

한국인 인체분절의 동특성에 관한 연구 Research on Biomechanics of Korean Body Segments

박수찬, 박세진, 황민철
한국표준과학연구원 인간공학연구그룹

ABSTRACT

This study is to determine the biomechanical characteristics fo Korean. Male 58 and Female 54 were participated for the measurement which was performed by immersion method and reaction board method. Body parts were head with neck, trunk, upper arm, forearm, hand, thigh, leg, and foot. Their volumes were measures by immersion method. Their weight were determined by using Dempster(1955), Drills and Contini(1969) density data.

Each center of body part weight were determined by specific posture on the reaction board. The postures were asked to the subject forearm- lifted posture, total leg- lifted posture, leg-lifted posture, foot-lifted posture. According to each posture, the center of each part were calculated.

1. 서론

인간의 거동을 공학적으로 연구하기 위해서는 각 신체분절의 둘레나 길이 등과 같은 형상치수의 자료와 이들 신체 분절에 대한 역학적인 특성 즉, 질량, 부피, 질량중심, 관성모멘트 등의 자료 수집이 우선 이루어져야 될것이다. 일반적으로 신체분절의 역학적 특성을 조사하기 위한 방법으로 1) 사체해부에 의한 실측법, 2) 생체의 실측법, 3) 수학적 모델을 이용한 방법 등이 있다(정철정,1993). 이러한 연구는 Harless(1860), Dempster (1955), Matsui(1958), Contini(1966), Clauser(1969) 등 많은 연구자들이 사체를 대상으로 직접 분절의 무게를 달거나 침수법(Immertion) 등으로 부피를 측정하였으며, 현가장치(Pendulum method)등을 이용하여 관성모멘트를 측정하는 방법을 이용하였다. 그러나 연구의 대상이 사체였기 때문에 이를 생체의 동작 연구에 직접 활용하는데는 여러 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제점들을 보완하기 위한 노력으로 생체를 대상으로 연구가 시작되었고 수학적 모델을 추출하여 단순화된 기하학적 모형을 만드는 연구가 진행되었다. Hanavan(1964)은 신체를 15개의 모형으로 Whitsett(1963)는 14개로 모형화시켜 자세에 따른 신체중심에 대한 관성모멘트를 연구하였는데 Miller and Nelson(1973)는 이들의 결과가 기준치의 10% 이내로 예측하였다고 보고한바 있다.

최근에는 수리적인 모델화가 지나치게 단순화된 모형이라는 지적이 있어 CT(Computerized Tomography) 촬영에 의한 분절의 부피, 질량, 중심위치 등을 추출하거나, Martin et al.(1989), Mungiole and Martin(1990)과 같이 신체에 위해를 주지 않고 비교적 정확하게 신체분절의 질량, 중심위치, 관성모멘트 등을 측정할 수 있는 MRI(Magnetic Resonance Imagine)를 이용하여 생체와 Baboon을 대상으로 연구된 결과가 보고된바 있다. 이러한 연구가 한국인을 대상으로 이루어진 사례가 적고 신뢰성있는 결과가 적었기 때문에 대부분의 연구자들은 Braune and Fischer(1889), Keys and Brozek (1953), Dempster(1955), Matsui (1958), Clauser et al.(1964), Chaffin and Schultz(1975) 등이 연구한 결과를 이용하거나 Matsui(1958), Fusikawa(1963)등의 연구결과를 적용하여왔다. 그러나 종족간에 나타나는 체격형태의 차이, 연령 및 영양상태에 따른 신체조성비 및 각 분절의 체중에 대한 질량비의 차이, 사체와 생체와의 본질적인 차이 등으로 인한 생체역학적인 분석상의 오차가 있게 된다. 따라서 이러한 연구 결과를 한국인에게 직접 적용하는데는 문제점이 있으므로 한국인을 대상으로한 연구가 체계적으로 이루어져야 할것이다.

한국인을 대상으로 신체분절에 대한 생체역학적인 특성치를 연구한 사례는 그리 많지 않다. 이영린 등(1960) 등은 누웠을때 신체 중심의 이동에 관해 연구한바 있으며, 박순영(1978)은 성인 남,여를 대상으로 표준체중치(Ideal body weight)와 총체지방량을 중심으로한 체구성에 대한 연구 결과를 발표하였다. 이 연구에서 박순영(1978)은 신체의 밀도 및 체적을 침수법에 의해 산출하였으며 체지방량은 Keys and Brozek (1953)의 공식에의해 추출하였다. 이후 체밀도에 관한 연구는 진세훈(1989), 박정환(1992), 황재훈(1993) 등에 의해 침수법과 회귀식을 이용한 연구가 있었으며, 박춘배

