



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를  
이용한 백내장 수술 후 망막층별  
두께변화분석

연세대학교 대학원

의 학 과

광 애 영

스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를  
이용한 백내장 수술 후 망막층별  
두께변화분석

지도교수 김 찬 윤

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2016년 6월

연세대학교 대학원

의 학 과

광 애 영



곽애영의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 김찬운 

심사위원 서경림 

연세대학교 대학원

2016년 6월

## <차례>

국문요약.....	1
I. 서론 .....	3
II. 재료 및 방법 .....	6
III. 결과 .....	10
IV. 고찰 .....	15
V. 결론 .....	21
참고문헌.....	23
ABSTRACT .....	29

## 그림 차례

- Figure 1. Scatter plot of Macular thickness measurement changes and Quality changes of spectralis OCT .. 14

## 표 차례

- Table 1. Clinical characteristics of patients ..... 9
- Table 2. Preoperative and postoperative visual acuity, refraction and intraocular Pressure..... 12
- Table 3. Comparison of Quality and each retinal layer thickness between preoperative, postoperative measurements from spectralis OCT ..... 13

## 국문요약

### 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용한 백내장 수술 후 망막층별 두께변화분석

목적: 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용하여 백내장 수술 전, 후 황반 두께 및 각 층별 두께의 변화 여부를 살펴보고자 한다.

방법: 2015년 2월부터 8월까지 본원에서 단순백내장 또는 백내장과 녹내장의 합병으로 백내장 수술을 시행 받는 14명의 환자 24안을 대상으로 전향적 연구를 진행하였다. 수술 전 검사로 최대 교정시력, 안압, 안축장, 굴절률, 안저검사 및 빛간섭단층촬영기로 망막의 층별 두께를 측정하고, 수술 후 1개월 째 빛간섭단층촬영기로 망막 층별 두께를 측정하였다. 수술 전, 후 빛간섭단층촬영기의 신호강도 변화 및 망막두께 변화를 비교하고, 특히 어떤 층이 더 영향을 받는지 확인하였다. 또한 신호강도의 변화, 백내장의 심한 정도 및 굴절률 변화 정도와 망막두께의 변화와의 연관성을 확인하고자 상관관계 분석을 시행하였다.

결과: 빛간섭단층촬영기로 측정된 황반부 두께는 술 전 평균 263.33  $\mu\text{m}$ 에서 술 후 평균 269.75  $\mu\text{m}$ 로 유의하게 증가한 소견을 보였다( $p=0.019$ ). 망막층별 두께 변화를 살펴볼 때, 내망상층( $p=0.034$ ), 외과립층( $p=0.015$ ), 망막색소상피층( $p=0.012$ ) 에서 두께가 유의하게 증가한 소견을 보였다. 술 전 빛간섭단층촬영기의 신호강도(Quality)는 28.79 dB에서 술 후 31.67 dB로 유의하게 증가하였으며( $p=0.005$ ), 이는 술 후 황반부 두께 변화와 유의한 상관관계를 보였다( $p=0.046$ ). 또한 술 전 백내장의 심한 정도( $p=0.219$ )나 술 전, 후 굴절률의 변화정도( $p=0.098$ )는 술 후 황반 두께의 변화와는 유의한 상관관계를 보이지 않았다

결론: 백내장 수술 후 신호강도의 증가와 함께 황반부 측정두께가 증가하는 것이 확인되었다. 망막층별 두께 변화를 확인한 결과, 특히 내망상층, 외과립층, 망막색소상피층 두께가 증가하였다. 따라서 백내장 수술 후 신경절세포-내망상층의 측정두께가 증가할 수 있으므로 녹내장 진행여부 평가에 유의해야 할 것으로 생각한다.

