대한안과학회지 2014년 제 55 권 제 6 호
J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(6):833-839
pISSN: 0378-6471 · eISSN: 2092-9374
http://dx.doi.org/10.3341/jkos.2014.55.6.833

Original Article

스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영을 이용한 정시안과 근시안의 황반 형태 연구

A Study of Foveal Shape in Emmetropia and Myopia Using Spectral Domain Optical Coherence Tomography

김민석 · 김재석 · 최 진 · 김정훈 · 오원혁

Min Seok Kim, MD, Jae Suk Kim, MD, PhD, Jin Choi, MD, Jung Hoon Kim, MD, Won Hyuk Oh, MD

인제대학교 의과대학 상계백병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To investigate the shape of normal fovea in Korean subjects in their 20's using spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT).

Methods: One hundred-twelve emmetropic eyes of 60 subjects and 100 myopic eyes of 58 subjects between 20 and 29 years of age were included in this study. Central foveal thickness (CFT), regional maximal retinal thickness (MRT), pit diameter, pit depth, and slope were obtained using Spectralis OCT and analyzed according to spherical equivalent and gender.

Results: In emmetropic and myopic eyes, MRT was significantly thinner temporally ($p < 0.001$) than in other regions and pit diameter was wider horizontally than vertically ($p < 0.001$). The CFT was significantly thicker and all regional MRT was thinner in myopic eyes than in emmetropic eyes ($p < 0.001$). Foveal pits were narrower and shallower in myopic eyes ($p < 0.001$). In both groups, CFT and all regional MRT in males were significantly thicker than in females ($p < 0.05$); however, no difference between the genders in horizontal pit diameter, pit depth, and slope were found.

Conclusions: In normal subjects, statistically significant differences were found in foveal shapes between subjects with different spherical equivalent and gender. These differences should be considered when interpreting a foveal shape. Knowledge of the normal foveal morphology is important when conducting further macular studies.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(6):833-839

Key Words: Macular thickness, Myopia, Pit morphology, Spectral-domain OCT

망막의 중심부는 중심와(fovea)라는 직경 1.5 mm 정도의 함몰되어 있는 오목한 부위로 임상적으로 황반(macula lutea)이라고 지칭된다. 황반의 중심부에는 직경 약 0.5 mm 정도의 무혈관부위(avascular zone)가 있는데 이 부분은 주변의 혈관부위망막(vascularized retina)에 비해 탄력성이 더 크고 변형이 쉬워 안압과 안구 성장에 따른 망막 신장(retinal stretch)에 의해 중심오목이 생긴다고 알려졌다.[1] 발생학적으로 중심오목은 시간이 지나면 더 깊어져 생후 4개월에는 망막내층과 외층이 황반에서 원심성으로 멀어져 얇아지며 원뿔세포가 구심성으로 황반에 모이게 된다.[2] 황반의 이런 발달과정은 개인 간 정도의 차이가 있고 결국 구조적 차이를 유발하게 된다.[3] 황반의 형태를 객관적으로 측정하는 것은 황반 질환의 위험성을 판단하고 경과를 관찰하며 치료의 효과를 판정할 수 있는 근거가 되기 때문에 임상적으로 매우 중요하다.

■ **Received:** 2013. 11. 1. ■ **Revised:** 2013. 12. 23.
■ **Accepted:** 2014. 4. 24.

■ Address reprint requests to **Jae Suk Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Inje University Sanggye Paik Hospital, #1342 Dongil-ro, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea
Tel: 82-2-950-1096, Fax: 82-2-935-6904
E-mail: 991027js@hanmail.net

ⓒ *2014 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.

빛간섭단층촬영기(optical coherence tomography, OCT)는 비침습적으로 망막의 10개 층 구조를 높은 해상도로 구분할 수 있으며 망막의 두께를 정량적으로 평가할 수 있다. 스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영기(spectral-domain OCT, SD OCT)는 기존의 시간 영역 빛간섭단층촬영기(time-domain OCT, TD OCT)에 비해 향상된 스캔 속도로 더 높은 해상도의 이미지를 제공할 수 있다.[4,5] 이러한 장점으로 황반처럼 아주 미세한 구조를 분석하고 작은 변화를 초기에 감지할 수 있게 되었고 몇몇 연구에서 OCT를 이용하여 황반 형태의 정량적인 평가 및 여러 가지 요인에 따른 차이를 알아내고자 하였다. SD OCT를 이용하여 황반 두께를 측정한 논문에서 측정자 내 반복성 및 측정자 간 재현성은 뛰어난 결과를 보였고[6,7] 이는 TD OCT와 비교해도 더 뛰어난 것으로 나타났다.[5] 연령이 증가할수록 황반 두께가 감소한다는 보고가 있으나[8,9] 유의한 관계가 없거나[10] 증가한다는 보고도 있어[6,11] 아직 논란이 있다. 그 외에도 황반 두께에 영향을 미치는 요인들로는 성별,[8,11,12] 인종별,[12,13] OCT 기종별,[5,14] 근시의 정도[15-18] 등이 보고되었다.

