이 가지 않도록 외측으로의 회전을 방지하도록 제작하였다.

따라서 <그림 1>과 같이 동일한 형태의 구두와 개인용 인솔을 집어넣어 착용 전과 후 각 2회씩 보행하여 Peder System으로 족저압을 측정하였다.

3. 측정도구

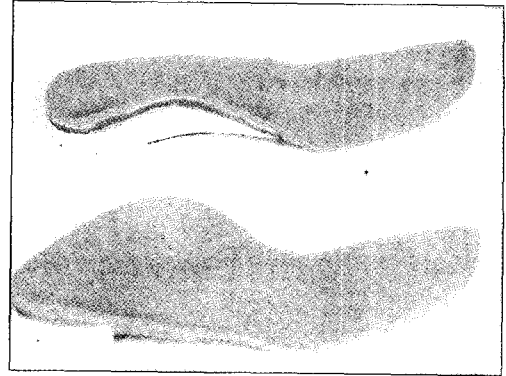
발 특성에 따른 군집분석에 의해 분류된 군집별 개인 인솔의 효과 및 적합성을 평가하기 위해 주관적 관능검사로 발 불편감을 설문지법으로 조사하였고, 기능을 검사하기 위해서는 족저압을 측정하였다.

1) 관능검사(발 불편감)

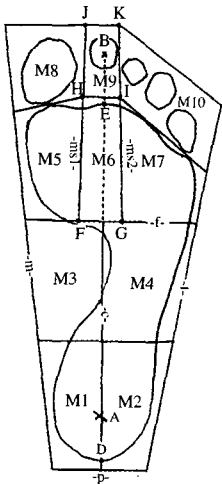
인솔의 적합성을 알아보기 위하여 주관적 관능검사로 인솔 착용 전과 후의 착용감 및 발 불편감에 관한 13 문항을 5점 리커트법으로 측정하였다. 문항 작성은 발 관련 선행연구를 통한 자료에 근거하여 작성하였다. 주관적 관능검사는 개인 인솔이 발 불편감 해소에 어느 정도 영향을 미치는가를 알아보기 위해 구두의 착용감(최선희 외, 1998), 구두의 발 불편감(최순복 외, 2002a, b)등의 선행연구에서 사용된 발 불편감 항목으로 작성하였다.

2) 기능검사(족저압)

개인 인솔의 기능적 검사를 위해서 선행연구에서 보행시 구두의 기능 또는 발 장애환자의 발 기능을 측정하기 위한 연구(김준환, 1995)에서 사용된 족저압으로 발바닥 압력분포를 측정하였다. 족저압 측정 방법은 대상자의 신발 안에 압력 측정기를 삽입하고 압력 측정기에서 나온 케이블과 연결되는 조정기를 허



<그림 1> 구두와 인솔



- M1: 발뒤꿈치 내측
- M2: 발뒤꿈치 외측
- M3: 종아치 내측
- M4: 종아치 외측
- M5: 전족부의 내측
- M6: 전족부의 중앙
- M7: 전족부의 외측
- M8: 엄지 발가락
- M9: 둘째 발가락
- M10: 셋째, 넷째, 다섯째 발가락

<그림 2> 족저압 분석을 위한 표준영역분할

리 부근에 부착한 뒤 편안한 상태로 2초간 서 있게 하였다. 서 있는 상태의 족저압(static pressure)을 측정할 다음 10미터 직선거리를 평소처럼 편안하게 느끼는 보행속도로 걷게 하여 보행 시 족저압(dynamic pressure)을 측정하였다. 측정기기는 Novel(Germany)사의 Peder System을 사용하였다.

측정된 자료분석은 Novel Win Program을 사용하여 김영호 외(1997)가 제시한 발바닥의 표준 영역 분할 방법에 의해 발바닥을 <그림 2>와 같이 10개의 Masks로 나누어 분석하였다.

족저압 측정치는 최대힘, 최대압력, 힘-시간 적분값, 압력-시간 적분값을 구하였다. Peder system에서는 체중을 보정하기 때문에 최대힘은 전체에 가하여지는 값으로 단위는 Newton이다. 최대압력은 단위

면적당 미치는 힘으로 단위는 $\text{Newton}/\text{cm}^2$ 이다. 압력-시간 적분값은 발바닥의 단위면적에 작용하는 충격값이며 단위는 $\text{N-s}/\text{cm}^2$ 이다. 힘-시간 적분값은 발바닥에 받는 부위별 충격값으로 단위는 %BW-s이다. BW는 체중, s는 시간을 나타낸다.

