

스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영을 이용한 연령과 성별에 따른 황반형태 연구

Foveal Shape According to Age and Gender Using Spectral Domain Optical Coherence Tomography

채민병¹ · 김재석²

Min Byung Chae, MD¹, Jae Suk Kim, MD, PhD²

인제대학교 의과대학 서울백병원 안과학교실¹, 인제대학교 의과대학 상계백병원 안과학교실²

Department of Ophthalmology, Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine¹, Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine², Seoul, Korea

Purpose: To compare foveal shapes in Koreans according to age and gender using spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT).

Methods: This study included 230 eyes of 115 healthy adults. The subjects were divided into three groups: group 1 (20-39 years of age), group 2 (40-59 years of age) and group 3 (60-79 years of age). Using spectralis OCT, we measured central foveal thickness (CFT), regional maximal retinal thickness (MRT), pit diameter and pit depth and compared the differences between the groups.

Results: The MRT of the superior, inferior and nasal sides in group 1 was higher than in groups 2 and 3 ($p < 0.05$). No significant difference was observed in the MRT of the temporal side. Regarding differences based on age, no significant differences in CFT, pit diameter and pit depth were observed. Regarding differences in gender, the temporal regional MRT of males in group 3 was significantly lower than in group 1 and the pit depth of males in group 1 was significantly higher than in groups 2 and 3. Therefore, differences were observed according to gender.

Conclusions: In the present study, differences in foveal shape were found according to age and gender which should be considered when foveal diseases are evaluated.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(10):1504-1510

Key Words: Foveal shape, Spectral-domain optical coherence tomography

망막의 중심부는 중심와(fovea), 중심와부근(parafovea), 중심와주위(perifovea)로 나뉘는데 중심와를 임상적으로 황반(macula lutea)이라고 칭한다. 중심와 속에는 직경이 0.5

mm인 무혈관부위(capillary-free zone)가 있는데 이곳은 적색과 녹색 원뿔세포의 외절(outer segment)을 제외하면 세포가 존재하지 않고 그 주변은 몇 개의 망막내층으로 둘러싸여 있다.¹ 중심와의 발생은 출생 후에도 세포의 재배열과 원뿔세포 형태의 변화와 함께 지속되어 생후 4년에 이르러야 완전한 중심와가 형성되게 된다. 생후 12주부터 52주까지 신경요소들은 중심와로부터 바깥쪽으로 이동하며 생후 15개월에서 45개월 사이에 중심와 원뿔세포는 그 형태가 길게 변하며 밀도도 증가하는데 이런 발달과정은 개인 간 정도의 차이가 있고 결국 구조적 차이를 유발하게 된다.²⁻⁴

■ Received: 2014. 2. 14. ■ Revised: 2014. 4. 24.

■ Accepted: 2014. 9. 17.

■ 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: eyedoctor@freechal.com

© 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)의 발명으로 황반의 구조를 연구하는 데 큰 도움이 되고 있고 망막의 10개 층을 높은 해상도로 구분할 수 있으며 망막의 두께를 정량적으로 평가할 수 있게 되었다. OCT는 지난 이십여 년 동안 급속도로 발전하여서, 기존에는 초당 400회의 스캔을 하며 약 8-10 μm 의 축 해상도(axial resolution)를 가진 시간영역 빛간섭단층촬영기(time-domain OCT, TD-OCT)가 널리 이용되었으나 최근에는 푸리에 변환(Fourier transform)을 통해 영상을 얻어 속도가 더 빠르고 해상도가 더 좋은 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기(spectral domain OCT, SD-OCT)가 개발되어 보편화되고 있다.^{5,6} SD-OCT를 이용하여 황반두께를 측정한 논문에서 측정자 내 반복성 및 측정자 간 재현성은 뛰어난 결과를 보였고 이는 TD-OCT와 비교해도 더 뛰어난 것으로 나타났다.⁶⁻⁸

