

인간공학적 신발설계를 위한 노년여성 발측정치 분석

박순지 · 채혜선*

영남대학교 섬유패션학부

*영남대학교 대학원 의류패션학과

Analysis on Foot Measurements of Elderly Women for Ergonomic Shoes Design

Soon-Jee Park and Hye-Seon Chae*

School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

*Department of Clothing & Fashion, Graduate School, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

Abstract: This study was designed to figure out the changes in elderly women's foot size and shape by aging, to propose size specification for elderly women's shoes, and to produce regression equations using representative measurements items to estimate other measurements usually hard to get. Subjects were 118 women of 30-59 years and the 227 elderly women over 60 years. Martin's anthropometry was done on the right foot of each subject for 25 items. And 11 indirect measurement items were measured on both foot printing sole outline and picture in profile taken by digital camera. For statistical analysis on the anthropometric measurements by SPSS program, analysis of variance, post-hoc test(SNK-test), crosstabulation, multiple correlation analysis, regression analysis were performed. The results of the study are as follows. Firstly, it was found that the foot figures of elderly women over 60 years were smaller in girth and width than those of below 60 years. In addition, it was revealed that a big toe and a little toe of elderly women showed a tendency concentrating to the central axis of feet. The foot index of elderly was smaller in width and girth. Secondly, foot size distribution table of elderly group showed wider size ranges and covered smaller sizes than the below the age of 60, meaning wide variation in foot size of elderly women. Thirdly, the multiple correlation analysis showed high correlation of foot length / girth to other measurements, suggesting these two items could be used as representative items for elderly women's shoe size specification as other age groups. Regression equations were produced using foot length / girth to estimate other measurements, suggesting such items could be estimated effectively and utilized in on/off-line shoe manufacturing shop as heel to big toe length, heel to little toe length, exterior malleolus width, instep girth, ankle girth, etc. These results imply prudent features of elderly women's foot as diversity of foot shape and wide size specification range should be applied for ergonomic shoe design for them.

Key words: foot measurement, size specification, elderly women, shoes design

1. 서 론

우리나라는 지난 2000년 65세 이상 인구비율이 7.2%에 이르러 '고령화 사회'에 들어섰으며, 향후 2018년에는 이 비율이 14.3%가 되어 '고령사회'에 진입하고, 2026년에는 20.8%가 되어 '초고령사회'에 도달하게 된다(통계청, 2005). 고령화의 진전과 더불어 노인 안전사고가 해마다 증가하고 있는데, 사고 유형 중 '추락·넘어짐·미끄러짐'이 55.3%로 가장 많았으며, 성별로는 '여자'가 61.6%로 '남자'보다 훨씬 사고 빈도가 높았다. 이러한 안전사고 예방책의 하나가 미끄러운 신발(구두)이나 슬리퍼 등을 신지 않도록 하는 것이다(한국소비자원, 2007).

발은 인체의 체중을 지탱하고 몸의 균형을 유지하며, 한 곳

에서 다른 곳으로 몸을 이동시 축과 기둥의 역할을 수행하고 있어 우리 몸의 어느 장기보다도 중요한 부분이다(심부자, 2001). 그러나 노년기에 접어들면 신체의 민첩성이나 반사 신경이 둔해져서 몸의 균형을 유지하기가 어렵게 되어 안전사고에 대한 위험 발생률이 높아지게 되며, 신장과 몸무게와 더불어 골조직의 변화로 인해 가벼운 사고로도 심각한 골절이 발생할 수 있다. 이를 예방하기 위해서 청·장년층을 대상으로 제작된 신발보다는 노인 발의 형태와 보행특성을 고려하여 제작된 신발 제공이 중요하다. 최근 가볍고 편안한 착화감 때문에 중장년층이 즐겨 신어 '효도신발'이라는 명칭으로 잘 알려진 컴포트 슈즈(comfort shoes)가 제화업계의 '효자상품'이 되고 있고, 노인을 위한 시장규모도 날로 커지고 있다(서울경제, 2007). 또한 실버산업에 대한 관심도 나날이 높아지고 있어 노년층을 대상으로 한 다양한 제품들이 새롭게 소개되고 있으며, 온라인 매장을 운영하는 제화업체들도 늘고 있다.

발에 대한 선행연구로는 발의 형태분석과 유형화(문명옥,

Corresponding author; Hye-seon Chae
Tel. +82-53-810-2795, Fax. +82-53-810-4684
E-mail: seon70@rda.go.kr

1988; 신선우 외, 1999; 이영숙, 1996; 임현균, 2001; Suh · Park, 2004; Makiki, 1995)에 관한 연구가 주를 이루며, 노년층 발의 형태에 관한 연구로는 노년여성 발 유형 분류(박재경, 2003; 박재경 2004), 노년층 신발 제작을 위한 신발 치수체계에 관한 연구(박재경, 2005; 정석길, 2000)가 진행되어졌다. 노년층은 발길이에 비해 발의 변형 정도가 커져서 발안쪽점의 돌출이 커지고 발가락의 형태가 모여 있게 되어 발가락 부분의 높이가 높아진다(박재경, 2003). 또한 노년층의 발길이에 대한 발너비의 변형을 살펴보면 박재경(2003)은 발길이에 비해 발너비가 넓어진다고 하였으나, 정석길(2000)은 발길이가 가늘고 길어지는 세장화 경향이 노년층에서 보이며 이는 여성에게 더 두드러진다고 하였다. 이러한 결과는 연령증가에 따라 발 형태 변화가 있음을 시사한다. 그러나 성장배경이 다른 청년층과의 비교(박재경, 2003)만으로는 연령 증가에 따른 발 변형 과정을 설명하기에는 어려운 점이 있으므로 노년층에 근접해가는 다른 연령층과의 비교에 의한 고찰이 필요하다. 따라서 노년층을 위한 다양한 착용목적에 따른 신발제작을 위해 다른 연령층과 구분되는 노년층 발의 다양한 특성을 파악하고 노인에게 적합한 신발 사이즈에 대한 연구가 필수적인 과제이다.

