

# 류마티스 관절염 쥐 모델에 대한 보행 패턴 정량 분석 자동화 시스템

유병욱<sup>1</sup>, 김희찬<sup>2\*</sup>, 김현아<sup>3\*</sup>

1. 서울대학교 대학원 협동과정 바이오엔지니어링 전공
2. 서울대학교 의과대학 의공학교실, 서울대학교 의학연구원 의용생체공학연구소
3. 한림대학교성심병원 류마티스내과

## A Catwalk Automated Quantitative Gait-force Analysis System in Mouse Model of Rheumatoid Arthritis

B. W. Yoo<sup>1</sup>, H. C. Kim<sup>2\*</sup>, H. A. Kim<sup>3\*</sup>

1. Interdisciplinary Program, Bioengineering Major, Graduate School, Seoul National University
2. Department of Biomedical Engineering, College of Medicine and Institute of Medical & Biological Engineering, Medical Research Center, Seoul National University
3. Department of Internal Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital, Anyang, Korea  
\*hckim@melab.snu.ac.kr

### Abstract

Mouse models of rheumatoid arthritis exhibits abnormal walking patterns. Thus, by quantitatively evaluating curative value via a walking pattern analysis, we are able to demonstrate the performance of the treatment. Quantification of a walking pattern analysis was evaluated using mouse models of rheumatoid arthritis through a Catwalk system. Walking patterns were analyzed using a chain of image processing techniques and a parameter analysis on mouse foot movement. We found that multiple parameters are altered in mouse models of rheumatoid arthritis. The automated quantitative gait analysis may be a useful tool to evaluate state of rheumatoid arthritis.

### 연구 배경

신약이나 새로운 치료법의 개발 과정에서 유효성 검증을 위해서 각종 질환 모델로 쥐가 많이 사용된다. 류마티스 관절염(Rheumatoid Arthritis)은 결합 조직이나 관절에 통증을 유발하는 의학적 문제이다. 류마티스 관절염 질환 모델로 사용되는 쥐는 통증으로 인해 보행 패턴에 이상을 나타낸다. 따라서 보행 패턴을 정량적으로 분석하여 치료 전후의 차이를 비교

평가할 수 있게 되면 치료효과에 대한 객관적 판단이 가능해진다. 쥐(rat)의 보행 패턴을 분석하는데 있어서 Catwalk 방법을 사용하고 있는데 좌골신경 손상(Sciatic nerve injury), 근막동통 증후군(myofascial pain syndrome) 등의 질환에 대해서 연구가 이루어지고 있다 [1,2]. 본 논문에서는 류마티스 관절염 모델로 사용되는 쥐(mouse)의 보행을 Catwalk 방법으로 측정하는 장치를 구성하여 실험하고, 이를 통해서 얻어진 영상에 대해 디지털 영상처

리 기법을 적용하여 류마티스 관절염 모델 쥐의 보행 패턴을 정량 분석하고자 한다.

### 연구 방법

류마티스 관절염 쥐 모델은 쥐의 발에 카라기닌(carrageenan) 약물을 이용하여 제작하였고, 주입되는 발 부위를 달리하여 여러 형태의 류마티스 관절염 쥐 모델을 제작하였다. 이 모델들의 보행 패턴을 분석하기 위해서 Catwalk 장치를 제작하는데 기존에 사용하던 Catwalk 장치와 유사하게 제작하였다. 유리판 옆면으로 LED를 통해서 빛이 새어 나오고 유리판 위를 쥐가 걷게 하면서 유리판 아래에서 카메라로 유리판의 모습을 촬영하였다. 이 유리판 위에 쥐가 걷게 되어 쥐의 발과 유리판이 접촉하게 되면, 쥐의 발바닥과 유리판 경계에서 굴절을 일으키면서 전반사하던 빛들이 접촉된 부분에서 아래를 향하여 직진하게 되는 현상이 발생한다. 그래서 유리판 아래에서 카메라를 이용하여 촬영하게 되면, 쥐의 발과 유리판이 접촉하는 부분들이 빛나게 나타난다. 이렇게 촬영한 영상을 디지털 이미지 처리를 통해서 분석하고, 이를 통해 추출한 파라미터들을 이용해서 류마티스 관절염 쥐 모델을 분류하였다.

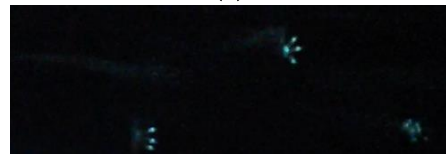
### 연구 결과

쥐의 보행 패턴을 여러 파라미터로 나타내었는데 그 중에서 Duty factor, Stride length, Swing speed 그리고 Regularity Index에서 모델들 간에 현저한 차이를 보였다. 하지만, 유리판과 발바닥이 접촉만 하면 같은 크기의 빛이 나오기 때문에 파라미터들 중에 Print Area, Intensity 에서는 모델들 간에 차이를 보이지 않았다. 그래서 현저한 차이를 보이는 파라미터를 이용하여 류마티스 관절염 쥐 모델들을 분류하는 데에 Catwalk 장치가 사용될 수 있음을 확인하였고, 더 나아가 류마티스 관절염 통증의 정도를 판단할 수 있을 것으로 전망하

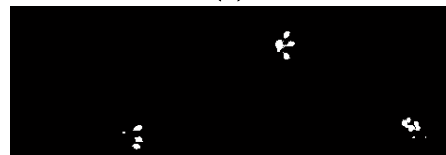
였다.



(a)



(b)



(c)

그림 1. (a) 제작한 Catwalk 장치 (b) 촬영한 발자국 이미지 (c) 디지털 이미지 처리한 발자국 이미지

### 참고 문헌

- [1] A. Bozkurt, R. Deumens, J. Scheffel, D. M. O'Dey, J. Weis, E.A. Joosten, T. Fuhrmann, G. A. Brook, and N. Pallua, "CatWalk gait analysis in assessment of functional recovery after sciatic nerve injury", *J Neurosci Methods*, vol.173, pp.91-98, 2008.
- [2] M. Miyagi, T. Ishikawa, H. Kamoda, S. Orita, K. Kuniyoshi, N. Ochiai, S. Kishida, J. Nakamura, Y. Eguchi, G. Arai, M. Suzuki, Y. Aoki, T. Toyone, K. Takahashi, G. Inoue, and S. Ohtori, "Assessment of gait in a rat model of myofascial inflammation using the CatWalk system", *Spine*, vol.36, pp.1760-1764, 2011.