

## 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용하여 관찰한 정상소아에서 후극부 맥락막의 형태

김지현 · 김진선 · 이규원 · 이정호

제일안과병원

**목적:** 빛간섭단층촬영기 Enhanced depth imaging (EDI) 방법으로 측정한 정상 소아의 후극부 맥락막두께의 변화를 알아보고 안축장과 맥락막두께 사이의 상관관계를 평가하였다.

**대상과 방법:** 구면렌즈대응치가  $\pm 1$  디옵터 이내인 79명 79안을 대상으로 EDI 방법으로 후극부의 수평과 수직단면을 검사하였다. 맥락막두께측정은 두 관찰자가 중심와의 위쪽 아래쪽 1 mm 지점 및 코쪽 3 mm부터 귀쪽 4 mm까지 1 mm 간격으로 내장된 캘리퍼로 측정하였다. 통계적 분석은 망막의 각 지점의 맥락막두께의 변화를 분석하였고, 안축장과 맥락막두께 사이의 상관관계를 평가하였다. EDI측정법의 재현성을 알아보기 위해 유목내상관계수를 구하였다.

**결과:** 평균 나이는 7.67세, 평균 안축장은 22.96 mm였고, 평균맥락막두께는 중심와에서 296.13  $\mu\text{m}$ 였다. 중심와 코쪽 3 mm지점에서 160.57  $\mu\text{m}$ 로 가장 얇았고, 귀쪽 4 mm 지점에서 319.49  $\mu\text{m}$ 로 가장 두꺼웠다( $p < 0.05$ ). 중심와 상측과 하측 1 mm에서는 각각 294.70  $\mu\text{m}$ , 287.11  $\mu\text{m}$ 로 중심와와 차이가 없었다. 평균 안축장보다 짧은 눈에서 코쪽 3 mm와 2 mm의 맥락막두께는 의미있게 두꺼웠다( $p < 0.05$ ). 두 검사자간 유목내상관계수는 0.995 이상이었다.

**결론:** 정상 소아에서 후극부의 맥락막두께는 코쪽에서 귀쪽으로 두꺼워지고 짧은 안축장을 가진 눈은 코쪽 맥락막두께가 더 두꺼운 경향을 보인다.

〈대한안과학회지 2013;54(11):1708-1714〉

Enhanced Depth Imaging (EDI)방법은 단편적이지만 실시간으로 맥락막의 단면을 관찰할 수 있는 유용한 방법으로 알려졌다.<sup>1-4</sup> 특히 협조가 가능하다면 나이에 상관없이 측정할 수 있는 것이 장점이며 소아에 있어서도 충분히 촬영이 가능하다. 현재까지 여러 망막질환 및 정상 성인에 대한 연구는 많이 이루어진 반면에 소아에 대한 연구는 미미하다.<sup>1-9</sup> 더군다나 맥락막은 망막색소상피와 망막의 영양 공급 및 노폐물을 걸러주는 대사과정에 있어 중요한 역할을 하는 것으로 알려졌으며,<sup>10</sup> 망막질환이 발생하는 경우 망막질환에 따라 두께의 변화가 발생하는 경우도 보고되어 망막질환과 연관이 있는 것으로 여겨지며 이에 대한 연구들은 다양하게 시행되고 있다.<sup>4-6,11-21</sup> 이런 변화가 발생하기 전 단계이며 특별한 질환이 없는 소아에서 맥락막의 변화를 잘 관찰한다면 향후 망막질환과 연관된 맥락막의 변

화를 비교 분석할 수 있는 근거자료가 될 수 있을 것으로 생각되며 이를 위해 정상소아에서 맥락막의 두께 및 형태를 관찰하고자 본 연구를 시행하였다.

### 대상과 방법

2011년 6월부터 9월까지 시력검사를 위해 본원을 방문한 3세에서 12세 소아에서 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영이 가능하였던 79명 79안을 대상으로 조사하였다. 모든 대상환자는 세극등검사, 조절마비굴절검사, 각막곡률검사, 최대교정시력, 안저검사, 안축장 및 후극부 맥락막두께를 측정하였다. 대상자 중 미숙아로 태어났거나 특별한 전신질환 있는 경우, 최대교정시력이 0.8 미만인 경우, 이전에 안과적 수술의 과거력이 있거나 망막의 이상소견이 있는 경우는 대상에서 제외하였다.

