

플러스 사이즈 여성용 신발 라스트 개발을 위한 발 특성 연구

김남순 · 도월희[†]

전남대학교 의류학과/전남대학교 산학협력단 헬스케어웨어 R&BD 센터/전남대학교 생활과학연구소

A Study on the Foot Characteristics for the Development of the Last Footwear for Plus Size Women

Namsoon Kim and Wolhee Do[†]

Dept. of Clothing and Textiles, Chonnam National University/University Industry Liaison Office of CNU Healthcare Ware R&BD Center/Research Institute of Human Ecology, Chonnam National University; Gwangju, Korea

Abstract: The purpose of this study was to present basic data for development of shoe last suitable for women of plus size (BMI 25 kg/m² or higher) by type and to analyze the characteristics of each type of foot type. The results of the study are as follows. A comparison of the feet of a plus-size woman and a normal-weight woman showed that the feet of a plus-size woman were thicker and wider in the toes, cheeks and feet than those of a normal-weight woman, while the ankle area was thicker. As a result of the cluster analysis by type of foot type of plus-size woman, type 1 was classified into four types, type 1 was 49 (19.5%), type 2 was 43 (17.1%), type 3 was 53 (21.1%), and type 4 was distributed among 106 (42.2%). Type 1 appeared to be a long, low heel, thick foot and wide H-type, and Type 2 appeared to be a D-type with a low heel and a thinner and narrow foot compared to other types, but with wide outer width of the foot. Type 3 showed short feet, low heels, narrow feet, but slanted sides, and Type 4 showed type A with long feet, high heels, thick and wide feet or a combination of toes.

Key words: plus-size woman (플러스 사이즈 여성), BMI (비만지수), foot type (발유형), Size Korea (사이즈코리아)

1. 서 론

세계보건기구 WHO(World health organization)에 따르면 2016을 기준으로 18세 이상 19억 이상(39%)이 비만(BMI \geq 25 kg/m²)이고 이들 중 6억 5천만명 이상(13%)이 고도비만(BMI \geq 30 kg/m²)이라 하였다("Obesity and overweight", 2020). 국내의 경우 국민건강관리공단의 2018년 건강검진통계연보에 따르면 국내 비만인구(BMI \geq 25 kg/m²)가 2013년에는 33.1%, 2017년 36.9%, 2018년 38.2%로 꾸준히 증가하고 있으며 고도비만(BMI \geq 30) 인구는 남성은 7.3%, 여성은 5.3%가 이에 해당된다고 하였다(National Health Insurance Service [NHIS], 2019). 이와 같이 전 세계적으로 비만 인구는 매년 증가하는 추세이며, 비만에 대한 관심은 이미 오래 전부터 시작됐지만 최근 그 수요가 늘고 있다. 비만인의 의류 시장에 대한 성장추세

는 이들을 위한 신발 시장이 필요하다는 것을 시사한다.

비만은 독립적으로 또는 다른 질병과 연관되어 다양한 질병의 발생을 증가시키고 질병 진행을 악화시키며 발 기능에 부정적인 영향을 준다. 발의 무게 증가는 접촉 부위를 크게 증가시키고 이러한 부위에 대한 압력이 증가하여 발 굴곡이 증가하게 한다(Jelinek & Fox, 2009). 비만 성인의 발은 골관절염, 건염, 식물성 근막염과 같은 발 합병증이 발생할 위험이 더 크고, 형태학, 연조직 특성 및 기능 능력의 변화로 정상 체중의 성인 발과 비교하여 구조와 기능이 다를 수 있으며(Dowling et al., 2001; Hills et al., 2002; Riddiford-Harland et al., 2011), 정상 체중의 성인에 비해 비만 성인들의 경우 아치 높이가 낮아지고(Gilmour & Burns, 2001; Gravante et al., 2003; Mickle et al., 2006) 발길리와 둘째가 커지는 특징(Mickle et al., 2006; Mickle & Stele, 2015; Park, 2012)을 나타내었다. 따라서 비만 성인들은 소매 신발에 대한 만족도가 감소하며 BMI가 증가함에 따라 편안하고 적절한 신발을 찾기가 점점 더 어려워진다고 하였다(Hwang et al., 2001; Jelinek & Fox, 2009; Park, 2012). 신발 사이즈를 결정하는 중요한 요소인 발길리는 발너비와 함께 신장과 높은 상관관계를 가지고 있으며, 체질량지수(BMI)도 높은 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다(Lee & Kim, 2017). 비만 여성과 정상 체중의 여성을 비교하였을 때

[†]Corresponding author; Wolhee Do

Tel. +82-62-530-1346, Fax. +82-62-530-1349

E-mail: whdo@jnu.ac.kr

© 2020 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

비만 여성은 정상 체중 여성보다 큰 사이즈의 신발을 착용하는 경향이 있는데(Gravante et al., 2003), 이로 인해 적합하지 않은 신발을 착용함으로써 물집, 통증, 피로, 발 변형 등 다양한 문제가 발생하기도 한다. 따라서 비만 성인의 발에 적합한 사이즈의 신발 제공을 위해 이들 발의 치수와 형태를 정확하게 파악하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다.