이러한 장점으로 황반처럼 아주 미세한 구조를 분석하고 작은 변화를 초기에 감지할 수 있게 되었는데 OCT를 이용한 대부분의 논문에서는 Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS)의 9개 subfield⁹를 이용하였다. 하지만 이 방법은 구역별 평균두께는 알 수 있으나 황반의 구체적인 형태를 이해하기에는 제한점이 있어 최근에는 다른 방법을 이용하여 황반형태의 정량적인 평가 및 여러 가지 요인에 따른 차이를 분석하였고 이를 황반질환에 적용시킨 연구들이 발표되고 있다.^{10,11}

황반의 형태를 객관적으로 측정하는 것은 황반질환의 위험성을 예견하고 경과를 관찰하며 치료의 효과를 판정할 수 있는 근거가 되기 때문에 임상적으로 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 이용하여 연령과 성별에 따른 황반의 형태를 분석하였고 기존의 논문에서 제시한 황반두께 측정방법과 다른 방법을 통해 황반의 형태를 이해하는 데 도움이 되고자 하였다.

대상과 방법

2013년 8월부터 2014년 2월까지 본원에 내원한 지원자 중 건강한 성인을 대상으로 하여 전향적 연구를 시행하였다. 대상자의 연령은 20세부터 79세 사이로 선정하였고 20세 간격으로 1군(20-39세), 2군(40-59세), 3군(60세-79세)으로 분류하였다. 본원의 연구윤리심의위원회를 통하여 모집 공고를 하였고 각 군별 인원은 40명을 목표로 하여 지원자에 한해 검사를 진행하였는데 다음과 같은 이상 소견이 관찰되는 경우 대상에서 제외하였다.

최대교정시력이 0.8 미만인 경우, 안압이 21 mmHg 이상인 경우, 안구 외상이나 백내장수술을 포함한 안내수술 및

굴절 교정수술을 받은 병력이 있는 경우, 당뇨, 고혈압, 신경학적 질환의 병력이 있는 경우, 세극등현미경, 또는 자동시야검사에서 비정상소견을 보이는 경우 연구대상에서 제외하였고 양안을 비교하기 위해 한 눈이라도 안과적 이상이 관찰된 경우 연구대상에서 제외하였다. 모든 대상자에게 자동굴절검사(Auto-Kerato-Refractometer KR-8800; Topcon Co., Tokyo, Japan)를 시행하여 구면렌즈대응치(spherical equivalent)를 구하였고 굴절 이상의 영향을 최소한으로 하기 위해 부등시인 경우, +2디옵터 이상의 원시인 경우나 -3디옵터 이상의 근시인 경우 연구대상에서 제외하였다. 빛간섭단층촬영 검사상 황반형태에 영향을 주는 유리체황반견인이 관찰된 경우에도 대상에서 제외하였다.

빛간섭단층촬영 검사는 Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 사용하였다. Spectralis OCT는 레이저 검안경검사(SLO)를 동시에 시행할 수 있는 고해상도 SD OCT로 광원으로 50 nm의 bandwidth와 840 nm의 파장을 가진 다이오드 레이저를 사용하고, 7 μm 의 축 해상도로 초당 40,000개의 A-scan을 조사한다. Raster scan방식으로 황반을 중심으로 수평, 수직이 각각 768 pixel (8.7 mm)× 496 pixel (1.9 mm)로 이루어진 25개의 B-scan 방식으로 황반부 8.8×5.9 mm에 해당하는 부위의 cross-sectional image를 얻었다. Eye tracking을 하는 Automatic Real-Time (ART)기능을 사용하여 측정하였고 좋은 상을 얻기 위해 모든 스캔은 신호강도 20 dB 이상만 결과에 포함하였다. 모든 대상자의 양안을 숙련된 한 명의 검사자가 무산동 상태로 촬영을 시행하였다. 검사 전 정확한 자세를 교육 및 확인하였고 측정 시 망막색소상피층의 수평을 맞추어서 측정하였다. 중심이 이탈된 경우, 근시안에서 잘 나타날 수 있는 mirror artifact로 인한 peripheral abnormality가 있는 경우, SD-OCT에서 발생할 수 있는 경계설정 오류나 등록 오류 등이 발견되는 경우는 대상에서 제외하였다.