---

핵심 되는 말: 빛간섭단층촬영기, 백내장 수술, 신호강도, 망막두께 변화

# 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용한 백내장 수술 후 망막층별 두께변화분석

<지도교수 김 찬 윤>

연세대학교 대학원 의학과

곽 애 영

## I. 서론

빛간섭단층촬영기(Optical coherence tomography, OCT)는 적외선 계열 레이저의 간섭현상을 이용한 비침습적인 영상장치이다. 망막 시신경층을 비롯한 망막의 두께를 측정할 수 있을 뿐 아니라 망막 질환, 녹내장성 질환에 대한 다양한 정보를 확인할 수 있다.<sup>1,2</sup>

OCT의 레이저가 망막에 도달하기까지의 광학경로에 매질 이상, 혼탁 등의 인자가 있을 경우 상의 질이 떨어질 수 있다.<sup>3,4</sup> 이에 영향을 주는 대표적인 인자들로는 백내장, 각막 건조, 동공 크기, 해부학적 요인 등이 알려져 있다.<sup>5-10</sup> 특히 백내장은 빛간섭단층촬영 시 신호강도(signal strength)를 떨어뜨려 영상의 질을 저하시키는

주요인자로 알려져 있다.

기존 연구를 통해 빛간섭단층촬영에서 영상의 질을 결정하는 척도인 신호강도가 낮으면 망막신경섬유층 두께가 실제보다 낮게 측정된다는 것이 밝혀져 있다.<sup>11</sup> 따라서 백내장 정도가 심할수록 빛간섭단층촬영의 신호강도가 낮아지고 망막신경섬유층의 두께가 실제보다 얇게 측정될 수 있다고 보고되었다.<sup>12-15</sup> 또한 성공적인 백내장 수술 후 빛간섭단층촬영 시 신호강도의 증가와 함께 시신경 유두주위 망막신경섬유층 두께가 증가할 뿐만 아니라,<sup>13</sup> 신경절세포복합체 두께도 증가하는 것으로 보고되었다.<sup>16</sup>

하지만 수술 후 망막신경섬유층 두께나 신경절 세포복합체 두께의 증가가 신호강도의 증가에 의한 것이 아니라 수술 후 실제 황반부의 구조적인 변화에 의한 가능성을 완전히 배제하기는 어렵다. 백내장 수술 후 망막부종에 의하여 황반부와 망막중심오목 두께의 증가한다고 보고한 연구들이 있다.<sup>17,18</sup> 신호강도증가에 의하여 측정망막두께가 증가한다면 비교적 일정하게 황반의 모든 층이 증가하고, 구조적인 변화에 기인한다면 황반 부종 시 증가하는 특정 층만이 주로 증가할 것이 예상된다.

최근 Spectralis OCT(Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)의 업그레이드된 분석모드인 Layer segmentation

알고리즘을 이용하면 망막 전 층의 두께를 각각 따로 측정하는 것이 가능해졌다. 따라서 본 연구는 Spectral-domain OCT (SD-OCT)인 Spectralis OCT를 이용하여 백내장 수술 전, 후 신호강도 변화 및 황반부 망막두께 변화를 비교하고, 특히 이전엔 연구된 바 없는 망막 층별두께를 측정하여 어떤 층의 두께가 변화하는지 확인하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

본 연구는 전향적 관찰연구로 의학연구윤리강령인 Helsinki 선언을 준수하여 시행되었으며, 연세의료원 세브란스병원 연구심의위원회의 심의 및 승인을 받았다. (IRB number: 4-2014-0967)

2015년 2월부터 7월까지 본원에서 임상시험 설명 후 동의서를 받았으며, 단순 노년성 백내장, 혹은 녹내장이 있으면서 백내장 수술이 필요한 환자 14명의 24안을 대상으로 진행하였다. 환자군의 평균나이는  $69.59 \pm 9.06$ 세였고, 남자가 5명, 여자가 9명이었으며 이중 녹내장으로 진단받고 치료중인 환자는 3명이었다. 백내장의 종류에 따라 피질백내장이 13안, 핵백내장이 8안, 후부백내장이 3안 이었다(Table 1).

백내장 정도는 Lens Opacification Classification System III (LOCS III)를 이용하여 술자가 직접 평가하였고 피질(cortical; C), 핵(nuclear; N), 후낭(posterior subcapsular; P) 백내장으로 구분하여 가장 높은 점수를 가진 형태로 분류하였다. 기존의 분류를 참고하여 NO3-NC3 이상이며 C3, P3미만인 경우는 핵 백내장, NO3-NC3 미만이면 C나 P 중 높은 점수인 형태의 백내장으로

분류하였다.<sup>19)</sup>

임신, 수유부, 당뇨병, 각막혼탁, 약시, 망막병변을 비롯한 다른 안과적 질환이 있는 경우, 이전의 안과수술의 기왕력이 있는 경우, 수술과정에서 후발백내장, 포도막염 및 각막합병증이 발생한 경우는 제외하였다. 또한 수술 전 시야검사상 평균편차(mean deviation) 값이 -12dB 이하로 연구결과에 영향을 줄 수 있는 심한 녹내장 환자는 제외하였으며, 백내장 수술 후 경과관찰 하던 중 임상적인 낭포황반부종이 발생한 환자는 연구대상에서 제외하였다.

