

## 백내장 수술 후 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영에서 나타나는 신경절세포-내망상층 두께 변화

### Thickness in Ganglion Cell-Inner Plexiform Layer on Spectral-Domain Optical Coherence Tomography after Cataract Surgery

신우범<sup>1</sup> · 정현교<sup>1</sup> · 김지현<sup>1</sup> · 이준모<sup>1</sup> · 홍사민<sup>2</sup> · 김찬윤<sup>2</sup> · 성공제<sup>2</sup> · 박경수<sup>1</sup>

Woo Beom Shin, MD<sup>1</sup>, Hyun Kyo Jeong, MD<sup>1</sup>, Ji Hyun Kim, MD<sup>1</sup>, Jun Mo Lee, MD<sup>1</sup>,  
Sa Min Hong, MD<sup>2</sup>, Chan Yun Kim, MD<sup>2</sup>, Gong Je Seong, MD<sup>2</sup>, Kyoung Soo Park, MD<sup>1</sup>

실로암안과병원<sup>1</sup>, 연세대학교 의과대학 안과학교실<sup>2</sup>

*Siloam Eye Hospital<sup>1</sup>, Seoul, Korea*

*Department of Ophthalmology, Yonsei University College of Medicine<sup>2</sup>, Seoul, Korea*

**Purpose:** To assess changes in ganglion cell-inner plexiform layer (GCIPL) thickness after cataract surgery using spectral-domain optical coherence tomography (OCT).

**Methods:** Forty-three eyes of 33 patients, who underwent cataract surgery were imaged with spectral-domain OCT before and after surgery to measure peripapillary retinal nerve fiber layer (RNFL) and GCIPL thickness, signal strength (SS), quadrant, 12 clock-hour RNFL thickness and sectoral GCIPL thickness.

**Results:** The postoperative SS, RNFL and GCIPL thickness were higher than before surgery ( $p < 0.05$ ). Multivariate analysis showed that endothelial cell count and preoperative SS were significantly correlated with SS changes in RNFL parameters and preoperative SS was significantly correlated with SS changes in GCIPL parameters. Univariate analysis indicated that age was significantly correlated with RNFL thickness changes in RNFL parameters and no factor was correlated with GCIPL thickness in GCIPL parameters ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions:** Cataracts may decrease peripapillary RNFL and GCIPL thickness measurements and SS on OCT scans. Peripapillary RNFL and GCIPL thickness measurements should be interpreted with caution in eyes with significant cataracts. J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(11):1767-1776

**Key Words:** Cataract surgery, Ganglion cell-inner plexiform layer, Optical coherence tomography, Peripapillary retinal nerve fiber layer

빛간섭단층촬영기(Optical coherence tomography, OCT)는

적외선 계열 레이저의 간섭현상을 이용한, 비침습적인 영상 장치이다. 망막신경섬유층(Retinal nerve fiber layer, RNFL) 두께를 측정할 수 있고, 망막, 시신경에 대한 다양한 정보를 제공할 수 있다. 특히 해상력, 재현성 등이 우수하여 시신경, 망막 질환 등의 진료에 유용하게 쓰인다.<sup>1-3</sup> 이 장치는 망막신경섬유층 두께 측정을 통해 녹내장성 시신경을 판단할 수 있게 해주고 장기간 경과 관찰할 때 녹내장성 변화가 어떻게 발생하고 나빠지는지 등의 다양한 정보를 제공해

■ Received: 2015. 3. 27.      ■ Revised: 2015. 6. 29.

■ Accepted: 2015. 8. 21.

■ Address reprint requests to **Kyoung Soo Park, MD**  
Siloam Eye Hospital, #181 Deungchon-ro, Gangseo-gu, Seoul  
07668, Korea  
Tel: 82-2-2650-0880, Fax: 82-2-2650-0895  
E-mail: march789@siloam.co.kr

© 2015 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

줄 수 있다.<sup>1,4,7</sup> 녹내장을 조기에 정확하게 진단하고 시신경, 망막층 등을 다양하게 분석하기 위해서는 더욱 뛰어난 해상도와 분석 기술이 필요하였고 이를 얻기 위해 Time-domain OCT (TD-OCT), Spectral-domain OCT (SD-OCT), Fourier-domain OCT (FD-OCT) 등, 빠른 스캔 속도와 뛰어난 해상도와 재현성을 가진 새 장비들이 개발되고 다양한 분석모드들이 업그레이드되고 있다.<sup>8-10</sup>

이 중 황반부 두께 측정에 대해 업그레이드된 모드들은 후극부의 망막신경섬유층 두께 측정이 녹내장성 손상 정도를 판단하는 데 도움이 되어 녹내장 조기 진단의 참고로 사용될 수 있다는 기존 보고들에 기반을 둔 것이다.<sup>11-13</sup> 특히 녹내장은 망막신경섬유층, 신경절세포(Ganglion cell), 내망상층(Inner plexiform layer) 모두에 영향을 줄 수 있어 FD-OCT로 신경절세포복합체(Ganglion cell complex, GCC) 모드를 이용하면 녹내장 진단력을 키우는 데 도움을 줄 수 있다고도 알려져 있다.<sup>14</sup>

하지만 아무리 뛰어난 장비라 해도 눈의 앞부분에서 뒷부분 망막층에 도달하기까지 레이저가 전달되는 촬영 경로에 이상이 있는 경우 상의 질이 떨어져서 편향된 해석을 할 위험성이 있다. 영향을 주는 인자들에는 백내장, 건성안, 동공 크기, 해부학적 인자 등이 있다.<sup>15-18</sup> 이 중에서도 백내장은 신호강도를 떨어뜨리고 촬영의 질을 떨어뜨릴 수 있는 대표적인 인자로, 백내장 정도가 심해질수록 망막신경섬유층 두께가 얇게 측정될 수 있다고 여러 차례 보고되었다.<sup>16,18-21</sup>

