Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol.23, No.2 pp.1-11, May 2004

학령기 남아의 발 형태 분석

The Analysis of Foot Shape of Elementary School Boys

석은영*, 전은경**, 박순지***, 권숙희****

ABSTRACT

The purposes of this study were to investigate the relationship between anthropometric data of foot and other body sizes, to categorize the foot shape of elementary school boys and to find out determinant factors related the foot that enable us to deduce the foot shape and size for the design of more comfortable shoes. Subjects of this study were 249 elementary school boys of age ranged from 6 to 11 residing Seoul and Incheon area. Anthropometric sizes were measured with the direct measurement method using Martin scales and the indirect measurement method using digital photos. Pearson's correlation, factor analysis, cluster analysis, analysis of variance, post-hoc test, and cross tabs were performed for statistical analysis of the data by SPSS program.

From the investigation on the relationship between foot-related items and body items, most items of foot measure were significantly related to body size items. However, angle of the foot did not related to other body sizes although other height items and mass items of the foot did have relationships with other body sizes. Results of ANOVA indicated there were significant differences in foot-related items except for items of foot angle and all body anthropometric items by subjects' age. This implicates big toe angle, little toe angle and foot ratio factors are required in sizing shoes besides foot length.

On the basis of cluster analysis using factor scores, three different foot shapes were categorized. Type 1 was large and wide foot, Type 2 was small and narrow foot with large toe angle, and Type 3 was medium foot with no deformity on big toe. These three groups show significant differences in almost all measurement items. However, Rorher index and foot angle didn't show any significant differences among groups. This implicates the foot shape can be a determinant of shoe size.

Keyword: elementary school boys, foot shape, foot angle, determinant of shoe size

* 연세대학교 의류과학연구소
주소 : 서대문구 연희2동 132-72
전화 : 02-334-2256
e-mail : eunysuk@hanmail.net
** 울산대학교 생활과학대학 의류학전공
*** 청강문화산업대학 패션디자인과
**** 제주대학교 자연과학대학 의류학과

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

1. 서 론

인체측정은 인체의 크기특성과 신체 능력, 신체 기하학을 설정하는 응용예술이며 측정과학이다(김동우 등, 1986). 가구, 의류, 신발, 공구 등의 산업제품이나 교통수단, 제어, 도구, 작업 공간 등의 설계환경은 인체 형태나 치수와 밀접한 관계가 있으며 궁극적으로 사용자의 신체적 안락함과 기능, 나아가 안정성에까지 중요한 영향을 미친다. 더욱이 오늘날과 같은 개방경제 하에서 국제 경쟁력을 확보하기 위해서는 제품이나 환경의 설계, 제작, 생산 및 유통에 인간공학적인 반영이 주요한 과제이다.

인간의 발은 인체의 각종 부하를 감당하는 동시에 인체를 이동시키고 균형을 취하게 하는 공조 기능을 수행하게 하며, 보행 시 신체에 가해지는 충격을 완화시키고 서 있거나 걷고 있는 등 어느 경우에도 자세 또는 신체 위치의 기초가 된다(이긍세, 1982). 선행연구들에 의하면 발의 보행동작은 양발의 협동에 의한 연속적인 동작으로 신체 각부 구조의 완전한 협조 아래 이루어지기 때문에 보행조건의 하나인 발의 피복물이 발의 형태와 기능에 적합하지 않으면 신체의 피로가 높아질 뿐 아니라 갖가지 발의 병이 발생하고 발의 형태와 기능이 퇴화하므로 발에 착용하는 피복물의 크기, 소재, 형태 등은 발의 형태에 적합하고 발의 보행동작을 고려하여 발의 기능을 도울 수 있도록 설계되어야 한다고 제시하고 있다.

학령기 아동은 초등학교에 입학하는 만 6세부터 청소년 전까지의 만 11세의 시기로 발육속도가 빠르고 활동이 왕성하며 운동을 즐기므로, 동작에 방해가 되지 않고 자유롭게 움직일 수 있는 의복 및 부속물이 요구된다.

특히 발은 체중을 지탱하고 각종 활동에서 오는 충격을 감소해주며, 몸의 균형을 잡아주는 등 인체의 지지 및 활동에 매우 중요한 부위로 활동량이 큰 아동의 발 형상을 정확히 파악하는 것은 아동화의 적합성에 영향을 미친다. 더욱이 신발은 의류에 비해 치수간 신체허용치수의 범위가 매우 좁아 치수적합성이 민감하게 요구되는 피복류로서 착용감이 좋은 신발을 제작하기 위해서는 성장단계별로 발의 측정치를 확보하여 연령에 따른 발의 형태 및 치수 분포를 파악하고 있어야 한다.

