

## 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영 시 전안부 굴절력이 망막 부피 측정에 미치는 변화

### The Effect of Refractive Power on Retinal Volume Measurement Using Spectral Domain Optical Coherence Tomography

이명신 · 남기엽 · 이승욱 · 이상준

Myungshin Lee, MD, Kiyeob Nam, MD, PhD, Seunguk Lee, MD, PhD, Sangjoon Lee, MD, PhD

고신대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

**Purpose:** To investigate the change of retinal volume according to anterior segment refractive power using contact lens by spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT).

**Methods:** The retinal volume was measured using a SD-OCT (Heidelberg retinal angiography Spectralis + OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) in 60 subjects without any underlying disease. The same examiner performed a 31-section macular volume-scan at 240  $\mu\text{m}$  intervals, re-measured the same area by changing the refractive power of the anterior segment by wearing soft contact lenses of +6.0 diopters and -6.0 diopters. By using the ImageJ software to calculate the cross-sectional area and of the cross-sectional area and the volume was measured.

**Results:** The mean age of the participants was  $25.6 \pm 1.5$  years and the mean axial length was  $25.7 \pm 1.57$  mm. The volume of the posterior pole retina measured without the contact lens was  $13.48 \pm 0.05$  and the mean volume of the retina measured with +6.0 diopter and -6.0 diopter contact lens in the same patient was  $13.47 \pm 0.07$  mm<sup>3</sup> and  $13.48 \pm 0.05$  respectively. The mean volume was significantly lower ( $p = 0.036$ ) in the measurement with the +6.0 diopter lens than in the measurement without the lens, and the mean volume was significantly higher in the measurement with the +6.0 diopter lens ( $p = 0.042$ ). The change in retinal thickness was increased with longer axial length ( $r = 0.32$ ,  $p < 0.05$ ), but the central foveal thickness did not correlate with anterior corneal power ( $p = 0.463$ ).

**Conclusions:** The volume of the retina measured using the SD-OCT is affected by the refractive power of the anterior segment and the axial length. Therefore, it is necessary to consider the change of refractive index because it can change the retinal volume measured by SD-OCT.

J Korean Ophthalmol Soc 2018;59(2):153-158

**Keywords:** Anterior segment power, Retinal volume, Spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT)

■ Received: 2017. 7. 6.

■ Revised: 2017. 10. 25.

■ Accepted: 2018. 1. 26.

■ Address reprint requests to Sangjoon Lee, MD, PhD  
Department of Ophthalmology, Kosin University Gospel  
Hospital, #262 Gamcheon-ro, Seo-gu, Busan 49267, Korea  
Tel: 82-51-990-6228, Fax: 82-51-990-3026  
E-mail: hhiatus@gmail.com

