

## 상지 형태와 의복소매에 관한 인간 공학적 연구(제2보) - 동작에 의한 상지 길이 변화 -

### Ergonomic Studies of Arm Shapes and Sleeves : Arm length depending on Arm movements

조 경 애\*

#### Abstract

In our previous work using a motion analyzer and 3-dimensional sonic digitizer, the arm shapes for 23 women in their early twenties were classified into three characteristic types. In order to design sleeves, suitable for arm movements for the three characteristic arm shapes, a relationship between arm length variation and shoulder/elbow angles has been investigated for four cases of arm movements (flexion, extension, adduction and abduction). Each arm movement can be characterized by the changes in shoulder angle and the changes in elbow angle at the maximal shoulder angle. In all the four cases of arm movements, the changes of shoulder length and cap height are largest at the maximal shoulder angle. These changes were little affected by changes in elbow angle. The changes in the lower arm length and the difference between cap height and upper arm length are the largest at the maximal elbow angle of the maximal shoulder angle. There is a linear relationship between cap height and shoulder angle during arm movements; thus, in designing sleeves the cap height can be determined from the regression of cap height vs. shoulder angle.

## 1. 서론

인간은 생활속에서 다양한 동작을 반복하고 있으며 인간이 하는 동작을 보면 골격의 위치가 변하고 근육의 팽창과 신축이 일어나 체표가 변화한다. 따라서 동작은 동작에 동원되는 지체와 인접한 지체골두가 이루는 관절각으로 표시될 수 있다.

그러므로 동작의 가능성이 감안된 의복이란 지체 부위의 특성과 관절각의 특성이 설계 기준으로 적용된 의복으로 정의할 수 있을 것이다<sup>(1)</sup>. 신체의 동작은 상지, 하지의 관절각의 변화와 경부, 동체부의 굴신으로 이루어진다. 이 중에서 특히 상지 및 어깨부분은 인체내에서 움직임이 자유스럽고 신체 중 운동 영역이 넓으며 체표면변화 또한 크므로<sup>(2)</sup> 상지는 의복의 동작 가능성이 특히 요구되는 부위이다. 그러므로 기능적인 소매설계는 상지부의 형태를 관찰하여 그 특성을 밝히고 동작에 따른 상지부의 필요치수를 산출하여 동작과정에서 발생하는 상지의 변화를 소매원형에 합리적으로 적용해야 한다<sup>(1)</sup>.

따라서 제1보<sup>(3)</sup>에서는 의복 안에서 동작이 불편하지 않도록 소매설계를 하기 위하여 상지부의 형태를 3차원적인 계측법에 의한 계측치와 계산치로써 분석하고 적절한 몇 개의 특징을 갖는 상지형태를 유형화시켜 형태별 상지특성을 파악하였다.

그리고 본보에서는 연속적인 동작이 행하여질 때 상지 형태별로 계측점의 궤적 변화에서 어깨길이와 상지 길이의 변화량을 파악하고 동작방향에 따른 관절각과 길이 변화의 관계에서 회귀식을 산출하여 소매설계에 필요한 기초적

자료를 제공하고자 한다.

## 2. 계측 및 분석방법

### 2-1. 계측대상자

계측대상자는 제1보와 동일하며 1992년 공업진흥청의 국민 표준체위 조사표<sup>(4)</sup>에 나타난 우리나라 성인 여성의 평균키(159.2cm, S.D 4.9)와 몸무게(53.0kg, S.D 5.8)에 해당하는 여대생 23名을 대상으로 하였다.

### 2-2. 계측기기

실험에 사용된 기기는 3-D motion analysis system(동작 분석 시스템)<sup>(5,6)</sup>이 사용되었으며 실험기기의 종류 및 용도는 제1보와 동일하다.

### 2-3. 계측항목 및 동작설정

#### 2-3-1. 계측항목

계측을 위한 기준점은 제 1보와 동일하게 KSA7003(인체계측용어)<sup>(7)</sup>에 준하였으며 목 옆점(1), 어깨점(2), 상완최외측 돌출점(3), 팔꿈치점(4), 손목점(5)으로 <그림 1>에 나타내었다.

계측항목은 어깨길이(1-2), 소매산길이(2-3), 상완하부길이(3-4), 전완길이(4-5)이다.

#### 2-3-2. 상지동작 방향

똑바로 앞을 바라보며 손바닥 방향을 내측

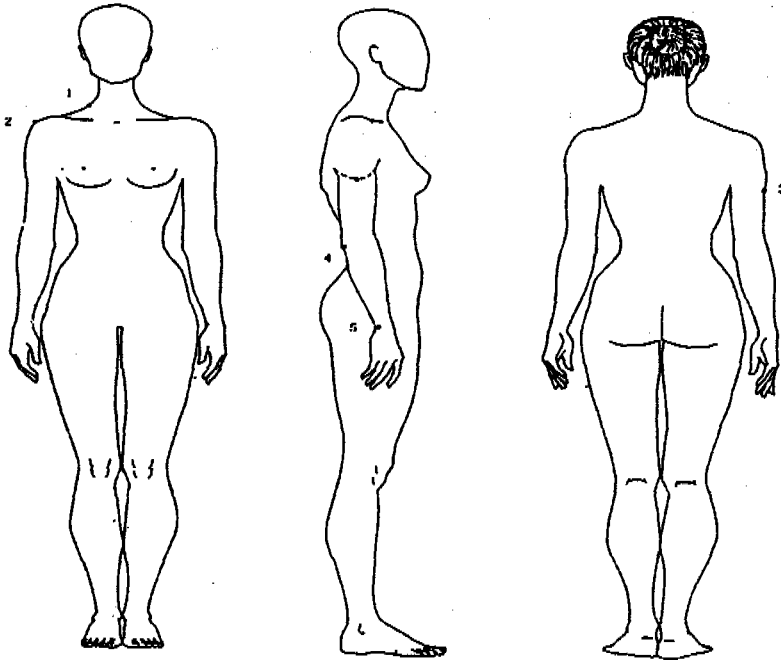


그림 1. 계속 기준점

으로 하여 양팔을 자연스럽게 옆에 붙인다. 그리고 발끝을 30°로 벌려 앞으로 향한 상태에서 있는 사람의 자세를 정지동작으로 하였다. 상지의 각 동작방향은 앞동작(flexion), 뒷동작(extension), 안동작(adduction), 바깥동작(abduction)이고 다음과 같이 정의한다.<sup>(8)</sup>

**바깥동작(abduction) :** 상지를 정중면(sagittal plane)에서 보다 멀어지게 하는 어깨관절의 동작

**안동작(adduction) :** 바깥동작의 반대동작으로 상지를 정중면으로 가까이 오게하는 어깨관절의 동작

**앞동작(flexion) :** 상지를 앞쪽으로 올리는 어깨관절과 팔꿈치관절의 동작

**뒷동작(extension) :** 앞동작의 반대동작으로 상지를 뒤쪽으로 향하는 어깨관절의 동작

2-3-3. 상지동작의 표시방법

상지동작은 어깨관절, 팔꿈치관절의 동작방향의 조합으로 이루어진다.

실험동작의 각 동작 방향별 각도 범위는 < 표 1>과 같다.

<표 1> 실험동작의 동작방향별 범위

상지 관절	어깨 관절				팔꿈치 관절
	바깥동작 (S, ab)	안동작 (S, ab)	앞동작 (S, fl)	뒷동작 (S, ex)	
동작방향	바깥동작 (S, ab)	안동작 (S, ab)	앞동작 (S, fl)	뒷동작 (S, ex)	앞동작 (E, fl)
동작범위	90°	50°	180°	40°	145°

### 2-4. 계측 기준 및 자료처리

상지동작 각도 계측의 기준점은 어깨끝점, 팔꿈치점, 손목점이다. 어깨관절과 팔꿈치관절의 동작각도 계측의 기준선은 기준자세에서 기준점을 연결한 선으로써 수직의 각도 기준축과 일치하여 0°를 이루는 선이다. 각 관절의 동작각도는 수직의 기준축과 이 기준선과의 각도 크기를 나타내며 상지의 동작 방향별 동작각도의 계측기준은 <그림 2><sup>(1)</sup>와 같다.