노인의 발에 잘 맞고 편안한 신발을 제작하기 위해서는 발에 적합한 신발사이즈의 설정이 중요하며, 신발의 치수체계를 정하거나 호수를 정할 때는 주로 상관관계가 높은 발의 길이 항목과 둘레 항목을 기본 항목으로 선정하는 것이 중요하다(김효은, 1986; 정석길, 2000). 신발제작을 위한 화형 설계 시 기본 항목만으로도 필요한 다른 부위의 치수를 직접 측정하지 않고도 추정할 수 있다면, 온라인이나 오프라인 판매를 통한 노인인 신발 주문제작시 젊은층과는 다른 발 사이즈 체계를 가진 노인의 발에 적합한 신발 제작을 가능하게 할 것이다.

이에 본 연구에서는 30세에서 59세의 여성과 60세 이상 노년여성 발의 다양한 부위를 측정하고, 연령 증가에 따른 발의 특성 변화를 파악하여, 노년여성의 발 변형 추세를 인식시키고, 발의 대표항목을 이용한 다른 부위의 추정식을 산출함으로써 노년여성을 위한 인간공학적 신발제작을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구에서는 연령별 여성의 발형태 변화를 살펴보고자 30~39세 59명, 40~59세 50명, 60~79세 72명, 80세 이상 46명 총 227명의 여성을 임의표집(random sampling)하였다. 측정은 2007년 5월부터 6월까지 경기지역에서 발에 심각한 질병이 없는 피험자를 대상으로 실시되었다.

2.2. 측정방법 및 측정항목

측정은 피험자의 오른발에 대해 마틴측정기를 이용한 직접 측정과 사진촬영 및 풋프린트법에 의한 간접측정으로 나누어

실시하였다. 측정방법과 측정항목은 사이즈코리아(2004)의 5차 인체치수조사보고서와 Suh & Park(2004)의 연구를 참고로 설정하였다(Table 1, 2). 발측정을 위한 기준점은 엄지발가락끝점, 검지발가락끝점, 새끼발가락끝점, 안쪽복사점, 기쪽복사점, 발안쪽점, 발가쪽점, 발꿈치점, 발꿈치굽힘점, 발등점이며, 기준선은 검지발가락끝점과 발꿈치점을 연결한 발기준축을 사용하였다.

측정은 피측정자가 측정대 위에 그려놓은 기준선에 맞춰 서서, 두 발에 몸무게를 균등하게 실은 상태에서 오른발을 기준으로 측정하였다. 정확한 측정치를 확보하기 위해 모든 피험자의 측정은 연구자가 직접 수행하였다.

2.2.1 직접측정

직접측정은 마틴측정기, 삼각자, 줄자 등을 이용하여 오른발의 발안쪽점, 발가쪽점, 발끝점, 발꿈치점에 기준점을 표시한 후 측정하였다. 측정항목은 길이 5항목, 두께와 너비 6항목, 높이 8항목, 둘레 6항목으로 모두 25항목이며 Table 1과 같다.

2.2.2 간접측정

간접측정을 위한 데이터는 풋프린트(foot print)법을 이용한 발바닥형태와 디지털 카메라를 이용한 발 측면형태의 2가지 형태로 수집하였다. 풋프린트에 의한 측정은 오른발의 외곽선을 따라 펜을 90° 각도로 수직으로 세워 트레이스한 발바닥 아웃라인을 기준으로 각도 6항목을 측정하였다. 카메라법에 의한 데이터는 10 cm 간격의 수평, 수직선을 그은 격자판에 오른발을 밀착시키고, 발의 중심에서 카메라까지의 거리를 30 cm로 일정거리를 유지하고 촬영하여 수집하였다. 출력한 사진에서 모두 11개의 각도 항목을 측정하였으며, 측정항목은 Table 2와

Table 1. 직접측정 항목

		계 측 항 목	
길이	L1 발직선길이	둘레	C1 발볼둘레
	L2 발꿈치-엄지발가락길이		C2 발등둘레
	L3 발꿈치-새끼발가락길이		C3 발꿈치-발등둘레
	L4 발꿈치-발등길이		C4 발꿈치-발목둘레
	L5 발꿈치-발목길이		C5 발목최대둘레
	B1 발목두께		C6 복사뼈아래둘레
너비	B2 발가락너비	높이	H1 엄지발가락높이
	B3 발볼너비		H2 새끼발가락높이
	B4 발등너비		H3 발등높이
	B5 기쪽복사너비		H4 발목높이
	B6 기쪽복사뼈아래너비		H5 기쪽복사높이
		H7 안쪽복사높이	
		H8 안쪽복사뼈아래높이	

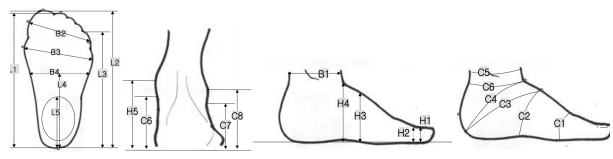
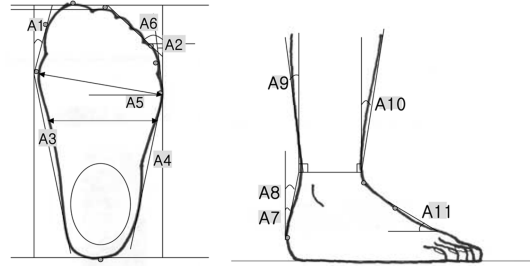


Table 2. 간접측정 항목

계 측 항 목		
A1	엄지발가락측각도	
A2	새끼발가락측각도	
A3	발안쪽각도	
A4	발가쪽각도	
A5	발너비각도	
각도	A6	발가락기울기각도
	A7	발꿈치-굽힘점각도
A8	발꿈치-발목최소수준각도	
A9	다리뒤쪽각도	
A10	다리앞쪽각도	
A11	발등각도	



같다.

