

아동화 설계에 요구되는 치수 및 구조요인의 정량적 분석*

-학령기 여아를 대상으로-

Quantitative Analysis of the Size and the Structural Factors of the Feet for Elementary School Girls' Shoe Design

전은경**

울산대학교 생활과학대학 의류학전공

Jeon, Eunkyung**

Dept. of Clothing & Textiles, Univ. of Ulsan, Korea

Abstract

This study was performed to provide the analysis on their size and the structural factors required in the process of design and manufacture of school girls' shoes. 371 elementary school girls in Kyungin and Youngnam area were participated in the size measurement. 25 foot items and 6 main body items were measured directly or indirectly using a digital photography. The results of the study are as follows: first, by most of measured items, the range of their foot size was very wide from the size of toddlers to adults'. That shows that the change of school girls' foot size occurred with their growth is pretty big. Second, from the structural factor analysis on 25 foot items, five factors were extracted such as 'the size of the foot', 'the volume of the foot,' 'the height and inclination of the foot,' 'the shape of the foot,' and 'the inside and outside inclination of the foot'. Third, from the cluster analysis, three clusters were classified: Cluster 1 was the group of 10 to 11 year old girls who had big-sized feet. The elementary school girls in the fourth to sixth grade belonged to this group. Cluster 2 consisted of girls who had small-sized and big-volumed feet. Cluster 3 had medium-sized and slim-shaped feet. Most of 6 to 7 year old elementary school girls belonged to this group. The above-mentioned results imply that many continual researches are required on children's shoe production reflecting the change of elementary school girls' feet size owing to their growth. The quantitative data on elementary school girls' feet size in this study could be used as basic information for the development of children's shoe design and its production.

Key Words : Foot, Elementary school girl, Foot size measurement, Shoe Design

I. 서론

발은 인체의 축소판으로 건강이나 감정 상태를 나타내어, 제 2의 얼굴 또는 제2의 장기라고도 한다. 인체를 이 동시키고 체중을 유지하는 역할을 하는 발에 부적합한 신발의 착용은 착용자로 하여금 불편과 피로를 유발하여 생리적 부담을 가중시키고 작업능률을 저하시키는 것은 물론 건강 장애를 일으키기도 한다.

그럼에도 불구하고 1800년 후반까지 신발의 좌우 구분이 없을 정도로 신발에 대한 과학적 이해가 부족하였으며(Bayer et al, 1986). 현재 시판되는 제화를 제외한 신발

의 대부분이 개인의 신체 특성과 무관하게 단지 발의 길이만 의존하여 제작되고 있는 실정이다. 신발은 의류에 비해 치수 간 신체 허용치수의 범위가 매우 좁아서 치수의 적합성이 민감하게 요구되는 피복류이다. 발의 질병 중 85%는 신발을 잘못 신은 때문이라고 보고되고 있는 바(김성식, 1986), 발이 제 기능을 수행할 수 있는 피복물을 제작하기 위해서는 다각적인 측면에서 발의 형태를 고려한 체계화된 발의 유형분류 기준이 필요하다.

현재 신발류 치수 체계의 KS규격(2001)을 살펴보면 제화의 경우, 발길이 치수가 5mm 간격으로 증가하며 이에 따라 발둘레는 3mm 씩 증가하는 한편 동일한 발길이 치수 내에서는 6mm 간격으로 증가시킨 D, E, EE 등의 발

* 본 연구는 울산대학교 연구비에 의해 지원되었습니다.

** Corresponding author: Jeon, Eunkyung

Tel: 052) 259-2842, Fax: 052) 259-2842

E-mail: ekjeon@ulsan.ac.kr

둘레 치수 규격을 설정하고 있다. 그러나 이 규격 역시 12세 이상의 청소년, 성인을 대상으로 한 것으로 아동용 신발의 규격조차 따로 설정되어 있지 않은 실정이다. 아동은 결코 성인의 축소형이 아니라 그들만의 독특한 신체구조를 가지므로 이를 의복 및 가구, 공구 등의 설계에서 반드시 고려하여야 한다. 학령기는 6세부터 11세까지의 시기로 발육속도가 빠르고 활동량이 크며, 아동 및 성장기 연령을 대상으로 한 연구결과(문명옥, 1996 ; 심부자 등, 1991; 유덕시 등, 1980)에서 신발의 착용감 및 보행 형태는 착용자의 신발의 크기 및 형태에 따라 영향을 받는 것으로 나타나 아동의 발 형상을 정확히 파악하는 것이 중요하다. 그럼에도 불구하고 이제까지 아동의 신발 규격 설정을 위한 연구가 미비하여 아동의 발 관련 연구가 시급하다고 하겠다.

