

# 발의 유형과 동작에 의한 체표면 형태 분석에 관한 연구

동의대학교 생활과학대학 의류학과

전임강사 문명옥

부산대학교 가정대학 의류학과

교수 권영숙

## 目 次

### I. 서 언

### II. 연구방법

1. 피험자
2. 체표면 복제방법
3. 동작 설정
4. 자료분석

### III. 결과 및 고찰

1. 발의 유형별 형태특징
2. 동작에 의한 형태변화

### IV. 요약 및 결론

참고문헌

ABSTRACT

## I. 서 언

발의 기능을 원활하게 해주고, 작업수행 및 운동기능을 향상시키기 위하여 발에 신겨지는 모든 피복물은 단순히 발을 보호한다는 의미에서의 피복물의 개념을 넘어서서 발의 기능적인 목적에 맞게 제작되어야 하며<sup>1)</sup> 그 구조는 발의 형태와 보행의 구조에 적합하도록 개발되어야<sup>2)</sup> 한다. 이를 위하여서는 발의 형태적 특징에 대한 정확한 분석과 발의 가장 주된 역할이라 할 수 있는 보행 과정 중의 발의 형태적 변화에 대한 분석이 우선되어야 한다.

그러므로 본 연구에서는 선연구<sup>3)</sup>에서 분류한 발 유형중 족시수와 족형각도에 의해 분류되는 6가지 발 유형을 중심으로 體表面 展開圖를 이용하여 발의 형태적 특징을 분석하기 위하여 6가지 유형별로 3명씩의 피험자를 선정하고 보행동작중 5가지 발동작을 설정하여 Surgical Tape 法으로 체표면을 복제하였다. 복제되어진 Shell을 설정되어진 기준선을 따라 평면 전개하고 그 표면적과 둘레선의 길이를 측정하여 발유형에 따른 발의 외형적인 형태특징을 고찰하고, 동작에 의한 발의 형태 변화를 분석하고자 하였다.

1) 서국용, Biolite shoes 의 충격력 흡수 효능 분석, 체육과학 연구소 논문집, 제2집, 1986, 75~101.

2) 손미진, 어린이 발 보호에 대한 연구, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 1985.

3) 문명옥·권영숙, 발의 形態分析에 관한 연구(I) -발의 형 분류를 중심으로-, 한국의류학회지, V.12, N.1. 1988, 45~52.

## II. 연구방법

### 1. 피험자

한국 여성의 체형은 18세 이후 성장에 의한 변화가 줄어들므로<sup>4)</sup> 본 연구에서는 20대 여자대학생을 대상으로 하였다. 발 유형분류의 연구 결과<sup>5)</sup>에서 분류 기준인 족시수, 족형각도, 족선각 중 연령에 따라 유형별 출현 빈도에 유의한 차이가 가장 크게 나타난 것이 족선각이었으며, 족선각은 부적합한 피복물의 장기간 착용으로 변형되기 쉬

운 곳<sup>6)</sup>으로 본 연구에서는 연령에 의한 영향을 제외하기 위하여 유형분류 기준중 족선각을 제외하였다. 따라서 족형각도에 의한 편평족과 정상족, 족시수에 의한 세장형, 표준형, 광단형으로 분류되는 6가지 발의 유형별로 족선각은 정상인 피험자 3명씩을 선정하여 18명을 대상으로 하였다.

Table 1은 피험자들은 발 계측치이다.

연구는 1991년 10월 1일에서 10월 30일 동안에 행해졌으며 하루중 발의 변화가 거의 없는 오전 10시에서 12시 사이에 실시하였다.

Table 1. Characteristics of Subjects

F.P.A	Flat						Normal											
	Slender			Standard			Broad			Slender			Standard			Broad		
F.I.																		
Subject	A B C			D E F			G H I			J K L			M N O			P Q R		
Item																		
Foot length(cm)	24.20	22.70	24.50	22.90	23.00	23.50	21.70	21.50	21.50	22.30	24.10	21.80	22.40	23.80	23.20	22.50	21.70	22.70
Foot width(cm)	9.40	9.10	10.00	9.60	9.50	10.10	10.30	9.80	10.00	8.50	9.40	9.40	9.50	10.10	9.80	10.20	10.20	10.30
F. I (%)	38.84	40.09	40.00	41.92	41.30	42.55	47.47	45.58	46.51	38.12	39.00	37.90	42.41	42.44	42.24	45.73	47.00	45.18
F.P.A. (°)	14	15	19	15	25	15	17	23	17	37	37	41	36	41	40	40	37	39

### 2. 체표면 복제방법

발의 체표면 복제는 Surgical Tape법으로 측정하였으며 복제방법은 선행연구<sup>7)</sup>를 참고하여 실시하였다. 복제한 Shell은 발중심선을 따라 절개하여 발로 부터 떼어내어 평면전개하였다.

<기준선>

선행연구<sup>8)</sup>을 참고하여 기준선인 발둘레선 I ~ V까지를 설정하고 발등부분과 발바닥 부분의 경계가 되는 기준선인 발둘레선 VI을 첨가하였다.

① 발둘레선 I : 발의 앞쪽 발바닥 제일 넓은 곳을 지나는 선

② 발둘레선 II : 발의 중앙부에 이르는 발둘레선으로 발바닥쪽의 파인 곳을 지나는 선

③ 발둘레선 III : 발목 앞쪽의 발목둘레선과 발중심선이 교차되는 점에서 발뒤꿈치 중심을 사선 방향으로 지나는 선

④ 발둘레선 IV : 내과점을 지나는 발목둘레에 수평인 선

⑤ 발둘레선 V : 앞 발목 중앙에서 제1중족골선

4) 한국과학기술연구소, 산업의 표준치 설정을 위한 국민 체위 조사 연구 보고서, 1980, 484~487.

5) 문명옥 · 권영숙, op. cit, 45~52.

6) 木越美和子, 右足先の形態の研究, 日家誌, 27, 4, 1976, 299~303.

7) 권영숙, 석고法和 Surgical Tape 法을 中心으로 한 체표면 복제법의 비교, 부산대학교 가정대학 연구보고, V.15, 1989, 65~75.

8) 권영숙, op. cit, 65~75.

을 따라 엄지 중앙점을 지나 발바닥을 통과하여 발뒤꿈치 중앙점에 이르는 선

⑥ 발둘레선 VI : 발등부분과 발바닥부분의 경계를 이루는 선

위의 기준선은 Fig. 1에 나타나 있으며 그 번호는 설정된 기준선의 번호를 나타낸 것이다.

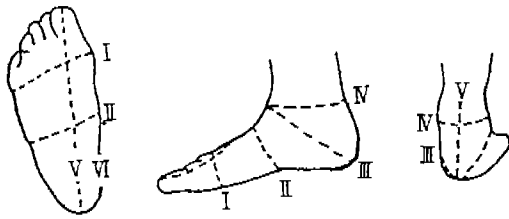


Fig. 1. Guide Lines of Foot

발둘레의 길이는 평면전개한 Shell의 전개도 상에서 기준선을 따라 줄자로 측정하였다. 그리고 발둘레는 I, II, III, IV, VI는 발둘레선 V에 의하여 각각 내측과 외측으로 나누고, 발둘레 V는 발둘레 VI에 의하여 발등측과 바닥측, 뒷발목측으로 나누어서 분석하였다.

발둘레의 크기는 피험자들의 발 크기가 각기 다르기 때문에 서로 비교하기가 곤란하므로 피험자 각각의 발길이에 대한 백분율을 구하여 비교 분석하였다.

평면전개한 Shell의 체표면적은 각각의 기준선으로 절개되는 14개의 부분으로 나누어 Planimeter(KP-90)로 각각 측정하였다.

Fig. 2는 체표면전개도에서 측정한 체표면적의 항목을 나타낸 것이며, 그 번호는 체표면 측정항목의 번호이다.

측정된 체표면적은 피험자들의 발크기가 각각

달라서 비교하기가 곤란하므로 피험자 각각의 발 전체 체표면적에 대한 14개 부위 각각의 백분율을 구하여 서로 비교하였다.

