

한국 성인 남자의 상체 동작범위 연구 - 3D 동작분석 장치를 이용하여 -

朴吉順·柳僮娥*

충남대학교 의류학과 교수, 충남대학교 의류학과 박사과정*

A Study on the Upper Body Range of Motion (Using a 3-D Motion Analysis System) about Korean Adults

Kil-Soon Park and Sin-A Ryu*

Professor, Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University
Graduate School, Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University*

Abstract

The purpose of this study:

1. The total 56 range measurements of active dynamic motion of 40 subjects (20's and 30's) were measured using 3-D dynamic motion analysis system.
2. Various comparisons were performed for the right and left side, male, age groups (20's, 30's, and 40's~60's) using previous studies. The results were compared with the other studies in the aspects of age.

In this study, the 3-D motion analysis system based on photogrammetry was established and used to analyze the human's motion and posture. The system consists of VICON 140, data acquisition system, and data analysis program (KRISMAS).

The results of this study were as follows :

1. Comparing 20's with 30's the result shows that 30's have larger ROM at some joints, which is inconsistent with the previous result. The reason is that female subjects in 20's were improperly sampled according to the representatives of anthropometry characteristics.
 2. There are significant differences in some joints related with age. 20's male subjects have more flexible joints in the neck while 30's male subjects have more flexibility in their shoulder joint and elbow joint. But most of the significances were not high ($p>0.05$). The prediction that the right side of Korean bodies would be more flexible was not a good hypothesis. And the joints flexibilities are not correlated with Röhrer's Index.
- Key word : range of motion, 3-D motion analysis system, flexible joints, anthropometric, upper body.

I. 서론

인체는 서로 다른 크기와 형태로 된 부위와 자세 등 여러 요인들이 복잡하게 관련되어 있고 또한 입체적인 곡면구조를 이루고 있기 때문에 다각적이고

다차원적인 체형 파악이 요구된다. 특히 최근에는 체형특성에 적합한 디자인이 요구됨에 따라 의복 제작을 위한 조사와 더불어 다양한 목적으로 인체측정 조사가 이루어지고 있다. 측정방법에 있어서도 과거에는 2차원적으로 단순화시켜 마틴자와 각도계 등을 이용하여 정적인 측정을 하였으나 최근에는 사진 측

정법과 컴퓨터의 발달에 힘입어 적외선 카메라를 이용한 3차원상의 움직임까지 측정되고 있다. 이러한 방법은 현재 주로 3D공간에서 사이버 캐릭터들의 동작을 구현하는 방송매체나 영화 등에서 사용되고 있을 뿐만 아니라 재활의학분야에서도 장애 판단 및 재활 연구에 이용되고 있다. 최근의 인간공학 연구 분야에서는 이러한 동적 측정 또는 동작범위에 대한 연구들이 비교적 활발히 수행되고 있다. 그러나 설계응용에 있어서 필수적인 3차원 자료에 대한 조사는 거의 이루어지지 않았기 때문에 한국인에 대한 관절 운동 분석에 관한 자료는 매우 부족한 실정이다. 또한 관절 운동에 관한 연구, 측정, 운동범위의 파악은 복잡 미묘하고 정밀하기 때문에 측정기술은 아직까지 완전하지 못하며 연구단계에 있다. 이에 폐쇄하고 기능적인 의류제품을 생산하기 위해서는 우리 나라 국민들의 인체에 대한 보다 체계적인 정보를 수집하는 연구가 먼저 수행되어야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 기능적인 의류를 생산하기 위한 기초 연구로서 20~30대의 남자를 대상으로 3-D 동작 측정 시스템인 VICON 140을 이용하여 피실험자의 정자 자세 없이 연속적인 동작 범위 (Range of Motion)를 측정하고자 한다. 즉 3-D 공간에서 움직이는 동작 중 관절별 동작범위를 측정하고, 좌우 차이와 그 동안 연구되어온 국내·외의 연구결과와도 비교해 보고자 한다. 또한 의류학 분야에서의 적용을 위해 동작범위 연구에 대한 새로운 방법 즉 다른 기존의 연구와는 다르게 연속적인 동작상태에서의 인체 측정방법을 소개할 뿐만 아니라 구체적이고 기초적인 인간 공학적 자료를 제공하는 데 그 목적과 의의를 두고 있다.

II. 연구방법

<표 1> 피실험자의 신체적 특성

구 분	나이 (year)	키 (cm)	몸무게 (kg)	Röhrer 지수
평균	27.98	172.01	69.03	135.90
표준편차	6.15	5.76	8.94	17.30
5th percentile	20.00	164.67	57.95	110.72
50th percentile	29.00	171.60	67.50	132.73
95th percentile	37.00	182.68	83.83	168.50

1. 피실험자의 특성

본 연구 대상은 건강한 성인 남자 (20대 20명, 30대 20명) 총 40명으로 4관절에 대한 총 32개의 동적 거동을 측정하고자 한다. 피실험자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 측정항목

측정항목은 기본인체 측정항목과 동작범위 측정항목으로 구분하였으며 기본인체 측정항목은 동작범위 치수와의 관련성을 파악하기 위해 12개 항목으로 설정하였다. 12개 측정항목으로는 키, 앉은키, 목뒤높이, 어깨높이, 대퇴돌기 높이, 무릎마디안쪽 높이, 바깥복사점 높이, 어깨점~팔꿈치 길이, 팔꿈치점~손목길이, 손길이, 발길이, 몸무게를 선정하였다. 동작 범위에 대한 측정부위 선정은 신체 주요 8개 관절 (목관절, 어깨, 팔꿈치, 손목, 흉추/요추, 엉덩이, 무릎, 발목)을 기준으로 각 관절의 운동 동작에 따른 항목을 30개 선정하여 몸통의 굴곡/신전, 목관절의 굴곡/신전을 제외한 26개 항목의 좌우 동작범위 (총 56개 항목)를 측정하고자 한다. 그러나 이번 연구에서는 관절별 동작범위 측정 중 상체를 중심으로 상의에 있어서 기능성이 중요시되고 있는 부위인 4관절 (목관절, 어깨, 팔꿈치, 손목)의 32개의 동작범위에 관하여 측정 분석하고자 한다.

