

한국인 정상안에서 우세안과 비우세안 사이의 빛간섭단층혈관조영 측정치의 대칭성

Symmetry of Optical Coherence Tomography Angiography Parameters between Dominant and Non-dominant Eyes in Healthy Koreans

김경민 · 임형빈 · 신용일 · 조영준 · 김정열

Kyeong Min Kim, MD, Hyung Bin Lim, MD, Yong Il Shin, MD, Young Joon Jo, MD, PhD,
Jung Yeul Kim, MD, PhD

충남대학교병원 안과

Department of Ophthalmology, Chungnam National University Hospital, Daejeon, Korea

Purpose: To assess the symmetry of microvascular parameters measured via optical coherence tomography angiography (OCTA) between the dominant and non-dominant eyes of normal Korean subjects.

Methods: We retrospectively analyzed data on 120 eyes of 60 healthy Koreans. The 'hole-in-the-card' technique was used to determine ocular dominance. Central macular, peripapillary retinal nerve fiber layer thickness, and macular ganglion cell-inner plexiform layer thickness, were measured via spectral domain OCT. Vessel and perfusion density and the area of the foveal avascular zone (FAZ) were measured via OCTA. We used the paired *t*-test to compare all between-eye parameters. We calculated areas under receiver operating characteristic curves to determine diagnostic utility.

Results: The average participant age was 27.4 ± 2.01 years. Forty-one subjects (68.3%) were right eye-dominant and 19 (31.7%) left eye-dominant. None of the central macular, macular GC-IPL, or peripapillary RNFL thickness differed between the eyes; neither did any OCTA-assessed microvascular parameter (vessel or perfusion density or the FAZ area).

Conclusions: No OCT or OCTA parameter differed between dominant and non-dominant eyes. No parameter identified ocular dominance.

J Korean Ophthalmol Soc 2020;61(9):1057-1064

Keywords: Ocular dominance, Optical coherence tomography angiography, Vascular density

우세안이란 일반적으로 개인이 조금 더 선호하여 사용하는 눈을 일컬으며, 조금 더 넓은 의미에서는 시각적 선호도 뿐만 아니라 안구 운동 및 기타 여러 감각신경지배에 있어

서도 조금 더 우세한 눈을 의미한다. 과거 연구에 따르면 70% 정도에서 우측 눈을 조금 더 선호하고 이는 우세한 팔 다리의 방향과는 관련이 없다고 알려져 있다.¹⁻⁵ 우세안은 3세 이전에 결정되어 평생 변하지 않고 유지되는 것으로 알려져 있지만 여전히 우세안이 어떠한 발달과정을 통해서 정해지는지 명확치 않다.⁶

빛간섭단층촬영(optical coherence tomography, OCT)의 발달로 망막 및 시신경 구조의 정량적 분석이 가능하게 되었다. 이를 이용하여 우세안을 결정하는 요인이 대뇌 피질이 아닌 안구 내에 있는지 우세안과 비우세안의 해부학적 형태의 차이를 분석하는 연구들이 있었으며, 대부분의 연

■ Received: 2019. 12. 31. ■ Revised: 2020. 3. 6.

■ Accepted: 2020. 8. 20.

■ Address reprint requests to **Jung Yeul Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chungnam National University
Hospital, #282 Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea
Tel: 82-42-280-7900, Fax: 82-42-280-7900
E-mail: kimjy@cnu.ac.kr

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

© 2020 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.

구에서 우세안과 비우세안 사이에 유의한 차이는 발견되지 않았다. 이를 통해 우세안은 망막이나 시신경에 의해 결정되는 것이 아닌 대뇌 시피질의 발달 과정에서 결정되는 것으로 이해되고 있다.^{7,8} 하지만 대부분의 시피질은 망막의 신경층과 밀접하게 연관되어 있으며 시피질의 발달이 망막을 통한 시자극을 통해 이루어진다는 것은 지금까지 여러 연구를 통해 밝혀진 바 있다. 따라서 우세안이 결정되는 것이 시피질의 발달과정에서 이루어진다면 안내구조물, 특히 망막의 영향을 받을 것이라고 추정해볼 수 있겠다.

최근 개발된 빛간섭단층혈관조영술(OCT angiography, OCTA)은 같은 지점에서 적혈구 움직임의 연속적인 B-scan을 통해 감지하여 망막과 시신경에 분포하는 미세혈관구조물을 분석할 수 있는 영상 기술이다. 또한 망막을 표층모세혈관망과 심층모세혈관망으로 나누어 3차원적인 분석을 가능하게 해주었으며 각 층의 혈관 밀도(vessel density, VD)와 관류 밀도(perfusion density, PD)를 정량적으로 측정할 수 있다. 빛간섭단층혈관조영술의 발달은 안구의 해부학 및 여러 안내질환들의 병태생리학적 이해를 증진시키고 있어 현재 안과의 다양한 분야에서 진단 및 예후 판정 등에 활용되고 있다.