<그림 3>은 피험자 P. B. S의 상지동작 각 운동 변화의 예로써 동작방향 M1 M2 M3 M4의 주기동안 발생하는 상지관절의 각 운동 변화를 나타낸 것이다.

3차원 좌표의 자료 처리 방법은 각 카메라에 의한 초당 30회(30HZ)의 촬영과정이 video processor라는 장치에 의해 동기화 되어 카메라 별로 컴퓨터의 메모리영역 또는 video tape에 저장된다. 각 좌표값의 출력 예로써 피험자의 M1동작의 각 계측점 1, 2, 3.

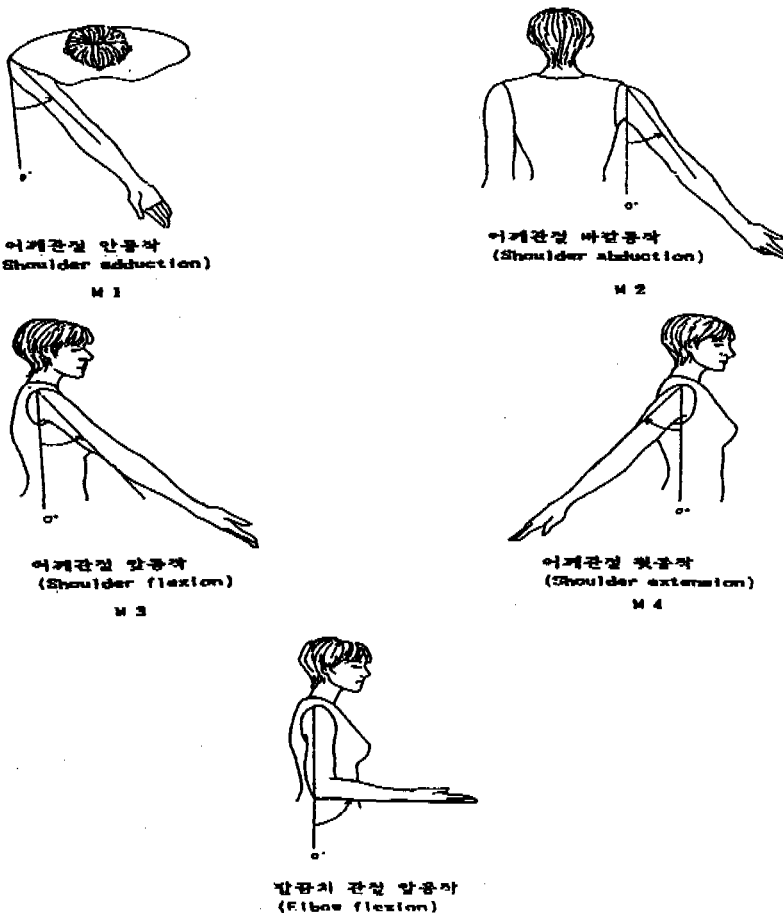


그림 2. 상지동작의 각도측정기준

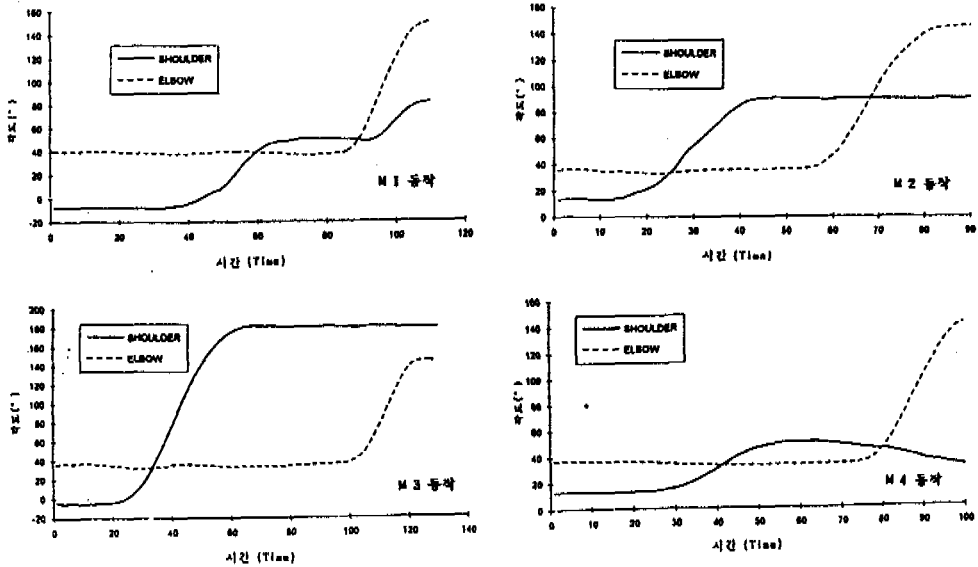


그림 3. 동작별 상지관절각의 경시변화

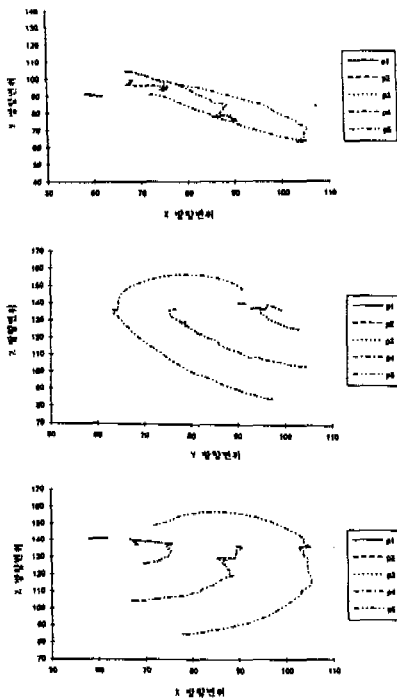


그림 4. M1동작시 계측점의 운동궤적

4, 5의 궤적을 <그림 4>에 나타내었다.

그리고 M1동작 궤적의 길이 X, Y 및 Z의 변화를 <그림 5>에 나타내었다.

궤적도는 각 반사 마크의 궤적을 추적한 것이고 X, Y 및 Z의 변화도는 궤적의 길이를 X, Y, Z좌표치로 나누어 그 변화량을 그래프화 한 것이다. 궤적도는 각각의 계측점의 움직임만을 나타내는 것은 가능하지만 상지의 움직임 전체를 나타내는 것은 가능하지 않다. 그러므로 연결한 stick diagram을 구하고 연결한 선의 연속적 변화에서 상지의 형상변화를 구했다. 이것은 영상이 컴퓨터에 설치되어 있는 소프트웨어를 통해 3차원 좌표값을 갖는 단일 영상으로 합성되는 tracking과정을 거치게 된다. tracking된 data가 상지동작주기를 통해 일어난 marker의 이동 변위를 나타내주는 시계열 데이터파일(time-series data file)형태로써 이를 이용하여 각 평면(시상면, 전두면, 수평면)에서의 동작과정을 각 계측점을 연결한

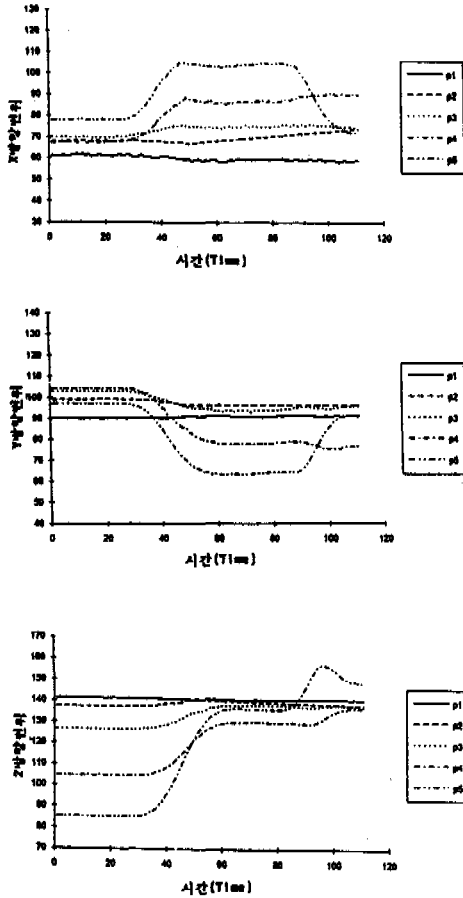


그림 5. M1동작시 계측점의 X,Y,Z변위

stick diagram 형태로 animation 할 수 있는데<sup>(9)</sup> 이것의 M1동작을 <그림 6>에 나타내었다.