조절마비굴절검사는 1% 염산싸클로펜톨레이트(Cyclogyl, Alcon, USA)를 5분 간격으로 2회 이상 점안하고 점안 30-40분 후 동공산대 및 대광반사의 소실을 확인한 후 굴절검사를 시행하여 구면렌즈대응치를 측정하였다. 맥락막두께의 하루 변동을 제외하기 위해 모든 대상자는 오후 12시에서 4시 사이에 측정을 하였다. Enhanced Depth Imaging

■ Received: 2013. 5. 25.      ■ Revised: 2013. 7. 26.  
■ Accepted: 2013. 10. 17.  
■ Address reprint requests to Jung Ho Lee, MD  
Cheil Eye Hospital, #1 Ayang-ro, Dong-gu, Daegu 701-820, Korea  
Tel: 82-53-959-1751, Fax: 82-53-959-1758  
E-mail: eyejholee@hotmail.com

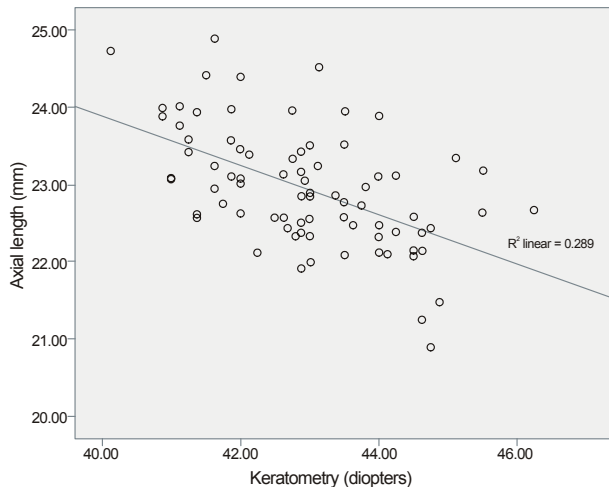
(EDI) 방법은 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기(Spectralis OCT, Heidelberg engineering, Heidelberg, Germany)를 망막을 찍을 때 보다 대물렌즈를 눈에 가까이 가져가면 영상이 뒤집히면서 맥락막이 더 선명하게 관찰되는 방법이며 맥락막두께의 측정은 중심와를 가로지르는 EDI 방법으로 수직 및 수평의 맥락막 영상을 얻은 후 내장된 경계설정 기능을 이용하여 내경계막과 브루크막을 확인하였으며, 중심와를 중심으로 코쪽으로 1000  $\mu\text{m}$  간격으로 3000  $\mu\text{m}$ 까지 N1, N2, N3로 지정하였고, 귀쪽으로 1000  $\mu\text{m}$  간격으로 4000  $\mu\text{m}$ 까지 T1, T2, T3, T4로 지정하였다. 중심와를 중심으로 위쪽 1000  $\mu\text{m}$  떨어진 지점을 S1, 그리고 아래쪽 1000  $\mu\text{m}$  떨어진 지점을 I1으로 지정하였고, 각 지점에서 망막색소상피인 고반사선의 외측에서 맥락막-공막의 경계(chorioscleral interface)까지의 수직거리를 내장된 캘리퍼를 이용하여 측정하였다. 평균 맥락막의 두께는 두 명의 관찰자가 각 지점에서 측정한 맥락막두께의 평균을 구하여 나타내었고, EDI 측정법으로 구한 맥락막두께 측정의 재현성을 알아보기 위해 맥락막두께의 일치 정도를 상관분석을 이용하여 평가하였다. 안축장은 부분 결합 간섭계인 IOL Master (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)를 이용하

여 측정하였으며 신호대잡음비(Signal to noise ratio, SNR)가 2.1보다 작은 경우나 안축장의 길이를 측정할 수 없는 경우는 없었다. 통계학적 분석은 PASW Statistics 18.0 version (SPSS inc., Chicago, IL)을 이용하여 분석하였다. 망막의 각 지점간의 맥락막의 두께 차이는 One-way analysis of variance (ANOVA)를 이용하여 평균 및 표준편차를 분석하였고, 맥락막두께와 연령, 성별, 안축장, 각막곡률치, 구면렌즈대응치 간의 상관관계를 분석하기 위하여 단계적 선택법을 이용하여 선형회귀분석을 시행하여 유의한 인자를 확인하였다. 각 관찰자 간의 맥락막두께 측정의 재현성을 분석하기 위하여 유목내상관계수(Intraclass correlation coefficient)를 구하여 비교하였으며,  $p < 0.05$ 인 경우에 통계학적으로 유의한 것으로 고려하였다.

## 결 과

총 79명(79안)을 대상으로 하였고 남아는 35명, 여아는 44명이었으며 대상군의 나이는 평균 7.67세(만 3세에서 12세), 평균 각막곡률치는  $42.95 \pm 1.30$  디옵터였으며, 구면렌즈대응치는 평균  $-0.03 \pm 0.56$  디옵터였다. 평균 안축장은  $22.96 \pm 0.77$  mm (20.89~24.89 mm)였고, 중심와아래 맥락막두께는 평균  $296.13 \pm 61.36$   $\mu\text{m}$ 였다(Table 1). 각막곡률치와 안축장사이에는 음의 상관관계를 보였다( $p < 0.05$ )(Fig. 1).