4. 자료 분석

족저압 측정치는 착용 전과 후의 차이에 대한 평균치, 표준편차 비율을 나타냈으며 군집별 인솔착용 전과 후의 발 불편감 족저압 측정치의 차이 검증은 t-test로 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

본 연구는 인솔 착용이 군집별로 발 불편감에 얼마나 해소될 수 있는가를 알아보기 위해 6개 군집에 해당하는 피험자 6명을 대상으로 동일한 형태의 구두에 개인용 인솔을 제작하여 착용 전과 후의 주관적 관능 검사인 발불편감과 기능 검사로는 Peder system의 족저압 측정기를 이용하여 결과를 분석하였다.

1. 주관적 관능검사(발 불편감)

개인 인솔이 발 불편감 해소에 어느 정도 영향이 미쳤는가를 알아보기 위하여 인솔 착용 전과 후 차이의 검증 결과를 <표 2>에 나타내었다.

결과에 의하면 피험자들이 발의 통증 및 불편감과 관련된 항목에 있어서는 대부분의 군집에서 유의한 차이가 나타났다. 인솔 착용 전과 후의 차이가 나타

<표 2> 주관적 관능검사

발 불편감	착용 전·후	1군집	2군집	3군집	4군집	5군집	6군집	전체 변화	t값
발바닥의 아치라인이 편하게 받쳐 준다.	전	1	4	1	1	1	5	2.16	-3.782**
	후	5	5	5	5	5	5	5	
복숭아뼈가 아프다	전	3	1	2	2	1	1	1.66	1.464
	후	1	1	2	1	1	1	1.16	
앞볼이 꼭 끼인다	전	5	4	1	4	5	5	4	3.070*
	후	1	1	1	1	5	1	1.66	
발목이 아프다	전	1	1	3	1	3	2	1.83	.000
	후	1	1	3	2	3	1	1.83	
발등 부분이 꼭 끼어(눌러)아프다.	전	3	3	1	3	1	1	2	-.791
	후	1	5	1	3	5	1	2.66	
발바닥이 아프다	전	5	5	1	5	5	5	4.33	4.392***
	후	3	1	1	1	1	1	1.33	
발바닥이 뜨거워진다	전	3	3	1	5	5	4	3.5	2.193*
	후	1	1	2	1	5	1	1.83	
발가락이 불편하다	전	3	4	2	2	5	5	3.5	3.464**
	후	1	1	1	2	3	1	1.5	
발뒤꿈치가 불편하다	전	1	1	3	2	5	2	2.33	1.348
	후	1	1	1	1	3	3	1.66	
발이 열이 나면서 붓는다	전	3	2	1	5	5	5	3.5	1.976
	후	1	1	2	1	5	1	1.83	
발이 저려 감각이 없어진다	전	3	2	2	3	5	2	2.83	2.739*
	후	1	1	2	1	5	1	1.83	
발 전체가 피곤하다	전	5	3	1	4	5	5	3.83	2.335*
	후	1	1	2	1	5	1	1.83	
발이 붓는다	전	5	3	1	4	5	5	3.83	1.976
	후	1	1	2	3	5	1	2.16	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

난 항목은 ‘발바닥 아치라인이 편하게 받쳐 준다 ($p < .01$)’, ‘앞볼이 꼭 끼인다($p < .05$)’, ‘발가락이 불편하다($p < .01$)’, ‘발바닥이 아프다($p < .001$)’, ‘발바닥이 뜨거워진다($p < .05$)’, ‘발이 저려 감각이 없어진다($p < .05$)’, ‘발 전체가 피곤하다($p < .05$)’ 등에서 착용 후 불편감을 호소하는 비중이 현격하게 감소하였다. 이를 통하여 인솔이 피험자의 발 불편감을 해소하는데 많은 도움을 주고 있음을 알 수 있었다. 그 중 ‘발바닥 아치라인이 편하게 받쳐준다’ 항목은 모든 군집에서 불편감이 감소되었다. ‘발바닥이 아프다’는 3 군집을 제외한 다른 군집에서 불편감이 해소되고 있어 인솔효과가 있음을 알 수 있다. 즉 인솔은 종아치 부위를 받쳐줌으로서 발바닥을 편하게 하여 발 불편감이 해소되었을 것으로 생각된다. 그 외의 항목에서는 군집별로 효과

가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 다만 6 군집에서는 모든 항목에서 인솔 착용후 발 불편감이 감소된 반면 5군집은 인솔 착용 전과 후의 차이가 별로 나타나지 않았다. 이것은 5군집은 20대이며 발 유형이 정상이기 때문에 인솔의 효과가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 그러나 이러한 결과는 피험자 수가 적고 인솔의 종류가 한 가지이기 때문에 확대해석은 어려우며 앞으로의 계속 연구가 필요하다고 보여 진다.