백내장 수술 후 빛간섭단층촬영 시 신호강도, 시신경유두주위 망막신경섬유층 두께가 늘어나는 보고와 함께 신경절세포복합체 두께 또한 수술 후 증가하는 것이 보고되었다.<sup>22</sup> 이 보고에서는 백내장을 가지고 있는 경우, 분할 오류(Segmentation error)가 신경절세포복합체, 망막 신경섬유층 검사에서 발생할 수 있고 백내장 수술 후 두 두께 모두 증가하는 것을 FD-OCT인 RTVue-100 (Optovue Inc., Fremont, CA, USA)을 이용하여 본문에서 기술하였다. 하지만 SD-OCT인 Cirrus HD OCT (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA)를 이용하여 백내장 수술 후의 신경절세포-내망상층(Ganglion cell-inner plexiform layer, GC IPL) 두께 변화를 알아본 연구는 부족하였다. Nakatani et al<sup>22</sup>의 RTVue-100 연구에서 황반부 망막신경섬유층이 포함된 신경절세포복합체의 백내장 수술 후 변화를 본 것과 달리, 이번 연구는 Cirrus OCT를 이용하여 신경절세포-내망상층의 변화를 보고자 하였고, RTVue-100 연구에서는 GCC 변수에서 평균, 상부, 하부, 부분 용적 손실(Focal loss volume, FLV), 전체 용적 손실(Global loss volume, GLV)을 보았던 것과 달리, 본 연구에서는 상, 상이, 상비, 하, 하이, 하비측의 GC IPL

변수의 변화를 보고자 하였다. 또한 변화에 영향을 주는 인자에 각막내피세포, 안축장을 추가하여 다양한 인자의 영향을 확인하고자 하였다.

본 연구는 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영인 Cirrus OCT에서 나타나는 시신경유두주위 망막신경섬유층 두께 변화에 대해서 다시 살펴보고, 신경절세포-내망상층 두께가 백내장 수술 후 어떻게 변화되는지 알아보려고 진행되었다.

## 대상과 방법

대상은 2014년 1월부터 2014년 12월까지 본원에서 노년성 백내장으로 수술을 받은 환자들이었다. 외래를 방문하여 수술을 받을 환자 중 자발적인 의사에 부합할 경우에 선정되었다. 연구는 의학연구윤리강령인 헬싱키선언을 준수하였다. 대상자 중 각막 혼탁 등 심각한 각막이상, 약시, 녹내장 등 시신경 질환, 당뇨병 망막병증 등 망막 질환과 안외상, 백내장 외 안과 수술을 받은 환자, 인공수정체 이탈 등 심각한 합병증이 있던 환자는 제외하였다.

Lens Opacification Classification System III (LOCS III)를 이용하여 백내장 정도를 한 명의 수술자만이 평가하고 수술을 진행하였다. 피질(Cortical; C), 핵(Nuclear; N), 후낭(Posterior subcapsular; P) 백내장으로 구분, 가장 높은 점수를 가진 형태로 분류하였다. 기존 다른 보고의 분류를 참고하여, NO3-NC3 이상이며 C3, P3 미만인 경우는 핵, NO3-NC3 미만이면 C나 P 중 높은 점수인 형태로 분류하였다.<sup>20,21</sup>

수술은 점안마취 후 2.8 mm 각막절개도를 이용하여 이측에 투명각막 절개창을 만들어 시행하였다. 전방에 점탄물질을 주입한 후 수정체낭원형절개를 시행, 평형염액을 사용하여 수력분리술 및 수력분출술을 시행하였다. 이후 초음파를 이용한 수정체 유화술로 수정체 핵을, 관류흡입기로 수정체 피질을 제거하였다. 카트리지를 사용하여 인공수정체를 수정체낭 속에 삽입하였으며 남아있는 점탄물질을 관류흡입기로 제거한 후 평형염액을 사용하여 전방을 유지하였다.

인공수정체는 비구면 인공수정체인 BioVue4PAL® (AAREN, Ontario, CA, USA)을 삽입하였다. 인공수정체 도수는 SRK-T 공식을 이용하여 정시에 가까운 근시를 목표로 하여 결정하였다.

대상자들은 수술 전, 수술 후 1일, 1주, 1달째에 기본 진료를 받았고, 연구를 위한 검사는 수술 전, 그리고 수술 후 1달째에 의한 영향을 줄이기 위해 수술 후 2달째 시행하였다. 검사 항목은 수술 전 백내장 정도(피질, 핵, 후부), 내피세포 수, 안축장, 수술 전 2달째 최대교정시력, 안압, 굴절력, 시신경유두주위 망막신경섬유층과 신경절세포-내망

상층 두께, 신호강도 등을 측정하였다. 굴절력은 자동굴절 검사기(Canon Inc., Tokyo, Japan)를, 각막내피세포 수는 비접촉현미경(Noncon Robo-CA, Konan Inc., Hyogo, Japan)을, 안축장은 IOL Master (Carl Zeiss, Dublin, CA, USA)를 사용하여 검사하였고, 시신경유두주위 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층 두께 등은 빛간섭 단층촬영기인 Cirrus HD OCT (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA)를 사용하여 산출 후 촬영되었다. 검사는 재현성을 높이기 위해 각각 2차례씩 측정되었다. OCT 검사에 영향을 줄 수 있는 분할 오류가 있는 경우 대상군에서 제외하거나 반복촬영으로 분할 오류가 없음을 확인하고 대상군에 포함하였다. 분할 오류는 다른 보고에서 정의한 것처럼 실제 분할선 (Segmentation line)보다 편향된(Deviated) 경계를 가지고 있거나 일부분이 없어진(Missing) 경우로 정하였다.<sup>22</sup>

통계학적 방법으로는 수술 전후의 각종 변수들을 비교하기 위해서 paired *t*-test를 사용하였고, 수술 전후 시력, 안압, 굴절력 등 인자들과 신호강도, 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층 두께 변화 등과의 상관관계를 보기 위해 단변량 회귀분석을 시행하였다. 단변량회귀분석에서 유의확률 0.05 미만인 경우만 다중회귀분석을 시행하였다. 모든 통계 분석 시 유의확률 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 정의하였다. 통계 분석은 SPSS 17.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

## 결 과

이번 연구를 통해 분석한 최종 대상자는 43안, 33명이었다. 나이(평균  $\pm$  표준편차)는  $67.19 \pm 6.95$ 세였다. 남성은 16명, 여성은 17명이었고 우안은 10안, 좌안 13안, 양안 10안이었다. 수술 전 굴절이상률의 평균값은  $-0.30 \pm 2.18$ 디옵터, 수술 전 최대교정시력(logMAR)은  $0.25 \pm 0.16$ , 수술 전 안압은  $14.28 \pm 2.75$  mmHg, 피질백내장이 26안, 핵백내장이 12안, 후부백내장이 5안이었다. 수술 전 안축장은  $23.75 \pm 1.04$  mm, 각막내피세포 수는  $2,764.14 \pm 335.18$  cells/mm<sup>2</sup>였다. 수술 후 검사까지 걸린 기간은  $59.19 \pm 24.13$ 일이었다(Table 1).