하지만 이런 연구들은 대상자의 굴절이상과 연령의 범위가 넓어 정상 황반 형태를 파악하기 위해서는 이러한 요인들을 적절히 통제하는 것이 필요할 것으로 생각한다. 또 OCT를 이용하여 황반두께를 측정할 때 대부분의 논문에서 ETDRS (early treatment diabetic retinopathy study)의 9개 subfield[19]를 이용하였는데 이 방법은 구역별 평균두께는 알 수 있으나 황반의 구체적인 형태를 이해하기에는 제한점이 있다. 따라서 본 연구에서는 한국인 20대의 정시안, 근시안에서 SD OCT 중 Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 이용하여 황반의 형태를 분석하였고 기존의 논문에서 제시한 황반 두께 측정방법과 다른 방법을 통해 황반의 형태를 이해하는 데 도움이 되고자 하였다.

대상과 방법

2013년 3월부터 8월까지 본원 안과에 내원한 지원자 중 정시안을 가진 60명 112안, 근시안을 가진 58명 100안을 대상으로 하였다. 대상자의 연령은 20대로 제한하여 연령에 따른 차이를 최소화하고자 하였다. 고혈압, 당뇨병 등의 전신질환 및 안질환이 없으며 굴절교정수술을 포함한 안과적 수술의 과거력이 없고, 최대교정시력이 한식 표준시시력표에서 0.8 이상, 골드만 압평안압계를 이용해 측정한 안압이 정상범위 이내인 대상자를 포함하였다. 세극등현미경 검사를 통한 전안부 검사와 안저 검사에서 후포도종 등 이상 소견이 있는 경우는 검사 대상에서 제외하였다. 모든 대상자에게 자동굴절검사(Auto-Kerato-Refractometer KR-8800; Topcon Co., Tokyo, Japan)를 시행하여 구면렌즈 대응치(spherical equivalent)를 구하였고 이를 기준으로 두 개의 군으로 나누었다. 1군은 정시안(emmetropia)으로 구면렌즈 대응치가 +1.50D 에서 -1.50D 사이, 2군은 근시안(myopia)으로 구면렌즈 대응치가 -6.00D 이상으로 분류하였다. 모든 대상자의 양안을 숙련된 한 명의 검사자가 무산동 상태로 SD OCT 촬영을 시행하였다.

SD OCT는 Spectralis OCT를 사용하였다. 대상자에게 OCT 내부의 광원을 주시하게 한 후 황반을 중심으로 수평과 깊이가 각각 768 pixel (9.5 mm) × 496 pixel (1.9 mm)로 이루어진 황반부의 가로, 세로 선형 스캔을 시행하여 cross-sectional image를 얻었다. Eye tracking을 위한 automatic real time (ART) 기능을 사용하였고 좋은 상을 얻기 위해 모든 스캔은 신호강도 20 dB 이상만 결과에 포함하였다. OCT에 내장된 경계설정(segmentation line) 기능으로 유리체망막경계와 망막색소상피층의 외측경계를 확인한 후 두 경계선 사이의 거리를 망막두께로 정의하였고 내장된 캘리퍼 기능을 이용하여 여러 부위에서 측정하였다. 먼저 중심와의 가장 오목한 부분의 중심황반두께(central foveal thickness, CFT)를 가로, 세로 스캔에서 각각 측정하였고 상측, 비측, 하측, 이측에서 구역별 최대 망막두께(maximal retinal thickness, MRT)를 구하였다. 또 비측과 이측, 상측과 하측의 망막두께가 최대값이 되는 부분 사이의 거리를 각각 가로, 세로 오목 직경(pit diameter), 중심와의 깊이를 오목 깊이(pit depth)로 설정하였다.[20] 네 구역의 망막두께가 최대값이 되는 꼭지점에서 중심와까지 기울기를 구하여 평균값을 구하였다(Fig. 1). 통계적 분석은 SAS Version 4.2 (SAS institute, Cary, NC, USA)를 사용하였다. 일원배치 분산분석(One way ANOVA)을 이용하여 구역별 최대 망막두께의 차이를 비교하였고, 성별에 따른 차이, 정시안과 근시안의 차이는 independent *t*-test로 평가하였다. 중심와 위치의 일관성을 확인하기 위해 가로, 세로 스캔에서 CFT의 측정치 간