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

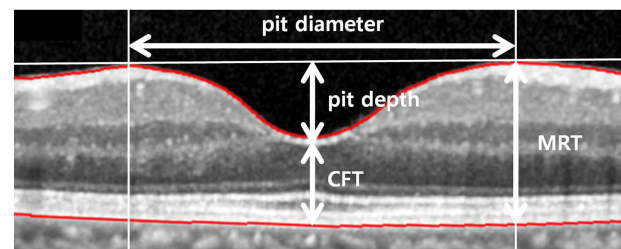


Figure 1. Illustration of the measured parameters. CFT = central foveal thickness; MRT = maximal retinal thickness.

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 각각 가로, 세로 오목 깊이(pit depth)로 설정하였다(Fig. 1).¹⁰

통계 분석은 표준 소프트웨어(SPSS, version 16.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였다. 집단 간 차이를 검정하기 위해 one-way analysis of variance (ANOVA)를 이용하였으며, 유의한 차이가 있는 경우 tukey test를 이용하여 사후검정하였다. 그리고 성별과 양안의 차이를 비교하기 위해서 독립 *t* 검정을 이용하였으며 중심와 위치의 일관성을 확인하기 위해 가로, 세로 스캔에서 CFT의 측정치 간 급내상관계수(intraclass correlation coefficient, ICC)를 분석하였다. 모든 경우에서 *p*값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 의미가 있는 것으로 해석하였다.

결 과

검사를 받은 지원자는 총 182명이었으며 안과적 이상소

견을 보인 55명과 OCT 상이 불분명한 12명을 제외한 연구 대상자는 115명 230안(남자 110안, 여자 120안)으로 1군(20-39세) 80안, 2군(40-59세) 80안, 3군(60-79세) 70안이었다. 20세부터 77세까지의 연령이 포함되었고 각 군별 평균 연령은 29.07 ± 5.9 세, 51.22 ± 5.6 세, 67.53 ± 4.8 세이었다. 연령을 제외한 구면렌즈대응치와 최대교정시력은 세 군 간 유의한 차이가 없었다(Table 1). 급내 상관 계수(Intraclass coefficient correlation)를 이용한 세 군의 가로, 세로 스캔에서 측정된 중심황반두께의 반복성의 정도 비교에서는 95% 신뢰 구간 내에서 Group 1이 0.97으로 가장 높았으며, Group 3 (0.95), Group 2 (0.94) 순이었다.

중심황반두께의 평균은 1군부터 3군까지 각각 $215.08 \pm 16.92 \mu\text{m}$, $214.13 \pm 13.89 \mu\text{m}$, $212.67 \pm 14.26 \mu\text{m}$ 로 나타났으며 세 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.38$). 상측과 비측, 하측의 구역별 최대 망막두께는 세 군 간의 차이가 통계학적으로 유의하였는데($p<0.05$), 1군이 2군과 3군에 비해 두꺼웠고, 2군과 3군 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이측의 구역별 최대 망막두께도 차이가 크게 났으나 통계적으로 유의하진 않았다($p=0.078$). 가로, 세로 오목 직경과 오목깊이는 연령증가에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

Table 1. Demographics of patients

	Group 1	Group 2	Group 3	<i>p</i> -value*
Number of subjects (eyes)	40 (80)	40 (80)	35 (70)	
Sex (M/F)	20/20	20/20	15/20	
Age (years)	29.07 ± 5.90 (20-39)	51.22 ± 5.60 (40-59)	67.53 ± 4.80 (60-77)	<0.001
Spherical equivalent (OD)	-1.31 ± 1.68	-0.88 ± 1.30	-0.65 ± 1.53	0.227
Spherical equivalent (OS)	-1.18 ± 1.80	-0.94 ± 1.43	-0.53 ± 1.28	0.180
BCVA (OD)	0.98 ± 0.02	0.98 ± 0.05	0.94 ± 0.05	0.433
BCVA (OS)	0.99 ± 0.02	0.97 ± 0.04	0.95 ± 0.07	0.239

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

BCVA = best corrected visual acuity.