(1993), 최중명(1991) 등에 의한 이중 X-ray에 의한 체구성 연구가 있었다. 또한, 남·여 중학생을 대상으로 신체분절의 질량을 추출한 안재홍(1989), 여대생을 대상으로 체밀도 연구를 한 윤수철(1989), 침수법과 평형측정판을 이용하여 남자 대학생을 대상으로 신체분절의 관성 특성을 연구한 임현균(1994) 등이 있다. 특히, 임현균의 연구에서는 생체측정에 의한 특성치를 검증하기 위해 컴퓨터단층촬영(CT)에 의해 체구성 특성을 파악하였으며, 산출된 각 신체분절의 치수값과 질량값을 이용하여 분절질량을 예측할 수 있는 방정식을 추출하였다. 정철정(1993)은 남자 대학생을 대상으로 수중체중 측정법, 평형측정판법과 사진촬영법을 이용한 분절의 질량과 중심위치 등을 산출하였고 MRI를 이용하여 실측된 자료와 비교분석하였다. 지금까지 한국인을 대상으로 이루어진 연구 결과 대부분 한개집단을 대상으로 이루어졌기 때문에 연령집단간, 남·여간의 비교자료를 구하기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 성장기의 초등학생그룹, 중·고등학생그룹, 성장률이 낮고 안정된 신체구조를 갖는 연령층인 20대 그룹과 30대그룹 4개의 그룹으로 구분하여 연령그룹간의 생체역학적 특성치의 차이와 남·여간의 차이를 보고자 하였다.

2. 연구방법

1) 실험대상자

본 연구에서는 연령대에 따른 신체분절의 특성치를 추출하기 위해 지역의 안배와 생활수준 정도 등과 같은 요소는 배제하고 체적의 정도에 따라 연령 그룹을 초등학생, 중·고등학생그룹과 20대, 30대그룹으로 구분하여 대상자를 선정하였다. 피실험자의 선정은 실험의 특수성 때문에 대전시 소재 D 수영장에 입장하는 입장객 중 성별, 연령대와 체형을 고려하여 각 그룹별 15인 내외로 대상자를 선정하였으며 이들에 대한 주요 신체 파라메타 측정치와 표본수는 표 1과 같다.

2) 실험방법 및 장치

실험은 신체분절의 크기측정, 분절의 부피측정, 분절의 질량중심 측정으로 구분하여 진행되었다. 신체분절의 크기 측정은 Martin식 측정자를 이용하여 직접측정하였으며, 분절의 부피측정은 Archimedes 원리를 이용한 침수법(Immersion method)으로서 수조를 제작하여 사용하였으며, 신체분절의 구분은 목을 포함한 머리, 몸통, 위팔, 아래팔, 손, 넓적다리, 종아리, 발부위 등 8개 신체부위로 구분하여 각각의 분절을 침수시켜 증가된 수위값으로 부피를 측정하였다. 부피 측정시 체내에 흡입된 공기의 양을 최소로 줄이기 위해 침수전 체내의 공기를 최대한 배출토록한 후 침수되는 동안 약 3-4초 숨을 멈추도록 하였으며, 측정된 각 분절의 부피를 이용하여 Drills and Contini(1969)가 제안된 신체분절의 밀도 표에 의해 분절의 밀도를 산출하였다. 각 수조의 총 용적량은 다음과 같다.

- 큰수조: 849.75 ℓ
- 중간수조 : 77.27 ℓ
- 작은수조 : 11.4 ℓ
- 비이커 : 5 ℓ

분절의 질량중심 측정은 2개의 지지점 위에 놓여진 평형측정판을 제작하여 평형측정판법(Reaction Board Method)에 따라 다음과 같은 자세를 평형판위에서 취하도록하였을때의 분절 질량중심 위치를 추출 하였다. 이때 두 지지점간의 거리는 176cm로 설정되었다.

- 평형판 위에서 머리는 체중계 쪽을 향하도록 하고 발바닥이 다른 지지점위치와 일치하도록 하여 반듯이 누웠을때 몸전체에 대한 무게중심위치
- 평형판 위에서 머리는 체중계 쪽을 향하도록 하고 발바닥이 다른 지지점위치와 일치하도록 하여 반듯이 누워 몸통과 팔이 직각이 되도록하여 들었을때 손을 포함한 팔전체에 대한 무게중심위치
- 평형판 위에서 머리는 체중계 쪽을 향하도록 하고 발바닥이 다른 지지점위치와 일치하도록 하여 반듯이 누워 몸통과 아래팔이 직각이 되도록하여 들었을때 손을 포함한 아래팔에 대한 무게중심위치
- 평형판 위에서 머리는 체중계 쪽을 향하도록 하고 발바닥이 다른 지지점위치와 일치하도록 하여 엎어져 누워 몸통과 다리전체가 직각이 되도록하여 들었을때 발을 포함한 다리전체에 대한 무게중심위치
- 평형판 위에서 머리는 체중계 쪽을 향하도록 하고 발바닥이 다른 지지점위치와 일치하도록 한후 반듯이 누워 몸통과 종아리가 직각이 되도록하여 들었을때 발을 포함한 종아리에 대한 무게중심위치

표 1. 피실험자의 인체측정치 및 표본수

(unit:cm)

