

한국인 성인 및 고령자의 주요 골격계에 대한 인체계측학적 비교 및 분석 Anthropometrical Comparison and Analysis in Major Skeletons of Korean Adult and Elderly

*김수택¹, #전경진¹, 고철웅¹, 조덕연¹

*S.T. Kim¹, #K.J. Chun(Chun@kitech.re.kr)¹, C.W. Ko¹, D.Y. Cho¹

¹ 한국생산기술연구원 실버기술개발단

Key words : CT Image, Reconstruction, Anthropometry, Skeleton, Ilium, Femur, Humerus

1. 서론

컴퓨터 하드웨어 및 그래픽, 시뮬레이션 기술이 비약적으로 발전함에 따라 인체 모델링 및 가상화 연구가 IT, BT, 의학 분야의 전반에 걸쳐 활발히 이뤄졌다. 또한 제품 개발에 있어 인체를 고려한 안정성과 안락감 등 생체역학적(Biomechanics), 인간공학적인(Ergonomics)적 측면에서의 고객 만족감은 가장 중요한 사항 중의 하나가 되었다. 이는 고객의 요구에 맞물려 인체의 형상이나 역학적 반응을 고려한 제품 설계가 개발에 있어 중요한 비중을 차지하게 만들었으며, 인체모델(Human Model)에 관련된 활발한 연구를 유도하였다. 인체모델은 인체에 대한 광범위한 측정 자료를 바탕으로 개발되어 왔으며, 미국과 유럽 등 선진국에서는 자국민을 대상으로 인체모델 개발에 관심을 쏟아왔다.

대표적인 예로 미국의 Visible Human Project¹, Visible Embryo NGI(Next Generation Internet) Project, 중국의 Chinese Visible Human², 유럽의 CHARM Project, 일본의 Digital Human Research Center 등이 있다. 그러나 외국에서 개발된 인체모델은 한국인의 체격과 차이가 존재하며, 설계 및 평가에 적용하기에는 적합하지 않다. 이에 따라 국내에서는 Visible Korean Human, Digital Korean 등이 구축되어 제공되고 있으며, 한국인 인체치수조사(Size Korea, 1979 ~2004년)가 이루어 졌다. 하지만 한국인 인체모델 구축에서 중요한 부분인 주요 골격계에 대한 인체계측학적(Anthropometry) 비교 및 분석에 대한 연구는 많지 않다. 본 연구에서는 표준체위에 근접한 한국인 성인 및 고령자를 선정하여 주요 골격계(Skeletal System)에 대한 3차원 형상 모델을 개발하고 인체계측학적 비교, 분석을 통해 향후 한국인 표준모델개발의 기초데이터로 활용하고자 한다.

2. 비교 및 분석 방법

2.1 인체 골격계 구성

인간의 골격(Skeleton)은 인체의 기본형을 이루는 견고한 구조물로서 체격 및 자세를 지지하며, 운동의 토대가 되고 내장의 모든 기관을 지탱하고 보호하는 역할을 한다. 인체의 골격계(Skeletal System)는 약 206개의 뼈로 이뤄져 있으며 두개골(Cranial Bone), 이소골(Auditory Ossicle), 척주(Vertebral Column), 늑골과 흉골(Rib and Sternum) 등 4종의 축골격(Axial Skeleton)과 상지골(Bones of Upper Limb), 하지골(Bones of Lower Limb) 등 2종의 부속골격(Appendicular Skeleton)으로 구성된다. 본 연구에서는 상지골의 상완골(Humerus), 하지골의 대퇴골(Femur), 장골(Ilium) 등 주요 골격 3종을 선정하여 분석하였다.

2.2 CT 의료영상정보 획득

한국인 인체치수조사(5차, 2004년) 정보에서 표준체위에 유사한 한국인 성인 및 고령자 사체(Cadaver)의 CT(Computed Tomography) 영상정보를 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 협력으로 확보하였다 (Table 1).