<그림 7>은 M1동작의 stick diagram의 분할도이다.

### 3. 연구 결과 및 고찰

#### 3-1. 동작에 의한 길이 변화 분석

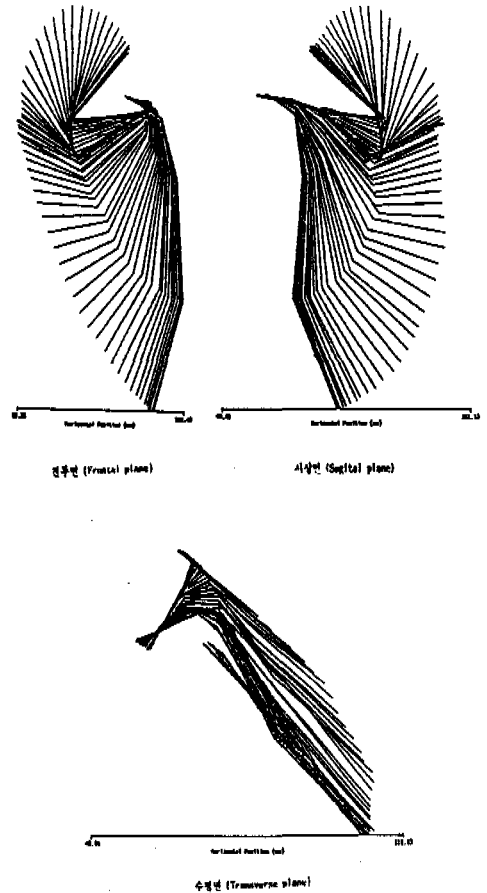


그림 6. M1동작과정의 3차원적 Animation

(2-4)과정을 거쳐 계측점 1, 2, 3, 4, 5에서 각 동작시 어깨관절각과 팔꿈치 관절각의 변화에 의한 어깨길이, 소매산 길이, 상완하부 길이, 전완길이를 구하여 상지동작에 의한 4 항목의 길이 변화에 대한 변화량과 변화량간의 상관관계를 알아 보았다.

#### 3-1-1. 상지동작에서 동작별 길이변화

상지동작에서 각 동작별로 어깨 관절각과 팔꿈치 관절각이 최대일때의 평균길이 증가량과 감소량을 살펴보면 <표 2>와 같다.

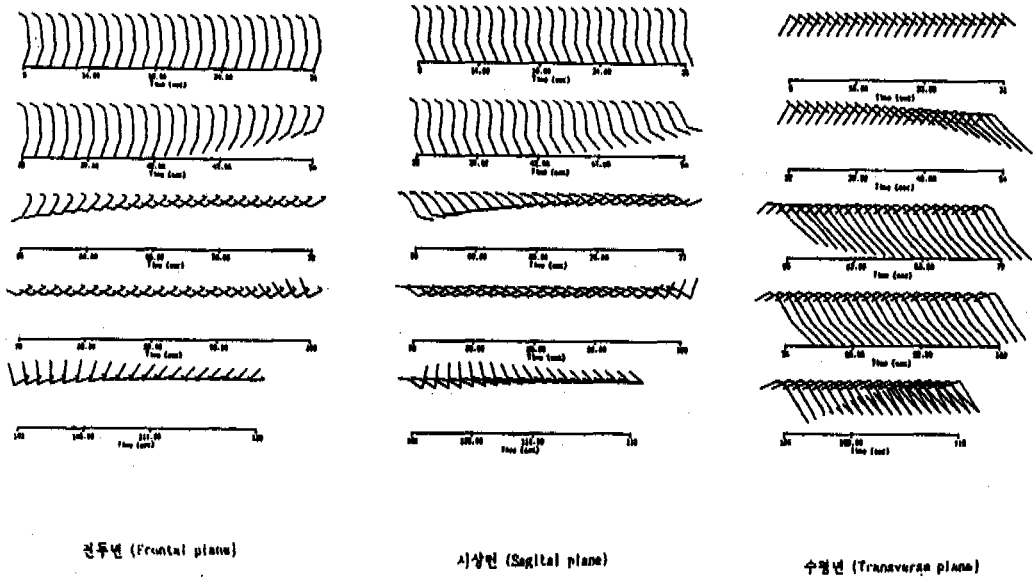


그림 7. M1 동작과정의 3차원적 Animation

〈표 2〉에 나타난 결과를 살펴보면 어깨관절 각의 최대동작에서 어깨길이는 M1동작에서 -3.30cm, M2동작에서 -3.34cm로 감소하였고, M3동작에서 -6.84cm로 나타나 상완에서 소매산길이를 제외한 상완하부길이는 어깨관절 각에 따라 M2동작에서 어깨길이가 50%정도 감소하였으며 M4동작에서 -1.49cm로 모든 동작에서 감소하는 것으로 나타나 어깨관절각만 고려한 모든 상지동작에서 어깨길이는 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 팔꿈치 관절각을 조합한 동작에서는 M2동작에서만 어깨길이가 조금 감소하고, M1, M3, M4동작에서는 조금씩 증가하는 것으로 나타났다.

소매산길이의 변화는 M3동작에서 -2.40cm로 나타나 평균 22%가 감소하였으며 최<sup>(1)</sup>, 함<sup>(10)</sup>, 최<sup>(11)</sup>, 서<sup>(12)</sup>, 민<sup>(13)</sup>의 연구와도 일치한다. 다음으로 M2동작에서 1.59cm가 감소하였으며 M1동작과 M4동작에서는 각각

0.18, 0.20cm감소하는 것으로 나타났다. 또 모든 동작에서 팔꿈치 관절각을 조합하였을 때 소매산길이 변화는 거의 없는 것으로 나타나 팔꿈치 관절각 운동은 소매산 길이에 영향을 미치지 않는 것으로 최<sup>(1)</sup>의 연구결과와도 일치한다. 이는 소매산 길이의 변화는 어깨관절각의 변화가 클수록 길이가 많이 감소하는 것을 알 수 있으며 어깨관절각의 변화가 50° 이하일 때는 그 변화량이 아주 작은 것을 알 수 있다. 그러므로 소매원형 제작시 의복의 용도에 따라 동작의 범위를 고려하여 소매산 높이를 설정하는 것이 타당하다.

