

Anthropometrical Measurement of Femurs based on Korean Cadaver CT Images and Comparison to Sawbones used for Biomechanical Test

Tae-Min BYUN¹, #Cheol-Woong KO¹, Nam-Gu KIM², Sin-Hyouk YIM²,
Shin-Goo HUR², Chang-Yun Hwang², Seung-Baik KANG³

¹Korea Institute of Industrial Technology, Cheonan, 331-822

²SMA Co., Ltd., Gwangju,

464-965

³Seoul National

University BORAMAE Hospital, Seoul, 156-707

ABSTRACT

Objective: This study carried out the anthropometrical measurement and comparison using the shape model of human femur based on Korean cadaver CT information and the shape model based on CT information of Saw-bones used for biomechanical tests. **Background:** Due to the recent increase in the elderly population percentage, the frequency of femur fracture occurrence is also increasing every year. Depending on the degree of fracture and region, femoral fracture medical treatment using nail and plate system, etc. is conducted for the elderly. However, it is necessary to secure Korean femoral information for product development suitable for Korean skeletal system because most fracture treatment ones are imported. **Method:** The shape of the femur was modeled using CT images of 10 Korean cadavers(5 adults, 5 elderly) and Saw-bone modeling was also conducted based on CT image of Saw-bone(Large, Medium, Small) for biomechanical tests. Reference coordinate system for anthropometrical measurement was set and 6 shape measurement parameters were selected, and compared with Saw-bone. **Results:** The adult femoral information was compared with that of the elderly, and Korean femoral information and Saw-bone information were compared. **Conclusion:** This study performed anthropometrical measurement by constructing femur shape models based on Korean cadaver CT information and CT image of Saw-bone. **Application:** The results of this study can be expected to be used in the development of bone fracture fixing materials suitable for Korean femur in the future.

Keywords: Korean Cadaver Femur, CT Image, Anthropometrical Measurement, Saw-bone, Morphological Comparison

1. Introduction

한국에서는 빠른 속도로 고령화가 진행 중에 있으며, 고령자 인구는 2010년 기준으로 약 540만명이 보고 되고 있으며, 전체 인구 대비 고령자 인구 비율도 점차 증가함으로써 대퇴골 골절 발생 빈도도 매년 증가하는 추세이다[1]. 대퇴골 골절에는 단순골절, 복합골절 등이 있으며, 전문의는 골절 특성에 적합한 의학적 처치방안을 환자에게 제시하는 것이 일반적이다. 예를 들어 골수강 내부에 골절치료용 금속정을 삽입하여 고정하는 경우도 있으며, 골절 표면에 골고정용 금속판을 이용하여 고정하는 경우도 있다.

대퇴골 골절을 치료하는 경우에는 전문의의 정확한 판단과 수술이 필요하지만, 골절치료용 금속정과

골고정용 금속판의 형상도 매우 중요하다. 하지만 국내에서 사용되는 대퇴골 골절치료용 금속정과 골고정용 금속판의 대부분은 한국인 대퇴골 정보에 기초하여 개발된 예가 많지 않다. 본 연구에서는 한국인 사체 10구에 대한 CT 정보를 이용하여 한국인 대퇴골의 형상계측학적 정보를 확보하였으며, 생체역학 시험용 Saw-bone과의 비교를 하였다.

2. Method

2.1 대퇴골 형상모델 재구성

본 연구에서는 한국인 남성사체 10구(30대 성인 5구, 60대 고령자 5구)[Table 1]에 대한 CT 영

상정보(Pixel Size: 0.832mm, Slice Increment: 1.0mm, Slice Thickness: 3mm / 한국과학기술정보연구원 (KISTI) 제공)을 사용하여 대퇴골의 3차원 형상모델을 재구성하였다 (Mimics 16.0, Materialise).

