

PS-OCT를 이용한 자궁경부암 진단을 위한 선행 연구

Pre-study for Diagnosis of Uterine Cervix Using PS-OCT

강문식*, 유지영*, 이상원*, 김영태**, 김법민*

*연세대학교 보건과학대학 의공학과, **연세대학교 의과대학 산부인과

crowdifat4779@hotmail.com

자궁경부암은 여성 암환자 중 42.1%를 차지할 정도로 여성들에게 많이 발생하는 암이지만 암 전단계 기간이 상대적으로 길기 때문에 조기 진단이 가능하고, 조기에 치료하면 완치도 가능하다. 이러한 자궁경부암을 검사하는 방법으로는 세포진검사, 질확대경검사, 조직검사, 자궁경부확대촬영검사 등이 시행되고 있는데 질 확대경 검사나 자궁경부확대촬영검사는 현미경이나 사진기를 이용하기 때문에 검사부위의 표면만을 보고 진단을 해야 하는 단점이 있다.

Polarization Sensitive - Optical Coherence Tomography(PS-OCT)는 인체에 영향을 주지 않는 빛을 사용한 비 침습적 영상기술로 생체 조직의 특성 및 깊이에 대한 신호의 변화를 획득하기 때문에 단면 구조뿐만 아니라 생체적인 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 PS-OCT의 매우 높은 횡·종방향 해상도(<math><15\mu\text{m}</math>)와 깊이에 따른 편광성분의 지속과 소멸에 대한 정보는 자궁경부암의 초기단계인 자궁경부 상피이형성증 진단에서부터 정밀한 상태분석을 가능하게 해준다.⁽¹⁾⁽²⁾ 따라서 본 연구에서는 자궁경부의 이미지를 획득하고 병변의 진단 가능성을 도모해보고자 한다.

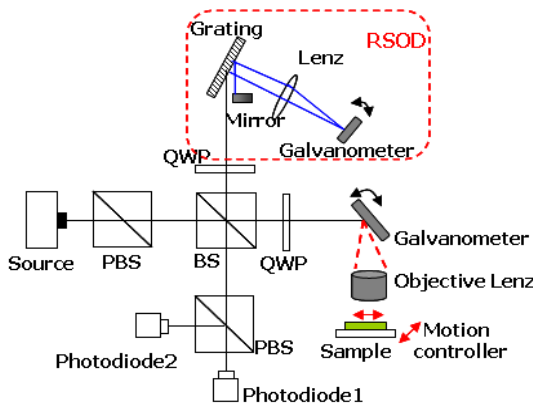


그림 1. PS-OCT 의 개략도

BS : Beam Splitter, QWP: Quarter-wave plate
 PBS : Polarization Beam Splitter

기에서 검출된 신호는 필터와 힐버트 변환을 통하여 간섭신호에 대한 크기와 위상을 얻게 된다. 이렇게 얻은 값들을 통해 편광성분변화의 정보를 획득할 수 있다. 본 연구에서는 RSOD 기법(종축스캐닝)과 갈바노미터(횡축스캐닝)를 사용하여 2-D 이미지를 얻는데 1초가 소요되는 고속 스캐닝 PS-OCT 시스템을 구현하였다.

그림2는 구현한 PS-OCT 시스템으로 획득한 조직샘플의 OCT이미지와 조직학적 구조 이미지를 보여준다. 정상조직의 샘플은 층간의 경계면이 뚜렷하게 구별되는 반면 암(병변) 의심조직 샘플은 층간의 경계면이 모호한 것을 확인할 수 있다.⁽³⁾ 그림 3은 각 샘플에 대한 DOCP(Degree of Circular Polarization)기울기를 나타낸다.