2. 기능검사(족저압)

김영호 외(1997)에 의하면 일반적으로 하중이라는 것은 어떤 물체에 작용되는 힘의 총합을 의미하며 인체에서 일부가 질환 또는 만성적인 과다 체중에 의해

서 일정 한계 이상의 하중을 받고 있다면 자연히 이 부분에서 손상을 입게 된다. 정상사람의 발바닥이 받는 압력은 서 있을 때는 80-100kpa, 걸을 때는 200-500kpa의 힘이 미치고 있다고 한다.

본 기능검사는 인솔 착용 후 기능을 검사하기 위하여 족저압으로 평가하였다. 족저압 평가는 최대힘, 최대압력, 힘-시간 적분 값, 압력-시간 적분 값이며 발바닥을 10개의 Masks로 나누어 분석하였다.

1) 부위별, 위치별 족저압

족저압 측정기로 왼발, 오른발의 압력분포를 측정한 결과를 부위별로 착용 전과 후의 차에 대한 평균치와 전과 후의 차이에 대한 검증 결과를 <표 3>, <표 4>에 나타내었다.

<표 3>의 인솔 착용전과 후의 최대힘, 힘-시간 적분값의 부위별 위치별 차에 대한 평균치와 차이 검증의 결과 최대힘은 왼발의 경우 발뒤꿈치 내측, 발뒤꿈치 외측, 종아치의 내측, 전족부의 내측 그리고 전족부의 중앙 등에 있어서 유의한 차이를 보였다. 오른발의 경우는 발뒤꿈치 내측, 발뒤꿈치 외측 그리고

종아치의 내측 등에 있어서 유의한 차이를 보였다. 즉 발뒤꿈치 내측, 외측과 전족부위의 내측 및 중앙 부위는 힘이 감소한 반면 종아치의 내측은 오히려 힘이 증가된 것으로 나타났으며 이러한 현상은 왼발에서 뚜렷하였다. 즉 인솔을 착용함에 따라 최대힘의 값이 발뒤꿈치에서는 감소한 반면 종아치의 내측에서는 최대힘이 오히려 증가되는 것을 알 수 있었다. 이것은 인솔이 발뒤꿈치에서 종아치 부위로 분산시켜 발뒤꿈치의 압력을 다른 곳으로 이동시켜 주는 역할을 한다고 할 수 있다. 따라서 인솔의 적합성을 평가하는데 최대힘은 아주 중요한 변인임을 증명할 수 있다.

그러나 발바닥에서 받은 부위별 충격량인 힘-시간 적분값은 왼발의 경우 전족부의 내측에 감소된 것으로 나타났나($p < 0.05$). 오른발은 발뒤꿈치 외측이 감소된 것으로 나타났다. 그 이외의 부위에서는 유의차를 볼 수 없었다. 이로써 인솔이 발의 모든 부위에 충격량을 감소시키는데 크게 영향을 미치지 않는 것으로 본다. 이러한 결과에 대해 인솔은 주로 종아치 부위의 압력을 분산시켜주는 역할을 하는 것으로 여러 부위에 충격량을 감소시킬 수는 없지 않으나 생각되