### 3. 동작설정

연속적으로 반복되는 보행주기 동안에 발끝은 바닥에 붙이고 뒤꿈치를 들어 올리기 시작하여 최대로 들어 올리면서 발끝마저 바닥면으로 부터 떨어진다. 바닥에서 떨어진 발은 허공에서 앞으로 진행하여 뒤꿈치부터 바닥면에 닿기 시작하고 발바닥이 완전히 바닥면에 접하여 체중을 지지한다.<sup>9-12)</sup>

이러한 보행주기에서 발이 바닥에 착지하고 있는 Stance phase와 발이 바닥에서 떨어져 있는 Swing phase의 경계가 되는 곳, 즉 발끝은 불힌 상태에서 뒤꿈치만 최대한 들어 올린 동작, 앞으로 더 진행하여 발끝부분마저 바닥면에서 떨어지는 동작, 그리고 발을 앞으로 내딛어 뒤꿈치가 바닥면에 닿을 때의 동작 등의 바닥면에 대한 발바닥면의 각도를 측정한 결과<sup>13)</sup>를 토대로 발의 동작 1, 2, 3, 4를 설정하였다.

- ① 동작0(M0) : 기본동작으로 바닥면에 발바닥을 완전히 붙힌 동작
- ② 동작1(M1) : 발끝을 불힌 상태에서 뒤꿈치를 30° 들어 올린 동작
- ③ 동작2(M2) : 발끝을 불힌 상태에서 뒤꿈치를 55° 들어 올린 동작
- ④ 동작3(M3) : 발끝이 바닥면에서 거의 떨어지면서 뒤꿈치를 75° 들어 올린 동작
- ⑤ 동작4(M4) : 뒤꿈치를 바닥면에 붙히고 발끝을 15° 들어 올린 동작

9) 横江清司, 歩行と障害, J.J. SPORTS SCI., 3~8, 1984, 630~638.  
 10) 阿久津邦南, 歩行の科學 - 運動不足 克服の ために -, 不昧堂新書, 1973, 26~39.  
 11) M.Fujita 외 9명, Reproducibility of Gait Analysis, BIOMECHANICS. VIII-A, HUMAN KINETICS PUBLISHERS, 1983, 485~489.  
 12) N.Mastusaka 외 7명, Motion and Role of the MP Joints in Walking, BIOMECHANICS VIII-A, HUMAN KINETICS PUBLISHERS, 1983, 467~470.  
 13) 문명옥, 발의 동작 분석에 관한 연구, 성심외국어전문대 논문집, 11, 1992, 297~306.

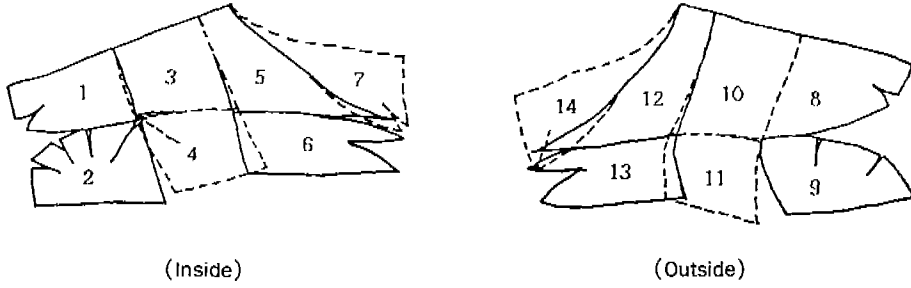
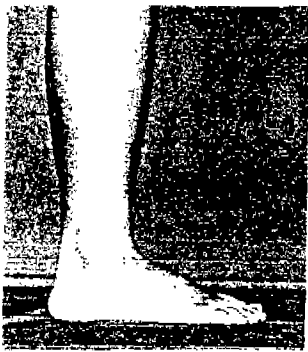


Fig. 2. Foot Surface Area Developments Figure

각 동작을 취한 상태에서 채표면을 채취할 동안 피보험자의 움직임에 의한 오차를 극소화하기 위

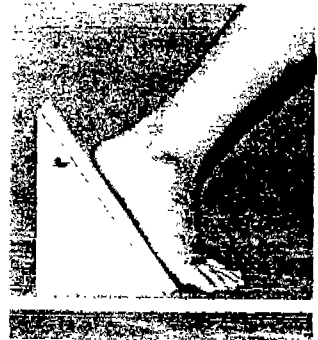
해 지지대를 만들어 사용하였으며, Fig. 3은 지지대 위에서 각 동작을 취한 모습을 나타낸 것이다.



기본동작 (M0)



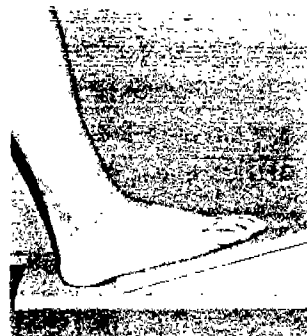
동작 1 (M1)



동작 2 (M2)



동작 3 (M3)



동작 4 (M4)

Fig. 3. Movements of Foot

4. 자료분석

발의 유형분류에서 얻어진 분류기준에 따른 유형별 형태특징을 분석하기 위하여 세장형 표준형 광단형별로 족형각도에 의해 분류되는 편평족과 정상족의 차이는 t-검정을 사용하였으며 편평족과 정상족별로 족시수에 의해 분류되는 세장형 표준형 광단형의 차이는 일원변량분석을 사용하여 Duncan검정하였다.

동작에 의한 형태변화를 분석하기 위하여 동작에 의한 변화를 기본동작에 대한 각 동작에 의한 차이로서 분석하였으며 t-검정을 사용하였다.

본연구 자료의 분석은 SPSS/PC<sup>+</sup>를 사용하여 통계처리하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 발의 유형별 형태특징

발의 유형분류에서 얻어진 분류기준<sup>14)</sup>에 따른 유형별 형태 특징을 분석하기 위하여, 발의 체표면 전개도에서 측정된 기준선 둘레와 체표면적에 대하여, 족형각도에 의해 분류되는 편평족과 정상족을 비교하고, 다시 족시수에 의해 분류되는 세장형, 표준형, 광단형을 비교 분석하였다.

Table 2는 발길이에 대한 발둘레의 백분율에 대해 6가지 유형간의 차이를 검정한 변량분석의 결과이다.

발둘레 V, 발둘레 VI의 내측 길이를 제외한 나머지 발둘레항목 모두에서 6가지 발 유형간의 서로

Table 2. Oneway table for Circumference

Item	Circumference I		Circumference II		Circumference III		Circumference IV		Circumference V		Circumference VI						
	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	Instep	Sole	Ankle	In	Out				
	Total		Total		Total		Total		Total		Total						
Foot Type	**	**	***	**	***	**	***	*	**	**			*				
	5.34	6.06	9.41	2.86	7.38	25.53	2.87	5.21	8.94	4.47	6.16	7.33	.36	1.12	.82	2.18	4.48

\* P<0.05    \*\* P< .01    \*\*\* P< .001

유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 3은 족형각도와 족시수에 의해 분류되는 여섯가지 유형간의 전체 발의 체표면적에 대한 각 부분 체표면적의 백분율의 차이를 검정한 결과이다. 체표면적에서는 외측 Shell의 발가락부위 발등쪽 체표면적 8과 뒤꿈치부분 바닥쪽 체표면적

13에서만 발유형에 따른 유의한 차이가 나타났으며 내측 Shell은 어느 부위에서도 유형간의 유의한 차이가 나타나지 않았다. 발둘레는 유형간에 유의한 차이를 나타내는 부분이 많았으나 체표면적에서는 유형간의 유의한 차이가 나타나는 항목은 적었다.

Table 3. Oneway Table for Surface Area

Surface Area	Inside Shell							Outside Shell						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Foot Type								*					*	
	.61	.51	.19	.42	.12	.41	.34	4.75	.32	.41	.49	.39	4.18	1.63

14) 문명옥 · 권영숙, op. cit, 45~52.