아직까지 정상 한국인에서 빛간섭단층혈관조영술을 이용하여 우세안과 비우세안 사이의 차이를 분석한 연구는 없었다. 따라서 저자들은 이번 연구를 통해 우세안과 비우세안 사이의 빛간섭단층혈관조영술의 측정값들에 차이가 있는지 알아보려고 하였으며, 이러한 측정값들이 우세안을 결정하는 요인이 되는지 확인해보려고 하였다.

대상과 방법

본 연구는 2017년 3월부터 2019년 3월까지 안과 검진 및 검사를 목적으로 충남대학교병원 망막클리닉에 처음 내원한 안과 질환 및 전신 질환이 없는 정상인 60명의 120안을 대상으로 후향적으로 연구를 진행하였다. 굴절수술을 제외한 안과 수술력이 없으며 전안부 및 망막검사상 이상이 없고 최대교정시력이 0.7 이상 교정되는 사람을 정상인으로 정의하였다. 망막클리닉을 방문한 40대 이후의 환자들은 새롭게 고혈압이나 당뇨병으로 진단받은 경우들이 있으며, 녹내장을 포함한 다른 안과 질환이 동반되는 경우가 있을 수 있기에, 이러한 변수들을 제외할 수 있고 검사 순응도가 좋은 20, 30대 정상인을 연구 대상으로 선정하였다. 본 연구는 상업적 이해관계가 없으며, 임상연구심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 진행하였고 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였다(IRB 승인 번호: 2019-11-039).

충남대학교병원 망막클리닉에 처음 방문하는 모든 환자는 자동굴절검사기를 이용하여 굴절검사 및 최대교정시력을 측정하며 최대교정시력이 0.7 이상 교정되는 경우 통상적으로 Hole-in-the-card test를 시행하여 우세안을 구하고 있다. 또한 자동안압계를 이용하여 안압검사를 시행하고, IOL Master® (IOL Master®, Carl Zeiss, Jena, Germany)를 이용하여 안축장길이를 측정하고 있다. 모든 초진 환자들은 빛간섭단층촬영검사 및 빛간섭단층혈관조영술을 시행 받았으며 그 방법은 아래와 같다.

빛간섭단층촬영검사는 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기(Cirrus HD 5000, Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA, USA)를 이용하여 Macular cube 512 × 128 scan을 시행하여 우세안과 비우세안간의 중심황반두께(central macular thickness), 황반부의 신경절세포-내망상층(macular ganglion cell-Inner plexiform layer)두께를 비교 분석하였다. 중심와를 중심으로 세로 방향 내부지름 1.0 mm, 외부지름 4.0 mm, 가로 방향 내부지름 1.2 mm, 외부지름 4.8 mm의 타원형 고리를 60°로 분할하여 상측, 상이측, 하이측, 하측, 하비측, 상비측의 여섯 영역으로 나누어 분석하였다. Optic disc cube 200 × 200 scan을 시행하여 유두주위 망막신경섬유층(peripapillary retinal nerve fiber layer)의 평균 두께를 분석하였으며 하측, 상측, 비측, 이측 사분면으로 나누어 분석하였다.

빛간섭단층혈관조영술은 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기(Cirrus HD 5000, Carl Zeiss Meditec, Inc.)를 이용하여 3 × 3 mm² scan을 황반부에 시행하여 혈관조영 이미지를 얻었다. 빛간섭단층혈관조영술은 중심부 파장길이 840 nm, 초당 68,000 A-scan의 속도로 촬영되며 Angiography 3 × 3 mm² scan pattern 기준 수직, 수평 각각 350개의 B-scan이 촬영된다. 내경계막에서 내망상층까지의 영역을 표층모세혈관망으로 정의하였다. 모든 스캔은 내장된 소프트웨어(AngioPlex™, version 10.0)를 이용하여 자동으로 분석하였으며, 표층모세혈관망(superficial capillary plexus, SCP)의 혈관 밀도(측정 범위의 단위면적당 혈관길이, VD [mm⁻¹], 관류 밀도(측정 범위의 단위면적당 혈관관류면적, PD), 망막중심오목무혈관부위(foveal avascular zone)의 면적과 둘레를 측정하였다. 모든 분석에는 신호 강도가 8 이상인 이미지를 사용하였으며 OCT, OCTA 스캔 결과에서 영상의 질적 저하(segmentation error, motion artifact 등)가 관찰되는 경우 연구에서 모두 제외하였다.

