

Development of Finite Element Model for Impact Force Attenuation Evaluation of Hip Protector

Hansoo Lee¹, Seunghoon Lee¹, Yiseok Jeong² Heecheon You¹

¹Department of Industrial Engineering, Pohang University of Science and Technology, Pohang, 37673, Korea

²Korea Engineering Plastics Co., Ltd, Gyeonggi-do Gunpo, 15850, Korea

ABSTRACT

Objective: 본 연구는 유한요소해석에 기반한 고관절 골절 환자를 위한 고관절 골절 예방 제품 (hip protector)의 충격 성능 평가를 위한 연구로써, hip protector 착용 후 실제 낙상 상황에서 고관절 부위에 미치는 충격력에 따른 strain, stress를 평가하기 위해 testing simulator 기반 유한요소모델 개발 및 전산상의 낙상 simulation을 통한 유한요소해석 수행을 통해 고관절 부위의 충격 흡수 성능을 파악하고, impact testing simulator 기반 충격 성능 평가와 비교하여 유한요소모델의 타당성을 검증한다. **Background:** 낙상으로 인한 고관절 골절은 노인의 생존율과 삶의 질에 큰 영향을 미치고 노인의 의료비를 상승시켜 삶의 질을 저하하는 주요 원인으로 알려져 있다. 고관절 부위 골절을 예방하는 제품으로 골절 예방 제품(hip protector)이 있고 이를 평가하기 위해 testing simulator를 통한 다양한 충격 성능 관련 연구가 있었으나, hip protector의 임상적 효용성에 대해 상반된 결과를 나타내는 실정이다. 본 연구진은 선행연구로써 국제 고관절 예방 제품 연구 포럼에서 Robinovitch et al. (2009)가 제시한 testing simulator 기반 충격 성능 평가를 수행하였으나, 장비 및 제품 제작에 시간, 비용적인 소모가 크고 실제 뼈에 미치는 strain, stress, force의 방향을 파악할 수 없는 실정이다. 따라서, 시간, 비용적인 소모가 덜하면서, 뼈에 미치는 다양한 measure에 대한 파악을 위해 CAE(Computer aided engineering)를 통한 충격 흡수 성능 평가가 필요한 실정이다. **Method:** 본 연구진은 선행연구인 Lee et al. (2017)에서 수행한 testing simulator 기반 평가 시스템을 전산상에 3D scan 및 CT scan 기반 3차원 모델로 구현하였다. 또한, 인장, 압축 시험 평가를 통해 실제 모델과 동일한 물성을 3차원 모델에 기입하였다. 마지막으로, testing simulator 기반 충격 성능 평가와 동일한 충격힘 (total impact force)을 도출하기 위해 낙하 속도, 낙하 높이, 낙하 무게, 충격 시간 등의 경계 조건을 testing simulator와 동일하게 설정하여 impact simulation하였다. **Results:** 평가 결과 동일한 각도에서 낙하했을 때 유사한 각속도값이 도출되었으며, 동일한 경계조건에서 낙하시 유사한 total impact force가 도출되었다. 마지막으로, testing simulator 결과와 비교하여 hip protector 정도별 충격 흡수 성능은 유사한 추세를 보였다. **Conclusion:** 본 연구는 hip protector의 충격 성능 평가를 위해 제시된 국제 표준 testing simulator를 CAE 기반 프로그램으로 구현하여 3차원 모델로 구현하고 동일한 조건을 통해 충격 simulation을 구현하고 검증했다는 데에 그 의의가 있다. **Application:** 본 연구에서 개발된 유한요소모델(Finite elements model)은 다양한 인구학적 요인 (성별, 연령, femur geometry, soft tissue 두께, effective mass, drop height 등) 및 hip protector pad의 물성, 바닥 재질과 같은 다양한 외부 환경을 고려하여 실제 낙상과 유사하게 전산상의 다양한 낙상 simulation을 구현할 수 있으며, 이를 통해 다양한 조건 및 상황을 수용할 수 있는 hip protector 설계에 활용될 수 있을 것이다. **Keywords:** Hip protector (고관절 보호대), Finite element model (유한요소모델), Finite element analysis (유한요소해석), Femoral neck fractures (대퇴부 경부 골절), Force attenuation evaluation (충격 흡수 성능 평가),