<표 3> 인솔 착용 전과 후의 최대힘과 힘-시간 적분 값의 부위별 차에 관련된 왼발과 오른발의 비교

	왼발		t	오른발		t	
	mean	SD		mean	SD		
최대힘 (%BW)	발뒤꿈치 내측	-6.06	4.07	-3.647*	-5.40	3.57	-3.698*
	발뒤꿈치 외측	-8.96	6.60	-3.323*	-9.17	5.75	-3.903*
	종아치의 내측	5.08	2.42	5.133**	3.48	2.24	3.807*
	종아치의 외측	1.48	3.67	0.987	1.55	5.40	0.703
	전족부의 내측	-3.38	2.86	-2.890*	-3.31	5.69	-1.425
	전족부의 중앙	-3.54	2.46	-3.527*	-1.97	2.72	-1.775
	전족부의 외측	-1.10	7.53	-0.358	-2.85	3.19	-2.190
	엄지 발가락	0.15	2.98	0.127	-1.33	3.63	-0.896
	둘째 발가락	0.60	1.65	0.901	-2.77	5.25	-1.291
	셋째, 넷째, 다섯째 발가락	1.27	1.82	1.707	-1.41	3.67	-0.943
힘-시간 적분값 (%BW-s)	발뒤꿈치 내측	-16.86	20.02	-2.063	-19.99	34.66	-1.413
	발뒤꿈치 외측	-13.17	28.39	-1.137	-28.99	19.11	-3.716*
	종아치의 내측	16.37	23.54	1.704	11.42	21.06	1.329
	종아치의 외측	15.09	20.73	1.783	9.32	18.78	1.216
	전족부의 내측	-10.53	8.71	-2.958*	-4.03	12.87	-0.767
	전족부의 중앙	-9.59	9.25	-2.540	-5.36	7.84	-1.676
	전족부의 외측	-8.93	23.27	-0.940	-7.42	9.92	-1.832
	엄지 발가락	-3.53	7.56	-1.144	1.56	9.46	0.405
	둘째 발가락	0.26	5.86	0.112	-4.16	14.17	-0.179
셋째, 넷째, 다섯째 발가락	-2.51	5.04	-1.220	-4.84	14.09	-0.841	

며 원인 규명을 위해 좀 더 깊은 연구가 있어야만 할 것이다.

<표 4>는 족저압의 최대압력과 압력-시간 적분값의 측정치를 부위별로 그 차의 평균치와 차이를 검증 분석한 결과이다.

최대압력은 왼발의 경우 발뒤꿈치 내측, 발뒤꿈치 외측, 전족부의 내측, 전족부의 중앙 그리고 엄지 발가락 등에서 유의미한 차이를 나타냈다. 오른발의 경우 발뒤꿈치 내측에서 가장 큰 값으로 감소하였으며, 발뒤꿈치 외측, 전족부의 중앙에 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과에 대해서 김영호 외(1997)의 연구에 의하면 발뒤축이 지면에 접지할 때와 발을 뗄 때 수직 지면 반발력이 가장 크기 때문이라고 하였다. 따라서 인솔의 착용 전과 후에 평균값이 유의한 차이를 나타냈다는 것은 최대압력이 인솔의 효과를 입증하는데 필요한 변인이라고 볼 수 있다.

압력-시간 적분값은 왼발의 경우 종아치의 내측과 전족부의 내측에서만 유의한 차이로 증가되었고 오른발은 모든 Mask에서 유의한 차가 없었다.

이것은 똑같은 소재의 인솔로 만들었기 때문이 아닌 생각된다.

인솔 착용 전과 후 족저압으로 평가한 결과를 종합하면 인솔의 기능이 부위별로 따라 다르게 나타났다. 즉, 발뒤꿈치에서는 압력이나 힘이 감소되었지만 발가락 부위에서는 나타나지 않는 것은 보행 시 발을 차고 나가는 단계에서 발가락까지 지면에 닿지 않기 때문으로 생각되어진다. 또한 인솔은 발바닥에 부위별로 많이 받는 압력을 다른 부위로 분산시키는 역할을 한다. 정상인의 걸을 때 받는 최대압력을 나타낸 부위에 대한 보고에서 연구자들마다 차이가 있었다. 즉, 중골부에 최대압력이 걸린다고 하였고(Rose et al., 1992), 전족부 부분에 최대압력이 걸리고 그 다음은 발가락이라고 보고하였다(Henning et al., 1994). 문혜원 외(1995)의 연구에서도 전족부에서 최대압력은 발가락 부분이라고 하여 Hennig의 결과와 일치하였다. 문재호 외(1997)에 의하면 최대압력이 많이 미치는 부위가 전족부로 이는 Rose와 일치하였다. 따라서 족저압 측정치 중 최대압력은 인솔의 효과를 검