중심와를 가로지르는 수평단면의 T4, T3, T2, T1지점에서 맥락막의 평균두께는 각각 319.49  $\mu\text{m}$ , 314.33  $\mu\text{m}$ , 307.68  $\mu\text{m}$ , 302.77  $\mu\text{m}$ 였고, N1, N2, N3의 맥락막의 평균두께는 각각 160.57  $\mu\text{m}$ , 209.19  $\mu\text{m}$ , 256.90  $\mu\text{m}$ 였다. 한국인 소아에서 각 지점의 맥락막의 평균두께는 중심와보다 이측이 두꺼웠으며 그 다음으로 중심와, 중심와의 비측 순으로 얇아졌으며 T4지점이 가장 두껍고 N3지점이 가장 얇은 것으로 측정되었다( $p < 0.05$ )(Table 2)(Fig. 2). 중심와를 가로지르는 수직단면의 S1, I1지점에서 맥락막의 평균두께는 각각 294.70  $\mu\text{m}$ , 287.11  $\mu\text{m}$ 였고 중심와가 상측과 하측보다 더 두꺼웠으나 통계적으로 의미를 보이지는 않았



**Figure 1.** Scatterplot of axial length and keratometry of all subjects shows a significant negative correlation ( $p < 0.05$ ).

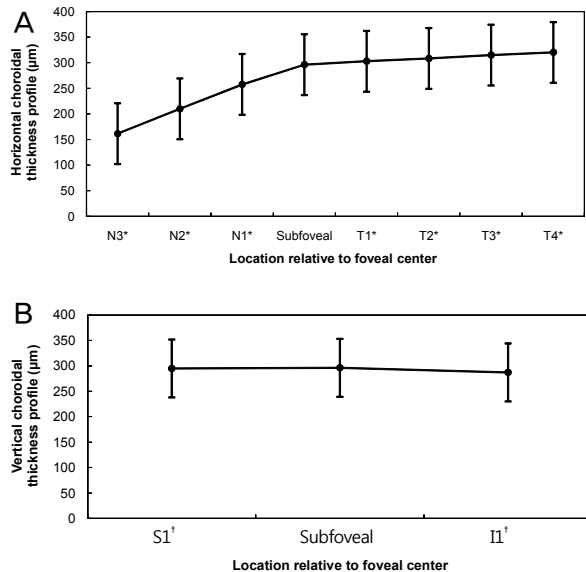
**Table 1.** Demographics of patients

	Overall (range)
Number of eyes	79
Sex (Male : Female)	35 : 44
Age (years)	$7.67 \pm 2.11$ (3 ~ 12)
Corneal keratometry (diopter)	$42.95 \pm 1.30$ (39.75 ~ 47.50)
Spherical equivalent (diopter)	$-0.03 \pm 0.56$ (-1.00 ~ +1.00)
Axial length (mm)	$22.96 \pm 0.77$ (20.89 ~ 24.89)
Subfoveal choroidal thickness ( $\mu\text{m}$ )	$296.13 \pm 61.36$ (282.38 ~ 309.87)

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

다(Fig. 2).

연령에 따른 맥락막두께를 비교하였을 때 전체대상자의 각 연령에 따른 망막의 각 지점에서의 맥락막두께는 통계적으로 의미있는 차이를 볼 수 없었으며( $p>0.05$ ) 만 10세를 기준으로 만 3세에서 9세(67안), 만 10세에서 12세(17안)의 두 군으로 나누어 망막의 각 지점별로 맥락막두께를



**Figure 2.** Horizontal (A) and vertical (B) choroidal thickness profile. N3\* = nasal 3000 μm; N2\* = nasal 2000 μm; N1\* = nasal 1000 μm; T1\* = temporal 1000 μm; T2\* = temporal 2000 μm; T3\* = temporal 3000 μm; T4\* = temporal 4000 μm; S1\* = superior 1000 μm; I1\* = inferior 1000 μm.

비교한 경우 N3, N2, N1에서 다른 지점보다 맥락막두께가 얇은 경향이 있었으나 의미있는 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ) (Table 2).

성별에 따른 망막의 각 지점별 맥락막두께의 분석에서는 의미있는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

안축장에 따른 맥락막두께의 변화에서 평균 안축장은 22.96 mm였고 이를 기준으로 대상자의 안축장이 평균값보다 적은 경우와 이상인 경우를 비교하였을 때 평균 맥락막두께는 N3지점에서 각각 146.79 μm, 175.24 μm ( $p=0.011$ ) (Table 2), N2지점에서 각각 194.47 μm, 223.79 μm ( $p=0.033$ ) (Table 2)으로 의미있는 차이를 보였으며 다른 망막지점에서의 맥락막의 두께는 통계적으로 차이를 보이지 않았다.

