

한국 성인여성 중 무지외반증으로 인한 발 변형환자의 수술 전·후 발부위 계측치 및 요인분석

김혜수[†] · 김선희

덕성여자대학교 의상디자인과 · 김포대학교 패션디자인과

An Analysis on the Measurement and Factors of the Foot for Korean Female especially Focusing on the Patients of the Hallux Valgus

Hyesoo Kim[†] · Sonhee Kim

Dept. of Fashion Design, Duksung Women's University

Dept. of Fashion Design, Kimpo University

Abstract

In order to study the foot deformity hallux valgus, the rate of which is currently increasing, 235 patients who were diagnosed with hallux valgus and treated in an orthopedic hospital in Seoul had their feet calibrated before and after surgery using 3d radio-scans. Data from 209 cases was analyzed and scored numerically. We scored 10 items for length, 4 for width, 3 for angle, and 2 for height, for a total of 20 items. Each individual's feet showed great variation in most of the items and significant differences after surgery, especially in regards to length and height, which increased after surgery. Angle, width, and length of the distal parts of the toes decreased after surgery. Based on the results of our analysis, we conclude that surgery brings about significant changes in structure and measurement of feet. This research confirmed that there is significant variation in foot form and individual differences based on lesion size and location and, thus, it is difficult for hallux valgus patients to find ready-made shoes that fit them properly. Foot changes before and after operation for hallux valgus were analyzed and the

[†]Corresponding author: Hyesoo Kim Tel. +82-2-901-8431, Fax. +82-2-901-8431
E-mail: leohskim@hanmail.net

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government(NRF-2012S1A5B5A07036996)

results quantified; our results should be considered during product design by shoe companies whose target is adult women.

Key words : factor analysis(요인분석), foot measurement data(발측정데이터), hallux valgus patients(무지외반증환자)

I. 서론

1. 연구의 배경

성인여성의 대다수는 각기 다른 발의 형태와 적합하지 않는 또는 유행의 흐름만을 추구하는 신발의 착용으로 인하여 발 부위의 통증, 부종 및 변형을 경험하였을 것이다. 신발은 패션에 있어서는 실루엣에 크게 영향을 미치는 매우 중요한 패션 아이템이며 시즌 별 트렌드에 따라 달라지는 다양한 스타일과 높이의 구두는 여성의 발 형태와 건강에 매우 위협적인 요인으로 작용한다고 할 수 있으나 수많은 여성들은 이에 의한 불편함, 병변, 발 변형 등의 문제에도 불구하고 스타일, 실루엣 등을 이유로 오늘날 예쁜 신발을 고집하고 있다.

이러한 적합하지 않은 신발로 인하여 발 부위에 발생하는 여러 가지 병변 중에 대표적인 발 부위 병변은 무지외반증이며, 이러한 무지외반증은 의학적으로 엄지발가락의 외측편위와 제 1중족골의 내측

편위가 발생하는 증상 (RA. Mann, et al., 1981)으로 크게 내적요인과 외적요인에 의해 발병되어진다고 설명되어지며. 이 중의 내적인 요인으로는 여러 가지로 보고되었으며 Root 등 (S. Lim, et al., 2001)은 제 1중족골과 제 1설상골의 기능적 단위인 제 1열의 과도한 움직임이 일차적 요인이라고 하였다. 또한 제 1중족지절관절의 축이 놓이는 곳에서 중족지절관절이 신발 또는 체중 부하에 의해 발생하는 변형적인 힘을 견디지 못하여 무지외반이 일어난다고 하였다(Y. Tanaka, et al., 1999).

외적 요인으로는 우리나라에서는 일명 '버선발 기형'으로 불리며 과거 버선을 신는 것에 의해 유발되었으나 최근에는 굽이 높고 앞이 좁은 하이힐과 같은 서양식 신발을 신게 되면서 그 발병빈도가 점차 증가하고 있으며(W. Lee, 2000). 중국에서는 신발을 신은 사람들이 신발을 신지 않은 사람보다 유병률이 15배 높게 나타났으며(SF. Lam, et al., 1958) 일본에서는 2차 세계대전 후 굽이 높은 구두가 소개되면서 급증하였다(T. Kato, et al., 1981).



Figure 1. Shape Variation of Hallux Valgus

-<http://www.naver.com>

또한 무지외반증은 가계의 유전적인 요인이 영향을 받으며(AE. Geissele, et al., 1990), 양쪽 발 모두에서 발생하는 것으로(B. Helal, 1981). 국내의 무지외반증 환자를 국민건강보험공단 건강보험정책 연구원의 자료에 의하여 살펴보면 최근 10년 동안 70%이상으로 2005년 2만4000명이었던 환자의 수가 2009년 4만2000명으로 77% 증가하였으며, 여성 환자의 수(3만6000명)가 남성 환자(5000명)보다 약 7배 많았으며, 연령대는 40~60대가 많았으나, 건강보험심사평가원 통계에 의한 2009~2014년 연령대별 무지외반증 환자 증감추이를 비교해보면 남성은 각 연령대에서 증가율이 적게는 27.3%(60대)에서 많게는 100%(20대), 70%(30대) 등으로 나타났다("The patients of the Hallux valgus", 2011). 성별로 보면 2013년 기준 여성이 전체 진료인원의 84.7%를 차지해 남성보다 5.5배 더 많았다. 그러나 최근 5년간 연평균 증가율은 남성 61.9%, 여성 27.8%로 남성이 여성에 비해 2배 이상 높았으며, 특히 전 연령대 남성 환자 증가율은 61% 수준인 반면 여성 환자의 증가율은 27.8%이며, 특히 40대의 경우는 -4.4%로 오히려 감소 추세다("Red flag to foot health", 2015). 특이한 점으로는 여성 환자는 50대에 집중돼있는 반면 남성은 10대에서 50대까지 고른 분포를 보이고 있다는 점으로, 최근 트렌드에 관심이 많은 남성들이 늘어나면서 볼이 좁은 구두를 신거나 키높이 깔창이나 불편한 신발이 원인으로 남성 환자의 급증현상이 나타나고 있다."이라고 보고되어졌다("If you use high insole", 2014).