2.3. 자료처리 및 분석 방법

본 연구의 자료 분석을 위하여 SPSS PC+(ver.10.0)를 사용하여 기술분석(descriptive analysis), 분산분석(ANOVA), 사후분석(SNK-test), 교차분석(crosstabulation analysis), 상관분석(correlation analysis), 회귀분석(regression analysis)을 수행하였다. 연령별 발 형태의 변화를 파악하기 위해 피험자를 30세에서 39세까지, 40세에서 59세까지, 60세에서 79세까지, 80세 이상의 네 집단으로 분류하였다. 직접측정과 간접측정에 의한 측정치를 집단별로 평균과 표준편차를 산출한 후, 집단간 차이를 비교하고 사후검정 하였다. 나이가, 본연구의 주 연구대상인 노년여성의 발형태 특성을 밝히고자 60세 이하의 집단과 60세 이상의 노년 집단으로 나누어, 발직선길이에 대한 발의 너비와 둘째항목의 지수치를 t-검정하여 그 특징을 비교하였다. 또한 두 집단에 대한 신발사이즈 스펙 비교를 위해 신발사이즈 주결정요인인 발길이와 발볼둘레에 대한 교차분석을 하여 비교하였다.

그리고, 노년여성의 발직선길기와 발볼둘레가 각 부위에 미치는 영향을 파악하고자 다중상관분석을 실시하여 각 부위의 상관관계를 알아보고, 노년여성의 발직선길기와 발볼둘레를 기준으로 다른 각 부위의 사이즈를 추정하기 위해 발직선길기와 발볼둘레를 독립변수로 다른 각 부위를 종속변수로 사용하여 회귀분석을 실시하였다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1. 연령별 발 형태 변화

3.1.1. 연령별 발측정치 비교 분석

연령별 여성의 발치수 변화를 분석하기 위하여 연구대상을 30세에서 39세까지(G1), 40세에서 59세까지(G2), 60세에서 79세까지(G3), 80세이상(G4)의 네 집단으로 나누어 측정치에 대한 평균과 표준편차를 비교하고 사후검정 한 결과는 Table 3과 같다.

연령집단별로 유의한 차이를 나타낸 항목은 길이항목에서

L1(발직선길이), L2(발꿈치-엄지발가락길이), L3(발꿈치-새끼발가락길이), 너비항목에서는 B2(발가락너비)와 B6(가쪽복사뼈아래너비), 높이항목에서는 안쪽복사뼈아래높이를 제외한 H1(엄지발가락높이), H2(새끼발가락높이), H3(발등높이), H4(발목높이), H5(가쪽복사뼈높이), H6(가쪽복사뼈아래높이), H7(안쪽복사뼈높이), 둘째항목에서는 C1(발볼둘레), C2(발등둘레), C3(발꿈치-발등둘레), C6(복사뼈아래둘레), 발각도항목에서는 A1(엄지발가락측각도), A2(새끼발가락측각도), A4(발가쪽각도), A7(발꿈치-굽힘점각도), A8(발꿈치-발목최소수준각도), A9(다리뒤쪽각도), A10(다리앞쪽각도)로 나타났다.

집단별 차이를 살펴보면, 길이항목에서는 G1(30~39세)이 발직선길이, 발꿈치-엄지발가락길이, 발꿈치-새끼발가락길이에서 다른 집단보다 크게 나타났으며, 이는 집단 G1이 다른 집단에 비해 영양상태가 좋아 전체적인 체격의 차이가 발의 길이에도 영향을 미친 결과라고 할 수 있다. 반면 발꿈치-발등길이와 발꿈치-발목길이는 집단간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

높이항목에서는 안쪽복사뼈아래높이를 제외한 모든 항목에서 집단간 차이를 보였으며, 연령이 증가할수록 발의 높이가 낮아짐을 알 수 있다. 이는 한국성인여자의 평균기가 25~39세는 158.2cm, 40~59세는 155.2cm, 60세 이상은 150.5cm 이므로(산업자원부 기술표준원, 2004), 발길이 항목과 마찬가지로 양호한 영양공급에 의한 젊은층과의 체격 차이라고 해석할 수 있다.

너비항목에서는 발목두께, 발볼너비, 발등너비, 가쪽너비 등은 연령증가에 따른 차이가 없는 것으로 나타났으며, 발가락너비는 연령증가에 따라 감소하는 것으로 나타나 선행연구들(박재경, 2003; 서추연, 2003)의 결과와 다소 다른 경향을 나타내었다. 이는, 나이가 들수록 평균체격이 작아지고 허벅지 등 근육이 축소되는 경향과 마찬가지로 발가락도 가늘어지는 것으로 볼 수 있다. 발가락너비와는 반대로 가쪽복사뼈아래너비는 연령이 증가할수록 더 두꺼워짐을 알 수 있었다.

둘레항목을 살펴보면, 발꿈치-발목둘레, 발목최대둘레를 제외한 모든 항목에서 연령별 차이를 보였다. 연령 증가와 함께 발볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레는 크기가 작아짐을 알 수

있으며, 이의는 반대로 복사뼈아래둘레는 연령증가와 함께 커짐을 알 수 있다.

발바닥푸트린트 각도항목에서는 나이가 많을수록 엄지발가락측각도가 큰 것으로 나타나, 노년층의 경우 엄지발가락이 발기준축 쪽으로 기운 무지외반증과 같은 발의 변형이 나타남을 알 수 있다. 또한 나이가 많아짐에 따라 새끼발가락측각도도 노년층이 큰 것으로 나타나 새끼발가락이 발기준축 쪽으로 모이는 변형 역시 나타남을 알 수 있다. 이러한 발의 변형 원인은, 오랜 세월동안 하이힐 등의 신발 착용에 의한 변형, 관절염 등의 병변에 의한 변형, 고령노인의 경우 과거의 버선 착용에 의한 변형일 가능성이 높다.

발측면 형태를 알 수 있는 각도 중 발등각도를 제외한 발꿈

치-굽힘점각도, 발꿈치-발목최소수준각도, 다리뒤쪽각도, 다리앞쪽각도에서 연령별 차이를 보였다. 사진촬영에 의한 다리 측면 형태를 살펴보면, 나이가 들수록 발꿈치 부위가 다리 앞쪽으로 기울어져 있고, 다리뒤쪽 종아리의 살이 줄어들고 동시에 발목 부위에서 무릎사이의 다리 전체가 몸의 앞쪽으로 기운 형태를 보임을 알 수 있다.

