

족관절 근위부 골고정용 기능성 Fixator System 개발

이호중*(한국기술교육대학교 원), 전경진, 김재학(한국생산기술연구원), 황경필,
전권순(BK 메디텍(주))

주제어 : 기능성 외고정 장치, 변형, 축성강도, 유한요소해석, 응력

외고정 장치(External fixator)의 기계적 강성도(Stiffness)가 부적절할 경우에 불유합이나 지연유합을 촉진하는 요인으로 작용하고 이는 치료결과에 중요한 영향을 미치고 있다. 또한 외고정 장치(External fixator)에 외부의 힘에 의한 균열이나 변형에 따른 부품교체 문제점이 발생한 것으로도 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 문제점을 보완하고 기능을 향상시킨 기능성 외고정 장치를 개발하고, 개발된 제품의 축성 강성도(Axial stiffness) 실험 결과를 상용화된 제품들과 비교하였다. 이 결과를 바탕으로 유한요소해석(Finite element analysis) 모델과 변형량 비교를 실시하였으며, 유한요소해석(Finite element analysis) 모델로 외고정 장치(External fixator)의 응력분포를 확인하였다.

본 실험에 사용한 외고정 장치(External fixator)는 Fig.1과 같이 다목적 고정봉 (Lengthening bar)의 양단에 봉의 길이방향 움직임이 가능한 자유형 고정구 몸체와 좌, 우 방향 움직임이 가능한 워기어가 부착된 고정구 몸체가 나사조임이 가능하게 되어있다. 회전몸체는 고정구 몸체와 나사로 연결되어 있으며, 회전몸체는 위, 아래 움직임이 가능한 고정구(Clamp)와 결합되어있다. Al 2024 재질의 고정구(Clamp), 고정구 몸체와 Sus316L 재질의 핀스크류(Pin screw), 그 밖의 부분은 Sus316을 사용하였다. ASTM F1541-01 실험규정을 적용하여 Axial load test configuration에 따라 실험을 시행하였다. 실험조건은 Table A7.1를 적용하였고, 뼈 사이의 간격(Gap size)은 10mm로 실험하였다. 실험에서 지름 30mm의 아크릴 봉을 사용하였으며, 각 구조물은 완전 고정하였다. Fixator bone 구조물을 지그에 고정하여 만능시험기에 설치한 후, 0.5mm/min의 속도로 축성 압축 (Axial compression)을 가하였다. 해석은 Catia로 3차원 모델링을 한 후, Hyper mesh로 요소 분할(Meshing) 작업을 하였다. MSC/NASTRAN for Windows 4.0을 이용하여 200N의 힘을 가해서 변형량과 응력에 대한 해석 결과를 확인하였다.

본 연구에서 기존의 외고정 장치와 다른 워기어를 이용한 좌-우 회전기능을 추가함으로써 고정구(Clamp)부분 각(Angle)의 미세 조정이 가능해짐에 따라 임상 기간(Clinical period)동안 환자의 골유합에 맞게 시행하여 수술시 정밀교정 및 수술의 편이성이 증대되는 장점이 추가되었다. 축성 압축 실험 결과의 힘-변위그래프(Load-Displacement curve)에서 축성 강성도(Axial stiffness)가 174.32N/mm 값을 나타내었고, 해석치는 179.38N/mm값이 산출되었으며, 오차는 약 2.81%이었다. 이를 통하여 91.12N/mm의 축성 강성도를 갖는 타제품(EBI)과 비교에서 월등한 축성 강성도값을 가짐을 확인 할 수 있었다. 오차의 원인은 외고정 장치(External fixator)의 워기어와 워기어 사이의 공차와 실험시 뼈와 지지대의 미끄럼현상 때문인 것으로 파악된다. 또한 이때의 응력 집중은 핀스크류(Pin screw)와 고정구(Clamp)의 접촉부분과 워기어가 부착된 고정구 몸체와 회전몸체 사이의 나사연결 부분에서 많은 응력이 발생한 것을 확인하였다.

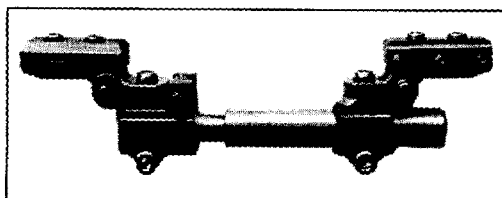


Fig. 1 Functional Fixator System

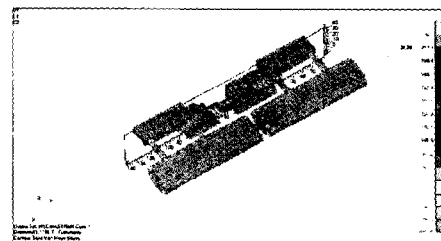


Fig. 2 Analysis Result