선형회귀분석에서 성별, 연령, 각막곡률치, 구면렌즈대응치 및 안축장에 따른 맥락막두께 변화를 살펴보면 안축장과 맥락막두께는 음의 상관관계를 나타내며 단계적 선택법(stepwise selection)을 이용한 선형회귀분석에서 맥락막두께와 가장 유의한 관계를 가진 인자는 안축장이었으며 본 연구의 대상자에서 안축장이 1 mm 증가할수록 21.91 μm 감소하였다( $r=0.275$ ,  $p=0.014$ ). 제외된 요인으로는 성별( $p=0.837$ ), 연령( $p=0.610$ ), 각막곡률치( $p=0.389$ ), 구면렌즈대응치( $p=0.148$ )로 통계적으로 의미를 보이지 않았다(Table 3).

두 명의 관찰자간의 맥락막두께에 대한 유목내상관계수는 0.995에서 0.998 사이로 두 관찰자간 높은 일치율을 보였다(Table 4).

**Table 2.** Choroidal thickness according to Age, Axial length (AL), and Sex at each location

	N3	N2	N1	Subfoveal	T1	T2	T3	T4
Mean choroidal thickness (μm)	160.57 ± 50.86	209.19 ± 59.51	256.90 ± 61.01	296.13 ± 61.36	302.77 ± 59.75	307.68 ± 55.98	314.33 ± 62.38	319.49 ± 74.61
p-value*	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Age (years)								
3-9	166.99 ± 53.30	212.19 ± 61.66	259.92 ± 62.11	297.75 ± 57.46	302.77 ± 57.46	308.02 ± 53.52	315.23 ± 55.72	323.13 ± 69.78
10-12	141.74 ± 30.30	210.71 ± 49.88	249.35 ± 58.47	290.85 ± 66.35	303.91 ± 67.62	310.00 ± 63.68	314.38 ± 81.74	308.97 ± 90.11
p-value*	0.056	0.456	0.498	0.770	0.921	0.918	0.880	0.501
AL (mm)								
<22.96	175.24 ± 56.33	223.79 ± 60.10	268.48 ± 56.43	306.00 ± 52.19	310.28 ± 51.80	312.11 ± 46.13	317.30 ± 50.75	325.33 ± 68.07
≥22.96	146.79 ± 37.92	194.97 ± 55.07	245.96 ± 64.55	285.76 ± 67.86	295.18 ± 66.40	304.49 ± 64.45	312.62 ± 72.37	315.14 ± 80.10
p-value*	0.011	0.033	0.104	0.109	0.264	0.453	0.762	0.580
Sex								
Male	156.54 ± 43.51	207.29 ± 54.80	259.17 ± 62.62	301.67 ± 65.84	304.27 ± 61.38	305.29 ± 54.61	312.11 ± 56.28	314.16 ± 69.61
Female	165.55 ± 54.98	212.03 ± 62.94	256.43 ± 60.60	291.97 ± 56.66	302.02 ± 58.42	310.95 ± 56.65	317.39 ± 66.33	325.68 ± 77.98
p-value*	0.469	0.713	0.884	0.509	0.775	0.677	0.778	0.550

Values are presented as mean ± SD.

AL = axial length; N3 = nasal 3000 μm; N2 = nasal 2000 μm; N1 = nasal 1000 μm; T1 = temporal 1000 μm; T2 = temporal 2000 μm; T3 = temporal 3000 μm; T4 = temporal 4000 μm.

\*One-way ANOVA.

**Table 3.** Multiple linear regression model with stepwise selection for subfoveal choroidal thickness by age, sex, axial length, spherical equivalent, and corneal keratometry

Factor	Coefficient	Standardized coefficient	p-value
Intercept	799.158	-	-
Axial length	-21.91	-0.275	0.014
Age	-	-	0.610
Sex	-	-	0.837
Spherical equivalent	-	-	0.148
Corneal keratometry	-	-	0.389

Subfoveal choroidal thickness =  $799.158 + (-21.91 \times \text{Axial length})$  (F: 6.298,  $p=0.014$ ,  $R^2 = 0.064$ ).

**Table 4.** Reproducibility of the choroidal thickness by two observers at each location

	Intraclass correlation coefficient	95% Confidence interval	p-value
N3	0.996	0.994-0.998	<0.001
N2	0.997	0.996-0.998	<0.001
N1	0.996	0.994-0.998	<0.001
Subfoveal	0.996	0.994-0.998	<0.001
T1	0.996	0.994-0.997	<0.001
T2	0.995	0.993-0.997	<0.001
T3	0.997	0.995-0.998	<0.001
T4	0.998	0.997-0.999	<0.001

N3 = nasal 3000  $\mu\text{m}$ ; N2 = nasal 2000  $\mu\text{m}$ ; N1 = nasal 1000  $\mu\text{m}$ ; T1 = temporal 1000  $\mu\text{m}$ ; T2 = temporal 2000  $\mu\text{m}$ ; T3 = temporal 3000  $\mu\text{m}$ ; T4 = temporal 4000  $\mu\text{m}$ .

