

한국인 Cadaver Test에 의한 상완골 골수정 기법에 관한 연구

A Study on Development of Humeral Intramedullary Fixation Nail based on Korean Cadaveric Test

*진형수¹, 하지형¹, 유경주¹, 임판영¹, 오종건², #고철용¹

*C. H. Chon¹, J. H. Ha¹, K. J. Yoo¹, J. Y. Lim¹, J. G. Oh², #C. W. Ko(cheko@solco.co.kr)¹
¹ (주)솔고바이오메디칼 의공학연구소, ²고려대학교 의과대학 정형외과

Key words : Humeral Intramedullary Fixation Nail(HIFN), Korean Cadaveric CT Data, Axillary Nerve, Proximal Locking Screw

1. 서론

인체의 상완골(Humerus)은 아래팔과 몸통을 연결하는 뼈로, 어깨뼈에 연결되어 운동이나 일상생활에 있어서 중요한 역할을 하고 있다. 상완골은 넓은 활동 범위와 빈번한 움직임으로 인하여 낙상이나 교통사고 등으로 인한 골절의 발생 비율이 높으며, 이를 치료하기 위한 방법으로 주로 상완골 골수정(HIFN: Humeral Intramedullary Fixation Nail)의 임플란트 삽입술이 시행되고 있다. 상완골 골수정(HIFN)은 골절된 상완골 내부의 골수강(Intramedullary Cavity)에 이식되어 상완골의 해부학적 위치 및 기능을 복원하는 임플란트로서, 시술 후 견(肩)관절의 기능 감소 없이 비교적 안전하며, 유용한 치료 방법이다.¹ 상완골 골절에 사용되는 골수정 치료법은 임상적인 측면에서 최소 침습적인 시술 방법(MIS: Minimally Invasive Surgery)이며, 시술 후 빠른 회복시간으로 인해 환자로 하여금 빠른 사회 복귀를 가능하게 하는 효용성이 있어 임상 의사들에게 큰 호응을 얻고 있다.^{2,3} 최근에는 상완골 골절에 있어서 골수정 시술법이 금속판 시술법에 비하여 우수한 생체역학적 특성이 있음을 증명한 연구도 보고되고 있다.⁴

국내에 시판되고 있는 임플란트는 외산 제품들이 주를 이루고 있고, 외산의 임플란트는 외국인의 인체 정보를 바탕으로 개발되었기 때문에 한국인의 체형에는 적합하지 않은 사례가 보고되고 있다.^{5,6} 이러한 이유로, 국내 시장에서는 한국인의 체형 연구를 통하여 개발된 상완골 금속정 제품의 필요성이 대두되고 있으며^{7,8}, 개발된 제품에 대하여 한국인 체형을 고려한 임상적인 실험에 의한 검증도 요구되는 실정이다. 본 연구에서는 한국인의 상완골 사체 연구를 통하여 상완골의 해부학적 정보를 고려한 상완골 골수정을 개발하고, 전문 임상의를 통하여 시술시의 편의성/안전성 등을 검증하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 한국인 사체

한국인 상완골의 평균적인 형태학적 정보를 도출하기 위하여 선천적 기형이나 병리학적인 이상이 없는 남성 및 여성 사체(Male=66, Female=6)의 상완골을 분석하였으며, 개발된 상완골 골수정의 시술시 안정성과 편의성을 검증하기 위하여, 추가로 한국인 사체 3구를 대상으로 Cadaver Test를 진행하였다.

2.2 한국인 상완골의 형태학적 측정 및 분석

한국인 사체를 실온에서 상완을 분리한 후, CT(Computerized Tomography, Densiscan®) 촬영을 실시하였다. CT 촬영 후 얻어진 DICOM 파일을 상용소프트웨어인 Mimics (Materialise, Belgium)를 이용하여 한국인 상완골의 3차원 형상을 재구성하였고, 이를 한국형 상완골 금속정의 설계를 위한 기초자료로 활용하였다(Fig. 1). 생성된 한국인 상완골 모델에서 형태학적으로 중요한 부위로서 골수부의 전체길이(Total Length, TL), 근위부 굴곡 각도(Proximal Bending Angle, PBA), 근위부 지름(Proximal Epiphysis Diameter, PED), 간부 지름(Diaphysis Diameter, DD) 및 원위부 지름(Distal Epiphysis Diameter, DED) 등을 선정하였고, 이들

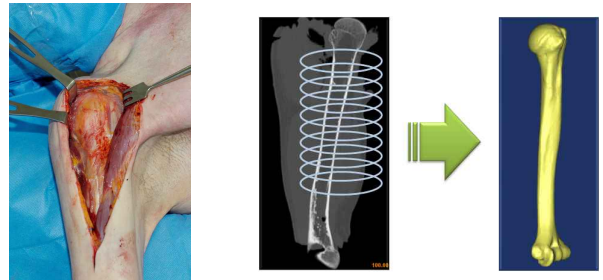


Fig. 1 Three-dimensional Model of Humerus based on Korean Cadaveric CT Information