3. 측정방법

인체측정용어 및 측정방법은 KS A 7003 (인체측정용어 정의)과 KS A 7004 (인체측정방법)에 따라 마틴식 측정기를 이용하여 직접 측정하였다. 관절별 동작범위측정은 3차원 동작측정시스템 (VICON 140) 과 한국표준과학연구원서 개발한 분석시스템 (KRISMAS)을 이용하였다. 실험에 참여한 모든 피

실험자는 관절별 동작 시 피부에 의한 간섭을 가능한 한 적게 받기 위해 탄력성과 피부와의 접촉이 좋은 에어로빅을 착용하였으며 선정된 측정부위의 기준점들에 적외선 카메라용 직경 25mm의 마커(marker)를 붙인 상태에서 실험에 참여하였다.

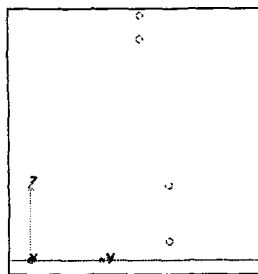
4. 관절별 동작범위 계산 및 분석방법

4대의 카메라를 이용하여 각도를 측정하고 계산하는 방법은 첫째 수직 방향과의 절대각도를 측정하고자 하는 경우는 원하는 인체 분절에 마커를 2개 부착하고 천장에 붐을 매단 후 마커를 2개 부착하여 기준선으로 잡는 방법과, 둘째로 수평 방향과의 절대

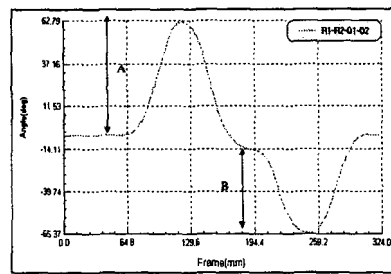
각도를 측정하고자 하는 경우 원하는 인체 분절에 마커를 2개 부착하고 바닥에 붐을 놓고 마커를 2개 부착하여 기준을 잡는 방법이 있다. 마지막으로 두 개의 분절간 상대 각도를 측정하고자 하는 경우 각각의 분절에 2개의 마커를 부착하는 방법이 있다. 본 실험에서는 동작 특성에 적합한 방법들을 선택하여 위 3가지 방법 모두를 사용하였다.

다음은 분석 프로그램인 KRISMAS에서 각각의 동작에 따른 분석단계를 나타낸 것이다. 다음의 그림들은 측정하고자 하는 5개 관절의 마커 위치와 분석과정을 단계별로 나타낸 것이다.

① 목관절(굴곡/신전)



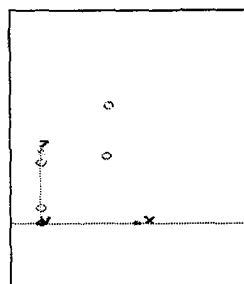
위 : 이마와 턱 마커 2개
아래 : 기준 마커 2개



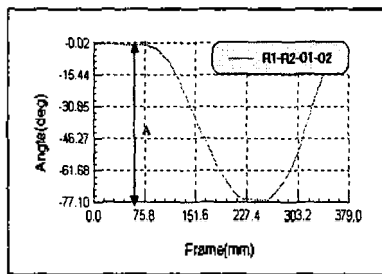
A : 굴곡 (시작점에서 최대 굴곡점까지의 차)
B : 신전 (시작점에서 최대 신전점까지의 차)

<그림 1> 목관절(굴곡/신전)의 마커 위치와 동작에 따른 분석과정

② 흉추/요추관절(굴곡)



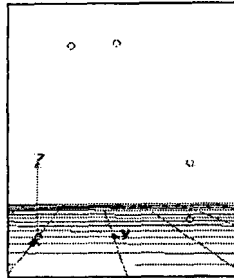
위 : 요추5번(L5)와 목뒤절(C7)
아래 : 기준 마커 2개



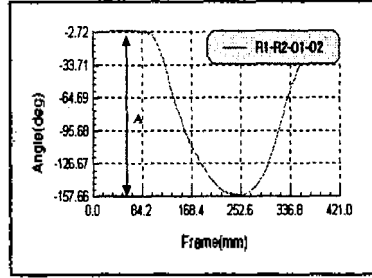
A : 굴곡(시작점에서 최대 굴곡점까지의 차)

<그림 2> 흉추/요추관절(굴곡)의 마커 위치와 동작에 따른 분석과정

③ 어깨관절 (외전)



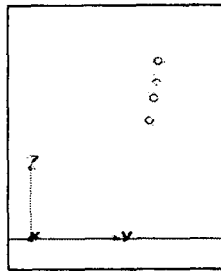
위 : 어깨점과 손목안쪽점
아래 : 기준 마커 2개



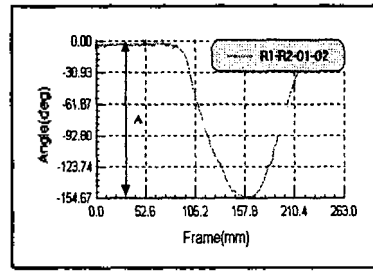
A : 굽곡(시작점에서 최대 굽곡점까지의 차)

<그림 3> 어깨관절(외전)의 마커 위치와 동작에 따른 분석과정

④ 팔꿈치관절 (굽곡)



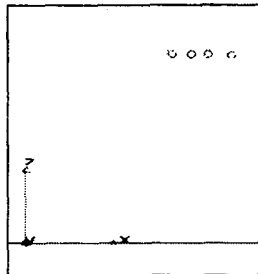
상완 마커 2, 하완 마커 2



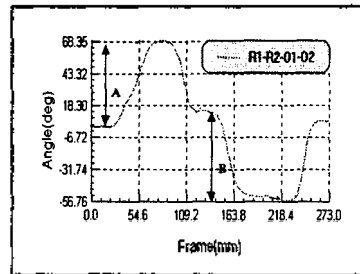
A : 굽곡(시작점에서 최대 굽곡점까지의 차)

<그림 4> 팔꿈치 관절(굽곡)의 마커 위치와 동작에 따른 분석과정

⑤ 손목관절 (굽곡/신전)



하완 마커 2, 손등 마커 2



A : 굽곡(시작점에서 최대 굽곡점까지의 차)

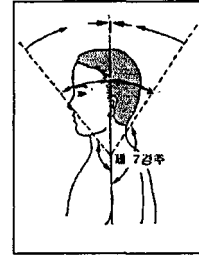
B : 신전(시작점에서 최대 신전점까지의 차)

<그림 5> 손목관절(굽곡/신전)의 마커 위치와 동작에 따른 분석과정

Ⅲ. 연구 결과

1. 관절별 동작범위

동작 특성별 동작범위의 측정방법과 결과를 보면 다음과 같다.



