

주사레이저검안경의 레트로모드를 이용한 낭포황반부종의 영상화

이원준 · 조희윤 · 이병로

한양대학교 의과대학 안과학교실

목적: 새로운 주사레이저검안경의 Retromode를 이용하여 낭포황반부종을 영상화하고 기존의 영상법들과 비교해보려 한다.

대상과 방법: 낭포황반부종 환자 20명 21안의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 환자들은 안저사진, 형광안저촬영과 주사레이저검안경, 스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영을 시행받았다. 주사레이저검안경은 기기내에 내장된 Retromode를 이용하여 촬영하였다.

결과: 기존의 안저사진은 낭포황반부종 상태를 보기가 어려운 반면 주사레이저검안경의 Retromode는 낭포황반부종을 입체적으로 확인할 수 있었다. 각각의 작은 낭포를 더 잘 보여주었으며 낭포의 면적을 구할 수 있었다. Retromode에서 보이는 가장 넓은 낭포의 넓이와 OCT에서 보이는 그 낭포의 높이는 상호 연관성을 보였으며($R=0.606$, $p=0.004$) Retromode에서 보이는 낭포황반부종의 전체 넓이와 OCT에서 측정된 황반중심두께는 역시 상호 연관성을 보였다($R=0.493$, $p=0.023$).

결론: 기존의 영상법에 비해 새로운 주사레이저검안경의 Retromode는 낭포황반부종에서 보이는 낭포들의 관찰을 용이하게 하며 낭포황반부종의 범위 및 정도를 파악하는 데 도움을 줄 수 있다.

〈대한안과학회지 2012;53(4):536-543〉

낭포황반부종은 당뇨병망막병증, 망막혈관폐쇄, 연령관련 황반변성, 포도막염, 망막색소변성증 등의 다양한 망막질환에서 발생하며 백내장 수술 후 다수에서 발생한다는 보고가 있다.¹⁻³ 이는 혈관-망막장벽의 파열로 망막내에 체액이 저류되면서 망막두께의 증가가 초래되어 발생한다.^{1,4}

낭포황반부종의 진단을 위해 낭포들을 직접 눈으로 볼 수 있도록 영상화하는 것이 필요한데, 현재로서는 세극등현미경검사, 형광안저촬영술, 빛간섭단층촬영 등 소수의 방법만이 쓰이고 있다. 세극등현미경검사를 통한 안저검사 상으로 망막의 부종을 확인할 수 있지만 그 미세한 변화를 파악하는데 있어 한계가 있다. 형광안저촬영술은 후기에 조영제가 낭포에 차는 것을 확인함으로써 낭포의 해부학적인 위치와 혈관의 누출 양상을 통해 낭포황반부종을 진단할 수 있다.^{1,5,6} 하지만 형광안저촬영술은 플루오레신 조영제를 혈관에 직접 주사해야 하므로 침습적이며 조영제 부작용 발생 가능성이 있어 반복적으로 검사를 하는 데 한계점이

있다. 반면 빛간섭단층촬영은 비침습적인 검사장비로서 횡단면의 고해상도 망막 영상을 얻을 수 있으며 망막의 두께를 측정할 수 있어 낭포황반부종의 진단 및 추적관찰에 흔히 이용된다.⁵⁻⁸ 하지만 빛간섭단층촬영은 낭포황반부종을 입체적으로 보기 어려우며 낭포황반부종의 범위나 패턴을 파악하기 어렵다는 단점이 있다.

최근들어 주사레이저검안경의 적외선 레이저와 다양한 조리개를 통한 동초점(confocal mode)^{9,10} 혹은 간접 영상법(indirect mode)을¹¹ 이용하여 낭포황반부종을 진단할 수 있다는 보고들이 있다. 주사레이저검안경은 안저로부터 직접적으로 반사된 빛과 더욱더 강하게 산란되어진 빛들을 모아 영상을 만든다.¹²⁻¹⁴ 동초점 영상법(confocal mode)은 중앙부분에만 구멍이 뚫려있는 조리개를 이용하여 망막으로부터 반사된 빛을 영상화한다.^{14,15} 간접 영상법은 중앙부분의 구멍은 막혀있으며 주변부가 열려있는 반지모양(ring-shape)의 조리개를 이용하여 망막으로부터 산란된 빛을 영상화한다(Fig. 1). 주사레이저검안경은 비침습적이며 high contrast의 영상을 얻을 수 있다는 장점이 있다.

F-10 (Nidek, Gmagori, Japan)은 새로이 개발된 주사레이저검안경으로서 다른 기종에 없는 Retromode 등의 다양한 기능을 보유하고 있다. Retromode는 이전 주사레이저검안경에서 사용된 조리개와 차별화된 중앙부분의 구멍은 막혀 있으며(central stop), 주변부에 있어서도 선택적으로 한쪽 방향만이 열려있는 조리개를 이용한다(Fig. 1).¹⁶⁻¹⁸

■ 접수 일: 2011년 1월 10일 ■ 심사통과일: 2011년 5월 12일
■ 게재허가일: 2012년 2월 25일

■ 책임저자: 이 병 로

서울시 성동구 왕십리로 222
한양대학교병원 안과
Tel: 02-2290-8570, Fax: 02-2291-8517
E-mail: brlee@hanyang.ac.kr

* 이 논문의 요지는 2010년 대한안과학회 제103회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

본 연구에서는 새로 개발된 주사레이저검안경의 790 nm 파장의 적외선 레이저를 통한 Retromode를 이용하여 낭포황반부종을 영상화하고 이전의 다른 영상법과 비교하며, 빛간섭단층촬영 영상과의 연관성을 분석하여 낭포황반부종의

정도를 평가하는 데 있어 이 영상법의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

대상

2009년 9월부터 2010년 3월까지 본원을 내원하여 안저촬영소견과 형광안저촬영술, 스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영을 통해 낭포성황반부종으로 진단받은 환자 중 주사레이저검안경인 F-10 (Nidek, Gamagori, Japan)을 동시에 촬영했던 20명 21안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하여 조사하였다.