무지외반증 환자의 대부분은 다양한 발의 변형의 형태적인 문제와 함께 큰 통증을 느끼게 되며, 이에 대한 치료로 수술요법, 보조기 착용, 운동요법, 안창 조절법과 테이핑요법 등 다양한 방법을 사용하고 이 다양한 치료 후에도 지속적인 관리가 필요함에도 불구하고, 병으로 여겨지기보다는 미용과 관련된 문제로 생각하는 경우가 많아 무시하거나 방치하는 경우가 있고, 외관상 보기 좋지 않아 수술을 하는 치료 방법이 대부분이며 발병 및 치료 이후의 관리로 발의 변형을 악화시키는 신발을 피하고 편한 신발을 착용하는 것이 가장 중요함에도 불구하고 컴퓨터 슈즈나 환우용 신발의 시장은 외국제품이거나 맞춤형

작에 만 머무르고 있는 실정이다.

그러므로 컴퓨터 슈즈나 보호용 신발 특히, 무지외반증과 같이 수술 등의 치료 후에도 다시 재발할 수 있는 병에는 환우용과 예방용 신발이 필요하나 이를 디자인하기 위한 무지외반증의 수술 이전과 수술 이후의 발 부위의 계측치수의 차이에 의한 수술 전 후의 유형분석 연구가 거의 전무한 실정이다.

2. 연구의 목적

대부분 한국 성인여성의 신발생산업체는 재고의 문제로 길이사이즈의 구분에 의해서 신발을 생산하고 있으나, 다양한 소비자의 발 형태와 하이힐에 의한 높이가 발 변형에 영향을 미치는 원인임을 고려해 볼 때, 그리고 무지외반증이나 발 부위 질병에 의한 컴퓨터 슈즈나 환우용 또는 보호용 신발에 대한 시장의 확대가 예상되어짐에도 불구하고 기존의 선행연구는 발부위에 관한 연구 중 특히 무지외반증 환자의 수술에 대한 의학적 연구가 대부분을 차지하는 등 의학, 재활의학, 예방의학 분야(M Jeon, 2004; B. Helal, 1981; W. Lee, 2000; S. Lim, et al., 2001; R. Mann et al., 1981). 등에서 대부분이 이루어졌다. 이는 발 치수에 관한 연구가 컴퓨터 슈즈 및 무지외반증 환자와 병변제거수술 시술 후의 발을 보호하는 보호신발의 디자인 및 생산을 위한 기본적인 연구 임에도 불구하고 근본적으로 발병 이후 발의 변화와 수술 후의 발의 변화를 수치로 객관화되어진 데이터가 전무한 실정이므로 본 연구에서는 이에 대한 객관화된 치수의 변화를 데이터를 통해 분석해 보고자 한다. 이는 특수한 운동을 하는 운동선수들의 발의 분석이나 특수 연령층의 발의 치수(J. Jung, 2006; C. Kwak, et al. 2000) 또는 형태 분석의 선행연구(J. Lee, 2005)와는 다르며, 무지외반증에 의한 발 변형을 가진 소비자의 신발 제작 및 생산을 위한 기본 연구로서 발의 병변에 의해 변형된 부위의 치수와 수술에 의해 변형된 부위의 치수변화는 신발의 형태에 영향을 미치게 되므로 이에 관한 연구가 매우 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 무지외반증으로 병원에서 진단을 받고 수술을 통한 치료를 받은 성인여성을 대상으로 발 부

위를 계측하였는데 수술 전과 수술 후로 분류하고 연령대로 피험자를 분류하고 이를 대상으로, 발부위를 촬영하고 계측하고 그 측정치를 바탕으로 무지외반증 수술 전·후 발의 요인을 분석하고자 하였다. 이를 통해 대부분 수입에 의존하고 있는 컴포트슈즈와 환우용 신발의 적합한 신발개발 및 생산 시 필요한 치수체계 및 디자인 전개를 위한 기초자료로 제시하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 무지외반증 환자 발 계측부위

