

세포핵을 탐침하는 나노막대

양승윤 | 부산대학교 바이오소재과학과 (E-mail: syang@pusan.ac.kr)

미국 스탠포드 대학 연구진은 세포핵을 탐침하기 위해 실리콘으로 제작된 수직 나노막대 기판을 사용하였고, 나노막대의 물리적 특성에 따라 세포핵이 어떻게 변형되는지를 연구하였다. 이러한 연구는 세포소기관을 이해하는데 중요하고, 세포핵의 변형으로 인해 나타나는 질병을 치료하는데 중요한 역할을 할 것으로 전망된다.

세포핵은 세포 내에서 가장 큰 소기관으로, 세포의 기계적 특성에 큰 영향을 미친다. 특히 세포핵의 기계적 특성뿐만 아니라 세포핵과 세포막의 기계적 결합은 세포 작용에 대한 중요한 단서로서, 기계적 성질의 변화에 따라 세포의 이주, 분극, 분화, 유전자 발현 등에 많은 영향을 미친다. 사람의 경우, 세포핵이 손상되거나 변형되면 심근병증, 근육병, 휴킨슨-길포드 조로증과 같은 질병들이 발생할 수 있다. 기존에는 이러한 세포핵의 기계적 안정성 및 변형에 대한 정보를 알아내기 위해 마이크로피펫이나 원자력 현미경 또는 평행 평판 압축 방법이 일반적으로 사용되었지만, 적용되는 힘이 일시적이고 오직 급성 반응에만 사용될 수 있었다. 게다가, 크기가 큰 암세포에 한하여 수 마이크로미터 크기의 세포핵 변형을 일으키기 때문에 다양한 크기의 세포에 적용하기에는 한계가 있었다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여, 미국 스탠포드 대학 화학과의 Cui 교수팀이 이끄는 연구진은 전자빔 리소그래피로 실리콘 기판위에 금속 마스크를 제작한 후 이온 에칭 기술을 사용하여 기판에 구멍을 뚫어 수직한 형태의 나노막대를 제작하였다. 수직 나노막대 기판에 세포를 배양하면 세포가 기판에 분산되는 형태로 부착되어 세포핵이 표면에 부착될 수 있었다(그림 1). 즉, 수직 나노막대 기판은 세포의 접착력으로 인해 세포핵을 변형시

키고, 이러한 변형은 세포핵의 기계적 강도를 빠르고 비침습적으로 측정할 수 있게 하여 세포핵과 세포막이 어떻게 결합되는지에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 연구팀은 여러 종류의 세포를 나노막대 기판 위에 배양함으로써, 세포핵의 기계적 강도에 따른 변형의 차이에 대해 연구하였다.

세포에 포함된 세포골격은 핵막과 세포막의 기계적 결합에 관여하므로 세포골격의 특성에 대해 연구하는 것이 중요하다. 이를 위해 연구진은 나노막대 기판 위에 세포를 배양한 후 세포에 포함된 액틴 필라멘트, 미세소관 등의 세포골격 성분을 분해하는 약물을 처리하여 세포골격에 따른 핵의 변형에 대해 연구하였다. 또, 나노막대의 형태를 조절하면 세포핵에 주어지는 국부적인 압력이 달라지기 때문에 핵의 변형 또한 달라지는데, 나노막대의 직경, 높이 및 간격에 따른 세포핵 및 세포골격 변형에 대한 차이를 규명할 수 있었다.

앞으로 세포핵과 세포막 사이의 기계적 결합에 따라 어떤 영향을 미치는지에 대해서 추가로 연구를 진행할 예정이며, 암세포나 줄기세포 같은 서로 다른 유형의 세포를 탐침하여 실시간으로 세포핵 변형을 모니터링 하고, 세포 역학을 쉽게 측정할 수 있을 것으로 연구진들은 전망하였다.

* 본 연구결과는 저널 *Nature Nanotechnology*에 "Vertical nanopillars for *in situ* probing of nuclear mechanics in adherent cells"라는 제목으로 게재되었다(DOI:10.1038/nnano.2015.88).

본 기술뉴스는 KISTI 미러안의 과학기술모니터링(<http://mirian.kisti.ac.kr>)의 기사를 참조하여 정리하였습니다.

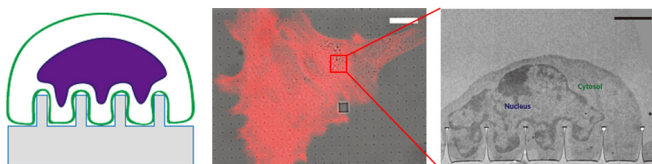


그림 1. 나노막대 기판에 부착되어 세포핵이 변형된 형태를 나타낸 모식도 및 전자현미경 사진.