상완하부길이는 거의 변화를 보이지 않는 것을 알 수 있으며 M1동작과 M3동작에서는 조금씩 증가하는 부위인 것으로 나타났다. 그러나 뒷동작인 M4동작에서는 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 또 이 부위에서 팔꿈치 관절각 운동이 조합되었을 때 모든 동작에서 평균

표 2. 동작방향별 평균길이 변화량

(단위:cm)

주관절각		어깨 관절각				팔꿈치 관절각 조합			
		평균	편차	최소	최대	평균	편차	최소	최대
어깨 길이	M1	-3.30	0.91	-5.05	-2.56	0.78	0.23	0.530	1.28
	M2	-3.34	0.41	-4.14	-2.88	-0.96	0.22	-1.29	-0.51
	M3	-6.84	0.74	-8.00	-5.92	0.18	0.41	-0.34	0.79
	M4	-1.49	0.26	-2.03	-1.21	0.13	0.45	-0.34	0.69
소매산 길이	M1	-0.18	0.18	-0.41	0.04	0.10	0.17	-0.18	0.32
	M2	-1.59	0.36	-2.01	-1.05	0.18	0.37	-0.25	0.71
	M3	-2.40	0.58	-3.06	-1.57	0.11	0.41	-0.49	0.71
	M4	-0.20	0.15	-0.37	0.03	0.04	0.45	-0.47	0.61
상완하부 길이	M1	1.69	0.28	-1.16	2.15	2.44	0.30	2.10	2.90
	M2	0.01	0.44	-0.53	0.86	2.59	0.22	2.15	2.91
	M3	1.97	0.97	0.74	3.66	2.78	0.41	2.30	3.28
	M4	-0.81	0.52	-1.39	-0.16	2.64	0.45	2.15	3.19
전완 길이	M1	0.55	0.20	0.24	0.82	2.33	0.31	1.98	2.86
	M2	0.24	0.46	-0.19	1.24	2.37	0.37	1.96	2.92
	M3	0.48	0.73	-0.28	1.70	2.71	0.40	2.28	3.25
	M4	-0.81	0.32	-1.12	-0.18	2.61	0.45	2.08	3.15
소매 길이	M1	2.07	0.56	0.99	2.85	4.87	0.63	4.02	5.76
	M2	-1.34	1.00	-2.73	-0.05	5.13	0.84	4.01	6.16
	M3	0.05	1.58	-2.48	3.37	5.59	0.83	4.26	6.67
	M4	-1.82	0.64	-2.56	-0.71	5.29	1.11	3.85	6.90

2.44cm에서 2.78cm사이의 길이가 늘어나 모든 동작에서 평균 10%이상씩 늘어났으며 상완하부길이는 어깨 관절각의 영향보다 팔꿈치 관절각의 영향을 더 크게 받는 것으로 나타났다.

전완길이의 변화는 M1, M2, M3동작에서는 조금씩 증가하였으나 M4동작에서는 오히려 감소하는 경향을 보였다. 그리고 전완에서

의 팔꿈치관절각이 조합되었을때 상완하부길이에서와 마찬가지로 모든 동작에서 비슷한 증가량을 나타내고 있다. 동작별 평균 길이 변화량 중 소매산길이, 상완하부길이, 전완길이를 합한 소매전체길이는 어깨관절각이 최대동작일때 M1동작에서는 2cm가 증가하였고 M2동작과 M4동작에서는 각각 -1.34cm, -1.82cm로 나타나 감소하였으며 M3동작에서는 거의 변



화가 없었다.

팔꿈치 동작이 조합되었을 때 소매길이는 M1, M2, M3, M4 모든 동작에서 4.87cm에서 5.59cm사이의 길이가 증가하는 것으로 나타났으나 소매길이의 전체 증가량중 90%이상이 상완하부와 전완길에서 나타났다. 부위별 최대 변화량이 생기는 동작은 어깨길리와 소매산길리는 M3동작에서의 어깨관절각 앞동작을 할 때이다. 상완하부길리와 전완길리에서는 최대 변화량이 생기는 동작이 M3동작에서 팔꿈치 관절각이 조합될 때인것으로 나타나 어깨길리와 상지길리 변화는 동작방향보다는 관절각의 변화가 클 때 더 많은량의 길리 변화가 나타나는 것으로 사료된다.

3-1-2. 항목별 변화량간의 상관관계

상지 동작 방향별로 최대 각도까지의 변화량간의 상관관계를 분석하였다. <표 3>은 어깨관절각의 변화에 따른 부위간 상관관계를 나

타낸 것이고 <표 4>는 팔꿈치관절각의 변화에 의한 부위간 상관관계를 나타낸 것이다.

<표 3>에 나타난 바와 같이 어깨관절각이 변할 때 항목간 상관관계가 높은 부위는 M3 동작에서 어깨길리와 소매산길리간, 어깨길리와 상완하부길리간이다. 또 M2, M3동작에서도 어깨길리와 소매산길리가 높은 상관을 보이고 있어 어깨관절각 각도가 커질수록 소매산길리와 어깨길리의 상관은 높은 것으로 나타났다. M4동작은 소매산 길리와 상완하부길리에서 다른 항목보다 높은 상관을 보이고 있으며 어깨길리와 상완하부라도 높은 상관을 나타낸다. 그리고 M1동작도 어깨길리와 상완하부와는 높은 상관을 나타내고 있어 어깨관절각 변화만 살펴볼 때 상지가 동체부에서 많이 떨어지는 M2, M3동작에서는 어깨길리와 상완상부간의 변화량 상관이 높으며 상지가 동체부가 가까이 있으면서 동작이 행하여지는 M1, M4 동작에서는 어깨길리와 상완하부에서 더 높은

표 3. 어깨관절 동작시 동작별 항목간 상관관계

동 작	항 목	어깨길리	소매산길리	상완하부길리	전완길리
M1	어깨길리	1			
	소매산길리	-0.1242	1		
	상완하부길리	-0.5603**	-0.4700**	1	
	전완길리	0.1545	0.0785	0.3779**	1
M2	어깨길리	1			
	소매산길리	0.4948**	1		
	상완하부길리	0.1691	-0.4002**	1	
	전완길리	0.0186	0.1538	0.0436	1
M3	어깨길리	1			
	소매산길리	0.7001**	1		
	상완하부길리	-0.7701**	-0.6181**	1	
	전완길리	-0.0613	-0.0732	0.0618	1
M4	어깨길리	1			
	소매산길리	-0.2522**	1		
	상완하부길리	0.6021**	-0.7226**	1	
	전완길리	0.5611**	0.2830*	-0.1391	1

0.01 ≤ : \*    0.05 ≤ : \*\*

표 4. 팔꿈치관절 동작 조합시 동작별 항목간 상관관계

동작	항 목	어깨길이	소매산길이	상완하부길이	전완길이
M1	어깨길이	1			
	소매산길이	-0.2580**	1		
	상완하부길이	0.4758**	-0.0262	1	
	전완길이	0.7391**	0.2250**	0.7439**	1
M2	어깨길이	1			
	소매산길이	-0.3235**	1		
	상완하부길이	-0.4441**	-0.1595*	1	
	전완길이	-0.1750*	0.4602**	0.6629**	1
M3	어깨길이	1			
	소매산길이	-0.1227	1		
	상완하부길이	0.0208	0.4591**	1	
	전완길이	0.6519**	0.1837**	0.3849**	1
M4	어깨길이	1			
	소매산길이	-0.4217**	1		
	상완하부길이	0.1762**	-0.3024**	1	
	전완길이	0.3620**	0.2460**	0.3126**	1

0.01 ≤ \*    0.05 ≤ \*\*

상관을 보이고 있는 것으로 나타났다.

〈표 4〉에 나타난 바와같이 팔꿈치 관절각이 변할 때 항목간 상관관계가 가장 높게 나타난 것은 M1동작에서 상완하부와 전완, 어깨길이와 전완과의 상관이 가장 높은 것으로 나타났다. 또 어깨관절 운동시 부적상관을 나타낸 상완하부길이와 어깨길이의 관계는 팔꿈치 관절이 조합되었을 때는 정적상관을 나타내었다. 그리고 M2, M3, M4 모든 동작에서도 상완하부와 전완간에 상관이 있는 것으로 나타났다. 또 어깨길이와 전완간에도 M1, M2, M3, M4 모든 동작에서 상관이 있는 것으로 나타났으며 M1동작에서 가장 높은 상관을 보이고 있다. 소매산과 전완간에도 모든 동작에서 상관이 있는 것으로 나타났으나 상관도는 낮았다. 또 소매산과 상완하부간에도 M1동작을 제외한 모든 동작에서 상관이 있는 것으로 나타났다. 상지동작에 따른 항목간 변화량의 상관을 종합해 보면 어깨관절각 각도가 커질수

록 소매산길이와 어깨길이의 상관이 높은 것으로 나타났다. 이는 어깨관절각 동작이 커질수록 어깨부위와 소매산부위에 관련된 여유량이 필요함을 알 수 있다. 팔꿈치 관절각에서 가장 높은 상관관계를 나타낸 것은 M1동작에서 상완하부와 전완과의 상관으로 나타났다. 또 M2, M3, M4동작에서도 상완하부와 전완간의 상관을 보여 팔꿈치 관절각 동작을 할 때 상완하부와 전완간에서 서로 관련된 여유량이 필요함을 알 수 있다.