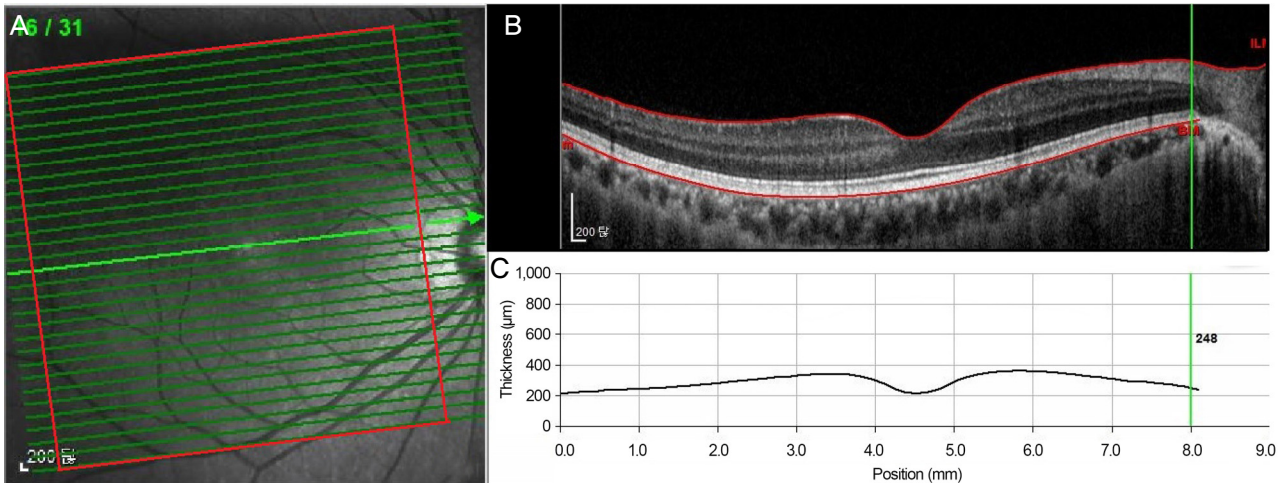
\* This paper is the result of research carried out with the funding of the 2017 Government (Future Creation Science Department) funded by the National Research Foundation of Korea (2017R1A2B4004664) and the research fund of the Kosin University College of Medicine Future Leading Research Project of 2016.

\* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

빛간섭단층촬영은 망막 내부의 미세 조직 구조로부터 산란되는 빛을 간섭계로 측정하여 2차원의 이미지로 나타내는 검사이다.<sup>1</sup> 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영(spectral domain optical coherence tomography, SD-OCT)은 해상도 및 촬영의 재현성이 높아 시간영역 빛간섭단층촬영(Time domain OCT, TD-OCT)에 비해 망막의 구조를 더 정밀하게 분석할 수 있고, 이러한 장점을 통해 망막 각 영역의 두께 뿐만 아니라 당뇨망막병증, 망막혈관폐쇄 등에서 나타나는 부피 변화에 대해서도 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용한 다양한 연구가 이루어지고 있다.<sup>2,3</sup>

© 2018 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.



**Figure 1.** Measurement of posterior pole retinal volume. (A) 31 sections of macular transverse volume scan and  $8 \times 7.2$  mm of calculated area (red box). (B) The area to be measured was set by correcting the borderline error of the cross-sectional area from the basement membrane to the internal limiting membrane in the cross section of the retina. (C) The width of the retina set (B) is shown in a schematic diagram and the width of the set area was measured using the Image j program (displayed as a red line).

빛간섭단층촬영 시 백내장 정도 및 동공의 크기 등이 망막 두께를 측정하는 데 영향을 줄 수 있으며, 굴절교정수술의 과거력 등 굴절률의 변화 또한 망막신경섬유층의 측정에 영향을 미친다.<sup>2,4,6</sup> 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영 시 망막신경섬유층의 두께는 각막 및 수정체에서 발생하는 굴절력의 변화와 연관성이 있으므로 굴절수술을 시행하였거나 고도근시가 있는 경우 망막신경섬유층 두께에 대한 빛간섭단층촬영 결과의 해석에 주의를 요한다. 또한 라식수술이 실제로 망막의 구조를 변화시키지 않음에도 불구하고, 라식 수술 이후에 망막의 총 부피가 증가하였다는 보고도 있으며, 이는 수술 이후 발생한 황반부종보다는 전안부의 구조적 변화에 기인한 것으로 생각된다.<sup>7</sup>

기존의 빛간섭단층촬영기를 사용한 망막 부피변화에 대한 연구들에서는 이러한 전안부 굴절력에 따른 측정값의 변화를 고려하지 않았고, 굴절력에 따른 망막 부피의 변화가 발생한다면 이는 연구결과에 유의성에 영향을 미칠 수 있다.<sup>8</sup> 이에 저자들은 본 연구를 통해 콘택트렌즈를 착용하여 전안부의 굴절력을 변화시킬 때, 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용하여 측정되는 망막 부피값이 어떻게 변하는지를 알아보았다.