수술은 단일 술자에 의해 시행되었으며 점안마취 후 각막절개도로 투명각막절개를 시행한 후 점탄물질을 전낭에 주입하고 26 gauge 바늘을 이용하여 원형전낭절개를 시행하였다. 평형염액을 사용하여 수력분리술과 수력분층술을 시행한 후 초음파유화기로 수정체유화술을 시행하고 카트리지를 이용하여 인공수정체를 수정체낭 내에 삽입하였다. 남아있던 점탄물질을 관류흡입기로 제거하고 평형염액을 사용하여 안구의 긴장도를 유지하는 하였으며 투명각막절개는 기질수화를 시행하였고 봉합은 시행하지 않았다. 인공수정체 도수는 SRK-T 공식을 이용하여 정시에 가까운 근시를 목표로 하여 결정하였다.

모든 환자는 수술 전 검사로 최대 교정시력, 안압, 안축장, 굴절력, 수술 전 백내장 상태, 안저검사, 망막 층별 두께 및 신호강도 등을 측정하고, 수술 후 1개월 째 나안시력, 안압, 굴절력, 최대교정시력, 망막 층별 두께 및 신호강도를 측정하였다. 굴절력은 자동굴절검사기(Canon, Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 안압은 골드만 압평안압계(AT 900®, Haag-Streit, Bern, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 백내장 수술 전 후 Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 이용하여 산동 후 망막 전 층의 두께를 측정하였으며, 소프트웨어 Layer segmentation 알고리즘을 이용하여 망막의 각 층별 두께를 확인하였다. 이 때 재현성을 높이기 위해 망막의 두께는 각 2차례씩 측정되었다.

통계분석은 통계프로그램 SPSS 18.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL)를 사용하였으며, 통계학적 유의성의 기준은  $p < 0.05$ 로 하였다. 수술 전후 측정된 변수 및 망막 층별 두께 변화를 비교하기 위해 Paired t-test를 사용하였고, 신호강도의 변화, 백내장의 심한 정도 및 굴절률 변화 와 망막두께의 변화와의 상관관계를 보기 위해 Pearson correlation test를 사용하였다.

**Table 1.** Clinical characteristics of patients

---

Characteristics	
Age (year)	69.59±9.06
Sex (female/male)	9:5
Eye (right : left)	10:14
Types of lens opacities (cortical : nuclear : posterior)	13:8:3

---

### III. 결과

LOCS III 에 기초하여 피질, 핵, 후부혼탁 점수를 모두 더한 값의 평균은  $7.09 \pm 1.50$  이었다. 술 전 측정된 최대교정시력(logMAR)은  $0.25 \pm 0.16$ , 구면대응치는  $+0.42 \pm 1.79$  디옵터, 안압은  $14.30 \pm 4.25$  mmHg 였으며, 술 후 측정된 최대교정시력(logMAR)은  $0.08 \pm 0.08$ , 구면대응치는  $-0.02 \pm 0.78$  디옵터, 안압은  $13.35 \pm 3.25$  mmHg 였다. 술 전, 후 최대교정시력 및 구면대응치가 통계학적으로 의미 있는 차이를 보였으나, 안압은 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

백내장 수술 전 Spectralis OCT의 신호강도 척도인 Quality는 28.79 dB에서 술 후 31.67 dB로 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다( $p=0.005$ ). 수술 전 Spectralis OCT로 측정된 황반부 두께는 술 전 평균 263.33  $\mu\text{m}$ 에서 술 후 평균 269.75  $\mu\text{m}$ 로 유의하게 증가한 소견을 보였다( $p=0.019$ ). 망막층별 두께 변화를 살펴본 결과, 내망상층은 술 전 두께  $18.63 \pm 2.84$   $\mu\text{m}$ 에서 술 후 두께  $19.96 \pm 3.78$   $\mu\text{m}$ 로 유의한 증가 소견을 보였으며( $p=0.034$ ), 외과립층도 술 전 두께  $84.33 \pm 11.39$   $\mu\text{m}$ 에서 술 후 두께  $90.42 \pm 15.10$   $\mu\text{m}$ 로 유의하게 증가한 소견을 보였다( $p=0.015$ ). 망막색소상피층 또한 술 전 두께  $16.38 \pm 2.18$