(1) 편평족과 정상족의 비교

① 발둘레

Table 4는 세장형, 표준형, 광단형별로 편평족과 정상족의 발길이에 대한 발둘레의 백분율의 평균과 표준편차를 구하고, 편평족과 정상족간의 차이 검정한 결과를 발둘레의 항목별로 나타낸 것이다.

모든 발둘레 항목에서 세장형, 표준형, 광단형 각각에 대한 편평족과 정상족 간에는 유의한 차이는 나타나지 않았다. 편평족과 정상족을 판정하게

하는 족중부분을 지나가는 발둘레 I, 발둘레 II의 외측부분에서는 편평족이 정상족보다 발길이에 대한 백분율이 크게 나타났다. 내측부분에서는 발둘레 II에서 세장형을 제외하고는 편평족이 정상족보다 발길이에 대한 백분율이 작게 나타났다.

여기서 편평족과 정상족의 발둘레 크기가 서로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 족중이 낮은 편평족은 족중부분의 발둘레가 정상족보다 적은 것을 알 수 있다.

Table 4. t-test Table for Circumference

(Comparison of Flat, Normal F.P.A.)

(unit : %)

Circumference	F.I. F.P.A.	Slender			Standard			Broad								
		Flat		t- value	Flat		t- value	Flat		t- value						
		$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.							
I	Inside	41.75	2.18	42.68	1.85	-.56	43.64	2.01	47.55	2.57	-2.07	45.75	1.48	47.85	1.08	-1.98
	Outside	52.95	.33	50.49	2.82	1.50	54.74	1.24	53.33	.76	1.68	58.39	1.41	57.16	3.59	.55
	Total	94.70	2.21	93.18	1.66	.95	98.38	3.25	99.02	1.63	-.31	104.14	1.72	105.00	4.50	-.31
II	Inside	41.39	3.74	40.53	3.48	.29	42.49	1.90	47.83	5.60	-1.56	46.83	.28	47.55	2.88	-.43
	Outside	50.77	2.67	49.22	2.34	.76	54.46	.50	54.03	.88	.73	58.84	.93	57.01	4.21	.74
	Total	92.17	2.61	89.74	1.37	1.42	96.95	2.31	98.86	.86	-1.34	105.41	.29	104.24	3.62	.56
III	Inside	58.17	3.38	58.91	2.79	-.29	59.95	1.22	61.51	1.78	-1.25	63.06	1.17	63.70	2.54	-.40
	Outside	61.33	3.12	60.68	.45	.35	63.69	1.26	63.67	1.75	.20	65.06	3.59	69.18	2.12	-1.71
	Total	119.51	1.42	119.59	2.94	-.04	123.63	2.46	125.18	3.52	-.63	128.13	4.70	132.88	1.57	-1.66
IV	Inside	48.35	2.69	48.28	1.03	.04	50.28	2.52	50.73	1.73	-.26	53.79	.55	53.09	1.91	.61
	Outside	50.63	2.70	50.18	1.31	.26	53.89	1.93	54.18	.92	-.24	55.17	3.14	57.70	.40	-1.39
	Total	98.98	4.43	98.46	.46	.20	104.17	4.43	104.92	2.65	-.25	108.63	3.05	110.80	2.24	-.99
V	Instep	64.05	4.66	64.10	1.50	-.02	65.27	1.17	65.30	1.13	-.03	65.38	1.87	66.25	2.40	-.50
	Sole	99.81	1.79	99.03	1.67	.55	102.92	4.14	101.45	.70	.61	100.92	2.03	101.80	1.96	-.54
	Ankle	19.60	0.66	21.08	1.72	-1.40	19.90	1.39	20.04	.44	-.17	20.72	2.23	21.37	.76	-.48
VI	Inside	116.53	2.36	115.23	2.90	.60	116.99	1.93	117.56	1.70	-.38	120.10	2.01	119.11	1.15	-.74
	Outside	110.60	3.22	110.15	1.48	.22	113.26	1.75	115.85	.47	-2.47	114.22	4.50	117.94	.56	-1.42

② 발의 체표면적

Table 5은 세장형, 표준형, 광단형별로 편평족과 정상족의 발 전체의 체표면적에 대한 열네개 부위 체표면적의 백분율의 평균, 표준편차를 구하고 편평족과 정상족간의 차이를 검정한 결과를 나타낸 것이다.

세장형의 외측 Shell 발가락부위 발등쪽 체표면적 8과 표준형의 외측 Shell 발목부위 발등쪽 체표면적 14에서만 편평족과 정상족이 서로 유의한 차이를 나타내고 있다. 즉 세장형의 경우는 외측 Shell 발가락부위의 발등쪽 체표면적 8은 정상족에 비해 편평족의 체표면적이 크게 나타났는데 이는 발둘레 I의 외측부분이 편평족보다 정상족이 긴 것과도 일치한다. 표준형의 경우는 외측 Shell 발목부위 발등쪽 체표면적 14는 편평족보다 정상

족의 체표면적이 크며 이는 발둘레 IV의 외측부분이 정상족보다 편평족이 큰 것과도 일치한다.

편평족과 정상족의 특징을 나타내는 체표면적 3, 4, 5, 6의 경우 유형간의 차이가 유의하지는 않았지만, 족궁의 앞쪽 부분에 해당되는 체표면적 3, 4는 편평족이 정상족보다 적고 족궁의 뒷부분에 해당되는 체표면적 5, 6은 편평족이 정상족보다 큰 경향이 나타났다.

(2) 세장형, 표준형, 광단형의 비교

① 발둘레

Table 6은 편평족과 정상족별로 세장형, 표준형, 광단형의 유형간의 차이를 검정한 결과를 발둘레의 항목별로 나타낸 것이다.

편평족의 경우 발둘레 I, 발둘레 II의 외측부분

Table 5. t-test Table for Surface Area

(Comparison of Flat, Normal F.P.A.)

(unit : %)

F.I. F.P.A. Surface Area	Slender			Standard			Broad		
	Flat	Normal	t-	Flat	Normal	t-	Flat	Normal	t-
	$\bar{X}$ S.D.	$\bar{X}$ S.D.	value	$\bar{X}$ S.D.	$\bar{X}$ S.D.	value	$\bar{X}$ S.D.	$\bar{X}$ S.D.	value
1	6.50 .42	5.90 .41	1.75	6.02 .56	6.42 .31	-1.09	6.39 .67	6.20 .70	.34
2	6.61 .87	6.66 1.37	-.06	6.43 .93	7.34 .35	-1.57	6.85 .80	7.19 .34	-.68
3	6.73 .10	7.29 .98	-.98	6.83 .75	6.99 .20	-.35	7.00 .18	7.01 1.35	-.02
4	5.71 .22	6.21 1.10	-.77	5.90 .89	5.94 .50	-.07	6.00 .60	6.49 .71	-.92
5	7.82 .68	7.53 .31	.66	7.78 1.19	7.55 .28	.32	7.83 1.31	7.47 .57	.43
6	8.33 1.18	7.84 1.41	.46	8.13 .66	7.69 .30	1.05	7.63 .86	7.42 .57	.35
7	5.90 .90	6.38 .66	-.76	5.70 .69	5.83 .26	-.32	5.93 .74	5.95 .75	-.03
8	8.04 .07	7.52 .24	3.60	8.91 .50	8.44 .17	1.55	8.45 .57	8.45 .42	.01
9	7.44 .79	7.35 .51	.17	7.46 .84	7.69 .42	-.44	7.24 .18	7.17 .41	.30
10	8.73 .41	9.17 1.51	-.48	8.95 .34	8.52 .54	1.18	8.39 1.52	9.25 .42	-.94
11	6.08 .38	6.16 1.09	-.12	5.87 1.18	5.27 .58	.78	6.09 .62	6.16 .92	-.11
12	8.43 .93	9.33 1.48	-.98	9.39 1.78	8.65 .61	.68	8.83 .97	8.42 1.01	.51
13	7.33 .61	6.48 .62	1.68	7.78 .47	6.89 .38	2.58	6.66 .07	6.43 .31	1.26
14	6.22 .81	6.16 .62	.11	5.24 .50	6.78 .20	-4.98	5.88 1.23	6.40 .39	-.70

\* P < .05

Table 6. ANOVA Table for Circumference

(Comparison of Slender, Standard, Broad F.P.A.)