Item/Group	7-13age		14-19age		20-29age		30-39age									
	Male		Femlae		Male		Femlae									
	m	S.D	m	S.D	m	S.D	m	S.D								
1. Stature	144.8	9.3	134.8	14.1	168.2	7.8	158.5	5.3	172.6	5.6	159.9	4.8	170.6	4.5	160.9	5.1
2. Cervicale height	121.7	9.2	112.7	12.3	142.7	7.0	134.4	6.7	146.2	5.2	135.3	4.2	144.4	4.3	135.9	4.5
3. Trochanter height	72.4	6.1	66.9	7.6	81.9	6.1	77.8	2.8	82.9	3.5	77.2	2.8	81.1	3.7	76.4	3.5
4. Lateral femoral epicondyle height	40.8	4.1	35.7	4.9	44.9	2.7	41.7	2.6	44.3	2.2	42.0	2.7	45.2	2.7	40.4	2.7
5. Acromion to olecranon length	26.5	1.9	24.8	2.7	30.3	1.1	29.9	1.5	31.1	1.5	29.1	1.3	31.0	1.2	28.9	1.8
6. Olecranon to fingertip length	36.9	2.8	33.9	2.8	42.4	2.7	40.3	1.7	42.9	1.8	38.9	2.2	41.5	2.1	40.1	1.9
7. Acromion to fingertip length	68.4	4.6	58.8	5.3	72.7	3.3	70.2	2.7	72.5	2.8	67.9	2.8	72.5	2.8	68.9	2.9
8. Weight(kg)	39.2	10.3	31.3	8.4	58.8	6.9	52.9	4.4	68.2	8.2	48.9	6.4	68.8	6.5	56.4	6.5
9. Subjects number	14		17		13		8		18		14		13		15	

* M : mean, S.D:standard deviation

3. 결과 및 고찰

1) 분절의 질량

각 연령그룹에 대한 신체 분절의 질량은 침수법에 의해 산출된 부피값을 이용하여 Drills and Contini(1969)가 제안한 신체분절의 밀도관계도표에 의해 산출된 밀도값에 따라 추출하였다. 표 2는 신체 분절별 질량과 체중에 대한 분절의 질량비를 나타낸 것이며, 표 3과 표 4는 본 연구의 20-29세 연령그룹의 남자와 다른 연구자의 결과와 비교한 것이다. 표 2에서 목을 포함한 머리에 대한 질량비가 7-13세 연령에서 다른 그룹에 비해 3-4% 정도 높게 나타난 것과 몸통부위에서 7-13세 그룹이 청년층 그룹에 비해 다소 높게 나타난것은 전체적인 발육상태가 성인 보다 낮기 때문에 상대적으로 머리에 대한 질량비가 높게 나타난 것으로 판단된다. 또한, 몸통부위에서 연령이 증가할 수록 몸통의 질량비가 높게 나타나것은 상체의 발달이 하체보다 좋기 때문으로 판단된다. 대체로 7-13세의 어린 연령층의 발, 종아리, 위팔부위를 제외하면 모든 부위에서 남자 질량비가 여자 보다 높게 나타났으나 종아리부위에서는 14-19세를 제외하고 여자가 남자 보다 다소 높게 나타났다. 표 3은 한국인 20대 성인을 대상으로 연구된 다른 자료의 신체분절별 질량비와 본 연구의 20-29세 연령그룹과 비교한 것으로서 임현균(1994)의 자료와는 머리부위에서 2.5%, 종아리부위 1.8% 정도차이가 나타났으며 다른 자료와는 0.5% 정도 차이를 보이고 있다. 몸통부위에서는 정철정(1990)의 자료보다 3.5% 정도 크게 나타났으나 임현균(1994)의 자료 보다는 1.5% 정도 낮게 나타났다. 다른 부위에서는 다소 차이를 보이고 있으나 대체로 비슷한 질량비를 보이고 있다. 외국인 자료와 비교하면 표 4와 같이 한국인과의 비교에서와 같이 몸통과 머리, 종아리부위에서 다소 차이를 보이고 있으나 대체로 비슷한 질량비를 보이고 있다. 자료간에 서로 다소 차이를 보이고 있는것은 표본의 대상체와 실험조건, 신체분절의 구분 차이, 분절의 침수시 흡입된 공기의 잔기량, 측정오차 등에서 나타나는 오차에 의해 발생하는 것으로 판단된다.

표 2. 신체분절의 질량과 체중에 대한 분절의 질량비

(unit: kg,%)