## 대상과 방법

2016년 3월부터 6월까지 본원 외래를 방문한 20대 정상성인 30인 60안을 대상으로 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기(HRA Spectralis+OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 이용하여 검사를 시행하였다. 안질환 및 굴절

수술을 제외한 다른 안과적 수술력이 없는 사람에서 세극등현미경 검사와 안저검사에서 이상소견이 없는 경우를 대상으로 하였으며, 병력청취 및 나안시력, 자동굴절검사기를 이용한 굴절검사, 세극등현미경검사, 안축장 측정, 안저검사와 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 모든 연구과정은 본원의 기관윤리심의위원회 승인을 거쳤다.

빛간섭단층촬영은 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기(HRA Spectralis+OCT, Heidelberg Engineering)를 이용하여 산동되지 않은 상태로 시행하였고 20 dB 이상인 경우만 분석에 포함하였다. 동일한 검사자에 의해 황반부를 횡단면(transverse section)으로  $8 \times 7.2$  mm 볼륨스캔(volume scan)을 240  $\mu$ m 간격으로 31개 단면(section)으로 측정하였고, +6.0디옵터와 -6.0디옵터의 소프트 콘택트렌즈(focus Dailes oneday contract lens, CIBA vision Corp., Duluth, GA, USA)를 착용한 후 같은 부위를 재측정하였다. 각 측정 사이 5분간 휴식기를 가졌다. 후극부의 부피는 볼륨스캔에서 얻은 단면을 검사자가 수동으로 경계설정 오류를 보정한 후 ImageJ<sup>®</sup> (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA)를 이용해 얻은 31개의 단면적의 넓이를 먼저 구하였고, 단면적 간의 간격인 240  $\mu$ m를 단면적의 넓이에 곱하여 부피를 측정하였다(Fig. 1).

Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) subfield에서 영역의 황반 두께, 총 황반부피(total macular volume)를 측정하였다. ETDRS subfield는 중심오목을 기준으로 하는 1 mm, 3 mm, 6 mm 직경의 3개의 동심원을 만들고 중심 원, 안쪽 원, 바깥쪽 원으로 구분한 후, 안쪽 원과 바깥쪽 원 구역은 각각 상측, 비측, 하측, 이측의 4분

역으로 다시 나누어서 총 9개의 구역으로 구분하였고, 중심 소와를 중심으로 하는 직경 1 mm 이내의 망막두께의 평균 치로 중심영역황반두께를 측정하였다.

통계적 분석은 SPSS® for windows 18.0 버전(IBM Corp., Armonk, NY, USA)으로 반복측정 분산분석(Repeated Measure analysis of variance [ANOVA])을 이용하여 콘택트렌즈 착용 전후를 비교하였으며 상관관계 분석은 pearson correlation을 이용하였다.  $p < 0.05$ 일 경우 통계적으로 유의성이 있는 것으로 해석하였다.

## 결 과

연구를 통해 분석한 대상자는 30인 60안이었고 그중 남성은 22명 여성은 8명이었다. 대상군의 평균 나이는  $25.6 \pm 1.5$ 세였고, 평균 구면렌즈대응치는  $-3.17 \pm 2.55$ 디옵터, 평

균 안축장의 길이는  $25.7 \pm 1.57$  mm였다(Table 1). 연구대상자 중 10명은 과거에 굴절교정수술을 받은 과거력이 있었고 병력청취 및 세극등현미경 검사, 안저검사에서는 정상소견을 나타내었다. 검사자 혹은 환자요인으로 인하여 분석에서 제외된 대상안은 없었다.