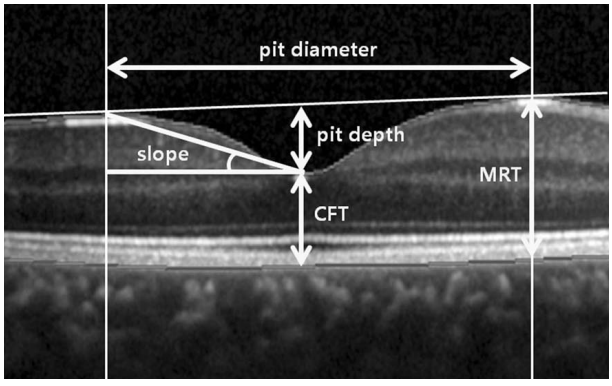

Figure 1. Illustration of the measured parameters. CFT = central foveal thickness; MRT = maximal retinal thickness.

급내상관계수(intraclass correlation coefficient, ICC)를 분석하였다. 모든 경우에서 *p*-value가 0.05 미만인 경우 통계적으로 의미가 있는 것으로 해석하였다. 본 연구는 본원의 임상연구심사위원회(Institutional Review Board)의 심의를 거쳤으며(SPIRB-13-012) 헬싱키 선언을 준수하였다.

결 과

검사 대상자는 정시안군 60명 112안(남자 70안, 여자 42안), 근시안군 58명 100안(남자 50안, 여자 50안)이었다. 군별 평균 연령은 각각 24.9 ± 2.8세, 24.6 ± 2.8세였고, 평균 구면렌즈 대응치는 -0.65 ± 0.45D (범위: -1.50~+0.50D), -7.06 ± 1.37D (범위: -6.00~-12.63D), 평균 시력은 0.97 ± 0.07, 0.97 ± 0.06이었다. 두 군 간 성별, 연령, 시력의 유의한 차이는 없었고(각각 p=0.067, p=0.391, p=0.606), 구면렌즈 대응치는 유의한 차이가 있었다(p<0.001) (Table 1). 두 군의 가로, 세로 스캔에서 측정한 중심황반두께 평균의 차이는 각각 -0.55 ± 5.78 μm, -0.88 ± 5.59 μm였고 급내상관

Table 1. Demographics of patients

	Emmetropia	Myopia	*p*-value
Number of subjects (eyes)	60 (112)	58 (100)	
Sex (M/F)	70/42	50/50	0.067*
Age (years)	24.9 ± 2.8	24.6 ± 2.8	0.391†
Spherical equivalent (diopter)	-0.65 ± 0.45	-7.06 ± 1.37	<0.001†
BCVA (scale)	0.97 ± 0.07	0.97 ± 0.06	0.606†

Values are presented as mean ± SD.
BCVA = best corrected visual acuity.
*Pearson's chi square test; †Independent *t*-test.

Table 2. Morphometric parameters in the 2 groups

	Emmetropia	Myopia	*p*-value*
Horizontal CFT (μm)	213.63 ± 15.57	227.19 ± 19.87	<0.001
Vertical CFT (μm)	213.07 ± 13.77	228.07 ± 20.50	<0.001
Superior MRT (μm)	364.70 ± 14.59	352.54 ± 17.88	<0.001
Nasal MRT (μm)	362.48 ± 13.93	351.27 ± 15.80	<0.001
Inferior MRT (μm)	358.21 ± 14.38	347.16 ± 15.65	<0.001
Temporal MRT (μm)	340.00 ± 14.83	332.06 ± 16.53	<0.001
Horizontal pit diameter (μm)	2424.03 ± 287.25	2204.11 ± 228.45	<0.001
Vertical pit diameter (μm)	2144.43 ± 263.12	2020.67 ± 221.48	<0.001
Pit depth (μm)	150.59 ± 21.48	129.78 ± 22.05	<0.001
Slope (◦)	6.56 ± 0.56	6.62 ± 0.54	0.406

Values are presented as mean ± SD.
CFT = central foveal thickness; MRT = maximal retinal thickness.
*Independent *t*-test.