1) Cervical spine (경추 : 목) Joint에서의 ROM

(1) Flexion (굴곡) / Extension (신전)

- 3차원 공간에서의 측정 방법 : 관상면 (또는 시상면)에 수평인 기준선을 중심으로 선 자세의 피험자 얼굴의 이마와 턱에 붙인 마커의 위치 변화 정도로 굴곡, 신전의 각을 측정한다.
- 측정기준 : 관상면과 제7경추 (C7)가 이루는 각
- 목관절 굴곡과 신전의 동작 범위는 <표 2>와 같다. 굴곡의 경우는 평균 65.26 (20대 69.30 ; 30대 61.21)이었으며, 신전은 63.26 (20대 63.36 ; 30대 63.29)이었다.



(2) Side Flexion (측곡)

- 3차원 공간에서의 측정 방법 : 관상면 (또는 시상면)에 수평인 기준선을 중심으로 선 자세 피험자 얼굴의 이마와 턱에 붙인 마커의 위치 변화 정도로 측곡의 각을 측정한다.
- 측정기준 : 시상면과 제7경추 (C7)가 이루는 각

<표 2> 목관절의 굴곡과 신전의 동작범위 (단위 : Degree)

구 분	굴 곡			신 전		
	20대	30대	평균	20대	30대	평균
평균	69.30	61.21	65.26	63.23	63.29	63.26
표준편차	13.01	10.71	11.86	9.56	12.66	11.11
5th percentile	55.88	42.79	49.34	48.90	43.25	46.08
50th percentile	67.80	64.20	66.00	62.65	64.30	63.48
95th percentile	88.84	70.29	79.57	77.83	78.17	78.00

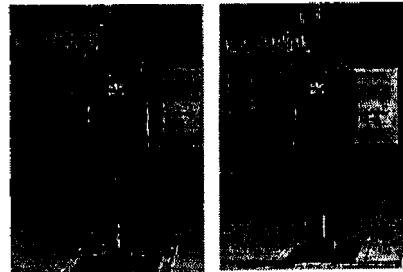
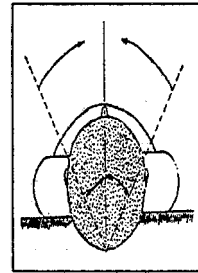
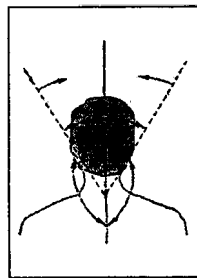
<표 3> 목관절 측곡의 동작범위 (단위 : Degree)

구 분	20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌
평균	43.19	44.53	36.30	39.02	39.75	41.78
표준편차	7.05	7.82	9.45	9.28	8.25	17.10
5th percentile	35.19	33.75	22.32	23.27	28.76	28.51
50th percentile	42.35	43.00	35.95	40.50	39.15	41.75
95th percentile	54.11	57.11	55.69	54.81	54.90	55.91

<표 4> 목관절 회전의 동작범위

(단위 : Degree)

구 분	20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌
평균	76.60	76.89	68.94	70.87	72.77	73.88
표준편차	9.20	7.71	9.96	6.04	9.58	6.88
50th percentile	65.52	63.96	48.30	59.86	56.91	61.91
50th percentile	76.30	76.25	72.60	71.35	74.45	73.80
95th percentile	89.74	87.05	81.29	78.25	85.52	82.65



· 목관절 측곡의 동작 범위는 <표 3>에서와 같이 측곡의 우(右)의 경우 평균 39.75 (20대 43.19 ; 30대 36.30)이었으며, 좌(左)의 경우 평균 41.78 (20대 44.53 ; 30대 39.02) 이었다. 20대보다 30대에서 목관절의 동작범위가 작은 것을 알 수 있다.

(3) Rotation (회전)

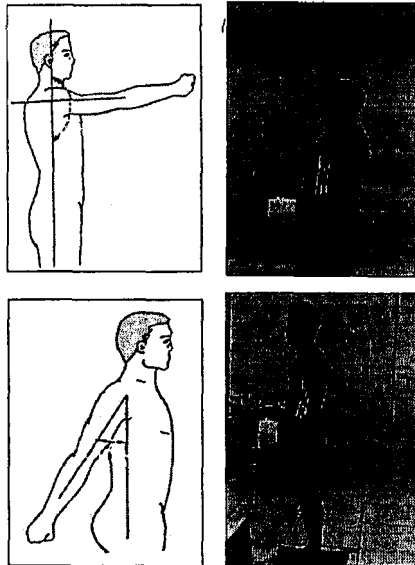
- 3차원 공간에서의 측정 방법 : 수평면과 수평인 기준선을 중심으로 선 자세에서 피험자 얼굴의 관자놀이 양쪽에 마커를 붙인 마커의 위치변화 정도로 좌·우 회전각을 측정한다.
- 측정 기준 : 시상면 제 7경추 (C7)가 이루는 각
- 목관절의 회전 동작 범위는 <표 4>에서와 같이 회전의 우의 경우 평균 72.77 (20대 76.60 ; 30대

68.94)이었으며, 좌의 경우 평균 73.88 (20대 76.89 ; 30대 70.87)이었다. 목관절 회전 사에는 연령, 좌우 모두 차이가 없었다.