## 고 찰

맥락막의 두께는 안축장, 굴절이상, 안압류압 등의 눈과 관련된 변수뿐 아니라 성별, 나이, 당뇨병, 약물의 사용 등의 전신상태에 의해서도 영향을 받는 것으로 알려졌다.<sup>1,3,4,8,22-24</sup> 성인에 대한 맥락막의 연구는 현재까지 성별, 여러 질환에 따라 혹은 굴절이상과 안축장 등에 따른 변화를 관찰한 연구가 이루어져 있으나 소아의 경우 이에 대한 연구는 드물며 한국인의 소아에 대한 연구는 없는 바이다.<sup>1-4,6,11-21</sup>

본 연구의 대상자는 전신질환이 없는 건강한 소아를 대상으로 하였고 또한 하루 동안 맥락막 두께의 변동을 배제하기 위해 오후 12시에서 4시 사이에 검사를 시행하여 이러한 요인에 대한 영향을 줄이기 위해 노력하였다.<sup>25</sup> 더불어 굴절이상에 따른 맥락막두께의 차이를 배제하기 위하여 각막곡률치가 차이는 있으나 구면렌즈대응치가  $\pm 1$  디옵터 이내의 경우만을 대상으로 하였고 연구대상인 79인의 평균 구면렌즈대응치가  $-0.03$  디옵터이었으므로 굴절력에 대한 영향은 없을 것으로 생각하며 선형회귀분석에서도 각막곡률치 및 구면렌즈대응치는 의미 있는 인자가 아닌 것으로 분석되었다.

연령에 따른 맥락막두께는 Ruiz-Moreno et al<sup>9</sup>이 스페인의 소아(평균 9.6세)를 대상으로 Swept source-OCT(SS-OCT)를 이용하여 측정된 중심와 아래 맥락막두께를 312  $\mu\text{m}$ 로 보고하였으며 본 연구의 Spectralis® OCT를 이

용하여 평균 7.7세의 소아에서 296.13  $\mu\text{m}$ 로 측정된 결과와 약간의 차이를 보인다. 이러한 차이는 인종적 차이에 의해서 일 수도 있으며 측정 도구인 빛간섭단층촬영기가 더 장파장을 이용하여 측정하는 방법이므로 망막색소상피세포의 투과율이 더 높아 더 두껍게 측정되었을 가능성도 있다. 또한 같은 동양인에서 일본인을 대상으로 Spectralis® OCT를 이용하여 맥락막두께를 측정한 연구에서는 10세 이전에서 360.6  $\mu\text{m}$  10에서 19세에서는 310.7  $\mu\text{m}$ 를 보고하였는데<sup>26</sup> 본 연구와 차이를 보이는 이유는 대상자가 10세 이전은 12명, 10-19세 사이는 11명으로 대상자의 차이와 굴절 이상을 가진 경우를 포함하고 있기 때문인 것으로 여겨진다.

이전에 한국인의 근시환자를 대상으로 평균 25.44세의 성인에서 중심와아래 맥락막두께를 281.47  $\mu\text{m}$ 로 보고한 결과는 본 연구의 중심와아래 맥락막두께 296.13  $\mu\text{m}$ 보다 얇은 것으로 이는 맥락막의 두께가 연령의 변화에 따라 두께 감소를 보이는 것과 대상자가 근시환자였으므로 그 차이를 설명할 수 있을 것이다.<sup>1</sup>

정상 성인을 대상으로 하여 망막의 각 지점에 측정된 맥락막의 두께를 비교하여 보면 기존 성인을 대상으로 한 연구에서는 중심와아래 맥락막두께가 가장 두꺼우며 그 다음으로 이측 그리고 비측으로 갈수록 얇은 것으로 보고되었다.<sup>1,3-5</sup> Margolis and Spaide<sup>3</sup>는 Heidelberg Spectralis를 이용하여 평균 나이 50.4세의 정상 성인을 대상으로 중심와아래 맥락막두께가 평균 287  $\mu\text{m}$ 로 가장 두꺼웠으며, 중심와에서 이측으로 3000  $\mu\text{m}$  떨어진 곳에서 261  $\mu\text{m}$ , 중심