Table 3. Morphometric parameters by gender in the 2 groups

	Emmetropia			Myopia		
	Male	Female	*p*-value*	Male	Female	*p*-value*
Horizontal CFT (μm)	216.20 ± 17.07	209.33 ± 11.65	0.023	236.82 ± 16.60	217.56 ± 18.26	<0.001
Vertical CFT (μm)	215.86 ± 15.39	208.43 ± 8.93	0.005	237.58 ± 17.55	218.56 ± 18.88	<0.001
Superior MRT (μm)	396.86 ± 14.62	356.10 ± 9.78	<0.001	361.40 ± 14.94	343.68 ± 16.21	<0.001
Nasal MRT (μm)	368.80 ± 12.01	351.95 ± 10.03	<0.001	358.86 ± 15.17	343.68 ± 12.53	<0.001
Inferior MRT (μm)	363.66 ± 14.29	349.14 ± 9.02	<0.001	353.72 ± 15.14	340.60 ± 13.34	<0.001
Temporal MRT (μm)	346.43 ± 14.92	329.29 ± 5.68	<0.001	340.44 ± 13.85	323.68 ± 14.72	<0.001
Horizontal pit diameter (μm)	2389.86 ± 290.47	2480.98 ± 275.81	0.104	2163.70 ± 198.46	2244.52 ± 250.45	0.077
Vertical pit diameter (μm)	2062.69 ± 244.12	2280.67 ± 238.17	<0.001	1923.04 ± 118.46	2118.30 ± 256.17	<0.001
Pit depth (μm)	151.11 ± 24.99	149.71 ± 14.04	0.705	126.74 ± 19.31	132.82 ± 24.30	0.169
Slope (◦)	6.52 ± 0.57	6.61 ± 0.54	0.417	6.65 ± 0.57	6.59 ± 0.50	0.566

Values are presented as mean ± SD.
CFT = central foveal thickness; MRT = maximal retinal thickness.
*Independent *t*-test.

계수는 0.92, 0.96으로 높은 일치성을 나타냈다(p<0.001).

1군에서 구역별 최대 망막두께는 하측이 상측에 비해 유의하게 얇았고(p=0.005) 이측이 다른 구역에 비해 유의하게 얇았다(p<0.001). 2군에서는 상측, 비측, 하측은 유의한 차이가 없었으나 이측이 다른 구역보다 유의하게 얇았다(p<0.001). 오목직경은 두 군에서 모두 가로가 세로에 비해 유의하게 길었다(p<0.001). 2군은 1군에 비해 가로, 세로 중심황반두께의 평균이 유의하게 두꺼웠으나(p<0.001) 상측, 비측, 하측, 이측의 최대 망막두께의 평균은 유의하게 얇았고(p<0.001), 오목직경과 오목 깊이도 2군이 유의하게 좁고 얕았다(p<0.001). 기울기는 두 군 간 차이가 없었다(p=0.406) (Table 2).

성별에 따른 황반형태의 차이를 분석해 보았을 때 두 군에서 모두 남자가 여자보다 중심황반두께와 구역별 최대 망막두께가 유의하게 두꺼웠고 세로 오목직경이 좁았다. 하지만 가로 오목직경과 오목 깊이, 기울기는 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

고 찰

OCT를 이용하여 측정한 황반두께는 연령,[6,8-11] 성별,[8,11,12] 인종,[12,13] OCT 기종,[5,14] 근시의 정도[15-18]에 따라 차이가 있는 것으로 알려졌다. 이런 개인 간 차이가 황반원공, 망막전막, 황반부종 등 황반을 침범하는 질환의 발생에도 영향을 끼칠 것으로 생각한다.[20] Kumagai et al[21]은 Cirrus OCT를 이용하여 단안 황반원공, 망막전막, 망막정맥폐쇄, 정상안에서 반대쪽 정상안을 분석하였고 황반원공 환자의 반대쪽 정상안의 CFT가 192 ± 22.4 μm로 제일 얇다고 하였다. 이처럼 황반 형태의 차이가 황반 질환의 발생에도 영향을 끼치며 정상 형태를 파악해 두는 것은 중요한 과정이라고 생각한다. 이에 본 연구에서는 한국인 20대를 대상으로 정시안과 근시안으로 나누어 SD OCT를 이용하여 정상 황반형태를 분석하고자 하였다.

