

척추교정시술의 안전성 평가를 위한 유한요소모델 개발

Development of Finite Element Model for Safety Evaluation of Spinal Manipulation

*이해아¹, #채수원²

*H. A. Lee¹, #S. W. Chae(swchae@korea.ac.kr)²

¹ 고려대학교 기계공학과, ² 고려대학교 기계공학부

Key words : Spinal Manipulation, Motion Segment FE model, FEA

1. 서론

척추(spine, vertebral column)는 우리 몸을 지탱하는 기둥 역할을 하는 부분으로써 몸통의 움직임을 가능하게 하고 내장기관을 보호할 뿐만 아니라 머리에서부터 내려오는 신경다발을 보호하는 등의 중요한 역할을 한다

때문에 최근 바르지 않은 자세나 생활습관 때문에 많은 사람들에게서 나타나는 척추 측만증이나 추간판탈출증과 같은 질환은 척추 그 자체뿐만 아니라 몸의 다른 여러 기관에도 심각한 문제를 유발할 수 있다.

이러한 척추 질환을 해결하기 위한 시술로 약물의 사용이나 수술적인 방법에 비해 비교적 위험부담이 적고 시술이 간편한 카이로프랙틱(chiropractic), 도수치료와 같은 비 수술적 치료들이 각광받고 있는데, 시술을 받는 환자가 증가하고 그 방법 또한 날로 다양해지고 있는 실정에 비해, 시술 자체나 시술에 사용되는 도구들의 안전성에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

이를 보완하기 위하여 본 연구에서는 실제 사람을 대상으로 시험하기 어려운 척추 교정 시술시 척추의 변형이나 파단 등을 예측할 수 있는 상세 유한요소 척추 모델을 개발하고, 척추 교정 시술 상황을 시뮬레이션 하였다.

2. T6-T7 운동분절 모델링

인체 척추 모델을 구성하기 위하여 CT 데이터로부터 T6 와 T7, 그 사이에 존재하는 추간판(intervertebral disc)으로 구성되는 운동분절(motion segment)의 형상 정보를 추출한 뒤 이를 바탕으로 상세 유한요소모델을

구성하였다.

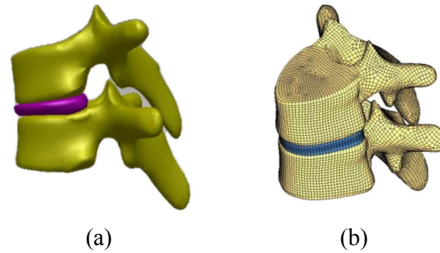


Fig. 1 Motion segment modeling; (a) Geometric data from CT, (b) Resultant FF Model

특히, 기존 모델들의 대부분이 뼈의 강성에 큰 영향을 미치는 피질골(cortical bone)의 두께에 있어, 실제의 두께를 제대로 반영하지 않았던 점을 보완하기 위하여 Sran¹ 등의 연구에서 실험을 토대로 측정된 피질골의 두께를 참고하여 주요 부분 별로 다르게 적용하였다.

3. 척추 교정 시술 시뮬레이션

시뮬레이션은 기존 연구의 실제 실험 결과에 근거하여 HVLA기법(high-velocity, low-amplitude thrust)에 따라 시술자가 힘을 가하는 경우²와 MFMA기법(mechanical force, manually assisted procedure)에 따라 액티베이터(activator)를 사용하는 경우³, 즉 도구를 사용하여 힘을 가하는 경우로 나누어 수행하였다.

시뮬레이션은 그림 2 와 같이 척추체의 경계 부분은 고정시키고 척추 교정 시술 시 가해지는 PA load(posteroanterior load)를 T6

극돌기 (spinous process)부분에 적용하는 방법으로 수행하였고 그림 2 (a)는 그 결과 나타난 척추 변형의 한 예를 보여준다.

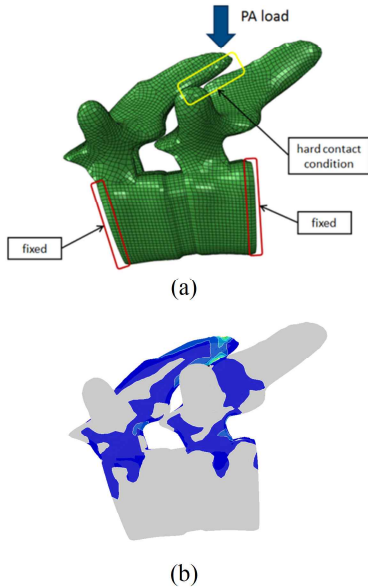


Fig. 2 Simulation; (a) Boundary Condition, (b) Example of the resultant deformation

4. 결론

시뮬레이션 결과, 최대응력은 T7 과 접촉하는 T6 의 극돌기 부분에서 나타났고, 가해진 힘과 그에 따른 최대응력 지점의 응력 추이는 그림 3 과 같다.

시술자의 직접적인 힘에 의한 경우, 최대응력이 약 172MPa 이었으며, 도구를 이용한 경우, 최대응력이 약 112.7 MPa 이었다.

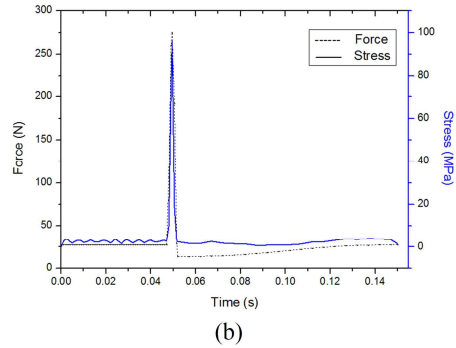
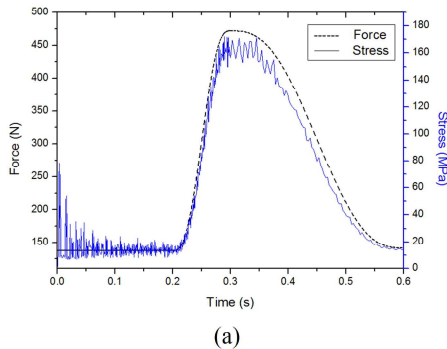


Fig. 3 Applied forces and resultant stresses; (a) HVLA thrust, (b) MFMA procedure

척추 피질골의 극한강도가 약 200MPa 인 것을 고려하면 환자의 뼈 상태나 상황에 따른 시술자의 힘 등에 따라 척추의 변형이나 골절 등 큰 위험을 초래할 수 있다는 사실을 유추해 볼 수 있다.

이러한 인체 상체 유한요소모델을 이용한 시뮬레이션 기법은 사람에게 직접 시험하기 힘든 시술의 위험성 검증이나 교정 시술 시 사용되는 도구의 개발 등에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2011-0001151).

참고문헌

1. M. M. Sran, "Regional Trabecular morphology Assessed by micro-CT is correlated with failure of aged thoracic vertebrae under a PA load and may determine the site of fracture", Bone, 40(3), 751-757, 2007.
2. D. Forand, "The forces applied by female and male chiropractors during thoracic spinal manipulation", Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 27(1), 49-56, 2004.
3. C. J. Colloca, " Comparison of mechanical force of manually assisted chiropractic adjusting instruments", Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 28(6), 414-422, 2005.