$\mu\text{m}$ 에서 술 후 두께  $18.33 \pm 3.46 \mu\text{m}$ 로 유의하게 증가한 소견을 보였다( $p=0.012$ ). 이는 수술 전 두께에 비해 각각 7.14%, 7.22%, 11.9% 증가한 값으로 특히, 망막색소상피층의 두께가 가장 증가한 것으로 나타났다. 이들 세 층 즉, 내망상층, 외과립층, 망막색소상피층을 제외한 나머지 층의 두께는 술 전 값에 비해 술 후에 유의하게 증가한 소견을 보이지 않았다(Table 3).

백내장 수술 후 빛간섭단층촬영기의 황반부 두께 변화율과 Spectralis OCT의 신호강도 변화는 유의한 상관관계를 보였다( $p=0.046$ )(Figure 1). 또한 술 전 백내장의 심한 정도의 지표로 LOCS III 에 기초하여 피질, 핵, 후부혼탁 점수를 모두 더한 총 점수와 ( $p=0.219$ ) 술 전, 후 굴절률의 변화정도( $p=0.098$ )는 술 후 황반 두께의 변화와는 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

**Table 2.** Difference of visual acuity, refraction and intraocular pressure after cataract surgery

	Preoperative	Postoperative at 1 month
BCVA (logMAR)	0.25±0.16	0.08±0.08*
SE (diopter)	+0.42±1.79	-0.02±0.78*
IOP (mmHg)	14.30±4.25	13.35±3.25

Values are given as mean±SD unless otherwise noted. *P*-value was calculated by paired t-test.  
\**P*<0.05

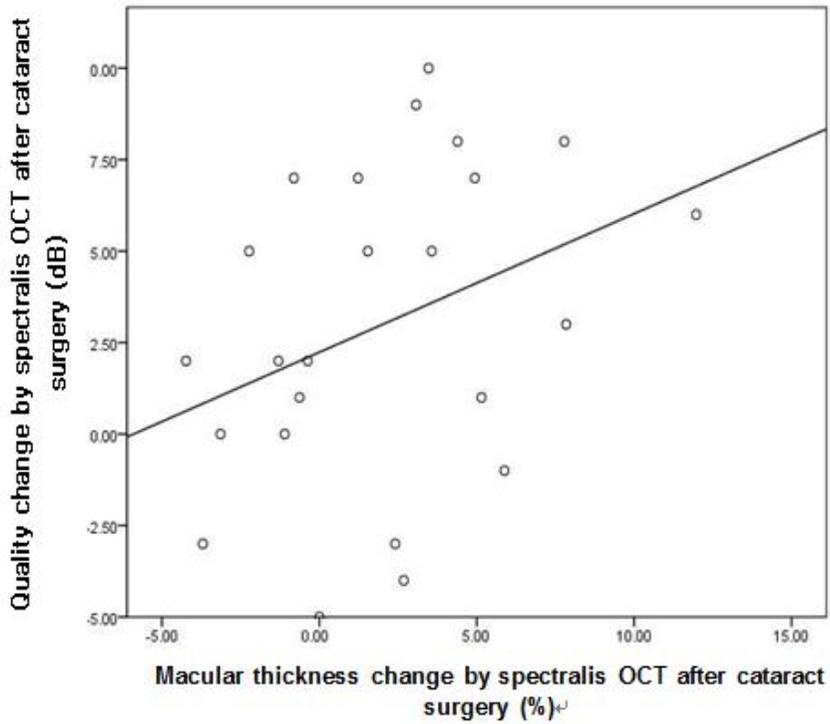
BCVA indicates best corrected visual acuity; SE, spherical equivalent; IOP, intraocular pressure.