본 연구에서는 최근 2009년에서 2013년 동안 서울 소재의 정형외과에 내원한 환자들 가운데, 무지외반증으로 진단받고 수술한 환자를 대상으로 발의 수술 전과 후의 3차원 스캐닝 방사선 촬영 자료를 이용하여, 국내 무지외반증 성인여성의 발에 대한 구체적인 치수와 각도 등을 측정하여 발의 형태를 분석하였다. 총 235명의 촬영 자료를 이용하여, 26개 계측치를 분석하였는데, 이 때 연구 대상은 남성과 여성으로 무지외반증으로 진단받고 수술한 환자를 대상으로 하였다. 분석한 데이터 중 수술한 남자 환자의 비율이 5% 미만으로 나타났고 이는 여자환자와 비교해 볼 때 매우 적은 비율이므로, 남성 환자의 데이터는 분석하고 객관화 된 데이터로 사용하기엔 어려움이 있어서 이를 제외하고, 본 연구에서는 성인여성 무지외반증 환자 224명의 데이터 중 데이터에 이상이 있거나 통계분석에 어려움이 있는 자료를 제외하고, 209명 피험자의 자료를 이용하였

고, 각 피험자의 수술 전과 수술 후 자료를 모두 계측하여 분석하였다. 직접 계측한 26개 부위는 높이 4부위, 각도 3부위, 길이 및 간격 20부위로 이루어져 있다.

이 때 무지외반증 환자 판정을 받고 수술을 하는 경우, 뼈에 여러 개의 핀을 박아야하는 수술이므로 60대가 넘는 경우 수술과정에서 환자의 생명을 위협할 수 있어 제한된 수술을 하는 실정임으로 피험자의 연령대를 성인을 기준으로 하여 20대에서 60대까지로 하였다. 분석에 사용된 자료의 대상자의 지역별 연령대별 분포는 Table 1과 같다.

무지외반증의 경우 20대와 30대 보다는 40대 이후 피험자의 수가 월등히 많은 것을 알 수 있으며, 병원의 소재가 서울에 소재하고 있어 서울소재 환우의 경우가 50%를 넘긴 것으로 보여진다. 이러한 무지외반증 여성의 계측 데이터를 제 6차 한국인 인체치수 3차원 형상 측정 조사사업에서 2010년과 2012년에 사이즈코리아에서 3차원 발 스캐너를 이용하여 측정하는 측정점과 측정항목을 기준으로 하여 발형상을 수치화 하였으며 데이터를 비교 분석하였다. 제 6차 한국인 인체치수 측정조사 사업에서 사용한 측정점은 Table 2와 같고, 발의 측정점 및 위치는 Figure 2와 같다.

이러한 사이즈코리아에서 측정한 항목과 본 연구에서 계측한 무지외반증 환자의 발 측정항목 중, 본 연구의 비교분석에 사용된 발의 구체적인 계측항목은 Figure 3와 Table 3에 나와 있는 항목들 중 1번에서 13번까지 사용하였으며 14번부터 20번까지의 항목은 무지외반증의 특징을 보여줄 수 있는 항목으로 사려되어 제 6차 사이즈코리아 사업 중에서 삼차원 형상분석 사업을 위하여 규정해 놓았던 측정점과 측정항목을 이용하여 측정하였다.

Table 1. Ages of the Patients of the Hallux Valgus

Area \ Ages	20s	30s	40s	50s	60s	Total (%)
Seoul	4	0	37	57	21	119 (56.94)
Kyungki-Do	5	7	17	27	12	68 (32.54)
Others	2	8	5	7	0	22 (10.53)
Total (percent %)	11 (5.26)	15 (7.18)	59 (28.23)	91 (43.54)	33 (15.79)	209 (100)

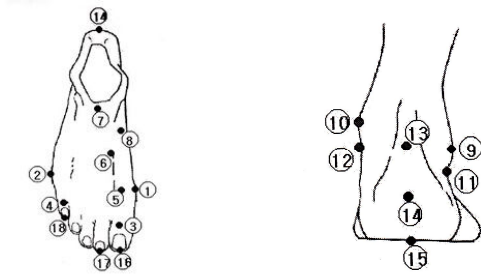


Figure 2. Foot Anatomical Landmarks

-<http://sizekorea.kats.go.kr/>

Table 2. Foot Anatomical Landmarks

	Landmark
1	Metatarsophalanmeal V
2	Metatarsophalanmeal I
3	Toe 1 Joint
4	Toe 5 Joint
5	Sesamoid Bone Point
6	Instep Point
7	Ankle Point
8	Navicular
9	The most lateral PT of lateral malleolus
10	The most medial PT of medial malleolus
11	Sphyrion Fibulare
12	Sphyrion
13	Upper Point of the Heel
14	Pternion
15	Landing Point of the Heel
16	Toe 1 End Point
17	Toe 2 End Point
18	Toe 5 End Point