<표 4> 인솔 착용 전과 후의 최대압력과 압력-시간 적분값의 부위별 차에 관한 왼발과 오른발의 비교

		왼발		t	오른발		t
		mean	SD		mean	SD	
최대 압력 (Newton/cm ²)	발뒤꿈치 내측	-7.14	4.35	-4.019**	-6.61	2.45	-6.592**
	발뒤꿈치 외측	-6.08	4.46	-3.337*	-9.25	3.99	-5.669**
	종아치의 내측	1.88	3.34	1.384	0.00	3.88	0.000
	종아치의 외측	-1.91	2.78	-1.687	-3.33	5.09	-1.602
	전족부의 내측	-9.61	6.25	-3.766*	-9.16	13.07	-1.717
	전족부의 중앙	-5.05	2.90	-4.261**	-7.44	6.08	-2.996*
	전족부의 외측	-2.22	5.05	-1.077	-6.66	5.30	-3.077*
	엄지 발가락	-4.05	3.31	-2.993*	-3.27	14.50	-0.554
	둘째 발가락	-0.89	3.93	-0.554	-2.66	8.26	-0.790
셋째, 넷째, 다섯째 발가락	0.47	4.13	0.280	-1.30	6.35	-0.503	
압력-시간 적분값 (N-s/cm ²)	발뒤꿈치 내측	-13.66	14.04	-2.382	-23.26	28.63	-1.990
	발뒤꿈치 외측	-12.04	17.25	-1.711	-21.39	21.24	-2.466
	종아치의 내측	17.80	12.60	3.460*	13.10	15.56	2.063
	종아치의 외측	4.52	18.66	0.594	4.46	20.24	0.541
	전족부의 내측	-9.82	7.95	-3.025*	-27.59	47.09	-1.435
	전족부의 중앙	-5.52	6.69	-2.019	-13.47	21.51	-1.535
	전족부의 외측	-2.77	10.12	-0.672	-11.89	14.52	-2.007
	엄지 발가락	-11.41	20.49	-1.364	-0.56	25.65	-0.054
	둘째 발가락	3.21	10.84	0.725	-5.32	28.14	-0.463
셋째, 넷째, 다섯째 발가락	1.07	9.50	0.277	-8.11	25.55	-0.777	

*p<.05, **p<.01, mean: 착용 전과 후 차의 평균치

증하는데 변인으로 볼 수 있다. 결과에서 족저압에서 최대힘과 최대압력의 측정치는 인솔의 발 불편감 해소와 적합성 평가에 기준치로 볼 수 있을 것이다. 이러한 결과는 박시복(1994)의 인솔의 효과 검증에서 족저압 측정치 중 최대힘, 최대압력을 변인으로 선택하여 보고한 결과와 본 연구결과는 일치한다.

2) 군집별 족저압

인솔 착용 전과 후의 군집별 족저압 측정치를 비교하기 위하여 각 군집별로 10개 Masks의 값을 전부 더한 값을 <표 5>에 제시하였다.

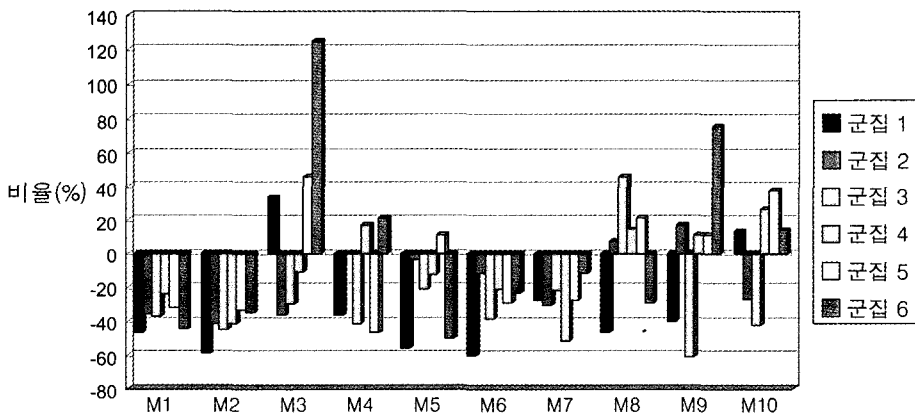
<표 5>에서 인솔을 구두에 삽입한 후 최대힘의 측정치는 군집 6에서 184.57%BW로 가장 큰 값이 나타났으며 군집 4에서 가장 적은 값이 121.57이 나타났다. 군집 2에서는 착용 전과 후의 차이가 가장 크게 나타난 반면 군집 3에서는 인솔을 착용하였을 경우