**Table 3.** Comparison of Quality and each retinal layer thickness between preoperative, postoperative measurements from spectralis OCT

	Preoperative Mean±SD (μm)	Postoperative Mean±SD (μm)	Difference (μm)	Rate of change (%)
Quality	28.79±3.30	31.67±4.01*	2.88	10.00
Average Macular thickness	264.33±19.13	269.75±23.00*	5.42	2.05
RNFL	10.96±2.22	11.46±2.06	0.50	4.56
GCL	12.67±3.39	13.67±3.98	1.00	7.89
IPL	18.63±2.84	19.96±3.78*	1.33	7.14
INL	20.83±6.47	21.33±6.44	0.50	2.40
OPL	26.50±5.73	24.75±5.92	-1.75	-6.60
ONL	84.33±11.39	90.42±15.10*	6.09	7.22
PRL	90.58±4.05	89.04±5.51	-1.54	-1.70
RPE	16.38±2.18	18.33±3.46*	1.95	11.90

*P*-values comparing retinal thickness between preoperative and postoperative measurements using paired t-test. \**P*<0.05

RNFL indicates retinal nerve fiber layer; GCL, ganglion cell layer; IPL, inner plexiform layer; OPL, outer plexiform layer; ONL, outer nuclear layer; PRL, photoreceptor layer; RPE, retinal pigment epithelium.



**Figure 1.** Scatter plot of Macular thickness measurement changes and Quality changes of spectralis OCT ( $r^2=0.352$ ,  $P=0.046$ ). OCT indicates optical coherence tomography

#### IV. 고찰

빛간섭단층촬영 영상의 질을 저하시키는 대표적인 요인으로 백내장이 알려져 있는데, 백내장 수술 후 망막신경섬유층, 신경절세포 복합층 뿐만 아니라, 신경절세포-내망상층의 두께 측정치도 증가한다는 보고가 있다.<sup>20</sup> 백내장은 흡수나 산란의 기전으로 광학경로를 통과하는 빛의 양을 감소시켜 망막의 상에 간섭현상을 일으킨다.<sup>21</sup> 빛의 투과율이 감소하면 신호강도가 감소되고 망막층의 반사율이 낮아지게 되어 OCT가 경계면의 윤곽을 정확히 인지할 수 없게 되어 두께가 얇게 측정될 수 있다.<sup>13,22</sup>

Mwanza et al.<sup>13</sup>은 성공적인 백내장 수술 후 Stratus OCT를 이용하여 측정한 시신경유두주위 망막신경섬유층 두께는 9.3% 증가했고 신호강도는 24.1% 증가했다고 보고하였는데, 술 전 신호강도가 낮을수록 술 후 망막신경섬유층 두께가 더 증가하는 경향을 보였다. 또 Brio et al.<sup>18</sup>은 백내장 수술 후 OCT로 측정한 황반부와 망막중심오목의 두께가 증가 했다고 하였으며, Georgopoulos et al.<sup>17</sup>과 von Jagow et al.<sup>23</sup> 역시 백내장 수술 후 Stratus OCT로 측정한 망막중심오목의 두께가 증가했다고

보고하였다.

이번 연구에서도 기존 여러 논문에서 보고되었듯이 백내장 수술 후 황반부 두께 증가와 함께 광학경로의 혼탁이 감소하면서 빛간섭단층촬영 영상의 신호강도(Quality)가 유의하게 증가한 것으로 나타났다(Table 3). 또한 수술 후 황반부 두께 변화율이 Spectralis OCT 신호강도의 변화와 유의한 상관관계를 보였다(Figure 1). 즉, 백내장 수술 후 빛간섭단층촬영 영상의 신호강도 증가에 따른 황반부 망막두께의 증가 소견이 있다고 할 수 있겠다.