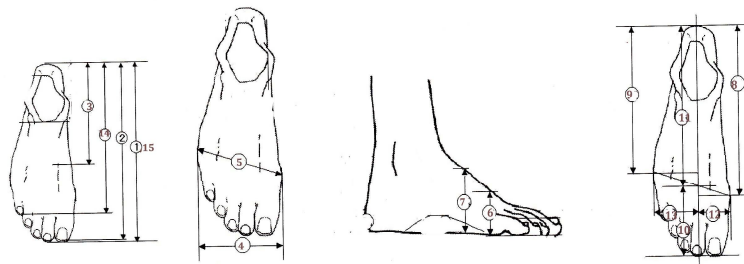


Figure 3. Foot Measurement

-<http://sizekorea.kats.go.kr/>

Table 3. Foot Measurements

	Measurement	Landmark
1	Foot Length	Pternion, Toe 1 End Point or Toe 2 End Point
2	Heel-to-Toe 1 Length	Pternion, Toe 1 End Point
3	Heel-to-Instep Length	Pternion, Instep Point
4	Foot Breadth	Metatarsophalanmeal I, Metatarsophalanmeal V
5	Ball Distance	Metatarsophalanmeal I, Metatarsophalanmeal V
6	Ball Height	Sesamoid Bone Point
7	Instep Height	Instep Point
8	Heel-to-Tibiale Length	Pternion, Metatarsophalanmeal I
9	Heel-to-Fibulare Length	Pternion, Metatarsophalanmeal V
10	Ball Center-to-Toe 2 Length	Ball Center Point, Toe 2 End Point
11	Ball Center-to-Heel Length	Ball Center Point, Pternion
12	Medial Ball Width	Metatarsophalanmeal I, Ball Center Line
13	Lateral Ball Width	Metatarsophalanmeal V, Ball Center Line
14	Heel-to-Toe 5 Length	Pternion, Toe 5 End Point
15	Heel-to-Toe 2 Length	Pternion, Toe 2 End Point
16	Toe 1 Angle	Metatarsophalanmeal I
17	Toe 5 Angle	Metatarsophalanmeal V
18	Ball Line Angle	Ball Center Line, Sesamoid Bone Line
19	Toe-to-Tibiale Length	Metatarsophalanmeal I, Toe 1 End Point or Toe 2 End Point
20	Toe-to-Fibulare Length	Metatarsophalanmeal I, Toe 1 End Point or Toe 2 End Point

2. 무지외반증 환자의 발 측정 도구

본 연구에 Pictronic 500(Picker S-Ray Co.)을 촬영 도구로 사용하였으며, 측정 도구로는 FCR Display(Fuji Co.)를 사용하여 3차원 X-Ray 사진을 디지털로 저장하여 영상분석을 통해 측정치를 구하였다. Figure 3 은 환자의 병력사항 파일을 캡처한 것이고, Figure 4 와 Figure 5 는 환자 수술 전·후의 3차원 X-ray 사진을 캡처한 것들이다.

3. 통계분석

본 연구는 SPSS 19.0 for Window 프로그램을 사용하여 연령대별 성인여성의 무지외반증 수술 전, 후 발의 형태학적 분석을 위한 측정치의 계측된 발 항목과 발의 치수분석을 위하여 기초통계량을 구하

고, 수술 전·후의 차이를 분류하고 그 자료를 바탕으로 요인분석을 하였다.

III. 연구결과

1. 무지외반증 수술 전·후 계측치에 대한 기술통계량

본 연구에서는 20대부터 60대까지의 성인여성 중 무지외반증 수술을 한 피험자를 대상으로 촬영한 수술 전·후의 X-ray정보를 분석하여 수술 전 촬영한 영상에서 측정한 항목의 측정치에 대한 기술 통계의 결과는 Table 4, 수술 후 촬영한 영상에서 측정한 항목의 측정치에 대한 기술 통계의 결과는 Table 5 에 제시하였다. 사용되어진 측정 항목은 제 6차 사

Figure 3. Hallux Valgus Patient File



Figure 4. X-ray Before Surgery for Hallux Valgus



Figure 5. X-ray After Surgery for Hallux Valgus

Table 4. Descriptive Analysis Before Surgery

Measurement	Mean	S.D.	Minimum	Maximum
Foot Length	230.55	11.80	198.54	260.00
Ball Height	34.93	3.73	26.82	46.23
Instep Height	57.10	4.24	41.26	68.43
Toe-to-Tibiale Length	64.49	6.30	40.00	85.41
Toe-to-Fibulare Length	85.52	7.62	50.41	105.13
Foot Breadth	99.97	6.25	83.70	116.00
Medial Ball Width	45.26	4.39	34.30	65.90
Lateral Ball Width	54.71	5.28	38.70	68.79
Ball Distance	102.41	6.38	88.57	117.60
Ball Center-to-Toe 2 Length	71.48	6.38	47.85	96.30
Ball Center-to-Heel Length	159.06	9.17	133.48	185.08
Toe 1 Angle	19.22	9.32	.00	55.00
Toe 5 Angle	5.01	4.99	-9.44	17.36
Ball Line Angle	12.15	3.74	2.50	22.59
Heel-to-Toe 1 Length	229.20	11.60	198.54	256.99
Heel-to-Toe 2 Length	228.65	12.45	192.03	260.00
Heel-to-Toe 5 Length	192.99	11.51	156.13	220.46
Heel-to-Instep Length	131.67	8.86	106.02	159.40
Heel-to-Tibiale Length	166.06	10.55	137.03	192.00
Heel-to-Fibulare Length	145.03	10.10	108.91	170.26

이즈 코리아의 3차원 발 형상에 사용하는 계측치를 기준으로 13개의 항목을 사용하고, 무지외반증의 수술 전,후의 차이를 알아보기 위한 항목으로 제 6차 사이즈 코리아에서 사용하였던 측정항목 중 7개의

항목을 이용하여 측정하였으며, 무지외반증 수술 전, 후의 성인여성의 발 부위 측정 치수의 특징을 파악하기 위하여 20개의 측정항목에 대한 기술통계량을 구하고 평균, 표준편차, 최소값과 최대값으로 구하였다.