값이 더 크게 나타났다. 힘-시간 적분값에서 군집 3에서 588.92%BW-s로 가장 크게 나타났다. 군집 2에서는 다른 군집과 비교하여 가장 적은 값이 나왔다. 군집 3, 4 그리고 5에서는 인솔을 착용하지 않았을 경우 더 높게 나타났다. 최대압력의 경우는 군집 6에서 148.25로 큰 값이 나왔다. 변인 중 최대압력은 인솔 착용 전과 후의 값이 비교했을 때 확실하게 나타났다. 따라서 최대압력이 인솔에서 발바닥 압력을 감소시키는 중요한 변인이라고 볼 수 있을 것이다. 특히 군집 1과 군집 2에서 감소량이 크게 나타났다. 압력-시간 적분값에서는 군집 3에서 큰 값이 나왔다. 그리고 군집 2에서는 가장 적은 값이 나왔다. 군집 3과 5에서는 인솔 착용 전과 후의 비교에서 착용하지 않았을 경우 값이 더 크게 나타났다.

족저압에서 힘-시간 적분값과 압력-시간 적분값에서는 군집 3과 5에서는 인솔의 효과를 입증시키지 못

<표 5> 인솔 착용 전과 후의 군집별 족저압 측정치

		군집 1	군집 2	군집 3	군집 4	군집 5	군집 6
최대힘 (%BW)	전	191.41	189.34	148.15	135.36	170.05	192.65
	후	173.24	132.41	154.32	121.57	163.21	184.57
힘-시간 적분값 (%BW-s)	전	464.53	375.49	558.96	451.69	503.59	687.43
	후	389.15	272.43	588.92	464.37	525.23	513.8
최대압력 (Newton)	전	196.96	177.16	194.25	148.25	165.25	180.75
	후	134.58	115.57	147.5	121.5	142.25	148.25
압력-시간 적분값 (N-s/cm ²)	전	585.62	424.21	602.59	533.35	519.51	871.75
	후	493.54	290.87	687.62	521.76	588.48	586.80



<그림 4> 인솔 착용 후의 군집별 부위별 최대압력(peak pressure)비율

발뒤꿈치 내측(M1)과 외측(M2), 종아치의 내측(M3)과 외측(M4), 전족부의 내측(M5) · 중앙(M6) · 외측(M7), 엄지 발가락(M8), 둘째 발가락(M9), 셋째, 넷째, 다섯째 발가락(M10)

하였다. 군집 2와 군집 6에서는 인솔의 필요성이 나타난 군집이라 볼 수 있다. 그 외의 군집에서 인솔효과가 뚜렷하지 않았으며 인솔이 발의 불편감 해소와 발의 변형을 예방한다는 차원에서 고려할 때 확실한 결과에 의해 대중화 방안도 생각할 수 있다.

따라서 족저압 측정에서 최대압력의 감소가 컸기 때문에 효과 검증과 적합성 평가의 변인으로 볼 수 있다. 따라서 군집별에 따른 최대압력을 좀 더 자세히 살펴 본 결과는 <그림 4>와 같다.

인솔 착용 전과 후의 군집별, 위치별 최대압력의 감소 비율을 쉽게 알아 볼 수 있도록 한 것이다. 최대압력이 착용 전과 후 얼마나 감소하였는가를 알아보기 위해 최대압력의 감소비율을 구하였다.

인솔을 착용했을 경우 최대압력이 대체로 감소하고 있다. 부위별 최대압력에서 M1, M2, M6, M7은 모든 군집에서 현저하게 감소되었으며 그 중 군집 1에서 감소현상이 컸다. 군집 6은 M1, M5에서 감소가 컸다. M3, M8, M9, M10에서는 군집에 따라 증가와 감소하는 현상으로 나타났다. 군집 1, 군집 5, 군집 6에서는 증가되어 M1, M2에서 감소한 반면 M3에 증가한 것은 발뒤꿈치에 미치는 최대압력이 인솔을 착용함으로써 내측 종아치쪽으로 압력이 분산되고 있음을 시사하고 있다. 이러한 현상은 군집 6에서 현저하게 나타났다. 군집 6은 50대 이후에 편평족으로 발 불편감을 많이 호소한 군집으로써 인솔효과가 잘 나타난 군