현재까지 문헌검사상 백내장 수술 전, 후 황반부 두께 변화에 대해 Spectralis OCT를 이용하여 망막층별로 측정하고 비교한 연구는 없었다. 본 연구에서 망막층별 두께변화를 살펴본 결과, 내망상층, 외과립층, 망막색소상피층의 두께가 증가하였는데 이는 백내장 수술 후 낭포황반부종시 두꺼워지는 것으로 알려진 내과립층, 외망상층<sup>24</sup>과 동일하지 않고, 두꺼워지는 층이 과립층이나 망상층의 어느 한쪽에 편중되지도 않는 것으로 나타났다. 백내장 수술 후 내망상층, 외과립층, 망막색소상피층이 특히 두껍게 측정된 이유는 현재까지 밝혀진 연구결과로는 설명이 어렵다. Spectralis

OCT의 망막층별 경계면 윤곽을 측정하는 알고리즘을 정확히 알 수 없으며, 백내장 수술 후 신호강도의 변화가 망막두께 측정에 있어 층별로 미치는 영향이 다른 것인지 알 수 없어 이에 대해 추가적으로 연구가 필요할 것으로 보인다.

일부 연구에서는 백내장 수술 후 황반두께 증가를 낭포황반부종의 발생기전과 비슷하게 백내장 수술 후 프로스타글란딘과 같은 염증인자들이 방수에서 유리체를 통과하여 혈액망막장벽(blood-retina-barrier)을 손상시켜 망막 세포외공간으로 체액이 축적되는 견해로 설명하고 있다.<sup>20,25</sup> 이에 따르면 백내장 수술 후 임상적인 낭포황반부종의 소견이나 증상이 없는 환자일지라도 시력에 영향이 없는 잠재적인 황반부종이 존재할 가능성을 생각해 볼 수 있겠다. 백내장 수술 후 황반부 망막두께 변화는 빛간섭단층촬영 영상의 신호강도 개선뿐만 아니라 실제 황반부의 미세한 구조적 변화가 영향을 주는 것 또한 배제할 수 없을 것으로 보인다. 하지만 전술한 바와 같이 증가한 망막 층이 낭포황반부종시 증가하는 망막 층과 일치하지 않고 신호강도증가와 망막두께증가가 비례하는 것으로 보아 구조적인 변화에 기인할 가능성은 낮아 보인다.

Zeimer et al<sup>26</sup>은 황반부 두께측정이 녹내장 손상의 진단에 도움을 줄 수 있다고 보고하였으나, 망막의 전체두께로 분석했던 기존의 방법은 망막신경절세포의 측삭에 해당하는 망막신경섬유층 두께분석에 비해 녹내장 진단의 특이도가 떨어진다고 알려져 있다.<sup>27</sup> 따라서 근래에는 신경절세포의 측삭이 형성하는 시신경섬유층과 세포돌기로 이루어진 내망상층까지 합하여 나타나는 신경절세포 복합층의 두께를 측정하여 녹내장 손상 정도의 평가에 이용하게 되었다.

빛간섭단층촬영 기계인 RTVue-100 (Optvue Inc., Fremont, CA, USA)으로 황반부의 신경절세포층, 내망상층, 망막신경섬유층의 세 층을 합친 신경절세포복합층(ganglion cell complex layer)의 측정이 가능해졌으며, 신경절세포복합층은 망막신경섬유층만큼 녹내장 진단 지표로서 유용하다고 알려져 있다.<sup>28</sup> 한편, 최근에는 Cirrus HD OCT (Cirrus; Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)의 ganglion cell analysis (GCA) 알고리즘에서 황반부의 망막신경섬유층을 제외한 신경절세포-내망상층의 측정도 가능해졌다.<sup>29</sup> 이러한 신경절세포-내망상층의 두께 또한 이미 널리 사용되고 있는 망막신경섬유층 만큼 녹내장성 손상의 진단적

가치를 보이는 지표로 연구되고 있다.<sup>30</sup> 이번 연구에서 백내장 수술 전, 후 내망상층의 측정두께가 변화한 것으로 나타남에 따라 백내장 수술 후 측정된 신경절세포-내망상층의 두께 또한 증가할 수 있으므로 녹내장 진행여부 평가에 주의해야 할 것이다.

