

# 20대 남녀의 발 유형화를 위한 요인분석

## - Factor Analysis for Foot Classification of Young Men and Women -

임영문 \*

Leem Young Moon

방혜경 \*\*

Bang Hey Kyong

신경진 \*\*\*

Shin Kyoung Jin

### Abstract

The purpose of this study is to provide foot classification on young men and women by factor analysis. The sample for this work was chosen from data which were collected and measured by Size Korea during two years (2003~2004). In order to analyze and compare features of the foot of young men and women, analysis was performed about 911 subjects (male: 467, female: 444) on 24 parts such as height (8 parts), width (5 parts), thickness (1 part), circumference (3 parts), length (3 parts) and angle (4 parts). The result of this study can be applied in manufacturing and design of shoes and socks. Also, it will enable us to have fruitful information on considerable items during manufacturing and design of shoes and socks.

**Keywords : Size Korea, Foot Type, Factor Analysis, Foot Classification**

### 1. 서론

발은 체중을 지탱하고 몸의 이동시 중심을 잡아주는 역할을 한다. 또한 한의학에서는 발은 인체의 모든 신경기관이 연결되어 있어 인체의 축소판이라고 부르기도 한다. 이와 같이 신체에 있어서 중요한 역할을 하는 발의 유형에는 남녀 간의 차이가 존재할 것이다.

---

\* 강릉대학교 산업공학과 교수

\*\* 성신여자대학교 의류학과

\*\*\* 강릉대학교 산업공학과 박사과정

그러나 신발류 제작을 함에 있어서 남녀 간의 발의 크기만 고려하고 발 유형은 동일한 것으로 간주하여 사용자의 불편함이 초래되고 이는 신발의 착용 시 만족도를 낮추는 원인이 된다.

따라서 본 연구에서는 발의 형태를 설명하는데 있어서 남녀 간의 차이가 있으며 발이 유형화를 위하여 남녀 각각에 대한 항목별 비교분석을 실시한 후 발의 유형에 큰 영향을 주는 요인들을 제시하고자 한다.

## 2. 연구방법

본 연구에서 사용되는 데이터는 Size Korea에서 2003년 4월부터 2004년 11월까지 20개월 동안 직접 측정된 데이터 중 20대 남자 467명과 20대 여자 444명의 데이터를 사용하였다.

측정항목은 길이항목 3개, 두께항목 1개, 너비항목 5개, 높이항목 8개, 둘레항목 3개 그리고 각도항목 4개의 항목으로 총 24개 항목들[2]을 사용하였다. <표 1>은 본 연구에서 사용된 측정항목들 나타낸 것이다.

<표 1> 측정항목

구분	항목	구분	항목
길이항목	발직선길이, 발꿈치-엄지발가락길이, 발꿈치-새끼발가락길이	높이항목	볼높이, 발등높이, 발목높이, 가쪽복사높이, 안쪽복사높이, 발꿈치점높이, 발꿈치위점높이, Arch높이
두께항목	발목두께	둘레항목	볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레
너비항목	발너비, 발꿈치너비, 발목너비, 내측볼너비, 외측볼너비	각도항목	엄지발가락측각도, 새끼발가락측각도, 발볼각도, 발중심선각도

이상의 측정항목들에 대하여 기술통계량 비교분석을 실시하였으며 발 형태의 유형화를 위하여 요인분석을 하였다. 또한 분석 후 얻어진 남녀 간의 요인들을 비교분석을 통하여 차이점을 알아보하고자 한다. 본 연구에서는 데이터 분석을 위하여 SPSS 10.0을 사용하였다.

### 3. 연구 결과 및 분석

#### 3.1 성별 기술통계 분석

<표 2>는 남자와 여자의 기술통계량을 나타낸다. 남자에 대한 측정항목의 평균값을 살펴보면 발직선길이는 25.6cm, 발목두께는 9.5cm 그리고 발너비는 10.1cm로 나타났다. 엄지발가락축각도, 새끼발가락축각도, 발볼각도 그리고 발꿈치-발등둘레에서 큰 표준편차를 보였다. 이는 개인차가 크다는 것을 의미한다.[4]