Fig. 1은 69세 남자 환자의 좌안 사례에서 백내장 수술 후 시신경유두주위 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층 두께가 어떻게 변화하는지를 보여준다. 환자는 당뇨, 녹내장 등 특이 질환이 없는 환자였다. 수술 후 신호강도, 사분역, 시분역 등 시신경유두주위 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층 두께가 증가하는 양상을 보여준다. 9시, 11시 시분역에서는 두께 변화로 인해 정상과 비교한 색상코드가 변화하였다.

전체 환자에서 백내장 수술 전후 RNFL OCT 촬영에서 신호강도는 통계적으로 유의하게 증가하였다. 수술 전후

**Table 1.** Clinical characteristics of patients

Characteristics	Data
Numbers (eyes:patients)	43:33
Age (years)	$67.19 \pm 6.95$
Gender (male:female)	16:17
Eye (right:left:both)	10:13:10
SE (Diopter), preoperative	$-0.30 \pm 2.18$
BCVA (log MAR), preoperative	$0.25 \pm 0.16$
IOP (mm Hg), preoperative	$14.28 \pm 2.75$
Types of lens opacities (cortical:nuclear:posterior)	26:12:5
Axial length (mm)	$23.75 \pm 1.04$
Endothelial cell count (cells/mm <sup>2</sup> )	$2,764.14 \pm 335.18$
Follow up (days)	$59.19 \pm 24.13$

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated. SE = spherical equivalent; BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure.

시신경유두주위 망막신경섬유층 두께도 정도의 차이는 있지만, 모든 사분면, 시구역, 평균 두께를 포함한 수치가 모두 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 2).

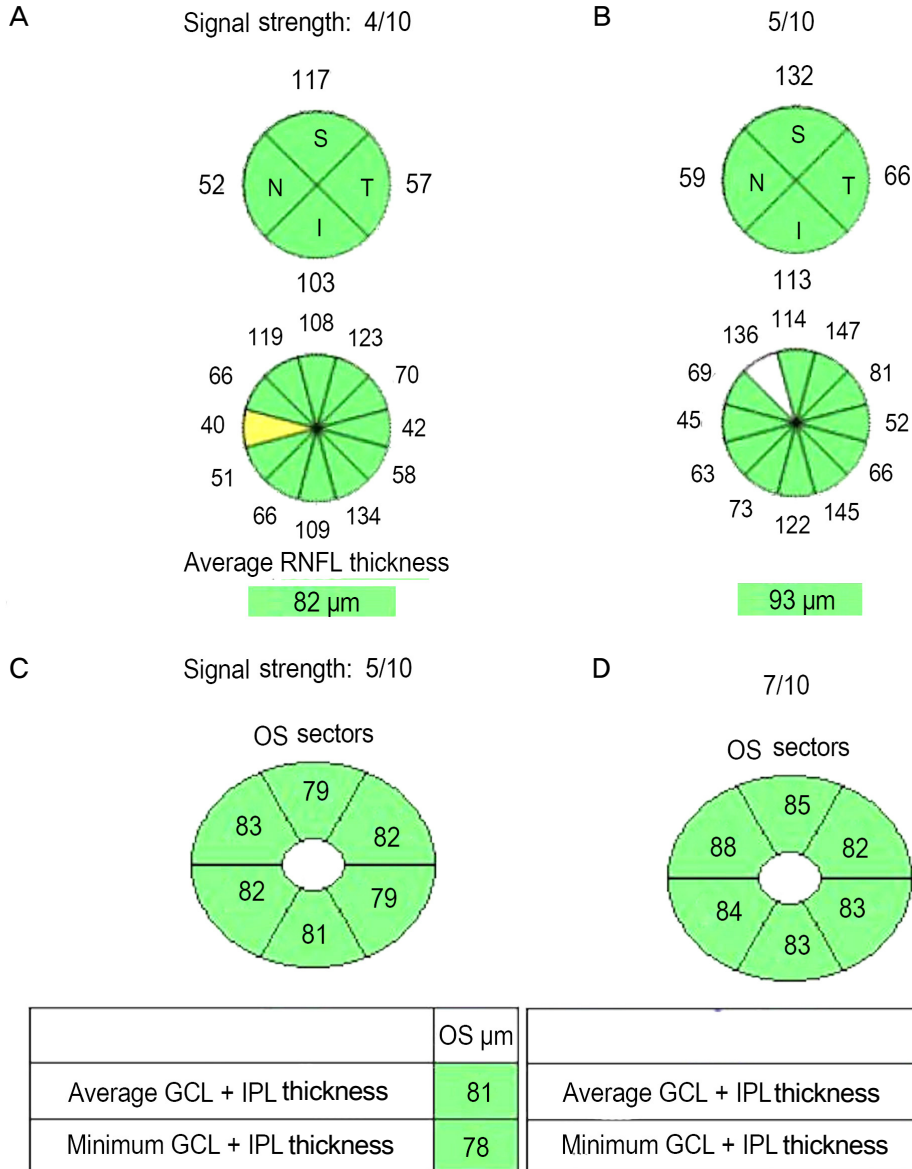
백내장 수술 전후 GCIPL OCT 촬영에서도 신호강도가 통계적으로 유의하게 증가하였다. 수술 전후 신경절세포-내망상층 두께도 전 영역과 평균 두께 모두 통계적으로 유의한 변화를 나타내었다(Table 3).

RNFL OCT 촬영 시 신호강도의 변화에 영향을 주는 인자에 대한 단변량회귀분석에서 각막내피세포 수, 수술 전 최대교정시력, 수술 전 안압, 수술 전 신호강도가 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다(Table 4). GCIPL OCT 촬영 시 신호강도의 변화에 영향을 주는 인자에 대한 단변량회귀분석에서 각막내피세포 수, 수술 전 최대교정시력, 수술 전 안압, 수술 전 신호강도가 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다(Table 5). RNFL OCT 검사 시, 평균 망막신경섬유층 두께 변화에 영향을 주는 인자에 대한 단변량회귀분석에서는 나이만 유의한 상관관계를 보였다(Table 6). GCIPL OCT 검사 시, 평균 신경절세포-내망상층 두께 변화에 영향을 주는 인자에 대한 단변량회귀분석에서는 통계적으로 유의한 인자가 없었다(Table 7).