콘택트렌즈를 착용하지 않고 측정한 후극부 망막의 부피는  $13.48 \pm 0.05$  mm<sup>3</sup>였고, 동일한 환자에서 +6.0디옵터 콘택트렌즈 착용 후 측정한 후극부 망막의 부피는  $13.47 \pm 0.07$  mm<sup>3</sup>, -6.0디옵터 콘택트렌즈를 착용하여 측정한 후극부 망막의 부피는  $13.48 \pm 0.05$  mm<sup>3</sup>였다. +6.0디옵터 렌즈를 착용한 경우 렌즈를 착용하지 않은 경우에 비하여 평균 부피가 유의하게 작은 값으로 측정되었고( $p = 0.036$ ), -6.0디옵터 렌즈를 착용 시에는 렌즈를 착용하지 않은 경우에 비해 후극부 망막의 부피가 유의하게 큰 값으로 측정되었다( $p = 0.042$ ). 중심오목을 기준으로 1 mm 이내 원에서 측정한 중심황반두께는 렌즈 착용 전  $286.51 \pm 16.43$ 에서 +6디옵터와 -6디옵터 렌즈 착용 후 각각  $285.01 \pm 19.23$ ,  $287.43 \pm 16.72$ 로 렌즈 착용 전과 비교하여 유의한 변화를 보이지 않았고( $p > 0.05$ ), 중심오목두께는 +6디옵터 렌즈착용 시  $217.58 \pm 13.13$ , 렌즈 착용 전  $218.03 \pm 12.24$ , -6디옵터 렌즈 착용 후  $218.21 \pm 12.00$ 으로 역시 유의한 변화를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). ETDRS 영역에서 측정한 황반부의 부피는 렌

Table 1. Study characteristics

Demographics	Result
Age (years)	$25.6 \pm 1.5$
Sex (male/female)	22/8
Refractive error (spherical equivalent, diopter)	$-3.17 \pm 2.55$
Axial length (mm)	$25.7 \pm 1.57$

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

Table 2. Comparison of posterior pole retinal volume, central foveal thickness and retinal thickness measured by ETDRS circle with -6D of contact lens and +6D of contact lens to without any lens

	+6D	Plano	-6D	p-value*
Posterior pole retinal volume (mm <sup>3</sup> )	$13.47 \pm 0.07$ ( $p = 0.036$ ) <sup>†</sup>	$13.48 \pm 0.05$	$13.48 \pm 0.05$ ( $p = 0.042$ ) <sup>‡</sup>	0.038
TMV (mm <sup>3</sup> ) (ETDRS)	$9.82 \pm 0.39$ ( $p = 0.045$ ) <sup>†</sup>	$9.91 \pm 0.47$	$10.03 \pm 0.36$	0.045
Central foveal thickness (μm)	$217.58 \pm 13.13$	$218.03 \pm 12.24$	$218.21 \pm 12.00$	0.463
CSMT (μm)	$285.01 \pm 19.23$	$286.51 \pm 16.43$	$287.43 \pm 16.72$	0.098
ETDRS inner circle (μm)				
Superior	$337.71 \pm 13.80$ ( $p = 0.042$ ) <sup>†</sup>	$339.68 \pm 14.73$	$339.71 \pm 13.60$	0.038
Nasal	$340.05 \pm 17.20$	$341.07 \pm 18.25$	$344.04 \pm 18.15$	0.207
Inferior	$338.00 \pm 16.80$	$338.44 \pm 17.72$	$339.45 \pm 17.92$	0.371
Temporal	$323.90 \pm 15.58$	$324.30 \pm 16.46$	$325.01 \pm 15.72$ ( $p = 0.045$ ) <sup>‡</sup>	0.049
ETDRS outer circle (μm)				
Superior	$295.98 \pm 13.46$ ( $p = 0.024$ ) <sup>†</sup>	$297.53 \pm 13.23$	$299.53 \pm 14.21$	0.047
Nasal	$309.12 \pm 16.98$	$309.12 \pm 16.55$	$309.12 \pm 16.41$	0.230
Inferior	$290.51 \pm 15.68$	$291.71 \pm 15.74$	$291.90 \pm 14.99$	0.328
Temporal	$276.27 \pm 16.18$ ( $p = 0.036$ ) <sup>†</sup>	$278.27 \pm 15.08$	$279.27 \pm 15.00$	0.028

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

ETDRS = Early Treatment Diabetic Retinopathy Study; TMV = total macular volume measured by ETDRS circle; CSMT = central subfield macular thickness (1 mm).

