

안구 망막의 실시간 3차원 계측 기술

Real time three-dimension retina image

양 연 식

원광대학교 의과대학 안과학교실

ysyang@wonkwang.ac.kr

안과 실명 질환의 가장 많은 부분을 차지하는 안구 망막의 실시간 3차원 계측기술은 아직 초보단계에 머물고 있다. 다른 장기나 조직에 비해 3차원계측기술이 늦어진 몇 가지 이유를 들면 다음과 같다.

첫째, 망막이 150 μ 에서 400 μ 의 얇은 막이어서 기존의 초음파(ultrasonography), CT(computerized tomography)나 MRI(magnetic resonance image)의 해상력으로는 영상화되지 않는다.

둘째로는 망막이 안구내의 뒤쪽에 위치하여 오직 동공을 통해서만 관찰 가능하여 3차원이 영상화가 어렵다.

마지막으로 망막의 신경조직은 투명하고 그내부에 혈관과 병변이 있기 때문에 망막내부의 데이터가 포함된 3차원 영상화가 어렵다.

그러나 현재까지 완전한 3차원 실시간 영상을 획득할 수 있는 장비는 개발되지 않았으나 여러 장비가 개발되어 망막의 3차원 영상화에 일부나마 접근하고 있다. 현재 임상질환이나 기초연구에 활용되는 장비는 다음과 같다.

첫째, RTA(Retina Thickness Analyzer)장치가 있다. RTA 장치는 망막의 광학적 단면을 스캔하여, 망막 앞면에서 반사되는 빛과 뒤쪽에서 반사되는 빛의 거리를 분석하여 망막 두께를 지도에서와 같이 등고선으로 나타내는 안과 장비이다. 확대된 동공의 좌측 가장자리를 통하여 망막에 선상의 slit beam을 조사하고 우측 가장자리를 통하여 안저 카메라에 상을 맺히게 하여 망막의 광학단면을 얻는다. 연속적으로 200msec동안 일정 간격으로 10장을 얻어 이를 분석하여 망막의 전후면의 두께를 등고선으로 나타낸다. 그런데, 이러한 RTA는 실시간 스캔이 아니고 망막의 두께를 선이나 색을 이용하여 망막의 두께만을 나타낼 뿐 실제의 영상이 아니고 망막의 중요한 부위인 후극부를 촬영하는데 5 - 9번을 촬영하여 이를 합성하여야 한다. 따라서 망막의 부종이 있는 부위와 병변부위를 직접 비교하거나 병변부위의 변화와 망막두께의 상관관계를 파악하기 어렵다.

둘째, SLO(Scanning Lager Ophthalmoscope)장치는 레이저 광선을 한 순간에 망막의 한 점에만 조사하고 모니터에 해당되는 점에 영상을 나타내는 실시간의 주사선 방식의 2차원 망막영상 장치로서 실시간으로 적은 광량의 레이저를 이용하므로 피검자에게 편안하고 높은 해상력의 동영상을 얻을 수 있다. 비록 2차원의 영상을 연속적으로 얻을 수 있어서 망막의 전후면을 관찰 할 수 있으나 실제적인 3차원의 영상이나 망막 전후면의 데이터는 얻을 수 없다.

셋째, OCT(Optical Coherence Tomography) 장치는 망막에 레이저를 조사하여 망막조직에 간섭현상을 이용하여 망막의 단면을 선상으로 나타내는 높은 해상력을 구현하나, 한 단면을 얻는데 2분 정도 걸리고 실시간 스캔이 아니며 일정 선상의 망막 단면을 망막의 층별로 나타낼 수 있지만 실시간의 3차원

영상을 보여주지는 못한다. 따라서 2차원의 망막영상을 보고 의심되는 병변부위나 특수부위의 망막단면을 얻을수 있다.

셋째, HRT(Heidelberg Retinal Tomography)장치로 가 있다. 망막의 전면부터 후면까지 초점을 이동해가면서 200여장을 연속 촬영하여 각각의 픽셀에서 초점이 맞아 가장 반사가 높은 부분의 초점거리를 다시 정산하여 망막 전면의 굴곡을 그리드(Grid)로 나타낸다. 그러나 HRT 역시 실시간이 아니고 실지 영상도 아니다.

각 장비를 비교해 보면 다음 표과 같다.

| | 본 과제의 장비 | SLO | OCT | RTA | HRT |
|----------------|----------|-----|-----|-----|-----|
| 3차원 | ○ | × | ○ | ○ | △ |
| 실시간(Real time) | ○ | ○ | × | × | ○ |
| Confocal | ○ | ○ | × | × | × |
| 높은 해상력 | ○ | ○ | ○ | × | × |

본 과제의 개략적인 방법은 상기의 SLO의 원리와 RTA의 원리를 동시에 구현한 것으로 안구 망막을 3차원 실시간 영상으로 계측하는 기술이다. 레이저 광선을 다면거울모터와 검류계를 이용하여 연속되는 시간에 따른 2차원의 면으로 만들고, 안구의 동공을 통하여 투명한 망막에 조사시킨다. 망막에서 반사되는 레이저를 레이저 조사선의 방향과 다르게 역순으로 되돌아와 광검출기에 이르게 한다. 이때, 망막을 중심으로 각 순간에 레이저 발생기로부터 망막에 조사되는 레이저빔의 입사각과, 망막으로부터 반사되는 레이저 반사 가상선의 출사각을 일정하게 유지하게 하고 망막에서 레이저빔의 입사와 반사가 산선의 출사가 수직 및 수평 방향으로 일치시키도록 광학계를 배열한다. 또한, 한 순간에 망막에 비추어진 레이저 전후단선을 센서 어레이에 일치시키고, 센서 어레이의 수와 동 수의 2차원의 망막면을 실시간 3차원으로 영상화하는 기술을 말한다.

이렇게 얻어진 실제 3차원의 데이터를 모니터에 실시간으로 나타내는 프로그램을 개발하여 2차원의 모니터에 display 시키고 데이터를 분석하여 망막의 두께를 정량적으로 분석하고 정상 망막과도 비교하는 프로그램을 추가하여 망막질환의 진단과 치료 그리고 기초연구에 한 차원 높은 새로운 영상화방법을 개발 중이다. 현재 국내외에 안구 망막의 실시간 3차원 영상화는 이루어지지 않고 있다.