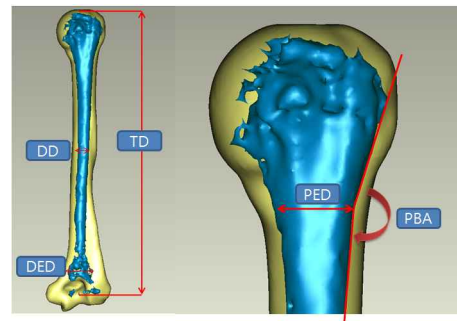


Fig. 2 Design Parameters of Humerus for Development of Humeral Intramedullary Fixation Nail(HIFN)

Table 1 Measured Results of Humerus based on Korean Cadaveric CT Information

TL(mm)	PBA(°)	PED(mm)	DD(mm)	DED(mm)
283.1±19.9	176.5±1.1	18.4±2.7	10.2±2.1	11.8±2.7

측정부위에 대하여 얻어진 치수를 분석하였다(Fig. 2, Table 1).

3. 결과 및 토의

3.1 한국형 상완골 골수정의 개발

한국인 상완골의 3차원 모델 정보를 통하여 상완골 골수정의 개발에 필요한 주요 Design Parameter를 선정/도출하였고, 얻어진 평균치를 적용하여 한국인 체형에 맞는 상완골 골수정을 개발하였다(Fig. 3). 특히, 상완골 골수정의 중요한 설계인자인 근위부 굴곡 각도(PBA)에 대해서는, 측정된 평균치(176.5± 1.1°)를 고려하여 설계하였다.

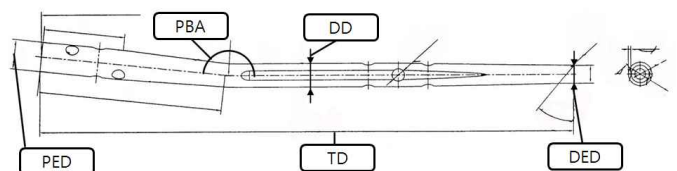


Fig. 3 Outline of Humeral Intramedullary Fixation Nail based on Korean Cadaveric CT Information

3.2 사체실험을 통한 검증 및 고찰

한국인 체형을 고려하여 개발한 상완골 골수정(Ti-6Al-4V Material, 10.0mm× 180mm) 및 관련 Instrument에 대하여, 전문 임상의를 통하여 추가로 한국인 사체 3구를 대상으로 시술시 요구되는 안정성과 편의성을 검증하였다 (Fig. 4).

본 연구에서 수행한 사체실험의 과정은 다음과 같다. 먼저, 상완골의 골두 부위를 절개하여 골수강에 상완골 골수정을 삽입하였다. 그 후, 시술시 필요한 관련 Instrument (Target Device, 등)를 이용하여 상완 외부로부터 골수정에 고정용 Screw를 삽입하였다. 그 결과, 상완골 금속정의 근위부에 위치한 4개의 삽입 Hole 중, 하단부의 2개 Hole에 고정용 Screw를 삽입 시 액와신경 (Axillary Nerve)과의 간섭으로 인하여 신경 손상 발생이 확인되었다(Fig. 5).

이와 같은 결과는, S. Kamineni et al.⁹이 보고한 근위부 상완골 골절의 고정에 이용되는 Percutaneous Wire의 삽입 시 발생하는 액와신경의 손상과 유사한 것으로 판단되며, 이에 대한 대책으로써 삽입 Hole의 위치를 개선하였다 (Fig. 6). 특히, 이와 같은 근위부 고정 스크류(Proximal Locking Screw) 삽입 시 발생 가능한

액와신경의 손상은, 외산품의 경우에서도 충분히 예상되므로 시술시 주의가 필요한 것으로 알려져 있다.

4. 결론

본 연구에서는, 한국인 사체의 상완골에 대하여 상용소프트웨어를 사용하여 CT 의료정보로부터 3차원적인 상완골 모델을 구축하였으며, 한국인 체형에 맞는 상완골 골수정의 개발을 위하여 해부학적/형태학적 정보를 도출하였다.

개발된 상완골 골수정 및 관련 Instrument에 대하여 사체실험을 통하여 시술시의 편의성 및 안전성을 검증하였다. 전문 임상의를 통한 검증 결과는, 개발된 상완골 금속정의 설계사양에 대하여 상완골 근위부의 액와신경의 손상을 야기할 수 있는 가능성이 확인되었고, 이에 대한 대책으로 Screw Hole의 설계사양을 변경하였다.