Table 5. Descriptive Analysis After Surgery

Measurement	Mean	S.D.	Minimum	Maximum
Foot Length	232.93	11.59	198.74	260.00
Ball Height	36.78	4.13	27.42	50.76
Instep Height	59.01	4.16	46.93	68.45
Toe-to-Tibiale Length	59.19	5.46	44.40	76.05
Toe-to-Fibulare Length	81.04	6.19	57.30	100.65
Foot Breadth	86.59	6.30	70.50	103.65
Medial Ball Width	38.57	3.16	30.70	51.90
Lateral Ball Width	48.01	5.07	33.81	62.70
Ball Distance	89.50	7.48	36.93	116.38
Ball Center-to-Toe 2 Length	67.98	5.80	55.88	85.66
Ball Center-to-Heel Length	164.94	9.29	138.66	184.16
Toe 1 Angle	6.15	5.05	-6.69	19.60
Toe 5 Angle	5.53	4.05	-2.34	20.01
Ball Line Angle	14.55	3.91	2.19	23.28
Heel-to-Toe 1 Length	231.97	11.54	198.74	260.00
Heel-to-Toe 2 Length	230.79	12.20	194.13	260.00
Heel-to-Toe 5 Length	197.07	11.21	164.04	219.69
Heel-to-Instep Length	140.87	9.41	111.84	163.70
Heel-to-Tibiale Length	173.74	9.90	143.13	197.06
Heel-to-Fibulare Length	151.88	9.57	124.54	175.74

사용되었던 측정 항목은 제 6차 사이즈 코리아의 3차원 발 형상에 사용하는 계측치를 기준으로 13개의 항목을 사용하고, 무지외반증의 수술 전,후의 차이를 알아보기 위한 항목으로 제 6차 사이즈 코리아에서 사용하였던 측정항목 중 7개의 항목을 측정하였으며, 무지외반증 수술 전, 후의 성인여성의 발부위 측정 치수의 특징을 파악하기 위하여 20개의 측정항목에 대한 기술통계량을 평균, 표준편차, 최소값과 최대값으로 구하였다.

수술 전,후의 모든 항목에서 표준편차가 크게 나타났다으며, 이는 발 부위의 개인의 편차가 심하다는 것을 나타내는 것이다. 특히 사이즈 코리아의 측정 시에도 측정년도 별 측정항목에 따라 측정을 달리하였던 각도에 관한 3가지 항목의 수술 전과 후의 차이가 큰 것을 알 수 있으며, ‘엄지발가락측각도’, ‘발볼각도’의 항목으로 무지외반증의 증상이 엄지발가락 주변으로 많이 발병하는 것으로 알 수 있으며 수술 전, 후의 각도의 차이가 크게 나타났다. 대부분의 항목에서 수술 전 후의 측정치의 차이가 많이

나타났으며 특히 발안쪽점길이와 바깥쪽점길이가 발 앞부분의 길이항목을 제외한 길이항목과 높이 항목의 경우 수술 후에 길이가 커지고 높아지는 것으로 나타났다. 너비항목과 발가쪽부위의 전반부의 길이항목이 측정치가 적어지는 것으로 나타났다. 특히 각도는 제 6차 사이즈 코리아의 3차원 발 형상측정의 기준 측정항목에서도 측정년도에 따라 측정의 필요성의 차이가 있는 항목인데, 이 항목의 측정수치 변화가 수술 전, 후에 뚜렷하게 나타났으며, 특히 무지외반증의 특징이라고 보여지는 엄지발가락 부분의 변형에 기인된 엄지발가락측각도 뿐 아니라 새끼 발가락측각도의 항목도 수술 전, 후의 측정치 차이가 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 사이즈 코리아의 측정치와 비교할 수 없는 측정치이며, 병변에 의한 변형각과 수술요법 후의 변형각을 구한 고유값을 수치데이터로 각도의 차이를 수치로 표현하였다. 또한 바깥쪽점등의 측정점의 이동은 발의 형태의 변화를 나타내는 것으로 기본적으로 개인의 차이가 큰 발에 단지 길이와 너비 두가지에 의해 분

류, 생산되어진 기성화의 사이즈 체계와 발 부위의 병변 중 무지외반증 환우의 신발 사이즈 체계를 같이 사용하는데 무리가 있음을 보여주는 주요한 데이터임을 알 수 있다.

2. 무지외반증 수술 전·후 측정치에 대한 요인분석

무지외반증 환자의 수술 전, 후의 발부위 20개의 측정항목 측정치에 대해 각각 요인분석을 실시해 보았다. 요인추출은 주성분분석을 사용하였고, 요인수 선택은 Kaiser의 고유치 1.00 이상으로, 스크리 도표를 참조하여 정하였으며, 성분행렬은 Varimax 방법에 의한 직교회전을 실시하였다. 무지외반증 수술 전, 후의 발부위 측정치의 요인분석결과를 Table 6, Table 7, Table 8에 제시하였다.