현재 우리나라 신발의 치수체계는 구두(KS G 3405)와 신발(KS M 6681)의 2가지 규격으로 KS규격을 규정하고 있다. 이 규격은 발길이와 발둘레를 기본 부위로 설정하고, 청소년용(12~17세)과 성인용(18세 이상)으로 구분하고 있으며, 신발 치수체계(KS M 6681)에서는 남자용(12세 이상), 여자용(12세 이상), 어린이용(11세 이하 남녀)으로 구분하여 제시하고 있다. 여성화는 발길이 205~255 mm까지 5 mm 간격으로 11개의 발직선길이를 구성되고, 발둘레는 197~251 mm까지 3 mm 간격으로 제시하고 있으며, 동일한 발길이 치수 내에서의 발둘레 간격은 6 mm씩 더 커지는 것으로 규정하고 있다(Kim, 2013). 일반적으로 여성용 신발은 235E를 기준으로 그레이딩하여 다양한 치수의 구두골을 제작하는데, 실제 발둘레 치수는 거의 생산되지 않고 발길이에 대한 치수규격만 생산되고 있기 때문에 신발의 치수가 다양하지 못하므로 82.6%의 성인 여성이 구두 착용 시 불편이나 장애를 경험하게 되는 원인으로 작용하고 있다(Chun & Choi, 2000).

국내 성인 여성 발 형태 관련 선행연구를 살펴보면 20대 이상 성인 여성을 대상으로 발의 형태 특성을 분석하고 유형화한 연구(Choi & Chun, 2007; Kim & Kim, 2011; Suh & Suk, 2003)가 이루어졌으며, Park and Nam(2004)은 청년과 노년 여

성의 실측치를 비교하였고, Kook and Lim(2018)은 청년층과 노년층 여성의 발바닥 유형을 분류하고 특성을 분석하였으며, Park(2005)과 Kim and Do(2014)는 60세 이상 노년 여성을 대상으로 발 유형을 분류하였다. 이와 같이 국내에서는 대부분 성인 여성과 노년 여성의 발에 대한 연구가 주로 이루어졌으며 비만 성인 여성의 발에 대한 연구가 이루어지지 않은 실정으로 이들 발의 특성에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

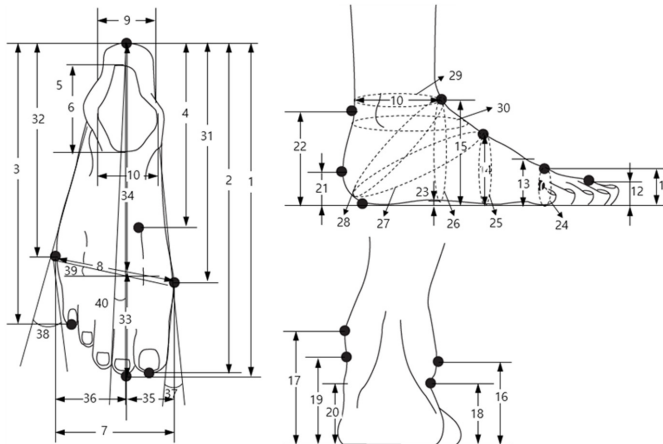
이에 본 연구에서는 BMI 25 kg/m² 이상을 플러스 사이즈, 그렇지 않은 집단(BMI 25 kg/m² 미만)을 정상 체중으로 구분하여 플러스 사이즈 여성에게 적합한 라스트의 개발을 위한 발의 형태를 파악하고 특성을 분석하고자 한다. 이를 위해 정상 체중(BMI 25 kg/m² 미만)의 여성을 준거집단으로 하여 이들과 비교, 고찰함으로써 플러스 사이즈 여성 발의 특징에 대한 이해를 높이고 이들 발 형태에 적합하고 맞춤새를 향상시킬 수 있는 라스트 설계를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상 및 계측항목

본 연구는 플러스 사이즈 여성의 발 특성을 파악하기 위하여 제5차 Size Korea([KATS], 2004)의 20~59세 성인 여성 1,332명의 3차원 발 측정 데이터를 활용하였다. 대한비만학회 지침의 BMI 분류에 따라 BMI 지수 25 이상의 여성을 플러스 사이즈 여성으로 분류하였으며 그 중 251명을 최종 분석에 사용하였다. 발의 특성 분석을 위한 발 측정 항목은 길이 9항목, 높이 13항목, 둘레 7항목, 두께 및 너비 7항목, 각도 4항목으

Table 1. 3D scanning foot measurement items



- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1. Foot L. | 21. Heel H. |
| 2. Heel-to-toe 1 L. | 22. H. of upper point of heel point |
| 3. Heel-to-toe 5 L. | 23. Arch H. |
| 4. Heel-to-instep L. | 24. Ball C. |
| 5. Heel-to-ankle L. | 25. Instep C. |
| 6. Ankle thickness | 26. Perpendicular ankle C. |
| 7. Foot breadth | 27. Heel-to-instep C. |
| 8. Ball distance | 28. Heel-to-ankle C. |
| 9. Heel W. | 29. Horizontal ankle C. |
| 10. Ankle W. | 30. Sphyrion C. |
| 11. Toe 1 H. | 31. Heel-to-tibiale L. |
| 12. Toe 5 H. | 32. Heel-to-fibulare L. |
| 13. Ball H. | 33. Ball center-to-toe 2 L. |
| 14. Instep H. | 34. Ball center-to-toe heel L. |
| 15. Ankle H. | 35. Medial ball W. |
| 16. Lateral malleolus H. | 36. Lateral ball W. |
| 17. Medial malleolus H. | 37. Toe 1 angle |
| 18. Sphyrion fibulare H. | 38. Toe 5 angle |
| 19. Sphyrion H. | 39. Ball line angle |
| 20. Navicular H. | 40. Center line angle |

L.: Length, H.: Height, C.: Circumference, W.: Width

로 총 40개의 항목으로 설정하였다(Table 1).

