

생명광학(Biophotonics: Biomedical Optics)의 최신 연구 동향

이호*

빛 에너지를 이용하여 생물학적 현상을 규명하고, 이를 질병의 치료 및 진단 등에 사용하는 융합기술을 생명광학 (Biophotonics: Biomedical Optics)이라고 한다. 자외선 레이저를 이용한 시력교정, 피부과용 레이저, 광섬유와 적외선 레이저를 이용한 담석제거술, 빛의 산란과 형광을 이용한 암세포의 조기진단 등 광기술의 생체과학 및 의료공학에의 응용은 실로 다양하다. 본 세미나에서는 치료용 및 진단용으로 이용되는 생명광학 기술을 구체적인 예시를 통해서 소개한다.

1. 치료용 응용분야

레이저를 이용하여 생체 및 세포조직중 원하는 부위만 정밀하게 제거하거나 손상을 입힘으로써 질병의 치료에 사용하는 응용분야이다. 효과적인 생체조직의 제거와 주변조직 손상을 극소화 하는 것이 레이저를 이용한 치료에서 가장 중요한 요구조건들이다. 이 요구조건들은 레이저의 에너지, 파장과 펄스폭(Pulse duration)을 치료 대상 조직에 맞게 선택함으로써 충족시킬 수 있다.

아래에 레이저를 이용한 정밀수술의 예를 보여준다.

1) Ho:YAG 레이저 와 Er:YAG 레이저의 담석제거 비교

현재 널리 사용되고 있는 담석제거용 Ho:YAG 레이저 (파장~2.10μm) 와 새롭게 제안된 Er:YAG 레이저 (파장~2.90μm)의 담석제거능을 비교하였다. 담석에 흡수가 더 잘되는 Er:YAG 레이저가 Ho:YAG 레이저 보다 효과적으로 담석을 제거했음을 볼 수가 있다.

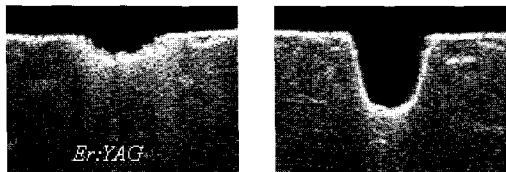


그림 1 다른 파장을 가진 Ho:YAG 레이저와 Er:YAG 레이저를 담석에 입사한 후 만들어진 Crater의 단층도

2) 가시광선 레이저 펄스를 이용한 세포 제거

노화 현상으로 대사활동(Metabolism)을 제대로 수행하지 못하는 망막세포(그림의 중앙에 위치한 세포)를 녹색광 레이저를 이용하여 선택적으로 제거하였음을 볼 수 있다. 주변의 세포들은 손상을 입지 않았으며 제거된 세포는 건강한 세포로 대체된다.

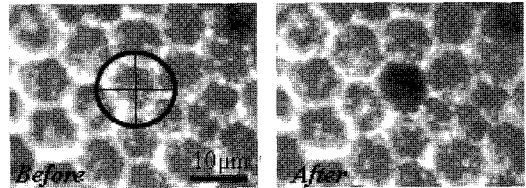


그림 2 레이저 펄스가 입사한 후 중앙에 있는 세포가 선택적으로 제거됨

2. 진단용 응용 분야

레이저 빛의 산란과 형광 현상을 이용하여 세포단위의 계측과 관찰을 비절개적(non-invasive)으로 수행함으로써 질병의 조기진단에 사용하는 응용분야이다. 대표적인 진단기술인 생체세포분석기(In vivo flow cytometer)와 실시간 생체 Confocal 현미경(Real time in vivo confocal microscopy)을 소개한다.

생체세포분석기(In-vivo flow cytometer)는 혈액의 추출없이 생체에서 순환중인 세포수의 증감을 레이저를 이용하여 계측할 수 있는 기기로서 암세포의 전이, 적혈구 및 백혈구의 순환연구에 매우 유용하게 사용되고 있다.

실시간 생체 confocal 현미경은 살아 있는 동물의 세포 단위 구조 및 순환중인 세포의 관찰을 가능케 하는 영상장비이다. 이 시스템을 이용하면 살아있는 동물로부터 세포단위(~1μm)의 공간 분해능을 가지는 영상을 초당 30장까지 촬영이 가능하다. 실시간 생체 confocal 현미경으로 생체 내에서 관찰할 수 있는 대상의 예를 들면 1) 혈관(blood vessel) 조직 및 림프계(lymphatic vessel) 조직, 2)적혈구 및 백혈구의 혈관계에서의 순환, 3) 암세포의 생체 내에서의 전이과정, 4) 피부조직 및 골수조직 등이 있다.

* 경북대학교 기계공학부