이에 본 연구에서는 초등학교 1학년에서 6학년까지의 학령기 남아의 신체치수와 발치수의 관계를 고찰하고, 발의 형태를 결정하는 요인을 추출하여 발의 형태를 유형화하며, 각 유형내의 연령분포를 살펴봄으로써 신발류 제작을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

경인지역에 위치한 초등학교 1학년에서 6학년에 재학중인 남아를 대상으로 하였으며, 연령층별 분포는 6세 38명, 7세 43명, 8세 48명, 9세 38명, 10세 38명, 11세 44명으로 총 249명에 대하여 직접측정 및 사진측정을 실시하였다. 피험자의 평균 키는 134.8cm, 평균 몸무게는 33.2kg, 평균 가슴둘레는 67.4cm, 평균 첫째발가락(직선)길이는 20.4cm,

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

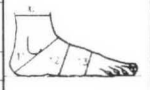
평균 발너비는 8.3cm로 나타났으며, 측정기간은 2001년 7월이다.

2.2. 측정항목 및 측정방법

본 연구에서는 KS A 7003(인체측정용어), 인체측정 표준용어집(산업자원부 기술표준원, 2003) 및 선행연구(성화경, 1999; 임현균 등, 2001)를 참고로 하여 발의 특성을 대표할 수 있는 기본 부위 및 신발의 화형 설계에 직접적으로 요구되는 항목, 발과 관련 가능성이 있는 인체 측정항목을 선정하였다. 측정항목은 직접측정 28항목, 사진측정 19항목 등 총 47항목이며 이외에 계산에 의한 2항목을 추가하였다. 측정항목은 〈표 1〉, 〈표 2〉와 같다.

표 1. 직접 측정 항목

계 측 항 목	계 측 항 목
1. 가슴둘레	16. 어깨길이
2. 젖가슴둘레	17. 어깨가쪽점사이길이
3. 허리둘레	18. 앞중심길이
4. 엉덩이둘레	19. 등길이
5. 진동둘레	20. 팔꿈치길이
6. 위팔둘레	21. 소매길이
7. 손목둘레	22. 진동깊이
8. 손둘레	23. 엉덩이길이
9. 손바닥둘레	24. 바지길이
10. 발목둘레	25. 샅위길이
11. 발뒤꿈치 발목둘레	26. 앉은키
12. 발등둘레	27. 키
13. 발둘레	28. 몸무게
14. 앞품	29. 로러지수
15. 뒤품	{(몸무게/키^3)×10^7}



직접 측정은 KS A 7004(인체측정방법)에 준하여 실시하였으며, 연구대상자는 바른 자세로 측정에 임하였다. 간접 측정은 임현균 등(2001)의 연구를 참조하여 아크릴 판으로 제작된 측정대에 피험자가 직립정상자세로 서게 한 후 디지털 카메라로 사진 촬영을 실시하였다. 채취된 이미지 파일을 컴퓨터에서 불러내어 각 기준점 설정 및 길이, 각도 등을 측정하였다(사진 1).

표 2. 간접 측정 항목

계 측 항 목	계 측 항 목
1. 첫째발가락(직선)길이	11. 외측발너비
2. 둘째발가락(직선)길이	12. 발뒤꿈치너비
3. 다섯째발가락(직선)길이	13. 첫째발가락각도
4. 발안쪽옆점-발뒤꿈치점	14. 다섯째발가락각도
5. 발바깥옆점-발뒤꿈치점	15. 발내측각도
6. 상측발길이	16. 발외측각도
7. 하측발길이	17. 족형각도1
8. 발너비	18. 족형각도2
9. 발최대너비	19. 발뒤꿈치지름
10. 내측발너비	20. 발너비지수 (발너비/발길이)

사진 1. 간접 측정 항목

2.3. 통계분석

학령기 남아의 신체치수와 발치수의 관계를 고찰하고 발의 형태를 유형화하며, 각 유형내

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

의 연령분포를 살펴보기 위하여 SPSS를 이용하여 상관관계, 요인분석, 군집분석, 분산분석 및 사후검정(SNK test), 교차분석을 실시하였다.

3. 연구 결과 및 분석

3.1. 신체치수와 발치수의 관계

신체치수와 발치수의 관계를 고찰하기 위하여 신체 및 발 관련 전체 측정항목에 대한 상관관계를 분석하였다. 분석 결과(표 3), 학령기 남아의 신체치수는 발 관련치수와 유의적인 상관관계가 있는 것으로 나타났으나, 발의 각도 항목은 신체치수와 유의적인 관계를 보이지 않았다.