(unit : %)

F.P.A.		Flat			F- value	Normal			F- value
F.I.		Slender	Standard	Broad		Slender	Standard	Broad	
Circumference		$\bar{X}$ S.D.	$\bar{X}$ S.D.	$\bar{X}$ S.D.		$\bar{X}$ S.D.	$\bar{X}$ S.D.	$\bar{X}$ S.D.	
I	Inside (Duncan)	41.75 2.18 (a)	43.64 2.01 (a/b)	45.75 1.48 (b)	3.29	42.68 1.85 (a)	47.55 2.57 (b)	47.85 1.08 (b)	6.78 <sup>*</sup>
	Outside (Duncan)	52.95 .33 (a)	54.74 1.24 (a)	58.39 1.41 (b)	19.07 <sup>**</sup>	50.49 2.82 (a)	53.33 .76 (a/b)	57.16 3.59 (b)	4.71
	Total (Duncan)	94.70 2.21 (a)	98.38 3.25 (a)	104.14 1.72 (b)	11.08 <sup>**</sup>	93.18 1.66 (a)	99.02 1.63 (b)	105.00 4.50 (c)	12.26 <sup>**</sup>
II	Inside (Duncan)	41.39 3.74 (a)	42.49 1.90 (a/b)	46.83 .28 (b)	4.21	40.53 3.48 (a)	47.83 5.60 (b)	47.55 2.88 (b)	2.97
	Outside (Duncan)	50.77 2.67 (a)	54.46 .50 (a)	58.84 .93 (c)	17.84 <sup>**</sup>	49.22 2.34 (a)	54.03 .88 (a/b)	57.01 4.21 (b)	5.81 <sup>*</sup>
	Total (Duncan)	92.17 2.61 (a)	96.95 2.31 (b)	105.41 .29 (c)	33.21 <sup>***</sup>	89.74 1.37 (a)	98.86 .86 (b)	104.24 3.62 (c)	30.77 <sup>***</sup>
III	Inside (Duncan)	58.17 3.38 (a)	59.95 1.22 (a/b)	63.06 1.17 (b)	3.86	58.9 12.79 (a)	61.51 1.78 (a)	63.70 2.54 (b)	2.99
	Outside (Duncan)	61.33 3.12 (a)	63.69 1.26 (a)	65.06 3.59 (b)	1.33	60.68 .45 (a)	63.67 1.75 (a)	69.18 2.12 (b)	21.57 <sup>**</sup>
	Total (Duncan)	119.51 1.42 (a)	123.63 2.46 (a/b)	128.13 4.70 (b)	5.56 <sup>*</sup>	119.59 2.94 (a)	125.18 3.52 (b)	132.88 1.57 (c)	17.09 <sup>**</sup>
IV	Inside (Duncan)	48.35 2.69 (a)	50.28 2.52 (a/b)	53.79 .55 (b)	4.94	48.28 1.03 (a)	50.73 1.73 (a/b)	53.09 1.91 (b)	6.75 <sup>*</sup>
	Outside (Duncan)	50.63 2.70 (a)	53.89 1.93 (a)	55.17 3.14 (b)	2.37	50.18 1.31 (a)	54.18 .92 (b)	57.70 .40 (c)	46.83 <sup>***</sup>
	Total (Duncan)	98.98 4.43 (a)	104.17 4.43 (a/b)	108.63 3.05 (b)	4.32	98.46 .46 (a)	104.92 2.65 (b)	110.80 2.24 (c)	28.05 <sup>***</sup>
V	Instep	64.05 4.66 (a)	65.27 1.17 (a)	65.38 1.87 (b)	18	64.10 1.50 (a)	65.30 1.13 (a)	66.25 2.40 (b)	1.13
	Sole	99.81 1.79 (a)	102.92 4.14 (a)	100.92 2.03 (b)	.91	99.03 1.67 (a)	101.45 .70 (a)	101.80 1.96 (b)	2.86
	Ankle	19.60 0.66 (a)	19.90 1.39 (a)	20.72 2.23 (b)	.41	21.08 1.72 (a)	20.04 .44 (a)	21.37 .76 (b)	1.18
VI	Inside (Duncan)	116.53 2.36 (a)	116.99 1.93 (a)	120.10 2.01 (b)	2.54	115.23 2.90 (a)	117.56 1.70 (b)	119.11 1.15 (c)	2.74
	Outside (Duncan)	110.60 3.22 (a)	113.26 1.75 (a)	114.22 4.50 (b)	.94	110.15 1.48 (a)	115.85 .47 (b)	117.94 .56 (c)	53.84 <sup>***</sup>

\*P < .05 \*\* P < .01 \*\*\* P < .001

Duncan test의 결과 P < .05 수준에서 유의한 차이가 나타난 집단들은 서로 다른 알파벳 문자로 표시하였으며 평균값의 크기는 알파벳 순으로 큰 값을 나타낸다.

과 전체에서 세 유형간에 유의한 차이가 나타났으며 발들레 III의 전체에서 유의한 차이가 나타났다.

발길이에 대한 발들레의 백분율은 발들레 I, II, III 모두 광단형일수록 크게 나타나 발길이에 비해



발나비가 넓은 광단형일수록 체표면전개도에서의 발둘레의 길이도 길다는 것을 알 수 있다. 이는 발의 계측항목간의 상관관계에서 발둘레Ⅰ인 발둘레, 발둘레Ⅱ인 발등둘레, 발둘레Ⅲ인 발뒤꿈치·복숭아뼈 둘레는 발나비와 서로 중정도 이상의 상관을 나타내고 있는 것과도 일치하며<sup>15)</sup> 편평족의 경우 발둘레Ⅰ, 발둘레Ⅱ, 발둘레Ⅲ은 세장형, 표준형, 광단형의 세 유형간의 차이를 잘 나타내고 있다.

그리고 발둘레Ⅰ의 내측부분은 세장형과 광단형간에, 외측부분은 세장형 표준형과 광단형간에, 전체는 세장형과 광단형간에 유의한 차이가 나타났다. 발둘레Ⅱ의 내측부분은 세장형과 광단형간에, 외측부분과 전체는 세유형간에 유의한 차이가 나타났다. 발둘레Ⅲ과 발둘레Ⅳ은 내측부분과 전체에서 세장형과 광단형간에 유의한 차이가 나타났다. 여기서 편평족은 발뒤꿈치·복숭아뼈둘레인 발둘레Ⅲ과 발목둘레인 발둘레Ⅳ의 외측보다는 내측에서 유형에 따른 특징을 나타내는 것으로 생각된다.

정상족의 경우 발둘레Ⅰ의 내측과 전체에서 세유형간의 유의한 차이가 나타났으며 발둘레Ⅱ와 발둘레Ⅲ은 외측과 전체에서 유의한 차이가 나타났다. 발둘레Ⅳ는 내측 외측 전체에서 유의한 차이가 나타났고 발둘레Ⅳ은 외측에서 유의한 차이가 나타났다. 발길이에 대한 발둘레의 백분율은 발둘레Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅵ 모두 광단형일수록 크게 나타나 발길이에 비해 발나비가 넓은 광단형일수록 체표면전개도 상의 발둘레의 길이도 길다는 것을 알 수 있으며 정상족의 경우 발둘레Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅵ은 세장형, 표준형, 광단형의 세 유형간의 차이를 잘 나타내고 있다.