OCT는 기종별로 망막외경계를 설정하는 방식이 다르기 때문에 측정값들 사이에 차이가 있다. 유리체망막경계(vitreoretinal interface)를 망막내경계로 하여 Stratus OCT (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)는 시세포층의 내절과 외절의 접합부(inner segment and outer segment junction)까지, Cirrus OCT (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)는 망막색소상피층(retinal pigment epithelium) 내측 경계까지, Spectralis OCT는 부르크막(Bruch's membrane) 내측경계까지를 망막외경계로 설정하여 망막두께를 측정한다.[5,8,22] 따라서 망막두께를 해석할 때는 사용된 OCT의 기종을 고려해야 하며 본 연구에서는 Spectralis OCT를 이용하여 망막두께를 측정하였다.

연령에 따른 황반두께의 변화에 관한 연구들을 살펴보면 연령이 증가할수록 황반두께가 증가한다는 보고도 있지만[6,11,23] 관계가 없다는 보고도 있다.[10,24,25] 반면 중심원을 제외한 모든 ETDRS 영역에서 연령이 증가함에 따라 두께가 유의하게 감소한다는 보고도 있다.[8,9,26,27] 이렇게 연구마다 결과가 다른 이유는 두께 측정 시 사용한 기기가 서로 다르고 황반두께에 영향을 줄 수 있는 굴절이상, 성별 등을 통제하지 않았으며 연령대를 나누는 기준도 달랐기 때문으로 생각한다. 따라서 본 연구에서는 연령에 따른 황반두께의 변화를 최소화하기 위해 대상자를 20대로 제한하였다.

황반두께에 대한 대부분의 이전 논문들은 early treatment diabetic retinopathy study (ETDRS)의 9개 subfield를 이용하였다.[5-9,11-15,17,18,22,23,28] 즉, 중심오목을 기준으로 하는 3개 동심원을 만들고 중심원을 제외한 안쪽 원, 바깥쪽 원은 각각 상측, 비측, 하측, 이측의 4분 역으로 나누어 총 9개의 구역으로 나눈 후 각 구역별 평균 망막두께를 구하였다. 하지만 이런 방법으로는 구역별 평균 두께만 알 수 있기 때문에 황반의 구체적인 형태를 파악할 수 없고 ETDRS subfield는 당뇨에 의한 변화를 평가하기 위해 망막의 범위를 나눈 것이기 때문에 황반의 형태를 분석하기에는 제한점이 있다. 본 연구에서는 중심황반두께와 구역별 최대 망막두께를 측정하였고 그동안 관심이 적었던 오목 부위에도 여러 가지 변수를 설정하여 측정함으로써 황반 형태의 이해를 돕고자 하였다.

본 연구에서는 정시안과 근시안의 구역별 최대 망막두께에서 다른 구역에 비해 이측이 유의하게 얇게 나타났다. Lim et al[16]은 130명의 근시안에서 구역별 최대 망막두께를 측정하였고 상측과 비측(288.3, 284.2 μm)이 하측과 이측(278.4, 262.2 μm)에 비해 유의하게 두껍다고 보고하였다. 57명의 정상안을 대상으로 한 Tick et al[20]의 연구에서는 상측, 비측, 하측(332, 329, 325 μm)의 최대 망막두께는 유의한 차이를 보이지 않았고 이측(306 μm)에서 유의하게 얇았다. 이와 같이 비측의 망막 두께가 비교적 두꺼운 것은 해부학적으로 비측에 위치한 유두황반다발(papillomacular bundle) 때문인 것으로 생각한다.[29]

일반적으로 근시안에서는 안구가 커지고 안축장이 길어져 생긴 안구표면의 신장력(stretching force) 때문에 망막과 맥락막이 얇아지는 것으로 알려졌다.[17] 조직병리학적으로도 근시가 심할수록 망막과 맥락막의 두께가 얇은 것이 확인되었다.[30] 본 연구에서는 근시안이 정시안에 비해 중심황반두께는 두꺼웠고 구역별 최대 망막두께는 얇았다. 또 중심오목은 근시안이 더 얕고 좁았다. ETDRS subfield를 이용한 다른 논문들에도 구면렌즈 대응치에서 근시가 심할수록, 안축장이 길수록 중심원의 황반 두께는 증가하였으나, 안쪽 원과 바깥쪽 원의 황반 두께는 감소하는 결과를 보였