<표 2> 남자와 여자 항목에 대한 기술통계량

	남자				여자			
	평균	표준편차	최소값	최대값	평균	표준편차	최소값	최대값
발직선길이	25.6	1.1	21.4	28.8	23.3	1.0	20.6	26.1
발꿈치-엄지발가락길이	25.4	1.1	21.5	28.5	23.2	1.0	20.6	25.8
발꿈치-새끼발가락길이	21.2	1.0	17.6	24	19.2	0.8	16.8	21.9
발목두께	9.5	0.7	7.5	11.5	8.6	0.6	7	14.9
발너비	10.1	0.5	8	11.7	9.1	0.4	7.9	10.6
발꿈치너비	6.7	0.4	5.6	8.4	6.1	0.3	5.2	7.3
발목너비	7.1	0.4	5.6	8.7	6.4	0.3	5.3	8
볼높이	3.7	0.3	3	4.6	3.4	0.2	2.8	4.2
발등높이	6.1	0.5	4.4	7.5	5.5	0.4	4.5	6.7
발목높이	8.5	0.7	6.5	11	7.6	0.6	3.4	9.6
가쪽복사높이	7.0	0.5	4.9	9	6.2	0.5	4.7	8.2
안쪽복사높이	8.4	0.6	6.1	9.8	7.5	0.5	6	9.8
발꿈치점높이	2.3	0.3	0.1	3.9	2.0	0.3	0.6	3.6
발꿈치위점높이	5.6	1.6	3.3	10.2	5.2	1.6	3.1	9.2
Arch높이	1.3	0.7	0.1	5.4	1.4	1.1	0.1	5.6
볼둘레	25.2	1.2	19.9	29.3	22.9	1.0	20.5	27.6
발등둘레	25.2	1.2	19.5	29	22.5	1.0	19.7	26.2
발꿈치-발등둘레	36.8	1.9	31.2	43.9	33.1	1.7	29	46.2
내측볼너비	4.7	0.4	3.4	5.6	4.4	0.4	3.1	5.5
외측볼너비	5.4	0.5	4	6.9	4.8	0.4	3.7	6.4
엄지발가락축각도	6.3	4.5	-6.9	19	9.1	5.3	-31.9	25.8
새끼발가락축각도	10.2	4.5	-16.6	29.3	7.0	4.4	-17.1	19.9
발볼각도	13.2	3.2	-0.7	23.5	13.7	3.0	5.1	22.6
발중심선각도	1.0	1.2	-3.7	5.7	0.5	1.3	-2.8	4.8

음영표시: 표준편차가 큰 항목

단위(cm, °)

여자에 대한 측정항목의 평균값을 살펴보면 발직선길이는 23.3cm, 발목두께는 8.6cm 그리고 발너비 9.1cm로 나타났다. 여자 측정항목에 대한 표준편차의 수치를 살펴보면 남자와 동일하게 엄지발가락측각도, 새끼발가락측각도, 발볼각도 그리고 발꿈치-발등둘레에서 큰 표준편차를 보였다. 이는 개인차가 발생하는 항목은 성별에 관계없이 동일하다는 결론을 얻을 수 있었다. 또한 남녀 간의 평균값의 차이를 보면 0.1~3.7의 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 남녀의 차이를 좀 더 자세히 알아보기 위해서 t-test[1,3]를 실시하였고 그 결과는 <표 3>과 같다. 다음의 결과를 보면 발목두께, 발꿈치너비, 발목너비 그리고 Arch높이 등 16개 항목에서 남녀 간의 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다.

&lt;표 3&gt; t-test 결과

항목	평균차	t-value	항목	평균차	t-value
발직선길이	2.3	33.44**	발꿈치점높이	0.2	12.80**
발꿈치-엄지발가락길이	2.2	32.90**	발꿈치위점높이	0.3	3.62
발꿈치-새끼발가락길이	1.9	32.11**	Arch높이	-0.1	-2.17***
발목두께	0.9	21.33***	발둘레	2.3	30.86**
발너비	0.9	30.44**	발등둘레	2.7	37.95*
발꿈치너비	0.6	26.90***	발꿈치-발등둘레	3.7	30.87*
발목너비	0.7	27.42***	내측발너비	0.3	13.00
발높이	0.3	23.66	외측발너비	0.6	21.50*
발등높이	0.6	22.23**	엄지발가락측각도	-2.8	-8.72
발목높이	0.8	19.22***	새끼발가락측각도	3.1	10.78
가쪽복사높이	0.7	21.87	발볼각도	-0.5	-2.54
안쪽복사높이	0.8	23.80*	발중심선각도	0.4	5.95

\* : P<0.05 \*\* : P<0.01 \*\*\* : P<0.001 음영표시: 유의한 차이를 보이는 항목 (단위:cm, kg)

### 3.2 성별 발 유형화를 위한 요인

본 연구에서 사용한 24개의 항목에 대한 요인분석 결과는 <표 4>, <표 5>와 같다. 고유값이 1.0 이상을 나타내는 주성분에 대하여 Varimax법[4]에 의해 직교 회전을 시켜, 그 요인 부하량에서 주성분을 해석하였고, 주성분에 기여하는 항목들의 요인 부하량을 보여준다. <표 4>는 남자의 요인분석 결과이며, <표 5>는 여자의 요인분석 결과이다.