무지외반증 수술전의 발부위 측정치의 요인분석의 결과로 고유값 1이상인 요인 4개가 추출되었다. 요인 1은 발꿈치부터 측정하는 길이요인이 8항목과 볼높이의 항목으로 발꿈치부터의 길이와 볼 높이요인으로 명명하였으며, 요인 2는 발가락부위의 각도, 길이, 높이항목으로 안쪽발부위의 형태에 관한 요인으로, 요인 3은 너비요인으로 2개의 너비항목으로, 요인 4는 바깥쪽 발의 각도와 길이에 관한 항목으로 바깥쪽 발의 형태요인으로 명명하였다. 각 요인의 고유치는 최고 6.76에서 2.19까지 나타났고, 4개의 요인이 전체 변수를 설명하는 비율이 81.17%로 상당히 높은 설명력을 나타낸다고 볼 수 있다. 이상의 결과로 무지외반증 수술 전에는 발꿈치부터의 길이와 볼 높이요인이 가장 특징적인 요인이고 바깥쪽 발의 형태요인이 특징이 적은 것으로 나타났다.

Table 6. Factor Analysis Before Surgery for Hallux Valgus

Measurement	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor loading
Heel-to-Tibiale Length	.929	-.117	.242	.089	.944
Ball Center-to-Heel Length	.929	-.032	.124	.052	.881
Heel-to-Toe 1 Length	.891	.337	.229	.091	.968
Foot Length	.871	.381	.281	.073	.988
Heel-to-Fibulare Length	.867	.050	.085	-.450	.963
Heel-to-Instep Length	.860	-.039	.157	.079	.773
Heel-to-Toe 5 Length	.856	.243	.272	-.229	.918
Heel-to-Toe 2 Length	.837	.397	.322	.036	.964
Ball Height	.386	-.035	.345	.015	.269
Toe-to-Tibiale Length	.075	.907	.120	-.012	.844
Toe 1 Angle	.098	-.774	.354	.203	.774
Ball Center-to-Toe 2 Length	.277	.750	.342	.060	.760
Instep Height	.248	.325	.314	.305	.359
Ball Distance	.317	.090	.905	-.027	.929
Foot Breadth	.287	.126	.894	-.204	.939
Ball Line Angle	.037	-.259	-.036	.900	.880
Toe-to-Fibulare Length	.200	.523	.322	.710	.921
Toe 5 Angle	.177	-.025	.308	-.640	.536
Eigen value	6.76	2.95	2.71	2.19	
Variance(%)	37.57	16.40	15.04	12.17	
Accumulative variance(%)	37.57	54.00	69.01	81.17	

Table 7. Factor Analysis After Surgery for Hallux Valgus

Measurement	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor loading
Ball Center-to-Heel Length	.955	.157	-.037	.083	.023	.945
Heel-to-Tibiale Length	.935	.179	-.013	.220	.058	.957
Heel-to-Fibulare Length	.899	.131	.172	-.314	.022	.954
Heel-to-Toe 1 Length	.878	.216	.343	.164	.089	.969
Heel-to-Toe 5 Length	.873	.205	.312	-.169	.034	.931
Foot Length	.866	.218	.400	.135	.099	.986
Heel-to-Toe 2 Length	.856	.216	.411	.068	.086	.960
Heel-to-Instep Length	.823	.126	.048	.007	-.032	.696
Foot Breadth	.276	.901	.194	-.032	.158	.951
Ball Distance	.210	.847	.121	.193	.135	.831
Toe 5 Angle	.168	.545	-.123	-.413	.030	.512
Toe-to-Tibiale Length	.145	.139	.874	-.111	.104	.827
Ball Center-to-Toe 2 Length	.201	.185	.861	.138	.161	.860
Instep Height	.317	-.005	.498	-.064	-.175	.383
Ball Line Angle	.058	-.157	-.335	.861	-.020	.883
Toe-to-Fibulare Length	.231	.207	.484	.740	.150	.901
Ball Height	.098	-.140	.165	-.139	.776	.678
Toe 1 Angle	-.148	.010	-.495	.288	.603	.714
Eigen value	6.77	3.15	3.06	1.90	1.75	
Variance(%)	33.84	15.74	15.30	9.52	8.73	
Accumulative variance(%)	33.84	49.58	64.88	74.40	83.13	

Table 8. Results of Factor analysis for Before, After Surgery

	Factor before surgery	Eigen value Variance(%)	Factor after surgery	Eigen value Variance(%)
1	Length from heel, height of metatarsal	6.76 (37.57)	Length from heel	6.77 (33.84)
2	Structural factor of interior feet	2.95 (16.40)	Width and angle of exterior feet	3.15 (15.74)
3	Width	2.71 (15.04)	Structural factor of center of toes	3.06 (15.30)
4	Structural factor of exterior feet	2.19 (12.17)	Structural factor of exterior feet	1.90 (9.52)
5			Structural factor of interior feet	1.75 (8.73)

무지외반증 환자의 수술 후 발부위 측정항목에 대한 고유값 1이상인 요인은 총 5개로 나타났으며, 요인 1은 발꿈치부터의 길이요인으로 8개의 항목이 모두 뒤꿈치부터부터의 길이에 대한 항목이고, 요인 2는 너비요인과 새끼발가락측각도의 항목으로 이를 너비와 바깥쪽 측각도요인으로, 요인 3은 발가락쪽 중심부위의 형태요인으로 나타났고, 요인 4는 바깥쪽발부위의 형태요인으로 요인 5는 안쪽발부위의 형태요인으로 명명하였다.