2) Shoulder (어깨) Joint에서의 ROM

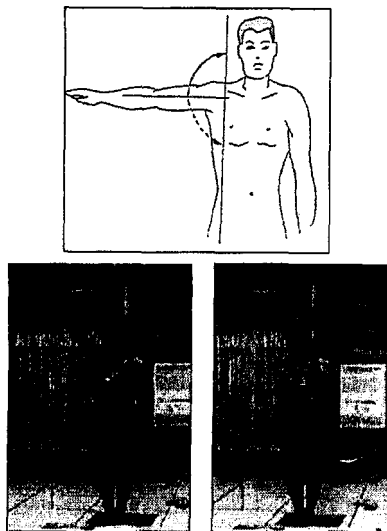
(1) Flexion (굴곡) / Extension (신전)

- 3차원 공간에서의 측정 방법 : 관상면에 수평인 기준선을 중심으로 선 자세 피험자 손바닥이 몸안쪽을 향하도록 쪽 뻗게 하고 팔을 전상 방향으로 들어올리는 것과 뒤쪽 상방으로 들어올리도록 하였을 때 어깨점과 손목 안쪽점에 붙인 마커의 위치변화로 굴곡/신전의 각을 측정한다.
- 측정기준 : 관상면과 어깨점-손목안쪽점이 이루는 각



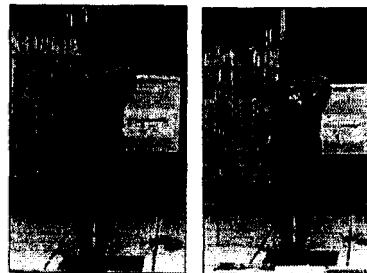
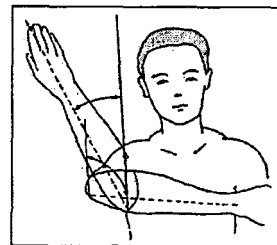
· 어깨관절 굴곡과 신전의 동작 범위는 <표 5>와 같다. 굴곡의 경우는 우의 경우 평균 166.79 (20대 166.73 ; 30대 166.85)이었으며, 좌의 경우 평균 162.59 (20대 160.88 ; 30대 164.30)이었다. 신전의 경우는 우의 경우 평균 56.56 (20대 53.95 ; 30대 59.17) 이었으며, 좌의 경우 평균 55.90 (20대 55.00 ; 30대 56.79)이었다.

(2) Abduction (외전) / Adduction (내전)



- 3차원 공간에서의 측정 방법 : 시상면에 수평인 기준선을 중심으로 선자세 피험자 손등이 위로 향하도록 쪽 뻗게 하고 팔을 측상방으로 들어 올리는 것과 몸쪽으로 내리도록 하였을 때 어깨점과 손목안쪽점에 붙인 마커의 위치변화로 외전과 내전의 각을 측정한다.
- 측정기준 : 시상면과 어깨점-손목 안쪽점이 이루는 각
- 어깨관절 외전과 내전의 동작 범위는 <표 6>과 같다. 외전의 경우는 우 (右) 평균 150.01 (20대 145.14 ; 30대 154.88)이었으며, 좌 (左) 평균 154.48 (20대 153.49 ; 30대 155.46)이었다. 내전이 경우는 우 (右) 평균 48.74 (20대 53.71 ; 30대 3.77)이었으며, 좌 (左) 평균 48.77 (20대 51.50 ; 30대 46.03)이었다.

(3) Medial (내선) / Lateral (외선) rotation



- 3차원 공간에서의 측정 방법 : 시상면에 수평인 기준선을 중심으로 선자세 피험자 손바닥이 몸쪽을 향하도록 위팔과 아래팔이 수직이 되도록 고정된 후 팔을 몸 안쪽과 몸 바깥쪽으로 움직일 때 팔꿈치점과 손목 안쪽점에 붙인 마커의 위치변화로 내선과 외선의 각을 측정한다.
- 측정기준 : 시상면과 팔꿈치점-손목 안쪽점이

<표 5> 어깨관절 굴곡과 신전의 동작범위

(단위 : Degree)

구 분	굴 곡						신 전					
	20대		30대		평균		20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌
평균	166.73	160.88	166.85	164.30	166.79	162.59	53.95	55.00	59.17	56.79	56.56	55.90
표준편차	9.64	9.22	10.07	12.19	9.86	10.71	9.34	12.92	13.45	14.75	11.40	13.84
5th percentile	150.05	147.39	149.20	144.58	149.63	145.99	40.67	37.96	35.09	38.77	37.88	38.37
50th percentile	167.75	161.85	169.85	165.80	168.80	163.83	55.35	54.45	62.10	56.50	58.73	55.48
95th percentile	178.26	175.20	176.85	178.11	177.56	176.66	67.21	73.45	76.32	79.43	71.77	76.44

<표 6> 어깨관절 외전과 내전의 동작범위

(단위 : Degree)

구 분	외 전						내 전					
	20대		30대		평균		20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌
평균	145.14	153.49	154.88	155.46	150.01	154.48	53.71	51.50	43.77	46.03	48.74	48.77
표준편차	17.92	13.78	14.70	15.22	16.31	14.50	20.18	14.77	13.11	11.42	16.65	13.10
5th percentile	115.45	134.10	129.67	138.04	122.56	136.07	30.43	34.35	26.79	31.82	28.61	33.09
50th percentile	143.80	154.10	157.60	152.20	150.70	153.15	53.40	52.80	44.00	45.45	48.70	49.13
95th percentile	170.12	170.56	172.98	177.04	171.55	173.80	83.77	70.45	64.85	62.55	74.31	66.50

<표 7> 어깨관절 내선과 외선의 동작범위

(단위 : Degree)

구 분	내 선						외 선					
	20대		30대		평균		20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌
평균	66.79	65.73	75.16	76.33	70.98	71.03	46.77	47.68	42.47	39.25	44.62	43.47
표준편차	29.50	28.84	27.62	27.03	28.56	27.94	28.98	29.99	25.29	23.93	27.14	26.96
5th percentile	26.29	22.52	26.30	26.05	26.30	24.29	22.62	20.86	20.42	18.22	21.52	19.54
50th percentile	75.50	78.00	77.55	81.90	76.53	79.95	32.30	34.90	33.30	30.20	32.80	32.55
95th percentile	98.73	97.72	108.03	106.63	103.38	102.18	90.80	96.14	88.02	77.35	89.41	86.75

이루는 각

; 30대 39.25)이었다.

