

Measurement of Human Joints based on Korean Cadaver CT Image and Concept Design of Drug Delivery Device

Tae-Min BYUN¹, #Cheol-Woong KO¹, Sang-Kuy HAN¹, Keyoung-Jin CHUN¹, In-Hoon JANG¹

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

ABSTRACT

Objective: The concept design of drug delivery device was proposed by modeling and measuring human joints based on Korean cadaver CT information. **Background:** According to the recent increase in the elderly, the elderly with arthritis, a geriatric illness are also increasing. Most of existing pain treatment drugs tend to affect the human body and the orthopedic implant surgery method increases the physical burden of elderly patients. For this reason, it is necessary to develop the drug delivery system that can effectively operate local blocking of the pain path in the joints. **Method:** The shapes of joints were modeled by CT images by selecting main body joints, and the distance between bones forming human joints, the effective needle length of drug delivery device and the movement range were measured. **Results:** For the human major joints, the maximum value of the distance between bones was measured to be 6.51mm at the spine joint and the maximum of the effective needle length to be 112.92mm at the spine joint, and the minimum of the movement range to be 51.17degree. **Conclusion:** This study proposed the concept design of drug delivery device based on Korean cadaver CT image. **Application:** The results of this study can be used in the optimal development of drug delivery device suitable for the human body joint shape in the future.

Keywords: Human Joint, Korean Cadaver, CT Image, Reconstruction, Drug Delivery Device

1. Introduction

최근 경제발전 및 의료기술의 발전 등으로 평균수명의 크게 연장 되었다. 2000년 65세 이상 인구가 전체의 7.1%(337만명)에 달해 이미 고령화 사회에 진입하였으며[1], 2018년에는 고령사회에서 초고령사회(20%)로 진입이 예상된다. 고령인구의 증가에 따라 1개 이상의 만성질환을 갖고 있는 고령자는 81.3%로 고혈압(27.4%), 관절염(27.4%), 신경통(17%), 당뇨병(15.6%) 순으로 조사되었다. 2004년 국내에서 노인성 질환인 관절염의 추정 유병률 8.0% 였으며, 65세 이상의 고령자에서는 46.6% 정도가 관절염으로 인한 통증으로 활동 제한을 보이고 있다.

기존의 통증 치료를 위한 약물들은 인체에 영향을 주는 것이 대부분이기 때문에 이러한 약물들은 장기간의 복용에 따른 위/장 관계 출혈 등의 부작용을 초래한다. 또한 정형외과 임플란트 수술방법은 환자의 삶의 질 향상 및 통증해소를 위한 최후의 의료적 처지방법으로 볼 수 있으나,

고령 환자에게는 신체적 부담을 가중시키는 경향이 있다. 본 연구에서는 관절 내 통증 경로의 국소적 차단을 효율적으로 작동시킬 수 있는 약물 전달 시스템 개발을 위해서 인체 주요 관절부위(어깨, 척추, 무릎, 둔부)를 선정하여 CT 정보를 이용한 형상모델링과 계측 결과를 바탕으로 약물 주입기구의 Concept Design을 제안하였다.

2. Method

2.1 사체 CT 정보를 이용한 인체관절 모델링

본 연구에서는 한국인 남성 사체 5구에 대한 CT 영상정보(Pixel Size: 0.832mm, Slice Thickness: 3mm, Slice Increment: 1.0mm/한국과학기술정보연구원(KISTI)제공)에 기초하여 선정한 인체 관절 4부위(어깨, 척추, 무릎, 둔부)의 형상모델을 재구성하였다(Mimics 16.0, Materialise 사용). 어깨 관절에서는 Scapula, Humerus, 그리고 Clavicle 모델링 하였고, 척추의 경우에는 요추부의 3번, 4번, 5번 요추를 모델

링 하였으며, 무릎의 경우에는 무릎 관절을 구성하는 Femur와 Tibia 부위를 모델링 하였고, 둔부 관절에서는 Pelvic과 Femur를 모델링 하였다[Figure 1].

2.2 약물주입기구 Design을 위한 인체관절 계측
 인체의 주요 관절부위에 약물을 전달할 약물주입기구의 Concept Design을 위하여 형상모델(어깨, 척추, 무릎, 둔부) 관절을 계측하였다. 계측 변수는 관절을 이루는 골 간 거리[Figure 2], 약물주입기구의 바늘 유효길이[Figure 3] 및 가동범위[Figure 4]를 선정하여 측정하였다.

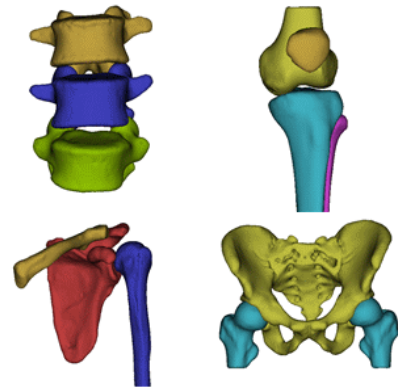


Figure 1. Reconstruction of Selected Human Joints

3. Results

인체관절 측정결과와 관련하여, 어깨관절의 경우 Humerus와 Scapula는 Ball&Socket Type 관절이기 때문에 가동 범위를 측정하지 않았다[Table 1]. 척추관절에 대한 측정결과는 [Table 2], 무릎관절에 대해서는 [Table 3]과 같고, 둔부관절도 어깨와 동일한 조건으로 가동범위를 측정하지 않았다[Table 4].