방법

모든 환자는 안저카메라(TRC-50EX; Topcon, Tokyo, Japan)를 이용하여 안저촬영 및 형광안저촬영술을 시행하였으며 형광안저촬영술은 조영제(후루오레사이트®, 한국알콘)를 3 ml 정맥주사 후 시행하였다. 검사에 사용된 스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영기는 3D OCT-1000 (software version 3.20, Topcon, Tokyo, Japan)으로 장비에 내장된 6×6 mm cube scan protocol을 이용하여 1명의 숙련된 검사자가 검사를 시행하였다. 새로이 도입된 주사레이저검안경을 이용하여 Retromode 안저영상을 촬영하였으며 주사레이저검안경을 이용한 검사는 1명의 숙련된 검사자를 통해 이루어졌고 이상의 모든 검사는 같은 날 진행되었다. 두 명의 망막 전문의가 주사레이저검안경을 이용하여 얻은 안저영상을 안저사진, 빛간섭단층촬영 영상, 형광안저혈관조영 사진과 비교, 분석하였다.

주사레이저검안경의 Retromode를 통한 이미지를 이용

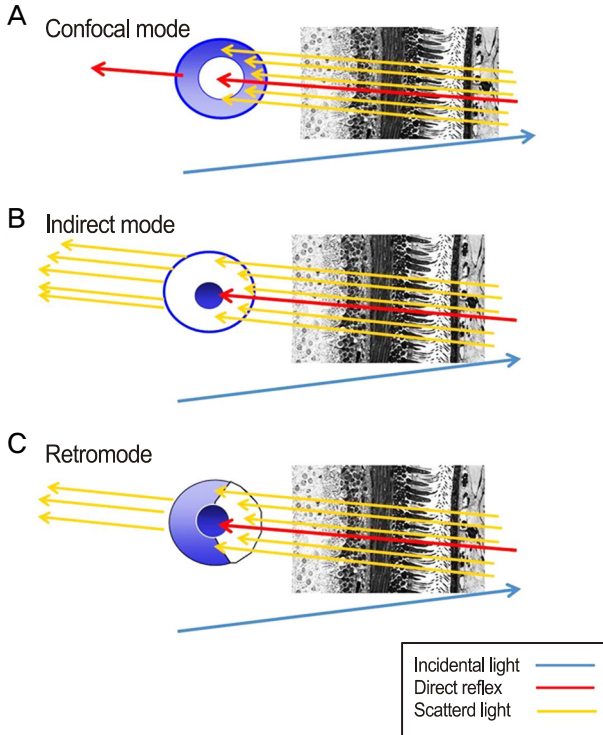


Figure 1. (A) Confocal mode: Images consist primarily of direct reflex from the vitreomacular interface. (B) Indirect mode with a ring aperture: Direct reflex from the vitreomacular interface is blocked with a central stop. More multiply scattered light from intraretinal structure is collected by the detector. (C) Retro-mode: The opening of the ring aperture is restricted and is deviated laterally from the confocal light path. Multiply scattered light from only one direction is collected by the detector.

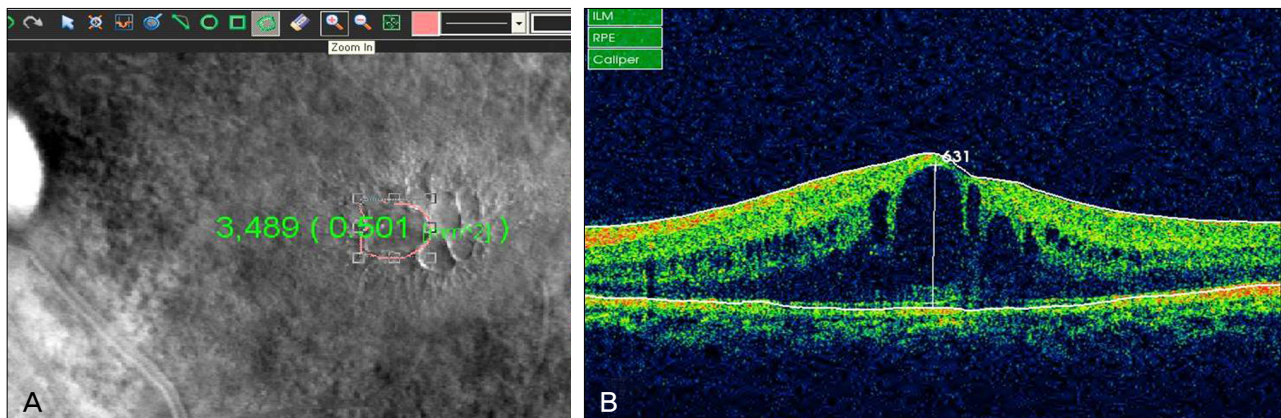


Figure 2. (A) The largest cystoid space is selected on retro-mode image and the area of the cystoid space can be measured using the loaded software in F-10. (B) The height of the selected cystoid space can be measured using the loaded software in 3D-OCT.

하여 황반부의 가장 넓은 크기의 낭포를 선택하고 빛간섭단층촬영 영상에서 그 낭포를 찾아서 선택하였다. 주사레이저검안경에 탑재된 소프트웨어를 이용하여 선택한 낭포의 넓이를 자동적으로 구하였으며 낭포의 주변부가 불규칙한 경우에는 역시 탑재된 소프트웨어를 이용하여 낭포의 경계를 따라 직접 작도를 함으로써 낭포의 넓이를 구하였다 (Fig. 2A). 해당 환자의 황반중심평균두께 및 선택된 낭포의 높이를 빛간섭단층촬영기에 탑재된 소프트웨어를 이용하여 측정하였으며 Retromode를 이용하여 구한 낭포의 넓이와 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영을 통해 얻은 황반중심평균두께 및 낭포의 높이와의 상관관계를 통계학적으로 분석하였다 (Fig. 2B). 같은 방법으로 주사레이저검안경의

Retromode 이미지에서 황반부의 전체 낭포황반부종의 경계를 작도하여 그 넓이를 구하였고 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영을 통해 얻은 황반중심평균두께와의 상관관계를 통계학적으로 분석하였다.