· 어깨관절 내선과 외선의 동작 범위는 <표 7>과 같다. 내선의 경우는 우 (右) 평균 70.98 (20대 66.79; 30대 75.16)이었으며, 좌 (左) 평균 71.03 (20대 65.73 ; 30대 76.33)이었다. 외선의 경우는 우 (右) 평균 44.62 (20대 46.77 ; 30대 42.47)이었으며, 좌 (左) 평균 43.47 (20대 47.68

3) Elbow (팔꿈치) Joint에서의 ROM

(1) Flexion (굴곡)

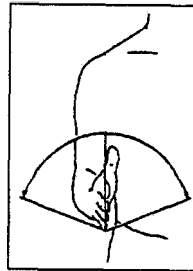
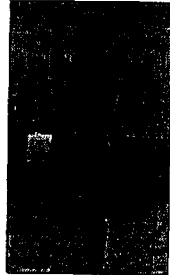
· 3차원 공간에서의 측정 방법 : 관상면에 수평인 기준선을 중심으로 선자세 피험자 손바닥이 몸

<표 8> 팔꿈치 관절 굴곡의 동작범위 (단위 : Degree)

구 분	20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌
평균	147.82	143.55	150.19	145.93	149.01	144.74
표준편차	11.90	9.64	9.00	6.41	10.45	8.03
5th percentile	133.54	125.75	136.76	136.93	135.15	131.34
50th percentile	147.80	143.20	150.00	147.15	148.90	145.18
95th percentile	165.71	155.80	161.97	153.35	163.84	154.58

<표 9> 팔꿈치 관절 회내와 회외의 동작범위 (단위 : Degree)

구 분	회 내						회 외					
	20대		30대		평균		20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌
평균	95.16	101.94	110.44	115.03	102.8	108.49	70.06	73.34	71.34	72.54	70.7	72.94
표준편차	10.63	11.85	22.67	21.86	16.65	16.86	13.57	13.35	15.02	14.08	14.30	13.72
5th percentile	83.77	80.41	84.69	91.43	84.23	85.92	47.33	42.89	46.80	56.15	47.07	49.52
50th percentile	91.75	100.50	100.60	112.70	96.18	106.60	73.00	75.40	70.40	72.90	71.70	74.15
95th percentile	117.09	119.45	145.09	158.63	131.09	139.04	87.83	86.81	92.91	95.55	90.37	91.18



안쪽을 향하도록 하고 몸통에 붙여 쪽 땀게 하고 위팔을 몸통에 붙인 채로 아래팔을 위로 들어 올리도록 하였을 때 팔꿈치점과 손목안쪽점에 붙인 마커의 위치변화로 굴곡의 각을 측정한다.

- 측정기준 : 어깨점을 지나는 관상면과 팔꿈치-손목안쪽점이 이루는 각
- 팔꿈치관절 굴곡의 동작 범위는 <표 8>과 같다. 굴곡의 경우는 우의 경우 평균 149.01 (20대 147.82 ; 30대 150.19)이었으며, 좌의 경우 평균 144.74 (20대 143.55 ; 30대 145.93) 이었다.

(2) Pronation (회내) / Supination (회외)

· 3차원 공간에서의 측정 방법 : 시상면에 수평인 기준선을 중심으로 선 자세 피험자 손바닥이 몸쪽을 향하도록 하고 위팔은 몸통에 붙인 채로 아래팔과 위팔이 수직이 되도록 고정된 후 아래팔을 몸안쪽과 몸바깥쪽으로 회전하였을 때 팔꿈치점과 손목안쪽점, 손끝점 (엄지손 끝)에 붙인 마커의 위치변화로 회내와 회외의 각을 측정한다.

- 측정기준 : 시상면과 팔꿈치-손목바깥점이 이루는 각
- 팔꿈치관절 회내와 회외의 동작 범위는 <표 9>와 같다. 회내의 경우는 우 (右) 평균 102.8 (20대 95.16 ; 30대 110.44)이었으며, 좌 (左) 평균

<표 10> 손목 관절의 굴곡과 신전의 동작범위

(단위 : Degree)

구 분	굴 곡						신 전					
	20대		30대		평균		20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌
평균	68.23	75.95	70.09	73.82	69.16	74.89	68.33	71.03	67.76	66.01	68.05	68.52
표준편차	9.78	9.57	12.99	13.02	11.39	11.30	14.74	11.79	12.94	8.75	13.84	10.27
5th percentile	53.26	62.16	52.77	52.55	53.02	57.36	45.88	54.75	51.46	55.76	48.67	55.26
50th percentile	70.90	73.90	68.45	75.00	69.68	74.45	68.25	72.55	71.80	64.40	70.03	68.48
95th percentile	81.84	89.40	91.62	93.31	86.73	91.36	91.23	88.75	78.56	76.14	84.90	82.45

<표 11> 손목 관절 내전과 외전의 동작범위

(단위 : Degree)

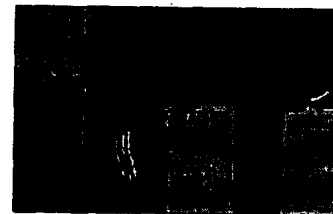
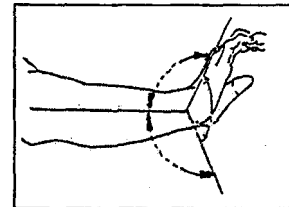
구 분	내 전						외 전					
	20대		30대		평균		20대		30대		평균	
	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌
평균	24.73	25.39	23.69	28.56	24.21	26.98	43.13	42.59	41.94	42.16	42.54	42.38
표준편차	9.79	9.13	6.91	5.59	8.35	7.36	8.49	9.61	8.37	9.37	8.43	9.49
5th percentile	12.68	14.23	13.98	21.35	13.33	17.79	28.31	32.12	26.38	29.38	27.35	30.75
50th percentile	24.10	24.23	23.40	28.10	23.75	26.17	42.90	40.50	42.70	41.50	42.80	41.00
95th percentile	41.45	38.73	36.18	38.13	38.82	38.43	54.73	61.68	51.76	54.22	53.25	57.95

108.49 (20대 101.94 ; 30대 115.03)이었다. 최
의 경우는 우 (右) 평균 70.7 (20대 70.06 ; 30대
71.34)이었으며, 좌 (左) 평균 72.94 (20대 73.34
; 30대 72.54)이었다.