\*Repeated-measure and one way analysis of variance; <sup>†</sup>Statistically significant difference between +6D group and plano group with Bonferroni post hoc test ( $p < 0.05$ ); <sup>‡</sup>Statistically significant difference between plano group and -6D group with Bonferroni post hoc test ( $p < 0.05$ ).

**Table 3.** Adjusted posterior pole retinal volume, central foveal thickness and retinal thickness measured by ETDRS circle with -6D of contact lens and +6D of contact lens to without any lens

	+6D	Plano	-6D	p-value*
Posterior pole retinal volume (mm <sup>3</sup> )	13.46 ± 0.07 (p = 0.035) <sup>†</sup>	13.48 ± 0.05	13.48 ± 0.05 (p = 0.044) <sup>‡</sup>	0.039
TMV (mm <sup>3</sup> ) (ETDRS)	9.83 ± 0.36 (p = 0.046) <sup>†</sup>	9.89 ± 0.45	10.00 ± 0.36	0.042

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

ETDRS = Early Treatment Diabetic Retinopathy Study; TMV = total macular volume measured by ETDRS circle.

\*Multivariate analysis (repeated-measure design) with test-retest variability as the within subject variance component; <sup>†</sup>Statistically significant difference between +6D group and plano group with Bonferroni post hoc test (p < 0.05); <sup>‡</sup>Statistically significant difference between plano group and -6D group with Bonferroni post hoc test (p < 0.05).

즈를 착용하지 않았을 때에 비해 +6디옵터 렌즈를 착용 시 유의하게 작게 측정되었고(p=0.045), 각 영역별 두께를 비교하면 +6디옵터 렌즈를 착용 시 ETDRS 9개 영역 중 바깥쪽 원의 상측 영역과 안쪽 원에서 상측, 이측 두 영역의 평균두께는 렌즈를 착용하지 않은 경우에 비해 유의하게 얇게 측정되었고(각각 p=0.042, 0.024, 0.036), -6디옵터 렌즈 착용 시에는 안쪽 원의 이측영역이 렌즈를 착용하지 않은 군에 비해 유의하게 두껍게 측정되었다(p=0.045) (Table 2).

+6디옵터 렌즈와 -6디옵터 렌즈 착용 시 렌즈를 착용하지 않았을 때와 구해진 망막평균부피의 차이값을 계산하여 전안부 굴절력에 따른 망막평균두께의 변화 정도가 안축장의 길이와 상관관계가 있는지를 분석하였다. +6디옵터 렌즈 착용 후 망막평균두께 변화량은 안축장과 Pearson의 상관관계수 r=0.32, p<0.05로 유의한 상관관계를 나타내었다(r=0.32, p<0.05). 안축장이 망막두께 측정에 미치는 영향을 통제하여 시행한 분석 결과 변수를 통제하기 이전과 동일하게 후극부 망막의 부피는 렌즈를 착용하지 않은 경우에 비해 +6디옵터 렌즈를 착용 시 유의하게 작은 값으로 측정되었고(p=0.035) -6디옵터 렌즈를 착용 시 유의하게 큰 값으로 측정되었다(p=0.044) (Table 3).

## 고 찰

최근 근시의 유병률이 증가하고 백내장, 굴절 수술의 빈도가 높아짐에 따라 전안부 굴절력이 SD-OCT 촬영에 미치는 영향에 대한 연구들이 이루어지고 있다.<sup>9</sup> 전안부 굴절력이 시신경섬유층 두께 측정에 미치는 영향에 대해서 여러 가지 보고들이 있으나 아직까지 논란의 대상이 되고 있다.