통계

통계적 분석은 SPSS ver. 17.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA)를 사용하였으며 Pearson상관관계분석을 이용하여 Retromode를 이용하여 구한 가장 넓은 낭포의 넓이와 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영을 통해 얻은 황반중심평균두께 및 낭포의 높이와의 상관관계 분석하였다. 또한 Retromode를 이용하

Table 1. Patient demographics

	Mean \pm SD
Age (yr)	56.29 \pm 12.06
Area of largest cystoid space on SLO (mm ²)	0.1958 \pm 0.1329
Area of whole foveal cystoid space on SLO (mm ²)	0.9221 \pm 0.6180
Central macular thickness on OCT (μ m)	429.95 \pm 128.40
Height of largest cystoid space on OCT (μ m)	353.23 \pm 133.36

SLO = scanning laser ophthalmoscope; OCT = optical coherence tomography.

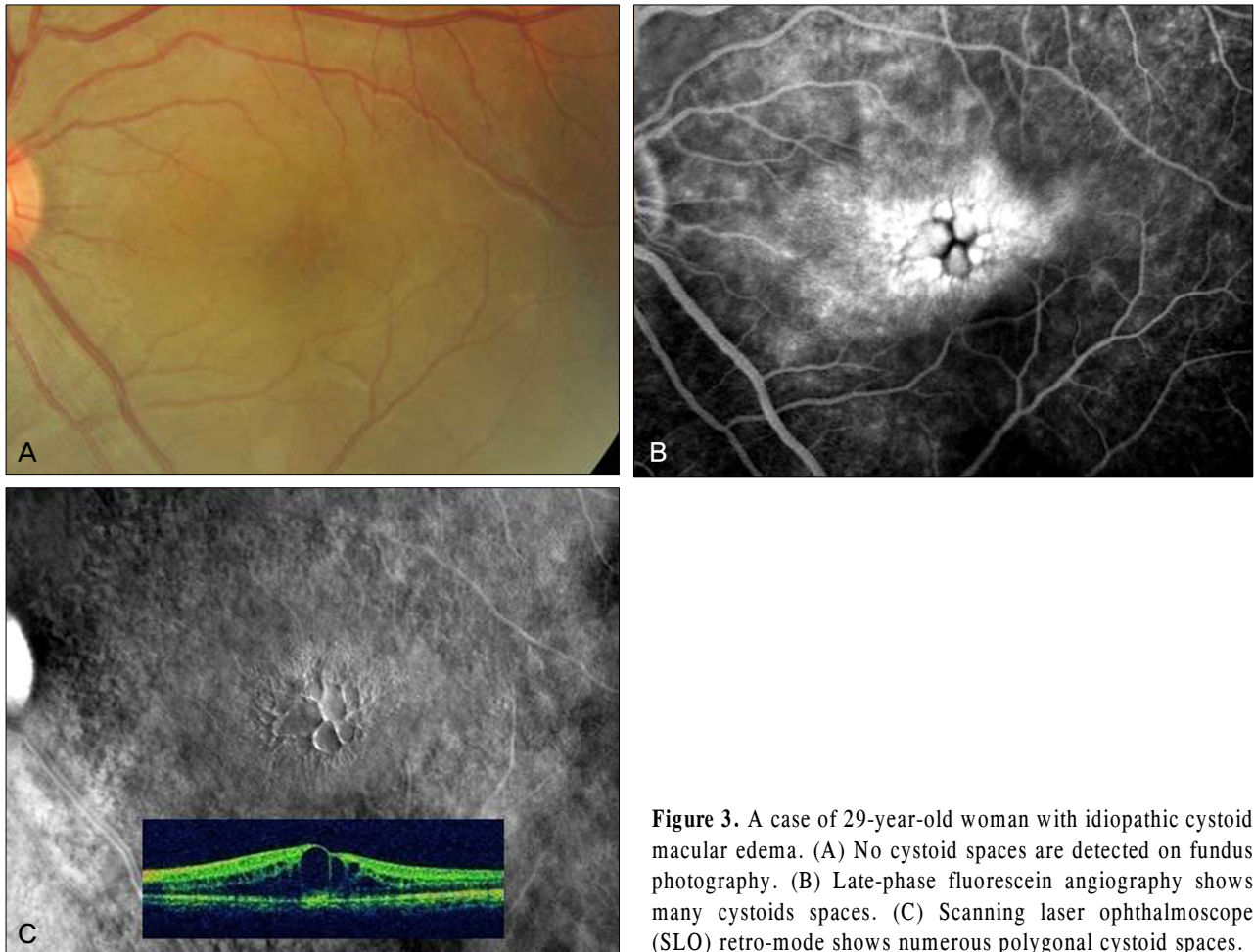


Figure 3. A case of 29-year-old woman with idiopathic cystoid macular edema. (A) No cystoid spaces are detected on fundus photography. (B) Late-phase fluorescein angiography shows many cystoids spaces. (C) Scanning laser ophthalmoscope (SLO) retro-mode shows numerous polygonal cystoid spaces.