또한 연령에 따른 전체 측정항목의 평균 및 분산분석에 의한 치수비교 결과는 〈표 4〉에 나타나 있는데 로러지수, 첫째발가락각도, 내측각도, 외측각도, 족형각도를 제외한 모든 항목에서 연령간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 연령의 증가에 따라 길이, 둘레, 두께, 너비 등의 항목은 계속 성장하나, 각도 항목과 관련이 있는 발의 형태는 성장과는 관련이 없음을 시사한다.

3.2. 발 형태 구성 요인 추출

발 관련 치수가 가지는 정보를 요약하여 발 형태 구성요인을 파악하기 위하여 발 관련 계측항목과 계산항목 등 총 25개의 항목에 대

표 3. 측정항목 간의 상관관계 분석 결과

발관련항목 / 신체관련항목	발둘레	첫째 발가락 길이	발너비	첫째 발가락 각도	다섯째 발가락 각도	발내측 각도	발외측 각도	첫째 발가락 높이	발등 높이	발등 각도
젖가슴둘레	.637 **	.700 **	.709 **	.026	.182 **	-.124	-.074	.335 **	.521 **	.255 **
허리둘레	.606 **	.658 **	.663 **	-.066	.097	-.177	-.061	.276 **	.486 **	.303 **
엉덩이둘레	.711 **	.787 **	.789 **	-.028	.154 *	-.123	-.014	.296 **	.529 **	.326 **
손둘레	.781 **	.793 **	.790 **	-.042	.141 *	-.053	.013	.264 **	.503 **	.308 **
어깨길이	.661 **	.713 **	.661 **	-.142 *	-.109	-.069	-.073	.331 **	.385 **	.279 **
앞중심길이	.475 **	.609 **	.612 **	.061	.144 *	-.091	.003	.266 **	.357 **	.191 **
등길이	.602 **	.764 **	.712 **	.016	.163 *	-.076	-.107	.336 **	.450 **	.192 **
소매길이	.602 **	.863 **	.795 **	.071	.178 **	-.030	-.081	.378 **	.517 **	.507 **
바지길이	.649 **	.898 **	.819 **	.088	.202 **	-.046	-.037	.340 **	.547 **	.256 **
키	.712 **	.931 **	.849 **	.024	.174 **	-.063	-.051	.198 **	.556 **	.278 **
몸무게	.739 **	.821 **	.801 **	-.053	.122	-.134 *	-.035	.221 **	.547 **	.310 **
발둘레	1.00	.706 **	.730 **	-.135 *	-.001	-.061	.048	.265 **	.389 **	.282 **
첫째발가락(직선) 길이	.706 **	1.00	.874 **	.055	.222 **	-.064	-.125	.388 **	.533 **	.235 **
발너비	.730 **	.874 **	1.00	.091	.351 **	.043	.161 *	.316 **	.552 **	.270 **
첫째발가락각도	-.135 *	.056	.091	1.00	-.031	.327 **	-.180 **	-.033 *	-.031	-.176 **
다섯째발가락각도	-.001	.222 **	.351 **	.449 **	1.00	-.066	.191 **	-.137 *	.165 *	-.139 *
발등높이	.389 **	.533 **	.552 **	-.031	.166 *	-.033	.096	.312 **	1.00	.403 **

**p≤0.01, *p≤0.05

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

표 4. 연령별 측정치의 평균과 분산분석 결과

(N=249, 단위 : cm, °)

