

한국인 척추 연구를 위한 물성 정보 구축

The Human Spine Mechanical Properties Database for Korean

곽 대순, 이 승 복*, 이 상 호*, 한 승 호
가톨릭대학교 의과대학, 한국과학기술정보연구원*

Kwak dai-soon, Lee seung-bock*, Lee sang-ho*,
Han seung-ho
The Catholic University of Korea, Korea
Institute for Science and Technology Information*

요약

한국과학기술정보연구원과 가톨릭대학교 의과대학 가톨릭응용해부연구소에서는 기초기술연구회 National agenda project 일환으로 척추 연구자들이 쉽게 사용할 수 있는 기초 자료를 구축하고 있다. 척추 관련 컴퓨터 시뮬레이션 연구에 활용할 수 있는 모델 제작을 위한 형상 정보와 물리적 성질 정보를 구축하고 있다. 물리적 성질 정보 구축은 60대, 70대 기증시신 10여 표본을 활용하여 척추뼈의 인장적, 물리적 골밀도를 측정하고, 목척추(cervical vertebra), 등척추(thoracic vertebra), 허리척추(lumbar vertebra) 부분의 굽힘-펴기(flexion-extension) 시험, 좌측 굽힘(lateral bending) 시험, 회전(torsion), 압축(body/disc compression) 시험을 수행하여 작용력과 굽힘량의 관계를 구축하고 있다. 구축된 물성 시험 결과는 형상 모델과 함께 제공되어 자료의 활용도를 높이고 있으며, 이를 이용하여 한국인 특성이 반영된 척추 관련 연구 및 제품 개발에 활용될 수 있다.

I. 자료구축의 목적 및 필요성

사람은 인구집단(인종) 별로 피부색, 눈동자, 체형 등으로 확연한 차이를 식별할 수 있는 차이가 있다. 가시적으로 드러나는 차이 뿐만 아니라 인체 각 부분의 비율, 몸속 각종 장기들의 형태에서도 많은 차이를 나타낸다. 이러한 차이로 인하여 특정 연구 분야에서는 체형이 우리와 다른 인구집단을 기반으로 얻어진 결과를 그대로 적용할 수 없는 한계점이 존재한다.

척추질환에 관련된 연구는 생활수준의 향상과 평균수명의 증가로 고령화 사회로 진행되고 있는 현재 매우 중요한 연구 분야로 부각되고 있다. 척추분야에 관한 연구 중 척추의 퇴행성 변화와 움직임 등에 관한 생체역학적 연구를 수행할 때 컴퓨터 시뮬레이션을 활용한 연구가 주로 활용된다. 컴퓨터 시뮬레이션을 활용한 연구에는 척추의 형상을 나타내는 형상정보, 물리적 성질을 나타내는 물성정보가 필요하며, 제작된 시뮬레이션 모델의 유효성 검증에 척추 운동특성에 대한 시험결과가 필요하게 된다. 현재 국내에서는 선진 영상의학 진단 기술의 보급으로 한국인 척추의 형상 정보 습득은 비교적 용이한 반면, 실험을 통해서 얻어야 하는 물리적 성질 정보와 운동특성 시험결과는 전무한 실정이다. 따라서 한국과학기술정보연구원에서는 가톨릭의대 응용해부연구소와 함께 척추 시뮬레이션 모델 제작 및 검증에 활용할 수 있는 척추 물성 정보 및 운동 특성 시험 결과를 구축하고 있다.

II. 자료구축 과정 및 방법

1. 구축 대상 자료 선정

척추 연구에 활용될 수 있는 한국인 척추 모델을 제작하는데 사용하기 적합한 대상을 선정한다. 구축 대상은 50세 이상 75세 이하의 기증시신을 기반으로 하며, 기증시신의 선정시 외상이 없고 사망진단서의 사망원인이 뼈의 형상 및 물성에 심각한 영향을 미칠 가능성이 있는 질환을 보유하고 있는 표본은 제외한다. 표 1에 현재 구축이 진행중인 대상 자료를 나타냈다.

2. 골밀도 정보 구축

뼈에 대한 밀도는 단위 부피당 질량을 표현하는 물리적 골밀도가 있고, 임상적으로 골다공증 진단에 활용되는 골밀도가 있다. 골다공증 진단에 활용되는 골밀도는 X선을 이용한 이중에너지흡수법(DEXA) 등으로 진단되며 단위면적당 강도값으로 표현된다. 서로 다른 단위를 가지며 다른 용도로 사용되므로 두가지 정보 모두 구축이 필요하여, 물리적 골밀도 정보는 CT 영상의 Hu 값을 밀도로 환산하는 방법을 사용하여 구축하였으며[1,2], 임상적 골밀도는 DEXA 장비를 활용하여 직접 측정하여 구축하였다.