여 구한 황반부의 전체 낭포황반부종의 넓이와 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영을 통해 얻은 황반중심평균두께와의 상관관계를 분석하였다. p 값 0.05 미만을 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

본 연구에서는 다양한 망막질환에 의한 낭포황반부종으로 진단된 20명의 21안을 대상으로 하였으며 이 중 남자는 9명, 여자는 12명이었다. 평균나이는 56.29 ± 12.06 세 (29-70세)이었으며 빛간섭단층촬영기를 이용하여 측정한 황반중심평균두께는 $429.95 \pm 128.40 \mu\text{m}$ (222-723 μm)였다 (Table 1).

대부분의 대상안에서 낭포를 동반한 망막부종은 안저카메라를 이용한 안저촬영 상에서 명확히 나타나지 않았으며 세극등을 이용한 안저검사상에서 세밀하게 관찰 시에 발견되어지기는 하지만 명확하지는 않았다. 이러한 환자를 주사 레이저검안경의 적외선을 이용한 Retromode를 통해 촬영하였을 때 다수의 다각형 형상의 낭포가 입체적으로 명확하게 관찰되었으며 황반부의 비교적 큰 낭포뿐 아니라 그

낭포를 둘러싸고 있는 미세한 낭포들의 윤곽 또한 뚜렷하게 확인이 되었다 (Fig. 3, 4, 5). 안저카메라를 이용한 안저사진만으로는 낭포성황반부종의 악화 혹은 호전 여부를 판정하기 어려운 것에 비하여 Retromode 영상을 이용 시 낭포황반부종 상태를 쉽게 파악할 수 있었다.

형광안저촬영술의 후기 영상에서 각각의 낭포에 조영제의 충만(pooling)을 확인함으로써 낭포황반부종을 진단할 수 있다. 본 연구의 일부 환자에서는 형광안저촬영술상에서 뚜렷하지 않은 낭포황반부종이 Retromode 영상을 통해 더욱 명확하게 관찰되었다. 급성망막혈관폐쇄가 있어 망막출혈 및 망막부종이 동반되어있는 경우 형광안저촬영술상에서 맥락막의 형광 및 누출 등에 의해서 낭포의 윤곽이 가려져 뚜렷이 나타나지 않았던 것에 반하여 Retromode를 이용한 영상에서는 작고 세밀한 낭포까지도 명확하게 관찰되었다 (Fig. 4). 또한 삼출성 연령관련황반변성 환자에서 형광안저촬영술상 광범위한 형광물질의 혈관누출과 삼출액에 의해 낭포를 관찰 수 없었던 것에 반해서 Retromode 영상을 이용하였을 경우 조영제의 사용 없이 촬영을 하기 때문에 낭포황반부종을 진단하는 데 더욱 용이하였다.