Table 1 Reference of Korean Adult and Elderly Cadavers

Cadaver	Gender	Age	Stature (cm)	Weight (kg)
Adult	Male	22	173	71
(Standard)	(Male)	(25~34)	(172~174)	(70~72)
Elderly	Male	60	166	65
(Standard)	(Male)	(60~69)	(164~165)	(65~67)

입수된 CT 영상정보는 성인 및 고령자가 각각 1908 장, 1752 장이며 0.832 mm의 해상도(Pixel Size)로 1 mm 간격으로 촬영되었다. CT영상정보를 바탕으로 전용소프트웨어인 Mimics 13.0 (Materialise Inc.)과 Hypermesh 7.0 (Altair Engineering Inc.)을 사용하여 손과 발을 제외한 골격계의 3차원 형상 모델로 재구성(Reconstruction)하였다 (Fig. 1).

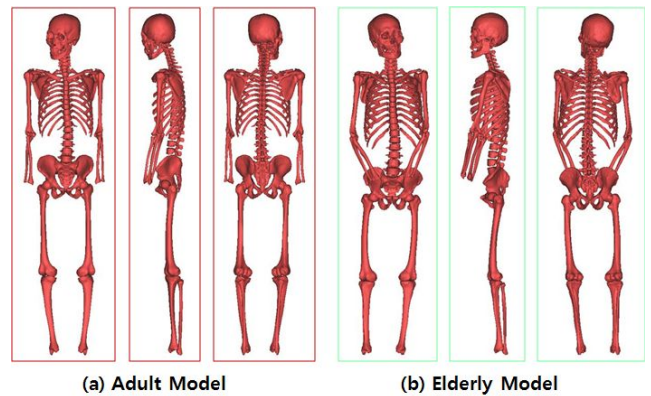


Fig. 1 Reconstruction 3D Models Based on CT Images of Korean Adult and Elderly Cadavers

2.3 인체계측학적 비교 및 측정기준 설정

선정한 3종의 주요 골격(상완골, 장골, 대퇴골)에 대한 3차원 재구성 모델을 대상으로 한국인 성인 및 고령자의 인체계측학적 특징을 측정하였다. 기존의 연구들^{4,5}을 바탕으로 상완골에 대해서는 최대길이(HL), 골두 반지름(RC), 하부 너비(HIW), 몸통 최소직경(MD), 골수강 직경(CD) 등을 측정하였으며, 대퇴골의 경우에는 최대길이(ML), 몸통 및 목의 종축각(CdA), 골두 직경(HVD), 골두 폭(PB), 말단 폭(DB), 몸통 횡직경(MsTD) 등을 측정하였다. (Fig. 2). 장골은 좌·우 장골의 상전장골근(Anterior Superior Iliac Spine)을 연결한 축과 치골결절(Pubic Symphysis)의 연장축이 교차하는 2차원 평면에 수직이 되는 좌표계를 설정하고, 좌표계의 원점에서 서부터 계측학적 특징 점⁶을 설정하여 측정하였다(Fig. 3).

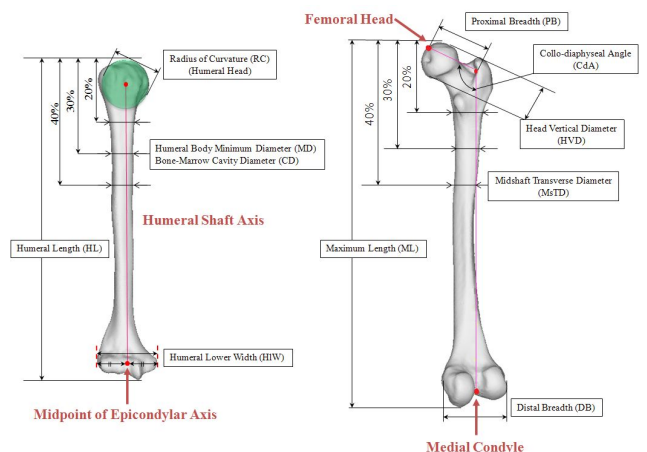


Fig. 2 Reference of Anthropometric Measurements for Korean Humerus (Left) and Femur (Right)