와에서 비측으로 3000  $\mu\text{m}$  떨어진 곳이 145  $\mu\text{m}$ 로 보고하여 중심와지역, 이측, 비측 순으로 두께가 얇아진다고 하였으며, Ikuno et al<sup>5</sup>은 평균 39.4세의 건강한 일본인을 대상으로 High-penetration OCT를 이용하여 중심와아래 맥락막두께가 354  $\mu\text{m}$ 로 가장 두꺼웠으며, 중심와에서 이측으로 3000  $\mu\text{m}$  떨어진 곳에서 337  $\mu\text{m}$ , 중심와에서 비측으로 3000  $\mu\text{m}$  떨어진 곳에서 227  $\mu\text{m}$ 로 보고하여 이전 보고와 같은 양상을 보였다. 성인의 경우와는 다르게 본 연구의 소아를 대상으로 한 경우에는 중심와 이측 T3지점이 319.49  $\mu\text{m}$ 로 가장 두꺼웠으며 그 다음으로 중심와지역이 296.13  $\mu\text{m}$  그리고 중심와 비측 N3지점이 160.57  $\mu\text{m}$ 로 가장 얇은 경향을 보였고 이는 소아를 대상으로 한 다른 연구에서도 동일하였다.<sup>9</sup>

그리고 Chen et al<sup>27</sup>은 평균 38세의 환자를 대상으로 중심와지역과 중심와에서 3000  $\mu\text{m}$  떨어진 비측과 이측에서의 맥락막두께를 측정된 연구에서는 중심와지역이 334  $\mu\text{m}$ 로 가장 두껍고 그 다음으로 이측이 282  $\mu\text{m}$ , 비측이 188  $\mu\text{m}$ 순으로 얇아지는 것으로 보고하였으며 특히 안축장에 23.5 mm 이하인 경우에는 이러한 맥락막두께의 비대칭 분포의 특징이 줄어들며 안축장이 길어질수록 맥락막두께의 차이가 더 두드러지는 것으로 보고하였다. 이런 망막의 각 지점별로 성인과 다른 양상을 보이는 것은 나이가 들어감에 따른 맥락막 혈관변화와 관련이 있다고 하였으며 10세 이전과 이후를 비교한 연구의 맥락막두께를 살펴보면 10대에서 중심와 이측은 점점 두께가 얇아져 성인의 형태로 보이는 양상을 띄게 되며 이런 변화는 아마도 맥락막 성장 및 성숙과 관련된 혈관의 리모델링(vascular remodeling)에 의한 것과 황반부의 대사요구량이 주위 망막부분보다 높아 상대적으로 중심와지역의 맥락막두께는 유지되며 이측의 맥락막의 두께의 상대적 감소를 보이는 것으로 추론하였다.<sup>9</sup> 본 연구에서는 대상자가 만 3세에서 12세로 한정되어있어 이전 연구처럼 만 10세를 기준으로 나누기에는 다소 무리가 있으나 이를 기준으로 비교했을 때 맥락막의 두께의 의미있는 차이는 없었다.

안축장에 따른 맥락막두께의 차이를 살펴보면 본 연구에서 평균 안축장 22.96 mm보다 짧은 경우 중심와 비측의 N2, N3지점에서 평균안축장보다 긴 경우보다 맥락막두께가 유의하게 더 두껍게 측정되었다. 즉 안축장이 짧을수록 중심와 비측의 맥락막두께가 상대적으로 더 두꺼운 것이 확인되었으며 안축장이 길어질수록 즉 안구의 축성 성장이 이루어질수록 중심와 비측의 맥락막두께가 점점 얇아지는 것을 알 수 있었다.

단계적 선택법을 이용한 선행회귀분석에서 연령, 성별, 각막곡률치, 구면대응치 및 안축장과 맥락막두께의 관계를

살펴보았는데 이중에서 연령과 성별 및 각막곡률치, 구면대응치는 본 연구에서는 맥락막두께에 영향을 미치는 요인으로 분석되지 않았으며 유일하게 안축장이 맥락막의 두께와 연관된 유의한 인자였으며 음의 상관관계를 보였다. 맥락막의 두께는 연령과 가장 관련이 많은 것으로 되어있으나 이는 전체 연령을 대상으로 하였을 경우에 이런 결과를 보이는 것으로 생각되며 특히 소아를 대상으로 한 경우에는 본 연구에서와 같이 맥락막두께와 연관이 있는 인자로 고려되지 않을 것으로 생각한다. 그리고 성인을 대상으로 한 연구에서는 성별이 맥락막의 두께에 영향을 미치는 요인으로 알려졌으나 본 연구에서는 성별이 통계적으로 의미있는 영향을 주는 요인이 아닌 것으로 분석되었으며 보다 많은 소아에서 성별에 따른 맥락막두께를 비교하는 연구가 필요할 것으로 보인다.<sup>1,8</sup>

다른 연구에서도 안축장이 맥락막두께와 가장 연관된 인자로 분석한 경우도 있으며 특히 대상자가 젊을수록 연령은 의미있는 인자로 발견되지 않는 경향을 보였다.<sup>3,26,27</sup> 보고에 따르면 안축장은 10대까지 변화가 가장 많으며 20세 이후로는 후극부 포도종(posterior staphyloma), 저안압증, 공막돌출술 시행상태와 같은 경우를 제외한다면 거의 바뀌지 않는다고 한다.<sup>28</sup> 따라서 비교적 연구대상이 젊은 경우 연령보다는 안축장이 더 큰 요인으로 작용하리라 생각되며 본 연구에서와 같이 특히 소아에서는 안축장이 맥락막두께와 가장 연관된 요인으로 생각해 볼 수 있겠다.