이상의 결과는 연령증가에 따라 대부분의 측정치에서 차이가 나타나므로 노년여성용 신발은 중년여성과는 달리 이들의 발측정치 및 형태 특성을 고려하여야 착용시 편안한 인간공학적 신발을 설계할 수 있음을 시사한다. 또한, 전반적인 발의 길이, 너비, 높이, 둘레, 각도 항목에 대한 측정치를 연령별로 비교하여 사후검정 한 결과, 대부분의 항목에서 60세를 기점으로

Table 3. 연령별 집단의 발측정치 분석 결과

측정 항목	연령별 집단	G1 (30~39세, N=59)		G2 (40~59세, N=50)		G3 (60~79세, N=72)		G4 (80세이상, N=46)		F값
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
L1 발직선길이		23.47 b	0.88	22.79 a	0.94	22.68 a	1.01	22.78 a	0.68	9.370***
L2 발꿈치-엄지발가락길이		23.65 b	1.10	23.26 a	0.85	22.90 a	0.93	22.95 a	0.72	7.985***
L3 발꿈치-새끼발가락길이		20.01 b	0.72	19.31 a	1.10	19.39 a	0.92	19.37 a	0.71	8.294***
L4 발꿈치-발등길이		12.87	0.61	12.84	0.83	12.71	0.66	12.58	0.67	1.877
L5 발꿈치-발목길이		11.08	0.68	11.08	0.70	11.00	0.61	10.79	0.72	1.597
B1 발목두께		8.80	0.49	8.79	0.56	8.75	0.52	8.78	1.18	0.072
B2 발가락너비		9.82 b	1.49	9.82 b	0.55	9.54 ab	0.49	9.36 a	1.20	3.199*
B3 발볼너비		9.86	1.42	9.86	0.55	9.96	0.52	9.80	1.32	0.324
B4 발등너비		8.50	0.63	8.50	0.54	8.29	1.88	7.87	1.30	2.566
B5 가쪽복사너비		30.72	127.39	30.72	0.33	7.16	0.34	7.06	1.55	1.928
B6 가쪽복사뼈아래너비		6.50 ab	0.95	6.50 a	0.46	6.75 c	0.47	6.72 bc	1.56	3.579*
H1 엄지발가락높이		1.32 b	0.53	1.21 ab	0.45	1.13 a	0.32	1.14 a	0.31	2.657*
H2 새끼발가락높이		1.39 b	0.86	1.31 b	0.73	0.92 a	0.31	0.84 a	0.23	11.902***
H3 발등높이		4.00 bc	1.02	5.23 c	0.67	4.82 ab	0.43	4.68 a	0.48	5.982***
H4 발목높이		6.13 b	0.88	6.42 c	0.71	5.83 a	0.70	5.73 a	0.68	9.079***
H5 가쪽복사높이		5.68 ab	0.77	5.68 b	0.70	5.42 a	0.67	5.42 a	0.72	3.479*
H6 가쪽복사뼈아래높이		4.68 ab	0.75	4.68 b	0.72	4.44 a	0.73	4.42 a	0.71	3.063*
H7 안쪽복사높이		6.55 b	0.73	6.55 a	0.66	6.39 b	0.52	6.41 b	0.67	5.538***
H8 안쪽복사뼈아래높이		4.84	1.30	4.84	0.65	4.95	0.57	5.04	0.72	0.700
C1 발볼둘레		23.32 c	0.76	23.32 bc	1.07	22.74 ab	1.26	22.34 a	1.18	7.323***
C2 발등둘레		23.10 b	0.93	23.10 b	1.01	22.11 a	1.38	22.00 a	1.20	12.466***
C3 발꿈치-발등둘레		32.72 b	1.06	31.87 a	2.54	31.98 a	1.62	31.68 a	1.32	3.896**
C4 발꿈치-발목둘레		30.33	1.81	30.38	1.31	30.15	1.52	30.02	1.30	0.593
C5 발목최대둘레		23.83	1.01	23.98	1.23	23.55	1.50	23.36	1.55	2.218
C6 복사뼈아래둘레		25.32 a	2.40	25.84 ab	1.96	26.38 b	1.73	25.99 ab	1.56	3.247*
A1 엄지발가락측각도		6.71 a	5.08	7.88 a	4.70	8.39 ab	6.38	10.22 b	6.25	3.349*
A2 새끼발가락측각도		-3.15 b	3.51	-2.48 b	3.91	-5.36 a	4.60	-5.35 a	2.56	8.433***
A3 발안쪽각도		6.75	1.81	6.84	1.61	6.69	2.21	7.04	2.28	0.311
A4 발가쪽각도		-8.42 ab	2.09	-8.20 b	2.21	-9.00 a	1.63	-7.91 b	1.99	3.302*
A5 발너비각도		15.53	9.64	16.52	8.29	14.61	8.04	14.57	8.39	0.613
A6 발가락기울기각도		46.41	9.87	48.92	9.24	48.75	7.10	46.22	7.76	1.628
A7 발꿈치-굽힘점각도		13.37 a	5.82	13.92 ab	3.99	15.83 b	4.56	15.65 b	4.99	3.734*
A8 발꿈치-발목최소수준각도		7.69 a	3.54	7.72 a	2.53	10.42 b	4.07	10.09 b	5.36	8.063***
A9 다리뒤쪽각도		8.41 b	4.28	8.80 b	3.40	5.25 a	4.83	4.36 a	7.10	10.592***
A10 다리앞쪽각도		3.98 a	5.33	3.00 a	2.87	7.78 b	4.44	6.09 b	8.27	9.619***
A11 발등각도		24.31	3.55	24.36	3.94	25.28	2.67	24.61	4.20	1.047

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

*사후검정 결과 p<0.05 수준에서 유의한 차이가 있는 측정치는 서로 다른 문자로 표시하였다(a<b<c)

차이가 있음을 확인할 수 있어, 노년을 위한 발측정치 분석시 60세를 기준으로 노인그룹을 분류하여 분석하는 것이 합리적이라 할 수 있다.