*ANOVA.

Table 2. Morphometric parameters in the 3 groups

	Group 1	Group 2	Group 3	<i>p</i> -value*
CFT (μm)	215.1 ± 16.9	214.1 ± 13.9	212.7 ± 14.3	0.375
Superior MRT (μm)	$362.4 \pm 15.7^\dagger$	349.9 ± 17.2	349.1 ± 12.6	<0.05
Nasal MRT (μm)	$360.2 \pm 14.4^\dagger$	347.2 ± 16.8	346.3 ± 14.3	<0.05
Inferior MRT (μm)	$356.3 \pm 15.0^\dagger$	339.5 ± 16.5	338.4 ± 13.4	<0.05
Temporal MRT (μm)	337.9 ± 15.8	332.3 ± 19.5	327.8 ± 13.3	0.078
Horizontal pit diameter (μm)	2304.8 ± 337.8	2260.4 ± 235.4	2205.4 ± 198.6	0.647
Vertical pit diameter (μm)	2119.4 ± 261.7	2126.6 ± 209.9	2071.0 ± 200.5	0.715
Horizontal pit depth (μm)	149.5 ± 24.6	141.9 ± 16.9	140.0 ± 18.2	0.082
Vertical pit depth (μm)	150.2 ± 19.7	142.3 ± 16.0	141.2 ± 16.7	0.101

Values are presented as mean \pm SD.

CFT = central foveal thickness; MRT = maximal retinal thickness.

*ANOVA; $^\dagger p < 0.05$ compared with group 2 and group 3.

전체 대상자의 가로, 세로 오목직경의 평균은 각각 $2256.87 \pm 225.67 \mu\text{m}$, $2105.68 \pm 230.812 \mu\text{m}$ 로 가로 오목직경이 세로 오목직경에 비해 유의하게 길었지만($p < 0.05$), 가로, 세로 오목깊이의 평균은 각각 $143.88 \pm 20.14 \mu\text{m}$, $144.56 \pm 20.11 \mu\text{m}$ 로 두 parameter 간에 유의한 차이는 없었다. 세 군 모두 구역별 최대 망막두께는 상측, 비측, 하측, 이측 순으로 두꺼웠다(Table 2).

성별을 나누어 연령에 따라 황반의 형태를 비교해 보았을 때 남자에서 1군의 상측, 비측, 하측 구역별 최대 망막두께가 2군과 3군에 비해 두꺼웠고($p < 0.05$) 비측 구역별 최대 망막두께도 3군이 1군에 비해 유의하게 얇아($p < 0.05$) 모든 구역별 최대 망막두께에서 연령증가에 따른 차이를 보였다. 그리고 가로와 세로 오목 깊이도 1군이 2군과 3군에 비해 유의하게 길었다(Table 3). 여자에서는 1군의 상측, 비측, 하측 구역별 최대 망막두께가 다른 2군에 비해 유의하게 두꺼운 것 외에 유의한 변화는 관찰되지 않았다(Table 4).

중심황반두께와 각 구역별 최대 망막두께는 남자가 여자보다 모든 군에서 두꺼웠고($p < 0.05$), 오목 직경과 오목 깊이는 남녀 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 각 군별로 양

안을 비교하였을 때 유의한 차이를 보이는 값은 없었다(Table 5).