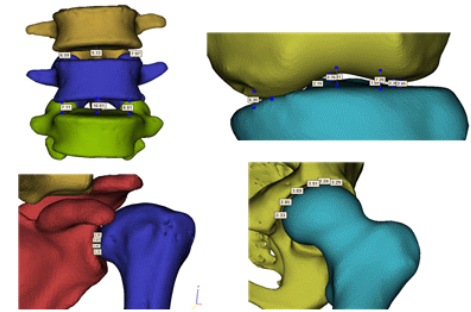


Figure 2. Distance between Bones at Joints

Table 1. Measure Result of Shoulder Joint

	Average \pm SD
Distance (Humerus-Scapula)	2.43mm \pm 0.24
Needle Effective Length	49.71mm \pm 2.03

Table 2. Measurement Result of Spine Joint

	Average \pm SD
Distance (3 rd -4 th Vertebral)	5.82mm \pm 0.92
Distance (4 th -5 th Vertebral)	6.51mm \pm 0.68
Needle Effective Length	112.92mm \pm 3.63
Movement Range	51.17 $^{\circ}$ \pm 3.07

Table 3. Measurement Result of Knee Joint

	Average \pm SD
Distance (Femur-Tibia)	2.97 \pm 0.44
Needle Effective Length	54.62 \pm 2.26
Movement Range	128.93 $^{\circ}$ \pm 7.16

Table 4. Measurement Results of Pelvic Joint

	Average \pm SD
Distance (Femur-Pelvic)	2.60 \pm 0.33
Needle Effective Length	63.77 \pm 3.36

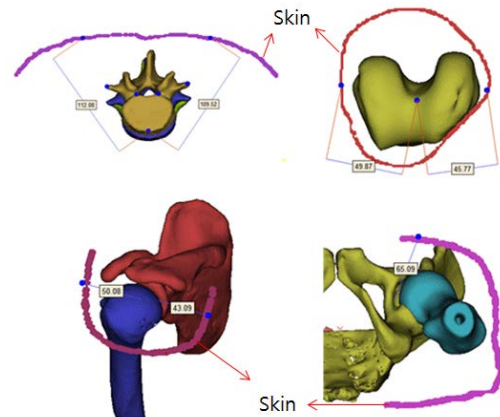


Figure 3. Effective Needle Length of Drug Delivery Device

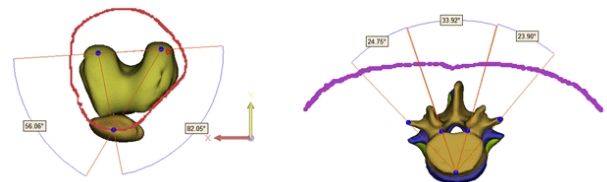


Figure 4. Movement Range of Drug Delivery Device

4. Conclusion

본 연구에서는 인체관절에 적용 가능한 약물 주입기구의 Concept Design을 제안하였다[Figure 5]. 한국인 사체 CT 영상을 이용하여 인체 주요 관절을 재구성 한 뒤, 약물주입기구 Design에 필요한 관절의 골 간 거리, 바늘 유효길이, 가동 범위에 대한 정보를 확보하였다. 이러한 인체계측학적 정보는 향후 인체관절에 적합한 의료기기 개발에 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

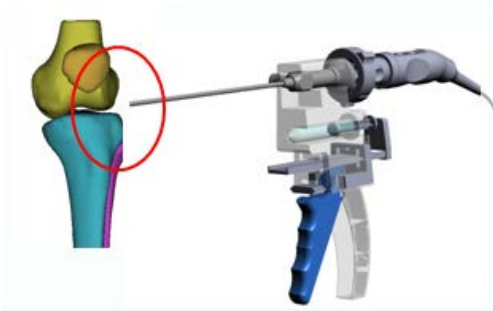


Figure 5. Concept Design of Drug Delivery Device suitable for human joints

Acknowledgements

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

References

- [1] Annual Report on Health and Welfare Statistics, Ministry of Health and Welfare, 2012

Author listings

Tae-Min BYUN: tl3179ll@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

Sang-Kuy HAN: shan@kitech.re.kr

Highest degree: PhD, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, University of Calgary, Canada

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

Areas of interest: Biomechanics, Biomedical Engineering, Finite Element Analysis

Keyoung-Jin CHUN: chun@kitech.re.kr

Highest degree: Ph. D, Department of Biomechanics, Michigan State University

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

Areas of interest: Development of senior-friendly product, Biomechanics

In-Hoon JANG: inhuns@kitech.re.kr

Highest degree: PhD, Department of Electrical and Electronics Engineering, Chung-Ang University, Korea

Position title: Senior Researcher, Robotics R&BD Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

Areas of interest: Machine Learning, Rehabilitation Robot