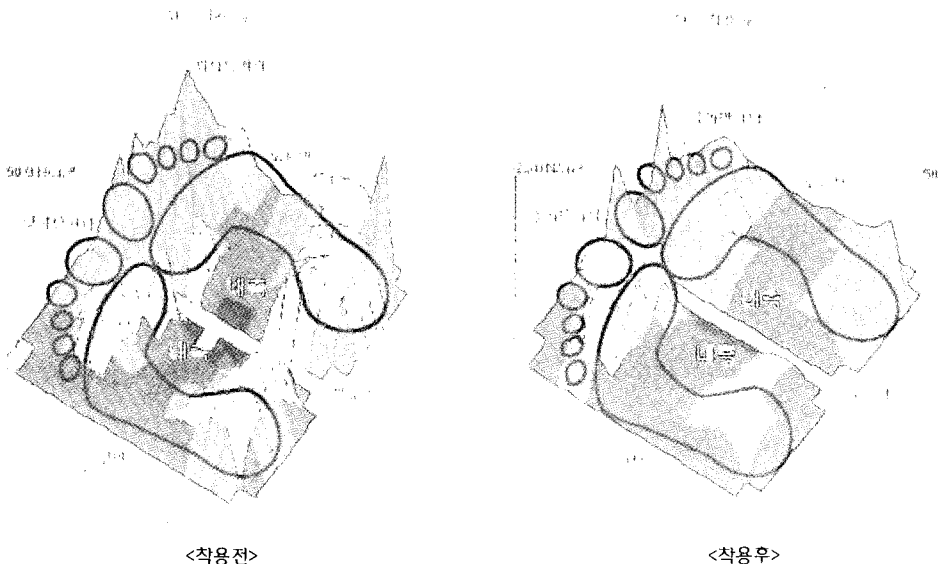
집이라고 본다.

그러나 M8은 군집 2, 3, 4 M9는 군집 2, 4, 5, 6 M10은 군집1, 4, 5, 6이 인솔 착용 후 최대압력이 증가되고 있는바 이 부위가 발가락 부위이므로 인솔의 효과가 미치지 못하였다. 특히, 50대인 6군집에서는 인솔에서 발가락 부위의 압력을 감소시키는 것이 어렵지 않나 생각되며 인솔은 발바닥의 족압을 분산시키는 역할을 하기 때문이라고 생각된다.

<그림 5>에 군집 6의 인솔 착용 전과 후의 좌·우 양발의 족저압을 3차원으로 나타내었다.

군집 6에서 인솔 착용 전에는 발의 뒤꿈치와 엄지 발가락 및 둘째 발가락 중족골두에 높은 압력이 실리고 있는 반면, 인솔 착용 후에는 압력이 전반적으로 감소되었다. 엄지 발가락 끝에는 인솔의 영향이 미치지 않기 때문에 계속 압력이 높은 상태로 남아있게 된다.

이상의 결과에서 인솔 착용 전과 후의 주관적 검사와 기능검사로부터 인솔 제작에 필요한 변인과 필요성을 제시할 수 있었다. 즉 주관적 검사에서 인솔이 발바닥, 아치부위를 편하게 해주어 발 불편감을 감소시키고 이러한 현상은 군집 6의 50대에서 편평족일 경우 효과가 있었다. 족저압에 의한 기능 검사의 평가에서도 최대힘, 최대압력이 중족골 아치부위, 전족부 부위로 압력이 골고루 인솔 착용 후 발뒤꿈치에 분포되어 발 불편감이 감소되었고 군집 6에서 인솔 효과 및 적합성이 뚜렷하게 나타났다.



<그림 5> 군집 6의 인솔 착용 전과 후의 3차원 족저압

IV. 결론 및 제언

본 연구는 발 특성에 따른 인솔의 효과와 적합성을 알고자 개인용 인솔을 군집별로 만들어 인솔 착용 전과 후의 주관적 관능검사와 기능검사를 실시하였다. 피험자는 발 불편감에 영향을 미치는 발 특성의 변인들로부터 군집 분석된 군집별로 각 1명씩 6명을 선정하였다. 주관적 관능검사는 발 불편감에 관계되는 설문지로 작성하여 조사하였고 기능검사는 족저압을 측정하여 압력분포를 분석하여 평가한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 주관적 검사인 발 불편감은 모든 군집에서 인솔 착용 후 발 불편감이 완화되는 것으로 나타났다. 발 아치 부위, 발바닥, 발 전체의 피로감 등에서 불편감을 호소하는 비중이 감소하였다. 이러한 현상은 연령이 50대이면서 내측종아치가 낮고 내측족선각이 큰 군집 6에서 현저하게 나타났다.