그리고 발둘레Ⅰ의 내측부분은 세장형과 표준형 광단형간에, 외측부분은 세장형과 광단형간에, 전체는 세 유형간에 유의한 차이가 나타났다. 발둘레Ⅱ의 외측부분은 세장형과 광단형간에, 전체

는 세 유형간에 유의한 차이가 나타났다. 발둘레Ⅲ의 외측부분은 세장형 표준형과 광단형간에, 전체에서는 세 유형간에 유의한 차이가 나타났다. 발둘레Ⅳ의 내측부분은 세장형과 광단형간에, 외측부분과 전체는 세 유형간에 유의한 차이가 나타났다. 발둘레Ⅴ은 외측에서 세 유형간에 유의한 차이가 나타났다. 여기서 정상족은 족중부분을 지나는 발둘레Ⅱ와 발뒤꿈치·복숭아뼈둘레인 발둘레Ⅲ의 내측보다는 외측에서 유형에 따른 특징을 나타내는 것으로 생각된다.

## ② 발의 체표면적

Table 7은 편평족과 정상족별로 세장형, 표준형, 광단형의 세 유형간의 차이를 검정한 결과를 나타낸 것이다.

정상족의 외측 Shell 발가락부위 발등쪽 체표면적 8에서만 세장형, 표준형, 광단형의 세 유형간의 차이가 유의한 것으로 나타났고, 외측 Shell 발목부위 발바닥쪽 체표면적 13의 경우는 편평족의 표준형과 광단형에서만 서로 유의한 차이를 나타내었다. 즉, 정상족의 외측 Shell 발가락부위 발등쪽의 체표면적 8은 광단형이 크게 나타났으며, 외측의 발뒤꿈치부위 발바닥쪽의 체표면적 13은 정상족, 편평족 모두 표준형이 광단형보다 크게 나타났다.

이상에서, 발둘레에서는 족형각도에 의해 분류되는 편평족과 정상족간에는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 편평족과 정상족 모두 발둘레Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ에서 족시수에 의해 분류되는 세장형, 표준형, 광단형간에는 유의적인 차이를 나타내어 발길이에 비해 발나비가 넓은 광단형일수록 발둘레Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ의 길이가 긴 특징을 나타내고 있으며, 정상족은 외측에서, 편평족은 내측에서 유형에 따른 특징을 나타내고 있다.

발의 체표면적을 통하여서는 발 유형에 따른 일정한 특징이 나타나지 않았으므로 발의 전체 표면에 대한 각 부분의 체표면적이 차지하는 비율은

15) 문명옥·권영숙, op. cit, 45~52.

Table 7. ANOVA Table for Surface Area

(Comparison of Slender, Standard, Board F.I.)

(unit : %)

F.P.A.	Flat						Normal											
	F.I.		Slender		Standard		Broad		F-		Slender		Standard		Broad		F-	
	Surface Area	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	value	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	value	
1	6.50	.42	6.02	.56	6.39	.67	.60	5.90	.41	6.42	.31	6.20	.70	.81				
2	6.61	.87	6.43	.93	6.85	.80	.18	6.66	1.37	7.34	.35	7.19	.34	.53				
3	6.73	.10	6.83	.75	7.00	.18	.26	7.29	.98	6.99	.20	7.01	1.35	.09				
4	5.71	.22	5.90	.89	6.00	.60	.16	6.21	1.10	5.94	.50	6.49	.71	.35				
5	7.82	.68	7.78	1.19	7.83	1.31	.00	7.53	.31	7.55	.28	7.47	.75	.03				
6	8.33	1.18	8.13	.66	7.63	.86	.45	7.84	1.41	7.69	.30	7.42	.57	.17				
7	5.90	.90	5.70	.69	5.93	.74	.08	6.38	.66	5.83	.26	5.95	.75	.72				
8	8.04	.07	8.91	.50	8.45	.57	2.93	7.52	.24	8.44	.17	8.45	.42	9.78				
(Duncan)								(a)		(b)		(b)						
9	7.44	.79	7.46	.84	7.24	.18	.09	7.35	.51	7.69	.42	7.17	.41	1.06				
10	8.73	.41	8.95	.34	8.39	1.52	.28	9.17	1.51	8.52	.54	9.25	.42	.52				
11	6.08	.38	5.87	1.18	6.09	.62	.07	6.16	1.09	5.27	.58	6.16	.92	1.00				
12	8.43	.93	9.39	1.78	8.83	.97	.42	9.33	1.48	8.65	.61	8.42	1.01	.57				
13	7.33	.61	7.78	.47	6.68	.07	4.84	6.48	.62	6.89	.39	6.43	.31	.92				
(Duncan)			(a/b)		(b)							(a)						
14	6.22	.81	5.24	.50	5.88	1.23	.93	6.16	.62	6.78	.20	6.40	.39	1.52				

\* P < .05

유형에 상관없이 모든 유형의 발에서 일정하다고 할 수 있다.

### 2. 동작에 의한 형태변화

각 동작에서의 발볼레, 체표면적의 변화율은 여섯가지 유형에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았으므로 동작에 의한 형태변화는 유형에 상관없이 전체 피험자에 대해 고찰하였다.

Fig. 4는 동작에 의하여 Shell의 형태가 변하는 것을 나타낸 것이다.

동작에 따른 발가락의 움직임으로 인하여 발가락부위에 해당하는 체표면적 1, 2, 8, 9의 형태가 다양하게 변하고 있으며 M.P.관절의 굴곡부위인 내측의 체표면적 3, 4는 외측의 체표면적 10, 11에

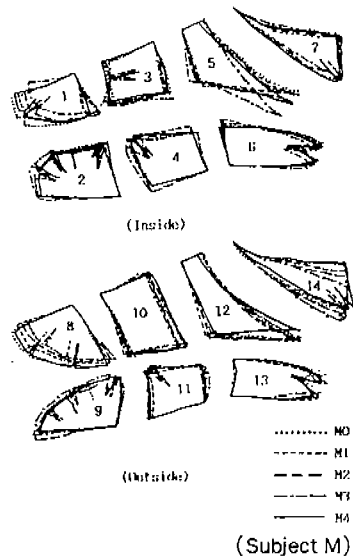


Fig. 4. Changes in Surface Area Developments Figure by Movements

비해 형태 변화가 다양하고 발목 관절의 움직임으로 인한 발둘레Ⅱ와 발둘레Ⅲ 사이의 내측의 체표면적 5와 발둘레Ⅲ과 발둘레Ⅳ 사이의 외측 체표면적 14의 체표면 형태 변화가 다양하다.

발의 동작에 의한 발둘레와 체표면적의 변화는 기본동작의 발둘레와 체표면적에 대한 각 동작시의 발둘레, 체표면적을 비교하여 고찰하였다.

(1) 발둘레

Table 8은 발둘레의 동작에 의한 차이를 검정한 결과이다.

발둘레Ⅳ의 외측길이, 전체와 발둘레Ⅴ의 모두

에서 동작간에 유의한 차이를 나타내었다. 따라서 발둘레는 발둘레Ⅳ, Ⅴ를 제외하고는 동작에 의해 크게 변하지 않았으며 발길이 방향의 중심선인 발둘레Ⅴ는 동작에 의해 가장 많이 변하였고 발의 두께를 두르는 발둘레Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ은 동작에 의해 크게 변하지 않는 것으로 나타났다.

이는 설정된 동작들이 발을 땅에 대고 뒤꿈치를 들어 올려 앞으로 진행시켜 내딛는 보행과정 중의 동작이므로 주로 지절관절의 굴곡과 伸展에 의한 동작이며 또한 발의 운동에 관여하는 근육들이 대부분 발의 길이방향으로 퍼져 있기 때문으로 생각된다.

Table 8. Oneway table for Circumference by Movement

Item	Circumference I			Circumference II			Circumference III			Circumference IV			Circumference V			Circumference VI	
	In Out Total			In Out Total			In Out Total			In Out Total			Instep Sole Ankle			In Out	
	Move-ment	.28	.65	.27	.28	1.07	.83	1.98	.21	.93	1.20	4.17	2.97	18.38	2.72	33.26	.61

\* P < .05    \*\* P < .01    \*\*\* P < .001

Table 9는 발둘레를 동작별로 나타내고 기본동작 M0에 대하여 동작 M1, M2, M3, M4에 의한 차이를 검정한 결과이며, Fig. 5는 Mollison의 관계편차절선을 이용하여 동작에 의한 발둘레의 변화 정도를 나타낸 것이다.