이에 본 연구는 보다 과학적인 신발류 제작을 위한 기초 연구로서 초등학교 여아에 대하여 신발설계에 요구되는 발의 항목에 대해 직접계측 및 사진계측을 실시하고, 발의 형태를 결정하는 구조요인을 추출하여 발의 형태를 유형화하며, 각 유형내의 연령분포를 살펴봄으로써 신발설계에 필요한 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 연구방법 및 내용

1. 계측대상 및 계측 항목

서울, 경기 및 울산지역의 초등학교 1학년에서 6학년에 재학 중인 만6세에서 11세의 여아를 대상으로 신체 주요부위 및 오른발의 연구부위에 대해 계측을 실시하였다. 이중 치수의 확보가 미비하거나 데이터 탐색을 통해 극단값으로 분류된 데이터를 제외하고 총 371명의 계측치를 사용하였다. 계측 항목은 KS A 7003(인체측정용어,1999) 및 선행연구(강진홍 등, 1991; 김진호 등, 1999; 성화경, 1999)를 참고로 하여 발의 특성을 대표할 수 있

는 25개 항목 및 발과 관련성을 검증하기 위한 인체 6개 대표측정항목 및 4개의 계산항목으로 총 35개 연구항목을 선정하였다. 연구항목은 <표 1>과 같다.

2. 계측 방법

신체 대표부위 및 발의 부위치수는 Martin 계측기와 체중계를 사용하여 측정하였다. 각 부위의 측정 방법은 KS A7003(인체측정 용어, 1999), KS A7004(인체측정방법, 1999)에 준하였다. 발바닥의 형상으로부터 측정을 요하는 치수항목은 디지털 카메라를 사용하여 측정하였다. 촬영 모델은 표준과학연구원의 디지털 사진촬영방법(1999) 및 선행연구(임현균 등, 2001)를 참고로 하여 설계하였다. 촬영대에 모눈간격이 동일한 격자패턴 및 정밀자를 부착한 후 함께 촬영하여 치수측정의 기준으로 사용하였다. 얻어진 이미지 파일을 Photoshop 프로그램에서 정확한 각도로 재배열하고 이를 AutoCAD 도면상에서 불러내어 이미지상에 나타난 기준선을 기준으로 0.1mm 한계 허용치 내에 실제 크기로 이미지를 조절한 후 길이 및 너비 두께, 각도 등을 측정하였다.

3. 자료 분석

계측 자료의 분석은 SPSS Win 12.0 을 이용하여 실시되었다. 각 계측 항목 및 계산항목에 대하여 데이터 탐색을 통하여 각 항목의 기술통계, 치수 분포를 확인하고 극단값을 추출하여 제거하였다. 계측된 발항목을 요인분석을 통하여 각 항목들의 구조적 요인을 고찰하고 추출된 요인 값과 연구 항목간의 상관관계를 고찰하였다. 각 요인을 결정변수로 하여 군집분석을 실시하고 집단간의 항목차이를 일원분산분석 및 사후검정(SNK-test)을 통하여 분석하였다.

<표 1> 계측 항목

| | 연구 항목 | 측정방법 | 항목 수 |
|---------|--|---------|------|
| 인체 항목 | 윗가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 어깨너비, 신장, 체중 | 직접계측 | 6 |
| 발 관련 항목 | 발목둘레, 발등둘레, 발둘레, 발뒤꿈치발목둘레 | 직접계측 | 4 |
| | 일지길이, 이지길이, 오지길이, 발 직선길이*, 발가락너비, 발너비, 발최대너비, 발뒤꿈치너비, 발목 너비, 발목두께, 발등높이, 발뒤꿈치 높이, 발가락 최고높이, 안쪽 복사점 높이, 가쪽 복사점 높이, 일지각도, 오지각도, 발내측각도, 발외측각도, 발뒤꿈치각도, 발등각도 | 사진계측 | 21 |
| 계산 항목 | 로러치수, 발길이/신장, 발너비/발길이, 발둘레/발길이 | SPSS 변환 | 4 |

*발 직선길이는 1지 길이와 2지 길이 중 가장 긴 길이를 선택하도록 SPSS 프로그램에서 변환하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 고찰

1. 계측 항목의 기술통계

계측된 학령기 여아의 발의 치수분포에 대한 전반적인 특성을 파악하고자 각 항목의 기술통계량을 살펴보았다 (표 2). 신발의 치수규격이 되는 발길이는 발뒤꿈치에서 발끝점까지의 최대 직선 길이로 일지길이 혹은 이지 길이가 되며 이중 가장 긴 길이를 선택하였다.

발길이는 평균은 20.0cm로 유아의 발길이에 가까운 12.7cm에서 성인의 발 크기인 25.4cm까지 큰 범위에 분포하고 있었다. 신발의 골돌레 호칭에 사용되는 발돌레 평균은 20.6cm 로 발길이와 비슷한 수치를 나타냈다. 계

측된 학령기 여아의 키에 대한 발길이 비율은 평균 0.15로 발길이가 키의 약 15%의 크기에 해당하며 발길이에 대한 발돌레의 평균비율은 1.04로 나타났다. 안쪽과 바깥쪽 발목의 수직거리인 발목너비의 경우 다른 발 항목에 비해 상대적으로 높은 침도 및 우향적인 분포 경향을 보여 광범위한 범위에도 불구하고 치수들이 평균이상의 값에 집중되어 있음을 짐작할 수 있다.