Table 1. Information on CT Image of Cadavers

	Age(yr)	Height(cm)
Adult	30±5.8	169±5.3
Elderly	60±0.0	164±4.6

2.2 측정기준 설정

대퇴골의 해부학적 특징을 고려하여 Trochanteric fossa 와 Intercondylar fossa를 연결한 직선을 Local Z 축으로 설정한 뒤, Global Z 축에 일치시켜 대퇴골 측정 기준축을 설정하였다. 또한, Trochanteric fossa, Intercondylar fossa, Femoral head center의 3점으로 구성된 평면을 Local 기준면으로 정의하고, Global 기준면에 일치시켜 대퇴골의 측정기준 좌표계를 설정하였다[Figure 1].

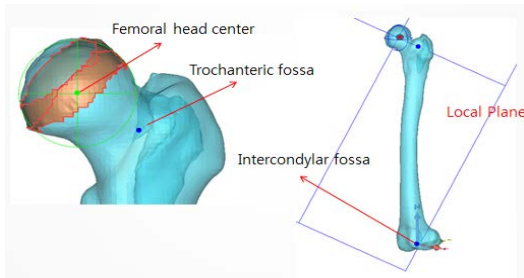


Figure 1. Definition of Local Plane using Anatomical Three Points of Femur

2.3 Saw-bone의 CT 촬영 및 형상모델 재구성

생체역학 시험용의 Large, Medium, Small Size의 Sawbone (USA, <http://www.sawbones.com>)을 입수하여 CT 촬영(Pixel Size: 0.605, Slice Increment: 1mm, Slice Thickness: 2.5mm)을 진행하였다. 촬영한 CT 정보를 기초로 형상모델을 재구성하였으며 [Figure 2], 사체 대퇴골 형상모델과 동일한 측정기준을 설정하였다.

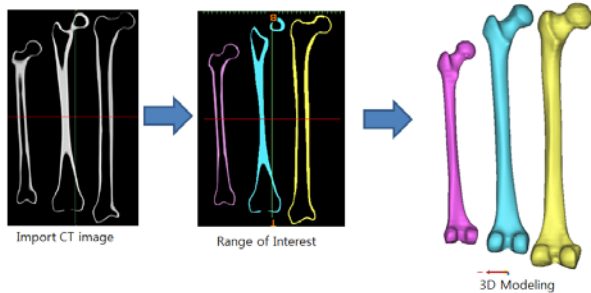


Figure 2. 3D Modeling of Saw-bones based on CT Images

2.4 대퇴골 형상측정

해부학적 특성을 고려하여 대퇴골에서 가장 대표적인 측정항목을 6개를 선정하였으며[Figure 3], 사체 대퇴골 (10개)와 Saw-bone 모델 (3종)에 대하여 형상정보를 측정/비교하였다.

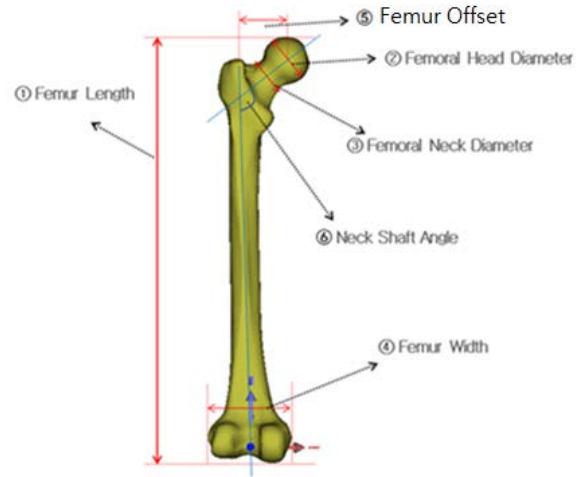


Figure 3. Selected 6 Major Measurement Parameters

3. Results

한국인 성인 평균과 고령자 평균의 대퇴골 측정정보를 비교한 결과[Figure 4], Femur Length, Femoral Head Diameter, Femur Width, Neck Shaft Angle의 경우에는 고령자에 비하여 성인에서 -4.3%, -7.0%, -1.1%, -3.0% 작게 측정되었으며, Femoral Neck Diameter는 성인과 고령자의 차이는 +0.3%로 유사하게 측정되었다. 또한, Femur Offset 경우에는 성인에 비하여 고령자가 +2%만큼 크게 측정되었다.