4) Wrist (손목) Joint에서의 ROM

(1) Flexion (굴곡) / Extension (신전)

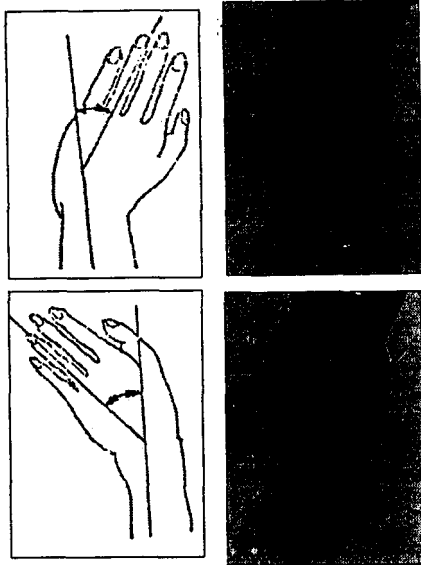
- 3차원 공간에서의 측정 방법 : 수평면에 수평인 기준선을 중심으로 선자세 피험자 손등이 위로 향하도록 팔을 수평으로 뻗고 손바닥을 편 채로 손목을 위쪽, 아래쪽으로 젖혔을 때 손목 안쪽점과 손끝점 (5째 손가락)에 붙인 마커의 위치변화로 굴곡, 신전의 각을 측정한다.
- 측정기준 : 수평면과 손목바깥점-손끝점이 이루는 각
- 손목관절 굴곡과 신전의 동작 범위는 <표 10>과 같다. 굴곡의 경우는 우 (右) 평균 69.16 (20대 68.23 ; 30대 70.09)이었으며, 좌 (左) 평균 74.89 (20대 75.95 ; 30대 73.82)이었다. 신전의



경우는 우 (右) 평균 68.05 (20대 68.33 ; 30대
67.76)이었으며, 좌 (左) 평균 68.52 (20대 71.03
; 30대 66.01)이었다.

(2) Adduction (내전) / Abduction (외전)

- 3차원 공간에서의 측정방법 : 수평면에 수평인 기준선을 중심으로 선자세 피험자 손등이 위로



향하도록 팔을 수평으로 뻗고 손바닥을 편 채로 손목을 몸안쪽, 몸바깥쪽으로 젖혔을 때 손목 안쪽점과 손끝점(5제 손가락)에 붙인 마커의 위치변화로 내전과 외전의 각을 측정한다.

- 측정기준 : 수평면과 손목바깥점-손끝점이 이루는 각
- 손목관절 내전과 외전의 동작 범위는 <표 11>과 같다. 내전의 경우는 우(右) 평균 24.21(20대 24.73 ; 30대 23.69)이었으며, 좌(左) 평균 26.98(20대 25.39 ; 30대 28.56)이었다. 외전의 경우는 우(右) 평균 42.54(20대 43.13 ; 30대 41.94)이었으며, 좌(左) 평균 42.38(20대 42.59 ; 30대 42.16)이었다.

IV. 연구결과 및 고찰

1. ROM의 기초통계량 비교

<표 12>는 남자의 기본 인체 측정 통계량을 나타낸 것이고, <표 13>은 기본 동작범위의 측정량을 정리하고 타 연구들과 비교한 것이다. 특이한 점은 같은 동양권이라고 생각되는 터키의 연구자료(Izge, 1996)가 국내 자료와 상당부분 차이가 나고 있는데 문헌상에 피실험자의 동작자세에 대한 정의가 제시되지 않아 본 연구결과와 비교 시 어려움이 있었다. 20~30대의 동작범위는 40~60대의 동작범위(이상

도, 1998)에 비해 평균치에 있어서, 경우에 따라서는 고령층이 더 큰 범위를 보이는 항목도 있지만 목관절, 어깨관절에서 20~30대가 다소 큰 동작범위를 보이고 있음이 나타났는데, 이는 중년 이후에 동작범위가 다소 작아지는 경향을 확실히 뒷받침하고 있다. 특히 어깨굴곡(우)와 팔꿈치 회외(우)에서 40~60대의 치수보다 적게 나온 이유는 동작 자세에 그 원인이 있다고 생각된다.

2. 신체 총질 지수에 따른 상관관계 및 동작범위의 좌·우에 따른 차이

<표 14>는 동작범위 좌우에 따른 평균 차이검정을 한 결과이고, Izge Günel 등(1996)의 연구에서(10~20대, 남)의 좌우를 비교한 결과이다. 각각의 피실험자들의 체형분류는 1차로 Röhrer 지수(=체중/키³ × 10⁷)를 이용하여 1997년도 국민표준체위 조사보고서(김동진 등, 1997)에 따라 해당되는 4개의 백분위수 그룹(25 percentile 간격)으로 나누고, 각 그룹별 평균값의 차이에 대한 검정을 통하여 정적 변수와 동작범위와의 상관관계를 분석하였으나 그룹에 따른 동작범위와 정적, 동적 변수들과의 유의성(p<0.05)은 높지 않은 것으로 분석되었다. 2차로는 각 개인별 Röhrer 지수와 동적, 정적 변수와 상관관계를 분석하였으나 역시 유의성은 높지 않았고, 3차로는 체중의 비중에 의한 지수(=체중/키)를 가지고 3개의 그룹으로 나누어 동일한 분석을 시도하였으나 역시 그룹별 차이점은 발견되지 못하였다. 또한 20대와 30대의 동작 범위에 따른 차이를 T-test에 의해 분석한 결과 유의한 차이(p<0.05)는 없었으나, 목관절에서는 20대의 동작범위가 컸고, 어깨관절, 팔꿈치관절에서는 30대의 동작범위가 큰 것으로 나타났다.

그리고 관절별 동작범위의 좌·우에 따른 평균 차이를 살펴보면 <표 14>와 같이 15개 측정항목에서 거의 모든 항목에서 차이를 보이고 있지 않았으나 어깨 굴곡(p=0.004), 손목 굴곡(p=0.000), 손목내전(p=0.014) 등에서는 다소 차이를 나타내었다. Izge Günel 등(1996)의 10~20대 자료에서도 주로 사용되는 어깨관절과 손목관절에서 유의한 차이를 보이고 있음을 보고한 바 있다.