### 3-2. 길이 변화 회귀식 산출

동작의 특성과 길이 변화간에 밀접한 관계가 성립한다면 동작의 특성과 길이변화의 연관관계로부터 길이 변화를 추정하는 회귀식이 성립할 수 있음을 알 수 있다. 길이 변화에 영

향을 미치는 동작변수는 어깨관절 4방향축과 팔꿈치 관절 1방향축을 더한 5개 방향축과

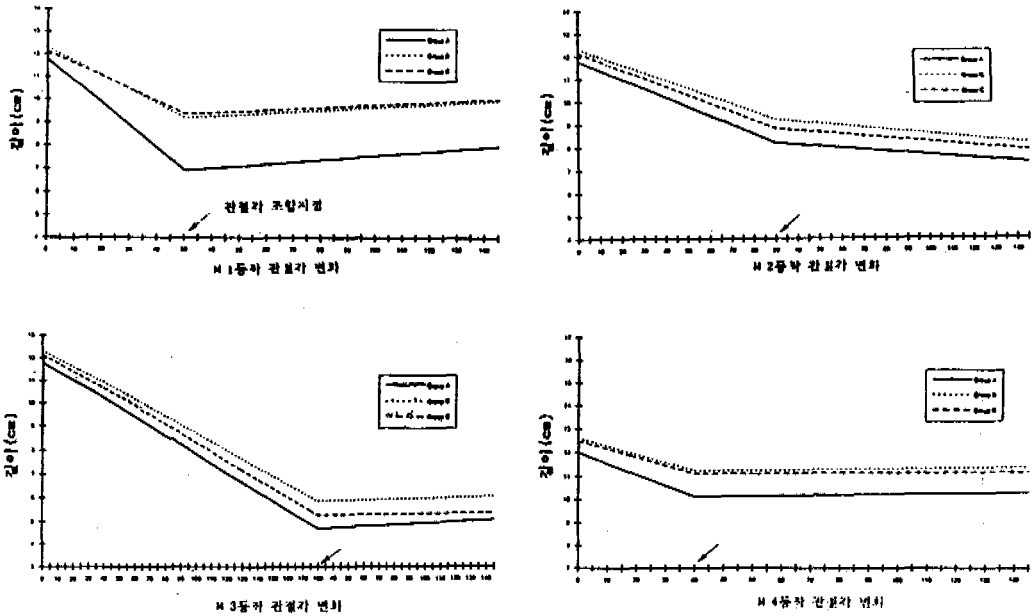


그림 8. 동작에 따른 상지형태별 어깨길이 변화

각축에서의 관절각도로 정의하였다. 이로부터 길이변화를 종속변수로, 관절의 운동방향과 관절각도를 독립변수로 하는 회귀분석을 통한 회귀식을 산출하였다.

3-2-1. 상지형태별 동작에 따른 길이변화

제1보에서 분류된 상지 형태는 상완길이 항목과 진동두께가 가장 크고 상지상부와 하부의 둘레 차이가 큰 A형, 상완상부의 크기가 가장 적으며 상완상부와 하부의 굵기 차이는 적은 B형과 상완측면의 크기가 작고 상완 전면과 후면의 크기는 가장 큰 C형이다.

분류된 상지형태별 관절각도 변화량에 의한 부위별 평균길이 변화량을 <그림 8>, <그림 9>, <그림 10>, <그림 11>에 나타내었다.

그림에 나타난 변화형태를 보면 길이 변화는 각 동작방향의 관절각에 따라 선형적 증가

혹은 감소를 보이고 있음을 알 수 있다. <그림 8>의 M1동작에서의 어깨길이는 분류된 세 형태에서 모두 어깨관절각의 변화에 따라 선형적으로 감소 경향을 보이다가 팔꿈치 관절각의 변화에서는 조금씩 증가하는 것으로 나타났다. M2동작에서는 어깨관절각도가 90° 까지 증가함에 따라 어깨길이는 감소하는 경향을 보이고 있으며 팔꿈치각도의 증가에 따라서도 어깨길이는 조금씩 감소하는 경향을 보이는 것이 세 형태에서 같은 경향을 나타내고 있다. M3동작에서도 어깨관절각도가 180° 까지 증가함에 따라 어깨길이가 크게 감소하는 경향을 보이고 있으며, 팔꿈치각도의 증가에 의한 어깨길이 변화도 조금의 증가를 보이나 같은 경향을 나타내고 있다. M4동작에서는 어깨관절각도의 변화에 따라 어깨길이는 조금씩 감소하는 경향을 보이나, 팔꿈치관절의 변화에 의한 어깨길

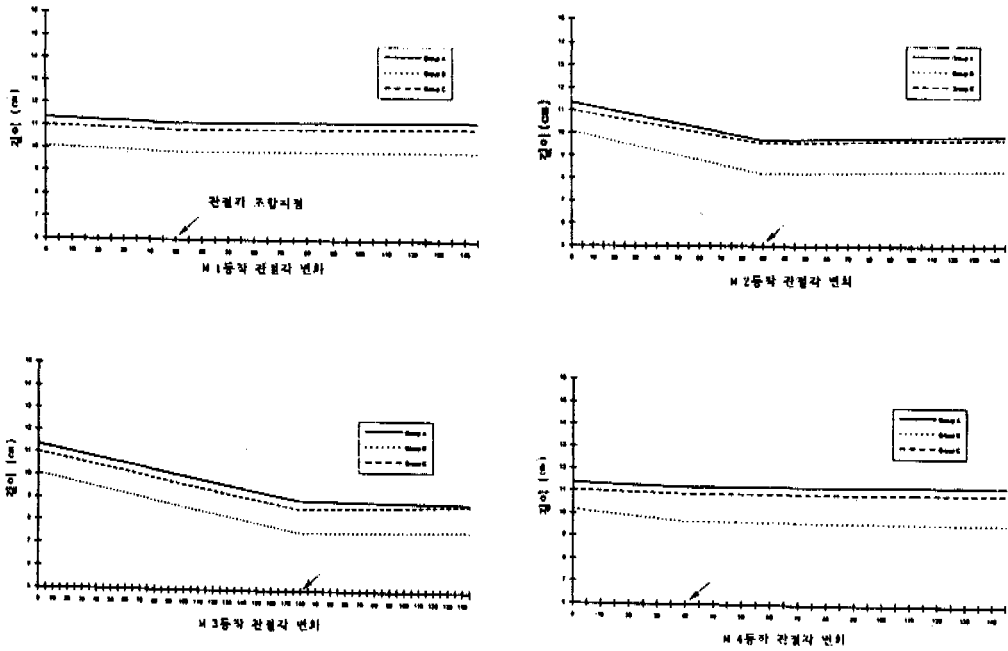


그림 9. 동작에 따른 상지형태별 소매산길이 변화

이변화는 거의 없는 것으로 나타났으며 모든 관절각도의 변화에 따른 어깨길이의 변화는 세 형태에서 같은 경향을 나타내고 있다.

〈그림 9〉의 소매산 길이의 변화를 살펴보면 M1동작에서는 어깨관절각과 팔꿈치관절각의 변화에 의한 소매산길이의 변화는 거의 없는 것으로 나타났으며 이러한 경향은 세형태 모두 동일하게 나타났다. M2동작에서는 모든 형태에서 어깨관절각이 증가함에 따라서 소매산길이가 감소하는 경향을 나타내고 있으며 팔꿈치 관절각의 변화는 소매산길이에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. M3동작에서도 어깨관절각이 증가함에 따라서 소매산길이가 선형적으로 감소하는 경향을 나타내고 있으며 팔꿈치 관절각의 변화에는 영향을 받지 않는 것으로 세형태 모두 같은 경향을 나타내고 있다. M4

동작에서는 M1동작에서와 마찬가지로 어깨관절각과 팔꿈치 관절각의 변화에 따른 소매산길이의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다.