2) 족저압에 의한 기능적 검사에서 변인인 최대힘, 최대압력, 힘-시간 적분값 그리고 힘-압력 적분값 최대압력, 최대힘이 감소되었다. 따라서 인솔의 효과를 나타내는 족저압 측정치 중 가장 영향이 있는 변수임을 입증할 수 있다. 이러한 현상은 군집 6에서 현저하였고 군집 3과 5에서는 영향이 없었다. 이것은 군집 6은 편평족이고 연령대도 높은 노년의 군집으로 인솔의 효과가 나타난 것으로 군집 6에서 인솔 착용으로 발의 최대압력을 종아치 쪽으로 분산시켜 발바닥에 족저압이 분산되었음을 알 수 있었다.

족저압 측정은 최근 발의 건강에 대한 관심이 고조되면서 족부통증환자, 당뇨병, 류마티스 등의 관절염 환자에서 나타나는 발의 문제점들을 해결하기 위해 많이 이용되고 있으며 각종 족부질환에 의한 발의 변형 환자를 대상으로 발에 미치는 영향을 분석하는 등 의학분야에서 이용되고 있으나, 의류학 분야에서 기능성 신발 연구에 이용할 수 있을 것으로 본다.

인솔은 보행 시 각 주기의 보행 단계별로 발이 할 수 없는 기능이나 부족해진 기능을 대신하며 족압을 골고루 분산시켜 주는 역할을 한다. 따라서 앞쪽의 체

중분산, 보행의 용이, 그리고 충격 흡수를 도와주는 편안한 인솔 개발이 신발 업계의 과제라고 생각된다.

참고문헌

- 김영호, 박시복, 양길태, 임송학, 이강복, 문무설. (1997). 엄지 발가락외반증환자의 발바닥 압력분포 특성. *대한의용생체공학회*, 18(4), 439-446.
- 김준환. (1995). 족저압 측정기를 이용한 신발 뒷굽 형태에 따른 보행시 족저압분포에 관한 연구. 연세대학교 석사학위 논문.
- 김준환, 문재호, 전세일, 이일영, 박상일. (1995). 신발 뒷굽 형태에 따른 보행시 족저압 분포에 관한 연구. *대한재활의학회지*, 19(4), 754-764.
- 문혜원, 박상일, 나은우, 이일영, 임신영, 김준환. (1995). F-scan system을 이용한 정상인의 보행시 족저압 분포. *대한재활의학회지*, 20, 289-294.
- 문재호, 이한수, 김민영, 김성원, 정광익. (1997). 한국 정상 어린이의 족저압 분포에 대한 연구. *대한재활의학회지*, 21(4), 755-761.
- 박시복. (1994). 발의 재활 치료. *월간: 진단과 치료*, 14(11), 1336-1349.
- 송선홍, 유종운, 하상배. (1997). High-heeled 신발과 High-forefoot 신발 착용시의 보행 변화 고찰. *대한재활의학회지*, 21(5), 1003-1009.
- 최순복. (2001). 발의 불편감에 영향을 미치는 구두형태 및 보행특성 -성인 여성의 발 유형을 중심으로-. 건국대학교 박사학위 논문.
- 최순복, 이원자. (2002a). 발의 불편감에 영향을 미치는 구두형태 및 보행특성 -성인 여성을 중심으로-. *복식문화연구*, 10(3), 306-317.
- 최순복, 이원자. (2002b). 성인 여성의 구두착용과 발 유형과의 관계. *대한가정학회지*, 40(10), 231-241.
- 최선희, 천종숙. (1998). 성인여성의 발형태와 구두 착용실태에 관한 연구. 연세대학교 석사학위 논문.
- Hennig, E. M., & Rosenbaum, D. (1991). Pressure distribution patterns under the feet of children in comparison with adults. *Foot Angle*, 11.
- Rose, N. E., Feiwel, L.A., & Cracchiolo, III. A. (1992). A method for measuring foot pressure using a high resolution, computerized insole sensor: The effect of heel wedges on planter pressure distribution and center of force. *Foot Angle*, 13.