2.2. 분석방법

본 연구의 자료 분석은 IBM SPSS 25.0 프로그램을 이용하여 통계처리하였으며, 플러스 사이즈 여성과 정상 체중 여성의 발 형태 차이를 비교하기 위하여 독립표본 *t*-검정을 실시하였다. 플러스 사이즈 여성 발의 형태 구성요인 도출과 유형별 분류를 위해 요인분석과 군집분석을 실시하였으며, 분류된 유형별 차이를 알아보기 위해 각 측정항목의 평균값에 대하여 ANOVA와 Duncan test의 사후검증을 실시하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 플러스 사이즈 여성과 정상 체중 여성의 발 치수 비교 분석

플러스 사이즈 여성과 정상 체중 여성 발의 길이, 너비, 둘레 항목에 대한 실측치 평균에 대한 차이 비교를 위해 독립표본 *t*-검정을 실시하였다(Table 2).

길이항목에서는 발직선길이, 발꿈치-엄지발가락길이, 발꿈치 새끼발가락길이 항목에서는 유의차가 나타나지 않았으나 발꿈치-발등길이, 발꿈치-발목길이 항목에서 유의차를 보였으며 정상 체중 여성보다 플러스 사이즈 여성이 더 길게 나타났다. 이는 발의 전체 크기에서는 차이가 없으나 발목과 발등의 위치의 차이가 있는 것으로 판단된다.

너비항목에서는 발목두께, 발너비, 볼거리, 발꿈치너비, 발목너비, 내측볼너비, 외측볼너비 모든 항목에서 유의차를 나타냈으며 플러스 사이즈 여성이 더 넓은 양상을 보였다.

높이항목에서는 발목높이, 안쪽복사높이, 가쪽복사뼈아래높이, 발꿈치위점높이, 아치높이 항목을 제외한 모든 항목에서 유의차가 나타났으며, 엄지발가락높이, 새끼발가락높이, 볼높이, 발등높이 항목 등 유의차가 나타난 모든 항목에서 정상 체중 여성보다 플러스 사이즈 여성이 높게 나타나 전반적으로 발의 앞과 중간 부분이 두꺼운 형태임을 알 수 있다.

둘레항목에서는 볼둘레, 발등둘레, 발목수직둘레, 발꿈치-발등둘레, 발꿈치-발목둘레, 발목수평둘레, 복사뼈아래둘레의 모든 항목에서 유의차가 나타났으며 플러스 사이즈 여성이 더 크게 나타나 전반적으로 정상 체중의 여성보다 발이 두껍고 발목이 굵은 형태임을 알 수 있다. 그 외 각도항목에서는 새끼발가락측각도 항목에서 유의차가 나타났으며 정상 체중 여성보다 플러스 사이즈 여성의 각도가 더 크게 나타났다.

이와 같은 결과로 플러스 사이즈 여성의 발은 정상 체중 여성의 발보다 발가락, 볼, 발등 부위가 더 두껍고 넓으며 발목 부위는 더 굵은 것을 알 수 있다. 이는 Lee(2004)의 BMI에 따른 집단 간 발 형태를 비교한 연구에서 비만한 집단이 다른 체중 집단에 비해 발너비와 볼거리, 발등둘레 등에서 유의하게 높은 수치를 나타내었다고 한 연구와 동일한 결과를 나타내었다. 따라서 플러스 사이즈 여성이 정상 체중의 여성과 동일한

사이즈의 신발을 구입할 경우 신발의 적합성이 매우 좋지 않을 것을 예측할 수 있으며 이로 인해 더 큰 사이즈의 신발을 신게 됨으로 인해 발에 부정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

3.2. 플러스 사이즈 여성 발 형태의 구성요인 추출

플러스 사이즈 여성 발 형태의 구성요인을 추출하기 위하여 요인분석을 실시하였다. 발의 형태 구성과 관련이 낮은 4항목을 제외한 36항목이 요인분석에 사용되었으며 추출된 요인은 베리맥스(Varimax) 방법으로 직교회전시켜 고유치(Eigenvalue)가 1 이상인 것으로 최종 7개의 요인이 추출되었다. 추출된 각 요인의 요인부하량은 Table 3과 같으며 전체 변량의 77.86%를 설명하였다.