〈그림 10〉의 상완하부길이에 있어서 소매산길이를 제외한 상완하부길이의 변화는 M1동작에서 세 형태 모두 어깨관절각의 증가에 따라 조금씩 증가하고 있으며 팔꿈치 관절각의 조합에서도 팔꿈치관절각이 증가함에 따라 점차 증가하는 것으로 나타났다. M2동작에서는 A형태에서는 어깨관절각이 증가함에 따라 상완하부길이가 조금씩 증가하는 것으로 나타났으나 변화는 아주 작았으며 B, C형태에서는 길이변화가 거의 없는 것으로 나타났다. M2동작에서의 팔꿈치 관절각의 증가에 따라 A, B, C형태에서 상완하부의 길이는 모두 같은 경향으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. M3동작에서의 상완하

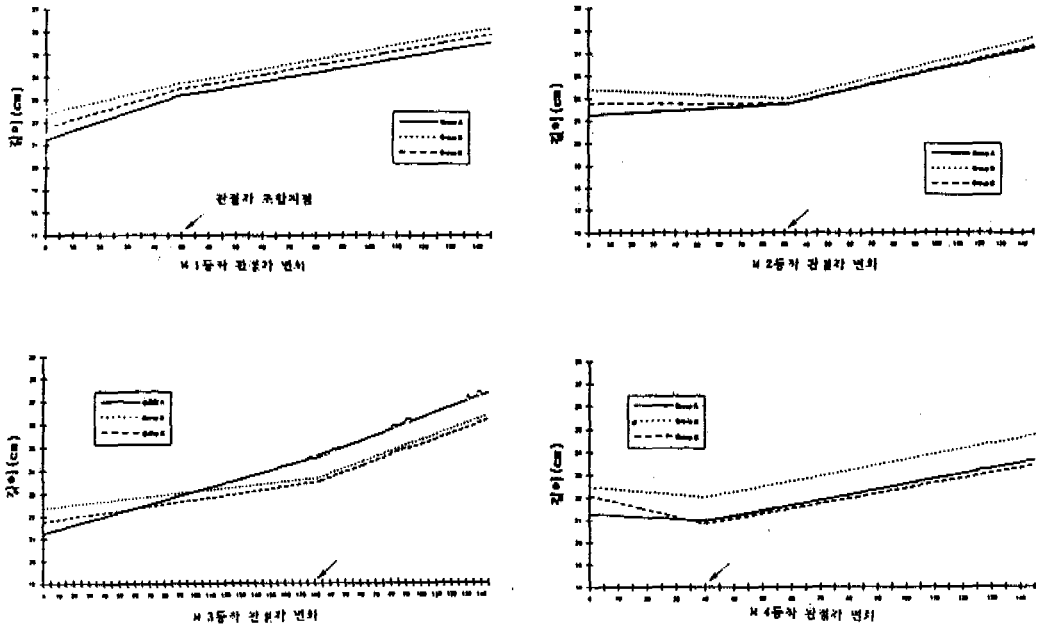


그림 10. 동작에 따른 상지형태별 상완하부길이 변화

부 길이는 어깨관절각의 증가와 팔꿈치 관절각의 증가에 따라 길이가 점차 증가하는 것으로 나타나 특히 A형태에서 길이의 증가량이 더 많은 것으로 나타났다. M4동작에서의 상완하부길이는 A형태와 B형태에서의 어깨관절각의 증가에 따른 길이변화는 거의 없는 것으로 나타났으나 C형태에서는 감소하는 경향을 나타내고 있다. M4동작에서 팔꿈치동작이 조합될 때 길이는 증가하는 것으로 나타났으며 A, B, C형태에서 같은 경향을 보인다.

〈그림 11〉의 동작에 의한 전완길이의 변화 경향은 M1동작에서는 A, B, C 세 형태에서 어깨관절각과 팔꿈치 관절각의 증가에 따라 모두 전완길이가 점차 증가하는 경향을 나타내고 있다. M2동작에서는 B형태와 C형태에서는 어깨관절각의 증가에도 전완길이의 변화는 볼 수 없으나 팔꿈치 관절각의 증가에 따라 전완

길이는 점차 증가하는 경향을 볼 수 있다. A 형태에서는 팔꿈치 관절각의 증가에서와 같이 어깨관절각의 증가에서도 전완길이가 조금씩 증가하는 것으로 나타났다. M3동작에서의 전완길이변화는 어깨관절각의 변화에서보다 팔꿈치 관절각의 변화에서 더 많은 길이변화가 나타났다으며 A, B, C형태에서 모두 전완길이가 증가하는 것으로 나타났다. M4동작에서는 어깨관절각의 증가에 따라 A, C형보다 B형이 더 많은 길이 감소가 나타났으며 팔꿈치 관절각의 증가에 따라 A, B, C형태 전부 전완길이가 증가하는 경향으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 보면 길이변화는 동작방향과 관절각도에 따라 선형적인 증가 혹은 감소가 결정되며 동작방향과 각도에 의한 1차 선형관계로 나타낼 수 있다.

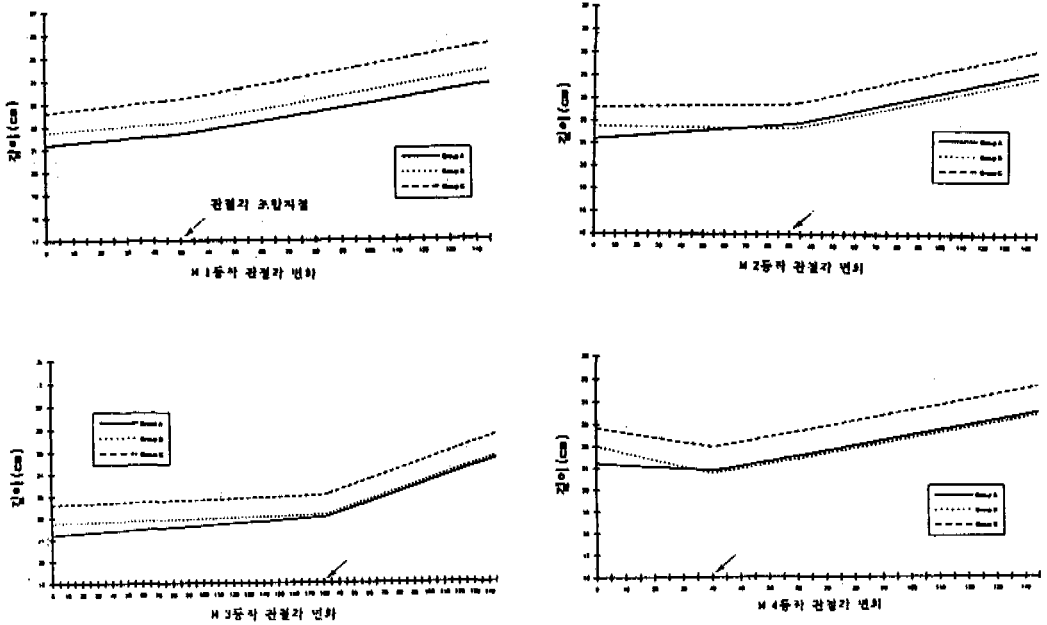


그림 11. 동작에 따른 상지형태별 전완길이 변화

3-2-2. 동작에 의한 길이변화 회귀식

동작에 의한 길이변화는 동작방향과 관절각 변화에 의해 추정될 수 있으므로 다음의 식이 성립된다.