3.1.2 연령별 발길이에 대한 발의 너비·둘레 항목 지수치 비교

발의 길이, 너비, 높이, 둘레, 각도 항목 측정치의 사후검정 결과(Table 3), 높은 연령군에서 길이, 너비, 둘레, 높이 등이 작게 나타나는 차이를 알 수 있었다. 이는 연령증가에 따른 체격 왜소화 또는 양호한 영양공급에 의해 젊은 연령층의 체격 자체가 노년층에 비해 크기 때문으로 분석할 수 있다. 이로써 연령증가에 따른 절대 지수의 변화는 파악할 수 있으나, 각 치수간의 관계에 의해 정의되는 발형태는 분석이 어려우므로, 체격영향에 의한 영향을 배제하고자 지수치를 산출하였다.

이에, 설정한 지수치는 발직선길이에 대한 각 너비항목, 각 둘레항목의 총 12항목이며, 산출방식은 다음과 같다.

$$\text{각 항목의 지수치} = (\text{발의 각 항목/발직선길이}) \times 100$$

Table 3과 위에서 기술한대로, 이들의 지수치를 60세를 기준 전, 후 그룹으로 분류하여 t-검정하였다. 위의 지수치 계산식에 의한 각 항목의 지수치를 비교분석한 결과는 Table 4와 같다.

발직선길이에 대한 너비 항목의 지수치는 가쪽복사너비에서만 연령층 집단간에 유의한 차이가 보였으며, 나머지 항목에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. Table 3의 실측치 비교에서는 발가락너비와 가쪽복사뼈아래너비에서 유의한 차이를 보였지만, Table 4의 지수치 비교에서는 가쪽복사너비에서만 유의한 차이를 보였다.

Table 3의 분산분석 결과에서는 발볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레, 복사뼈아래둘레에서만 연령별 유의한 차이를 보였지만, 발직선길이에 대한 둘레 항목의 지수치를 비교한 Table 4의 결과를 보면, 발볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레, 발꿈치-발목둘레, 발목최대둘레, 복사뼈아래둘레의 모든 항목에서 유의한 차를 보였다. 60세 이하의 젊은층이 60세 이상의 노년층

보다 더 큰 값을 보였다.

연령에 의한 체격영향을 배제하고 살펴본 결과, 연령이 증가함에 따라 가쪽복사너비, 발볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레, 발꿈치-발목둘레, 발목최대둘레, 복사뼈아래둘레가 작아진다는 결론을 내릴 수 있다.

발볼둘레 항목은 신발 착용시 발의 장해와 가장 상관이 높은 부분이며(김효은, 1986), 신발 사이즈 체계에서 발길이와 함께 기본이 되는 치수 항목이다. 따라서 노년여성의 발볼둘레 변형 추이를 인식하고, 이를 고려한 보다 세부적으로 차별화된 신발 사이즈 체계의 설정과 제작이 필요하다.

3.2. 노년 여성용 신발사이즈 규격 분석

신발류의 사이즈체계에 있어서 한국공업규격 KS G 3405의 규정에 따르면, 발길이와 발볼둘레를 기준치수로 사용하고 있다. 이 규격을 참고로 발길이를 5 mm, 발볼둘레를 6 mm 간격으로 구분한 후, 교차분석을 통하여 60세 이하 집단 109명과 60세 이상 노년 집단 118명에 대한 발직선길이와 발볼둘레의 분포를 살펴보았다. 60세 이하 여성의 사이즈 분포는 Table 5와 같고, 60세 이상의 노년여성의 사이즈 분포는 Table 6과 같다.

60세 이하 집단의 발직선길이는 전체의 87.2%가 221 mm에서 245 mm 사이에 분포되어 있으며, 발볼둘레는 전체의 85.3%가 223 mm에서 245 mm사이에 분포되어 있다. 10% 이상의 다빈도 구간을 음영으로 표시하여 살펴보면, 발직선길이는 221 mm에서 245 mm까지 5구간, 발볼둘레는 223 mm에서 245 mm까지 4구간에 걸쳐 있음을 알 수 있다.

60세 이상 노년 집단의 발직선길이는 전체의 88.4%가 221 mm에서 245 mm 사이에 분포되어 있고, 발볼둘레는 전체의 73.8%가 211 mm에서 239 mm 사이에 분포되어 있다. Table 6에서 음영으로 표시한 10%이상의 다빈도 구간을 살펴보면, 노년의 경우, 발직선길이는 221 mm에서 245 mm까지 5구간, 발볼둘레는 211 mm에서 239 mm까지 5구간에 걸쳐 있음

Table 4. 발길이에 대한 발의 너비·둘레 항목 지수치 비교

측정 항목	연령	30세~59세(N=109)		60세 이상(N=118)		t-값
		평균	표준편차	평균	표준편차	
너비	발목두께/발직선길이	0.380	0.021	0.386	0.019	0.005
	발가락너비/발직선길이	0.424	0.049	0.417	0.024	1.039
	발볼너비/발직선길이	0.427	0.046	0.436	0.019	1.798
	발등너비/발직선길이	0.363	0.022	0.358	0.062	2.113
	가쪽복사너비/발직선길이	0.830	3.871	0.314	0.012	8.904*
둘레	가쪽복사뼈아래너비/발직선길이	0.280	0.033	0.297	0.018	1.212
	발볼둘레/발직선길이	0.055	0.022	0.050	0.014	23.367***
	발등둘레/발직선길이	0.058	0.034	0.039	0.012	30.048***
	발꿈치-발등둘레/발직선길이	0.221	0.040	0.021	0.020	25.500***
	발꿈치-발목둘레/발직선길이	0.269	0.042	0.254	0.029	5.191*
	발목최대둘레/발직선길이	0.246	0.038	0.239	0.028	5.057*
	복사뼈아래둘레/발직선길이	0.190	0.035	0.168	0.028	8.004**