<표 4> 요인분석 결과 (남자항목)

	요인						공통성
	1	2	3	4	5	6	
볼둘레		0.30	0.26	-0.03	0.07	0.02	0.89
발너비		0.32	0.18	-0.05	0.08	0.24	0.92
발등둘레		0.30	0.32	-0.06	0.07	0.10	0.87
발목너비		0.41	0.17	-0.17	-0.19	-0.16	0.71
발목두께		0.42	0.21	-0.07	-0.48	-0.10	0.75
발꿈치점높이		0.15	0.31	0.06	0.16	-0.04	0.28
발꿈치-엄지발가락길이	0.26		0.16	-0.09	0.00	-0.04	0.94
발직선길이	0.26		0.17	-0.07	-0.04	-0.01	0.94
발꿈치-새끼발가락길이	0.24		0.27	-0.07	-0.01	0.14	0.90
발꿈치-발등둘레	0.43		0.11	-0.01	0.20	-0.05	0.63
발꿈치너비	0.51		0.05	-0.02	0.12	-0.07	0.58
발등높이	0.18	0.07		0.17	-0.04	0.23	0.77
볼높이	0.32	0.12		0.12	-0.09	-0.15	0.66
안쪽복사높이	0.17	0.25		0.10	0.14	0.28	0.65
가쪽복사높이	0.19	0.23		-0.02	0.11	0.05	0.55
발중심선각도	0.19	-0.06	0.12		0.09	0.21	0.91
내측볼너비	0.36	0.23	0.04		-0.01	-0.04	0.90
엄지발가락측각도	0.12	0.04	-0.19		-0.01	0.13	0.65
외측볼너비	0.62	0.16	0.17		0.10	0.29	0.93
발꿈치위점높이	0.14	0.06	-0.03	0.05		-0.10	0.66
발목높이	-0.03	0.19	0.50	0.19		0.24	0.79
발볼각도	0.11	0.02	-0.28	-0.03	0.00		0.56
새끼발가락측각도	0.30	0.06	-0.17	0.32	-0.11		0.65
Arch높이	0.04	-0.14	0.20	-0.15	0.39		0.45
고유값	4.47	4.04	3.03	2.79	1.62	1.60	
변량의 기여율(%)	18.61	16.83	12.61	11.61	6.76	6.66	
누적기여율(%)	18.61	35.44	48.06	59.66	66.42	73.08	

남자 항목들에 대한 요인분석 결과를 살펴보면 총 6개의 요인들을 얻을 수 있었다. 요인 1은 볼둘레, 발너비, 발등둘레 등의 항목으로 발에 대한 비만의 정도를 나타내는 요인으로 볼 수 있다. 요인 1의 고유값은 4.47이고 전체설명력의 18.61%를 차지하였다. 요인 2는 발꿈치-엄지발가락길이, 발직선길이 등의 항목으로 발바닥의 길이에 관한 종적요인으로 볼 수 있다. 고유값은 4.04이고 전체설명력의 16.83%를 차지하였다. 요인 3은 발등높이, 볼높이, 안쪽복사높이 그리고 가쪽복사높이 항목으로 발의 측면의 형태를 나타내는 요인으로 볼 수 있다. 고유값은 3.03으로 전체설명력의 12.61%를 차지하

였다. 요인 4는 발중심선각도, 내측볼너비, 엄지발가락측각도 그리고 외측볼너비 항목으로 발바닥의 형태를 나타내는 요인으로 고유값은 2.79이고 전체설명력의 11.61%를 차지하였다. 요인 5는 발꿈치위점높이와 발목높이로 발꿈치위점과 발목의 높이에 관한 요인으로 고유값은 1.62이고, 전체설명력의 6.76%를 차지하였다. 요인 6은 발볼각도, 새끼발가락측각도 그리고 Arch높이 항목으로 발을 직육면체로 가정하였을 때 상실되는 부분을 나타내는 요인이라 할 수 있다. 요인 6의 고유값은 1.60이고, 전체설명력의 6.66%를 차지하였다.