유리체출혈과 같은 매체의 혼탁이 있는 경우 형광안저촬영

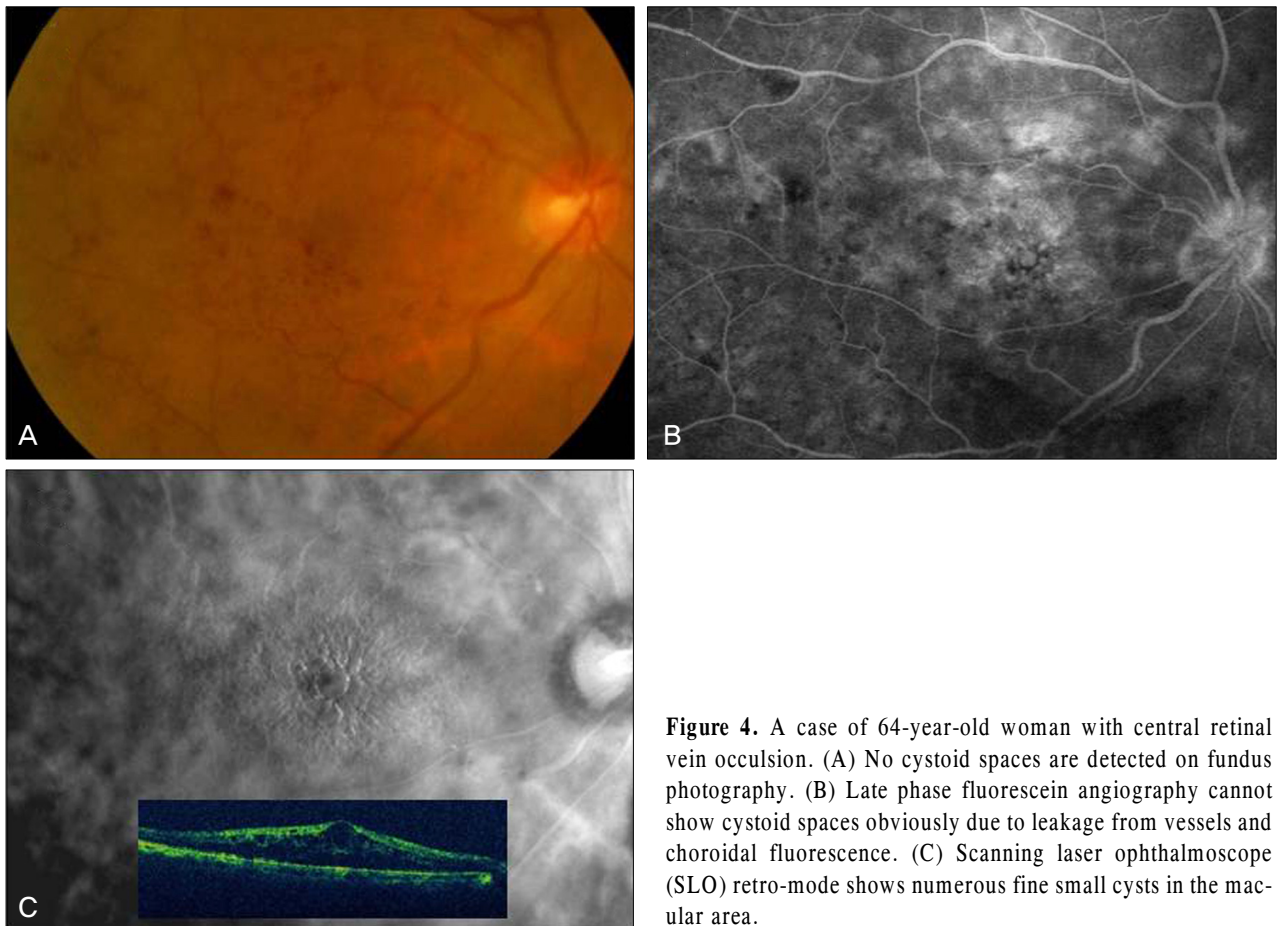


Figure 4. A case of 64-year-old woman with central retinal vein occlusion. (A) No cystoid spaces are detected on fundus photography. (B) Late phase fluorescein angiography cannot show cystoid spaces obviously due to leakage from vessels and choroidal fluorescence. (C) Scanning laser ophthalmoscope (SLO) retro-mode shows numerous fine small cysts in the macular area.

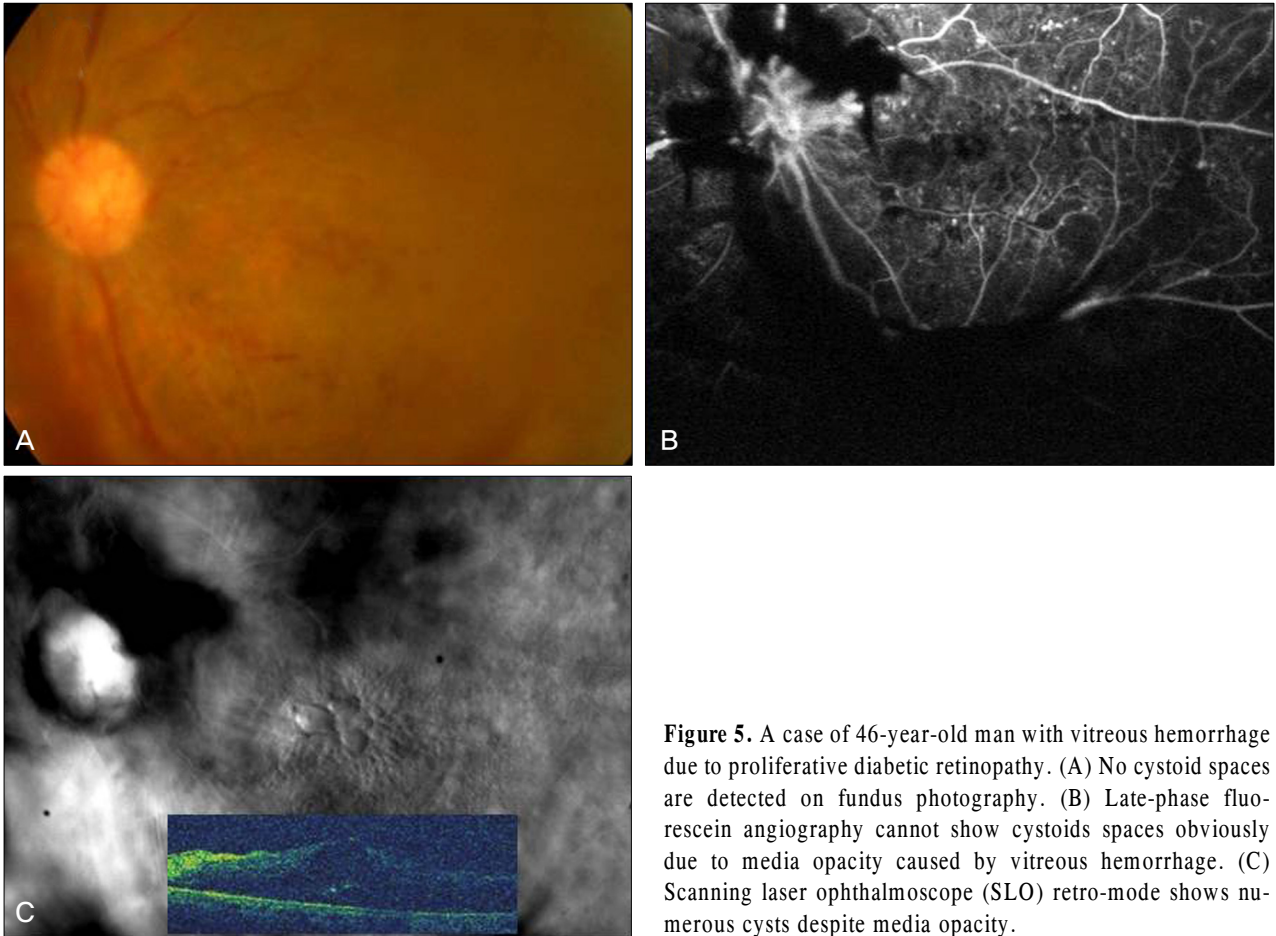


Figure 5. A case of 46-year-old man with vitreous hemorrhage due to proliferative diabetic retinopathy. (A) No cystoid spaces are detected on fundus photography. (B) Late-phase fluorescein angiography cannot show cystoids spaces obviously due to media opacity caused by vitreous hemorrhage. (C) Scanning laser ophthalmoscope (SLO) retro-mode shows numerous cysts despite media opacity.

술상 형광차단에 의해 낭포가 잘 보이지 않으며 빛간섭단층촬영상에서도 신호 강도가 낮게 측정된다. 반면 Retromode 영상에서는 이러한 매질의 혼탁이 있음에도 비교적 정확하게 낭포황반부종을 진단할 수 있었다(Fig. 5).