Lee et al<sup>10</sup>의 연구에 따르면 시신경섬유층의 두께는 플러스 디옵터의 렌즈를 착용하였을 경우 더 얇게 측정되었고 마이너스 디옵터의 렌즈를 착용하였을 경우 더 두껍게 측정되었다는 보고가 있다. Patel et al<sup>9</sup>의 연구에서도 전안부 굴절력에 따라 시신경섬유층두께 측정의 차이를 보인다는 비슷한 연구결과가 있으며 이때 안축장의 길이가 두께

변화의 정도와 관련이 있었다. 이와 같이 시신경섬유층 두께에 대한 보고들에서 전안부의 굴절력 변화에 따라 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영 시 시신경섬유층의 두께에 영향을 미칠 수 있어 특히 근시환자들에서 이에 대한 평가 시 주의해야 한다.

본 연구에서 마이너스 디옵터의 렌즈를 착용하였을 때 망막의 부피는 유의하게 큰 값으로 측정되고, 플러스 디옵터 렌즈를 착용하였을 때 망막의 부피는 유의하게 작은 값으로 측정되었다. 이와 같은 결과는 기존 시신경섬유층두께 관련 연구들에서처럼 전안부 굴절력에 따라 촬영되는 망막 영상의 크기 변화에 따른 것으로 생각된다. Patel et al<sup>9</sup>의 연구에 따르면 플러스 디옵터의 렌즈 착용 시 망막시신경섬유층 영상의 크기가 작아지고 원형의 스캔영역이 더 멀리 위치하게 된다. 이는 Littmann<sup>11</sup>에 의해 고안된 공식 t=pqs로 설명되는데, 망막의 실제 크기(t)는 빛간섭단층촬영 영기의 촬영에 사용된 카메라의 확대 상수(p), 안구 자체와 관련된 확대 상수(q), 그리고 빛간섭단층촬영기에 찍힌 안저영상의 크기(s)와 관련되며, 상수 q는 각막굴절률, 안축장의 길이, 전방깊이, 수정체의 두께, 굴절률 등에 의해 변화될 수 있다.<sup>11-13</sup>

플러스 디옵터 렌즈를 착용하여 전안부 굴절력이 증가 시 상이 망막의 앞쪽에 맺히게 되고 Littmann<sup>11</sup>의 공식에 의한 확대효과로 인해 빛간섭단층촬영기의 촬영으로 얻어지는 상의 크기가 작아지면서 더 많은 영역을 부피에 포함시키게 되어 상대적으로 두께가 얇은 황반 주변부를 많이 포함하게 된다. 반면에 마이너스 디옵터 렌즈 착용 시 상이 상대적으로 뒤쪽에 맺히면서 이로 인해 빛간섭단층촬영에서 나타나는 스캔영역이 렌즈를 착용하지 않은 경우에 비해 더 커지므로 두께가 두꺼운 부분이 촬영에 많이 포함되어 망막 부피의 측정값이 증가하였을 것으로 생각된다. 영역별로 렌즈 착용 전후의 망막두께 변화는 ETDRS 영역의 상측과 비측에서 유의한 변화를 보이는 것으로 나타났는데, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.<sup>6</sup>