다.[6,11,15,17,18] Wakitani et al[24]은 주변부 망막은 중심부에 비해 큰 혈관과 시신경 섬유가 없어 견인(traction)과 신장(stretch)에 약하기 때문에 두께가 더 얇으며 주변부 망막이 얇아짐으로 인해 전체 망막에 가해지는 신장력을 보상하여 중심부 망막을 보호할 수 있다고 하였다. 하지만 이 가설로는 근시안이 정시안에 비해 중심황반두께가 두꺼운 결과는 설명하지 못한다. Lim et al[16]은 시간 영역 빛간섭단층촬영기를 이용하여 시력이 0.6 이상인 근시안을 대상으로 한 연구에서 근시가 심한 환자일수록 광원을 황반의 중심에 정확히 주시하지 못하기 때문에 실제 중심황반두께보다 두껍게 측정될 수 있다고 생각했다(off-foveolar fixation). 하지만 본 연구에서는 근시안의 평균 시력이 0.97로 주시를 잘 하였고 눈의 움직임을 추적할 수 있는 빛간섭단층촬영기를 사용하였기 때문에 off-foveolar fixation의 경우는 없을 것으로 생각한다.

다른 가설은 근시가 진행함에 따라 망막의 신장력과 불완전한 후유리체 박리에 의한 후유리체의 구심력(centripetal force) 때문에 유리체망막견인(vitreoretinal traction)이 중심황반에 가해진다는 것이다. 이로 인해 오목했던 중심은 편평해지고 두꺼워지는 효과를 얻게 된다.[11,15,18] 고도근시에서 망막박리, 근시성 견인 황반병증(myopic traction maculopathy), 망막층간분리가 호발하는 이유도 이런 원인 때문인 것으로 생각한다.[31-34]

성별에 따른 황반 두께의 비교에서 중심황반두께, 구역별 최대 망막두께는 정시안, 근시안 모두 남자가 여자보다 더 두꺼웠다. ETDRS subfield를 이용한 다른 연구에서도 황반의 구역별 차이는 있지만 남자가 여자보다 더 두껍다는 결과가 대부분이었다.[6,8,11,12,21,22] Kim et al[8]은 Cirrus를 이용하여 연령군 별로 남녀의 황반 두께를 비교하였는데 40대 이상의 고령에서 남자의 황반 중심부 두께가 여자보다 매우 두껍게 나타났다. 그 이유로 이 연구에서는 폐경기 여성에서 에스트로겐이 감소하기 때문이라고 하였다. 망막 색소 상피층에는 에스트로겐 수용체가 분포하는데 에스트로겐이 여기 결합하여 망막 색소 상피세포의 기능을 조절하고 산화적 스트레스(oxidative stress)로부터 망막 색소 상피의 생존을 돕는다.[35] 하지만 폐경기의 여성에서 에스트로겐이 감소하면 망막 색소 상피의 세포자멸사를 촉진하여 망막의 손상을 유발하게 되고 이것이 OCT에서 망막 두께가 남자보다 얇게 측정되는 원인이 될 수 있다고 하였다. 여자가 남자에 비해 황반 두께가 얇기 때문에 황반 원공의 빈도가 높은 것으로 생각한다.[36] Wagner-Schuman et al[12]은 SD OCT를 사용하여 pit morphology의 남녀 차이도 비교하였는데 오목 깊이(0.120 ± 0.027 vs. 0.119 ± 0.019 mm), 오목 직경(1.93 ± 0.22 vs. 1.96 ± 0.19 mm), 최대 기울기(maximum slope, 12.2 ± 3.2 vs. 11.8 ± 2.2°) 모두 유의한 차이를 보이지 않았고 본 연구에서도 두 군에서 모두 남녀의 pit morphology는 유의한 차이가 없었다.

인종 간에 황반 두께의 차이가 있는 것은 이미 알려져 있는 결과이나 중국,[17] 대만,[18] 일본[21] 등 아시아 지역 내의 연구를 비교해 보아도 성별과 근시정도에 따라 황반 형태는 차이가 있었으며 양상도 조금씩 달랐다. 따라서 한국인의 황반 형태를 따로 분석하는 것은 더욱 의미가 있으리라 생각한다.

본 연구에서는 20대 한국인의 정시안과 근시안에서 Spectralis OCT를 이용하여 황반 형태를 분석하였다. 저자들은 기존의 ETDRS subfield를 이용하는 것은 정확한 황반 형태를 파악하는 데 적합하지 않은 것으로 판단하여 다른 방법을 통해 황반 형태를 확인하였다. 따라서 이전의 대부분 연구들에서 사용한 ETDRS subfield의 측정치들과 직접적인 비교는 힘들지만 구역별, 성별, 굴절이상에 따른 황반두께의 차이는 이전의 연구들과 비슷한 경향을 보였다.