(식1)(식2)에 나타난 회귀식과 피실협자의 계측치를 사용하여 회귀분석을 실시하여 상지 형태별로 어깨길이, 소매산길이, 상완하부길이, 전완길이의 변화에 대한 회귀식을 산출하였다. 회귀식의 변수에 관한 내용은 <표 5>에 나타내었다.

$$Y1i = \beta_0 + \beta_1 X1 \text{ ----- (식 1)}$$

$$Y2i = \beta_0 + \beta_2 X2 \text{ ----- (식 2)}$$

Y1i, Y2i : 종속변수(i부위의 길이)

$\beta_0$  : 기준자세에서의 i부위의 길이

$\beta_1, \beta_2$  : i부위의 동작 방향에서의 계수

X1 : 어깨관절 동작 방향 각도 (SA)

X2 : 팔꿈치 관절 방향 각도 (EA)

위의 식에서 산출된 동작방향별 어깨관절각도와 팔꿈치 관절각도의 변화에 따른 상지형태별 어깨길이, 소매산길이, 상완하부길이, 전완길이의 변화에 대한 회귀식을 <표 6>에 나타내었다.

3-3. 회귀식의 검정

<표 7>, <표 8>은 어깨길이의 상지길이변화 회귀식에 대한 F-검정 결과이다.

<표 7>, <표 8>에 나타난 바와 같이 산출된 회귀식은 A, B, C 모든 상지형태에서 대부분 매우 유의한 것으로 나타났다.

어깨관절 동작시 F검정 결과를 살펴보면 어깨길이는 M1, M2, M3, M4동작에서 상지형

표 5. 길이변화 회귀식의 변수

변수	종속변수	주어진 방향(M1, M2, M3, M4) 동작각도에서의 길이(어깨길이, 소매산길이, 상완하부길이, 전완길이)
	독립변수	어깨 동작의 관절각도 팔꿈치 동작의 관절각도
$Y1i = \beta_0 + \beta_1 X1$ $Y2i = \beta_0 + \beta_2 X2$  Y1i, Y2i : 종속변수(i부위의 길이) $\beta_0$ : 기준자세에서의 i부위의 길이 $\beta_1, \beta_2$ : i부위의 동작 방향에서의 계수 X1 : 어깨관절 동작 방향 각도 (SA) X2 : 팔꿈치 관절 방향 각도 (EA)		

표 6. 동작에 의한 상지형태별 길이변화 회귀식

항목	동작	A	B	C	전체
어깨 길이	M1	Y=11.79-0.097X1 Y= 6.65+0.009X2	Y=12.32-0.062X1 Y= 9.01+0.006X2	Y=12.15+0.055X1 Y= 9.21+0.005X2	Y=12.10-0.066X1 Y= 8.59+0.006X2
	M2	Y=11.79-0.040X1 Y= 8.42-0.007X2	Y=12.32-0.034X1 Y= 9.50-0.009X2	Y=12.15+0.037X1 Y= 9.08-0.008X2	Y=12.10-0.037X1 Y= 9.02-0.008X2
	M3	Y=11.79-0.039X1 Y= 4.58+0.003X2	Y=12.32-0.035X1 Y= 5.80+0.001X2	Y=12.15-0.038X1 Y= 5.24+0.000X2	Y=12.10-0.037X1 Y= 5.22+0.001X2
	M4	Y=11.79-0.046X1 Y= 9.87+0.001X2	Y=12.31-0.034X1 Y=10.90+0.001X2	Y=12.15+0.034X1 Y=10.73+0.000X2	Y=12.10-0.037X1 Y=10.57+0.001X2
소매산 길이	M1	Y=11.35-0.004X1 Y=11.12+0.000X2	Y=10.07-0.004X1 Y= 9.01+0.000X2	Y=11.00-0.003X1 Y=10.81+0.001X2	Y=10.87-0.003X1 Y=10.67+0.000X2
	M2	Y=11.35-0.018X1 Y= 9.64+0.001X2	Y=10.06-0.020X1 Y= 8.16+0.000X2	Y=11.00-0.016X1 Y= 9.50+0.001X2	Y=10.87-0.017X1 Y= 9.24+0.001X2
	M3	Y=11.34-0.013X1 Y= 9.02-0.000X2	Y=10.07-0.013X1 Y= 7.53+0.000X2	Y=11.00-0.013X1 Y= 8.57+0.001X2	Y=10.87-0.013X1 Y= 8.44+0.001X2
	M4	Y=11.34-0.004X1 Y=11.15+0.000X2	Y=10.06-0.009X1 Y= 9.70-0.000X2	Y=11.01-0.003X1 Y=10.84+0.000X2	Y=10.87-0.005X1 Y=10.66+0.000X2
상완 하부 길이	M1	Y=21.24+0.039X1 Y=22.54+0.020X2	Y=22.37+0.027X1 Y=23.05+0.021X2	Y=21.76+0.034X1 Y=22.83+0.021X2	Y=21.78+0.033X1 Y=22.81+0.021X2
	M2	Y=21.24+0.005X1 Y=21.06+0.021X2	Y=22.36-0.004X1 Y=21.25+0.023X2	Y=21.77-0.000X1 Y=21.05+0.022X2	Y=21.78+0.000X1 Y=21.10+0.022X2
	M3	Y=21.24+0.018X1 Y=23.76+0.025X2	Y=22.36+0.007X1 Y=22.89+0.024X2	Y=21.77+0.009X1 Y=22.74+0.023X2	Y=21.78+0.010X1 Y=23.00+0.024X2
	M4	Y=21.24-0.007X1 Y=20.23+0.023X2	Y=22.36-0.007X1 Y=21.35+0.023X2	Y=21.77-0.030X1 Y=19.84+0.022X2	Y=21.78-0.020X1 Y=20.26+0.022X2
전완 길이	M1	Y=21.20+0.010X1 Y=21.10+0.019X2	Y=21.74+0.008X1 Y=21.57+0.020X2	Y=22.62+0.012X1 Y=22.59+0.020X2	Y=22.11+0.011X1 Y=22.03+0.020X2
	M2	Y=21.20+0.007X1 Y=21.26+0.020X2	Y=21.75-0.000X1 Y=21.08+0.020X2	Y=22.62+0.001X1 Y=22.14+0.020X2	Y=22.11+0.002X1 Y=21.71+0.020X2
	M3	Y=21.20+0.004X1 Y=21.27+0.023X2	Y=21.75+0.002X1 Y=21.39+0.023X2	Y=22.61+0.002X1 Y=22.28+0.023X2	Y=22.11+0.002X1 Y=21.86+0.020X2
	M4	Y=21.20-0.008X1 Y=20.16+0.022X2	Y=21.75-0.028X1 Y=19.93+0.022X2	Y=22.62-0.021X1 Y=21.04+0.022X2	Y=22.11-0.020X1 Y=20.60+0.022X2

표 7. 어깨관절 동작시 회귀식의 F검정 결과

항목	형태 동작	A		B		C		전체	
		결정 계수	F값	결정 계수	F값	결정 계수	F값	결정 계수	F값
어깨 길이	M1	0.99	1992.90**	0.97	814.40**	0.99	9142.26**	0.71	249.17**
	M2	0.90	350.93**	0.98	2254.42**	0.97	3609.14**	0.89	1473.34**
	M3	0.93	1025.65**	0.96	2171.46**	0.97	6864.12**	0.94	5600.93**
	M4	0.95	340.61**	0.93	220.92**	0.96	1075.67**	0.71	196.45**
소매산길이	M1	0.14	3.38	0.16	3.86	0.27	19.94**	0.01	1.40
	M2	0.88	287.55**	0.95	806.88**	0.84	520.12**	0.43	132.07**
	M3	0.89	583.65**	0.82	328.31**	0.81	818.69**	0.60	502.73**
	M4	0.60	24.66**	0.89	143.50**	0.22	12.35**	0.01	1.36
상완 하부 길이	M1	0.94	322.16**	0.88	156.28**	0.98	2791.73**	0.75	293.25**
	M2	0.42	26.18**	0.48	34.56**	0.00	0.12	0.00	0.02
	M3	0.94	1153.67**	0.54	85.52**	0.66	357.88**	0.64	599.51**
	M4	0.81	68.77**	0.83	81.35**	0.96	1204.81**	0.22	23.10**
전완 길이	M1	0.51	21.18**	0.45	16.53**	0.85	321.79**	0.06	7.22**
	M2	0.26	13.18**	0.01	0.61**	0.08	8.13**	0.01	2.61
	M3	0.15	13.02**	0.08	7.03**	0.10	21.23**	0.04	14.94**
	M4	0.41	11.37**	0.98	1306.66**	0.92	496.58**	0.18	17.47**

P≤0.01 : \*\*

태 A, B, C 모두 길이 변화의 분산의 90% 이상을 설명하고 있으며 소매산길이는 M1동작에서 A, B형을 제외한 모든 동작에서 유의하게 나타났다. 또 상완하부의 길이에서도 M2 동작에서 C형을 제외한 모든 동작에서 A, B, C형태 모두 유의하게 나타났으며 전완길이에 대해서도 A, B, C형태가 모든 동작에서 유의하게 나타났다.