본 연구에서는 SD-OCT 촬영 시 전안부 굴절력 6D당 약

0.01 mm<sup>3</sup>의 망막 부피 측정값의 차이를 나타내었다. SD-OCT로 측정된 망막 부피 변화와 관련하여 다음과 같은 내용이 보고된 바 있다. 빛간섭단층촬영을 이용하여 정상안과 녹내장안의 황반 부피 차이를 측정하였을 때 정상안, 녹내장 의심, 초기 녹내장, 진행된 녹내장의 황반부 부피는 각각  $2.37 \pm 0.11 \text{ mm}^3$ ,  $2.33 \pm 0.16 \text{ mm}^3$ ,  $2.27 \pm 0.13 \text{ mm}^3$ ,  $2.12 \pm 0.23 \text{ mm}^3$ 로 질환의 중증도가 증가함에 따라 황반의 부피가 감소하는 소견을 보였다.<sup>14</sup> 망막의 부피와 관련한 또 다른 연구를 살펴보면 다발성경화증 환자 중 fingolimod 치료를 시행한 군에서, 평균망막 부피가 유의하게 증가하였고, 평균 0.025 mm<sup>3</sup>의 부피 변화를 나타내었다.<sup>8</sup> 따라서 본 연구에서 측정된 0.01 mm<sup>3</sup>의 망막 부피 측정값의 차이는 기존 연구의 유의성에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 또한 원추각막환자와 정상 각막의 환자의 망막 부피를 비교한 연구에 따르면 원추각막 환자에서 황반부피가 정상각막에 비해 평균 약 0.01 mm<sup>3</sup> 증가되었음이 보고되었는데, 본 연구에 따르면 이는 원추각막으로 인한 망막의 구조적 변화보다는 전안부의 굴절력 차이에 의한 것으로 해석될 수 있다.<sup>15</sup>

본 연구의 제한점으로는 빛간섭단층촬영 시 촬영 간의 측정값 오차를 고려하지 못하였고 대상자 수가 적었다는 점을 생각할 수 있다. 그리고 콘택트렌즈 착용에 의해 발생하는 눈물막과 각막의 변화 등 렌즈 자체의 영향을 배제할 수 없어 이에 대한 고려가 필요하나, 콘택트렌즈 착용 전후의 시신경섬유층 두께에 대해 비교한 Lee et al<sup>10</sup>의 연구에 따르면 동일한 눈에서 도수가 없는 콘택트렌즈 착용 전후에 측정값의 유의한 변화가 없는 것으로 나타나 실제 연구에 미치는 결과는 크지 않을 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서는 한 번의 측정값으로 통계분석을 시행하여 기기의 재현성에 대한 증명이 부족하여, 추후의 연구에서는 이에 대한 보완이 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 전안부의 굴절값의 변화는 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용하여 측정된 망막 부피값을 변화시킬 수 있다. 그러므로 망막 부피변화에 대한 연구결과 판독 시 전안부 굴절값의 변화에 대한 고려가 필요하다.

## REFERENCES

- 1) Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science* 1991;254:1178-81.
- 2) Forte R, Cennamo GL, Finelli ML, de Crecchio G. Comparison of time domain Stratus OCT and spectral domain SLO/OCT for assessment of macular thickness and volume. *Eye (Lond)* 2009;23:2071-8.
- 3) Goebel W, Franke R. Retinal thickness in diabetic retinopathy: comparison of optical coherence tomography, the retinal thickness analyzer, and fundus photography. *Retina* 2006;26:49-57.
- 4) Cheng CS, Natividad MG, Earnest A, et al. Comparison of the influence of cataract and pupil size on retinal nerve fibre layer thickness measurements with time-domain and spectral-domain optical coherence tomography. *Clin Exp Ophthalmol* 2011;39:215-21.
- 5) 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.
- 6) Odell D, Dubis AM, Lever JF, et al. Assessing errors inherent in OCT-derived macular thickness maps. *J Ophthalmol* 2011;2011:692574.
- 7) Lei F, Burns SA, Shao L, Yang Y. Retinal measurements using time domain OCT imaging before and after myopic Lasik. *Ophthalmic Physiol Opt* 2012;32:222-7.
- 8) Nolan R, Gelfand JM, Green AJ. Fingolimod treatment in multiple sclerosis leads to increased macular volume. *Neurology* 2013;80:139-44.
- 9) Patel NB, Garcia B, Harwerth RS. Influence of anterior segment power on the scan path and RNFL thickness using SD-OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:5788-98.
- 10) Lee J, Kim NR, Kim H, et al. Negative refraction power causes underestimation of peripapillary retinal nerve fibre layer thickness in spectral-domain optical coherence tomography. *British J Ophthalmol* 2011;95:1284-9.
- 11) Littmann H. Determination of the real size of an object on the fundus of the living eye. *Klin Monbl Augenheilkd* 1982;180:286-9.
- 12) Bennett AG, Rudnicka AR, Edgar DF. Improvements on Littmann's method of determining the size of retinal features by fundus photography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1994;232:361-7.
- 13) Lee TH, Park JW, Jeong SH, Park SW. The change of retinal nerve fiber layer thickness after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55:702-10.
- 14) Lederer DE, Schuman JS, Hertzmark E, et al. Analysis of macular volume in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2003;135:838-43.
- 15) Sahebzada S, Amirul Islam FM, Wickremasinghe S, et al. Assessment of macular parameter changes in patients with keratoconus using optical coherence tomography. *J Ophthalmol* 2015;2015:245953.