발과 신체대표 항목 중에서 대부분의 항목이 유아의 신체 특성을 유지하는 치수로부터 성인에 가까운 치수까지 그 분포가 다양하여 학령기 시기는 성장에 따른 변화가 그 어느 시기보다 현저함을 알 수 있다. 이는 아동의 신체 변화특성을 반영한 제품의 연구 및 개발이 중요함을 시사한다.

〈표 2〉 연구 항목의 기술 통계량

| 계측항목 | 연령 | 평균 | 표준편차 | 최소값 | 최대값 | 범위 | 왜도 | 침도 |
|--------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 발목둘레(cm) | | 18.9 | 2.15 | 13.9 | 29.5 | 15.6 | .91 | 2.52 |
| 발등둘레(cm) | | 21.2 | 1.77 | 16.6 | 27.5 | 10.9 | .32 | .41 |
| 발돌레(cm) | | 20.6 | 1.87 | 14.8 | 26.0 | 11.2 | .05 | -.30 |
| 발뒤꿈치발등둘레(cm) | | 26.9 | 2.46 | 21.0 | 34.3 | 13.3 | .25 | -.16 |
| 발길이(cm) | | 20.0 | 2.12 | 12.7 | 25.4 | 12.7 | -.65 | 1.03 |
| 일지길이(cm) | | 19.9 | 2.11 | 12.7 | 25.4 | 12.7 | -.60 | .97 |
| 이지길이(cm) | | 19.7 | 2.11 | 12.5 | 25.1 | 12.6 | -.68 | 1.05 |
| 오지길이(cm) | | 16.5 | 1.80 | 10.4 | 21.8 | 11.4 | -.67 | 1.09 |
| 발가락 너비(cm) | | 7.8 | .84 | 4.9 | 10.0 | 5.1 | -.79 | 1.29 |
| 발너비(cm) | | 8.0 | .86 | 5.1 | 9.9 | 4.8 | -.60 | .89 |
| 발최대너비(cm) | | 8.2 | .88 | 5.3 | 10.3 | 5.0 | -.59 | .83 |
| 발뒤꿈치 너비(cm) | | 5.4 | .68 | 3.2 | 9.6 | 6.4 | .35 | 5.08 |
| 발목 너비(cm) | | 6.0 | .90 | 4.00 | 13.50 | 9.50 | 2.57 | 23.52 |
| 발목두께(cm) | | 7.3 | .77 | 5.20 | 10.00 | 4.80 | .24 | .21 |
| 발등높이(cm) | | 5.4 | .79 | 2.40 | 11.10 | 8.70 | 1.02 | 8.89 |
| 발뒤꿈치 높이(cm) | | 2.0 | .36 | 1.00 | 4.60 | 3.60 | 1.21 | 6.75 |
| 발가락 최고높이(cm) | | 1.9 | .28 | 1.10 | 2.60 | 1.50 | -.12 | -.09 |
| 바깥 복사점높이(cm) | | 6.4 | 1.38 | 4.70 | 9.10 | 4.40 | .29 | -.02 |
| 안복사점높이(cm) | | 7.5 | .85 | 2.10 | 10.00 | 7.90 | -.75 | 6.66 |
| 일지각도(°) | | 3.1 | 4.73 | -10.0 | 18.0 | 28.0 | .25 | .34 |
| 오지각도(°) | | 4.7 | 6.67 | -11.0 | 26.6 | 37.6 | .58 | -.16 |
| 내측각도(°) | | 4.7 | 1.45 | 1.0 | 15.0 | 14.0 | .97 | 6.20 |
| 외측각도(°) | | 10.3 | 1.89 | 3.0 | 16.0 | 13.0 | -.24 | .65 |
| 발꿈치 각도(°) | | 12.4 | 4.03 | 1.50 | 30.00 | 28.50 | .85 | 1.57 |
| 발등 각도(°) | | 24.3 | 3.40 | 10.30 | 33.70 | 23.40 | -.28 | .92 |
| 신장(cm) | | 134.8 | 11.07 | 107.1 | 169.0 | 61.9 | .21 | -.24 |
| 체중(kg) | | 32.8 | 10.19 | 15.0 | 70.0 | 55.0 | 1.46 | 3.90 |
| 윗가슴둘레(cm) | | 68.7 | 8.35 | 54.0 | 109.2 | 55.2 | 1.18 | 1.93 |
| 허리둘레(cm) | | 60.9 | 7.27 | 47.5 | 103.4 | 55.9 | 1.31 | 3.48 |
| 엉덩이둘레(cm) | | 75.6 | 8.75 | 57.0 | 114.5 | 57.5 | .72 | .88 |
| 어깨너비(cm) | | 32.8 | 3.55 | 23.0 | 49.5 | 26.5 | .52 | 1.95 |
| 로러지수 | | 130.6 | 18.73 | 95.8 | 186.5 | 90.7 | .95 | 1.87 |
| 발길이/키 | | .15 | .01 | .10 | .17 | .08 | -2.90 | 8.40 |
| 발너비/발길이 | | .40 | .02 | .28 | .46 | .18 | -.51 | 3.09 |
| 발돌레/발길이 | | 1.04 | .12 | .86 | 1.49 | .63 | .13 | .25 |

2. 발 형태 구성 요인 추출

발 관련 치수가 가진 정보를 요약하고 이로부터 발 형태의 구성요인을 파악하기 위하여 25개의 발 관련 치수 항목에 대하여 요인분석을 실시하였다. 주성분 모형에 의해 요인을 추출하여 배리맥스 방법으로 직교 회전하였으며 고유값을 기준으로 1이상인 요인을 추출한 결과 <표 3>과 같이 5개의 요인으로 집약되었다. 추출된 5가지 요인이 설명할 수 있는 총분산은 약 73%이다.