단변량회귀분석에서 2개 이상의 통계적으로 유의한 인자만 다중회귀분석으로 분석한 결과, RNFL OCT 촬영 시에는 각막내피세포와 수술 전 신호강도, GCIPL OCT 촬영 시에는 수술 전 신호강도만이 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다(Table 8).

## 고 찰

빛간섭단층촬영기는 시신경유두주위 망막신경섬유층 두



**Figure 1.** Changes of RNFL and GCIPL thickness before (A, C) and after (B, D) cataract surgery in the left eye of a 69-year-old man. Signal strength, quadrant, 12 clock-hour, average RNFL thickness, sectoral, average, minimum GCIPL thickness were higher than before surgery. Color codes of 9, 11 clock-hour RNFL thickness were changed after surgery. RNFL = retinal nerve fiber layer; GCIPL = ganglion cell-inner plexiform layer; S = superior; N = nasal; I = inferior; T = temporal; OS = oculus sinister; GCL = ganglion cell layer; IPL = inner plexiform layer.

계, 시신경 유두에 대한 중요한 정보를 제공하여 녹내장의 조기진단, 진행경과에 대해 분석할 수 있도록 해 주었고, 최근에는 황반 주변의 신경절세포-내망상층 두께에 대한 정보를 제공해 주어 녹내장, 약시, 근시, 당뇨 망막증 등 각종 질환과 연관하여 다양한 연구를 진행할 수 있도록 해 주고 있다.<sup>14,23-25</sup>

기존에 사용된 시신경유두주위 망막신경섬유층 두께 측정은 신경절세포에서 나오는 대부분의 축삭을 포함하여 이

루어지므로 녹내장 진단과 경과 관찰에 있어 유용하게 사용되지만, 고도근시 등 구조적 변화가 있는 경우 녹내장성 손상과 상관없이 두께 변화를 나타낼 수 있어 이를 보완할 수 있는 분석수단이 필요하였다.<sup>26</sup>

Zeimer et al<sup>11</sup>은 황반부 망막 두께 측정이 녹내장성 손상의 평가에 도움을 줄 수 있다는 보고를 하였다. 하지만 초기에 망막 전체적인 두께로 했던 분석은 시신경유두주위 망막신경섬유층 두께 측정에 비해 진단적 가치가 뛰어나지

**Table 2.** Comparison of RNFL parameter between preoperative, postoperative data measured

Parameter	Preoperative	Postoperative	Difference	p-value*
Signal strength	4.93 ± 1.23	5.99 ± 0.79	1.06 ± 1.22	<0.001
RNFL (μm)				
Superior	109.00 ± 17.58	118.72 ± 18.15	9.72 ± 9.10	<0.001
Nasal	62.72 ± 12.11	67.50 ± 9.27	7.07 ± 9.16	<0.001
Inferior	111.62 ± 18.24	122.81 ± 19.20	11.20 ± 8.20	<0.001
Temporal	64.80 ± 10.66	73.70 ± 13.52	6.61 ± 7.85	0.005
Clock hour				
1	95.08 ± 23.07	102.43 ± 22.14	9.87 ± 9.84	<0.001
2	73.12 ± 13.88	78.86 ± 13.14	8.02 ± 6.80	<0.001
3	54.30 ± 11.91	60.77 ± 10.40	6.67 ± 6.52	<0.001
4	58.47 ± 11.03	62.86 ± 11.06	7.35 ± 6.54	<0.001
5	85.35 ± 15.67	94.19 ± 18.50	12.22 ± 11.08	<0.001
6	121.72 ± 25.82	130.50 ± 26.87	8.78 ± 13.86	<0.001
7	129.72 ± 22.59	142.05 ± 26.31	8.94 ± 9.61	<0.001
8	67.09 ± 15.98	75.40 ± 19.30	5.35 ± 14.09	<0.001
9	51.76 ± 7.35	60.71 ± 12.13	8.74 ± 7.82	<0.001
10	73.50 ± 11.35	84.37 ± 15.57	8.59 ± 9.87	<0.001
11	114.00 ± 22.14	126.76 ± 24.17	10.23 ± 12.98	<0.001
12	116.76 ± 23.47	125.81 ± 24.42	9.06 ± 13.95	<0.001
Average	87.48 ± 10.37	95.52 ± 11.85	8.05 ± 7.06	<0.001

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

RNFL = retinal nerve fiber layer.

\*p-value was calculated by paired t-test.

**Table 3.** Comparison of GCIPL parameter between preoperative, postoperative data measured

Parameter	Preoperative	Postoperative	Difference	p-value*
Signal strength	5.67 ± 1.23	6.76 ± 0.95	1.08 ± 1.30	<0.001
Average thickness (μm)	79.37 ± 6.26	84.90 ± 7.92	5.52 ± 3.92	<0.001
Superotemporal thickness (μm)	80.21 ± 6.35	86.65 ± 7.62	7.77 ± 11.25	<0.001
Superior thickness (μm)	80.54 ± 6.76	85.88 ± 7.71	5.35 ± 2.79	<0.001
Superonasal thickness (μm)	79.28 ± 11.05	86.01 ± 10.91	5.41 ± 5.77	0.001
Inferonasal thickness (μm)	77.34 ± 7.19	83.35 ± 12.86	5.70 ± 9.79	<0.001
Inferior thickness (μm)	76.47 ± 8.79	82.35 ± 7.31	5.88 ± 6.21	<0.001
Inferotemporal thickness (μm)	80.09 ± 7.52	86.19 ± 8.68	6.41 ± 6.17	<0.001

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

GCIPL = ganglion cell-inner plexiform layer.

\*p-value was calculated by paired t-test.

**Table 4.** Factors associated with SS changes in RNFL parameter

Variables	Regression coefficient	p-value*
Age (years)	0.10	0.51
LOCS score	0.11	0.50
Endothelial cell count (cells/mm <sup>2</sup> )	-0.32	0.03
Axial length (mm)	-0.06	0.73
BCVA (log MAR), preoperative	0.36	0.02
IOP (mm Hg), preoperative	-0.31	0.04
SE (Diopter), preoperative	-0.14	0.37
SS, preoperative	-0.79	<0.001

SS = signal strength; RNFL = retinal nerve fiber layer; LOCS = lens opacification classification system; BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure; SE = spherical equivalent.

\*p-value was calculated by univariate analysis.

