

# 펨토초 레이저를 이용한 암세포 소내기관 조작연구

## *Nano-Bio Surgery of sub-cellular organisms in the single human brain cancer cell using ultrafast laser pulses*

조성학, 유병헌, 장원석, 김재구, 황경현, \*최경숙, \*손성향  
한국기계연구원 (KIMM), 나노공정장비연구센터

E mail shcho@kimm.re.kr

\* 아주대학교 의과대학

### 1. 연구 배경

우리나라 암 사망자수는 2002년 우리나라 총 사망자 246,515명 가운데 25.5%(남자 사망자의 29.6%, 여자 사망자의 20.5%)인 62,887명으로 암으로 인한 사망이 사망원인의 1위를 차지하고 있다 이는 우리나라 인구 10만 명당 약 131명이 암으로 사망한다는 의미이다. 암 질환이 중요한 또 다른 이유는 우리나라 주요 사망원인인 뇌혈관질환, 심장질환에 의한 사망은 지난 10여년 동안 감소하는 반면에 암으로 인한 사망은 지속적으로 증가하고 있다는 것이다 암 발생률은 전반적으로 연령이 증가할수록 증가하고 있으므로 향후 인구 고령화와 더불어 더 상승할 것으로 추측된다.

최근 들어 의료 진단 및 치료 기술이 급성장했음에도 불구하고 암의 생존율 차이를 가늠하는 요인은 조기 발견 여부에 있는데, 현재의 진단법들은 암세포들이 증식하여 어느 정도의 mass를 형성한 다음에야 확실한 진단이 가능하므로, 암이 진단되는 시기에 이미 전이가 발생함으로써 적절한 치료시기를 놓쳐 사망에 이르는 경우가 자주 발생하고 있다.

정상세포와 암세포를 정확히 구분할 수 있는 물리적 특성에 있어서의 차이점이 명확히 규명된다면, 암 발생 초기 단계에 펨토초 (femtosecond,  $10^{-15}$ ) 레이저를 이용하여 암의 조기 정밀 진단과 함께, 정상세포에는 damage 없이 암세포만을 선택적으로 죽일 수 있는 획기적인 암 치료 또한 가능해질 수 있다 암의 조기 진단기술은 의학, 바이오, 생명공학 관련 분야에서 핫이슈이지만 세포의 물리적 관점에서 세포의 특성을 측정할 수 있는 연구는 국내외적으로 아직 시도가 안 된 상태이다.

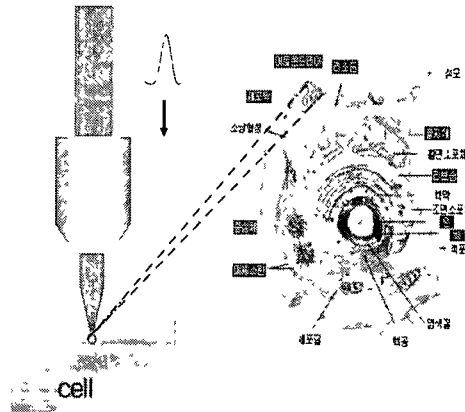
펨토초 광펄스 기술은 물 속이나 일반 대기중에서도 살아 있는 세포에 전혀 손상을 입히지 않으면서 세포 하나 또는 세포내 특정 소기관만을 선택적으로 조사하여 절단, 파괴할 수 있고 또한 손상없이 생체세포(live cell) 내 나노영역에서의 물성 정보를 얻을 수 있기 때문에 정상세포와 질환세포(암세포)를 구별하는 정밀진단 및 세포수준에서의 선택적 치료를 가능케 하는 바이오 툴로서 무한한 가능성을 갖고 있다. 또한 생체세포에 투명한 근적외(NIR) 영역의 파장을 갖는 펨토초 레이저는 세포에 손상없이 세포에서 일어나는 동적인 움직임도 관측 가능하다 또한 손쉽게 직경 수백 nm까지 레이저 빔의 집광이 가능하며 세포에 손상 없이 세포 자체뿐만 아니라 세포 내 소기관(sub-cellular organisms)의 물성 정

보까지도 얻어낼 수 있다. 정상세포와 암세포에 대한 펨토초 광펄스간의 상호작용 연구는 아직 시도된 적이 없는 연구로서 정상세포 대비 암세포의 물리적 특성 및 차이점 분석연구에 새로운 출발점이 될 수 있다

본 연구는 최근의 극초단 광펄스 기술을 응용하여 인체의 뇌종양세포(Brain Cancer Cell)내부의 소내기관 (sub-cellular organisms)의 광-나노-바이오 조작에 관한 연구를 하였으며 그 내용을 본 학술대회를 통하여 보고하고자 한다.

## 2. 나노 수술 원리

극초단 레이저(펨토초레이저)를 이용한 인체의 암세포 소내기관의 나노급 수술 개념도는 아래와 같다



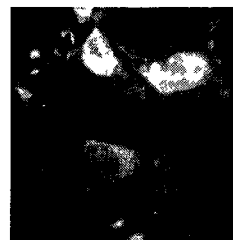
## 3. 펨토초 응용 나노 수술 실험 set-up

극초단 펨토초 레이저 (100fs, 1kHz, 790nm)를 인체의 정상 뇌세포와 뇌종양 세포에 집광하여 비선형 현상인 자기집속현상(self-focusing)을 세포내부에 선택적으로 유기함으로써 각 세포내의 “핵”을 비롯한 세포내부 소기관들을 Photo-disruption현상을 이용하여 선택적으로 제거한다

## 4. 정상세포 암세포의 소내기관 나노 수술



정상교세포  
(인체정상세포)



정상교세포종  
(뇌종양(암)세포)

자세한 실험 결과는 본 발표 당일 보고한다