	측정항목 \ 연령	6(n=38)	7(n=43)	8(n=48)	9(n=38)	10(n=38)	11(n=44)	p값
직접측정항목	1. 가슴둘레	61.9 D	65.3 C	66.2 C	69.6 B	71.7 B	77.2 A	0.000 ***
	2. 젖가슴둘레	60.8 D	63.5 CD	65.4 C	67.2 C	70.8 B	76.0 A	0.000 ***
	3. 허리둘레	55.7 E	59.2 D	59.8 CD	62.4 BC	64.3 B	68.3 A	0.000 ***
	4. 엉덩이둘레	67.1 E	71.7 D	72.4 D	77.1 C	79.8 B	85.2 A	0.000 ***
	5. 진동둘레	28.6 E	30.4 D	31.2 CD	32.3 C	34.0 B	36.5 A	0.000 ***
	6. 위팔둘레	20.8 D	22.3 C	22.4 C	23.5 BC	24.5 B	25.9 A	0.000 ***
	7. 손목둘레	13.1 D	13.6 CD	13.7 CD	14.0 C	14.6 B	15.2 A	0.000 ***
	8. 손둘레	18.8 E	19.2 DE	19.5 D	20.3 C	20.9 B	21.8 A	0.000 ***
	9. 손바닥둘레	16.1 C	16.3 C	16.5 C	17.2 B	17.6 B	18.2 A	0.000 ***
	10. 발목둘레	17.2 D	18.5 C	18.6 C	19.3 BC	19.9 B	21.5 A	0.000 ***
	11. 발등둘레	19.7 E	20.5 D	20.9 D	21.8 C	22.7 B	23.4 A	0.000 ***
	12. 발둘레	19.5 D	20.3 C	20.3 C	21.2 B	21.9 A	22.5 A	0.000 ***
	13. 발뒤꿈치발목둘레	24.6 E	25.9 D	26.3 D	27.8 C	28.9 B	30.4 A	0.000 ***
	14. 앞품	25.5 D	26.5 CD	27.4 C	28.5 B	29.4 B	31.8 A	0.000 ***
	15. 뒤품	27.4 D	28.3 D	30.0 C	31.1 C	32.6 B	35.1 A	0.000 ***
	16. 어깨길이	8.3 D	8.8 C	9.3 B	9.5 B	9.7 B	10.5 A	0.000 ***
	17. 어깨가쪽점사이길이	29.6 D	30.6 D	32.4 C	33.2 C	34.5 B	36.9 A	0.000 ***
	18. 앞중심길이	25.4 D	25.8 D	26.8 C	27.6 BC	27.9 B	29.4 A	0.000 ***
	19. 등길이	28.5 D	28.4 D	30.4 C	31.8 B	32.2 B	33.8 A	0.000 ***
	20. 팔꿈치길이	21.7 E	22.7 D	24.4 C	25.1 C	26.2 B	28.7 A	0.000 ***
	21. 소매길이	39.9 F	41.7 E	43.7 D	46.0 C	47.7 B	50.8 A	0.000 ***
	22. 진동깊이	11.3 A	12.0 A	14.3 B	13.6 B	14.3 B	15.6 A	0.000 ***
	23. 엉덩이깊이	14.9 E	15.9 D	16.8 BC	16.4 CD	17.4 B	18.1 A	0.000 ***
	24. 바지길이	68.2 F	72.8 E	75.8 D	79.6 C	83.0 B	88.6 A	0.000 ***
	25. 샅위길이	19.3 D	21.1 C	21.4 C	23.0 B	22.9 B	25.1 A	0.000 ***
	26. 앉은키	67.1 D	70.3 C	71.6 C	74.5 B	75.7 B	78.3 A	0.000 ***
	27. 키	121.6 F	127.7 E	131.5 D	137.9 C	141.2 B	148.9 A	0.000 ***
	28. 몸무게	23.3 E	27.7 D	30.0 D	34.2 C	37.6 B	45.6 A	0.000 ***
	29. 로러지수	129.5	132.4	131.1	129.6	133.2	136.7	0.530
간접측정항목	1. 첫째발가락(직선)길이	18.4 F	19.2 E	19.9 D	20.8 C	21.4 B	22.6 A	0.000 ***
	2. 둘째발가락(직선)길이	18.2 E	19.1 D	19.8 C	20.8 B	21.2 B	22.5 A	0.000 ***
	3. 다섯째발가락(직선)길이	15.3 E	16.0 D	16.4 C	17.5 B	17.7 B	18.8 A	0.000 ***
	4. 발안쪽옆점-발뒤꿈치점	13.5 D	14.3 C	14.6 C	15.6 B	15.7 B	16.7 A	0.000 ***
	5. 발바깥옆점-발뒤꿈치점	11.8 E	12.4 D	12.7 C	13.5 B	13.7 B	14.5 A	0.000 ***
	6. 상측발길이	5.7 D	5.9 D	6.2 C	6.4 BC	6.6 AB	6.9 A	0.000 ***
	7. 하측발길이	12.7 E	13.4 D	13.8 C	14.7 B	14.8 B	15.7 A	0.000 ***
	8. 발너비	7.6 E	7.9 D	8.0 D	8.3 C	8.6 B	9.1 A	0.000 ***
	9. 발최대너비	7.8 D	8.1 C	8.3 C	8.7 B	8.8 B	9.4 A	0.000 ***
	10. 내측발너비	3.3 C	3.5 C	3.6 BC	3.8 AB	3.8 AB	4.0 A	0.000 ***
	11. 외측발너비	4.3 C	4.4 C	4.5 C	4.9 B	4.8 B	5.2 A	0.000 ***
	12. 발뒤꿈치너비	5.0 E	5.3 D	5.5 CD	5.6 BC	5.8 B	6.2 A	0.000 ***
	13. 첫째발가락각도	3.6	1.1	3.7	3.5	3.5	3.6	0.112
	14. 다섯째발가락각도	7.0 A	3.0 B	4.6 AB	8.1 A	7.4 A	8.4 A	0.001 ***
	15. 발내측각도	4.9	4.8	4.8	4.4	4.7	4.6	0.657
	16. 발외측각도	11.0	10.8	10.7	10.9	10.6	10.6	0.885
	17. 족형각도1	74.6 AB	76.1 A	74.7 AB	73.3 B	74.3 AB	74.7 AB	0.046 *
	18. 족형각도2	75.2	73.5	73.7	74.0	74.2	73.8	0.239
	19. 발뒤꿈치지름	6.1 C	6.8 B	7.8 A	7.2 AB	7.4 AB	7.7 A	0.000 ***
	20. 발너비/발길이	0.42	0.42	0.41	0.42	0.41	0.42	0.049 *