본 연구에서 제시된 개발 방법 및 과정을 통해, 한국인 골격계의 해부학적 정보에 대한 다양한 DB화의 구축이 가능하고, 한국인의 체형을 고려한 각종 정형외과 Implant 및 Instrument 개발 및 생산이 가능할 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 지식경제부의 우수제조기술연구센터 (ATC) 협회의 지원을 받아 수행되었음 (과제번호: 10014102).

참고문헌

1. 박승립, 문경호, 이동주, 김려섭, 유동석, “상완골 간부 골절의 교합성 골수강 내 금속정을 이용한 치료 결과 및 술 후 견관절 기능 평가”, 대한골절학회지, 20, 166-171, 2007.
2. Linn J, “Treatment of humeral shaft fractures with humeral locked nail and comparison with plate fixation”, J Trauma, 44, 859-864, 1998.
3. Blum J, Janzing H, Gahr R, Langendorff HS, Rommens PM, “Clinical performance of a new medullary humeral nail: antegrade versus retrograde insertion”, J Orthop Trauma, 15, 342-349, 2001.
4. Fuchtmeyer B, May R, Hente R, Maghsudi M, Volk M, Hammer J, Nerlich M, Prantl L, “Proximal humerus fractures: a comparative biomechanical analysis of intra and extramedullary implants”, Arch Orthop Trauma Surgery, 127, 441-447, 2007.
5. 민병우, 남석윤, “아시아형 감마 골수정을 이용한 대퇴골 전주간 골절 치료의 합병증”, 대한정형외과학회지, 36, 429-435, 2001.
6. 오종건, 오창욱, 박선화, 노권재, 정창원, “한국 성인 대퇴골에 대한 LCP-DF(Locking Compression Plate-Distal Femur)의 정합도”, 대한골절학회지, Vol.18, No.4, 399-404, 2005.
7. 유경주, 이재원, 정태곤, 고철웅, 이성재, 하지형, 황용하, 안세영, 임동수, 오종건, “한국형 상완골 골수정의 역학적 분석”, 한국정밀공학회 2007년도 추계 학술대회논문집, 177-178, 2007.
8. K.Yoo, J.Lee, T.Jung, S.Lee, J.Ha, D.Lim, J.Oh, C.Ko, “A Biomechanical Study on Development of Humeral Intramedullary Fixation Nail based on Korean CT Information”, JSME 20th Bio-engineering Conference, 187-188, 2008.
9. S.Kamineni, H. Ankem, S. Sanghavi, "Anatomical considerations for percutaneous proximal humeral fracture fixation", Injury, Int. J. Care Injured, 35, 1133-1136, 2004.

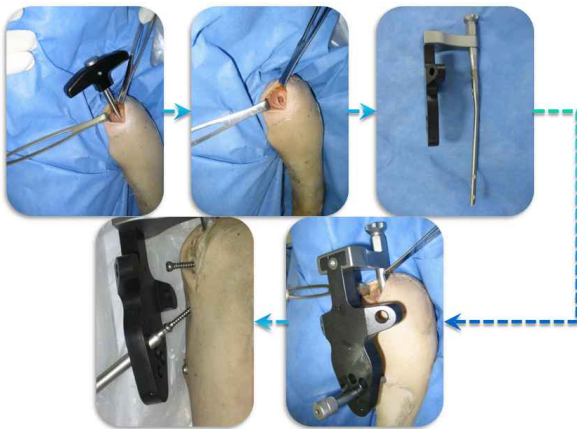


Fig. 4 Surgical Procedure of Humeral Intramedullary Fixation Nail with Instruments

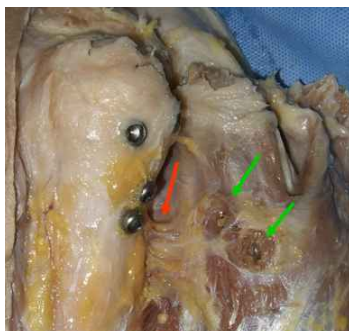


Fig. 5 Damage of Axillary Nerve due to Fixation Screw

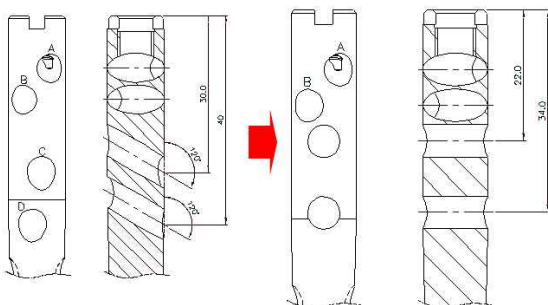


Fig. 6 Design Modification of Screw Holes