못했는데 이는 신경절세포층 등 특정부위가 아니라 전체적인 황반부 두께를 평가하여 특이도가 감소했기 때문이다.<sup>14</sup>

이를 극복하기 위해 신경절세포의 축삭이 형성하는 시신경 섬유층과 세포돌기로 이루어진 내망상층까지 합하여 나타

**Table 5.** Factors associated with SS changes in GCIPL parameter

Variables	Regression coefficient	p-value*
Age (years)	-0.11	0.49
LOCS score	0.14	0.37
Endothelial cell count (cells/mm <sup>2</sup> )	-0.30	0.047
Axial length (mm)	-0.09	0.56
BCVA (log MAR), preoperative	0.43	0.004
IOP (mm Hg), preoperative	-0.33	0.03
SE (Diopter), preoperative	-0.01	0.94
SS, preoperative	-0.72	<0.001

SS = signal strength; GCIPL = ganglion cell-inner plexiform layer; LOCS = lens opacification classification system; BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure; SE = spherical equivalent.

\*p-value was calculated by univariate analysis.

**Table 6.** Factors associated with average RNFL thickness changes in RNFL parameter

Variables	Regression coefficient	p-value*
Age (years)	-0.39	0.01
LOCS score	0.02	0.92
Endothelial cell count (cells/mm <sup>2</sup> )	-0.03	0.85
Axial length (mm)	0.25	0.11
BCVA (log MAR), preoperative	0.04	0.81
IOP (mm Hg), preoperative	0.01	0.95
SE (Diopter), preoperative	-0.04	0.79
SS, preoperative	0.06	0.72

RNFL = retinal nerve fiber layer; LOCS = lens opacification classification system; BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure; SE = spherical equivalent; SS = signal strength.

\*p-value was calculated by univariate analysis

**Table 7.** Factors associated with average GCIPL thickness changes in GCIPL parameter

Variables	Regression coefficient	p-value*
Age (years)	-0.25	0.11
LOCS score	-0.02	0.89
Endothelial cell count (cells/mm <sup>2</sup> )	-0.06	0.71
Axial length (mm)	-0.07	0.65
BCVA (log MAR), preoperative	-0.08	0.62
IOP (mm Hg), preoperative	0.08	0.61
SE (Diopter), preoperative	0.25	0.10
SS, preoperative	0.12	0.45

GCIPL = ganglion cell-inner plexiform layer; LOCS = lens opacification classification system; BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure; SE = spherical equivalent; SS = signal strength.

\*p-value was calculated by univariate analysis.

나는 신경절세포복합층을 확인할 수 있는 분석체계를 이용하여 하게 되었다. Cirrus OCT에서도 2세대 분석 알고리즘인 신경절세포분석(Ganglion cell analysis) 방법이 업그레이드되어 현재 이용되고 있다. 신경절세포분석은 Macular cube 512×128 스캔으로 이루어지는데 이는 황반부 6×6 mm 부위를 512 A scan을 구성하는 128개의 수평 B scan으로 측정하는 방식이고 분석은 내망상층의 바깥쪽 경계선과 망막신경섬유층의 바깥쪽 경계선을 인식하여 신경절세포층과 내망상층의 두께를 분석하게 된다.<sup>27</sup>

하지만 빛의 성질을 이용하기에 각막표면부터 망막층에

이르기까지 경로에 있는, 여러 가지 요소에 의해 영상의 질이 영향을 받게 된다. 각막이 건조한 경우 신호강도, 망막신경섬유층 두께가 일시적으로 저하될 수 있고, 산동되어 있으면 검사의 질과 재현성이 높게 나타나며, 나이가 들수록, 안축장이 길수록 망막신경섬유층 두께가 더 얇게 측정된다고 알려져 있는데 백내장에 의한 영향도 대표적인 인자이다.<sup>15,17,28</sup> Mwanza et al<sup>20</sup>은 Stratus OCT를 이용한 시신경유두 주위 망막신경섬유층 두께 측정에 대한 보고에서, 백내장 수술 후 시신경유두주위 망막신경섬유층 두께 9.3%, 신호 강도는 24.1% 정도 변화된다고 하였으며, 술 전 망막

**Table 8.** Factors associated with SS changes

Variables	In RNFL parameter		In GCIPL parameter	
	Regression coefficient	p-value*	Regression coefficient	p-value*
Endothelial cell count (cells/mm <sup>2</sup> )	-0.32	0.03	-0.30	0.27
BCVA (log MAR), preoperative	0.34	0.71	0.37	0.37
IOP (mm Hg), preoperative	-0.31	0.61	-0.32	0.56
SS, preoperative	-0.79	<0.001	-0.72	<0.001

SS = signal strength; RNFL = retinal nerve fiber layer; GCIPL = ganglion cell-inner plexiform layer; BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure.

\*p-value was calculated by multivariate analysis.

신경섬유층 두께, 신호강도가 낮을수록 수술 후 망막신경섬유층 두께가 더 많이 증가하였다고 하였다. 또한 이러한 변화가 수술 전후 녹내장성 변화가 나타난 것으로 오해하게 할 수 있고 백내장이 있는 눈에는 녹내장성 변화가 더 있는 것으로 오해하게 할 수 있어 항상 신호강도, 백내장 상태를 참고하여 빛간섭단층촬영 결과를 해석해야 한다고 하였다. Nakatani et al<sup>22</sup>은 RTVue-100을 이용한 시신경유두주위 망막신경섬유층, 신경절세포포복합체 연구에서, 백내장이 있는 환자에서 시신경유두주위 망막신경섬유층 검사를 할 때보다 신경절세포포복합체 검사를 할 때 분할 오류가 더 빈번하게 발생하고, 백내장 수술 후에는 두 검사시 모두 두께 관련된 변수들이 증가하는 것을 알 수 있었다고 보고하였다.

분할 오류는 명확하게 표준화된 정의가 있지는 않으나 비정상적 점(False abnormal spot) 또는 비어있는 지역(Blank area)으로 표현되는데, Ray et al<sup>29</sup>은 Stratus OCT를 이용한 망막질환에 대한 검사시 62.2%에서, Modjtahedi et al<sup>30</sup>은 RTVue를 이용한 망막 검사시 32%에서 발견된다고 보고하였다. Nakatani et al<sup>22</sup>은 RTVue-100을 이용한 보고에서 분할 오류가 시신경유두 주위 망막신경섬유층 검사시에는 5.6%, 신경절세포포복합체 검사시에는 28.3%의 빈도로 발견된다고 하였고 이러한 차이가 망막신경섬유층 검사시에는 1.3-4.9 mm 직경의 원형 스캔 검사를 사용하는데 신경절세포포복합체 검사시에는 7 mm<sup>2</sup>의 더 넓은 지역을 검사하기 때문이라고 보고하였다. 그리하여 이번 연구에서는 분할오류를 의심할 만한 검사는 제외하도록 하였는데, 이러한 분할 오류 또한 매질 이상으로 인해 검사에 미치는 인자 중 하나이고, 백내장이 있는 경우 분할 오류 또한 증가할 것으로 추정된다.