고 찰

OCT를 이용한 연구에서 중심황반두께는 연령이 증가함에 따라 감소한다는 보고가 있으나 유의한 차이가 없다는 보고도 있어 논란이 있다.^{5,12-18} 본 연구에서는 중심황반두께가 연령에 따른 차이를 보이지 않았다. Kanai et al¹⁴ 및 Guedes et al¹⁶은 중심소와는 나이에 따라 변화가 없고, 그 외 부분은 나이에 따라 감소한다고 하였으며, Song et al¹²은 중심와의 가장 얇은 부위(foveal minimum area)가 연령에 따른 차이가 없다고 발표한 바 있다. 한국인에서의 연령에 따른 황반두께를 비교한 연구 또한 보고되어 있는데 Kang et al¹⁷은 OCT III (OCT model 3000, Zeiss-Humphrey, Dublin, CA, USA)를 이용하여 112안의 정상 한국인을 분석한 결과 중심와를 제외한 영역에서 연령이 증가함에 따라 황반두께는 감소한다는 결과를 발표하였다. Kim et al¹⁸은 정시안 162안을 대상으로 Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss

Table 3. Morphometric parameters of male

	Male			
	Group 1	Group 2	Group 3	p-value*
CFT (μm)	220.7 ± 17.6	221.5 ± 11.9	217.4 ± 13.4	0.313
Superior MRT (μm)	$370.2 \pm 14.9^\dagger$	358.4 ± 17.3	358.4 ± 17.3	<0.05
Nasal MRT (μm)	$368.6 \pm 12.1^\dagger$	356.8 ± 16.9	354.6 ± 14.5	<0.05
Inferior MRT (μm)	$363.8 \pm 14.1^\dagger$	341.2 ± 15.8	339.9 ± 12.1	<0.05
Temporal MRT (μm)	345.8 ± 15.0	342.2 ± 19.2	$334.3 \pm 15.2^\ddagger$	<0.05
Horizontal pit diameter (μm)	2326.1 ± 290.2	2230.5 ± 246.2	2202.3 ± 205.9	0.097
Vertical pit diameter (μm)	2050.0 ± 231.9	2124.5 ± 223.7	2036.9 ± 196.9	0.126
Horizontal pit depth (μm)	$152.2 \pm 23.8^\dagger$	142.9 ± 14.6	141.6 ± 15.6	<0.05
Vertical pit depth (μm)	$153.3 \pm 22.5^\dagger$	143.4 ± 13.4	142.2 ± 16.0	<0.05

Values are presented as mean \pm SD.

CFT = central foveal thickness; MRT = maximal retinal thickness.

*ANOVA; $^\dagger p < 0.05$ compared with group 2 and group 3; $^\ddagger p < 0.05$ compared with group 1.

Table 4. Morphometric parameters of female

	Female			
	Group 1	Group 2	Group 3	p-value*
CFT (μm)	209.3 ± 18.2	206.6 ± 15.1	207.9 ± 13.3	0.455
Superior MRT (μm)	$354.5 \pm 11.9^\dagger$	341.5 ± 15.1	339.7 ± 12.5	<0.05
Nasal MRT (μm)	$351.7 \pm 11.4^\dagger$	337.5 ± 15.4	338.1 ± 13.7	<0.05
Inferior MRT (μm)	$348.8 \pm 11.9^\dagger$	337.9 ± 15.2	336.9 ± 14.8	<0.05
Temporal MRT (μm)	328.0 ± 11.6	322.4 ± 16.2	320.3 ± 11.8	0.144
Horizontal pit diameter (μm)	2280.1 ± 272.0	2290.5 ± 224.2	2208.6 ± 179.0	0.647
Vertical pit diameter (μm)	2188.8 ± 279.7	2128.7 ± 210.8	2105.1 ± 203.2	0.717
Horizontal pit depth (μm)	146.9 ± 22.3	140.9 ± 18.8	138.4 ± 18.8	0.125
Vertical pit depth (μm)	147.2 ± 24.9	141.3 ± 17.2	140.3 ± 16.6	0.098

Values are presented as mean \pm SD.