요인 1은 발직선길이, 발중심점하측길이, 발꿈치-엄지발가락길이 등 9개의 길이 관련 항목을 포함하여 발길이에 영향을 미치는 요인으로 해석되어 발의 길이 요인이라 할 수 있다. 고유치는 14.387이고, 전체 변량의 39.964%를 설명한다. 요인 2는 발목수평둘레, 발목너비, 발목두께, 발꿈치-발등둘레, 발꿈치-발목둘레, 발꿈치너비, 발등둘레 항목으로 발목과 발등 관련 항목을 포함하고 있어 발목과 발등의 크기 요인이라 할 수 있다. 이 요인의 고유치는 4.063이고, 전체 변량의 11.286%를 설명한다. 요인 3은 안쪽복사뼈아래높이, 안쪽복사높이, 가쪽복사뼈아래높이, 발배뼈점높이, 복사뼈아래둘레, 가쪽복사높이 항목이 포함되어 복사뼈높이 요인이라 할 수 있다. 이 요인의 고유치는 2.720이고, 전체 변량의 7.557%를 설명한다. 요인 4는 발등높이, 볼높이, 엄지발가락높이, 새끼발가락높이 항목이 포함되어 발 앞부분의 높이 특성을 나타내므로 발앞쪽 높이 요인이라 할 수 있다. 이 요인의 고유치는 2.312이고, 전체 변량의 6.423%를 설명한다. 요인 5는 내측볼너비, 발중심선각도, 엄지발가락측각도 항목이 포함되어 발가락 내측 형태를 나타내므로 발 내측 요인이라 할 수 있다. 이 요인의 고유치는 1.783이고, 전체 변량의 4.952%를 설명한다. 요인 6은 새끼발가락측각도, 외측볼너비, 발너비, 볼거리, 볼둘레 항목이 포함되어 발가락 외측 형태와 발 앞부분의 너비를 나타내고 있어 발 외측과 볼크기 요인이라 할 수 있다. 이 요인의 고유치는 1.528이고, 전체 변량의 4.246%를 설명한다. 요인 7은 발목높이와 발목수직둘레 항목이 포함되어 발목의 높이 형태를 나타내고 있어 발목높이 요인이라 할 수 있다. 이 요인의 고유치는 1.234이고, 전체 변량의 3.428%를 설명한다.

3.3. 플러스 사이즈 여성 발의 유형 분류

플러스 사이즈 여성 발의 형태를 유형별로 분류하기 위하여 요인분석 결과 추출된 각 요인을 독립변수로 군집분석을 실시하였다. 군집의 수는 유형별 출현율을 고려하고 군집 간 발 형태의 특징을 뚜렷이 나타나는 군집수를 고려한 결과 4개의 유형으로 분류하였다. 4유형의 유형별 분포상태를 살펴보면, 유형 1은 49명(19.5%), 유형 2는 43명(17.1%), 유형 3은 53명(21.1%), 유형 4는 106명(42.2%)의 분포로 유형 4가 가장 높은 분포를 나

Table 2. Comparison of means according to item for BMI (Unit: mm)

Items	BMI More than BMI 25 kg/m ² (n = 251)		Less than BMI 25 kg/m ² (n = 1,081)		t-value
	M	SD	M	SD	
Foot L.	233.13	10.62	232.25	9.52	1.208
Heel-to-toe 1 L.	231.86	10.49	231.08	9.47	1.080
Heel-to-toe 5 L.	192.21	9.09	191.66	8.27	0.882
Heel-to-instep L.	129.78	7.06	127.02	7.08	5.582***
Heel-to-ankle L.	99.37	6.57	95.95	6.08	7.900***
Ankle thickness	88.20	5.58	85.38	5.62	7.174***
Foot breadth	94.94	4.83	91.83	4.49	9.763***
Ball distance	98.09	4.94	94.79	4.58	10.138***
Heel W.	63.88	3.72	61.24	3.45	10.751***
Ankle W.	67.43	4.43	64.19	3.37	12.865***
Toe 1 H.	22.93	1.99	21.57	1.89	10.148***
Toe 5 H.	19.59	2.45	18.31	2.08	7.678***
Ball H.	35.02	2.45	33.55	2.29	9.046***
Instep H.	54.96	3.89	53.97	4.13	3.472***
Ankle H.	76.22	5.33	75.88	6.49	0.882
Lateral malleolus H.	62.22	4.68	61.54	4.65	2.061*
Medial malleolus H.	74.74	5.47	74.29	5.27	1.212
Sphyrion fibulare H.	46.19	4.55	46.16	4.76	0.071
Sphyrion H.	61.85	6.23	60.91	6.14	2.166*
Navicular H.	38.00	6.71	36.68	6.82	2.776**
Heel H.	19.99	2.72	19.36	2.78	3.247***
H. of upper point of heel point	51.48	14.35	51.07	14.51	0.403
Arch H.	12.59	9.01	12.73	9.66	-0.215
Ball C.	237.91	11.00	229.48	10.23	11.078***
Instep C.	233.92	10.57	224.92	9.52	12.382***
Perpendicular ankle C.	254.29	17.25	245.52	16.65	7.460***
Heel-to-instep C.	340.86	18.91	331.52	16.49	7.855***
Heel-to-ankle C.	311.57	14.57	299.96	13.94	11.464***
Horizontal ankle C.	242.84	15.03	230.7	13.12	11.798***
Sphyrion C.	278.66	26.54	266.79	25.25	6.646***
Heel-to-tibiale L.	171.35	8.60	170.3	7.49	1.782
Heel-to-fibulare L.	149.29	7.88	149.12	7.15	0.302
Ball center-to-toe 2 L.	68.05	5.14	67.93	4.78	0.351
Ball center-to-toe heel L.	160.68	7.78	160.06	6.93	1.146
Medial ball W.	45.16	4.01	43.74	3.76	5.354***
Lateral ball W.	49.89	4.00	48.15	4.04	6.169***
Toe 1 angle	10.35	5.97	9.77	5.31	1.513
Toe 5 angle	9.71	4.36	8.53	4.53	3.768***
Ball line angle	14.13	3.27	14.04	2.97	0.418
Center line angle	0.52	1.28	0.52	1.25	0.029

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

H.: Height, C.: Circumference, L.: Length, W.: Width

타내었다. 분류된 유형별로 발 형태의 특징을 살펴보기 위하여 요인점수와 발계측 치수에 대하여 분산분석을 실시하고, Duncan test로 사후검정을 실시하였다.