통계분석은 SPSS 18.0 (SPSS, Inc., Chiacago, IL, USA) 프로그램을 이용하였으며, paired *t*-test를 이용하여 양안의 다양한 측정값들을 비교 분석하였다. *p*-value가 0.05 미만인 경우 유의한 차이가 있는 것으로 보았다. 또한 우세안의 방향에 따라 우안과 좌안 두 군으로 나누어 같은 지표들을

비교 분석하였다. Shapiro-Wilk test를 이용하여 정규성 검정을 시행하였으며, 정규 분포를 따르지 않는 경우 비모수 검정인 Wilcoxon signed ranks test를 이용하여 분석하였다. 빛간섭단층촬영 및 빛간섭단층촬영술의 측정 지표들이 우세안을 구분하는 정도를 분석하기 위해 area under the receiver operating characteristic curve (AUROC)를 이용하였다. AUROC >0.8인 경우 우세안을 구분하는 진단 가치가 있는 것으로 판단하였다.

결 과

대상군과 임상적 특징

연구 대상자 60명 중 남자가 25명(41.7%), 여자가 35명(58.3%)이었으며 평균 나이 27.4세(20-35세)였다. 우안이 우세안인 대상군은 41명(68.3%), 좌안이 우세안인 대상군은 19명(31.7%)이었다. 우세안과 비우세안 사이의 최대교정시력, 구면대응치(spherical equivalent), 안압과 안축장길

이에는 두 군 간의 차이가 없었다(Table 1).

빛간섭단층촬영 측정치의 우세안과 비우세안의 비교

우세안과 비우세안의 평균 황반두께는 각각 $280.80 \pm 10.29 \mu\text{m}$, $282.58 \pm 15.58 \mu\text{m}$ 로 측정되었으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.316$). 중심황반두께는 각각 $255.02 \pm 28.49 \mu\text{m}$, $256.23 \pm 22.16 \mu\text{m}$ 였으며, 두 군 사이의 유의한 차이는 없었다($p=0.505$). 신경절세포-내망상층의 평균 두께는 우세안과 비우세안 각각 $80.05 \pm 6.52 \mu\text{m}$, $80.03 \pm 5.54 \mu\text{m}$ 로 측정되었으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.952$). 신경절세포-내망상층을 여섯 영역으로 나누어 분석하였을 때에도 각 영역별로 두 군 간의 차이는 없었다(모두 $p>0.05$). 평균 망막신경섬유층두께는 우세안과 비우세안 각각 $98.35 \pm 8.70 \mu\text{m}$, $97.63 \pm 8.23 \mu\text{m}$ 였으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.266$). 또한 망막신경섬유층을 사분면으로 나누어 분석한 두께에도 유의한 차이가 없었다(모두 $p>0.05$) (Table 2).

Table 1. Demographics of patients

Characteristic	Dominant eye	Non-dominant eye	<i>p</i> -value*
Visual Acuity (logMAR)	-0.01 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.190
Refractive error (diopters)	-3.39 ± 3.03	-3.33 ± 2.85	0.581
Intraocular pressure (mmHg)	14.33 ± 3.36	14.42 ± 3.04	0.712
Axial length (mm)	26.03 ± 1.38	25.94 ± 1.36	0.186

Total eyes are 120 eyes from 60 patients, patient's mean age is 27.40 ± 2.01 years (range, 20-35 years). Values are presented as mean ± SD. SD = standard deviation; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution.

*Paired *t*-test.

Table 2. Comparison of optical coherence tomography parameters between dominant and non-dominant eyes

Variable (μm)	Dominant eye	Non-dominant eye	<i>p</i> -value*
Average macular thickness	280.80 ± 10.29	282.58 ± 15.58	0.316
Central macular thickness	255.02 ± 28.49	256.23 ± 22.16	0.505
pRNFL			
Average	98.35 ± 8.70	97.63 ± 8.23	0.266
Inferior	121.50 ± 16.49	120.33 ± 15.71	0.347
Superior	117.10 ± 19.20	119.25 ± 17.85	0.206
Nasal	65.93 ± 11.46	66.38 ± 10.16	0.759
Temporal	88.57 ± 18.14	84.38 ± 16.99	0.010
mGC-IPL			
Average	80.05 ± 6.52	80.03 ± 5.54	0.952
Superior	80.20 ± 8.53	80.87 ± 6.41	0.345
Supratemporal	79.95 ± 6.21	79.87 ± 5.93	0.849
Infratemporal	80.53 ± 6.09	80.28 ± 6.28	0.516
Inferior	78.03 ± 6.63	77.82 ± 6.73	0.595
Infranasal	80.82 ± 6.76	80.33 ± 6.47	0.422
Supranasal	80.77 ± 8.77	80.90 ± 8.35	0.677

Values are presented as mean ± standard deviation.

pRNFL = peripapillary retinal nerve fiber layer; mGC-IPL = macular ganglion cell-inner plexiform layer.