Segment/Group		Male		Female	
		mean	S.D	mean	S.D
Head with Neck	Age(7-13)	5.3 [*] /14.1 ^{**}	1.1/3.5	5.1 [*] /16.5 ^{**}	2.1/5.9
	Age(14-19)	5.9/10.2	1.6/2.6	5.8/11.1	1.7/3.3
	Age(20-29)	6.1/8.9	1.3/2.2	5.2/10.6	1.2/2.4
	Age(30-39)	6.8/9.9	1.6/2.2	6.2/10.9	1.4/2.4
Trunk	Age(7-13)	19.5/49.6	5.4/3.8	15.7/49.3	4.3/6.4
	Age(14-19)	27.4/47.0	2.9/4.8	25.3/47.4	5.4/7.1
	Age(20-29)	33.0/48.9	5.1/3.6	23.2/47.2	4.6/5.7
	Age(30-39)	35.9/52.3	3.7/4.3	28.4/50.7	3.5/4.6
Thigh	Age(7-13)	3.9/9.9	1.8/1.9	3.5/10.8	1.2/2.2
	Age(14-19)	6.1/10.3	1.4/1.4	5.9/11.4	0.9/1.9
	Age(20-29)	6.9/10.5	1.4/1.6	5.5/11.3	1.1/1.7
	Age(30-39)	6.5/9.3	1.2/1.1	6.2/10.9	1.3/1.4
Leg	Age(7-13)	1.7/4.3	0.4/0.8	1.4/4.4	0.5/1.1
	Age(14-19)	2.9/4.9	0.4/0.5	2.4/4.5	0.2/0.4
	Age(20-29)	2.9/4.3	0.7/0.7	2.4/4.9	0.5/0.8
	Age(30-39)	2.6/3.8	0.5/0.7	2.3/4.1	0.5/0.8
Foot	Age(7-13)	0.75/1.9	0.18/0.35	0.65/2.16	0.13/0.4
	Age(14-19)	0.96/1.6	0.11/0.16	0.79/1.5	0.08/0.19
	Age(20-29)	1.01/1.5	0.13/0.19	0.74/1.49	0.16/0.27
	Age(30-39)	1.05/1.5	0.14/0.23	0.76/1.34	0.12/0.16
Upper arm	Age(7-13)	0.84/2.1	0.2/0.4	0.74/2.33	0.32/0.78
	Age(14-19)	1.56/2.6	0.4/0.4	1.17/2.25	0.21/0.45
	Age(20-29)	1.87/2.7	0.4/0.5	1.27/2.57	0.38/0.55
	Age(30-39)	1.61/2.3	0.4/0.4	1.29/2.28	0.38/0.53
Forearm	Age(7-13)	0.57/1.5	0.16/0.12	0.43/1.37	0.12/0.1
	Age(14-19)	0.93/1.6	0.12/0.13	0.74/1.39	0.1/0.12
	Age(20-29)	1.03/1.5	0.14/0.17	0.66/1.34	0.11/0.12
	Age(30-39)	0.99/1.5	0.17/0.21	0.76/1.35	0.12/0.12
Hand	Age(7-13)	0.25/0.7	0.05/0.11	0.19/0.61	0.05/0.08
	Age(14-19)	0.40/0.7	0.06/0.09	0.33/0.63	0.04/0.13
	Age(20-29)	0.42/0.6	0.05/0.07	0.29/0.58	0.05/0.07
	Age(30-39)	0.43/0.6	0.04/0.06	0.31/0.56	0.05/0.12

* 분절의 질량, ** 체중에 대한 분절의 질량비

표 3. 한국인을 대상으로한 신체분절 질량비에 대한 자료간 비교

(unit: %)

Body Segments	Lim. H.K(1994) (Immersion) ¹⁾	Jung. C.J(1990) (Immersion) ²⁾	Jung. C.J(1993) (MRI) ³⁾	Present (1995)
Head with Neck	6.41	9.38	8.36	8.98
Trunk	50.33	45.27	49.98	48.86
Upper arm	2.73	2.93	2.43	2.73
Forearm	1.62	1.63	1.55	1.52
Hand	0.54	0.63	0.53	0.62
Thigh	9.74	11.18	10.88	10.47
Leg	6.09	5.15	4.59	4.25
Foot	1.12	1.20	1.22	1.49

* 1) 임형균(1994), 2) 정철정(1990), 3) 정철정(1993)

표 4. 신체분절 질량비에 대한 외국인 자료와의 비교

Body Segments	(unit: %)			
	Matsui(1958)	Dempster(1955)	Clauser(1969)	Present (1995)
Head	4.4	-	-	-
Neck	3.3	-	-	-
Head with Neck	-	8.1	7.3	8.98
Trunk	47.9	49.4	50.7	48.86
Upper arm	2.65	2.8	2.6	2.73
Forearm	1.50	1.6	1.6	1.52
Hand	0.9	0.6	0.7	0.62
Thigh	10.0	10.0	10.3	10.47
Leg	5.35	4.7	4.3	4.25
Foot	1.9	1.5	1.5	1.49

2) 분절의 무게중심 위치

평형측정판법을 이용하여 그림 1과 같은 자세를 취하였을때 몸전체에 대한 무게중심위치를 산출하여 중심 이동 정도를 파악하였으며, 각 자세에서 다리전체, 발을 포함한 종아리, 팔전체, 손을 포함한 아래팔에 대한 신체 분절의 무게중심위치를 산출하였다. 그림 2와 그림 3은 그림 1과 같은 자세를 취하였을때 각각의 자세에 대한 몸전체의 무게중심 이동 정도를 그림 1의 (a) 자세를 취하였을때 무게중심위치를 기준으로 나타낸것이고 그림 4는 각 신체분절에 대한 무게중심 위치를 신체 근위단으로부터의 비율로 나타낸것이다. 중심위치의 이동정도를 보면 다리전체를 든 자세에서 남.여 모두 약 3-4% 정도의 이동이 있었으며, 발을 포함한 종아리를 든자세는 약 1-2% 정도, 전체팔을 든자세와 손을 포함한 아래팔을 든 자세에서는 1% 이하의 이동이 있는 것으로 나타났다.