백내장 수술 후 시신경유두주위 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층과 관련된 인자는 기존 보고들처럼 모두 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 2, 3).<sup>20,22</sup> 백내장으로 인한 매질 이상이 감소하면서 신호강도, 사분면, 시구역, 평균 두께 등이 모두 증가하였다. Mwanza et al<sup>20</sup>은 Stratus를 이용한 망막신경섬유층 검사의 경우, 신호강도 6 미만일 때 더 현저한 증가가 나타난다고 하였는데 이번 연구에서는

수술 전 신호강도가 평균 4.93으로 6 미만이어서 증가 양상을 보여준 것으로 생각되었다. 이번 연구에서의 수술 후 평균 망막신경섬유층 두께 변화는 8.05 ± 7.06 μm로 Stratus로 시행한 기존 연구 8.1 ± 16.2 μm와 크게 차이나진 않았다.<sup>20</sup> von Jagow et al<sup>31</sup>은 황반부 검사에서 망막 두께가 증가하는 것이 황반의 미세한 구조적 변화와 매질 혼탁의 변동 영향 모두를 반영할 것으로 추정하였는데 이번 연구에서도 황반부의 신경절세포-내망상층 두께 변화는 이러한 두 가지 영향 모두에 의한 것일 수 있다. 그리하여 수술 직후의 염증 등 구조 변화에 의한 영향을 줄이기 위해 수술 후 2달 정도에 검사를 진행하여 백내장에 의한 매질혼탁에 의한 영향을 중심으로 연구를 하려 하였다. 이번 연구에서의 수술 후 평균 신경절세포-내망상층 두께 변화는 5.52 ± 3.92 μm로 RTVue로 시행한 기존 연구 1.4 ± 2.8 μm와 다소 차이가 있었다.<sup>22</sup> 그리하여 2 μm 미만의 변화를 보여, 백내장 수술 후 변화는 상대적으로 안정적이고, 수술 후 변화의 의의가 적을 수 있다는 기존 보고와는 다르게, 장비의 차이는 있지만 두께 변화가 어느 정도 백내장 수술 후 변화되므로 백내장은 신경절세포, 내망상층 두께 분석 시 주의 깊게 고려되어야 할 것으로 생각되었다.

신호강도 변화량에 영향을 주는 인자들을 알아보기 위해 단변량회귀분석을 실시하였다(Table 4, 5). Nakatani et al<sup>22</sup>의 보고에서는 수술 전 시력, 백내장 정도, 수술 전 신호강도가 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층 단변량 분석에서 유의한 인자였는데 이번 연구에서는 내피세포 수, 수술 전 시력, 수술 전 안압, 수술 전 신호강도가 신호강도 변화에 영향을 주는 인자였다. 백내장 정도, 특히 피질 백내장의 정도는 수정체 혼탁의 중요한 요소로, 매질 이상을 만들 수 있는 대표적인 인자인데 이번 연구에서 전체적인 백내장 정도는 신호강도 변화량과 통계적으로 유의하지 않다고 나타났다. 피질, 핵, 후낭 백내장으로 나누면 표본수가 적어 피질백내장 정도에 대한 것은 확인하지 못하였다. 다른 보고들에서는 다른 백내장 종류보다 후낭 백내장인 경우 더 큰 두께 변화를 보여주었고 분할 오류의 경우 후낭 백내장에서 더 유의하게 증가하기도 하였다. 이러한 후낭 백내장의 영향

을 광학계의 교점(nodal point)을 가리는 형태학적 영향과 대조 민감도, 빛반점 등에 대한 구조적 영향 가능성으로 추정하였다.<sup>22,32</sup> 충분한 표본수가 모이면 피질, 후낭 백내장 정도와 관련된 연구가 필요하다.<sup>20,22</sup>

망막신경섬유층 두께 변화에 영향을 주는 인자에 대한 단변량 분석에서는 나이만이 통계적으로 유의한 인자였고, 신경절세포-내망상층 두께 변화에 영향을 주는 인자는 통계적으로 유의한 인자를 발견할 수 없었다(Table 6, 7). 기존 보고들에서는 수술 전 신호강도가 망막신경섬유층 두께 평균 변화량에 영향을 주는 인자로 되어 있었다.<sup>20,22</sup> 하지만 이번 연구에서는 술 전 신호강도가 통계적으로 유의하게 영향을 주는 인자가 아니었다. 이는 이번 연구의 경우, 대상군이 신호강도 평균  $4.93 \pm 1.23$ 의 대부분 6 미만의 군들이고, 표본수가 적어서 나타난 결과일 수 있다. Aydin et al<sup>33</sup>이 섬유주절제술 후 변화되는 망막신경섬유층 두께를 연구하였는데, 30% 이상 안압변화가 나타날 경우, 망막신경섬유층 두께 변화가 상관관계가 있다고 보아 백내장 수술 후 생기는 안압 변화가 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층 두께에 영향을 줄 것으로 기대했으나 변화량이  $-2.28 \pm 3.85$  mmHg로 편차의 폭이 커서, Mwanza et al<sup>20</sup>의 보고처럼, 안압변화는 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

각 층의 두께 변화에 영향을 미치는 다인자가 없어, 신호강도 변화에만 영향을 주는 인자만으로 다중회귀분석을 시행하여 망막신경섬유층 촬영에서는 내피세포 수, 술 전 신호강도, 신경절세포-내망상층 촬영에서는 술 전 신호강도가 유의한 인자로 나타났다(Table 8). 내피세포보다는 술 전 신호강도가 두 군 모두 강한 상관관계를 보이는 인자였다.