Retromode를 이용한 영상에서 가장 넓은 낭포의 넓이와 빛간섭단층촬영영기를 이용하여 측정한 같은 낭포의 높이 이상에는 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다($R=0.606$, $p=0.004$) (Fig. 6). 하지만 Retromode를 이용하여 측정한 가장 넓은 낭포의 넓이와 빛간섭단층촬영영기를 이용해 측정한 황반중심평균두께 간에는 통계적으로 연관관계가 없었다($R=0.390$, $p=0.080$). Retromode를 이용하여 측정한 황반부의 전체 낭포황반부종의 넓이와 빛간섭단층촬영영기를 이용해 측정한 황반중심평균두께 간에는 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다($R=0.493$, $p=0.023$) (Fig. 7).

고 찰

현재 낭포황반부종을 평가하는 데 가장 널리 사용되고 있는 진단 영상법으로는 형광안저촬영술과 빛간섭단층촬영이 있다. 형광안저촬영술은 조영제를 직접 주사해야 하고

이 조영제에 부작용을 보이는 환자가 있으므로 침습적이고 병의 경과관찰을 위해 반복적으로 검사하는 데 검사 시간 및 환자의 협조 면에서 한계점이 있다.^{1,5,6} 빛간섭단층촬영은 비침습적인 검사장비로서 횡단면의 고해상도 망막영상을 얻을 수 있으며 황반부의 두께를 측정할 수 있다는 장점이 있지만 얇은 한 단면의 영상만을 보여주므로 낭포황반부종의 전체적인 넓이와 패턴을 평가하기 쉽지 않다.⁵⁻⁸

주사레이저검안경에서 적외선파장의 에너지를 이용해 드루젠,¹⁹ 맥락막혈관신생과 같은 망막 및 망막하병변을 영상화할 수 있다.¹² 적외선파장은 700 μm 이상의 긴 파장으로 다른 광원에 비하여 조직 투과력이 좋아 더 깊은 층의 구조물 및 병변을 영상화할 수 있다. 주사레이저검안경과 적외선파장을 이용하여 낭포황반부종도 영상화할 수 있다.^{9,10} 안저로부터 반사 및 산란되어진 빛들을 모으는 과정에서 중앙부분에만 구멍이 뚫려있는 조리개를 이용한 동초점 영상법과 중앙부분의 구멍은 막혀있으며 주변부가 열려있는 반지모양의 조리개를 이용한 간접 영상법을 통해서 낭포황반부종을 영상화했다.¹¹

동초점 영상법은 유리체망막면접에서 직접적으로 반사되어 온 빛은 통과시키고 망막 내에서 산란된 많은 빛들은

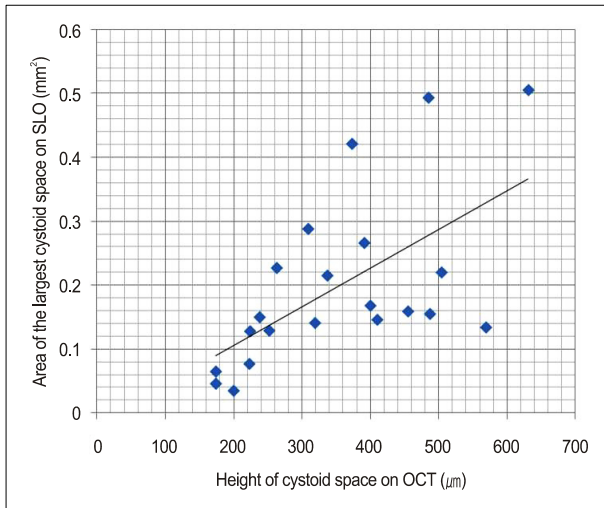


Figure 6. The area of the largest cystoid space measured with a scanning laser ophthalmoscope (SLO) retro-mode shows a correlation with its height, as measured with optical coherence tomography (OCT) ($R = 0.606$; $p = 0.004$).

차단함으로써 영상을 얻는다. 간접 영상법은 이와 반대로 유리체망막연접에서 직접적으로 반사되어 온 빛은 중앙부분이 막힌(central stop) 조리개를 통하여 차단하고 망막내에서 산란된 많은 빛들을 통과시킴으로써 영상을 얻는다. 간접 영상법을 통해 낭포황반부종을 영상화할 경우 망막내로부터 산란된 많은 빛들이 더욱 강조되기 때문에 낭포의 경계부위가 더욱 도드라져 보이게 되는 효과가 있다.^{11,14,15}

최근 출시되어 새로 상용화되고 있는 F-10 주사레이저검안경에는 Retromode라는 차별화된 영상법이 있다. Retromode는 이전 주사레이저검안경에서 사용된 조리개와 차별화된 중앙부분의 구멍은 막혀있으며(central stop), 주변부에 있어서도 선택적으로 한쪽 방향만이 열려있는 조리개를 이용한다.¹⁶⁻¹⁸ 이 새로운 Retromode를 통해 결절맥락막혈관병증과 동반된 낭포황반부종을 영상화한 예가 있으며 다른 원인에 의한 낭포황반부종도 영상화 가능하다.^{16,17} 또한 고도근시환자의 황반부 망막층간분리를 쉽게 영상화할 수 있다는 최근의 연구가 있다.¹⁸ Retromode는 유리체망막연접에서의 직접적으로 반사되어 오는 빛은 차단하고 망막내에서 산란되는 빛들 중 한 방향의 산란된 빛들만이 조리개를 통과하게 하여 낭포의 그림자를 더욱 도드라져 보이게 하고 이것이 낭포황반부종의 더욱 명확한 영상화를 가능케 한다.¹⁶⁻¹⁸

Retromode를 이용할 경우 안저카메라를 이용한 안저사진에 비해서 수많은 타원형 혹은 다면형의 낭포를 더욱더 명확하게 관찰할 수 있었다. 형광안저촬영술에 비교하여 조