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

***$p \leq 0.001$, **$p \leq 0.01$, *$p \leq 0.05$

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

하여 요인분석을 실시하였다. 주성분 모형에 의해 요인을 추출하여 배리맥스 방법으로 직교회전 시켰다.

요인분석을 실시한 결과, 발관련 항목들은 발의 크기, 첫째발가락 형태, 발의 퍼짐형태, 다섯째발가락 형태, 내측 각도 등의 5가지 요인으로 축약되었다. 추출된 5개 요인은 전체 변량의 80.4%의 설명력을 가지며 각각의 요인 내용과 항목을 요약하면 〈표 5〉와 같다.

요인 1은 발의 길이, 둘레, 너비항목 등 16개 항목에 높게 적재되어 있어 발의 크기를 나타내는 요인이라고 명명하였다. 전체 설명변량의 과반의 설명력을 가져 역시 발의 크기가 발의 형태를 가장 좌우하는 요인임을 알 수 있다. 첫째발가락(직선)길이(0.975), 둘째발가락(직선)길이(0.969), 하측발길이(0.954), 다섯째발가락(직선)길이(0.952) 등 길이항목이 높은 적재량을 보여 발의 크기를 대표하는 항목으로 나타났다.

요인 2에는 족형각도1과 첫째발가락각도가 속해 있어 발의 첫째발가락 형태를 나타내는 요인임을 알 수 있다. 요인 3은 발길이에 대한 발너비 지수와 외측각도가 높은 적재값은 나타내 발 볼부분의 가로 형태가 발의 한 구성요인임을 알 수 있다. 요인 4에는 족형각도 2, 다섯째발가락각도, 발뒤꿈치지름 등의 항목이 포함되어 있어 발의 다섯째발가락 형태 요인이라 할 수 있다. 요인 5는 내측각도와 로러지수 등 2항목이 속해 있어 발의 내측각도요인임을 알 수 있다. 요인 2, 요인 3, 요인 4, 그리고 요인 5는 항목 수 및 각각의 설명력은 발의 크기요인인 1요인에 비해 상대적으로 그 비중이 적으나 2~5요인의 설명력이 전체 설명력의 반에 가까움을 감안할 때 이 항목들은 발크기에 거의 영향을 받지 않는 독립된 요인으로 아동화의 특성에 따라 이들 요인역시 고려되어야 함을 알 수 있다.

즉 학령기 남아의 신발류 제작을 위해서는 높은 적재값을 가진 첫째발가락(직선)길이와 둘째발가락(직선)길이 등의 발길이에 의한 치수규격 설정 외에도 발의 각도, 발길이에 대한 발너비의 비율 등을 고려해야 한다고 사료된다.

표 5. 발 관련 측정치 요인의 내용 및 항목

요인	요인내용	변 수	고유값	변량 기여율(%)
1	크 기 요 인	첫째발가락(직선)길이, 둘째발가락(직선)길이, 하측발길이, 다섯째발가락(직선)길이, 발바깥옆점-발뒤꿈치점, 발뒤꿈치발목둘레, 발최대너비, 발안쪽옆점-발뒤꿈치점, 발너비, 발등둘레, 발둘레, 발뒤꿈치너비, 발목둘레, 외측발너비, 상측발길이, 내측발너비 등 16항목	12.0	48.1
2	첫째발가락 형태요인	족형각도1, 첫째발가락각도 등 2항목	2.3	9.3
3	발의 퍼짐형태요인	발너비지수, 외측각도 등 2항목	2.3	9.1
4	다섯째발가락 형태요인	족형각도2, 다섯째발가락각도, 발뒤꿈치지름 등 3항목	2.0	7.9
5	내측 각도요인	내측각도, 로러지수 등 2항목	1.5	6.0

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

3.3. 발 형태의 유형화

학령기 남아의 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(표 6) 군집 내 대상들은 동질적이며 군집간에는 차이가 있는 범위 내에서 연구결과의 활용 가능성을 고려하여 결정하였다.