근시안은 정시안보다 중심황반두께는 두꺼웠으나 구역별 최대 망막두께는 얇았고 중심오목도 좁고 얕았다. 또 두 군에서 모두 남자가 여자보다 중심황반두께와 구역별 최대 망막두께가 두꺼웠으나 오목직경과 깊이, 기울기는 차이를 보이지 않았다. 추후 이들을 기초자료로 하여 지속적으로 추적 연구하면 연령에 따라 나타나는 황반 형태의 변화도 알 수 있을 것으로 생각한다. 한편, 이런 황반 형태의 차이는 황반 원공 등 황반 질환의 발생에도 관련이 있는 것으로 알려졌으며 본 논문을 통해 정상 형태를 파악하면 병적 상태를 판단하는 데 도움이 될 것이다. 또한 여러 가지 황반 질환의 치료 후 결과를 평가하는 데 있어 본 연구의 정상 황반 형태가 좋은 참고자료가 될 수 있을 것이다.

REFERENCES

1) Springer AD, Hendrickson AE. Development of the primate area of high acuity. 1. Use of finite element analysis models to identify mechanical variables affecting pit formation. Vis Neurosci 2004; 21:53-62.
2) Springer AD, Hendrickson AE. Development of the primate area of high acuity, 3: temporal relationships between pit formation, retinal elongation and cone packing. Vis Neurosci 2005;22:171-85.
3) Provis JM, Diaz CM, Deher B. Ontogeny of the primate fovea: a central issue in retinal development. Prog Neurobiol 1998;54:549-80.
4) Chen TC, Cense B, Pierce MC, et al. Spectral domain optical coherence tomography: ultra-high speed, ultra-high resolution ophthalmic imaging. Arch Ophthalmol 2005;123:1715-20.
5) Moon SW, Kim ES, Kim YG, et al. The comparison of macular thickness measurements and repeatabilities between time domain and spectral domain OCT. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:1050-9.
6) Kang NH, Kim HJ, Lee JH. The measurements of macular thick-