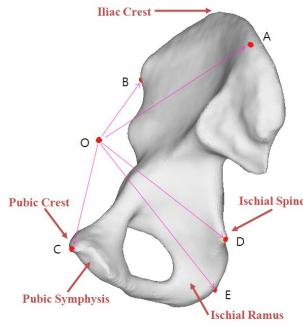


Fig. 3 Reference Points of Anthropometry for Ilium

3. 측정 결과 및 고찰

한국인 성인 및 고령자의 주요 골격계의 인체측정학적 계측결과, 상완골의 길이 및 허부 너비는 성인이 331.6 mm, 64.2 mm로 고령자에 비해 각각 9.8 %, 8.9 % 크게 측정되었고, 대퇴골의 최대길이 및 골두 폭, 말단 폭은 성인이 485.1 mm, 81.5 mm, 88.8 mm로 고령자에 비해 각각 17.9 %, 11.5 %, 8.5 % 크게 측정되었다. 장골의 경우 성인의 O-A, O-C, O-D가 133.6 mm, 92.8 mm, 128.6 mm로 고령자에 비해 각각 14.8 %, 45.0%, 15.3 % 크게 나타났다. 이러한 결과는 고령자에 비해 성인의 체격이 크기 때문이며, 특히 하체의 길이 및 발달(대퇴골, 장골)이 더욱 두드러지게 나타났다(Table 2, Fig. 4).

일반적으로 고령자의 체격은 성인에 비해 작기 때문에 상완골, 대퇴골의 길이는 9.8 %, 17.9 % 차이를 보였다. 성인의 경우 하체의 발달로 인해 고령자에 비해 장골의 크기가 최대 45 % 이상 크게 나타났다. 또한 상완골의 길이에 대해 골두(Humeral Head) 최상단에서부터 20 %, 30 %, 40 % 되는 지점에서 몸통 최소직경과 골수강 직경(Bone-Marrow Cavity Diameter)의 차(몸통 부분의 골 두께)는 성인이 각각 50.3 %, 65.1 %, 89.5 % 크게 측정되었다. 이는 고령자가 성인에 비해 형상적으로 발생하는 기계적 강도가 떨어지며, 외부 충격이 가해질 경우 파단에 취약함을 의미한다. 대퇴골두(Femoral Head) 최상단에서 내측관절융기(Medial Condyle) 방향으로 20 %, 30 %, 40 % 되는 지점에서 몸통 횡직경(Mid-shaft Transverse Diameter)을 측정한 결과, 20 % 지점은 성인이 3.4 % 크게, 30 % 및 40 % 지점은 고령자가 각각 7.7 %, 9.6 % 크게 나타나 성인의 대퇴골 길이가 길어지면서 횡직경이 고령자에 비해 작아지는 경향을 보였다. 성인 및 고령자의 주요

Table 2 Results of Anthropometric Measurement for Subjects

Skeleton	Measurements	Cadaver (mm)		Size Difference (%)
		Adult	Elderly	
Humerus	HL	331.6	301.9	9.8 (+)
	RC	23.3	22.6	3.5 (+)
	HIW	64.2	59.0	8.9 (+)
	20% MD-CD	12.5	8.3	50.3 (+)
	30% MD-CD	12.1	7.3	65.1 (+)
Femur	40% MD-CD	13.2	7.0	89.5 (+)
	ML	485.1	411.4	17.9 (+)
	CdA	126.1	115.3	9.4 (+)
	HVD	50.5	48.3	4.4 (+)
	PB	81.5	73.1	11.5 (+)
	DB	88.8	81.8	8.5 (+)
	20% MsTD	38.2	37.0	3.4 (+)
	30% MsTD	31.0	33.6	7.7 (-)
	40% MsTD	28.0	31.0	9.6 (-)
	Ilium	O-A	133.6	166.3
O-B		127.4	117.0	8.9 (+)
O-C		92.8	64.0	45.0 (+)
O-D		128.6	111.5	15.3 (+)
O-E		165.6	165.6	0.0