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

Table 5. 발길이 발볼둘레 분포(30~59세)

(단위: mm)

발길이	발볼둘레										전체
	199~204	205~210	211~216	217~222	223~228	229~234	235~239	240~245	246~251	252~257	
201~205											0 (0.0)
206~210											0 (0.0)
211~215			1								1 (0.9)
216~220			2			4		3			9 (8.2)
221~225		1	2		4	4	1	4			16 (14.7)
226~230			1	1	7	18	5	2			34 (31.2)
231~235				2	3	1	3	3			12 (11.0)
236~240				1	4	5	11		1		22 (20.2)
241~245					1	7	1		2		11 (10.1)
246~250								1	1	1	3 (2.8)
251~255							1				1 (0.9)
전체	0	1 (0.9)	6 (5.5)	4 (3.7)	19 (17.4)	39 (35.8)	22 (20.2)	13 (11.9)	4 (3.7)	1 (0.9)	109 (100.0)

음영은 10%이상의 다빈도 구간임

Table 6. 발길이·발볼둘레 분포(60세 이상)

(단위: mm)

발길이	발볼둘레										전체
	199~204	205~210	211~216	217~222	223~228	229~234	235~239	240~245	246~251	252~257	
201~205					1						1 (0.9)
206~210											0 (0.0)
211~215		1	1	1							3 (2.5)
216~220	1	2	2	2							7 (5.9)
221~225	2	1	7	2	1		1				14 (11.9)
226~230	1		3	4	4	1	3	1			17 (14.4)
231~235			1	3	6	2	8	1	1	1	23 (19.5)
236~240				2	3	3	10	2	2	1	23 (19.5)
241~245					1	8	1	4	7	1	22 (18.6)
246~250						4	1	1	1		7 (5.9)
251~255						1					1 (0.9)
전체	4 (3.4)	4 (3.4)	14 (11.9)	14 (11.9)	16 (13.6)	19 (16.1)	24 (20.3)	9 (7.6)	11 (9.3)	3 (2.5)	118 (100.0)

음영은 10%이상의 다빈도 구간임

Table 7. 측정항목간 다중상관계수(60세 이상)

	L1	L2	L3	L4	L5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	H1
L1	1	.945*	.891**	.511**	.555**	.608**	.360**	.626**	.313**	.637**	.445**	.065
C1	.644**	.629**	.499**	.239**	.381**	.562**	.564**	.822**	.344**	.660**	.534**	.289**
	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	C1	C2	C3	C4	C5
L1	.222*	.257**	.313**	.399**	.380**	.336**	3.14**	.644**	.561**	.713**	.643**	.542**
C1	.292**	.287**	.217*	.365**	.371**	.226*	.122	1	.658**	.651**	.661*	.676**
	C6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
L1	.446**	.148	-.372**	.147	.007	-.040	-.145	.167	.164	-.163	.110	.056
C1	.619**	.211*	-.328**	.249**	.252**	-.110	-.129	-.063	.078	-.204*	.248**	-.010

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

을 알 수 있다.

즉, 노년 집단의 발볼둘레는 60세 이하 집단보다 변이폭이 넓어 작은 사이즈에의 분포도가 높으므로 더 많은 사이즈 전개가 요구됨을 알 수 있다.

노년여성의 발볼둘레가 젊은 층보다 더 작은 것은 몸의 수분 감소와 함께 발의 살도 빠지면서 발볼둘레도 작아진다고 해석할 수 있으며, 더 다양한 발볼둘레 치수의 분포는 나이가 들면서 생기는 신체적 변화의 다양성을 반영한다고 할 수 있다. 그러나, 현 신발사이즈체계는 이러한 노년여성의 다양한 치수 분포를 고려하지 않고 있으므로, 보다 안전하고 편안한 인간공학적 신발 설계를 위해서는 노령화에 따른 신체적 변화와 다양

한 개인변이를 반영한 사이즈 체계 설정이 필요하다고 할 수 있다.

3.3. 노년여성 발치수 추정 회귀식

3.3.1. 측정항목간 상관관계 분석

노년여성 신발 사이즈 설계를 위해 발의 모든 부위를 대표할 수 있는 기본부위를 설정하고, 각 부위와 다른 부위들과의 상관관계를 알아보기 위해 60세이상 노년여성의 측정치에 대한 발직선길이와 발볼둘레를 기준으로 다른 부위들과의 다중상관분석을 실시하였다(Table 7).

그 결과 선행연구(김효은, 1986; 정석길, 2000)와 마찬가지로

Table 8. 노년여성의 발 회귀식(60세 이상)

(독립변수: X1=발직선길이, X2=발볼둘레, 상호작용항=X1X2)

종속변수	R ²	F값	Y= X1, X2, X1X2
발꿈치-엄지발가락길이	0.899	338.944*	-32.238+2.467X1+2.122X2-3.301X1X2
발꿈치-새끼발가락길이	0.805	156.453*	15.214+0.301X1-1.039X2+1.439X1X2
발꿈치-발등길이	0.277	14.570*	-13.372+1.784X1+1.434X2-2.511X1X2
발꿈치-발목길이	0.324	18.184*	-48.342+3.275X1+3.75X2-5.870X1X2
발목두께	0.422	27.765*	17.134-0.859X1-1.439X2+2.735X1X2
발가락너비	0.337	19.318*	-36.103+3.079X1+4.735X2-6.592X1X2
발볼너비	0.694	86.141*	12.385-0.723X1-0.485X2+1.899X1X2
발등너비	0.143	6.347*	80.013-2.138X1-2.856X2+4.903X1X2
가쪽복사너비	0.520	41.227*	17.773-1.586X1-2.206X2+4.165X1X2
가쪽복사뺨아래너비	0.303	16.530*	5.223-0.179X1-0.052X2+0.752X1X2
엄지발가락높이	0.109	4.662*	-2.354+0.144X1+0.899X2-0.753X1X2
새끼발가락높이	0.099	4.171*	-17.320+2.479X1+3.528X2-5.176X1X2
발등높이	0.112	4.809*	-34.242+3.402X1+4.636X2-7.006X1X2
발목높이	0.100	4.245*	-7.283+1.359X1+1.464X2-2.273X1X2
가쪽복사뺨높이	0.180	8.332*	8.108-0.302X1-0.600X2+1.243X1X2
가쪽복사뺨아래높이	0.177	8.178*	26.474-1.430X1-2.045X2+3.574X1X2
안쪽복사높이	0.114	4.866*	8.030-0.130X1-0.599X2+0.973X1X2
안쪽복사뺨아래높이	0.110	4.696*	-5.058+0.755X1+0.340X2-0.754X1X2
발등둘레	0.467	33.352*	38.574-0.903X1-1.030X2+2.431X1X2
발꿈치-발등둘레	0.576	51.644*	-51.821+2.029X1+2.391X2-3.263X1X2
발꿈치-발목둘레	0.519	41.014*	-25.051+1.266X1+1.631X2-1.913X1X2
발목수평둘레	0.479	34.982*	-43.740+1.405X1+2.213X2-2.616X1X2
복사뺨아래둘레	0.408	26.221*	-126.691+3.353X1+4.990X2-6.996X1X2