플러스 사이즈 여성의 발 형태 유형별 요인점수에 대한 분산분석과 사후검정을 실시한 결과 모든 항목에서 유의차가 나타났다(Table 4). 유형1은 발길이, 발등과 발목크기 요인이 높

은 값을 나타내었고 발앞쪽높이, 발내측, 발외측과 볼크기, 발목높이 요인이 중간 값을 나타내었으며 복사뼈높이 요인은 비교적 낮은 값을 나타내었다. 유형2는 발외측과 볼크기 요인이 가장 높은 값을 나타내었으며 복사뼈 높이와 발길이는 중간인 반면 발등과 발목크기, 발앞쪽높이, 발내측, 발목높이 항목이 가장 낮은 값을 나타내었다. 유형3은 발목높이가 가장 높으며 발

Table 3. Result of the factor analysis of measured feet dimensions of obesity women

Items	Factor	Factor score	Eigenvalue	Variance (%)	Accumulative variance (%)	Factor character
Foot L.		.937				
Ball center-to-toe heel L.		.937				
Heel-to-toe 1 L.		.928				
Heel-to-tibiale L.		.898				
Heel-to-toe 5 L.		.891	14.387	39.964	39.964	Foot length
Heel-to-fibulare L.		.884				
Heel-to-instep L.		.670				
Heel-to-ankle L.		.635				
Ball center-to-toe 2 L.		.591				
Horizontal ankle C.		.759				
Ankle W.		.689				
Ankle thickness		.636				
Heel-to-instep C.		.621	4.063	11.286	51.251	Instep and ankle size
Heel-to-ankle C.		.600				
Heel W.		.508				
Instep C.		.500				
Sphyrion H.		.922				
Medial malleolus H.		.825				
Sphyrion fibulare H.		.723	2.720	7.557	58.807	Malleolus hight
Navicular H.		.692				
Sphyrion C.		-.584				
Lateral malleolus H.		.570				
Instep H.		.787				
Ball H.		.722	2.312	6.423	65.230	Foorfoot hight
Toe 1 H.		.558				
Toe 5 H.		.499				
Medial ball W.		.874				
Center line angle		-.823	1.783	4.952	70.182	Foot medial size
Toe 1 angle		.762				
Toe 5 angle		.788				
Lateral ball W.		.780				
Foot breadth		.623	1.528	4.246	74.427	Foot lateral and ball size
Ball distance		.593				
Ball C.		.476				
Instep H.		.788	1.234	3.428	77.856	Ankle hight
Perpendicular ankle C.		.672				

H.: Height, C.: Circumference, L.: Length, W.: Width

Table 4. The ANOVA results of 4 foot types on 7 factor scores

Factor contents	Type 1 (n=49)	Type 2 (n=43)	Type 3 (n=53)	Type 4 (n=106)	F-value
Foot length	0.63C	-0.03B	-0.83A	0.14B	29.630 ^{***}
Instep and ankle size	0.16C	-0.80A	-0.35B	0.43C	19.340 ^{***}
Malleolus hight	-1.00A	-0.04B	0.12B	0.42C	28.825 ^{***}
Foorfoot hight	0.62B	-0.09A	-0.30A	-0.10A	7.256 ^{***}
Foot medial size	-0.24B	-0.53A	0.03B	0.31C	12.389 ^{***}
Foot lateral and ball size	-0.40B	0.55C	-0.80A	0.36C	29.157 ^{***}
Ankle hight	-0.23B	-0.73A	0.25C	0.27C	17.541 ^{***}

^{***}p<.001, Duncan test: A<B<C

길이, 발앞쪽높이, 발외측과 볼크기는 가장 낮은 값을 나타내었다. 유형4는 발앞쪽높이 항목이 가장 낮고 발길이 중간 크기에 속하며 그 외 항목은 가장 큰 값을 나타내었다.

각 유형의 특징을 구체적으로 살펴보기 위해 발 계측 항목별 분산분석과 사후검정을 실시하였다(Table 5). 분석 결과 전

체 40개의 항목 중 발등높이, 발꿈치점높이, 발볼각도 항목을 제외한 37개의 항목에서 유의차가 나타났다.

유형1은 발직선길이, 발꿈치-엄지발가락길이, 발꿈치-발등길이, 발꿈치-발목길이 항목과 발꿈치-발안쪽점길이, 발꿈치-발가쪽점길이, 발중심점상측길이, 발중심점하측길이 항목의 평균이

Table 5. The result of ANOVA of measurements according to foot types (Unit : mm)