CFT = central foveal thickness; MRT = maximal retinal thickness.

*ANOVA; $^\dagger p < 0.05$ compared with group 2 and group 3.

Table 5. Morphometric parameters of both eyes

	OD	OS	<i>p</i> -value*
CFT (μm)	213.6 ± 14.8	214.3 ± 16.1	>0.05
Superior MRT (μm)	355.1 ± 15.5	352.5 ± 17.0	
Nasal MRT (μm)	351.9 ± 16.0	350.6 ± 15.6	
Inferior MRT (μm)	346.1 ± 17.2	344.3 ± 16.5	
Temporal MRT (μm)	335.6 ± 16.7	329.6 ± 16.3	
Horizontal pit diameter (μm)	2267.0 ± 276.8	2246.7 ± 253.0	
Vertical pit diameter (μm)	2178.9 ± 225.8	2232.4 ± 233.2	
Horizontal pit depth (μm)	142.5 ± 21.2	145.1 ± 20.7	
Vertical pit depth (μm)	144.8 ± 19.7	144.3 ± 19.9	

Values are presented as mean ± SD.

CFT = central foveal thickness; MRT = maximal retinal thickness.

*Independent *t*-test.

Meditec, Inc., Dublin, CA)를 이용하여 ETDRS의 9개 subfield 방법으로 측정하였는데 중심좌를 중심으로 직경 1 mm 이내인 중심원(central circle)에서의 평균 황반두께는 연령에 따른 차이가 없다고 하였다.

황반두께에 대한 대부분의 이전 논문들은 Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS)의 9개 subfield를 이용하였다.¹⁸⁻²² 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 부위도 측정함으로써 황반 형태의 이해를 돕고자 하였다.

황반형태의 개인 간 차이가 황반원공, 망막전막, 황반부종 등 황반을 침범하는 질환의 발생에도 영향을 끼칠 것으로 생각하여 Kumagai et al¹¹은 Cirrus OCT를 이용하여 단안 황반원공, 망막전막, 망막정맥폐쇄, 정상안에서 반대쪽 정상안의 황반형태를 분석하였다. 그 결과 황반원공 환자의 반대쪽 정상안의 중심황반두께가 가장 얇았고, 오목깊이를 오목깊이로 나눈 foveal depression 값을 구하여 비교하였는데 황반원공 환자의 반대쪽 정상안의 값이 0.063 ± 0.012 로 대조군에 비해 컸다고 하였다($p < 0.05$). 이처럼 황반형태의 차이가 황반질환의 발생에도 영향을 주며 황반형태를 파악해 두는 것은 중요한 과정이라고 생각하였고 본 연구에서 foveal depression 값은 연령 및 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구에서 구역별 망막두께는 상측, 비측, 하측, 이측 순서로 두꺼운 것으로 나타났으며 이는 기존의 연구 결과

와 일치한다. Lim et al²³은 130명의 근시안에서 구역별 최대 망막두께를 측정하였고 상측과 비측($288.3, 284.2 \mu\text{m}$)이 하측과 이측($278.4, 262.2 \mu\text{m}$)에 비해 유의하게 두껍다고 보고하였다. 유럽인 57명을 대상으로 SD-OCT를 이용한 Tick et al¹⁰의 연구에서는 상측, 비측, 하측($332, 329, 325 \mu\text{m}$)의 최대 망막두께는 유의한 차이를 보이지 않았고 이측($306 \mu\text{m}$)에서 유의하게 얇았다. 본 연구와 비교하였을 때 오목 깊이($131 \pm 22 \mu\text{m}$)와 오목 직경($2474 \pm 24.3 \mu\text{m}$)은 한국인과 비슷한 결과를 보였다. 최대 망막두께는 한국인보다 더 얇게 측정되었는데 대상자 수가 적었고 연령과 안축장의 길이가 구분되지 않아 정확한 비교가 어렵다. 그리고 비측이 이측에 비해 두껍게 나타나는 것은 해부학적으로 유두황반다발의 수렴(convergence)에 의한 것으로 생각한다.²⁴