동작에 의한 변화를 살펴보면 동작 M1에서는 발둘레Ⅴ이 발목부분에서 유의한 차이를 나타내었으며 동작 M2에서는 발둘레Ⅳ의 외측부분, 발둘레Ⅴ의 세부분에서 유의한 차이를 나타내었다. 동작 M3에서는 발둘레Ⅲ의 내측부분, 발둘레Ⅳ의 외측부분, 발둘레Ⅴ의 세부분에서 유의한 차이를 나타내었다. 즉 뒤꿈치를 들어올리는 각도가 커질수록 유의한 차이를 나타내는 항목이 늘어났다.

발둘레Ⅲ의 내측부분은 동작 M0와 동작 M3간에 유의한 차이가 나타났으며 동작 M3에서 0.43cm(-3.1%) 줄어들었다. 발둘레Ⅳ의 외측부

분에서 동작 M0와 동작 M2, M3간에 유의한 차이가 나타났으며 동작 M3에서 0.7cm(+5.7%) 늘어나 발둘레Ⅳ의 전체적으로는 1cm(+4.2%) 늘어났다. Fig. 4에서 발목관절의 움직임으로 인하여 동작에 따른 체표면 형태 변화가 다양했던 체표면적 5,14 부분은 발둘레Ⅲ의 내측부분과 발둘레Ⅳ의 외측부분에 의한 것으로 여겨진다. 발둘레Ⅴ의 발등부분은 동작 M0와 M2, M3 간에 유의한 차이가 나타났으며 발목부분은 동작 M0와 동작 M1, M2, M3간에 유의한 차이가 나타났고 발바닥 부분은 동작 M0와 동작 M2, M3간에 유의한 차이가 나타났다. 뒤꿈치를 점점 더 많이 들어 올리게 되는 동작 M1, M2, M3의 진행과 함께 발끝이 점차 굴곡되어 발둘레Ⅴ의 발등부분은 동작 M3의 경우 2cm(-13.4%) 줄어들고 반대로 바닥부분은 1.06cm(+4.6%) 늘어나고 발목부분

Table 9. Changes in Circumference by Movement

(unit : cm)

Circumference	Movement	M <sub>0</sub>		M <sub>1</sub> t-			M <sub>2</sub> t-			M <sub>3</sub> t-			M <sub>4</sub> t-		
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	value	$\bar{X}$	S.D.	value	$\bar{X}$	S.D.	value	$\bar{X}$	S.D.	value
I	Inside	10.21	.52	10.13	.60	.45	10.07	.59	.76	10.04	.65	.89	10.19	.58	.12
	Outside	12.48	.45	12.44	.45	.26	12.63	.52	.89	12.61	.49	.85	12.64	.48	-1.01
	Total	22.69	.73	22.57	.77	.49	22.70	.82	-.02	22.66	.79	.15	22.83	.71	-.56
II	Inside	10.07	.73	9.96	.78	.42	10.01	.66	.26	10.19	.60	-.57	10.07	.72	.00
	Outside	12.35	.50	12.20	.53	.88	12.17	.65	.92	12.43	.56	.44	12.49	.60	-.76
	Total	22.42	.92	22.16	1.00	.80	22.18	1.07	.70	22.62	.91	.67	22.56	.99	-.44
III	Inside	13.96	.65	13.75	.66	.94	13.60	.61	1.69	13.52	.63	2.03	13.99	.58	-.16
	Outside	14.66	.78	14.61	.72	.18	14.63	.81	.10	14.61	.73	.18	14.80	.68	-.59
	Total	28.61	1.22	28.36	1.22	.61	28.23	1.23	.94	28.13	1.25	1.16	28.79	1.06	-.47
VI	Inside	11.63	.47	11.62	.45	.04	11.66	.47	-.18	11.91	.50	-1.74	11.68	.42	-.37
	Outside	12.28	.53	12.54	.57	-1.42	12.79	.68	-2.51	12.99	.69	-3.44	12.33	.64	-.26
	Total	23.91	.88	24.17	.87	-.88	24.25	1.05	-1.67	24.90	1.11	-2.97	24.02	.95	-.35
V	Instep	14.92	.75	14.42	.85	1.89	13.76	.73	4.76	12.92	.79	7.81	14.63	.84	1.11
	Sole	23.17	1.09	23.73	1.12	-1.52	23.99	1.04	-2.30	24.23	1.10	-2.92	23.39	1.18	-.59
	Ankle	4.69	.33	4.26	.36	3.72	4.00	.33	6.28	3.66	.35	9.03	4.80	.37	-.95
VI	Inside	26.97	1.16	26.80	1.15	.45	26.54	1.36	1.03	26.40	1.27	1.40	26.75	1.10	.59
	Outside	26.07	1.12	26.14	1.12	-.21	25.88	1.12	.50	25.96	1.33	.26	26.14	1.15	-.19

\*P<.05 \*\*P<.01 \*\*\*P<.001

은 0.98cm(-21%) 줄어들었다. 발의 피복물 제작 시, 동작에 의하여 발둘레 V의 바닥부분이 4.6% 정도 신장하므로 길이로는 발길이의 4.6% 이상의 여유를 두어야 하며, 발등부분이 13.4% 줄어들은 것은 거의가 M.P.관절의 굴곡에 의한 것으로 이 부분은 발의 굴곡에 따른 부담을 주지 않도록 하고 뒷발목부분은 동작에 의하여 21% 줄어들므로 발목이 긴 피복물이 아닐 경우는 발목의 굴곡이 자유롭도록 발목 뒷부분을 파주는 등의 고려가 되어야 할 것이다.

동작 M4는 발뒤꿈치를 땅에 대고 발끝을 15° 정도 들어 올리는 동작으로, 동작에 의한 둘레 변화의 주 원인이었던 지질관절의 굴곡이 없는 동작이므로, 동작에 의한 변화의 폭이 적어 모든 발둘레 선에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이상에서 발의 보행동작에 의해 발의 두께를 두르는 발둘레항목은 거의 변하지 않았으나, 발의 길이방향으로 중심부분으로 두르는 발둘레선 V는 동작 M4를 제외한 뒤꿈치를 들어 올리는 동작 M1, M2, M3에 의해 발등과 뒷발목부위는 줄어

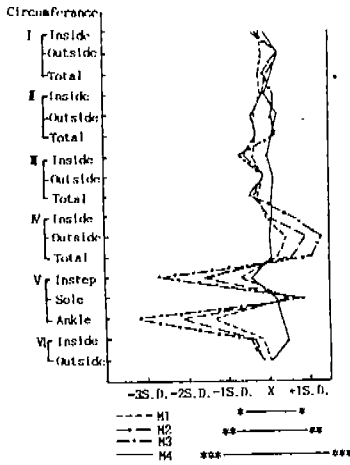


Fig. 5. Changes in Circumferances by Movements

들고 바닥부분은 늘어났다.

(2) 발의 체표면적

Table 10은 각 부위 체표면적에서 동작에 의한 차이를 검정한 결과이다.

발가락부위 체표면적 1, 2, 8, 9와 내측 Shell의 발목부위 체표면적 7에서 동작에 따른 유의한 차이를 나타내었으므로 발의 동작시 체표면적은 발에서 움직임이 가장 자유로운 발가락부위와 대부분의 발운동이 일어나는 발목부위에서 가장 크게 변하는 것을 알 수 있다.

Table 10. Oneway Table for Surface Area by Movement

Surface Area	Inside Shell							Outside Shell						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Movement	9.19	2.51	2.30	.41	.36	.07	9.88	23.26	6.82	1.55	.41	1.52	.35	1.21

\* P < .05 \*\*\* P < .001

Table 11은 발의 14개 각부 체표면적을 동작별로 나타내고, 기본동작 M0에 대하여 동작 M1, M2, M3, M4에 의한 차이를 검정한 결과이며, Fig. 6은 Mollison의 관계편차절선을 이용하여 변화의 정도를 나타낸 것이다.