	Type 1 (n=49)	Type 2 (n=43)	Type 3 (n=53)	Type 4 (n=106)	F-value
Foot L.	239.47D	230.49B	223.53A	236.07C	33.05 ^{***}
Heel-to-toe 1 L.	238.00C	228.95B	222.77A	234.74C	30.69 ^{***}
Heel-to-toe 5 L.	196.80C	190.65B	183.66A	195.00C	32.40 ^{***}
Heel-to-instep L.	132.04B	124.65A	125.09A	133.17B	35.66 ^{***}
Heel-to-ankle L.	103.24C	97.07B	92.49A	101.94C	51.84 ^{***}
Ankle thickness	91.61C	85.72B	83.45A	90.00C	36.25 ^{***}
Foot breadth	94.71C	93.12B	90.62A	97.95D	46.09 ^{***}
Ball distance	98.04C	96.12B	93.75A	101.08D	43.41 ^{***}
Heel W.	64.92B	61.37A	61.53A	65.59B	30.14 ^{***}
Ankle W.	69.24B	64.65A	64.15A	69.36B	34.88 ^{***}
Toe 1 H.	23.65B	22.02A	22.40A	23.23B	7.78 ^{***}
Toe 5 H.	20.06B	19.37A	18.77A	19.88B	3.25 [*]
Ball H.	36.47C	34.19A	34.02A	35.19B	11.90 ^{***}
Instep H.	55.59	55.40	53.70	55.12	2.58
Ankle H.	73.92A	73.86A	77.64B	77.53B	10.28 ^{***}
Lateral malleolus H.	61.12A	61.53A	61.04A	63.58B	5.63 ^{***}
Medial malleolus H.	72.31A	74.05A	73.58A	76.73B	9.85 ^{***}
Sphyrion fibulare H.	43.65A	44.95A	46.30B	47.80C	11.99 ^{***}
Sphyrion H.	56.49A	61.79A	61.83B	64.36C	22.42 ^{***}
Navicular H.	31.14A	37.56B	39.23B	40.75C	32.55 ^{***}
Heel H.	20.14	19.72	19.40	20.32	1.57
H. of upper point of heel point	44.55A	46.44A	53.75B	55.59B	9.88 ^{***}
Arch H.	8.98A	13.23B	13.26B	13.66B	3.39 [*]
Ball C.	238.67C	232.58B	228.53A	244.41D	43.08 ^{***}
Instep C.	234.22B	227.23A	226.17A	240.38C	42.67 ^{***}
Perpendicular ankle C.	255.06BC	243.14A	250.77B	260.21C	12.40 ^{***}
Heel-to-instep C.	344.18B	326.77A	329.21A	350.87C	35.42 ^{***}
Heel-to-ankle C.	315.61B	300.88A	300.58A	319.53B	45.28 ^{***}
Horizontal ankle C.	250.20B	234.02A	231.08A	248.90B	36.12 ^{***}
Sphyrion C.	305.06C	268.95A	263.85A	277.80B	32.56 ^{***}
Heel-to-tibiale L.	176.06C	168.77B	164.36A	173.72C	26.96 ^{***}
Heel-to-fibulare L.	153.63C	147.60B	142.57A	151.32C	27.43 ^{***}
Ball center-to-toe 2 L.	69.65C	67.70B	64.70A	69.12C	12.14 ^{***}
Ball center-to-toe heel L.	165.31D	159.23B	153.45A	162.74C	33.23 ^{***}
Medial ball W.	45.02B	42.00A	44.17B	47.01C	21.97 ^{***}
Lateral ball W.	49.86B	51.09B	46.57A	51.08B	20.56 ^{***}
Toe 1 angle	9.96AB	8.41A	9.48AB	11.74B	4.02 ^{**}
Toe 5 angle	8.61B	12.55D	6.32A	10.76C	25.78 ^{***}
Ball line angle	14.33	13.91	14.47	13.96	0.41
Center line angle	0.58A	1.40B	0.18A	0.31A	10.05 ^{***}

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, Duncan test: A<B<C<D
H.: Height, C.: Circumference, L.: Length, W.: Width

높게 나타나 발길이가 긴 특징을 보였다. 발목두께, 발꿈치너비, 발목너비, 발목수직둘레, 발꿈치발목둘레, 발목수평둘레, 복사뼈 아래둘레 항목의 평균은 높게 나타나 발목과 발꿈치 부위가 큰 형태임을 알 수 있으며, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레 항목이 중간 값을 나타내고 엄지발가락높이와 새끼발가락높이, 볼높이 항목의 평균이 높게 나타나 발등과 발가락의 경사가 크지 않은 형태임을 알 수 있다. 발너비와 볼거리가 비교적 큰 편에 속하나 발목높이, 가쪽복사높이, 안쪽복사높이 등 발목과 복사높이 관련 항목은 낮은 평균값으로 나타나, 유형1은 발길이가 길고 발 뒷부분의 높이가 낮으나 굽으며 납작하지만 두껍고 넓은 유형이라 할 수 있다. 유형2는 발꿈치-엄지발가락길이, 발꿈치-발목길이 항목과 발꿈치-발안쪽점길이, 발꿈치-발가쪽점길이, 발중심점상측길이, 발중심점하측길이 항목의 평균이 중간에 속하며, 발너비, 볼거리, 볼둘레 항목 또한 중간 값으로 나타났다. 발꿈치너비, 발목너비, 발목수평둘레 등 발꿈치와 발목 관련 항목의 평균이 낮게 나타나 발의 뒷부분이 좁고 가느다란 형태임을 알 수 있다. 발의 중간 부위에 해당하는 발등둘레, 발목수직둘레, 발꿈치-발등둘레, 발꿈치-발목둘레 항목의 평균이 낮게 나타나 발의 중간 부위가 낮은 형태임을 알 수 있으며, 엄지발가락높이, 새끼발가락높이, 볼높이 항목의 평균 또한 낮게 나타나 발의 앞부분도 낮은 형태라 할 수 있다. 발너비와 볼거리 항목은 중간 값에 속하나 내측볼너비와 엄지발가락축각도 항목의 평균이 낮고 외측볼너비와 새끼발가락축각도 항목의 평균이 높은 것으로 나타나 발의 외측이 넓은 형태임을 알 수 있다. 발목높이, 가쪽복사높이, 안쪽복사높이 등 발목과 복사높이 관련 항목은 낮게 나타나 이를 종합해보면 유형2는 발길이가 중간에 속하며 발 뒷부분의 높이가 낮고 가늘며 납작하지만 얇고 발의 외측이 넓은 유형이라 할 수 있다.