<표 5> 요인분석 결과(여자항목)

	요인								공통성
	1	2	3	4	5	6	7	8	
발등둘레	0.36	0.15	0.01	0.17	0.28	-0.01	0.18	0.01	0.91
볼둘레	0.35	0.20	0.06	0.19	0.18	-0.01	0.28	-0.04	0.91
발너비	0.28	0.29	0.10	0.11	0.11	-0.03	0.34	0.19	0.93
발꿈치너비	0.72	0.39	0.03	-0.10	0.02	0.07	-0.21	-0.09	0.74
발목너비	0.65	0.26	0.07	0.21	0.07	-0.42	-0.13	-0.01	0.93
발꿈치-발등둘레	0.33	0.50	-0.01	0.19	-0.08	0.05	-0.09	0.01	0.65
발직선길이	0.29	0.16	0.08	0.16	0.05	-0.07	0.02	-0.09	0.95
발꿈치-엄지발가락길이	0.30	0.06	0.09	0.17	0.02	-0.04	-0.02	-0.10	0.94
발꿈치-새끼발가락길이	0.23	0.37	-0.02	0.11	0.14	-0.03	0.03	0.17	0.92
발중심선각도	0.11	-0.06	0.28	0.04	0.10	0.01	0.33	0.01	0.90
내측볼너비	0.37	0.22	0.81	0.02	0.00	-0.02	-0.13	0.11	0.93
엄지발가락측각도	0.06	-0.04	0.79	0.03	-0.10	-0.07	0.20	-0.04	0.69
외측볼너비	0.53	0.10	0.68	0.08	0.11	-0.01	0.47	0.11	0.94
발꿈치점높이	0.12	0.12	0.01	0.73	0.05	-0.10	0.07	-0.03	0.57
가쪽복사높이	0.06	0.15	0.05	0.72	0.23	0.05	0.07	0.03	0.60
안쪽복사높이	0.24	0.25	-0.17	0.59	0.31	0.12	-0.10	0.16	0.55
발등높이	0.13	0.04	-0.15	0.26	0.82	0.06	0.03	0.16	0.81
볼높이	0.38	0.10	-0.12	0.20	0.67	0.00	-0.09	-0.10	0.70
발꿈치위점높이	0.36	0.01	-0.14	0.41	0.44	0.34	-0.33	0.12	0.75
발목두께	0.29	0.25	0.00	0.18	0.16	0.86	-0.08	0.02	0.86
발목높이	0.24	0.21	-0.09	0.28	0.33	0.77	0.06	0.06	0.90
새끼발가락측각도	0.16	-0.04	-0.17	0.07	-0.04	0.11	0.82	0.00	0.75
발볼각도	0.06	-0.09	0.14	0.11	-0.22	0.01	-0.03	0.85	0.82
Arch높이	0.10	-0.16	0.22	0.28	-0.25	0.06	-0.03	0.84	0.64
고유값	4.64	3.36	2.73	2.02	1.92	1.60	1.52	1.33	
변량의 기여율(%)	19.33	14.00	11.36	8.41	8.00	6.65	6.31	5.56	
누적기여율(%)	19.33	33.33	44.69	53.10	61.10	67.76	74.07	79.63	