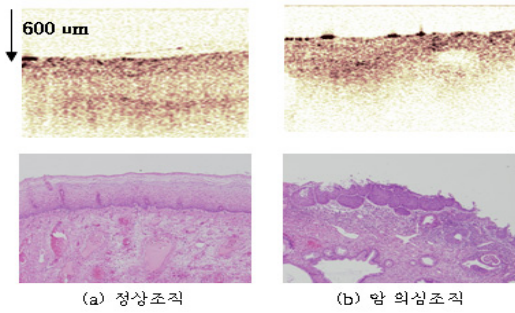


그림 2. 샘플 1(좌) 2(우) 에 대한 OCT 이미지 와 조직학적 구조 이미지

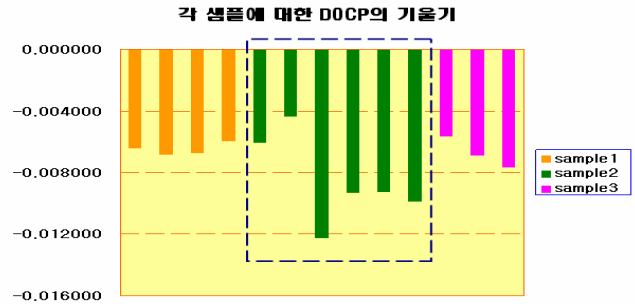


그림 3. 각 샘플에 대한 DOCP의 기울기

DOCP는 빛이 생체 조직을 통과할 때 조직의 특성에 따라 특정성분의 편광이 유지되고 소멸되는데 따른 신호 변화를 분석하여 얻게 되는 정보이다. 일반적으로 정상조직과 비교해 볼 때 상피이형성증은 단계에 따라 세포에 대한 세포핵의 비율이 점점 커지는 동시에 유사분열이 일어나는 세포가 더 많아진다. 이와 같이 세포핵이 커지면 산란에 의해서 빛의 투과 깊이와 편광 성분의 손실 정도의 변화를 야기하게 되며 그림 3은 이에 따른 변화를 수치적으로 보여주고 있다. 샘플 1과 3은 정상조직에서의 DOCP 기울기를 나타내고 있으며 샘플2는 상피이형성증으로 의심되는 샘플에서의 DOCP 기울기를 보여주고 있다. 샘플 2의 DOCP 기울기 값이 샘플 1, 3에 비해 큰 것으로 측정되었고 이로 인해 샘플2의 병변 가능성을 확인할 수 있다. 측정한 3개의 샘플에 대한 각각의 그래프들은 동일 샘플 내 다른 위치에서의 측정값을 보여주며 이는 같은 샘플 내에서도 위치에 따라 다른 병변 상태의 조직이 존재할 수 있는 가능성을 제시해 준다.

본 연구에서는 PS-OCT를 이용하여 정상적인 자궁조직과 병변이 의심되는 자궁조직의 이미지를 in-vitro방법으로 획득하였다. 그 결과 구조적인 이미지에서는 경계면의 유무를 확인할 수 있었고 기능적인 정보로써 편광손실 정도의 차이를 확인할 수 있었다. 그러나 자궁경부암은 단계에 따라 세포의 변화가 다양하며 셀 크기의 단위로 변이가 이루어지기 때문에 미세 단위의 분석을 요구한다. 이를 바탕으로 정밀한 범위에서 정확한 신호 분석 방법을 보완한다면 자궁경부암의 진행 정도에 대한 정량적인 예측이 가능하리라 사료된다.

향후 과제로는 획득한 신호의 정밀한 분석 방법을 통해 보다 정확한 진단을 가능하게 하고 자궁 경부를 비침습적으로 측정하기 위해서 탐침자를 내시경으로 설계, 제작하여 사용하고자 한다.⁽⁴⁾

1. Johannes F.de Boer, et al. "Review of Polarization sensitive Optical Coherence Tomography and Stroke vector determination", Journal of Biomedical Optics, Vol. 7, pp. 359-371,2002
2. Johannes F.de Boer, et al, "Polarization Effect in Optical Coherence Tomography of Various Biological Tissues", IEEE Journal of selected topics im quantum electronics, Vol. 5,pp.1200-1204, 1999
3. Rebekah A. Drezek et al. "Optical Imaging of the Cervix", CANCER Supplement, Vol. 98, No. 9, pp. 2015-2027, 2003
4. P. R. Herz et al. "Micromotor endoscope catheter for invivo, ultrahigh-resolution optical coherence tomography", Optics Letters, vol. 29 , No. 19, pp. 2261-2263, 2004