본 연구에서 연령과 성별을 보정한 경우 안축장이 1 mm 증가할수록 맥락막두께는 21.91  $\mu\text{m}$  감소하는 것으로 분석되었다. 기존 근시환자의 성인을 대상으로 한 Kim et al<sup>1</sup>의 연구에서 1 mm 증가할수록 33.99  $\mu\text{m}$  감소하는 것과 차이를 보이는데 본 연구에서 굴절력이  $\pm 1$  디옵터 이내인 경우만을 대상으로 하였으므로 비록 대상자가 다르지만 맥락막의 두께를 예측하는데 굴절력에 의한 요인을 배제할 수 있을 것으로 생각된다.

EDI 측정법의 재현성을 비교하는데 있어 두 명의 관찰자 간 유목대상관계수가 0.995-0.998로 상당히 높았으므로 Spectralis® OCT를 이용한 EDI방법은 맥락막두께 측정에 있어 재현성이 높은 검사로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 맥락막의 두께 측정은 현재까지 자동화된 소프트웨어가 없으므로 내장된 캘리퍼를 이용하여 수동으로 측정하여 실제 맥락막의 두께와 차이를 보일 수 있다.

앞으로 필요한 연구과제로는 소아에서의 굴절이상인 환자를 대상으로 하여 안축장과 굴절력에 따른 맥락막의 두께를 측정하여 비교하는 연구가 필요할 것으로 생각되며 결론적으로 한국인의 정상소아에서 맥락막의 두께는

중심와 이측의 맥락막두께가 가장 두꺼우며 그 다음으로 중심와, 그리고 중심와 비측순으로 두께가 얇아지며 안축장이 짧을수록 중심와 비측의 맥락막두께가 더 두꺼운 것으로 결론할 수 있겠다.

## REFERENCES

- Kim EJ, Kim JH, Koo SH, et al. Choroidal thickness changes according to the refractive errors and axial length in Korean myopia patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:1814-22.
- Spaide RF, Koizumi H, Pozzoni MC. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2008;146:496-500.
- Margolis R, Spaide RF. A pilot study of enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in normal eyes. *Am J Ophthalmol* 2009;147:811-5.
- Kim KH, Kim DG. The relationship among refractive power, axial length and choroidal thickness measured by SD-OCT in myopia. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:626-31.
- Ikuno Y, Kawaguchi K, Nouchi T, Yasuno Y. Choroidal thickness in healthy Japanese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:2173-6.
- Fujiwara T, Imamura Y, Margolis R, et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol* 2009;148:445-50.
- Agawa T, Miura M, Ikuno Y, et al. Choroidal thickness measurement in healthy Japanese subjects by three-dimensional high-penetration optical coherence tomography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249:1485-92.
- Li XQ, Larsen M, Munch IC. Subfoveal choroidal thickness in relation to sex and axial length in 93 Danish university students. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:8438-41.
- Ruiz-Moreno JM, Flores-Moreno I, Lugo F, et al. Macular choroidal thickness in normal pediatric population measured by Swept-Source Optical Coherence Tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:353-9.
- Harris A, Bingaman DP, Ciulla TA, Martin BJ. Retina and choroidal blood flow in health and disease. In: Ryan SJ, Ogden TE, Hinton DR, eds. *Retina*, 4th ed. Philadelphia: Elsevier, 2006; 83-102.
- Kim SW, Oh J, Kwon SS, et al. Comparison of choroidal thickness among patients with healthy eyes, early age-related maculopathy, neovascular age-related macular degeneration, central serous chorioretinopathy, and polypoidal choroidal vasculopathy. *Retina* 2011;31:1904-11.
- Cho JH, Bae SH, Han JR, et al. Comparison of choroidal thickness in eyes with central serous chorioretinopathy, asymptomatic fellow eyes and normal eyes. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:87-93.
- Lee SH, Chung H, Kim HC. Subfoveal choroidal thickness in fellow eyes of patients with central serous chorioretinopathy. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:982-7.
- Chung SE, Kang SW, Lee JH, Kim YT. Choroidal thickness in polypoidal choroidal vasculopathy and exudative age-related macular degeneration. *Ophthalmology* 2011;118:840-5.
- Manjunath V, Goren J, Fujimoto JG, Duker JS. Analysis of choroidal thickness in age-related macular degeneration using spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2011;152:663-8.
- Switzer DW Jr, Mendonca LS, Saito M, et al. Segregation of ophthalmoscopic characteristics according to choroidal thickness in patients with early age-related macular degeneration. *Retina* 2012;32:1265-71.
- Ueta T, Obata R, Inoue Y, et al. Background comparison of typical age-related macular degeneration and polypoidal choroidal vasculopathy in Japanese patients. *Ophthalmology* 2009;116:2400-6.
- Ikuno Y, Tano Y. Retinal and choroidal biometry in highly myopic eyes with spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50:3876-80.
- Fong AH, Li KK, Wong D. Choroidal evaluation using enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography in Vogt-Koyanagi-Harada disease. *Retina* 2011;31:502-9.
- Say EA, Shah SU, Ferenczy S, Shields CL. Optical coherence tomography of retinal and choroidal tumors. *J Ophthalmol* 2011;2011:385058.
- Shields CL, Perez B, Materin MA, et al. Optical coherence tomography of choroidal osteoma in 22 cases: evidence for photoreceptor atrophy over the decalcified portion of the tumor. *Ophthalmology* 2007;114:e53-8.
- Maul EA, Friedman DS, Chang DS, et al. Choroidal thickness measured by spectral domain optical coherence tomography: factors affecting thickness in glaucoma patients. *Ophthalmology* 2011;118:1571-9.
- Esmateelpour M, Považay B, Hermann B, et al. Mapping choroidal and retinal thickness variation in type 2 diabetes using three-dimensional 1060-nm optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:5311-6.
- Vance SK, Imamura Y, Freund KB. The effects of sildenafil citrate on choroidal thickness as determined by enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Retina* 2011;31:332-5.
- Brown JS, Flitcroft DI, Ying GS, et al. In vivo human choroidal thickness measurements: evidence for diurnal fluctuations. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50:5-12.
- Fujiwara A, Shiragami C, Shirakata Y, et al. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography of subfoveal choroidal thickness in normal Japanese eyes. *Jpn J Ophthalmol* 2012;56:230-5.
- Chen FK, Yeoh J, Rahman W, et al. Topographic variation and interocular symmetry of macular choroidal thickness using enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:975-85.
- Atchison DA, Jones CE, Schmid KL, et al. Eye shape in emmetropia and myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:3380-6.