= 국문초록 =

## 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영 시 전안부 굴절력이 망막 부피 측정에 미치는 변화

**목적:** 콘택트렌즈를 이용하여 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영 시 전안부 굴절력에 따른 망막 부피 측정값의 변화를 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** 기저 질환이 없는 정상 성인 30인 60안을 대상으로 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기(HRA Spectralis+OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 이용하여 망막의 부피를 측정하였다. 빛간섭단층촬영은 황반부를 중심으로 240  $\mu\text{m}$  간격으로 31 section의 볼륨스캔을 시행하였고, 동일한 부위를 +6.0디옵터와 -6.0디옵터의 소프트 콘택트렌즈를 착용하여 전안부의 굴절력을 변화시킨 후 2회 재측정하였다. 후극부의 부피 측정은 볼륨스캔에서 얻은 망막의 단면을 검사자가 수동으로 경계설정 오류를 보정한 후 ImageJ software를 이용하여 각각의 단면적의 넓이를 구하였고, 단면적 간의 간격 240  $\mu\text{m}$ 를 곱하여 부피를 측정하였다.

**결과:** 본 연구에 참여한 평균 연령은  $25.6 \pm 1.5$ 세였고 평균 안축장의 길이는  $25.7 \pm 1.57$  mm였다. 30인 중 남자가 22명 여자는 8명이었고 10명은 과거에 굴절교정수술을 받은 과거력이 있었다. 콘택트렌즈를 착용하지 않고 측정한 망막의 평균부피는  $13.478 \pm 0.050$  mm<sup>3</sup>였고, 동일한 환자에서 +6.0디옵터와 -6.0디옵터 콘택트렌즈를 착용하여 측정한 망막의 평균부피는 각각  $13.468 \pm 0.067$  mm<sup>3</sup>,  $13.482 \pm 0.052$  mm<sup>3</sup>였다. +6.0디옵터 렌즈를 착용한 상태에서는 렌즈를 착용하지 않은 상태에 비해 평균 부피가 유의하게 작은 값으로 측정되었고( $p=0.036$ ), -6.0디옵터 렌즈를 착용한 상태에서는 평균부피가 유의하게 큰 값으로 측정되었다( $p=0.042$ ). 망막 두께변화량은 전안부 안축장의 길이가 길수록 그 변화량이 증가하였고( $r=0.32$ ,  $p<0.05$ ) 중심오목두께는 전안부 굴절력과 관련성을 보이지 않았다( $p=0.463$ ).

**결론:** 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 사용하여 측정한 망막의 부피는 전안부의 굴절력과 안축장의 길이에 영향을 받는다. 따라서 백내장수술 및 굴절교정 수술 등으로 인한 굴절값의 변화는 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용하여 측정된 망막 부피값을 변화시킬 수 있으므로 이에 대한 고려가 필요하다.

〈대한안과학회지 2018;59(2):153-158〉