본 연구는 Cirrus OCT를 이용하여 백내장 수술 후 나타나는 망막신경섬유층 두께 변화를 다시 확인하고, 2세대 분석 알고리즘인 신경절세포분석에서 나타나는 신경절세포-내망상층 두께의 변화를 확인했다는 의의를 가지고 있다. 하지만 몇 가지 제한점이 나타나고 있다. 각막 난시가 큰 경우 이측, 상이측, 하이측 망막신경섬유층두께가 얇게 측정되는 점이 있어 백내장 수술로 인한 난시 변화가 반영될 수 있는데 이로 인한 오류를 반영할 수 없는 한계가 있었다.<sup>34</sup> 또 다른 한계점은 백내장 수술 후 2달 정도에 한 번만 검사를 시행하였다는 점이다. 수술 후 초기에는 술 후 염증 반응 등으로 인한 다양한 변화가 발생할 수 있다. 합병증 없이 끝난 백내장 수술 후 망막 두께가 증가한다는 보고도 있고 감소한다는 보고도 있다.<sup>35-38</sup> 기전이 명확하지는 않으나 수술에 의한 손상으로 프로스타글란딘이 유리되고 혈액 망막장벽이 파괴되어 증가하기도 하고, 수술 시 광독성과 유리체망막 견인 등에 의한 영향일 것이라고 유추되기도 한다. 6달까지도 OCT로 측정한 망막 두께가 증가되어 있

다는 보고가 있어 완전하게 수술 후 염증 등 변화를 배제하기는 어려울 것이다.<sup>39</sup> 수술에 의해 두께 변화가 나타나는 것을 줄이기 위해 술 후 2달째 검사하도록 하였지만, 술 후 1달, 2달, 3달, 6달, 1년 등 연속적인 검사를 통해 수술에 의한 영향을 확인해 볼 필요가 있다. 하지만 이런 연속적인 검사는 연구 참여도를 낮출 수 있어 조심스럽게 접근해야 한다.

후후 후속 연구를 통해 몇 가지 인자들을 더 확인해 볼 필요가 있다. 백내장 정도에 대한 다양한 접근이 필요한데 백내장은 피질, 핵, 후낭 등 다양한 모양으로 존재하며 그 정도를 평가하는 방법이 다양할 수 있어 이 세 가지 요소를 적절하게 모두 반영하는 방법을 사용하여 연구에 이용할 필요가 있다. 내피세포, 안축장의 경우도 술 전 검사뿐만 아니라 술 후 변화량을 검사해 볼 필요가 있다. 내피세포의 경우 수술 후 어느 정도 변할 수밖에 없고, 안축장도 정도가 크지 않아도 변화될 수 있기 때문에 확인이 필요하다. 또한 전방 깊이도 검사하여 영향을 주는 부분은 없는지 확인이 필요하고 수술 후 남아있는 후낭도 눈으로만 확인하는 것이 아니라 미세한 혼탁 정도를 확인할 수 있는 방법이 필요하다. 기존 연구들에서는 정상안과 함께 녹내장이 있는 환자에서도 연구를 진행하였던 것처럼 녹내장, 망막 질환 등 다양한 질환군에 따른 차이도 살펴볼 필요가 있다. 또한 표본수에 대한 한계가 있어 좀 더 많은 대상자를 모아 검증, 예측력을 높여주어야 할 것이다.

결론적으로, 백내장 수술 후 빛간섭단층촬영의 신호강도, 시신경유두 주위 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층의 두께 모두 증가하였다. 이로 보아 백내장이 있는 경우, 시신경 유두 주위 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층 측정이 원 상태보다 낮게 측정되므로 이것이 시신경, 녹내장에 대한 평가 시 고려되어야 한다는 점을 다시 확인하였다. 이렇게 백내장이 있는 경우를 포함하여 신호강도를 떨어뜨릴 수 있는 다양한 상황에서는 빛간섭단층촬영의 결과를 해석할 때 주의해야 하고, 가능하면 백내장 수술 등 신호강도를 올리기 위한 수술, 처치를 시행한 후 영상을 얻어 결과 해석을 하도록 해야 할 것이다.

## 참고문헌

- 1) Schuman JS, Hee MR, Puliafito CA, et al. Quantification of nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography. Arch Ophthalmol 1995;113:586-96.
- 2) Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. Science 1991;254:1178-81.
- 3) Hee MR, Izatt JA, Swanson EA, et al. Optical coherence tomography of the human retina. Arch Ophthalmol 1995;113:325-32.
- 4) Guedes V, Schuman JS, Hertzmark E, et al. Optical coherence to-