각 분절의 무게중심위치는 그림 4의 (a)에서 (e)와 같이 몸전체에 대한 무게 중심위치(a)는 분절의 근위단으로부터 비율을 볼때 남자가 14-19세 그룹과 20-29세 그룹에서 각 56.74%, 57.01%로 56.32%, 56.87%인 여자 보다 다소 높게 나타났으며, 7-13세 그룹과 30-39세 그룹은 여자가 57.75%, 57.15%로 57.09%, 56.28%인 남자 보다 다소 높게 나타났다. 다리전체에 대한 무게중심위치(b)는 7-13세 연령을 제외하고 남자가 여자보다 다소 높게 나타났으며 남자는 14-19세 연령이 51.7%로 가장 높으며 여자는 7-13세 연령그룹이 48.6%로 가장 높게 나타났다. 발을 포함한 종아리에 대한 무게중심위치(c)는 14-19세 그룹과 20-29세 그룹에서 51.8%, 50.9%인 남자가 48.9%, 44.8%인 여자 보다 높게 나타났으며, 7-13세 그룹에서는 여자가 50.6%로 46.2%인 남자 보다 높게 나타났으나 30-39세 그룹은 남.여가 비슷하게 나타났다. 팔전체에 대한 무게중심위치는 분절의 근위단로부터 비율이 7-13세그룹이 남.여 각 48.3%, 48.2%로 가장 높고 다른 그룹에서는 40%-43% 정도로 7-13세에 비해 낮게 나타났으며 남.여의 차이는 작다. 손을 포함한 아래팔의 경우는 팔전체의 경우와 같이 7-13세 그룹이 남.여 모두 50.6%로 분절의 근위단으로부터 비율이 가장 크게 나타났으나 다른 그룹에서는 7-13세 그룹에 비해 5-15% 정도 낮게 나타났으며 남.여간에는 다소 차이가 있는것으로 나타났다.

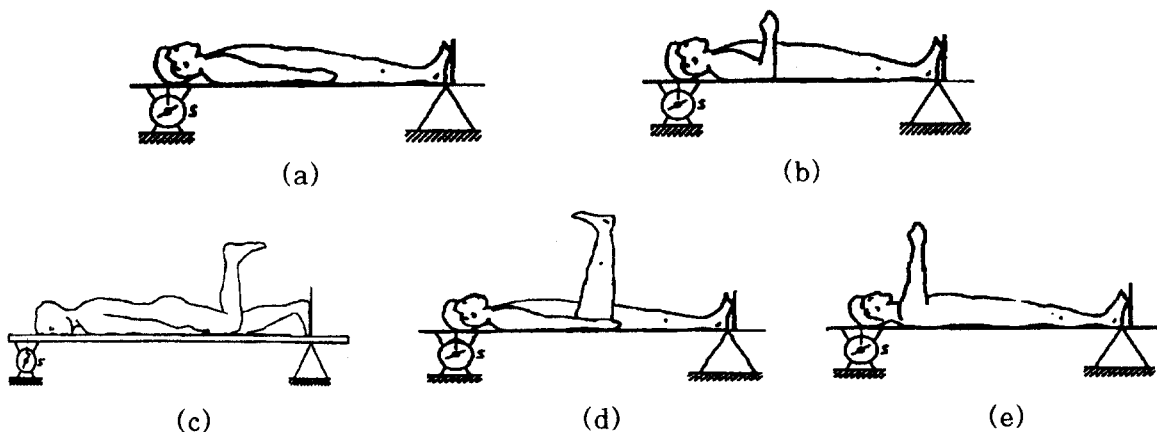


그림 1 분절의 무게중심위치 측정을 위한 자세

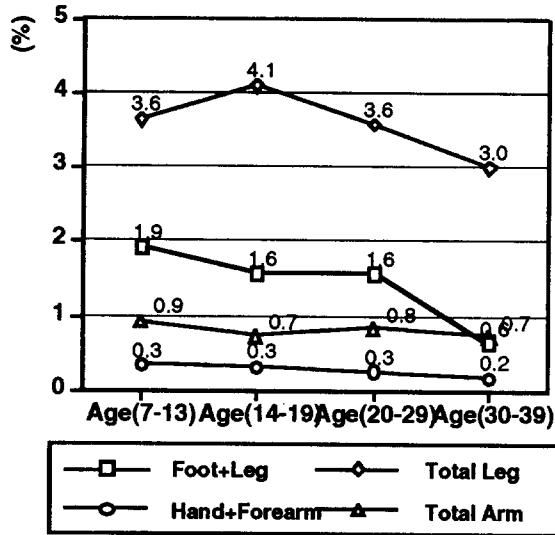


그림 2 자세에 따른 중심위치 이동정도(남자)

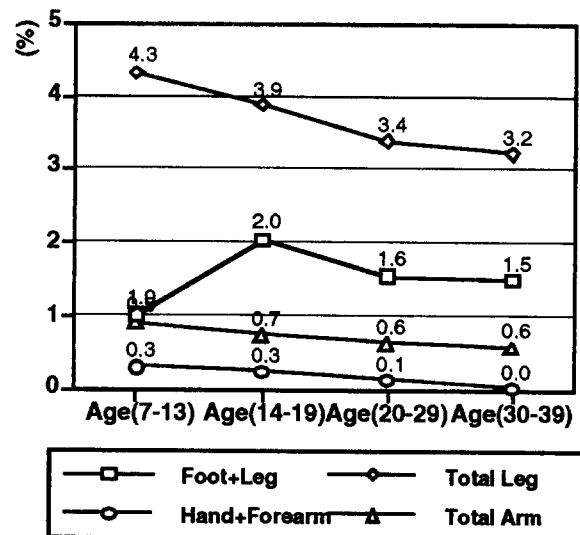
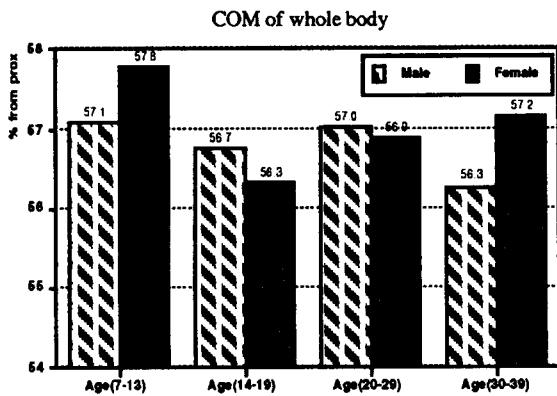
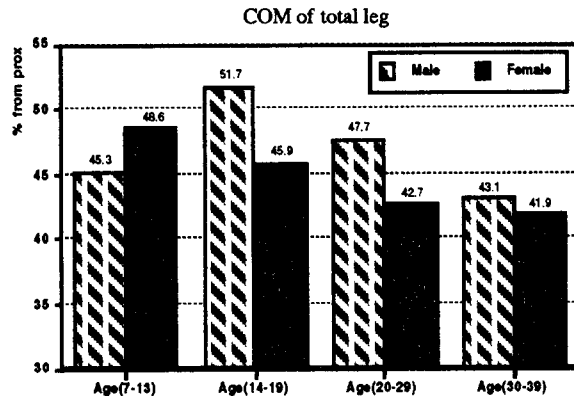