요인 1은 발의 길이와 너비 관련 8개 항목으로 집약되었으며 요인 1에 속한 모든 항목이 요인 1과 0.8 이상의 고도상관을 나타냈다. 고유치는 7.571로서 전체 분산의 약 30%의 설명력을 갖고 있다. 이 항목들은 뼈의 규모로 결정되는 발의 크기 요인으로 해석할 수 있다.

요인 2는 발목의 너비, 두께, 둘레 등 발목에 관련된 3개 항목 및 신발의 골돌레 설정에 영향을 미치는 발뒤꿈

치 발등둘레, 발등둘레, 발둘레 3개 항목, 총 6개 항목으로 집약되었으며 요인 2 역시 요인 2에 속한 항목 모두 0.7이상의 고도 상관을 나타냈다. 고유치는 4.944, 총분산의 약 20%의 설명력을 갖고 있다. 이들 항목은 발의 비만에 관련된 특성으로 신발의 품(room) 규모를 결정하는 요인으로 해석할 수 있다. 요인 1과 요인 2의 설명력이 전체 분산의 과반을 넘어 이 두 요인이 발의 형태를 결정하는 요인임을 알 수 있다.

요인 3은 발등각도, 발등높이, 발뒤꿈치 높이, 복사점 높이, 발가락 최고 높이 등 6개 항목으로 집약되어 발의 높이와 경사를 결정하는 요인임을 알 수 있다. 요인 3의 고유치는 2.187이며 전체 분산의 8.749%를 설명해 준다. 요인 2와 같이 6개의 항목으로 집약되었음에도 요인 2에 비해 분산 및 고유치가 낮아 발의 구조요인에 대한 설명력이 떨어짐을 알 수 있다.

요인 4는 발가락의 퍼짐정도를 나타내는 일지와 오지 각도, 발뒤꿈치 각도 등 3개 항목이 집약되었으며 발의 외곽 모양을 나타내는 요인으로 추측할 수 있다. 요인 4의 고유치는 1.98로 전체 분산의 7.9%를 설명하고 있다.

요인 5는 내측각도와 외측 각도 2개 항목으로 발의 안쪽과 바깥쪽 기울기, 즉 발너비로부터 발 뒤꿈치까지의 경사를 나타내는 항목으로 집약되었다. 고유치는 1.56으로 전체 분산의 6.25%를 설명하고 있다. 이를 종합하면 학령기 여아의 신발류 제작을 위해서는 신발의 가로 세로 크기를 결정하는 요인1과 신발의 품을 결정하는 요인 2의 치수가 가장 중요하며 높은 적재값을 가진 일지길이와 이지길이 등의 발길이에 의한 치수규격 설정 외에도 발의 각도, 발길이에 대한 발너비의 비율 등을 고려해야 한다고 사료된다.

인체의 각 부위는 상호간의 상관관계가 있으며 이러한 관련성의 정도는 부위마다 차이가 있으며 복잡하다(김진호 등, 1999). 즉, 발 항목의 구조를 판단하기 위해서는 발항목간의 상호관계를 규명해야 할 뿐만 아니라 발의 구조와 인체의 다른 주요 변인과의 관계를 분석하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 발과 인체 각 부위의 상호관계를 규명하기 위하여 요인분석을 통해 얻어진 발의 요인값과 인체의 대표부위가 되는 항목과의 상관지수 관계를 분석하였다(표 4). 분석 결과, 신장, 체중 및 둘레 치수는 요인 2와 높은 상관을 나타내어 신발의 품을 결정하는 요인들에 신체의 성장치수가 결정 변수가 될 수 있음을 시사한다. 어깨너비 치수와도 .578의 중이상의 상관을 보여 모든 신체치수 항목이 요인2와 밀접한 관계가 있음을 보여 주었다. 발의 골격 성장을 주도하는 제 1 요인은 신체 및 발관련 지수 중 발길이/키 지수와 0.773의 상관을 발둘레/발길이 지수와 -0.733의 부적 고도 상관을 나

