

역공학과 쾌속조형공정을 이용한 정형외과 외상 수술 기법 개발에 관한 연구

안동규*(조선대 기계공학과), 이준영(조선대 의대 정형외과), 양동열(KAIST 기계공학과),
 하상호(조선대 의대 정형외과), 이상홍(조선대 의대 정형외과), 이상호(KAIST 기계공학과),
 한길영(조선대 기계공학과)

주제어 : 쾌속조형공정, 역공학, 사전수술계획, 생체공학

최근 의학분야에서는 수술효율(수술시간, 방사선 투사시간 등)의 개선 및 환자에 대한 위험성/고통 감소를 목적으로 새로운 수술 기법들이 개발되고 있다. CAS(Computer-Assisted Surgery)는 CT 데이터를 이용하여 컴퓨터상에서 인체 형상과 동일 3차원 데이터를 생성하고, 이 데이터를 이용하여 사전 수술 계획을 수립함으로써 수술 현장에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 시뮬레이션 할 수 있어 실제 수술시 효율과 환자의 안정성 극대화 및 최소침습적 피하 금속판 골유합술(Minimal Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis : MIPO)을 가능하게 한다.

본 연구에서는 역공학기법을 이용하여 CT 데이터로부터 인체에 대한 3차원 입체 형상을 복원한 후 입체 형상 데이터를 이용하여 쾌속조형공정에서 3차원 실물 형상의 제품을 제작하고, 이 실물 형상을 이용하여 정형외과 외상 사전 수술계획을 수립하여 수술시 MIPO 가 가능하도록 하는 역공학과 쾌속조형공정을 이용한 정형외과 외상 수술 기법을 제안하고자 한다.

본 연구에서는 Fig. 1 과 같이 족관절 주위 골절중의 하나인 경골 원위부 골절의 견측을 CT 데이터를 2 mm 간격으로 측정하여 DICOM 파일로 저장한 후, 이 데이터를 MIMICS 프로그램에서 형상복원 (Shape reconstruction) 하여 견측의 .stl 파일을 생성하였다. 인체 골절의 대칭성 특성을 이용하여 견측의 .stl 파일을 대칭 변환하여 파손측의 .stl 파일을 생성하고 이 데이터를 쾌속조형공정인 Objet 공정을 이용하여 경골 원위부 골절의 파손전 골절을 복원하였다. 쾌속조형장치는 Objet Tempo 를 사용하였고 슬라이싱 간격은 0.02 mm 이며, 총 제작시간은 8시간이 소요되었다. 사전 수술 계획 수립시 Fig. 2 와 같이 제작된 쾌속조형모델을 이용하여 파손전 골절을 이용한 사전 학습을 통하여 환자의 골절 특성을 파악하여 환자 특성에 수술 절차를 수립하였으며, 보철 (prosthesis) 의 환자 골절 형상 적응성을 높이기 위한 사전 굽힘/비틀림 가공 및 보철 고정점 선정을 수행하였고, 수술시 최소 절개를 위한 위치선정을 하였다. 사전 수술 계획에 따라 경골 원위부 골절 파손부에 대한 수술을 수행하여, 일반적인 경골 원위부 골절 파손부 수술 결과와 비교/분석 하였다.

실제 수술 결과 Fig. 2 와 같이 보철물이 환자의 골절에 정확히 위치하였고 수술 시간은 일반적인 경골 원위부 골절 수술 시간에 비해 약 50% 정도 단축되었으며, 보철 위치 확인을 위한 X-RAY 촬영 횟수가 감소하여 환자에게 투입되는 방사선량이 감소 되었고 환자 절개부위가 일반 수술의 30% 이하로 현저히 감소하였다. 또한, 환자 골절 특성에 적합한 정확한 수술에 의하여 조직 박리가 최소화 되고 보철의 인체 적응성이 높아 골절에 부가되는 잔류 응력이 최소화 되어 환자의 재활속도가 현저히 향상됨을 확인할 수 있었다.

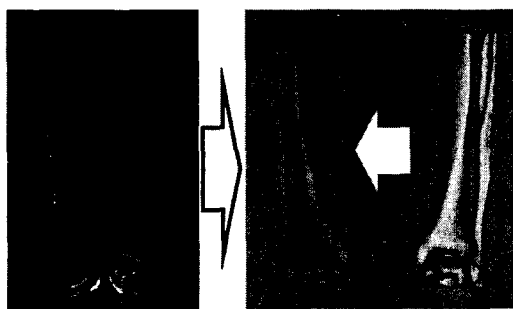


Fig. 1 Generation of .stl data for non-fractured distal tibia using reverse engineering

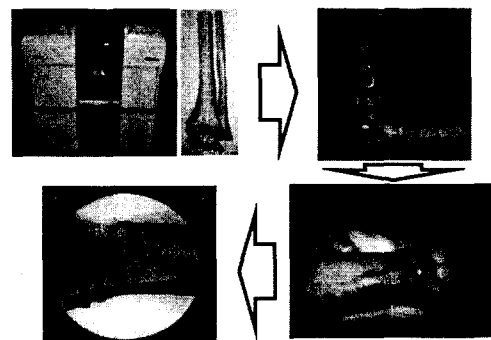


Fig. 2 Rapid prototyping and computer-assisted surgery planning for the distal tibia