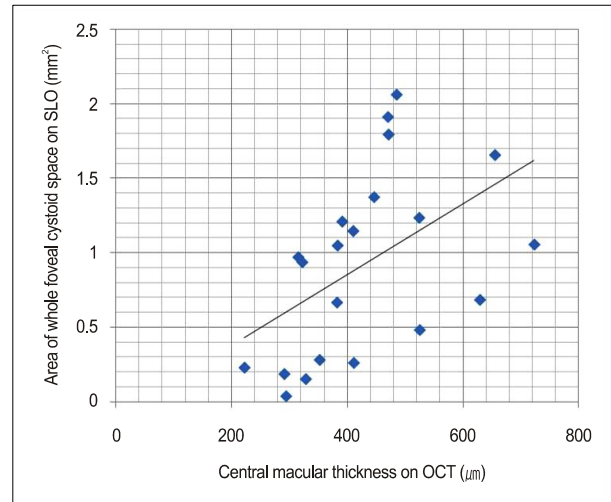


Figure 7. The area of the whole foveal cystoid space measured with a scanning laser ophthalmoscope (SLO) retro-mode shows a correlation with the central macular thickness, as measured with optical coherence tomography (OCT) ($R = 0.493$; $p = 0.023$).

영제의 주사 없이 비침습적으로 짧은 시간에 검사를 진행할 수 있으며 치료의 경과 판정 및 연속적인 검사가 용이하다는 장점이 있다. 또한 뚜렷이 보이지 않는 큰 낭포 주변의 작고 세밀한 낭포의 경계도 더욱 명확하게 보여주며 형광안저촬영술상 혈관 누출, 삼출물, 매체 혼탁 등에 의해 낭포가 가려져 보이지 않는 환자에서도 Retromode를 이용할 경우 비교적 뚜렷하게 낭포를 확인할 수 있다. 투과력이 좋은 적외선 파장의 장점과 Retromode만의 그림자를 더욱 도드라져 보이게 하는 특유의 원리에 의해서 더욱 뚜렷한 낭포황반부종의 영상화가 가능한 것으로 생각한다.

본 연구를 통해 Retromode를 이용해 측정한 낭포의 넓이와 빛간섭단층촬영을 이용해 측정한 낭포의 높이가 유의한 상관관계를 보이는 것을 확인하였다. 가장 넓은 하나의 낭포를 선택하여 그 낭포의 넓이와 높이와의 상관관계를 확인한 것은 각각의 낭포의 넓이를 평가하는 것이 그 낭포의 높이를 평가하는데 유용할 수 있음을 의미한다. 이는 각각의 낭포의 넓이 변화가 입체적인 낭포 크기의 변화를 반영하며 Retromode를 통해 각각의 낭포의 넓이 변화를 평가하는 것이 병의 경과관찰에 유용하게 쓰일 수 있음을 의미한다. Retromode를 이용해 측정한 가장 넓은 낭포의 넓이와 빛간섭단층촬영을 이용해 측정한 황반중심평균두께와는 연관관계가 없었는데, 이는 가장 넓은 하나의 낭포가 낭포황반부종을 대표할 수 없음을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 Retromode를 이용해 측정한 전체적인 낭포황반부종의 넓이와 빛간섭단층촬영을 이용해 측정한 황반중심평균두께와의 연관성을 추가적으로 분석하였다. Retromode

를 이용해 측정된 전체적인 낭포황반부종의 넓이와 빛간섭단층촬영을 이용해 측정된 황반중심평균두께와는 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으며, 이는 이전의 Yamamoto et al.¹⁷이 보고한 결과와 일치한다. 이 결과는 빛간섭단층촬영이 용이하지 않을 시에 빛간섭단층촬영 없이 Retromode를 이용하여도 병의 정도를 평가할 수 있음을 의미하며 임상적에서 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

Retromode를 이용할 경우 다른 영상법과 달리 각각의 낭포의 모양과 변화를 입체적으로 평가할 수 있으며 황반부에서의 낭포황반부종의 전체적인 분포 및 패턴을 빠르게 비침습적으로 한 장의 영상으로 파악할 수 있다. Retromode를 이용할 경우, 빛간섭단층촬영의 얇은 한 단면 영상(sectional image)이 아닌 전체적인 지형적 정보(topographic information)를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 추적관찰 중 미세한 낭포가 새로이 발생된다거나 입체적인 낭포의 면적이 증가하거나 감소하는 등의 미세한 변화를 관찰함으로써 병의 경과나 치료 효과를 평가할 수 있다. 더구나 투과력이 높은 적외선 파장의 주사레이저검안경을 이용한 장점과 Retromode만의 특유의 원리에 의해 매체 혼탁이 있어 다른 형광안저촬영술이나 빛간섭단층촬영으로 평가가 힘든 경우에도 영상화가 가능하기 때문에 진단 및 경과관찰 도구로서 Retromode는 아주 유용하며, 향후 낭포황반부종 외의 다양한 맥락막 및 망막질환의 영상화가 예상된다. 본 연구에서 각 영상법 간의 낭포황반부종의 진단에 있어서 객관적인 민감도나 특이도를 평가하지는 못하였으므로 추후 이에 대한 연구는 필요할 것이다. 그러므로 현재로서는 주사레이저검안경의 Retromode와 빛간섭단층촬영을 병용하여 사용한다면 더욱 효과적으로 낭포황반부종을 진단하고 정도를 평가할 수 있을 것이다.

결론적으로 새로 개발된 주사레이저검안경의 Retromode를 이용하여 이전의 다른 영상법들에 비하여 빠르고 비침습적으로 망막의 낭포성 병변을 명확히 확인할 수 있으며, 빛간섭단층촬영과 달리 단면의 영상이 아닌 전체적인 지형적 정보를 얻을 수 있다는 큰 장점이 있다. 이 Retromode를 빛간섭단층촬영과 병용하여 사용한다면 낭포황반부종의 진단과 병의 진행 정도를 평가하는 데 있어 효과적일 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1) Rotsos TG, Moschos MM. Cystoid macular edema. Clin Ophthalmol 2008;2:919-30.
- 2) Drolsum L, Haaskjold E. Causes of decreased visual acuity after cataract extraction. J Cataract Refract Surg 1995;21:59-63.