<표 3> 발 관련 계측치 요인의 내용 및 항목

| 계측 항목 \ 요인 | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 이지 길이 | .943 | .228 | .126 | -.083 | -.044 |
| 발길이 | .942 | .239 | .121 | -.092 | -.047 |
| 일지 길이 | .939 | .242 | .118 | -.092 | -.050 |
| 오지 길이 | .928 | .221 | .124 | -.053 | -.040 |
| 발너비 | .903 | .295 | .091 | .015 | .110 |
| 발 최대너비 | .902 | .310 | .102 | .010 | .115 |
| 발가락 너비 | .871 | .257 | .098 | -.144 | .203 |
| 발뒤꿈치 너비 | .805 | .266 | .074 | -.244 | .039 |
| 발목두께 | .296 | .815 | .174 | -.041 | -.122 |
| 발목너비 | .220 | .805 | -.290 | -.045 | .052 |
| 발목둘레 | .304 | .786 | .243 | -.055 | .025 |
| 발뒤꿈치 발등둘레 | .447 | .747 | .286 | .018 | -.056 |
| 발등둘레 | .459 | .728 | .255 | -.021 | -.028 |
| 발둘레 | .384 | .709 | .275 | -.087 | .020 |
| 발등각도 | .076 | .113 | .770 | -.170 | .152 |
| 안복사점 높이 | .272 | .351 | .707 | .089 | -.131 |
| 발등높이 | .251 | .392 | .505 | -.025 | .006 |
| 바깥 복사점 높이 | .080 | .155 | .492 | .081 | .096 |
| 발뒤꿈치 높이 | .107 | .278 | .418 | -.176 | -.082 |
| 발가락 최고 높이 | .209 | .302 | .408 | .107 | .005 |
| 오지 각도 | .009 | .244 | .031 | .813 | .204 |
| 발뒤꿈치 각도 | -.066 | -.077 | -.151 | .718 | -.031 |
| 일지각도 | -.159 | .102 | -.004 | .646 | -.482 |
| 외측각도 | -.014 | .095 | .084 | .139 | .838 |
| 내측각도 | -.064 | .038 | .063 | .087 | -.656 |
| 고유치 | 7.571 | 4.944 | 2.187 | 1.982 | 1.563 |
| 분산 | 30.283 | 19.774 | 8.749 | 7.930 | 6.250 |
| 누적분산 | 30.283 | 50.057 | 58.807 | 66.736 | 72.987 |

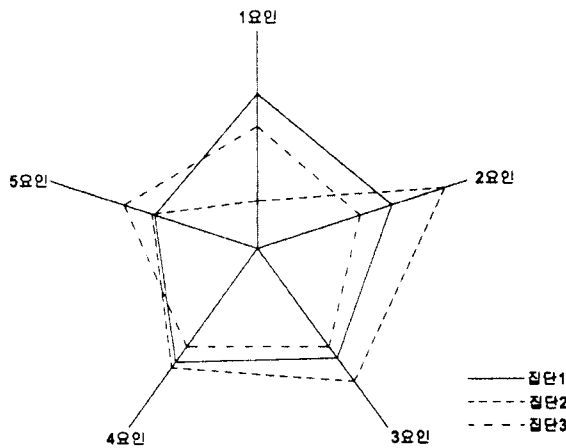
<표 4> 발 요인과 기타 항목과의 상관관계

| 항목 | | 요인 | | | | |
|----|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
| | | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 |
| 신체 | 신장 | .400** | .643** | .038 | .309** | -.196** |
| | 체중 | .301** | .757** | -.021 | .188** | -.087 |
| 대퇴 | 윗가슴둘레 | .254** | .728** | -.049 | .141** | -.076 |
| | 허리둘레 | .266** | .690** | -.068 | .106* | -.028 |
| 항목 | 엉덩이둘레 | .273** | .766** | -.019 | .177** | -.095 |
| | 어깨너비 | .304** | .578** | -.076 | .165** | -.152** |
| 계산 | 로리지수 | -.016 | .484** | -.133** | -.098 | .174** |
| 치수 | 발길이/키 | .773** | -.320** | -.148** | -.155 | .121* |
| | 발너비/발길이 | -.050 | .141** | .243** | -.059 | .351** |
| 수 | 발둘레/발길이 | .733** | .427** | .057 | .140** | .031 |

* p<0.05, ** p<0.01

3. 요인 구조에 의한 발 형태의 유형화

학령기 여아의 발 형태를 몇 개의 동질적인 집단으로 유형화하기 위하여 군집분석을 실시하였다. 특성들의 유사성을 거리로 환산하여 거리가 가까운 대상들을 동일한 집단으로 편입시키는 군집분석에서 유사성 측정방법으로 유클리디안 제곱거리(squared Euclidean distance) 척도를 사용하였다. 군집의 수는 2~4개로 임의로 지정하여 군집 내 대상들은 동질적이며 군집 간에는 차이가 있는 범위 내에서 연구결과의 활용 가능성을 고려하여 최종적으로 모든 집단간의 유의차를 나타낸 3개 집단으로 결정하였다. 산출된 5개의 요인점수를 독립변수로 하여 군집분석한 결과, 학령기 여아의 발 형태를 3가지로 유형화하였다. 각 유형의 특징을 살펴보기 위하여 각 집단의 요인점수를 방사선 그래프[그림 1]로 제시하였으며 각 요인의



[그림 1] 집단별 요인 점수 분포

대표적인 항목에 대하여 유형별 평균 계측치를 구하고 차이를 검정한 결과는 <표 5>에 제시하였다. 모든 항목에서 집단간 유의차가 나타났으며 개별 집단간의 사후검정에서 발등각도와 발너비/발길이를 제외한 모든 항목에서 개개 집단간의 유의차를 나타내었다.