본 연구에서 가로 오목직경이 세로 오목직경보다 큰 것으로 보아 황반의 가로 경사가 더 완만하다는 것을 알 수 있고, 비측의 구역별 최대 망막두께가 가장 작은 것은 가로 오목깊이의 평균이 세로 오목직경의 평균보다 작다는 것과 일치한다. 구역별 최대 망막두께는 연령이 증가함에 따라 감소하는 추세를 보였는데 20-30대와 40-50대 사이의 감소폭이 가장 컸고 그 후에 유의한 변화는 관찰되지 않았다. 남자의 구역별 최대 망막두께의 감소폭이 커서 가로, 세로 오목깊이도 이에 따라 유의하게 감소하는 결과를 보였지만 여자에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

성별에 따른 황반두께의 비교에서 중심황반두께, 구역별 최대 망막두께는 모든 연령대에서 남자가 여자보다 더 두꺼웠다. ETDRS subfield를 이용한 다른 연구에서도 황반의 구역별 차이는 있지만 남자가 여자보다 더 두껍다는 결과가 대부분이었다.¹⁹⁻²² 본 연구에서도 일치하는 결과를 보이고 있으며, 이는 사람에게 있어서도 호르몬의 차이에 의한 망막두께가 다를 수 있다는 것을 암시하지만 남녀 간 차이의 정확한 원인은 밝혀져 있지 않다.²⁵ Wagner-Schuman et al²⁰

은 미국인 90명을 대상으로 Cirrus 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, $12.2 \pm 3.2^\circ$ vs. $11.8 \pm 2.2^\circ$) 모두 유의한 차이를 보이지 않았다고 하였다.

Wagner-Schuman et al²⁰은 인종에 따른 오목깊이와 오목 직경의 차이도 분석하였는데 백인(0.129 ± 0.027 mm, 1.88 ± 0.16 mm)이 아프리카계 미국인(0.114 ± 0.025 mm, 2.07 ± 0.022 mm)보다 오목깊이와 오목직경이 모두 유의하게 컸다고 하였다. 본 연구와 비교하였을 때 한국인의 오목깊이와 오목직경이 백인보다 큰 결과를 보였지만 OCT의 기종이 달라 정확한 비교는 어렵다.

본 연구의 제한점은 정시안을 대상으로 한 것이 아니며 황반두께에 영향을 주는 안축장(Axial length)을 고려하지 않은 제한점이 있다. 황반의 형태를 연구한 Tick et al¹⁰은 안축장의 길이가 pit diameter에 영향을 준다고 하였으나 그 외 중심황반두께, 구역별 최대 망막두께, 오목깊이에는 유의한 영향을 주지 않는다고 하였다. Kim et al¹⁸은 구면렌즈 대응치와 황반두께에 통계학적인 연관성은 없다고 하였고, Kim et al²⁶은 고도 근시인 경우 황반두께에 차이가 있다고 하였으나 본 연구에서 중등도 이상의 근시는 제외를 하였고 세 군의 평균 구면렌즈대응치에 유의한 차이가 없었으므로 결과에 큰 영향은 없었을 것으로 생각한다. 그리고 측정 간의 망막의 약간의 틀어짐으로도 값의 차이가 발생할 수 있는데 본 연구에서는 측정치 간 반복성을 비교하지 않았고 가로와 세로 스캔에서 CFT의 측정치 간 급내상관계수만 분석하였다는 제한점이 있다. Lim et al²⁷은 시간 영역 빛간섭단층촬영기를 이용한 연구에서 시력이 나쁜 환자일 수록 광원을 황반의 중심에 정확히 주시하지 못하기 때문에 실제 중심황반두께보다 두껍게 측정될 수 있다고 생각하였다(Off-foveal fixation). 하지만 본 연구에서는 평균시력이 0.94 이상으로 주시를 잘 하였고 눈의 움직임을 추적할 수 있는 빛간섭단층촬영기를 사용하였기 때문에 off-foveal fixation의 경우는 없을 것으로 생각한다.