ness and volume with SD-OCT in normal eyes. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:1182-8.
7) Menke MN, Dabov S, Knecht P, Sturm V. Reproducibility of retinal thickness measurements in healthy subjects using spectralis optical coherence tomography. Am J Ophthalmol 2009;147:467-72.
8) Kim SH, Choi KS, Lee SJ. Macular thickness changes with age and gender in emmetropia using spectral domain optical coherence tomography. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:299-307.
9) Song WK, Lee SC, Lee ES, et al. Macular thickness variations with sex, age, and axial length in healthy subjects: a spectral domain-optical coherence tomography study. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:3913-8.
10) Zou H, Zhang X, Xu X, Yu S. Quantitative in vivo retinal thickness measurement in chinese healthy subjects with retinal thickness analyzer. Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47:341-7.
11) Lee YJ. Analysis of factors associated with variability in measures obtained by spectral domain optical coherence tomography. J Korean Ophthalmol Soc 2012;53:639-46.
12) Wagner-Schuman M, Dubis AM, Nordgren RN, et al. Race- and sex-related differences in retinal thickness and foveal pit morphology. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:625-34.
13) Kelty PJ, Payne JF, Trivedi RH, et al. Macular thickness assessment in healthy eyes based on ethnicity using Stratus OCT optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2008;49:2668-72.
14) Ko BW, Shin YW, Lee JM, et al. Comparison of macular thickness measurements between Fourier-domain and Time-domain optical coherence tomography in normal eyes and eyes With macular diseases. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:1661-8.
15) Kim SH, Park JY, Park TK, Ohn YH. Use of spectral-domain optical coherence tomography to analyze macular thickness according to refractive error. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:1286-95.
16) Lim MC, Hoh ST, Foster PJ, et al. Use of optical coherence tomography to assess variations in macular retinal thickness in myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 2005;46:974-8.
17) Lam DS, Leung KS, Mohamed S, et al. Regional variations in the relationship between macular thickness measurements and myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 2007;48:376-82.
18) Wu PC, Chen YJ, Chen CH, et al. Assessment of macular retinal thickness and volume in normal eyes and highly myopic eyes with third-generation optical coherence tomography. Eye (Lond) 2008;22:551-5.
19) Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study design and baseline patient characteristics. ETDRS report number 7. Ophthalmology 1991;98:741-56.
20) Tick S, Rossant F, Ghorbel I, et al. Foveal shape and structure in a normal population. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:5105-10.
21) Kumagai K, Hangai M, Larson E, Ogino N. Foveal thickness in healthy fellow eyes of patients with unilateral macular holes. Am J Ophthalmol 2013;156:140-8.
22) Ooto S, Hangai M, Sakamoto A, et al. Three-dimensional profile of macular retinal thickness in normal Japanese eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:465-73.
23) Kashani AH, Zimmer-Galler IE, Shah SM, et al. Retinal thickness analysis by race, gender, and age using Stratus OCT. Am J Ophthalmol 2010;149:496-502.
24) Wakitani Y, Sasoh M, Sugimoto M, et al. Macular thickness measurements in healthy subjects with different axial lengths using optical coherence tomography. Retina 2003;23:177-82.
25) Chan A, Duker JS, Ko TH, et al. Normal macular thickness measurements in healthy eyes using Stratus optical coherence tomography. Arch Ophthalmol 2006;124:193-8.
26) Kang JH, Kim SA, Song WG, Yoon HS. Macular thickness changes with age in normal subjects measured by optical coherence tomography. J Korean Ophthalmol Soc 2004;45:592-8.
27) Eriksson U, Alm A. Macular thickness decreases with age in normal eyes: a study on the macular thickness map protocol in the Stratus OCT. Br J Ophthalmol 2009;93:1448-52.
28) Oh SB, Cho WB, Moon JW, Kim HC. Repeatability and agreement of macular thickness measurement using time domain OCT and spectral domain OCT in normal subjects. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:710-6.
29) Kiernan DF, Hariprasad SM, Chin EK, et al. Prospective comparison of cirrus and stratus optical coherence tomography for quantifying retinal thickness. Am J Ophthalmol 2009;147:267-75.
30) Yanoff M, Fine BS. Ocular Pathology: A text and Atlas, 3rd ed. Philadelphia: J. B. Lippincott, 1989;408.
31) Panozzo G, Mercanti A. Optical coherence tomography findings in myopic traction maculopathy. Arch Ophthalmol 2004;122:1455-60.
32) Coppe AM, Ripandelli G, Parisi V, et al. Prevalence of asymptomatic macular holes in highly myopic eyes. Ophthalmology 2005;112:2103-9.
33) Oie Y, Ikuno Y, Fujikado T, Tano Y. Relation of posterior staphyloma in highly myopic eyes with macular hole and retinal detachment. Jpn J Ophthalmol 2005;49:530-2.
34) Matsumura N, Ikuno Y, Tano Y. Posterior vitreous detachment and macular hole formation in myopic foveoschisis. Am J Ophthalmol 2004;138:1071-3.
35) Yu X, Tang Y, Li F, et al. Protection against hydrogen peroxide-induced cell death in cultured human retinal pigment epithelial cells by 17beta-estradiol: a differential gene expression profile. Mech Ageing Dev 2005;126:1135-45.
36) Evans JR, Schwartz SD, McHugh JD, et al. Systemic risk factors for idiopathic macular holes: a case-control study. Eye (Lond) 1998;12:256-9.

= 국문초록 =

스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영을 이용한 정시안과 근시안의 황반 형태 연구

목적: 스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영(SD-OCT)을 이용하여 20대 한국인의 정상 황반 형태에 대해 알아보고자 하였다.
대상과 방법: 20세에서 29세 사이의 정시안 60명 112안과 근시안 58명 100안을 대상으로 Spectralis OCT를 이용하여 중심황반두께, 구역별 최대 망막두께, 오목직경, 오목 깊이, 기울기를 측정한 후 구면렌즈 대응치, 성별에 따른 차이를 분석하였다.
결과: 정시안과 근시안에서 이측 최대 망막두께는 다른 구역에 비해 얇았고(p<0.001) 오목직경은 두 군에서 모두 가로가 세로에 비해 유의하게 길었다(p<0.001). 근시안은 정시안보다 중심황반두께가 유의하게 두꺼웠으나 구역별 최대 망막두께는 유의하게 얇았고(p<0.001), 오목직경과 오목 깊이도 유의하게 좁고 얕았다(p<0.001). 두 군에서 모두 남자가 여자보다 중심황반두께와 구역별 최대 망막두께가 유의하게 두꺼웠으나(p<0.05) 가로 오목직경과 오목 깊이, 기울기는 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.
결론: 정상안에서 황반의 형태는 구면렌즈 대응치, 성별에 따른 차이가 있어 해석에 주의를 요하며 정상 황반 형태를 파악함으로써 추후 황반 연구에 좋은 기초자료가 될 수 있을 것이다.
〈대한안과학회지 2014;55(6):833-839〉