요인 1항목에 대한 군집 결과를 살펴보면 요인 1에 속한 발길이, 발너비, 발가락 너비, 발뒤꿈치 너비 항목 모두 집단 1 이 가장 큰 집단으로, 집단 3이 중간 집단으로, 집단 2가 가장 작은 집단으로 나타났다. 즉, 집단 1이 발의 골격성장이 가장 현저하며 집단 2가 골격 성장이 가장 낮은 집단임을 알 수 있다.

요인 2에 속한 발목 두께, 발목너비, 발둘레 항목에서 집단 1과 집단 2는 통계학적으로 큰 집단에 속하였으며 집단 3이 유의적으로 작은 집단으로 나타났다. 요인 3항목 중 발등각도는 각각 집단간의 유의미한 차이는 나타나지 않았으며 안복사점 높이의 경우 집단 1과 집단 2는 큰 집단으로, 집단 3은 작은 집단으로 나타났다. 발가락의 퍼짐 모양을 나타내는 요인 4의 각도 항목에서 집단 2가 가장 큰 집단으로 집단 1이 중간, 또는 작은 집단으로, 집단 3이 가장 작은 집단으로 나타났다. 발 최대 너비로부터 발뒤꿈치까지의 형태를 나타내는 요인 5 항목에서는 집단1과 집단 2가 같은 유형으로, 집단 3이 다른 유형으로 나타났다. 키에 대한 발길이의 비율은 집단 2가 다른 집단에 비해 유의적으로 작은 반면 발길이에 대한 발둘레의 비율은 유의적으로 큰 집단으로 나타났다.

군집분석에 의해 분류된 각 유형의 연령 분포를 살펴본 결과(표 6), 유형 1은 학령 전기인 6,7세에서는 기대빈도(각각 29.4명, 31.2명)보다 낮은 분포(각각 19명, 17명)를 보이는 반면 학령 중기인 8,9 세에서는 기대빈도와 유사한 빈도 분포를 보이다가 학령 후기인 10,11세의 경우 기대빈도(각각 25.6명, 31.2명)에 비해 현저히 높은 출현율(각각 40명, 49명)을 보여 학령 후기에 두드러진 유형으로 간주할 수 있다. 유형 2 역시 9세 및 11세에 기대빈도보다 출현율이 높아 성장 후기에 더욱 나타나는 유형임을 알 수 있다. 유형 3의 경우, 유형1의 출현 양상과 상반되게 6, 7세에서는 기대빈도(각각 29.5명, 31.4명)보다 높은 출현빈도(각각 52명, 50명)를 보였으며 10,11세에서는 기대 빈도(각각 25.8명, 31.4명)보다 낮은 출현빈도(각각 12명, 9명)를 보였다. 이러한 결과를 살펴볼 때 아동의 발 유형에 대한 분류 없이 모든 성장기 아동에게 동일한 치수 간격을 제시하는 것은 무리가 있음을 알 수 있다.

이상의 결과를 바탕으로 세 유형의 요인별 대표항목에 대하여 Mollison의 관계편차 절선으로 나타내면 [그림 1]과 같다. 즉, 유형 1은 발의 골격이 발달하여 모든 크기가

〈표 5〉 발 및 인체 항목의 연령별 평균 및 분산분석결과

| 계측항목 | 연령 | 군집 1 | | 군집 2 | | 군집 3 | | F값 |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|
| | | 평균 | SD | 평균 | SD | 평균 | SD | |
| 요인 1 항목 | 발길이 | 21.35 | 1.45 | 14.95 | 1.49 | 19.28 | 1.18 | 190.766*** |
| | | A | | C | | B | | |
| | 발너비 | 8.45 | .62 | 5.99 | .72 | 7.73 | .55 | 134.722*** |
| | | A | | C | | B | | |
| 발가락너비 | 8.18 | .61 | 5.78 | .82 | 7.64 | .57 | 114.884*** | |
| | A | | C | | B | | | |
| 발뒤꿈치 너비 | 5.72 | .60 | 3.94 | .48 | 5.22 | .42 | 92.238*** | |
| | A | | C | | B | | | |
| 요인 2 항목 | 발목두께 | 7.67 | .69 | 7.66 | .72 | 6.90 | .64 | 40.332*** |
| | | A | | A | | B | | |
| | 발목너비 | 6.16 | .61 | 6.10 | 1.07 | 5.64 | .63 | 105.618*** |
| 발둘레 | 21.36 | 1.70 | 20.75 | 1.49 | 19.72 | 1.72 | 40.600*** | |
| | A | | A | | B | | | |
| 요인 3 항목 | 발등각도 | 24.91 | 3.05 | 23.90 | 2.81 | 23.94 | 3.44 | 4.237* |
| | | A | | A | | A | | |
| 안복사점높이 | 7.92 | .72 | 7.75 | .62 | 7.17 | .59 | 84.480*** | |
| | A | | A | | B | | | |
| 요인 4 항목 | 일지각도 | 4.46 | 4.42 | 8.62 | 4.07 | .92 | 3.86 | 30.061*** |
| | | B | | A | | C | | |
| | 오지각도 | 5.25 | 6.60 | 10.38 | 2.97 | 3.13 | 6.51 | 11.119*** |
| 발가락 최고 높이 | 1.94 | .25 | 1.71 | .24 | 1.86 | .28 | 6.395** | |
| | A | | B | | A | | | |
| 요인 5 항목 | 내측각도 | 5.19 | 1.26 | 5.37 | 2.39 | 4.15 | 1.24 | 19.151*** |
| | | A | | A | | B | | |
| 외측각도 | 9.63 | 1.79 | 10.04 | 1.72 | 11.07 | 1.74 | 20.064*** | |
| | B | | B | | A | | | |
| 계산 항목 | 발길이/키 | .152 | .004 | .106 | .010 | .150 | .004 | 606.699*** |
| | | A | | B | | A | | |
| | 발너비/발길이 | .396 | .019 | .400 | .013 | .401 | .018 | 2.862* |
| 발둘레/발길이 | 1.00 | .058 | 1.39 | .079 | 1.02 | .072 | 243.815*** | |
| | B | | A | | B | | | |
| n(명) | | 173 | | 24 | | 174 | | |