여자 항목들에 대한 요인분석 결과를 살펴보면 남자보다는 많은 8개의 요인들을 찾을 수 있었다. 요인 1은 발등둘레, 볼둘레, 발너비 등의 항목으로 발에 대한 비만의 정도를 나타내는 요인이고 고유값은 4.64, 전체설명력의 19.33%를 차지하였다. 요인 2는 발직선길이, 발꿈치-엄지발가락길이 그리고 발꿈치-새끼발가락길이의 항목으로 발의 길이에 관한 종적요인으로 볼 수 있다. 고유값은 3.36이고 전체설명력의 14.00%를 차지하였다. 요인 3은 발중심선각도, 내측볼너비, 엄지발가락축각도 그리고 외측볼너비 항목으로 발바닥의 형태를 나타내는 요인이다. 고유값은 2.73이고, 전체설명력의 11.36%를 차지하였다. 요인 4는 발꿈치점높이, 가쪽복사높이 그리고 안쪽복사높이 항목으로 발 뒷부분의 높이를 나타내는 요인으로 고유값은 2.02이고, 전체설명력의 8.41%이다. 요인 5는 발등높이, 볼높이 그리고 발꿈치위점높이 항목으로 발 앞부분의 높이를 나타내는 요인이다. 고유값은 1.92이고, 전체설명력의 8.00%를 차지하였다. 요인 6은 발목두께와 발목높이 항목으로 발목의 형태에 관한 요인이라 볼 수 있다. 고유값은 1.60이고, 전체설명력의 6.65%이다. 요인 7은 새끼발가락축각도 항목으로 새끼발가락의 형태를 나타내는 요인이고 고유값은 1.52, 전체설명력의 6.31%를 차지하였다. 요인 8은 발볼각도와 Arch높이로 발을 직육면체로 가정하였을 때 상실되는 부분을 나타내는 요인이라 할 수 있다. 이상으로 발의 형태를 분류하는 과정에서 중요한 역할을 하는 요인들은 남녀 간의 차이가 있음을 알 수 있었다. 다음 <표 6>은 남녀의 요인들을 나타낸 표이다.

<표 6> 남녀에 대한 요인분석 결과

남자		여자	
요인1	발에 대한 비만의 정도를 나타내는 요인	요인1	발에 대한 비만의 정도를 나타내는 요인
요인2	발바닥의 길이에 관한 종적요인	요인2	발의 길이에 관한 종적요인
요인3	발의 측면의 형태를 나타내는 요인	요인3	발바닥의 형태를 나타내는 요인
요인4	발바닥의 형태를 나타내는 요인	요인4	발 뒷부분의 높이를 나타내는 요인
요인5	발꿈치위점과 발목의 높이에 관한 요인	요인5	발 앞부분의 높이를 나타내는 요인
요인6	상실되는 부분을 나타내는 요인	요인6	발목의 형태에 관한 요인
		요인7	새끼발가락의 형태를 나타내는 요인
		요인8	상실되는 부분을 나타내는 요인

(남자 요인 6과 여자 요인 8은 발을 직육면체로 가정한 경우)

#### 4. 결 론

본 연구에서는 20대 젊은이들에 대한 발의 유형화를 위하여 남자 467명과 여자 444명을 대상으로 하여 총 24개의 항목들에 대하여 t-test 및 요인분석을 실시하였다.

기술통계량을 살펴본 결과 남녀 간의 표준편차가 큰 즉, 개인차가 큰 항목은 발꿈치-발등둘레, 엄지발가락측각도, 새끼발가락측각도 그리고 발볼각도 항목으로 동일하였으나, t-test 결과 발목두께, 발꿈치너비 등 16개 항목에서 남녀 간의 유의한 차이가 있음을 알 수가 있었다. 이를 바탕으로 남녀 간의 차이가 있음을 전제로 하여 요인분석을 실시한 결과, 남자는 6개의 요인, 여자는 8개의 요인을 얻을 수 가 있었다. 이는 동일한 항목일지라도 다른 항목들과 요인을 구성함으로써 그 항목이 발의 유형을 설명함에 있어서 의미하는 바는 남녀 간의 차이가 있음을 나타낸다. 또한 남녀 간의 요인들의 차이는 남녀의 발의 유형들의 특징이 서로 다름을 알 수 있었다. 이러한 차이는 20대 남녀가 즐겨 사용하는 신발의 형태와도 관련이 있을 것으로 생각된다. 이는 신발류 제작에 있어서 사용자의 만족도를 높이기 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다. 추후 연구로는 요인분석 결과 얻어진 요인들을 이용하여 남녀 발에 대한 구체적인 유형을 제시하고자 한다.

## 5. 참 고 문 헌

- [1] 신선우, 함옥상, “20대 성인 남녀 발의 형태분류와 유형별 특성 분석”, 복식문화연구, 제 7권 제 1호, pp. 38~51, 1999
- [2] 서추연, 석은영, “성인 여성의 발 형태 분석에 관한 연구”, 대한가정학회지, 제 41권 6호, 2003
- [3] 임순, 석혜정, “중국 조선족 성인 여성 신체 계측치 연구”, 한국의류학회지, Vol. 29, NO. 9/10, p.1241~1252, 2005.
- [4] 하희정, 성옥진 “지수치를 이용한 Plus-size 여성의 하반신 체형 연구”, 복식문화연구, 제 13권 제 1호, pp.6~17, 2005