이러한 결과는 좌우의 움직임일 동시에 고려해야 하는 재활 용품이나 재활 의복 등 여러 방면에서도 고

<표 12> 남자의 기본 인체 측정 통계량 (상단값 : 평균, 하단값 : 표준편차) (n=40, 단위 : cm)

구 분	Present (20~30대)	1997년 국민체위조사 (20~30대)	이상도 등 (40~60대)	기도형 (20대)	이영신 (20대)	Izge Günel (10~20대)	MIL-HDBK59
키	172.01 5.76	170.94 4.98	168.28 4.69	171.10 5.80	170.71 5.86	-	-
앞은키	92.53 3.07	92.32 2.78	-	-	-	-	-
목 뒤 높이	144.62 5.34	144.64 5.00	-	-	-	-	-
어깨높이	140.17 5.31	138.34 5.02	137.52 4.43	-	138.78 5.14	-	-
대퇴돌기높이	88.57 8.13	84.12 4.04	-	-	-	-	-
무릎안쪽높이	46.45 3.05	44.52 2.22	-	-	-	-	-
복사바깥높이	8.53 7.91	6.66 0.54	-	-	-	-	-
어깨-팔꿈치길이	32.20 2.16	33.36 1.62	-	-	33.50 1.97	-	-
팔꿈치손목길이	24.78 1.95	25.56 1.42	-	-	25.39 1.03	-	-
손길이	17.84 1.33	18.86 0.82	18.41 0.67	-	-	-	-
발길이	25.18 1.88	24.90 1.00	24.80 0.94	-	-	-	-
몸무게 (kg)	69.03 8.94	66.72 7.78	67.69 7.26	62.50 7.50	66.86 11.54	-	-

려하여 제작되어야 함을 시사하고 있다.

V. 결 론

본 연구는 기능성 의류 (복수복)를 생산하기 위한 기초 연구로서 20~30대 남자 총 40명을 대상으로 3-D 공간에서 움직이는 동작 중 관절별 동작범위를 측정하였고, 좌우 차이와 그 동안 연구되어온 국내·외의 연구결과와도 비교해 보았다. 또한 다양한 인체 측정방법의 소개와 구체적이고 기초적인 인간 공학적 자료를 제공하는 데 그 목적이 있다. 그러므

로 본 연구에서는 그 동안 동작범위 측정장치로 사용되어온 기계식 혹은 단축 goniometer의 단점을 보완하기 위한 방법으로 3차원 동작분석 장치가 사용되었다. 3-D 동작 측정 시스템인 VICON 140을 이용하여 피 실험자의 정지 자세 없이 연속적인 동작 범위 (Range of Motion)를 측정하고자 하였다. 분석프로그램 상에서도 동작 범위를 그래프로 가시화 할 수 있어 그래프상의 최고점과 최저점과의 차이로서 각도의 범위를 쉽게 분석할 수 있었다.

연구 결과는 다음과 같다.

관절별 동작범위의 좌·우에 따른 평균 차이를

<표 13> 남자 기본 동작범위 측정 통계량 및 국내외 연구의 비교 (단위 : Degree)

구분	Present (20~30대)	이상도 등 (40~60대)	기도형 (20대)	이영신 (20대)	Izge Günal (10~20대)	MIL-HD BK59	구분	Present (20~30대)	이상도 등 (40~60대)	기도형 (20대)	이영신 (20대)	Izge Günal (10~20대)	MIL-HDB K59
머리 굴곡	65.26 11.86	43.05 13.07	-	-	-	48 ~ 72	어깨 외선우	44.62 27.14	34.06 8.02	-	29.30 8.06	-	21~47
머리 신전	63.26 11.11	54.74 34.07	-	-	-	44 ~ 88	어깨 외선좌	43.47 26.96	-	-	-	-	-
머리 측곡우	39.75 8.25	27.34 10.20	-	-	-	34 ~ 48	팔꿈치 굴곡우	149.01 10.45	134.93 7.05	-	150.41 4.82	-	132~152
머리 측곡좌	41.78 17.10	-	-	-	-	34 ~ 48	팔꿈치 굴곡좌	144.74 8.03	-	-	-	-	-
머리 회전우	72.77 9.58	56.36 11.86	-	-	-	65 ~ 93	팔꿈치 회내우	102.80 16.65	72.29 8.88	-	62.19 10.56	-	53~101
머리 회전좌	73.88 6.88	-	-	-	-	65 ~ 93	팔꿈치 회내좌	108.49 16.86	-	-	-	-	-
어깨 굴곡우	166.79 9.86	179.66 9.16	-	176.07 7.18	116.7 8.6	176~190	팔꿈치 회외우	70.70 14.30	117.78 12.32	-	128.43 11.50	-	91~135
어깨 굴곡좌	162.59 10.71	-	-	-	122.9 8.4	-	팔꿈치 회외좌	72.94 13.72	-	-	-	-	-
어깨 신전우	56.56 11.40	53.07 10.11	-	58.67 10.16	27.7 11.0	47~75	손목 굴곡우	69.16 11.39	84.13 7.00	-	85.26 8.49	-	78~102
어깨 신전좌	55.90 13.84	-	-	-	30.7 9.4	-	손목 굴곡좌	74.89 11.30	-	-	-	-	-
어깨 외전우	150.01 16.31	119.16 9.73	-	127.80 10.22	165.7 5.8	117~151	손목 신전우	68.05 13.84	82.20 6.24	-	72.30 7.35	-	86~112
어깨 외전좌	154.48 14.50	-	-	-	168.2 18.9	-	손목 신전좌	68.52 10.27	-	-	-	-	-
어깨 내전우	48.74 16.65	47.80 9.41	-	50.11 6.75	48.8 6.0	39~57	손목 내전우	24.21 8.35	22.28 4.44	-	31.33 5.02	-	18~27
어깨 내전좌	48.77 13.10	-	-	-	52.4 4.7	-	손목 내전좌	26.98 7.36	-	-	-	-	-
어깨 내선우	70.98 28.56	89.83 13.25	-	103.83 7.55	-	75~119	손목 외전우	42.54 8.43	34.21 9.82	-	47.69 9.37	-	40~47
어깨 내선좌	71.03 27.94	-	-	-	-	-	손목 외전좌	42.38 9.49	-	-	-	-	-

살펴보면 거의 모든 항목에서 차이를 보이고 있지 않았으나 어깨 굴곡 (p=0.004), 손목 굴곡 (p=0.000), 손목내전 (p=0.014) 등에서는 다소 차이를 나타내었

