

타원법을 이용한 인간 줄기세포의 광학적 특성과 미세구조

Ellipsometric Study on Optical Property and Fine Structure of Human Stem Cells

최중규, 심우영, 박상욱*, 제갈원**, 조현모**, 조용재**, 이광, 김상열
 아주대학교 분자과학기술학과, *(주)엘립소테크놀러지, **한국표준과학연구원
cjk1004a@nate.com

세포나 유전자를 사용한 치료법은 난치성 질환을 치료하기 위한 새로운 방법으로 주목받고 있는 데 그 중의 하나로 인간 줄기세포에 관한 연구가 여러 분야에서 진행되고 있다. 인간 중간엽 줄기세포는 특히 장기이식분야에서 유력한 대안으로 인식되고 있으며 다른 성체줄기세포에 비해 생명에 지장을 주지 않으면서 간단한 시술로 적용할 수 있어 많은 연구자들에게 각광받고 있다.⁽¹⁾

생체 물질은 살아있는 상태에서 세포에 손상을 주지 않으면서 실시간으로 측정해야 한다. 본 연구에서는 생체 물질을 측정하는 다양한 방법 중에서 빛의 편광상태의 변화를 통해 물질의 광학적 특성과 미세구조를 측정, 분석하는 타원법을 이용하였다.⁽²⁾ 시료는 성체 줄기세포 중 인간 중간엽 줄기세포를 이용하였고, 영상 타원계를 사용하여 생체 밖 환경에서 실시간으로 측정하였다. 줄기세포 시료는 생체 완충용액이 가득 채워진 챔버 속에 담겨진 상태에서 측정하였다. 시료의 광학적 구조는 인산완충용액인 매질과 중간엽 줄기세포인 주층 그리고 유리인 기층으로 구성된 3상계 구조로 근사되었다. 영상 타원계에서 얻은 인간 중간엽 줄기세포의 타원상수 Δ , Ψ 의 2차원 영상정보로부터 3상계 구조의 수치해석적 역방계산을 통해 줄기세포의 굴절률과 두께값의 2차원 영상정보를 구하였다.⁽³⁾ 미분화 된 인간 중간엽 줄기세포의 핵과 세포체를 주된 관심 영역으로 선택하여 이들 영역을 각각 분석하였다.

세포핵의 굴절률은 1.48 ~ 1.50, 두께는 80 ~ 130 nm이었으며, 세포체의 굴절률은 1.33 ~ 1.51, 두께는 50 ~ 250 nm으로 결정되었다. 이 같이 세포핵과 세포체가 굴절률과 두께에서 서로 미세하지만 주목할 만한 차이를 보이는 것은 영역간 광학적 특성의 차이 때문으로, 특히 세포체의 굴절률과 두께값이 상대적으로 넓은 폭을 가지는 이유는 세포의 성장 상태를 반영한 결과라 해석된다.

본 연구는 인간 중간엽 줄기세포의 세포핵과 세포체의 굴절률 및 두께의 영상정보를 타원법을 사용하여 정량적으로 결정한 최초의 연구로써 이와 같은 연구가 생체내 다양한 세포의 광학특성과 두께를 정밀하게 결정하는 제반 연구에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

1. 문신용 외, "21세기 의학혁명 줄기세포란 무엇인가?", 거목문화사, Chap.1-9 (2003).
2. 김상열, "타원법", 아주대학교출판부, Chap.1-4 (2000).
3. Frank L. McCrackin., et al., "Measurement of the Thickness and Refractive Index of Very Thin Films and the Optical Properties of Surfaces by Ellipsometry" J. Res. Nat. Bur. Standards - A. physics and Chemistry, 67A(4), pp.363-377 (1963).