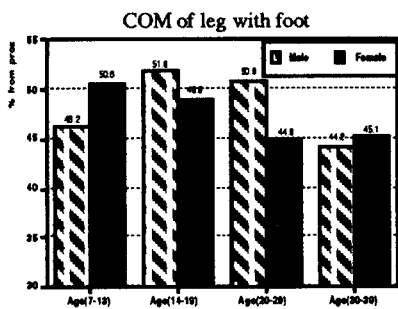
그림 3 자세에 따른 중심위치 이동정도(여자)



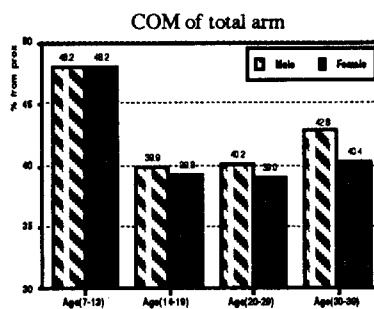
(a)



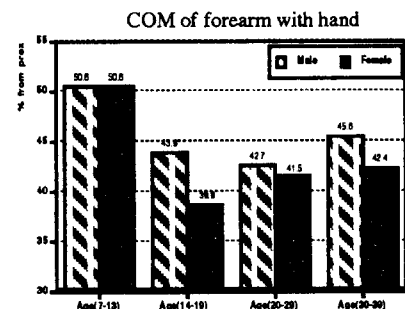
(b)



(c)



(d)



(e)

그림 4 신체분절에 대한 중심위치

4. 결론

본 연구에서는 한국인 7-39세 사이의 남, 여를 대상으로 신체분절을 8개로 구분하여 각 신체분절에 대한 질량, 질량 비를 구하였으며, 다리전체, 발을 포함한 종아리, 팔전체, 손을 포함한 아래팔 등 4개의 분절에 대한 무게중심위치 산

출과 4가지 자세를 취하였을때 무게중심위치의 이동 정도를 파악하였다.

신체분절의 체중에 대한 질량비를 보면 7-13세 연령그룹의 발, 종아리, 위팔부위를 제외하고 전 부위에서 남자의 질량비가 여자 보다 크게 나타났으나 종아리부위에서는 14-19세 그룹을 제외하고 여자가 남자 보다 다소 크게 나타났다. 7-13세 그룹에서는 다른 연령그룹에 비해 목을 포함한 머리부위의 질량비가 3-4% 정도 크게 나타났는데 이는 전체적인 성장발육상태가 다른 연령그룹에 비해 낮기 때문으로 판단된다. 한국인 20-29세 연령그룹의 분절 질량비와 외국인의 자료와 비교할때 몸통, 머리, 종아리, 발부위에서 다소 차이를 보이고 있으나 다른 분절에서는 대체로 비슷하다.

자세에 따른 무게중심의 이동 정도를 분절의 먼쪽에서 몸쪽(proximal)방향으로의 비율로 나타냈을때 반듯하게 누웠을때 보다 다리전체를 든자세에서는 남.여 모두 약 3-4% 정도 머리쪽으로 이동되었으며, 발을 포함한 종아리를 든자세는 약 1-2% 정도, 팔전체를 든자세와 손을 포함한 아래팔을 든자세에서는 1% 이하의 이동이 있는 것으로 나타났다.

각 분절의 무게중심위치를 분절의 먼쪽에서 몸쪽(proximal)방향으로의 비율로 나타냈을때 다리전체에 대한 무게중심위치는 7-13세 연령그룹을 제외하고 남자가 여자 보다 다소 크게 나타났으며 남자는 14-19세 연령이 51.7%로 가장 크고 여자는 7-13세에서 48.6%로 가장 크게 나타났다. 발을 포함한 종아리에 대한 무게중심위치는 14-19세, 20-29세 그룹에서 남자가 여자 보다 크게 나타났으며 7-13세 그룹은 여자가 남자 보다 크지만 30-39세 그룹에서는 남.여가 비슷하게 나타났다. 팔전체에 대한 경우는 7-13세 그룹이 남.여 모두 가장 크게 나타났고, 다른 그룹에서는 7-13세 그룹에 비해 비율이 낮게 나타났으며 남.여의 차이는 작다. 손을 포함한 아래팔의 경우는 팔전체의 경우와 같이 7-13세 그룹이 근단 위로부터의 비율이 가장 크고 다른그룹에서는 7-13세 그룹에 비해 낮게 나타났으며 남.여간의 차이는 다소 있는것으로 나타났다.