유형3은 발직선길이, 발꿈치-엄지발가락길이, 발꿈치-발목길이 항목과 발꿈치-발안쪽점길이, 발꿈치-발가쪽점길이, 발중심점상측길이, 발중심점하측길이 항목의 평균이 가장 낮은 값을 나타내어 발길이가 짧은 형태를 보였다. 발의 뒷부분을 나타내는 발목과 발꿈치의 너비와 둘레 관련 항목의 값과 가쪽복사높이와 안쪽복사높이 또한 낮게 나타나 발 뒷부분이 가늘고 낮은 형태임을 알 수 있다. 발목높이는 가장 높은 값으로 나타내었고 발목수직둘레는 중간 값을 나타낸 반면 발등둘레, 볼높이, 발가락높이 항목이 낮은 값을 나타내어 발의 측면이 경사진 형태임을 알 수 있다. 발너비, 볼거리, 발꿈치너비 등 너비 항목도 가장 낮게 나타났으며 내측볼너비와 엄지발가락축각도는 중간에 속하나 외측볼너비와 새끼발가락축각도는 낮은 값으로 나타나 발이 좁은 형태임을 알 수 있다. 즉 유형3은 발길이가 짧고 발 뒷부분이 낮고 가늘며 발이 좁고 측면이 경사진 형태라 할 수 있다.

유형4는 발직선길이, 발꿈치-엄지발가락길이, 발꿈치-발목길이 항목과 발꿈치-발안쪽점길이, 발꿈치-발가쪽점길이, 발중심점상측길이, 발중심점하측길이 항목의 평균이 높은 값을 나타내어 발이 긴 형태임을 알 수 있다. 발목과 발꿈치의 너비와

둘레 항목이 큰 값을 나타내고 발목높이를 비롯한 복사뼈 높이 항목이 가장 높게 나타나 발의 뒷부분이 두껍고 굽으며 높은 형태라 할 수 있다. 발등둘레, 발목수직둘레, 발꿈치-발등둘레, 발꿈치-발목둘레 항목의 값이 높게 나타났으며 볼높이, 발가락높이 항목 또한 높은 값을 나타내어 발의 두꺼운 형태임을 알 수 있다. 발너비와 볼거리, 발꿈치너비 항목의 평균 값도 높은 값을 나타내어 발이 넓은 형태이나 엄지발가락축각도와 새끼발가락축각도가 큰 편에 속하여 발가락이 모인 형태라 할 수 있다. 즉 유형4는 발길이가 길고 발이 높고 두꺼우며 넓은 형태라 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 플러스 사이즈 여성(BMI 25 kg/m² 이상)을 대상으로 발 형태를 유형별로 분류하고 유형별 특징을 분석함으로써 플러스 사이즈 여성에게 적합한 신발 리스트 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 플러스 사이즈 여성과 정상 체중 여성의 발을 비교한 결과 플러스 사이즈 여성의 발은 정상 체중 여성의 발보다 발가락, 볼, 발등 부위가 더 두껍고 넓으며 발목 부위는 더 굽은 것을 알 수 있었다.

둘째, 플러스 사이즈 여성의 발 계측항목에 대한 요인분석 결과 발길이 요인, 발목, 발등 크기 요인, 복사뼈 요인, 발높이 요인, 발내측 형태 요인, 발외측 형태와 발너비 요인, 발목높이 요인으로 총 7개의 요인이 추출되었으며 전체 변량의 77.86%를 설명하였다.

셋째, 플러스 사이즈 여성의 발 형태에 따른 유형별로 군집 분석한 결과 4개의 유형으로 분류되었으며, 유형1은 49명(19.5%), 유형2는 43명(17.1%), 유형3은 53명(21.1%), 유형4는 106명(42.2%)의 분포를 나타내었다. 유형1은 발길이가 길고 발꿈치가 낮으며 발이 두껍고 넓은 H형으로 나타났으며, 유형2는 발길이가 중간에 속하며 발꿈치가 낮고 다른 유형에 비해 발이 얇고 좁으나 발의 외측너비가 넓은 D형으로 나타났다. 유형3은 발길이가 짧고 발꿈치가 낮으며 발이 좁으나 측면이 경사진 H형으로 나타났으며, 유형4는 발길이가 길고 발꿈치가 높으며 발이 두껍고 넓은 형태이나 발가락이 모인 A형으로 나타났다.