표 1. 구축대상자료 목록

ID	Sex	Age	Stature [mm]	Weight [kg]
ESP_010	F	68	1650	61

ESP_011	F	60	1590	45
ESP_012	F	68	1580	57
ESP_013	F	73	1500	36
ESP_015	M	67		
ESP_016	F	60		
ESP_017	F	69		구축중
ESP_018	M	67		
ESP_019				
ESP_020				선정예정
ESP_021				

3. 시험대상 준비

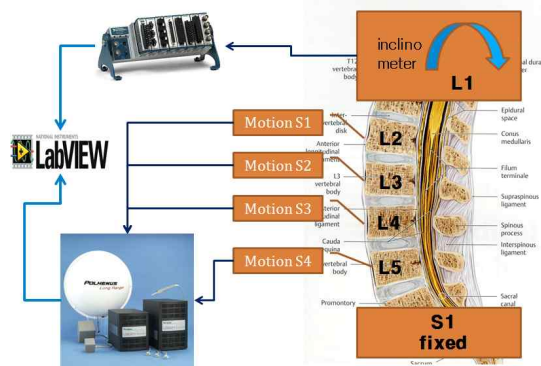
선정된 기증시신으로부터 물성 변화에 영향을 미칠 가능성이 있는 방법을 배제하고 순수 외과적 방법으로 척추를 적출하였다. 척추의 안정성을 담당하는 주요 인대를 제외한 연조직은 최대한 제거했으며, 시험체의 확실한 고정을 위해 3개 이상의 나사못을 사용하여 고정 후 충분한 강도를 나타내는 레진으로 고정부위를 제작하였다. 나사못을 이용한 고정이 척추관절의 움직임에 영향을 미치지 않게 제작된 모든 시험체는 X선 검사를 시행하였다.

4. 강도 / 물성 / 운동 시험

척추의 강도, 물성, 운동 시험은 선행된 연구와 비교를 위해 다수의 참고문헌[1-3]을 검토하여 공통적인 시험 조건을 선정하여 적용하였다. 시험은 4 자유도의 척추 전용 시험기(spine simulator, MTS)와 경사센서, 전자기 방식 위치 추적 센서 등을 사용하였다. 척추를 목뼈(C3-C7), 등뼈(T1-T6, T7-T12), 허리뼈(L1-S1) 영역으로 구분하여 각 부분의 굽힘-펴기 시험, 가쪽 굽힘시험(왼쪽, 오른쪽), 비틀림 시험(왼쪽, 오른쪽), 척추 원반의 압축 시험, 척추 몸통의 압축시험 등을 수행하여 시험 결과를 구축하였다.

표 2. 운동 시험 조건

Region	Max. Moment	Load Step	Holding Time	Reference
Cervical	1-2Nm	4	30 sec	[1]
Thoracic	4-6Nm	4	30 sec	[2]
Lumbar	8Nm	4	30 sec	[3]



▶▶ 그림 1. 척추 운동 시험

III. 결론

한국과학기술정보연구원에서는 가톨릭의대 응용해부연구소와 함께 한국인 척추 연구에 활용할 수 있는 강도, 물성, 운동 특성에 관한 시험을 수행하여 결과를 구축하고 있으며, 구축된 시험 결과는 컴퓨터 시뮬레이션 모델의 검증, 관련 의료제품 개발 등 한국인 척추 관련 연구에 활용될 수 있다.

■ 후 기 ■

이 연구는 기초기술연구회 National Agenda Project 사업의 지원으로 한국과학기술정보연구원과 가톨릭대학교 의과대학 가톨릭응용해부연구소에서 수행되었습니다.

■ 참고 문헌 ■

[1] Panjabi MM, Crisco JJ, Vasavada A, Oda T, Cholewicki J, Nibu K, Shin E., "Mechanical properties of the human cervical spine as shown by three-dimensional load-displacement curves" Spine (Phila Pa 1976). 2001 Dec 15;26(24):2692-700.

[2] Panjabi MM, Brand RA Jr, White AA 3rd., "Mechanical properties of the human thoracic spine as shown by three-dimensional load-displacement curves" J Bone Joint Surg Am. 1976 Jul;58(5):642-52.

[3] Yamamoto I, Panjabi MM, Crisco T, Oxland T., "Three-dimensional movements of the whole lumbar spine and lumbosacral joint" Spine (Phila Pa 1976). 1989 Nov;14(11):1256-60