사후검정(SNK test) 결과 $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타난 항목은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 $A > B > C$ 순이다.

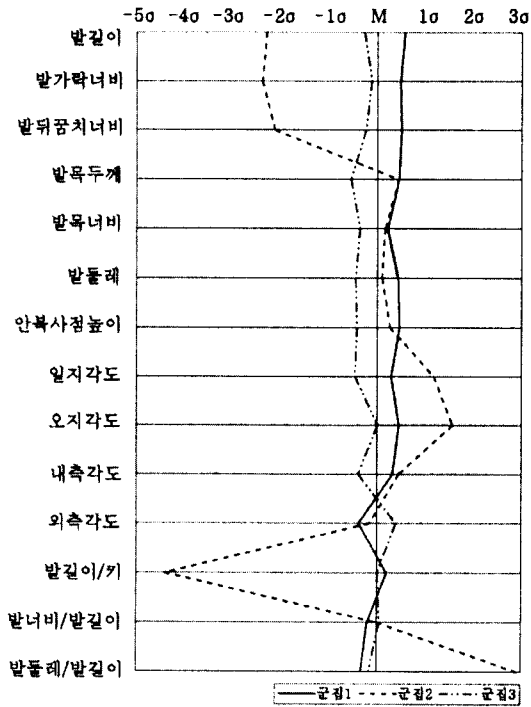
〈표 6〉 유형별 연령분포의 교차분석

단위: 명, ()안은 기대빈도

| 유형 | 연령 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 전체 |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----|
| 유형1 | 9(29.4) | 17(31.2) | 28(27.0) | 30(28.4) | 40(25.6) | 49(31.2) | 173 | |
| | 2.4% | 4.6% | 7.5% | 8.1% | 10.8% | 13.2% | 46.6% | |
| 유형2 | 2(4.1) | 0(4.3) | 2(3.8) | 8(3.9) | 3(3.6) | 9(4.3) | 24 | |
| | .5% | 0% | .5% | 2.2% | .8% | 2.4% | 6.5% | |
| 유형3 | 52(29.5) | 50(31.4) | 28(27.2) | 23(28.6) | 12(25.8) | 9(31.4) | 174 | |
| | 14.0% | 13.5% | 7.5% | 6.2% | 3.2% | 2.4% | 46.9% | |
| 전체 | 63 | 67 | 58 | 61 | 55 | 67 | 371 | |
| | 17.0% | 18.1% | 15.6% | 16.4% | 14.8% | 18.1% | 100.0% | |

가장 큰 유형으로 전체의 46.6%인 173명이 이 유형에 속하였으며 학령 후기인 10,11세에 두드러진 유형이다. 유형 2는 발의 길이에 관련된 항목의 크기는 작은 반면 비만에

의한 부피 요인, 즉 발의 볼과 발목이 굵고 일지각도 오지각도가 커서 발가락이 모여 있는 형태이다. 키에 비해 발이 짧고 발길이에 비해 발볼이 넓은 형으로 전체의 6.5%인



[그림 2] 유형별 발항목의 관계편차절선

24명이 속한 소수집단으로 구분할 수 있다.

유형 3은 일반적으로 유형 1에 비해 치수가 작은 유형으로 전체의 46.9%인 174명이 속해 있으며 학령전기인 6,7세 아동에게 우세한 유형이다. 이상의 결과로 대부분의 아동의 경우 아동의 발의 크기 및 형태가 함께 성장하나 일률적으로 성장하는 것이 아니며 성장과 함께 다른 패턴을 보이는 체형집단이 형성됨을 알 수 있다. 그러므로 아동의 성장 발달 및 활발한 활동에 적합한 신발의 제작을 위해서는 아동의 발의 구조적 요인을 파악하여 이를 반영한 유형별 신발형을 제작하는 것이 필요하다고 하겠다.