이와 같이 플러스 사이즈 여성 발의 형태가 유형별로 발의 두께, 발의 너비, 발꿈치의 높이 등 각각 차이를 보였다. Prichasuk(1994)는 체질량지수가 큰 사람이 발꿈치 통증을 더 호소한다고 하였고, Lee(2004)는 체질량지수의 증가가 발의 앞부분의 높이와 너비에 영향을 주며, 체중의 증가로 발바닥의 지방층과 발등의 피하지방의 두께와 변화뿐만 아니라 아치의 변화를 초래할 수 있는 골격 구조 변화의 원인이 될 수 있으므로 발의 길이나 너비와 더불어 높이, 둘레 등을 측정하는 것이 필수라고 하였다. 그러나 현재 국내 신발치수규격은 이러한 플러스 사이즈 소비자의 다양한 발 형태적 특징을 충분히 반영하지 못하

는 치수체계로 판단되며, 이들을 위해 발길이에 의한 신발치수 규격 이외에 발둘레와 발너비, 발뒤꿈치의 높이를 고려한 신발 치수규격이 필요하다고 할 수 있다. 동일한 발길이라 하더라도 발둘레와 발너비를 반영하지 못한 신발은 플러스 사이즈 여성들에게 만족스럽지 못한 적합성과 기능성으로 발에 악영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 플러스 사이즈 여성을 위한 신발치수규격의 설정 및 검증의 작업이 필요하며, 본 논문은 이들을 위한 신발 라스트 제작 설계에 기초 자료가 될 수 있을 것으로 기대된다.

References

- Chun, J. S., & Choi, S. H. (2007). The comparison of foot shape classification methods. *The Research Journal of the Costume Culture*, 15(2), 252-264.
- Dowling, A. M., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2001). Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children?. *International Journal of Obesity*, 25(6), 845-852. doi:10.1038/sj.ijo.0801598
- Hills, A. P., Hennig, E. M., Byrne, N. M., & Steele, J. R. (2002). The biomechanics of adiposity—structural and functional limitations of obesity and implications for movement. *Obesity Reviews*, 3(1), 35-43. doi:10.1046/j.1467-789X.2002.00054.x
- Hwang, I. K., Kim, J. H., & Kim, Y. J. (2001). A study on the needs of shoe products to improve customer satisfaction – Focused on women in their 20s and 40s -. *Proceeding of the Society of Korea Industrial and System Engineering, Fall Conference, Korea*, pp. 275-280.
- Jelinek, H. F., & Fox, D. (2009). Foot health and elevated body mass index. *The Foot and Ankle Online Journal*, 2(8), 4. doi:10.3827/foaj.2009.0208.0004
- Gilmour, J. C., & Burns, Y. (2001). The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot & Ankle International*, 22(6), 493-498. doi:10.1177/107110070102200607
- Granante, G., Russo, G., Pomara, F., & Ridola, C. (2003). Comparison of ground reaction forces between obese and control young adults during quiet standing on a baropodometric platform. *Clinical Biomechanics*, 18(8), 780-782. doi:10.1016/s0268-0033(03)00123-2
- Kim, N. S. (2013). *A study on foot shape and shoe sizing system for the elderly*. Unpublished doctoral dissertation, Chonnam National University, Gwangju.
- Kim, N. S., & Do, W. H. (2014). Classification of elderly women's foot type. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 38(3), 305-320. doi:10.5850/JKSC.2014.38.3.305
- Kim, S. H., & Kim, H. S. (2011). Classification of foot types for a shoes size system for women in their 20~30s according to a survey of hand-made shoes companies. *The Research Journal of the Costume Culture*, 19(4), 876-887.
- Kook, Y. J., & Lim, H. S. (2018). Classification of sole types and characteristics according to types for young and elderly women. *Fashion & Textile Research Journal*, 20(1), 75-82. doi:10.5805/SFTI.2018.20.1.75
- Lee, J. Y. (2004). *The investigation of the shoe-last size classification system for Korean adults with 3D foot-scanner*. Unpublished doctoral dissertation, Hanyang University, Seoul.
- Lee, W. S., & Kim, S. A. (2017). Standard shoe-last development on foot characteristics of obesity male senior. *Journal of Integrated Design Research*, 16(1), 78-88.
- Mickle, K. J., & Steele, J. R. (2015). Obese older adults suffer foot pain and foot-related functional limitation. *Gait & Posture*, 42(4), 442-447. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.07.013
- Mickle, K. J., Steele, J. R., & Munro, B. J. (2006). The feet of overweight and obese young children: Are they flat or fat?. *Obesity*, 14(11), 1949-1953. doi:10.1038/oby.2006.227
- National Health Insurance Service. (2019, December 26). *National Health Insurance Service*. Retrieved March 4, 2020, from <https://www.nhis.or.kr/bbs7/boards/B0039/35184>
- 'Obesity and overweight'. (2020). *WHO*. Retrieved March 4, 2020, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#>
- Park, J. K., & Nam, Y. J. (2004). Characteristics of elderly women's foot shape compared with young women. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 28(11), 1495-1506.
- Park, J. Y. (2012). Gauging the emerging plus-size footwear market an anthropometric approach. *Clothing and Textiles Research Journal*, 31(1), 3-16. doi:10.1177/0887302X12469291
- Price, C., & Nester, C. (2016). Foot dimensions and morphology in healthy weight, overweight and obese males. *Clinical Biomechanics*, 37, 125-130. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.07.003
- Prichasuk, S. (1994). The heel pad in plantar heel pain. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 76(1), 140-142. doi:10.1302/0301-620X.76B1.8300659
- Riddiford-Harland, D., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2011). Foot structure in obese children: Implications for footwear design. *Obesity Research & Clinical Practice*, 5(1), 36. doi:10.1016/j.orcp.2011.08.125
- Suh, C. Y., & Suk, E. Y. (2003). A study on foot shape of women. *Family and Environment Research*, 41(6), 1-12.

(Received 12 March, 2020; 1st Revised 21 March, 2020;
2nd Revised 23 March, 2020, Accepted 3 April, 2020)