Size Difference: (+); Adult>Elderly, (-); Adult<Elderly

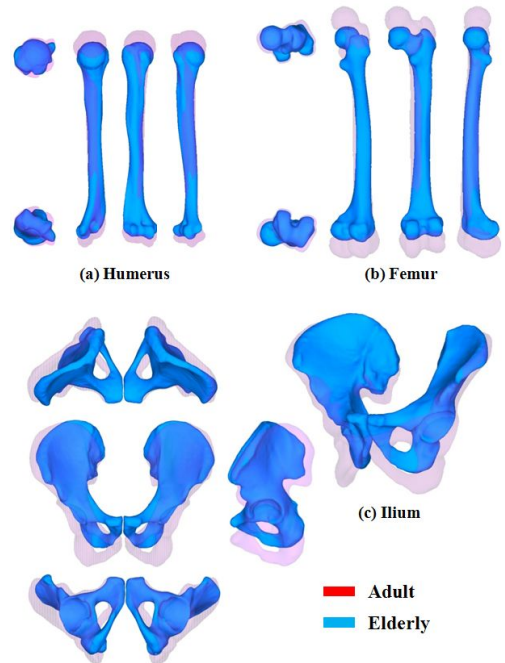


Fig. 4 Overlap Illustration for 3D Morphological Models of Korean Adult and Elderly

골격에 대한 형상차이를 비교하기 위하여 3차원 모델을 중첩하여 표현하였다(Fig. 4).

4. 결론

한국인 인체모델 구축에서 중요한 부분인 골격계에 대한 인체계측학적(Anthropometry) 연구와 관련하여 연령별 주요 골격계의 형상학적 특징을 검토한 예는 그리 많지 않다. 본 연구에서는 한국인 성인 및 고령자의 3종의 주요 골격(상완골, 장골, 대퇴골)을 선정하여 인체계측학적 측정을 바탕으로 골격계의 형상을 정량적으로 비교/분석하였다. 성인과 고령자의 주요 골격계에 있어서 형상차이가 확인되었고, 이러한 결과로부터 연령별 구분에 의한 한국인 표준모델 개발이 바람직한 것으로 판단된다. 향후, 한국인 성인 및 고령자의 인체계측학적 비교/분석 결과가 지속적으로 축적된다면, 표준모델 개발의 기초데이터로서 활용뿐만 아니라 임플란트 및 수술 보조도구 개발, 인체모델 관련 전반의 연구에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 산업기술연구회 정책과제의 연구비 지원을 받아 수행되었다. (과제번호: 09-PS-1-0018). 한국과학기술정보연구원(KISTI)과 카톨릭대학교 의과대학 응용해부연구소가 공동으로 구축하여 제공하는 한국인의 인체정보를 이용하였다.

참고문헌

- Ackerman M. J., et al., "The Visible Human Project," Proceedings of the IEEE, Vol. 86, No. 3, pp. 504-511, 1998.
- Yi Wu, et al., "Creation of the Digital Three-Dimensional Model of the Prostate and its Adjacent Structures Based on Chinese Visible Human," Surgery and Radiologic Anatomy, 16, 930-1038, 2010.
- Johannes W. Rohen, et al., "Color Atlas of Anatomy," Lippincott Williams & Wilkins, 6th Edition, New York, pp. 2-18, 2006.
- Taner Ziyilan, et al., "An Analysis of Anatolian Human Femur Anthropometry," Turkish Journal of Medical Science, Vol. 32, No. 3, pp. 231-235, 2002.
- 김효선 외, "한국인 위팔뼈의 계측학적 특징 연구," 대한체질인류학회지, Vol. 24, No. 4, pp. 331-341, 2008.
- B. Besnault, et al., "Morphometric Study of the Human Pelvis," Journal of Biomechanics, Vol. 31, pp. 9, 1998.