- ography measurement of macular and nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous human eyes. *Ophthalmology* 2003; 110:177-89.
- 5) Wollstein G, Schuman JS, Price LL, et al. Optical coherence tomography longitudinal evaluation of retinal nerve fiber layer thickness in glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2005;123:464-70.
- 6) Sakata LM, Deleon-Ortega J, Sakata V, Girkin CA. Optical coherence tomography of the retina and optic nerve-a review. *Clin Experiment Ophthalmol* 2009;37:90-9.
- 7) Leung CK, Cheung CY, Weinreb RN, et al. Evaluation of retinal nerve fiber layer progression in glaucoma: a study on optical coherence tomography guided progression analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:217-22.
- 8) Leung CK, Cheung CY, Weinreb RN, et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography: a variability and diagnostic performance study. *Ophthalmology* 2009; 116:1257-63, 1263.e1-2.
- 9) Lee JR, Jeoung JW, Choi J, et al. Structure-function relationships in normal and glaucomatous eyes determined by time- and spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:6424-30.
- 10) Garas A, Vargha P, Holló G. Reproducibility of retinal nerve fiber layer and macular thickness measurement with the RTVue-100 optical coherence tomograph. *Ophthalmology* 2010;117:738-46.
- 11) Zeimer R, Asrani S, Zou S, et al. Quantitative detection of glaucomatous damage at the posterior pole by retinal thickness mapping. A pilot study. *Ophthalmology* 1998;105:224-31.
- 12) Ishikawa H, Stein DM, Wollstein G, et al. Macular segmentation with optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:2012-7.
- 13) Tan O, Li G, Lu AT, et al. Mapping of macular substructures with optical coherence tomography for glaucoma diagnosis. *Ophthalmology* 2008;115:949-56.
- 14) Seong M, Sung KR, Choi EH, et al. Macular and peripapillary retinal nerve fiber layer measurements by spectral domain optical coherence tomography in normal-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:1446-52.
- 15) Stein DM, Wollstein G, Ishikawa H, et al. Effect of corneal drying on optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2006;113: 985-91.
- 16) Savini G, Zanini M, Barboni P. Influence of pupil size and cataract on retinal nerve fiber layer thickness measurements by Stratus OCT. *J Glaucoma* 2006;15:336-40.
- 17) Smith M, Frost A, Graham CM, Shaw S. Effect of pupillary dilatation on glaucoma assessments using optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2007;91:1686-90.
- 18) El-Ashry M, Appaswamy S, Deokule S, Pagliarini S. The effect of phacoemulsification cataract surgery on the measurement of retinal nerve fiber layer thickness using optical coherence tomography. *Curr Eye Res* 2006;31:409-13.
- 19) Sánchez-Cano A, Pablo LE, Larrosa JM, Polo V. The effect of phacoemulsification cataract surgery on polarimetry and tomography measurements for glaucoma diagnosis. *J Glaucoma* 2010;19: 468-74.
- 20) Mwanza JC, Bhorade AM, Sekhon N, et al. Effect of cataract and its removal on signal strength and peripapillary retinal nerve fiber layer optical coherence tomography measurements. *J Glaucoma* 2011;20:37-43.
- 21) Lee KS, Kim YM, Kim JH, et al. Changes in optic nerve parameter measurements on spectral-domain optical coherence tomography, after cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1573-80.
- 22) Nakatani Y, Higashide T, Ohkubo S, et al. Effect of cataract and its removal on ganglion cell complex thickness and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness measurements by fourier-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2013;22:447-55.
- 23) Firat PG, Ozsoy E, Demirel S, et al. Evaluation of peripapillary retinal nerve fiber layer, macula and ganglion cell thickness in amblyopia using spectral optical coherence tomography. *Int J Ophthalmol* 2013;6:90-4.
- 24) Kim NR, Lee ES, Seong GJ, et al. Comparing the ganglion cell complex and retinal nerve fibre layer measurements by Fourier domain OCT to detect glaucoma in high myopia. *Br J Ophthalmol* 2011;95:1115-21.
- 25) Park SJ, Moon YS, Kim NR. Difference of GCIPL thickness of diabetes and normal eyes in spectral domain OCT. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55:1476-80.
- 26) Kim WJ, Kim KN, Kim CS. Comparison of diagnostic power among OCT parameters according to peripapillary atrophy in high myopic glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1844-55.
- 27) Lee HS, Park YS, Park SW. Change in the mGC-IPL in patients with a history of APAC according to SD-OCT. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55:1167-73.
- 28) Budenz DL, Anderson DR, Varma R, et al. Determinants of normal retinal nerve fiber layer thickness measured by Stratus OCT. *Ophthalmology* 2007;114:1046-52.
- 29) Ray R, Stinnett SS, Jaffe GJ. Evaluation of image artifact produced by optical coherence tomography of retinal pathology. *Am J Ophthalmol* 2005;139:18-29.
- 30) Modjtahedi S, Chiou C, Modjtahedi B, et al. Comparison of macular thickness measurement and segmentation error rate between stratus and fourier-domain optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2010;41:301-10.
- 31) von Jagow B, Ohrloff C, Kohnen T. Macular thickness after uneventful cataract surgery determined by optical coherence tomography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007;245:1765-71.
- 32) Stifter E, Sacu S, Benesch T, Weghaupt H. Impairment of visual acuity and reading performance and the relationship with cataract type and density. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:2071-5.
- 33) Aydin A, Wollstein G, Price LL, et al. Optical coherence tomography assessment of retinal nerve fiber layer thickness changes after glaucoma surgery. *Ophthalmology* 2003;110:1506-11.
- 34) Liu L, Zou J, Huang H, et al. The influence of corneal astigmatism on retinal nerve fiber layer thickness and optic nerve head parameter measurements by spectral-domain optical coherence tomography. *Diagn Pathol* 2012;7:55.
- 35) Cagini C, Fiore T, Iaccheri B, et al. Macular thickness measured by optical coherence tomography in a healthy population before and after uncomplicated cataract phacoemulsification surgery. *Curr Eye Res* 2009;34:1036-41.
- 36) Biro Z, Balla Z, Kovacs B. Change of foveal and perifoveal thickness measured by OCT after phacoemulsification and IOL implantation. *Eye (Lond)* 2008;22:8-12.
- 37) Kusbeci T, Eryigit L, Yavas G, Inan UU. Evaluation of cystoid macular edema using optical coherence tomography and fundus fluorescein angiography after uncomplicated phacoemulsification surgery. *Curr Eye Res* 2012;37:327-33.

- 38) Ching HY, Wong AC, Wong CC, et al. Cystoid macular oedema and changes in retinal thickness after phacoemulsification with optical coherence tomography. Eye (Lond) 2006;20:297-303.  
39) Gharbiya M, Cruciani F, Cuozzo G, et al. Macular thickness

changes evaluated with spectral domain optical coherence tomography after uncomplicated phacoemulsification. Eye (Lond) 2013;27:605-11.

---

= 국문초록 =

## 백내장 수술 후 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영에서 나타나는 신경절세포-내망상층 두께 변화

**목적:** 백내장 수술 전후 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영에서 나타나는 신경절세포-내망상층 두께 변화 양상을 알아보고자 하였다.  
**대상과 방법:** 백내장 수술을 받은 33명, 43안을 대상으로 하였다. 백내장 수술 전후로 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영을 이용, 시신경유두 주위 망막신경섬유층 두께, 신경절세포-내망상층 두께를 측정하였다. 신호강도, 사분면, 시구역 망막신경섬유층 두께, 구획별 신경절세포-내망상층 두께 등의 자료를 비교 분석하였다.  
**결과:** 백내장 수술 후 신호강도, 망막신경섬유층, 신경절세포-내망상층 두께 모두 증가하는 것으로 조사되었다( $p < 0.05$ ). 다중회귀분석상 수술 후 신호강도변화에 영향을 주는 인자는 망막신경섬유층의 경우 술 전 내피세포 수, 술 전 신호강도였고, 신경절세포-내망상층의 경우 술 전 신호강도였다. 단변량회귀분석상 수술 후 망막신경섬유층 두께 변화에 영향을 주는 인자는 나이였고, 신경절세포-내망상층 두께 변화에 영향을 주는 인자는 통계적으로 유의한 결과가 나오지 않았다( $p < 0.05$ ).  
**결론:** 백내장이 있는 경우 빛간섭단층촬영에 나타나는 수술 전 시신경유두 주위 망막신경섬유층뿐만 아니라 신경절세포-내망상층도 두께와 신호강도가 낮게 나타날 수 있어서 결과해석 시 백내장 정도에 의한 영향을 고려하여야 한다.  
(대한안과학회지 2015;56(11):1767-1776)

---