동작 M1에 의해 유의한 차이가 나타난 항목은 외측 Shell의 발가락부위 발등쪽 체표면적 8이며, 동작 M2에 의해서는 발가락부위 체표면적 1, 2, 8, 9와 내측 Shell의 발목부위 체표면적 7이었다. 동작 M3에 의해서도 발가락부위 체표면적 1, 2, 8, 9와 내측 Shell의 발목부위 체표면적 7과 내측 Shell의 발들레 I과 II 사이의 발등쪽 체표면적 3이 유의한 차이를 나타내어 뒤꿈치를 들어 올리는 각도가 커질수록 기본동작과 유의한 차이를 나타내는 체표면적의 항목 수가 증가하고 그 신축율도 커졌다.

그러나 발끝을 15°정도 약간 들어 올리는 동작 M4에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

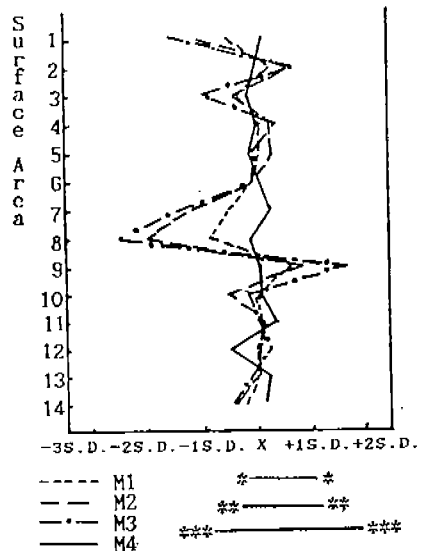


Fig. 6. Changes in Surface Areas by Movements

Table 11. Changes in Surface Area by Movement

(unit : cm<sup>2</sup>)

Movement	M <sub>0</sub>		M <sub>1</sub> t-			M <sub>2</sub> t-			M <sub>3</sub> t-			M <sub>4</sub> t-		
	Surface Area	$\bar{X}$ S.D.	$\bar{X}$ S.D.	S.D.	value	$\bar{X}$ S.D.	S.D.	value	$\bar{X}$ S.D.	S.D.	value	$\bar{X}$ S.D.	S.D.	value
1	28.11	3.05	26.54	2.77	1.62	25.02	3.36	2.89	23.26	2.31	5.38	28.59	3.75	-.42
2	30.88	4.23	32.08	3.71	-.90	33.83	4.25	-2.09	34.05	4.05	-2.29	31.04	3.88	-.12
3	31.36	3.09	30.43	3.01	.93	30.26	4.32	.88	28.33	2.75	3.11	30.93	2.88	.44
4	27.24	3.57	27.54	4.20	-.23	28.25	4.10	-.79	28.68	4.20	-1.11	27.40	4.22	-.12
5	34.54	4.00	34.85	4.19	-.23	35.69	4.01	-.86	34.55	3.99	-.01	34.18	3.89	.28
6	35.30	4.54	35.31	4.22	-.00	35.49	4.91	-.12	35.10	4.81	.13	35.94	4.39	-.36
7	26.76	3.02	25.27	2.72	1.55	23.34	2.60	3.64	22.59	3.08	4.10	27.69	3.20	-.90
8	37.44	3.33	34.70	3.36	2.46	30.81	4.05	5.36	29.06	3.09	7.83	37.24	2.66	.19
9	33.27	2.79	35.08	2.96	-1.88	35.73	4.03	-2.12	38.05	2.69	-5.22	33.55	2.96	-.29
10	39.76	4.08	39.80	2.41	-.03	37.66	5.08	1.37	39.25	2.68	.45	40.36	2.54	-.53
11	26.66	3.27	27.11	2.82	-.44	27.26	2.94	-.57	27.10	3.52	-.39	27.94	2.88	-1.25
12	40.26	7.01	40.49	5.73	-.11	40.78	6.83	-.22	42.29	6.63	-.89	37.09	6.39	1.42
13	31.30	4.27	31.06	4.09	.17	31.47	4.38	-.12	31.15	4.61	.10	32.54	4.36	-.87
14	27.58	4.18	26.83	4.21	.54	25.90	4.43	1.17	25.85	4.49	1.20	28.48	4.39	-.63

\* P < .05 \*\* P < .01 \*\*\* P < .001

발가락부위에 해당하는 체표면적 1, 2, 8, 9는 동작에 따라 각 부위 중 가장 변화의 폭이 크게 나타났는데 발꿈치를 들어 올리는 동작 M1, M2, M3의 진행과 함께 발등쪽 체표면적 1, 8은 점차 줄어들었다. 동작 M3에서는 발등쪽 체표면적 1은 4.8cm<sup>2</sup>(-17%), 체표면적 8은 8.37cm<sup>2</sup>(-22.4%) 줄어들었고 반면에 바닥쪽 체표면적 2, 9는 늘어나 체표면적 2는 3.17cm<sup>2</sup>(+10.13%), 체표면적 9는 2.97cm<sup>2</sup>(+8.9%) 늘어났다.

이러한 체표면적에서의 변화는 발볼레에서의 변화와 마찬가지로 동작 M1, M2, M3의 지질관절을 굴곡시키는 운동에 의해 발등쪽의 피부면은 접히고 바닥쪽의 피부면은 퍼지기 때문에 발생된

것이다. 내측 Shell의 발볼레 I과 발볼레 II 사이의 발등쪽 체표면적은 동작 M3에 의해 3.3cm<sup>2</sup>(-9.7%) 줄었는데 이 역시 지질관절의 굴곡 운동에 의한 것으로 내측에서만 유의한 차이가 나타난 것은 내측부분에 체중이 부하되어 힘이 주어지는 부분인 제 1중족관절이 있기 때문이다. 즉, 보행 동작으로 인한 M.P. 관절의 굴곡으로 발등쪽은 체표면적 1, 3을 합한 26.7%의 체표면적이 줄어들고 발바닥쪽은 체표면적 2, 4을 합한 15.6%의 체표면적이 늘어 나므로 발의 피복물 제작시 이 M.P. 관절의 움직임에 의한 피부면의 접힘과 늘어남을 고려하여야 할 것으로 여겨진다.

그외의 체표면적에서 동작에 의한 변화를 살펴

보면 내측과 외측의 체표면적은 동작에 따라 서로 비슷하게 변하여 발둘레 I와 발둘레 II 사이의 체표면적 3, 4, 10, 11에서 발등쪽 체표면적 3, 10은 동작에 의해 체표면적이 줄어들고 발바닥쪽 체표면적 4, 11은 늘어났다. 발둘레 II와 III사이의 체표면적 5, 6, 12, 13에서 발등쪽 체표면적 5, 12는 뒤꿈치를 들어올리는 동작 M1, M2, M3에서는 체표면적이 늘어나고 뒤꿈치를 바닥에 대고 발끝을 들어올리는 동작 M4에서는 체표면적이 줄어들었으며 발바닥 체표면적 6, 13은 모든 동작에 따라 약간씩 늘어났다. 발둘레 III과 발둘레 IV 사이의 체표면적 7, 14는 동작 M1, M2, M3에서는 체표면적이 줄어들고 동작 M4에서는 약간씩 늘어났다.

체표면적은 발둘레보다 보행동작에 의한 변화의 폭이 큰데, 발끝에서 발둘레선 I 사이, 즉 발가락 부위에 해당하는 체표면적은 M.P. 관절, 지질관절의 굴곡과 발가락의 움직임으로 인하여 발등쪽은 줄어들고 발바닥쪽은 늘어나며, 발둘레선 I과 발둘레선 III 사이의 체표면적은 M.P. 관절이 있는 내측Shell의 체표면적 3만 기본동작에 대해 유의한 차이를 나타내고 나머지 부분은 그 변화의 폭이 적어서 기본동작에 대한 유의한 차이를 나타내지는 않았으나, 발등쪽의 체표면적은 줄어들고 발바닥쪽은 늘어났다. 발둘레선 III과 발둘레선 IV 사이의 체표면적은 발목관절에 의해 발가락부분을 바닥에 대고 뒤꿈치를 들어 올리는 동작 M1, M2, M3에서는 줄어들고, 뒤꿈치만 바닥에 대고 발끝을 드는 동작 M4에 의해서는 늘어났다.