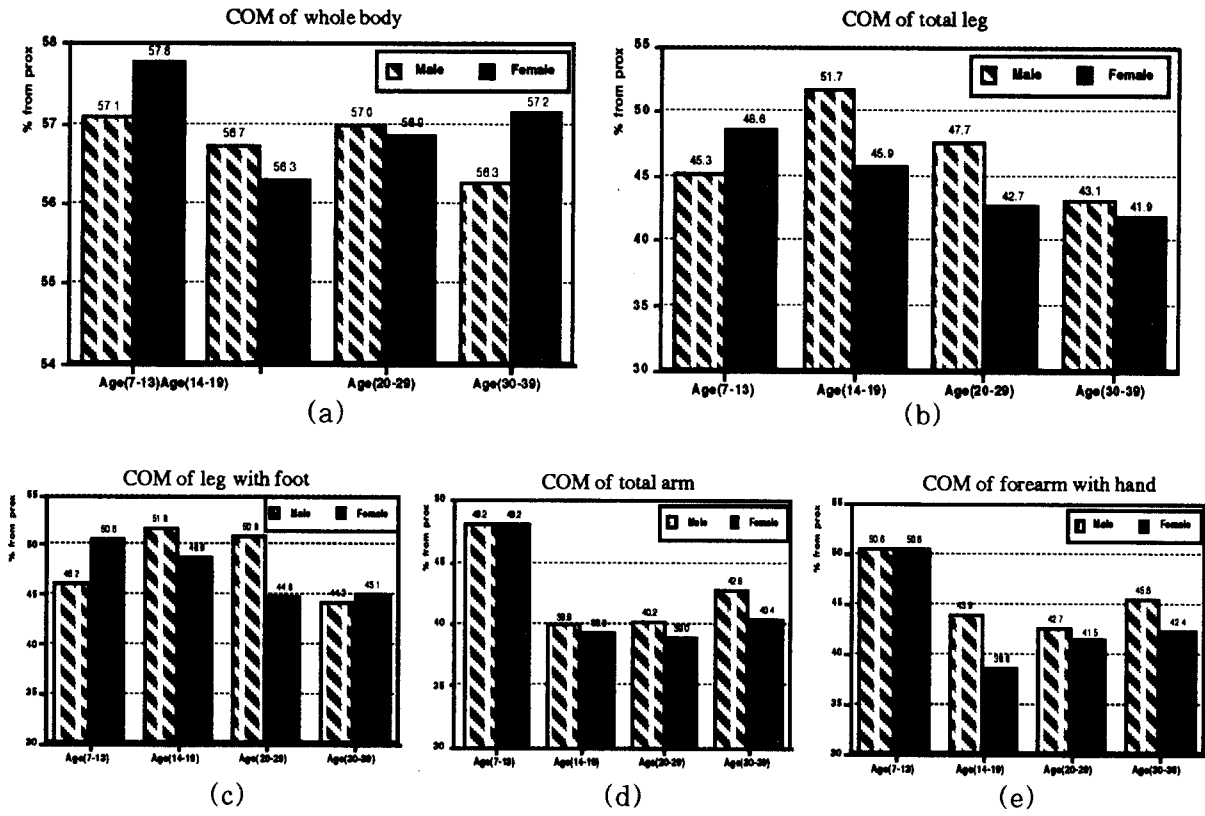
본 연구를 통하여 생체를 대상으로한 한국인의 자료간에도 서로 차이가 다소 있으며, 주로 사체를 대상으로한 외국의 연구 결과와도 차이가 있음을 보였다. 연구자들간의 결과가 서로 차이를 보이고 있는것은 대상자의 상이함과 신체분절의 구분 차이, 실험방법에서 나타나는 오차가 크다하겠다. 따라서 향후 한국인의 연령그룹별 신체분절의 특성을 파악하기 위해서는 좀더 세심한 실험준비와 실험오차를 줄일수 있는 방법을 도출하여야 할것이다. 그러나 생체를 대상으로 직접측정방법에 의한 실험방법으로는 측정오차를 줄일수 있는 한계가 분명치 않으므로 시간과 비용이 과다하게 소요되기는 하지만 인체에 비교적 해를 주지 않는 MRI 장비를 이용한 간접측정방법의 연구를 통하여 직접측정방법에 의한 방법과 비교 검증하는 연구가 향후 수행하여야 할것이다.