황반을 침범하는 여러 가지 질환들을 이해하기 위해 황반의 형태를 분석하는 연구가 지속되고 있는데 본 연구에서는 연령 및 성별에 따른 황반형태의 변화를 Spectralis OCT를 통해 알 수 있었다. 이런 황반형태의 차이는 황반원공 등 황반질환의 발생에도 관련이 있는 것으로 알려져 있어서 앞으로 황반질환의 형태를 평가하는 데 있어 본 연구자료가 좋은 참고가 될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- 1) Hendrickson A. Organization of the adult primate fovea. In: Penfold PL, Provis GM, eds. Macular degeneration. Heidelberg, Germany: Springer Verlag, 2005;1-23.
- 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) van Driel D, Provis JM, Billson FA. Early differentiation of ganglion, amacrine, bipolar, and Muller cells in the developing fovea of human retina. J Comp Neurol 1990;291:203-19.
- 4) Provis JM, Diaz CM, Dreher B. Ontogeny of the primate fovea: a central issue in retinal development. Prog Neurobiol 1998;54:549-80.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) Kang NH, Kim HJ, Lee JH. The measurements of macular thickness and volume with SD-OCT in normal eyes. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:1182-8.
- 8) 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.
- 9) Early Treatment Diabetic Retinopathy Study design and baseline patient characteristics. ETDRS report number 7. Ophthalmology 1991;98:741-56.
- 10) Tick S, Rossant F, Ghorbel I, et al. Foveal shape and structure in a normal population. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:5105-10.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 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.
- 14) Kanai K, Abe T, Murayama K, Yoneya S. [Retinal thickness and changes with age]. Nihon Ganka Gakkai Zasshi 2002;106:162-5.
- 15) Neuvillie JM, Bronson-Castain K, Bearse MA Jr, et al. OCT reveals regional differences in macular thickness with age. Optom Vis Sci 2009;86:E810-6.
- 16) Guedes V, Schuman JS, Hertzmark E, et al. Optical coherence tomography measurement of macular and nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous human eyes. Ophthalmology 2003;110:177-89.
- 17) 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.
- 18) 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.
- 19) 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.
- 20) 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.
- 21) 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.
- 22) 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.e1.
- 23) 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.
- 24) 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.e2.
- 25) 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.
- 26) 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.
- 27) 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.

= 국문초록 =

스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영을 이용한 연령과 성별에 따른 황반형태 연구

목적: 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영(SD-OCT)을 이용하여 연령증가와 성별에 따른 한국인의 황반형태를 비교해보고자 하였다.

대상과 방법: 건강한 성인 115명 230안을 대상으로 연령에 따라 1군(20-39세), 2군(40-59세), 3군(60-79세)으로 나누어 Spectralis OCT를 이용하여 중심황반두께, 구역별 최대 망막두께, 오목직경, 오목깊이를 측정 후 차이를 비교하였다.

결과: 1군에서 상측, 하측 및 비측의 최대 망막두께는 2군과 3군에 비해 두꺼웠지만($p < 0.05$) 이측의 최대 망막두께는 연령에 따른 유의한 차이를 보이지 않았고 중심황반두께와 오목직경, 오목깊이도 연령에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 남녀를 구분하였을 때 남자의 이측 구역별 최대 망막두께가 3군이 1군에 비해 유의하게 얇았고 오목깊이는 1군이 2군과 3군에 비해 유의하게 깊어 여자와 차이를 보였다.

결론: 황반의 형태는 연령과 성별에 따른 차이가 있어 황반질환의 형태를 해석할 때 이를 고려해야 할 것이다.

〈대한안과학회지 2014;55(10):1504-1510〉