표 6. 군집수에 따른 요인점수에 의한 분산분석

군집수 / 요인	2		3			4			
	144 57.8%	105 42.1%	69 27.7%	99 39.8%	81 32.5%	55 22.1%	45 18.1%	73 29.3%	76 30.5%
	p값		p값			p값			
1	0.002		0.000			0.000			
2	0.000		0.000			0.000			
3	0.000		0.000			0.000			
4	0.000		0.000			0.000			
5	0.028		0.000			0.000			

요인분석에서 산출된 5개의 요인점수를 독립변수로 하여 군집분석 한 결과, 학령기 남

표 7. 발형태 유형별 측정치 평균과 사후검정 결과

(단위 : cm)

항목	유형	유형 1		유형 2		유형 3		p값
요인 1	첫째발가락(직선)길이	21.3	A	19.5	C	20.7	B	0.000
	둘째발가락(직선)길이	21.1	A	19.4	C	20.5	B	0.000
	하측발길이	14.7	A	13.6	B	14.4	A	0.000
	다섯째발가락(직선)길이	17.7	A	16.3	C	17.1	B	0.000
	발바깥옆점-발뒤꿈치점	13.6	A	12.7	B	13.2	A	0.000
	발뒤꿈치발목둘레	28.5	A	25.7	B	28.3	A	0.000
	발최대너비	9.0	A	8.0	C	8.7	B	0.000
	발안쪽옆점-발뒤꿈치점	15.7	A	14.5	C	15.2	B	0.000
	발너비	8.7	A	7.8	B	8.5	A	0.000
	발등둘레	22.6	A	20.3	B	22.1	A	0.000
	발둘레	21.9	A	19.7	B	21.7	A	0.000
	발뒤꿈치너비	28.5	A	25.7	B	28.3	A	0.000
	발목둘레	19.9	A	17.7	B	20.4	A	0.000
	외측발너비	4.8	A	4.3	B	5.0	A	0.000
	상측발길이	6.6	A	6.0	C	6.4	B	0.000
	내측발너비	4.1	A	3.5	B	3.5	B	0.000
요인 2	족형각도1	74.9	AB	73.8	B	75.6	A	0.010
	첫째발가락각도	4.0	A	4.7	A	0.6	B	0.000
요인 3	발너비/발길이	0.42	A	0.41	B	0.42	A	0.000
	발외측각도	10.6	B	10.0	C	11.8	A	0.000
요인 4	족형각도2	72.0	B	75.1	A	74.4	A	0.000
	다섯째발가락각도	4.2	B	7.6	A	6.3	AB	0.011
	발뒤꿈치지름	7.8	A	6.5	B	7.5	A	0.000
요인 5	발내측각도	5.9	A	4.8	B	3.6	C	0.000
	로러지수	129.4	B	124.0	C	144.9	A	0.000

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

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

아의 발 형태를 3가지로 유형화하였다. 각 유형의 특징을 살펴보기 위하여 유형별 평균 측정치를 구하고 차이를 검정한 결과는 〈표 7〉에 제시하였다.

유형 1은 첫째발가락(직선)길이, 둘째발가락(직선)길이, 하측발길이 등 요인 1에 속하는 모든 항목에서 가장 크게 나타났다. 요인 2인에 속하는 첫째발가락각도는 유형 3보다 크나, 유형 2와는 유의적인 차이가 없게 나타났으며, 발너비 지수는 유형 3과는 비슷하나 유형 2보다는 크게 나타나 발길이에 비해 발너비가 넓은 유형으로 판단된다. 다섯째발가락각도는 유형 2보다는 작으나 유형 3과는 유사한 경향을 보였으며, 전체의 27.7%를 차지한다.

유형 2는 발의 크기를 나타내는 모든 항목의 측정치가 가장 작으며, 발너비 지수는 유형 1과 유형 3보다 작은 것으로 나타나 세 유형 중에서 가장 발의 길이에 비해 발너비가 좁은 것으로 분석된다. 첫째발가락각도 및 다섯째발가락각도는 가장 커서 발가락이 모여 있는 유형이라고 할 수 있으며, 전체의 39.8%를 차지한다.

유형 3은 발의 크기는 중간이며, 첫째발가락 각도는 가장 작아 첫째발가락의 형태가 가장 곧은 유형이다. 발길이에 비해 발너비는 넓은 유형으로 유형 1과 유사한 경향을 보였으며, 전체의 32.5%를 차지한다.

즉, 유형 1은 발의 크기가 가장 크며 발길이에 비해 발너비는 넓은 유형이고, 유형 2는 발의 크기가 가장 작고 슬림하며 발가락이 모여 있는 유형이며, 유형 3은 발의 크기는 중간이고 첫째발가락의 형태가 가장 곧은 유형이다.

각 유형의 연령별 분포를 살펴보면(표 8), 유형 1과 유형 3은 고학년에 많이 분포되어 있는 유형인 반면, 저학년에는 유형 2가 많이 분포되어 아동의 성장에 따라 발의 형태가 길고 넓어지며 발가락이 곧게 펴지는 경향이 있음을 알 수 있다.