따라서 의복설계에 있어서 필요한 치수 추정치로써의 사용 타당성이 있다고 판단된다. F검정 결과에서 M1동작시 소매산길이의 회귀식의 결정계수가 낮게 나타난 것은 동작에 따른 길이 변화량이 매우 적게 나타났기 때문인 것으로 사료된다.

팔꿈치 관절 동작 조합시 F검정 결과를 살펴보면 소매산 길이의 분산은 모든 동작에서 A, B, C형태 모두 매우 낮은 것으로 나타났

다. 그러므로 소매산길이 추정치에서는 팔꿈치 관절각 동작시 길이변화가 거의 없기 때문에 팔꿈치 관절동작은 무시해도 상관 없는 것으로 나타났다.

상완하부길이와 전완길이는 모든 동작에서 A, B, C형태 모두 결정계수가 높고 유의하게 나타났으므로 소매설계시 상지중하부에서의 필요치수는 팔꿈치동작이 조합된 치수를 고려하는 것이 타당한 것으로 나타났다.

#### 4. 요약 및 결론

본 연구는 의복안에서 동작이 불편하지 않도록 소매설계를 하기 위하여 상지 동작과정에서 발생하는 길이변화를 소매원형에 적용하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 이루어졌다.



표 8. 팔꿈치관절 조합시 회귀식의 F검정결과

항목	형태 동작	A		B		C		전체	
		결정 계수	F값	결정 계수	F값	결정 계수	F값	결정 계수	F값
어깨 길이	M1	0.43	35.88**	0.29	19.04**	0.88	499.62**	0.05	12.64**
	M2	0.27	17.19**	0.91	468.87**	0.54	142.30**	0.31	98.30**
	M3	0.01	0.46	0.00	0.28	0.00	0.15	0.00	0.71
	M4	0.01	0.65	0.01	0.74	0.01	1.24	0.00	1.29
소매산길이	M1	0.00	0.28	0.00	0.07	0.04	5.98	0.00	0.60
	M2	0.01	0.60	0.16	8.92**	0.01	1.48	0.00	1.13
	M3	0.00	0.10	0.00	0.07	0.00	0.96	0.00	0.32
	M4	0.01	0.73	0.00	0.12	0.00	0.18	0.00	0.06
상완 하부 길이	M1	0.80	184.76**	0.81	200.36**	0.91	1199.55**	0.81	921.20**
	M2	0.69	102.77**	0.98	3030.45**	0.89	964.84**	0.84	1127.32**
	M3	0.66	92.64**	0.55	56.23**	0.60	178.99**	0.51	224.87**
	M4	0.92	582.25**	0.89	395.13**	0.84	637.01**	0.55	267.16**
전완 길이	M1	0.77	156.69**	0.78	168.49**	0.94	2117.60**	0.46	185.96**
	M2	0.73	128.11**	0.97	2116.00**	0.67	245.05**	0.53	242.62**
	M3	0.33	22.90**	0.53	52.34**	0.51	125.70**	0.39	140.75**
	M4	0.72	124.05**	0.88	356.69**	0.89	995.25**	0.62	350.22**

P≤0.01 : \*\*

동작시 길이변화를 실험하기 위한 상지 동작은 앞동작(flexion), 뒷동작(extension), 안동작(adduction), 바깥동작(abduction)으로 설정하였으며 방향별 어깨관절 동작과 팔꿈치 관절 동작의 조합으로 이루어졌다. 동작시 길이변화는 부위별 상관관계와 회귀분석으로 자료를 처리하였다.

계측점의 궤적에서 나타난 길이변화 중 어깨길이의 소매산 길이는 어깨관절각 앞동작 변화에서 각각 6.84cm, 2.40cm가 감소하여 큰 변화가 나타났으며 소매산 길이는 팔꿈치 관절 운동의 영향은 거의 받지 않는 것으로 나타났다. 상완하부길이와 전완길이는 팔꿈치 관절 앞동작이 조합되었을 때 각각 2.78cm, 2.71cm가 증가하였으며 어깨 길이와 상지 길이는 동작 방향에 의한 것보다 관절각의 변화에 의해 더 많은 변화가 나타났다.

동작 방향에 따라 관절 각도와 상지 길이는

1차 선형관계였으며 동작시 소매설계에서 소매산 길이 설정은 관절각에 의한 회귀식을 사용함이 타당한 것으로 나타났다.

그러나 동작에 따른 소매산과 어깨길이의 변화를 실제 소매원형에 적용하여 의복을 제작하여 착용감과 운동량을 실험하고 검증함으로써 그 타당성을 증명하는 것이 앞으로의 연구 과제라 할 수 있겠다.

## 참 고 문 헌

1. 최해주, 소매설계를 위한 상지체표변화 모형에 관한 인간공학적 연구, 서울대학교 대학원 박사학위 논문 (1989)
2. 백상호, 인체해부학, 대한간호협회, 1979
3. 함옥상, 조경애, 상지형태와 의복 소매에 관한 인간공학적 연구(제1보), 대한인간공학회지,

- 제 16권 1호, 29-45(1997)
4. 한국표준과학연구원, 산업제품의 표준치 설정을 위한 국민표준체위조사보고서, 공업진흥청 (1992)
  5. Expertvision user's manual, expertvision is a trademark of motion analysis corporation (1991)
  6. Expertvision reference manual, expertvision is a trademark of motion analysis corporation (1991)
  7. 한국공업규격 인체측정방법(KSA7004), 인체측정용어(KSA7003), 공업진흥청(1989)
  8. Chaffin, D. B. , Anderson, Gunnar B. J. , occupatronal biomechamics, John Wiley and sons, New York, 81-309 (1984)
  9. 정민근, 김상호, 보행비정상성의 평가를 위한 보행분석 시스템의 구현, 대한산업 공학회지, 17(2), 39-50, (1991).
  10. 함옥상, 정혜락, 팔의 동작에 따른 소매 원형의 인간공학적 연구-팔의 피부면신축을 중심으로, 대한가정학회지, 19(3), 21-32(1981)
  11. 최정희, 상지동작에 따른 소매형태 변화에 관한 연구, 연세대학교 대학원 석사학위 논문 (1984)
  12. 서승희, 상지동작에 따른 소매형태변화의 인간공학적 연구-40대 중년층 여성을 중심으로, 연세대학교 대학원 석사학위논문 (1985)
  13. 민현자, 김혜경, 노년기 여성의 상지동작별 체형변화에 관한 연구-석고법에 의한 피복인간공학적 접근, 한국의류학회지, 13(2), 155-165(1989)
  14. 연세대학교 통계상담실, SAS/PC+ 강의안, 1992
  15. 임원자, 의복구성학, 교문사, 1998
  16. 채서일, 김범중, 이성근, SPSS/PC+를 이용한 통계분석, 학현사, 1992
  17. 柳擇燈子, 被服體型學, 光生館, 1982
  18. 土井サチヨ, 體型と衣服, 同文書院, 1986