본 연구의 한계점으로 먼저 연구에 참여한 인원이 적다는 것들을 수 있다. 추후 본 연구의 결과를 뒷받침하기 위해서는 보다 대규모의 연구가 필요할 것으로 생각한다. 결과에 언급하지는 않았으나 백내장 종류에 따른 빛간섭단층촬영상의 수술 전, 후 망막 두께 변화를 살펴보았는데 특정 백내장의 종류에 따라서 수술 전, 후 평균 황반부 두께의 변화의 유의한 차이는 없었다. 기존의 연구에 따르면 백내장 유형에 중 특히 후낭형 백내장의 경우 수술 후 더 큰 두께의 변화를 보이는 것으로 알려져 있다. 이는 후낭형 백내장이 다른 백내장 유형보다 더 빛의 산란을 증가시켜 신호강도 저하와 빛간섭단층촬영 영상의 질 저하에 더 영향을 미치기 때문이다.<sup>9,13,14</sup> 그러나 본 연구에서는 백내장 종류에 따른 황반부 두께의 변화의 차이는 확인할 수 없었는데 이는 후낭형 백내장의 표본수가 너무 적어 정확한 분석이 어렵기 때문으로 보인다. 그밖에 한계점으로 백내장 수술 후 1달 정도에 측정하였다는 점이다. 수술

후 염증반응으로 인한 일시적인 두께변화인지, 또 이러한 변화가 어느 정도의 기간 동안 유지되는지에 대한 정보가 부족하다. 따라서 이후 연속적으로 망막두께의 변화양상을 확인하는 장기간의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 전향적인 연구로 백내장 수술 전, 후의 황반부 두께를 비교하고 Spectralis OCT의 새로운 분석모드인 Layer segmentation 알고리즘을 이용하여 망막층별 두께변화를 확인했다는 데 의의가 있다. 기존의 연구에서 밝혀진 바와 같이 이번 연구에서도 백내장 수술 후 빛간섭단층촬영 영상의 신호강도(Quality) 증가 및 황반부 두께의 증가가 확인되었다. 백내장 수술 후 망막층별 두께를 측정하여 살펴본 결과 특히 내망상층, 외과립층, 망막색소상피층의 두께가 증가한 것으로 확인되었다.

백내장 수술 후 망막 층별 두께 변화는 본 연구에서 처음으로 확인한 내용으로 향후 백내장수술 결과 평가에 보다 정확한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 예컨대, 이들 세 층을 연구하는 질병의 경우 백내장 수술 후 측정두께 변화를 고려해서 진행양상을 판단해야 할 것으로 보인다. 특히 백내장 수술 후 녹내장 진단지표인 신경절세포-내망상층의 측정두께가 증가할 수 있으므로 녹내장 진행여부 평가에 유의해야 할 것으로 판단된다. 또한

백내장이 있는 환자는 망막신경섬유층과 신경절세포-내망상층이  
본래 두께보다 얇게 측정되어 녹내장으로 오인되는 것에 대해서도  
주의를 기울여야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Schuman JS, Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Pedut-Kloizman T, Lin CP, et al. Quantification of nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1995;113:586-96.
2. Hee MR, Izatt JA, Swanson EA, Huang D, Schuman JS, Lin CP, et al. Optical coherence tomography of the human retina. *Arch Ophthalmol* 1995;113:325-32.
3. van Velthoven ME, Faber DJ, Verbraak FD, van Leeuwen TG, de Smet MD. Recent developments in optical coherence tomography for imaging the retina. *Prog Retin Eye Res* 2007;26:57-77.
4. Kok PH, van Dijk HW, van den Berg TJ, Verbraak FD. A model for the effect of disturbances in the optical media on the OCT image quality. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50:787-92.
5. Stein DM, Wollstein G, Ishikawa H, Hertzmark E, Noecker RJ, Schuman JS. Effect of corneal drying on optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2006;113:985-91.
6. 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.
7. 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.
8. Kim NR, Lee H, Lee ES, Kim JH, Hong S, Je Seong G, et al. Influence of cataract on time domain and spectral domain optical coherence tomography retinal nerve fiber layer measurements. *J Glaucoma* 2012;21:116-22.
  9. van Velthoven ME, van der Linden MH, de Smet MD, Faber DJ, Verbraak FD. Influence of cataract on optical coherence tomography image quality and retinal thickness. *Br J Ophthalmol* 2006;90:1259-62.
  10. Budenz DL, Anderson DR, Varma R, Schuman J, Cantor L, Savell J, et al. Determinants of normal retinal nerve fiber layer thickness measured by Stratus OCT. *Ophthalmology* 2007;114:1046-52.
  11. Wu Z, Vazeen M, Varma R, Chopra V, Walsh AC, LaBree LD, et al. Factors associated with variability in retinal nerve fiber layer thickness measurements obtained by optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2007;114:1505-12.
  12. Sanchez-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.
  13. Mwanza JC, Bhorade AM, Sekhon N, McSoley JJ, Yoo SH, Feuer