표 8. 세가지 유형의 연령별 분할표

(단위 : 명, ()안은 %)

군집 / 연령	유형 1	유형 2	유형 3	전체
6	1(0.4)	28(11.2)	9(3.6)	38(15.3)
연령내	(2.6)	(73.7)	(23.7)	(100.0)
군집내	(1.4)	(28.3)	(11.1)	(15.3)
7	13(5.2)	18(7.2)	12(4.8)	43(17.3)
연령내	(30.2)	(41.9)	(27.9)	(100.0)
군집내	(18.8)	(18.2)	(14.8)	(17.3)
8	11(4.4)	22(8.8)	15(6.0)	48(19.3)
연령내	(22.9)	(45.8)	(31.3)	(100.0)
군집내	(15.9)	(22.2)	(18.5)	(19.3)
9	12(4.8)	14(5.6)	12(4.8)	38(15.3)
연령내	(31.6)	(36.8)	(31.6)	(100.0)
군집내	(17.4)	(14.1)	(14.8)	(15.3)
10	14(5.6)	11(4.4)	13(5.2)	38(15.3)
연령내	(36.8)	(28.9)	(34.2)	(100.0)
군집내	(20.3)	(11.1)	(16.0)	(15.3)
11	18(7.2)	6(2.4)	20(8.0)	44(17.7)
연령내	(40.9)	(13.6)	(45.5)	(100.0)
군집내	(26.1)	(6.1)	(24.7)	(17.7)
전체	69(27.7)	99(39.8)	81(32.5)	249(100.0)
연령내	(27.7)	(39.8)	(32.5)	(100.0)
군집내	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

x^2=37.004, df=10, p value=0.000

4. 결 론

신발은 의류에 비해 보다 정확한 맞음새가 요구되므로 착용감이 좋은 신발류 제작을 위해서는 성장단계별로 발의 측정치를 확보할 필요가 있으며, 신체치수와 발치수의 관계를 고찰하여 발형태를 유형화하기 위한 목적으로

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

본 연구에서는 6세에서 11세까지의 초등학교 남학생 249명의 신체치수와 발치수를 직접측정 및 사진측정법을 이용하여 측정하였다.

1. 신체 및 발관련 측정항목에 대한 상관관계를 분석한 결과, 학령기 남아의 신체치수는 발관련 치수와 유의적인 상관관계가 있는 것으로 나타났으나, 발의 각도 항목은 신체치수와 유의적인 관계를 보이지 않았다. 또한 연령에 따른 전체 측정항목의 치수를 비교한 결과 로러지수, 첫째발가락각도, 내측각도, 외측각도, 족형각도를 제외한 모든 항목에서 연령간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 연령의 증가에 따라 길이, 둘레, 두께, 너비 등의 항목은 계속 성장하나, 각도 항목과 관련이 있는 발의 형태는 성장과는 관련이 없음을 시사한다.

2. 발관련 치수가 가지는 정보를 요약하여 발 형태 구성요인을 추출하고자 요인분석을 실시한 결과, 발의 크기요인, 첫째발가락 형태요인, 외측 각도요인, 다섯째발가락 형태요인, 내측 각도요인 등의 5가지 요인이 도출되었다. 학령기 남아의 신발류 제작을 위해서는 높은 적재값을 가진 첫째발가락(직선)길이와 둘째발가락(직선)길이 등의 발길이에 의한 치수규격 설정 외에도 발의 각도, 발길이에 대한 발너비의 비율 등을 고려해야 한다고 사료된다.

3. 요인점수에 의한 군집분석결과, 학령기 남아의 발 형태를 3가지로 유형화하였다. 유형 1은 발의 크기가 가장 크며 발길이에 비해 발너비는 넓은 유형으로 전체의 27.7%를 차지한다. 유형 2는 발의 크기가 가장 작고 슬림하며 발가락이 모여있는 유형으로 전체의 39.8%를 차지한다. 유형 3은 발의 크기는 중간이고 첫째발가락의 형태가 가장 곧은 유형으로 전체의 32.5%를 차지한다. 각 유형의 연령별 분포를 살펴보면, 유형 1과 3은 고학년에 많이 분포되어 있는 유형인 반면, 저학년에는 유형 2가 많이 분포되어 아동의 성장에 따라 발의 형태가 길고 넓어지며 발가락이 곧게 펴지는 경향이 있음을 알 수 있다. 이는 학령기 아동의 성장에 따른 발의 형태 변화가 현저하여 형태적합성이 높고 편안한 아동화의 제작을 위해서는 치수규격을 연령에 따라 일률적으로 설정하는 것이 부적절하며 발의 형태를 결정하는 첫째발가락 각도와 다섯째발가락 각도 및 발길이에 대한 발너비의 성장비율을 반영하여야 함을 시사한다.