각 요인의 고유치는 최고 6.77에서 1.75까지 나타났으며, 5개의 요인이 전체 변수를 설명하는 비율이 83.13%로 상당히 높은 설명력을 나타낸다고 볼 수 있다.

무지외반증 수술 전, 후의 요인 1에서 '볼높이' 항목이 수술 전의 요인에 포함되어 있으며, 수술 전의 요인 1, 2의 '볼높이', '엄지발가락측각도'의 계측항목의 경우 수술 후 요인 5로 고유치가 떨어진 것을 알 수 있으며 수술 전의 요인3의 너비요인과 '새끼발가락측각도'의 계측항목이 수술 후에 요인 2로 고유치가 변화하였음을 알 수 있어 수술 전과 수술 후의 발 안쪽의 치수의 커다란 차이를 알 수 있다.

본 연구에서의 요인분석 결과를 살펴보면 알 수 있듯이, 수술 전, 후 그룹의 요인분석이 서로 다소 차이를 나타냈고, 수술 전, 후에 따른 요인의 개수도 4개에서 5개로 세분화되어 나타난 것을 볼 수 있다. 따라서 요인분석 결과에서도 알 수 있듯이 무지외반증 환자의 수술 전은 물론, 수술 후의 발 치수나 형태가 많은 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 현재 국내 신발의 KS규격에서 중요시하는 필요치수항목인 발길이와 발너비의 항목에서도 이러한 차이를 반영하여 새로운 환우용 컴포트슈즈 치수체계와, 일반적인 신발의 디자인과는 다른 적합한 디자인을 적용하는 것이 점차 늘어나는 컴포트슈즈의 확장과 발전에 도움을 줄 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 현재 연령대나 성별에 관계없이

급속히 늘어나고 있는 발변형, 특히 무지외반증 수술을 받은 환우 중 성인여성의 발 부위의 변화를 수술 전, 후의 측정항목의 분석을 통하여 특성을 알아 보았다. 이는 무지외반증 환자의 측정치 변이를 요인분석을 통해 발의 형태변화와 컴포트슈즈의 디자인 및 치수체계 등의 구축에 도움이 될 수 있는 기초 데이터를 제공하고자 하였다.

이에 대한 연구를 위해, 최근 2009년에서 2013년 동안 서울 소재의 정형외과에서 무지외반증으로 진단받고 수술한 환자 235명을 대상으로 발의 수술 전과 후의 3차원 스캐닝 방사선 촬영 자료를 이용해 발 계측을 실시하였다. 이 중 209명의 데이터를 대상으로 길이 10항목, 너비 4항목, 각도 3항목, 높이 2항목의 전체 20부위의 측정항목에 대하여 자료를 분석, 정리하였다. 연구결과는 다음과 같다.

기술통계량의 표준편차의 값에 의해 발 부위의 개인의 편차가 심하다는 것을 알 수 있었으며, 특히 대부분의 항목에서 수술 전 후의 측정치의 차이가 많이 나타났으며 특히 발의 앞부분의 길이항목을 제외한 길이항목과 높이 항목의 경우 수술 후에 길이가 커지고 높아지는 것으로 나타났다. 특히 무지외반증의 병변에 의한 전형적인 발형태 변형에 의한 엄지발가락측각도 뿐 아니라 새끼발가락측각도는 처음으로 수치 데이터로 계측 및 분석 되었으며, 이러한 각도항목, 너비항목과 발가락부위의 전반부의 길이항목이 측정치가 적어지는 것으로 나타났다.

요인분석에 의한 요인의 수와 내용으로 발 형태를 살펴보면, 무지외반증 수술 전에는 길이와 볼 높이 요인, 안쪽발부위의 형태요인, 너비요인, 바깥쪽 발의 형태요인의 순으로 분석되어졌고, 수술 후에는 길이요인, 너비와 바깥쪽측각도요인, 발가락쪽 중심부위의 형태요인, 바깥쪽발부위의 형태요인, 안쪽발부위의 형태요인으로 분석되어져 수술 전, 후의 발의 형태에 대한 요인의 분류의 수부터 내용이 크게 변화된 것을 볼 수 있다,

그러므로 수술 전, 후의 발의 형태의 변화가 기술통계에 의한 측정치의 변화와 요인분석에 의한 요인의 수의 변화 및 내용의 변화의 결과에 따라 뚜렷한 차이를 나타내는 것으로 분석되었다.

이와 같은 결과로 볼 때 기본적으로 개인의 차이가 큰 발에 병변에 의한 변형이 있는 경우는 형태에

서 커다란 변화가 있음에도 불구하고 길이에 의해 분류되어 생산되어진 기성화의 사이즈 체계와 무지외반증 환우의 신발 사이즈 체계를 같이 사용하는데 무리가 있음을 알 수 있으므로 성인여성을 타겟으로 하는 신발 업체에서 제품의 디자인이나 생산 시 고려하여야 할 발 부위의 기초연구에 의한 데이터자이는 신발구입의 목적에 따른 차이를 구분 할 수 있는 데이터로 가치는 더욱 클 것으로 사료된다, 특히 무지외반증의 수술 전, 후 치수측정 및 이에 따른 요인의 차이로 인하여 환우용 신발의 맞춤형제작 및 컴포트슈즈 등 기능성 신발에 관련하는 정량적인 데이터에 의한 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

그러나 본 연구는 연구지역과 피험자의 수, 단일 질병에 관한 횡적연구로 한정되어 있으므로 발 부위에 발생하는 모든 병변이나 다양한 신발에 적용하는데는 신중을 기해야 하며, 많은 후속연구를 통해 현재 일반 신발치수체계와의 차이점이 명확해지고, 이와 함께 새로운 디자인의 개발도 함께 이뤄져야 할 것으로 본다.