- WJ, 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.
14. 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.
  15. Lee KS, Kim YM, Kim JH, Ahn JM, Chung WS, Choi JB, Park KS. Changes in Optic Nerve Parameter Measurements on Spectral-Domain Optical Coherence Tomography, after Cataract Surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1573-80.
  16. Nakatani Y, Higashide T, Ohkubo S, Takeda H, Sugiyama K. 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.
  17. Georgopoulos GT, Papaconstantinou D, Niskopoulou M, Moschos M, Georgalas I, Koutsandrea C. Foveal thickness after phacoemulsification as measured by optical coherence tomography. *Clin Ophthalmol* 2008;2:817-20.
  18. 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.
19. Savini G, Zanini M, Carelli V, Sadun AA, Ross-Cisneros FN, Barboni P. Correlation between retinal nerve fibre layer thickness and optic nerve head size: an optical coherence tomography study. *Br J Ophthalmol* 2005;89:489-92.
  20. Han YS, Lee P, Jin KH. Comparison of Ganglion Cell-Inner Plexiform Layer and Retinal Nerve Fiber Layer after Cataract Surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:485-93.
  21. de Waard PW, JK IJ, van den Berg TJ, de Jong PT. Intraocular light scattering in age-related cataracts. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:618-25.
  22. Pareja-Esteban J, Teus-Guezala MA, Drake-Casanova P, Dapena-Sevilla I. [Retinal nerve fiber layer changes after cataract surgery measured by OCT: a pilot study]. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2009;84:305-9.
  23. 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.
  24. Sigler EJ, Randolph JC, Kiernan DF. Longitudinal analysis of the structural pattern of pseudophakic cystoid macular edema using

- multimodal imaging. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2016;254:43-51.
25. Cagini C, Fiore T, Iaccheri B, Piccinelli F, Ricci MA, Fruttini D. 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.
26. Zeimer R, Asrani S, Zou S, Quigley H, Jampel H. Quantitative detection of glaucomatous damage at the posterior pole by retinal thickness mapping. A pilot study. *Ophthalmology* 1998;105:224-31.
27. Seong M, Sung KR, Choi EH, Kang SY, Cho JW, Um TW, 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.
28. Tan O, Chopra V, Lu AT, Schuman JS, Ishikawa H, Wollstein G, et al. Detection of macular ganglion cell loss in glaucoma by Fourier-domain optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2009;116:2305-14.e1-2.
29. 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.
30. Shin HY, Park HY, Jung KI, Choi JA, Park CK. Glaucoma diagnostic

ability of ganglion cell-inner plexiform layer thickness differs according to the location of visual field loss. *Ophthalmology* 2014;121:93-9.

## ABSTRACT

### Evaluation of Each Retinal Layer Thickness after Cataract Surgery Using Spectral-Domain Optical Coherence Tomography

Ae Young Kwak

*Department of Medicine*

*The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Chan Yun Kim)

**Purpose:** To evaluate the changes in average macular thickness and each retinal layer thickness after uneventful cataract surgery using spectral-domain optical coherence tomography (OCT)

**Methods:** Twenty-four eyes of 14 patients, who underwent cataract surgery were imaged with spectral-domain OCT before and 1 month after surgery to measure average macular thickness, Quality of OCT and each retinal layer thickness.

**Results:** The postoperative Quality and average macular thickness were higher

than before surgery ( $p < 0.05$ ). However, increase of average macular thickness was not correlated with improvement of Quality, severity and type of cataract, and change of refractive index.

Inner plexiform layer, outer nuclear layer and retinal pigment epithelium layer thicknesses were especially increased after cataract surgery.

Conclusions: After cataract surgery, both improvement of Quality and structural change of retina may affects the increase of average macular thickness. Change of each retinal layer thickness may provide exact information to assess the result of cataract surgery.

Especially, ganglion cell-inner plexiform layer thickness measurements should be interpreted with caution in glaucomatous eyes after cataract surgery.

---

Key Words: optical coherence tomography, quality, cataract surgery, retinal thickness