

방사광 X-선을 이용한 마우스 조갑의 3차원적 구조 분석

정용주*, 홍기윤*, 문초이*, 유현종*, 이연석*

*순천향대학교 의료IT공학과

e-mail : leeos@sch.ac.kr

Three-dimensional structure analysis of mouse nails using synchrotron radiation

Yong-Ju Jung*, Gee-Yun Hong*, Cho-I Moon*, Hyun-Jong Yoo*, On-Seok Lee*

*Dept of Medical IT Engineering, Soonchunhyang University

요 약

방사광 X-ray 이미징 기술은 샘플의 고감도 및 고해상도 3차원 해부구조를 규명하는데 매우 유용하다는 장점이 있다. 따라서 이러한 방사광을 이용해 사람의 조갑병변 연구를 위한 동물모델로서 마우스 조갑의 내부 미세구조를 관찰하였고 상대적으로 구분이 명확하고 의학적으로 의미론적인 구조물을 3D로 가시화하여 조갑 구조 해석에 새로이 활용될 가능성을 확인하고자 하였다.

1. 서론

조갑과 관련된 질환에 대한 연구는 손톱 내부의 연조직이 현미경 검사를 어렵게 하고, 조직검사 시 조갑의 기형 및 영구적인 손상의 가능성으로 인해 환자에게 육체적, 정신적으로 고통을 줄 우려가 있어 시행하기에 어려운 점이 있다. 또한 신체 중, 상대적으로 작은 조갑의 크기는 연구자들이 내부의 구조와 기능을 이해하기에 불편한 점이 많다. 따라서 조갑의 구조 및 생물학 연구는 조갑 병변의 원인을 파악하기 위한 도구로서 기본적인 이해가 필요하다.

과거부터 현미경으로 동물모델의 내부 미세 구조들을 관찰해 치료제 개발 및 질환의 징후를 진단하기 위한 노력들이 계속 되고 있다[1]. 사람과 마우스의 대부분의 조갑 구조 양상은 유사하기 때문에[2], 마우스 조갑의 현미경 검사는 사람의 조갑 질환 연구에 반드시 필요하다.

방사광은 일반적으로 사용되는 X선과 파장은 동일하지만 세기가 몇 십억 배 세고 μm 단위면적에 집중 조사가 가능해 미세 구조를 보는데 유용하다. 방사광 X-선 현미경은 시료의 방사선 손상을 최소화할 수 있어 의료 및 바이오샘플 분야에 널리 사용되고 있다[3]. 따라서 방사광 X-선 영상분석법을 통해 조갑 질환의 신약 개발 및 생명 공학 연구에 활용될 수 있다. 본 연구에서는 방사광을 이용한 X-선 현미경으로 마우스 조갑을 분석한 방법을 소개하고자 한다.

2. 재료 및 방법

Pohang Light Source-II의 beam line 6C Bio Medical

Imaging을 통해 방사광 X-ray 컴퓨터 단층 촬영을 수행하였다. 이 시스템은 마그네틱 마운트가 있는 스테이지가 회전하면서 단색 X 선 빔이 샘플을 조사하며 투사 된 이미지는 뒤에 배치 된 고해상도 영역 검출기로 기록된다 (그림 1) [4].



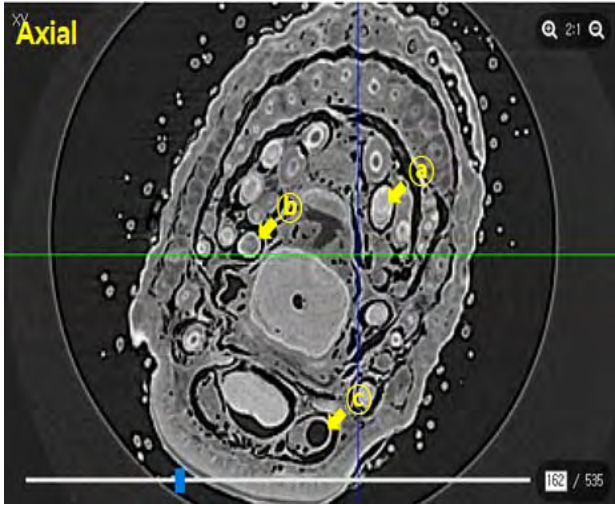
(그림 1) 방사광장비 영상

이 연구에서 X 선 빔 에너지는 30keV이며 단일 투영에 대한 노출 시간은 500ms로 설정되었다. 샘플은 샘플 홀더에 고정시켜 샘플 스테이지 위 마그네틱 마운트에 장착하였다. 섬광은 4배 대물 렌즈와 CMOS 카메라를 사용하였고, Cerium이 $50\mu\text{m}$ 두께로 도핑 되어있는 Yttrium aluminium garnet을 사용한 X-ray 영상 현미경을 이용하여 1000장의 tomography 이미지를 획득하였다. 영상 데이

터는 Octopus와 Amira를 이용하여 Computed Tomography(CT) 복원과 3D화 및 분석을 수행하였다.

3. 결과

(그림 2)는 마우스 조갑의 미세 내부 구조를 확인하기 위해 6C 빔라인(BMI)로 획득한 3D 영상 데이터로 각 단층면을 관찰한 것으로 sagittal, coronal, axial로 내부 구조를 볼 수 있다. 본 영상에서 선택한 방향에서는 ①, ②, ③가 각각 가리키는 tendon, nerve, artery가 관찰된다.



(그림 2) 마우스 조갑의 단층 촬영 이미지

4. 결론

방사광 가속기를 이용해 마우스 조갑의 조직학적 내부 구조를 세밀히 확인할 수 있었고, 마우스 조갑의 내부 구조 중 nail plate, nail bed, nail matrix, hyponychium의 삼차원 X-선 영상 분석을 하였다. 방사광을 이용한 마우스 조갑 영상은 기존의 다른 기법들 보다 고감도 및 고해상도의 3D 이미징이 가능하기 때문에 조갑 질환의 진단 및 신약개발 그리고 생명공학분야 연구 등에 분석 자료로서 활용이 가능할 것이다.

5. 감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2016R1C1B1016492).

참고문헌

- [1] K. Kidoguchi, M. Tamaki, T. Mizobe, J. Koyama, T. Kondoh, E. Kohmura, T. Sakurai, K. Yokono and K. Umetani, "In vivo X-ray angiography in the mouse brain using synchrotron radiation," *Stroke*, Vol.37, No.7, pp.1856-1861, 2006.
- [2] P. Fleckman, K. Jaeger, K. A. Silva and J. P. Sundberg, "Comparative anatomy of mouse and human nail units," *The Anatomical Record*, Vol.296, No.3, pp.521-532, 2013.
- [3] L. Onseok, H. Seunghan, L. Gunwoo, K. Jaeyoung, H. Jungyun, J. Kyeongsik and O. Chilwan. "Phase contrast hard X ray microscopy using synchrotron radiation for the diagnosis of onychomycosis," *Microscopy research and technique* Vol.73, No.12, pp.1110-1114, 2010.
- [4] L. Jaehong, S. Seungjun, K. Hyoyun, R. Chunkil, R. Seungyu, H. Jungyun, L. Chaesoon, S. Indeuk, K. Seobgu, L. Dongyun and C. Moohyun, "Station for structural studies on macro objects: beamline 6C Bio Medical Imaging at the Pohang Light Source-II," *Biodesign*, Vol.5, No.2, pp.53-61, 2017.