IV. 결론

본 연구는 초등학교 여아에 대하여 신발설계에 요구되는 발의 항목에 대해 직접계측 및 사진계측을 실시하고, 발의 형태를 결정하는 구조요인을 추출하여 발의 형태를 유형화하며, 각 유형내의 연령분포를 살펴봄으로써 신발설계에 필요한 기초 자료를 제시하고자 한 연구에서 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 발과 신체대표 항목을 포함한 대부분의 항목에서

유아의 신체 특성을 유지하는 치수로부터 성인에 가까운 치수까지 그 분포가 다양하여 학령기 시기의 성장에 따른 변화가 그 어느 시기보다도 현저함을 알 수 있다. 이는 아동의 신체 변화특성을 반영한 제품의 연구 및 개발이 중요함을 시사한다.

2. 발 형태 구성요인을 파악하기 위하여 발 관련 치수 25개의 항목에 대하여 요인분석을 실시한 결과 5개의 요인으로 집약되었으며 추출된 요인이 설명할 수 있는 총 분산은 약 73%이다. 각 요인의 성분은 발의 크기, 신발의 품(room) 규모를 결정하는 발의 부피, 발의 높이와 경사, 발의 외곽 모양, 발의 안쪽과 바깥쪽 기울기의 구성요인으로 구분할 수 있다. 요인 1과 요인 2의 설명력이 전체 분산의 과반을 넘고 각항목이 요인과 고도 상관관계를 보여 이 두 요인이 발의 형태를 결정하는 요인임을 알 수 있다. 또한 신장, 체중, 둘레 등 인체를 대표하는 항목들이 발의 부피를 결정하는 요인 2와 높은 상관을 나타내어 인체 대표 항목들이 발의 부피를 결정짓는 변수로 작용함을 알 수 있다. 학령기 여아의 신발류 제작을 위해서는 높은 적재값을 가진 일지길이와 이지길이 등의 발길이에 의한 치수규격 설정 외에도 발의 각도, 발길이에 대한 발너비의 비율 등을 고려해야 한다고 사료된다.

3. 요인점수에 의한 군집분석결과, 학령기 여아의 발 형태를 3가지로 유형화하였다. 유형 1은 발의 골격이 발달하여 모든 크기가 가장 큰 유형으로 전체의 46.4%인 173명이 이 유형에 속하였으며 학령 후기인 10,11세에 두드러진 유형이다. 유형 2는 발의 골격에 관련된 크기는 작은 반면 비만에 의한 부피 요인은 가장 큰 집단으로 전체의 6.4%인 24명이 속한 소수집단으로 구분할 수 있다. 유형 3은 발의 크기는 중간으로 항목 대부분의 크기가 유형 1에 비해 작은 유형이며 전체의 46.9%인 173명이 3유형으로 학령전기인 6,7세 아동에게 우세한 유형이다.

위 결과는 형태적합성이 높고 편안한 아동의 신발제작을 위해서는 치수규격을 연령에 따라 일률적으로 설정하는 것이 부적절하며 발의 형태를 결정하는 요인구조를 반영한 아동의 유형별 신발의 형이 연구되어야 함을 시사한다.

주제어 : 발, 학령기 여아, 신발, 인체계측

참고 문헌

- 강진홍 · 김점만(1978) 중학생의 발형태분석과 Clarke footprint. 체육, 136, 75-80.

- 김성식(1986) 중학생의 발형태와 전신지구력과의 상관에 관한 연구, 경상대학교 석사학위논문.
- 김진호 · 박수찬 · 임현균 · 강신길 · 윤지은 · 최경주 (1999) 국가표준을 위한 기술지원-국민인체측정 조사(제 4차년도). 한국표준과학연구원.
- 문명옥(1996) 유아의 발 형태에 관한 연구(I) -연령과 성에 따른 발 형태 분석을 중심으로-. *한국의류학회지*, 20(4), 596-608.
- 성화경(1999) 노년기 여성의 발 유형에 관한 연구. *한국의류학회지*, 23(1), 99-110.
- 심부자(1990) 아동화의 적합성에 관한 연구. *대한가정학회지*, 29(3) 23-34.
- 유덕시 · 강진홍 · 이영희 · 김점만(1980) 발형태가 청소년의 성장발달에 미치는 영향. *체육*, 150, 54-66.
- 임현균 · 박수찬 · 최경주 · 김진호 · 박세진(2001) 한국 성인 발 형태와 좌우 및 변형 연구. *대한인간공학학회지*, 20(1), 73-84.
- 장명현, 김진호, 김철중(1989) 영상처리를 이용한 간접 측정기술 개발연구. *대한인간공학학회지*, 8(2)
- 한국표준협회(1999) 한국산업규격 KS A7003(인체측정 용어).
- 한국표준협회(1999) 한국산업규격 KS A7004(인체측정 방법).
- 한국표준협회(2001) 한국산업규격 KS G3405(구두용 구두골).
- Bayer, T., and Braham, R.(1986) Shoes and shocks, *SOMA*, 39, Apr.
- Cheng, F., & Perng, D.(1999) A systematic approach for developing a foot size information system for shoe last design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, 171-185.
- National Shoe Retailers Association '(1984).Professional Shoe Fitting, 1984.
- Roebuck, J. A. (1995) *Anthropometric Methods: Designing to Fit the Human Body*. Human Factors and Ergonomics Society.

(2006. 06. 02 접수; 2006. 07. 27 채택)