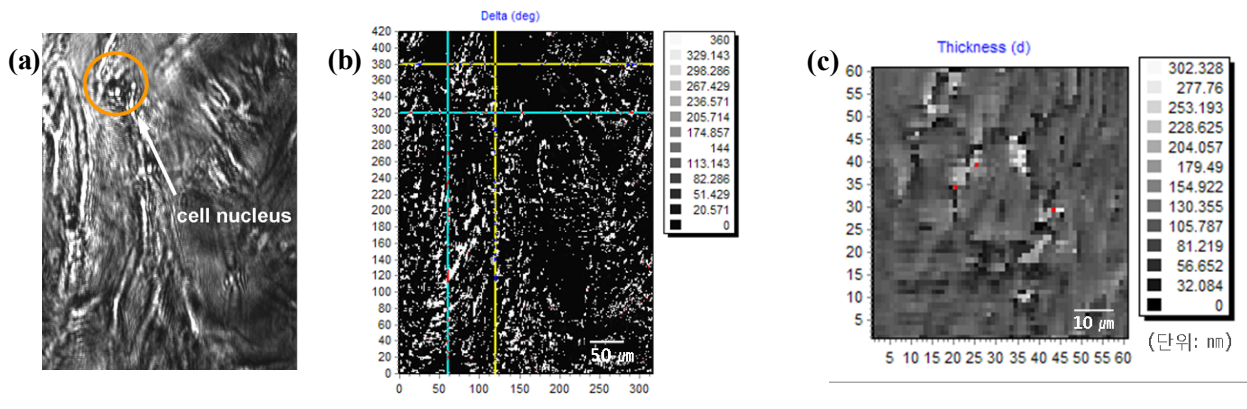


그림 1. (a) 인간 중간엽 줄기세포를 일반적인 CCD 카메라로 관찰한 이미지와 (b) 영상 타원계로 측정한 타원상수 Δ 맵, 그리고 (c) 세포핵에 해당되는 영역(Δ 맵의 네모 영역)에 대해 수치 해석적인 역방계산을 통해 결정한 두께 맵

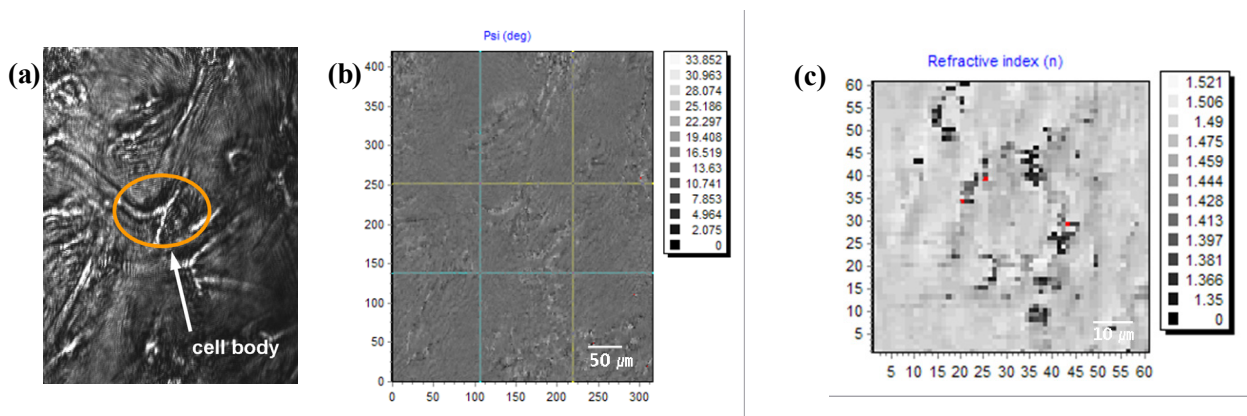


그림 2. (a) 인간 중간엽 줄기세포를 일반적인 CCD 카메라로 관찰한 이미지와 (b) 영상 타원계로 측정한 타원상수 Ψ 맵, 그리고 (c) 세포체에 해당되는 영역(Ψ 맵의 네모 영역)에 대해 수치 해석적인 역방계산을 통해 결정한 굴절률 맵