참고문헌

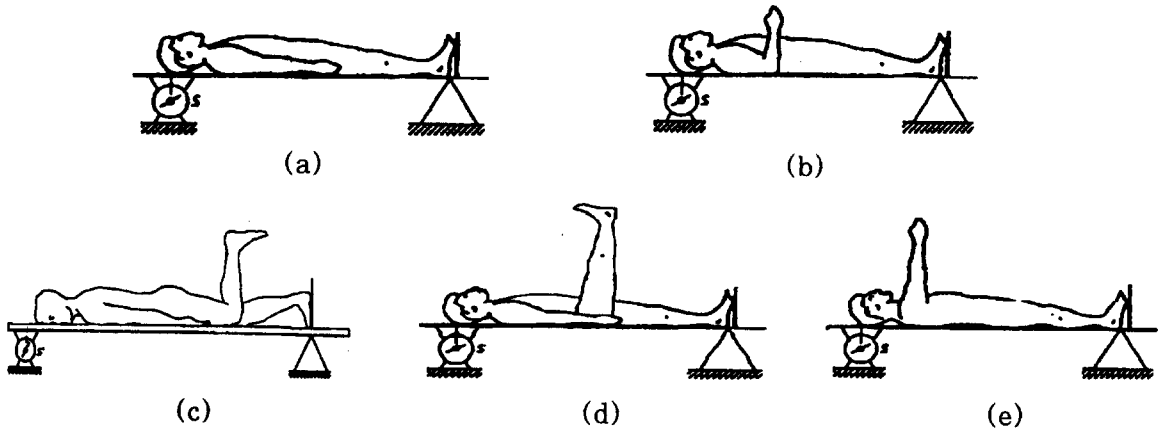
1. 이영린, 남기용, 이상돈, "누웠을때의 신체 중심의 이동과 가슴둘레의감소" 서울의대잡지, Vol.1, No.3, pp. 77-79. 1960.
2. 박순영, "한국 성인의 체구성에 관한 연구-표준체중치와 총체지방량을 중심으로-" 인간과학, Vol 2, No. 4, pp.47-62. 1978.
3. 진세훈, "골밀도 측정법에 의한 성인남자의 체구성에 관한 연구:표준체중치와 총체지방량을 중심으로", 경희대학교, 박사학위, 1989.
4. 최증명, "Dual Energy x-ray Absorptiometry 방법을 이용한 일부 환자들의 체구성에 관한 연구", 경희대학교, 박사학위, 1991.
5. 박정환, "골밀도 측정 방법을 이용한 한국 성인 여자의 체구성에 관한 연구", 경희대학교, 박사학위, 1992.
6. 박춘배, "이중 x 선법에 의한 한국 청소년의 체구성에 관한 연구", 경희대학교, 박사학위, 1994.
7. 황재훈, "골밀도 측정방법을 이용한 한국 성인 남자의 체구성에 관한 연구", 경희대학교, 박사학위, 1993.
8. 임현균, "한국인 20대 청년 신체분절의 관성 특성에 관한 연구", 충남대학교, 석사학위, 1994.
9. 정철정, "한국 성인 남자의 생체역학적 신체분절 모수치 산출", 서울대학교, 박사학위, 1993.
10. Clauser, C.E., and McConville, J.T., and Young, J.W., "Weight, Volume and center of mass of segments of the human body", AMRL Technical Report, Wright-Patterson Air force Base, Ohio., 1969.
11. Dempster, W.T., "Space Requirments of the seated operator", WADCTR 55-159, Wright patterson Air Force Base. Ohio. 1955.
12. Dempster, W.T., "The Anthropometry of body action", Ann. N.Y. Acad. Sci., 63, 559-585, 1955.

13. Drills, R., and Contini, R., "Body Segment Parameters", DHEW Report No.1163-03, New York University School of Engineering and Science, New York,1966.
14. Harless, E., "The static moment of the component masses of the human body", FTD-TT-61-295, Wright-patterson Air Force Base, Ohio, 1962.
15. Hanavan, E.P., "A Mathematical model of the human body", AMRL-TR- 64-102, Wright-patterson Air Force Base, Ohio, 1964.
16. Martin, P.E. et al., "The use of magnetic resonance imaging for measuring segment inertial propertis", J. Biomechanics, Vol. 22. No. 4, 1989.
17. Matsui, H., "A new method to determine the center of gravity of a human body by somatometry", Taiiku kagakusha. 1958.
18. Miller, D.I., and Nelson, R.C., "Biomechanics of sport", Lea & Febiger, Philadelphia, 1973.
19. Mungliole, M. Martin, P.E., "Estimating Segment Inertial Properties:Comparison of Magnetic Resonance Imaging With Existing Methods", J. Biomechnics, 23. 1039-1046, 1990.
20. Whittset, C.E., "Some dynamic response characteristics of weightless man", AMRL-TR 63-18, Wright-patterson Air Force Base, Ohio, 1963.

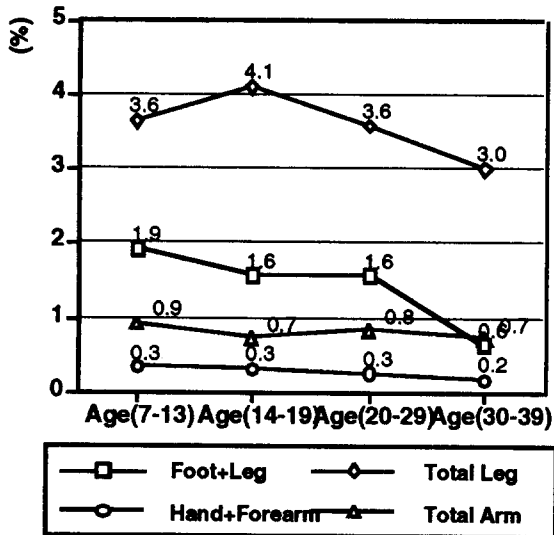
박수찬, 그림 4



박수찬, 그림 1



박수찬, 그림 2



박수찬, 그림 3