다. Izge Günal 등 (1996)의 10~20대 자료에서도 주로 사용되는 어깨관절과 손목관절에서 유의한 차이를 보이고 있음을 보고한 바 있다. 국내·외의 연구 결

<표 14> 동작범위의 좌우에 따른 평균 차이검정

(단위 : Degree)

구 분	Present (20~30대)					Izge Günel 등 (1996) (10~20대)				
	우		좌		p-값	우		좌		p-값
	평균	표준편차	평균	표준편차		평균	표준편차	평균	표준편차	
머리 측곡	39.75	8.25	41.78	17.10	0.050*	-	-	-	-	-
머리 회전	72.77	9.58	73.88	6.88	0.340	-	-	-	-	-
어깨 굴곡	166.79	9.86	162.59	10.71	0.004*	116.7	8.6	122.9	8.4	0.001
어깨 신전	56.56	11.40	55.90	13.84	0.093	27.7	11.0	30.7	9.4	0.01
어깨 외전	150.01	16.31	154.48	14.50	0.143	165.7	5.8	168.2	18.9	0.01
어깨 내전	48.74	16.65	48.77	13.10	0.185	48.8	6.0	52.4	4.7	0.001
어깨 내선	70.98	28.56	71.03	27.94	0.707	-	-	-	-	-
어깨 외선	44.62	27.14	43.47	26.96	0.233	-	-	-	-	-
팔꿈치 굴곡	149.01	10.45	144.74	8.03	0.306	140.0	5.6	142.4	9.4	0.001
팔꿈치 회내	102.80	16.65	108.49	16.86	0.028*	-	-	-	-	-
팔꿈치 회외	70.70	14.30	72.94	13.72	0.300	86.5	8.3	88.2	12.9	0.05
손목 굴곡	69.16	11.39	74.89	11.30	0.000*	-	-	-	-	-
손목 신전	68.05	13.84	68.52	10.27	0.646	59.4	6.2	69.0	5.2	0.001
손목 내전	24.21	8.35	26.98	7.36	0.014*	-	-	-	-	-
손목 외전	42.54	8.43	42.38	9.49	0.323	-	-	-	-	-

*P≤0.05

과 비교시 국내 자료와 상당부분 차이가 나고 있는데 문헌상에 피실험자와 동작자세에 대한 정의가 제시되어 있지 않아 본 연구결과와 비교시 어려움이 있었다.

Röhler 신체 충실지수 및 몸무게/키 충실지수를 이용하여 키, 몸무게 등의 정적자료와 각 동작별 유의 사항을 검토하였으나 높은 유의수준과 관련된 것은 없었으며 이는 40~60대의 연구결과 (이상도, 1998)와 비슷한 경향을 보였다. 20대와 30대의 동작범위에 따른 차이를 T-test에 의해 분석한 결과 유의한 차이 ($p < 0.05$)는 없었으나, 목관절에서는 20대의 동작범위가 컸고, 어깨관절, 팔꿈치관절에서는 30대의 동작범위가 큰 것으로 나타났다.

20~30대 남자의 좌우에 대한 측정이 본 연구에서 이루어져 그간 실시되어온 국내 연구와 더불어 각각의 연령층별 비교 분석이 이루어질 수 있었다. 그러나 연구마다 측정 자세, 측정장비, 측정방법에 의한 차이로 결과 값의 차이가 발생되고 있음을 알 수 있었으며 이는 향후 측정방법 및 기준의 표준화로 신뢰성 있는 자료 산출이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

이상과 같이 본 연구를 통하여 측정된 연구결과는 또한 더 나아가 신축성이 없는 소재로 의복을 만들 경우나 특수복 제작에 있어서 운동량의 적용과 기능성 향상을 위한 세부적이고 구체적인 자료로서 활용이 가능하다는 점에 그 의의가 있다. 세세한 신체 동작범위를 고려해야 하는 산업용품의 디자인 및 형태를 제작하는 기초자료로서 크게 도움을 줄 것으로 생각된다. 또한 한국인의 인체측정 자료, 의류 패턴설계, 독창적인 제품설계에 이용될 것으로 기대되며 더 나아가 3차원 인체모형 설계와 제품설계에 인간공학적 자료로 활용되기를 바라는 바이다. 후속 연구로 여성에 대한 연구도 이루어져 남자 연구자료와의 비교 및 다양한 방법에서의 분석이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 기도형, "작업영역의 해석적 생성을 위한 2자유도 동작의 동작범위 측정", 대한인간공학학회지, Vol. 15, No. 2, 15-24, 1996.
2. 김동진 등, "국민표준체위 조사 보고서" 국립기

- 슬픔질원, 1997.
3. 김철중 외 5인 "인체 측정방법 및 용어의 표준화 연구", 한국표준과학연구원, 1988.
 4. 박재희, 김진호, 박수찬, 윤정선, 김원식, 강신길, 김경택, 유금선, "인체동작반응 측정평가 시스템 개발", 한국표준과학연구원, 1998.
 5. 이상도, 이동춘, 윤준용, 심정훈, 유병철, "한국 중장년층의 동작범위에 관한 연구", 대한인간공학회 추계학술대회 논문집, 57-61, 1998.
 6. 이영신, 이석기, 박세진, 김철중, "한국인 20대 청년의 팔 관절 동작범위 측정 연구", 대한인간공학회지 논문집, 62-71, 1995.
 7. Chaffin, D. B., and Andersson, G. B. J., *Occupational Biomechanics*, 2nd, John Wiley & Sons Inc, New York, 1991.
 8. Izge Günal,, Nusret Köse, Oral Erdogan, Erol Göktürk, "Normal Range of Motion of the Joint of the Upper Extremity in Male Subjects, with Special Reference to Side", *The Journal of Bone and Joint Surgery*, Vol. 78A, No. 9, 1404-1401, 1996.
 9. Paul Allard, Ian A. F. Stokes, Jean-Pierre Bianchi, "*Three-Dimensional Analysis of Human Movement*", Human Kinetics, 1995.
 10. The U. S. Army Human Engineering Laboratory, "*Military Standardization Handbook, Human Factors Engineering Design for Army Material*", 148-153, 1975.