References

- Chang M. (2011). A Study on Selection Criteria for Purchasing Designer Shoe Brands According to Fashion Leadership of Women in Their 20's and 30's. *Journal of Fashion Business*, 15(2), 71-85.
- Daniel H. (2011). *The Barefoot Book*. Seoul: Chungrim Publishing Ltd.
- Geissele AE., & Stanton RP. (1990). Surgical treatment of adolescent hallux valgus. *J Pediat Orthop* 10, 642-648.
- Helal B. (1981). Surgery for adolescent hallux valgus. *Clin Orthop* 157, 50-63.
- "If you use high insole, you 'll be smaller" (2014, November 12). *Chosun*. Retrieved November 15, 2014, from http://health.chosun.com/site/data/html_dir/2014/11/12/2014111201450.html.
- Inman VT. (1974). Hallux valgus: A review of etiologic factors, *Orthop Clin North Am*, 5, 59-66.
- Jeon, M., Jeong, H., Jeong, M., Lee, Y., Kim, J., Lee, S., & Lim, N., (2004). Effects of Taping Therapy on the Deformed Angle of the Foot and Pain in Hallux Valgus Patients. *J Korean Acad Nurs*, 34(5), 685-692.
- Jung, J. [Jichu]. (2006). *A study of the Comparison with Metamorphosis of Feet and on the Actual Condition of Wearing Shoes by Occupations of Women in Thirties and Forties* (Unpublished master dissertation). Kyonggi University, Seoul, Korea.
- Kato T., & Watannabe S. (1981). The etiology of hallux valgus in Japan, *Clin Orthop* 157, 78-81.
- Koo, I, (2009). A study on the Wearing Pattern and Design Preference of Shoes for Men. *Journal of Fashion Business*, 13(5), 121-134.
- Kwak, C., & Yi, K. (2000). A Study on the Foot Measurement Data for Shoe LAST Design for the Korean Aged Women. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*. 14(1), 23-41.
- Lam SF., & Hodgson AR. (1958). A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population, *J Bone Joint Surg*. 4A, 1058-1062.
- Lee, J. [Jinhee]. (2005). Foot Shape of College Men For Design of Footwear. *Journal of the Korean Society of Design Culture*. 11(4), 166-172.
- Lee, K. [Kyungock]. (2009). The Effects of the Five-Toed Shoe on Foot Pressure Distribution. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*. 23(4), 35-44.
- Lee, WC. (2000). *Surgery of the foot*, Seoul: Koonja Publishing Ltd.

- Lim, S., Kim, T., Choi, H., Roh, J., & Kim, J. (2001). The Effect of Hard Insole on Metatarsophalangeal Joint in Patients with Hallux Valgus. *KAUTPT*, 8(2), 17-27.
- Mann RA., & Coughlin MJ. (1981). Hallux valgus - etiology, anatomy, treatment, and surgical consideration. *Clin Orthop*, 157, 31-41.
- Park, J [Jaekyung]. (2005). Classification of Foot Types for Shoes Size System of Elderly Women. *Journal of Korean Society of Costume*. 55(2), 33-44.
- Park, S., & Chae, H. (2008). Analysis on Foot Measurement of Elderly Women for Ergonomic Shoes Design. *Fashion & Textile Research Journal*. 10(1), 83-91.
- "Red flag to foot health 'Hallux valgus' 100% increase over the last five years in twenties."(2015, April 13). *Hankooki*. Retrieved April 15, 2015, from <http://economy.hankooki.com/lpage/entv/201504/e2015041301052294210.htm>
- Suh, C., & Suk, E. (2003). A Study on Foot Shape of Women. *Journal of the Korean Home Economics Association*. 41(6), 1-12.
- Tanaka Y, Takamara Y, Fujii T, et al. (1999). Hindfoot alignment of hallux valgus evaluated by a weight-bearing subtalar X-ray view, *Foot Ankle Int.*, 20(4), 640-649.
- "The pain of the Hallux valgus, let's resolve to leave rather than surgery." (2014, October 16). *Heraldcorp*. Retrieved November 5, 2014, from http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20141016000425&md=20141016101536_BK.
- "The patients of the Hallux valgus, 77% increase over the last five years" (2011, April 4). *Medicalobserver*. Retrieved May 20, 2014, from http://medicalobserver.medigate.net/news_view.aspx?Cid=H0101&Cnp=48594.
- Yoo, H., & Shim, B. (2002). Effects of Shoe Sizes on the Inner Environment of Shoes. *Journal of Fashion Business*, 6(4), 151-162.

Received (July 17, 2015)

Revised (September 3, 2015)

Accepted(September 14, 2015)