참고 문헌

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

곽창수 · 이경옥(2000). 한국 여성 노인용 신발의 Last 설계를 위한 발 측정치에 관한 연구. 한국여성체육학회지, 14(1), 23-41.

김진호 · 박수찬 · 임현균 · 강신길 · 윤지은 · 최경주(1999). 국가표준을 위한 기술지원-국민인체측정조사(제 4차년도). 한국표준과학연구원.

문명옥(1994). 발의 형태분석을 위한 군집분석(I). 한국의류학회지, 18(2), 211-220.

문명옥(1994). 발의 형태분석을 위한 군집분석(II). 한국의류학회지, 18(5), 637-645.

문명옥(1996). 유아의 발 형태에 관한 연구(I)

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

-연령과 성에 따른 발 형태 분석을 중심으로-. 한국의류학회지, 20(4), 596-608.

문명옥 · 권영숙(1995). 발의 유형과 동작에 의한 체표면 형태 분석에 관한 연구. 복식, 25, 235-251.

백승석 · 박시복 · 이강목(1996). 한국인의 발의 형태적 분류. 대한재활학회지, 20(1), 180-185.

산업자원부 기술표준원(2003). 인체측정 표준용어집.

서추연 · 석은영(2003). 성인 여성의 발 형태 분석에 관한 연구. 대한가정학회지, 41(6), 1-12.

성화경(1999). 노년기 여성의 발 유형에 관한 연구. 한국의류학회지, 23(1), 99-110.

신선우(1997). 발의 형태분류와 보행시 굽높이에 따른 압력분포. 계명대학교 대학원 박사학위논문.

유덕시 · 강진홍 · 이영희 · 김점만(1980). 발형태가 청소년의 성장발달에 미치는 영향. 체육, 150, 54-66.

이영숙(1996). 한국인 남녀 발 외곽 형태 계측치에 의한 발 형태 분류. 한국생활환경학회지, 3(2)

임현균 · 박수찬 · 최경주 · 김진호 · 박세진(2001). 한국 성인 발 형태와 좌우 및 변형 연구. 대한인간공학회지, 20(1), 73-84.

장명현, 김진호, 김철중(1989). 영상처리를 이용한 간접 측정기술 개발연구. 대한인간공학회지, 8(2)

천종숙 · 최선희(1997). 세장도와 구두 치수에 따른 남성의 발치수 비교. 대한인간공학회지, 16(2), 61-72.

천종숙 · 최선희(1999). 한국 성인 여성의 발치수 비교 연구. 대한인간공학회지, 18(1), 109-120.

천종숙 · 최선희(2000). 여성의 구두 구매 및 착용에 관한 연구. 한국의류학회지, 24(2), 185-191.

최선희(1998). 한국 성인 여성의 발 형태와 구두 착용 실태에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사학위논문.

한국표준협회. 한국산업규격 (KS A 7003(인체측정용어), KS A 7004(인체측정방법), KS G 3405(구두용 구두골), KS G 3116(구두)).

F. Cheng and D. Perng(1999). A systematic approach for developing a foot size information system for shoe Last design. International Journal of Industrial Ergonomics, 25, 171-185.

J. A. Roebuck(1995). Anthropometric Methods: Designing to Fit the Human Body. Human Factors and Ergonomics Society.

K. Nah and J. G. Kreifeldt(1996). The Use of Computer-generated Bivariate Charts in Anthropometric Design. Applied Ergonomics, 27(6).

M. Hawes and D. Sovak(1994). Quantitative morphology of the human foot in north American population. Ergonomics, 37(7), 1213-1226.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

저자 소개

◈ 석은영

연세대학교 의생활학과(이학사), 연세대학교 대학원(가정학 석사, 이학박사)
현재 배화여자대학 겸임교수, 연세대학교, 한성대학교, 안양과학대학, 장안대학 강사

◈ 전은경

연세대학교 의생활학과(이학사), 연세대학교 대학원(가정학 석사, 이학박사)
현재 울산대학교 생활과학대학 의류학전공 부교수

◈ 박순지

연세대학교 의생활학과(이학사), 연세대학교 대학원(가정학 석사, 이학박사)
일본 문화여자대학 복장조형학부 피복환경학 박사
현재 청강문화산업대학 패션디자인과 연구교수

◈ 권숙희

연세대학교 의생활학과(이학사), 연세대학교 대학원(가정학 석사, 이학박사)
현재 제주대학교 자연과학대학 의류학과 부교수

논문접수일 (Date Received): 2003/09/25
논문게재승인일(Date Accepted): 2004/04/02

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.