**=ABSTRACT=**

## The Posterior Choroidal Profiles Measured by Spectral Domain Optical Coherence Tomography in Healthy Korean Children

Jee Hyun Kim, MD, Jin Seon Kim, MD, Kyoo Won Lee, MD, PhD, Jung Ho Lee, MD

*Cheil Eye Hospital, Daegu, Korea*

**Purpose:** We assessed changes of the choroidal thickness in healthy Korean children using enhanced depth imaging (EDI) optical coherence tomography (OCT) and evaluated the association of choroidal thickness and axial length.

**Methods:** Seventy-nine eyes (79 children) within  $\pm 1$  diopter spherical equivalent underwent horizontal and vertical scan using EDI OCT. Two observers determined independently the choroidal thickness at 1 mm intervals from 3 mm nasal and 4 mm temporal to the fovea and 1 mm superior and inferior to the fovea using the manual caliper provided by the device software. Statistical analysis was performed to evaluate variations of choroidal thickness at each location and to correlate choroidal thickness and axial length. Intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated.

**Results:** The subjects' mean age was 7.67 years. The mean axial length was 22.96 mm and mean subfoveal choroidal thickness was 296.13  $\mu\text{m}$ . The thinnest choroidal thickness was 160.57  $\mu\text{m}$  at 3 mm nasal to the fovea and the thickest was 319.49  $\mu\text{m}$  at 4 mm temporal to the fovea. The choroidal thickness at 1 mm superior (294.70  $\mu\text{m}$ ) and inferior (287.11  $\mu\text{m}$ ) to the fovea showed no statistical significance compared with the subfoveal choroidal thickness. The mean choroidal thickness was thicker at 3 mm and 2 mm nasal to the fovea in eyes with shorter than the mean axial length ( $p < 0.05$ ). For the assessment of intra-observer reproducibility, the ICC ranged from 0.995 to 0.998 ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** The choroidal thickness increased from the nasal to the temporal direction at the posterior pole and eyes with shorter axial lengths tended to present thicker choroids at the nasal area in healthy Korean children.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(11):1708-1714

**Key Words:** Choroidal Thickness, Healthy Korean Children, SD-OCT

---

Address reprint requests to **Jung Ho Lee, MD**

Cheil Eye Hospital

#1 Ayang-ro, Dong-gu, Daegu 701-820, Korea

Tel: 82-53-959-1751, Fax: 82-53-959-1758, E-mail: eyejholee@hotmail.com