- 3) Ray S, D'Amico DJ. Pseudophakic cystoid macular edema. Semin Ophthalmol 2002;17:167-80.
- 4) Cunha-Vaz JG, Travassos A. Breakdown of the blood-retinal barriers and cystoid macular edema. Surv Ophthalmol 1984;28:485-92.
- 5) Brar M, Yuson R, Kozak I, et al. Correlation between morphologic features on spectral-domain optical coherence tomography and angiographic leakage patterns in macular edema. Retina 2010;30:383-9.
- 6) Jitpoonkuson T, Garcia PM, Rosen RB. Correlation between fluorescein angiography and spectral-domain optical coherence tomography in the diagnosis of cystoid macular edema. Br J Ophthalmol 2010;94:1197-200.
- 7) Yamaike N, Tsujikawa A, Ota M, et al. Three-dimensional imaging of cystoid macular edema in retinal vein occlusion. Ophthalmology 2008;115:355-62.
- 8) Kashani AH, Keane PA, Dustin L, et al. Quantitative subanalysis of cystoid spaces and outer nuclear layer using optical coherence tomography in age-related macular degeneration. Invest Ophthalmol Vis Sci 2009;50:3366-73.
- 9) Ikeda T, Sato K, Katano T, Hayashi Y. Examination of patients with cystoid macular edema using a scanning laser ophthalmoscope with infrared light. Am J Ophthalmol 1998;125:710-2.
- 10) Beausencourt E, Remky A, Elsner AE, et al. Infrared scanning laser tomography of macular cysts. Ophthalmology 2000;107:375-85.
- 11) Remky A, Beausencourt E, Hartnett ME, et al. Infrared imaging of cystoid macular edema. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1999;237:897-901.
- 12) Manivannan A, Kirkpatrick JN, Sharp PF, Forrester JV. Clinical investigation of an infrared digital scanning laser ophthalmoscope. Br J Ophthalmol 1994;78:84-90.
- 13) Beckman C, Bond-Taylor L, Lindblom B, Sjöstrand J. Confocal fundus imaging with a scanning laser ophthalmoscope in eyes with cataract. Br J Ophthalmol 1995;79:900-4.
- 14) Woon WH, Fitzke FW, Bird AC, Marshall J. Confocal imaging of the fundus using a scanning laser ophthalmoscope. Br J Ophthalmol 1992;76:470-4.
- 15) Yoshida A, Ishiko S, Akiba J, et al. Radiating retinal folds detected by scanning laser ophthalmoscopy using a diode laser in a dark-field mode in idiopathic macular holes. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1998;236:445-50.
- 16) Yamamoto M, Tsujikawa A, Mizukami S, et al. Cystoid macular edema in polypoidal choroidal vasculopathy viewed by a scanning laser ophthalmoscope: CME in PCV viewed by SLO. Int Ophthalmol 2008 Oct 15 [Epub ahead of print].
- 17) Yamamoto M, Mizukami S, Tsujikawa A, et al. Visualization of cystoid macular oedema using a scanning laser ophthalmoscope in the retro-mode. Clin Experiment Ophthalmol 2010;38:27-36.
- 18) Tanaka Y, Shimada N, Ohno-Matsui K, et al. Retromode retinal imaging of macular retinoschisis in highly myopic eyes. Am J Ophthalmol 2010;149:635-40.
- 19) Ishiko S, Akiba J, Horikawa Y, Yoshida A. Detection of drusen in the fellow eye of Japanese patients with age-related macular degeneration using scanning laser ophthalmoscopy. Ophthalmology 2002;109:2165-9.

=ABSTRACT=

Cystoid Macular Edema Detected by Scanning Laser Ophthalmoscopy in Retro-Mode

Won June Lee, MD, Hee Yoon Cho, MD, Byung-Ro Lee, MD

Department of Ophthalmology, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To investigate the visualization of cystoid macular edema (CME) using noninvasive retromode imaging by a new scanning laser ophthalmoscope (SLO) and compare to previous imaging modalities.

Methods: The authors of the present study retrospectively reviewed the medical records of 21 eyes of 20 patients with CME due to various etiologies. All eyes were examined with fundus camera, fluorescein angiography (TRC-50EX, Topcon, Tokyo, Japan), SLO (F-10, Nidek, Gamagori, Japan), and spectral-domain optical coherence tomography (OCT) (3D OCT-1000, Topcon, Tokyo, Japan). In the present study the SLO was used in the retro-mode with an infrared laser.

Results: Previous fundus photography could not detect CME adequately although SLO retro-mode could show numerous oval or polygonal cystoid spaces more readily. Furthermore, each individual small cystoid space could be detected and the area of each cystoid space could be measured. The area of the largest cystoid space showed a correlation with its height, as measured with OCT ($R = 0.606$, $p = 0.004$). The area of the whole foveal cystoid space showed a correlation with central macular thickness, as measured with OCT ($R = 0.493$, $p = 0.023$).

Conclusions: A new commercially available SLO (F-10) in the retro-mode can allow us to detect each cystoid space non-invasively and to measure the extent of CME.

J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(4):536-543

Key Words: Cystoid macular edema, Optical coherence tomography, Retro-mode, Scanning laser ophthalmoscope

Address reprint requests to **Byung-Ro Lee, MD**

Department of Ophthalmology, Hanyang University Seoul Hospital

#222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 133-792, Korea

Tel: 82-2-2290-8570, Fax: 82-2-2291-8517, E-mail: brlee@hanyang.ac.kr