한편, 한국인 대퇴골의 평균치(성인+고령자)와 Saw-bone의 정보를 비교한 결과, Femur Length, Femur Offset의 경우에는 Large > Medium > 한국인 > Small의 결과가 얻어졌고, Femoral Head Diameter와 Femur Width의 경우에는 Large > 한국인 > Medium > Small의 관계를 보였다. 또한 Femoral Neck Diameter에서는 한국인 > Large > Medium > Small의 결과가, Neck Shaft Angle에서는 Large < 한국인 < Medium < Small의 관계가 도출되어, 한국인 대퇴골과

Saw-bone과의 골격학적 차이점이 확인되었다.

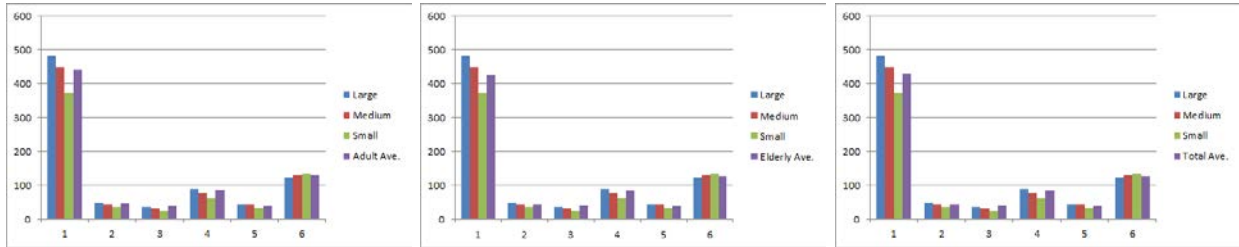


Figure 4. Comparison of Anthropometrical measurement between Korean Femur and Saw-bone

4. Conclusion

본 연구에서는 한국인 사체와 생체역학 시험용 Saw-bone의 CT 영상에 기초한 형상모델을 기초로 인체계측학적 정보를 측정/비교하였다. 향후 대퇴골의 인체계측학적 정보는 한국인 대퇴골에 적합한 골고정재의 개발에 유용한 활용이 기대된다.

Acknowledgements

This work was funded by grants from Korea Institute of Industrial Technology (S2127785).

References

[1] H.S. An, I.H. Park, L.D. Young, "Femoral Fracture Surgery Simulation", Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 46, No.11, pp. 59-63, November, 2006.

Author listings

Tae-Min BYUN: ll3179ll@kitech.re.kr

Highest degree: B.S, Department of Biomedical Engineering, Jungwon University

Position title: Researcher, Advanced Biomedical and Welfare Technology R&BD Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

Areas of interest: Biomedical Engineering

Cheol-Woong KO: cheko@kitech.re.kr

Highest degree: PhD, Department of Mechanical and Environmental Informatics, Tokyo Institute of Technology, Japan

Position title: Director, Advanced Biomedical and Welfare Technology R&BD Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

Areas of interest: Biomedical Engineering, Human FE Modeling & FEA

Nam-Gu KIM: knsgma@naver.com

Highest degree: Graduate, Department of Mechanical Engineering Myongji University

Position title: Senior Researcher, SMA Co., Ltd.

Areas of interest: Shape Memory Alloy R&D

Sin-Hyounk YIM: yshsma@naver.com

Highest degree: Graduate, Electronic Engineering, Seakyeong University

Position title: Senior Researcher, SMA Co., Ltd

Areas of interest: Shape Memory Alloy R&D

Shin-Goo HUR: hsgsma@naver.com

Highest degree: Master, Department of Metal Materials and Engineering Gyeongsang National University

Position title: Director, SMA Co., Ltd

Areas of interest: Shape Memory Alloy R&D

Chang-Yun HWANG: hcysma@naver.com

Highest degree: Graduate, Department of Russian Language Pai Chai University

Position title: CEO, SMA Co., Ltd

Areas of interest: Management, Shape Memory Alloy R&D