이상에서 나타난 발둘레와 발의 체표면적은 뒤꿈치를 점점 더 크게 들어 올리는 동작 M1, M2, M3이 진행됨에 따라 그 변화의 폭이 더 커지고 뒤꿈치를 붙히고 발끝을 위로 15° 들어올리는 동작 M4에 의해서는 기본동작에 비해 거의 변하지 않았다.

## IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 선연구에서 분류한 발 유형중 족시수와 족형각도에 의해 분류되는 6가지 발 유형을 중심으로 體表面 展開圖를 이용하여 발의 형태적 특징을 분석하기 위해서 6가지 유형별로 3명씩의 피험자를 선정하고 보행동작중 5가지 발동작을 설정하여 Surgical Tape 法으로 체표면을 복제하였다. 복제되어진 Shell에서 표면적과 둘레선을 측정하여 발 유형에 따른 발의 외형적인 형태특징을 고찰하고, 동작에 의한 발의 형태 변화를 분석하였으며 결과는 다음과 같다.

### 1. 발의 유형별 형태 특징 :

① 발둘레에서는 족형각도에 의해 분류되는 편평족과 정상족 두 유형간에는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 족형각도에 의해 분류되는 편평족과 정상족 모두 발둘레 I, II, III에서 족시수에 의한 세장형, 표준형, 광단형 세 유형간에 유의한 차이를 나타내어 발길이에 비해 발나비가 넓은 광단형일수록 발둘레도 큰 특징을 나타내고 있으며, 정상족은 발의 외측부분에서, 편평족은 내측에서 유형에 의한 특징을 나타낸다.

② 발의 체표면적을 통하여서는 발 유형간의 유의한 차이가 나타나지 않았으므로 발의 전체 체표면적에 대한 각 부분의 체표면적이 차지하는 비율은 발 유형에 상관없이 모든 유형의 발에서 일정하다고 할 수 있다.

### 2. 동작에 의한 형태 변화 :

① 발의 동작에 의해 발둘레 IV, V에서는 유의한 차이가 나타났으나 발둘레 I, II, III, VI는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 동작 M1, M2, M3에 의해 발둘레 IV는 주로 외측에서 늘어났으며 발둘레 V는 발등과 뒷발목부위에서 줄어들고 바닥부분은 늘어났다.

② 발의 운동에 관여하는 M.P관절, 발목, 발가락부위에 해당하는 발끝에서 발둘레 I 사이의 체표면적과 발둘레 III과 발둘레 IV 사이의 체표면적

에서 동작에 의한 유의한 차이가 나타났다.

동작 M1, M2, M3에 의해 발등쪽의 체표면적은 줄어들고 바닥쪽의 체표면적은 늘어났으나, 동작 M4에 의해서는 발목부위인 발둘레Ⅲ과Ⅳ사이의 체표면적은 늘어났다.

③ 설정된 동작중 기본동작과 가장 큰 차이를 보인 동작은 발끝의 굴곡이 가장 큰 뒤꿈치를 75° 들어 올린 동작 M3이며, 거의 차이가 없었던 동작은 뒤꿈치를 대고 발끝을 15° 들어 올린 동작 M4였다.

④ 동작에 의하여 발둘레선과 체표면적은 발등쪽은 줄어들고 발바닥쪽은 늘어났으며 뒷발목쪽은 줄어드는데 이는 주로 M.P. 관절과 발목관절에 의한 것이며 발의 피복물 제작시 이러한 형태의 늘어남과 줄어들음이 고려되어야 할 것으로 여겨진다.

### 참고문헌

- 권영숙, 석고法和 Surgical Tape 法을 中心으로 한 체표면 복제법의 비교, 부산대학교 가정대학 연구보고, V.15, 1989, 65~75.
- 권영숙, 여자버선 原型 設計를 위한 實驗的 研究 I, 복식 18호, 1992, 133~143.
- Clake(1933), H.H., An objective method of measuring the Height of the longitudinal arch of the foot, Res. Quart, V.4, N.3, 김대식의 5명, 體育學測定法, 형설출판사, 1985, 275~278.
- 문명옥·권영숙, 발의 形態分析에 관한 연구 (I) - 발의 형 분류를 중심으로 -, 한국의류학회지, V.12, N.1, 1988, 45~52.
- 문명옥, 발의 동작 분석에 관한 연구, 성심의 국어전문대 논문집, 11, 1992, 297~306.
- 서국웅, Biolite shoes 의 충격력 흡수 효능 분석, 체육과학 연구소 논문집, 제2집, 1986, 75~101.
- 손미진, 어린이 발 보호에 대한 연구, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 1985.
- 한국과학기술연구소, 산업의 표준치 설정을 위한 국민 체위 조사 연구 보고서, 1980, 484~487.
- 이근희, 人間工學, 창지사, 1979, 48~53.
- 이공세, 바이오메카닉스, 동지문화사, 1982, 321~322.
- 안병준, 人間工學의 指針, 형설출판사, 1982, 106~123.
- 이연순, Stocking 의 動作適合性에 관한 人間工學的 研究, 자원문제연구, 2, 1983, 157~162.
- 임 순, 韓國 女性의 體表面的에 관한 研究 -20~40代를 中心으로-, 한양대학교 대학원 박사학위논문, 1988.
- 한국과학기술연구소, 산업의 표준치 설정을 위한 국민 체위 조사 연구 보고서, 1980, 484~487.
- 橫江清司, 歩行と障害, J.J. SPORTS SCI., 3, 8, 1984, 630~638.
- 阿久津邦南, 歩行の科學 -運動不足 克服のために-, 不味堂新書, 1973, 26~39.
- 岡田守彦, 靈長類の二足歩行, J.J. SPORTS SCI., 3, 8, 1984, 597~605.
- 石川知福, 歩行の實驗的 研究(第2回 報告) -負荷量の研究-, 勞動科學, 9, 1932, 17~47.
- 古澤一夫의 1명, 歩行의 機械的 效率, 勞動科學研究, 13, 1936, 491~499.
- 後藤幸弘, 歩行. 走行의 科學 -年齡, 速度條件による筋活動의 變化를 中心として-, 織消誌, 28, 4, 1987, 143~148.
- 木越美和子, 右足先의 形態의 研究, 日家誌, 27, 4, 1976, 299~303.
- M.Fujita의 9명, Reproducibility of Gait Analysis, BIOMECHANICS, VIII-A, HUMAN KINETICS PUBLISHERS, 1983, 485~489.
- N.Mastusaka 외 7명, Motion and Role of



the MP Joints in Walking, BIOMECHANICS VIII-A, HUMAN KINETICS PUBLISHERS, 1983, 467~470.

## ABSTRACT

### A Study on the Analysis of the Foot Surface Area Development Figure by Foot Types and Movements

Myeng Ok Moon\* · Young Suk Kwon  
 Dept. of Clothing and Textiles,  
 Dong Eui University\*  
 Dept. of Clothing and Textiles,  
 Pusan National University

The purpose of this study is to analyze the characteristics of foot according to foot type and analyze the change of foot shape by movements for the sake of making a comfort-

able footwears.

On the 6 foot type classified by F.I. and F.P.A., this study analyze the surface areas and circumference in the surface area development figure. There are selected eighteen college girls and four movements.

The results are as follows :

1. In the 6 foot types classified by F.I. and F.P.A., the circumferences were differed significantly.
2. In the 6 foot types classified by F.I. and F.P.A., the surface areas were not differed significantly.
3. By movements, circumferences and surfaces were not significantly changed according foot type.
4. By movements, the circumference IV, V were changed variously.
5. By movements, surface area of toes, M.P. joint and ankle were changed variously.