*p<0.001

발길이 항목과 발볼둘레 항목이 다른 부위들과 높은 상관을 보였다. 발직선길이는 둘레, 너비, 높이 항목 모두에서 높은 상관을 보였으며, 발볼둘레는 길이, 너비, 높이와 일부 각도 항목에서 상관이 높았다. 이러한 결과는 노인용 신발 제작시 일반적으로 사용되고 있는 기본부위인 발길이와 발볼둘레를 이용함이 타당함을 확인 할 수 있으며, 기본부위를 이용한 다른 부위의 치수를 추정하여 사용할 수 있음을 시사한다.

3.3.2. 회귀분석

신발의 제작은 구두골에 의해서 이루어지는데 구두골 설계를 위해 발의 모든 부위를 측정할 수 없으므로 일반적으로 사용하는 발의 대표항목인 발길이와 발볼둘레로 다른 부위의 치수를 회귀 추정하여 얻을 수 있다. 이러한 회귀 추정식은 온라인이나 오프라인 신발 매장에서의 주문제작시에도 응용할 수 있을 것이라 생각한다.

발직선길이와 발볼둘레의 두가지 대표항목을 독립변수로 하여 각 부위의 추정식을 산출한 결과를 Table 8에 제시하였다.

김효은(1986)은 발길이와 발볼둘레 만을 독립변수로 회귀분석 하였으나, 본 연구에서는 발직선길이와 발볼둘레를 독립변수로 사용하고, 발직선길이와 발볼둘레의 상관관계가 높음을 고려하여, 두 부위의 상호작용항을 고려한 회귀식을 적용하였다. 상호작용효과는 종속변인에 대한 한 독립변인의 효과가 다른 독립변인의 각 수준에서 동일하지 않다는 것을 의미한다. 따라서, 상호작용 효과의 수학적 의미는 두 독립변인이 곱해진 제 3의 변인의 효과를 말한다(박광배, 2003). 발의 각도 항목은 독립변수로 사용되는 발길이, 볼둘레와 측정 단위가 다르므로 회귀식 적용에서 제외하고, 측정 단위가 같은 길이, 너비, 둘레, 높이 항목들만 회귀추정하였다.

분석 결과 유의수준 1% 에서 모두 유의한 것으로 나타났으며 특히, 설명력(R^2)이 40%이상으로 나타난 항목을 보면, 발꿈치-엄지발가락길이(0.899), 발꿈치-새끼발가락길이(0.805), 발볼너비(0.694), 가쪽복사너비(0.520), 발등둘레(0.467), 발꿈치-발등둘레(0.576), 발꿈치-발목둘레(0.519), 발목수평둘레(0.479), 복사뼈아래둘레(0.408)로 나타나, 이들 항목은 추정식을 사용할 경우 효과적임을 알 수 있다.

이러한 결과를 바탕으로 구두골 설계시 기본 항목만으로도 필요한 다른 부위의 치수를 직접 측정하지 않고 추정할 수 있다면, 다양한 발변형 형태를 보이는 노인용 신발류 제작 산업에 응용할 수 있다. 또한 직접 방문하지 않고도 노인의 발사이즈에 적합한 맞춤형 신발을 만드는 데 적용할 수 있을 것이다.

4. 결 론

본 연구에서는 연령 차이에 따른 발의 발 부위별 특성을 파악하고, 발직선길이와 발볼둘레를 대표항목으로 이용한 다른 부위를 추정할 수 있는 회귀식을 산출하여 맞춤새를 향상시킬 수 있는 노인여성용 신발 및 보조용구 제작을 위한 기초자료를 제

공하고자 하였다.

30~39세 여성 59명, 40~59세 여성 50명, 60~79세 노인여성 72명, 80세 이상 노인여성 46명으로 모두 227명의 발을 대상으로 마틴측정기와 자를 이용한 직접측정, 카메라촬영법과 풋프린트법을 이용한 간접측정을 실시하였다. 측정항목은 직접측정에 의한 길이 5항목, 두께와 너비 6항목, 높이 8항목, 둘레 6항목이며, 간접측정에 의한 각도 11항목으로 모두 36항목을 분석에 사용하였다.

측정치와 평균과 표준편차를 집단별로 비교한 결과, 연령증가에 따른 체격의 왜소화로 발의 길이와 높이 항목이 작게 나타났다. 또한 나이가 들수록 발가락너비는 작아지고, 가쪽복사뼈아래너비는 넓어지는 형태를 보임을 알 수 있다. 발볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레도 나이가 들수록 작아짐을 나타냈다. 각도항목에서는 노인층의 경우 엄지발가락과 새끼발가락이 발기준축 쪽으로 모이는 변형을 나타냄을 보였다. 또한 발의 측면형태를 보면 발꿈치 부위와 다리가 앞으로 기울어져 있고, 나이가 들면서 종아리의 살이 빠짐을 알 수 있다.

연령에 의한 체격영향을 배제하고자 발직선길이에 대한 발의 너비와 둘레 지수치를 산출하여 분석한 결과, 가쪽복사너비, 발볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레, 발꿈치-발목둘레, 발목최대둘레, 복사뼈아래둘레 지수치 항목에서 노인층이 더 작게 나타났다. 즉, 연령이 증가함에 따라 가쪽복사너비, 발볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레, 발꿈치-발목둘레, 발목최대둘레, 복사뼈아래둘레가 작아진다는 결론을 내릴 수 있다.

신발치수 규격설정을 위한 발길이(5 mm 간격)와 발볼둘레(6 mm 간격)를 기준으로 한 교차분석 결과, 노인 집단의 발길이는 60세 이하 집단과 마찬가지로 221 mm에서 245 mm의 구간에 분포되어 있다. 그러나 노인 집단의 발볼둘레는 60세 이하 집단보다 전체적으로 더 작은 쪽에 분포되어 있으며, 변이가 심하여 더 넓은 구간에 걸쳐 분포되어 있어 신발사이즈 규격 설정시 이를 반영하여야 함을 시사한다.

60세 이상 노인여성 발의 측정치간 상관관계분석 결과, 발직선길이와 발볼둘레는 다른 부위들과 높은 상관을 보임으로써, 노인용 신발 제작시 일반적으로 사용되고 있는 기본부위인 발길이와 발볼둘레를 다른 부위의 치수를 추정하는데 사용할 수 있음을 알 수 있었다.

발직선길이와 발볼둘레를 독립변수로 사용하고, 두 독립변수의 상호작용항을 고려하여 회귀분석을 통한 다른 각 부위의 추정식을 산출한 결과, 1% 수준에서 모두 유의한 결과를 보였으며, 특히 발꿈치-엄지발가락길이, 발꿈치-새끼발가락길이 가 가장 높은 값을 보였으며, 발볼너비, 발꿈치-발등둘레, 가쪽복사너비 등도 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 노인용 신발 설계시 발의 다른 부위를 직접 측정하지 않고도 발직선길이와 발볼둘레만을 이용한 다른 부위의 치수 추정의 가능성을 시사하며, 이들 데이터는 온라인이나 오프라인 매장에서의 신발 주문 제작시에도 활용 가능할 것으로 사료된다.

이상에서와 같이 노인 여성 발의 치수, 형태적 특징은 이전

연령대와는 다른 양상을 보이므로, 노인용 신발의 사이즈 체계 설정과 인간공학적이고 편안한 신발 설계를 위해서는 발의 다각적 측면에서 보다 세부적인 치수분석 및 활용방안이 제시되어야 함을 알 수 있다.

본 연구 결과는 피험자의 거주 지역이 경기도로 한정되어 있고, 제한된 피험자의 수로 일반화하는 데는 신중을 기해야 할 것으로 사료되나, 노인인구의 고령화에 따른 실버제품의 품질 향상 및 노년의 건강증진에 기여할 수 있는 인간공학적 제품 설계를 위한 기초 데이터 및 분석 결과를 제공하는 의의가 있다 하겠다. 향후에는, 여성 뿐 아니라 노년 남성 발의 특징에 대한 분석이나 이를 반영한 신발 설계 방법에 대한 연구 역시 수행되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

감사의 글: 이 연구는 2005학년도 영남대학교 학술연구조성비 지원에 의한 것임.

참고문헌

김효은 (1986) 발의 계측과 성인여자구두의 기본치수에 관한 연구. *대한가정학회지*, **24**(3), 43-50.
 노인생활안전사고 실태조사 (2007) 한국소비자원. <http://www.kca.go.kr/index.jsp>
 문명옥 (1988) 발의 형태분석에 관한 연구(1)-발의 형 분류를 중심으로-. *한국의류학회지*, **12**(1), 1-8.
 박광배 (2003) “변량분석과 회귀분석”. 학지사, 서울, p. 335.
 박재경 (2003) 노년기 여성 발의 형태분류와 유형별 특징. 서울대학

교 대학원 박사학위논문.
 박재경 · 남윤자 (2004) 청년층과의 비교를 통한 노년 여성 발의 형태. *한국의류학회지*, **28**(11), 1495-1506.
 박재경 (2005) 신발류 치수체계 설정을 위한 노년 여성의 발 형태 유형화. *복식*, **55**(2), 33-44.
 산업자원부 기술표준원 (2004) “5차 한국인 인체치수조사사업 보고서”.
 서추연 · 석은영 (2003) 성인 여성의 발 형태 분석에 관한 연구. *대한가정학회지*, **41**(6), 1-12.
 신선우 · 함옥상 (1999) 20대 성인 남녀 발의 형태분류와 유형별 특성 분석. *복식문화연구*, **7**(1), 38-51.
 심부자 (2001) Foot Index에 의한 발의 형태 분류-20대 여자 대학생을 중심으로-. *동아대학교 생활과학연구논문집*, **9**, 189-200.
 이영숙 (1996) 한국인 성인 남녀 발외곽형태 계측치에 의한 발형태 분류. *한국생활환경학회지*, **3**(2), 45-57.
 임현균 (2001) 한국 성인 발 형태의 좌우 및 변형 연구. *대한인간공학회*, **20**(1), 73-86.
 정성길 (2000) 노인의 발 유형 및 보행특성에 따른 신발디자인의 인간공학적 연구. 동아대학교 대학원 박사학위논문.
 통계청 (2005) “고령자통계”.
 효도신발 제화업체 효자상품 (2007) 서울경제. <http://economy.hankooki.com/lpage/industry/200705/e2007050218103547670.htm>
 C.Y. Suh and Park S.J. (2004) Proposal of a new sizing system for Men's Shoes. *Journal of Asian Regional Association for Home Economics*, **11**(3), 197-208.
 Makiki K. (1995) Analysis of foot shape variation based on the medial axis of foot outline. *Ergonomics*, **38**(9), 1911-1920.
 (2007년 10월 2일 접수)