*Paired *t*-test.

빛간섭단층혈관조영 측정치의 우세안과 비우세안의 비교

빛간섭단층혈관조영술을 이용하여 표층모세혈관망을 분석한 결과 중심부에서 3 mm 영역의 혈관 밀도의 경우 우세안과 비우세안에서 각각 $20.82 \pm 1.60 \text{ mm}^{-1}$, $20.66 \pm 1.80 \text{ mm}^{-1}$, 중심부 1 mm 영역에서는 $11.48 \pm 3.57 \text{ mm}^{-1}$, $11.54 \pm 3.50 \text{ mm}^{-1}$ 로 측정되었으며 모두 유의한 차이는 없었다(모두 $p > 0.05$). 관류 밀도의 경우 중심부 3 mm 영역에서 0.37 ± 0.02 , 0.36 ± 0.04 , 중심부 1 mm 영역에서 0.19 ± 0.59 , 0.21 ± 0.11 로 측정되었으며 두 군 사이의 차이는 없었다(모두 $p > 0.05$). 마지막으로 망막중심오목무혈관부위 넓이와 둘레를 비교하였을때, 우세안과 비우세안에서 각각 $0.26 \pm 0.10 \text{ mm}^2$, $0.25 \pm 0.11 \text{ mm}^2$ 와 $2.15 \pm 0.48 \text{ mm}$, $2.10 \pm 0.51 \text{ mm}$ 로 측정되었으며 두 군 간의 유의한 차이는 없었다(모두 $p > 0.05$) (Table 3).

우세안의 방향에 따른 빛간섭단층촬영과 빛간섭단층혈관조영 측정치의 비교

우세안의 방향에 따른 우세안과 비우세안 사이 측정치에 차이가 있는지 알아보기 위해 우세안이 우안인 환자들과 우세안이 좌안인 환자들로 나누어 위와 동일한 방법으로 우세안과 비우세안의 빛간섭단층촬영과 빛간섭단층혈관조영 측정치를 비교하였다. 우세안이 우안인 경우 평균 망막 신경섬유층두께가 우안은 $98.80 \pm 9.10 \mu\text{m}$, 좌안은 $97.02 \pm 8.75 \mu\text{m}$ 로 측정되었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.030$). 그 외 측정치에서는 우세안과 비우세안 간의 유의한 차이를 보이는 측정치는 없었다(모두 $p > 0.05$) (Table 4).

빛간섭단층촬영 및 빛간섭단층혈관조영 측정값의 우세안 구분에 대한 분석

AUROC를 이용하여 빛간섭단층촬영, 빛간섭단층혈관조영술의 각 지표를 분석하였다. 빛간섭단층촬영지표 중 중심황반부, 신경절세포-내망상층, 망막신경섬유층의 평균 두께의 AUC의 값은 각각 0.502, 0.510, 0.516으로 측정되었

Table 3. Comparison of optical coherence tomography angiography parameters of superficial capillary plexus between dominant and non-dominant eyes

	Dominant eye	Non-dominant eye	<i>p</i> -value*
Vessel density 1 mm center (mm^{-1})	11.48 ± 3.57	11.54 ± 3.50	0.866
Vessel density 3 mm full (mm^{-1})	20.82 ± 1.60	20.66 ± 1.80	0.471
Perfusion density 1 mm center	0.19 ± 0.59	0.21 ± 0.11	0.182
Perfusion density 3 mm full	0.37 ± 0.02	0.36 ± 0.04	0.064
Foveal avascular zone area (mm^2)	0.26 ± 0.10	0.25 ± 0.11	0.118
Foveal avascular zone perimeter (mm)	2.15 ± 0.48	2.10 ± 0.51	0.365

Values are presented as mean \pm standard deviation.

*Paired *t*-test.

Table 4. Interocular comparison of optical coherence tomography and optical coherence tomography angiography parameters according to ocular dominance

	Right ocular dominance (n = 41)*			Left ocular dominance (n = 19)†		
	Right eye (dominant eye)	Left eye	<i>p</i> -value*	Right eye	Left eye (dominant eye)	<i>p</i> -value†
CMT (μm)	254.80 ± 32.36	256.83 ± 24.23	0.437	256 (242-269)	260 (242-272)	0.876
Average mGC-IPL (μm)	78.46 ± 6.04	78.71 ± 5.29	0.515	83 (78-85)	83 (78-87)	0.106
Average pRNFL (μm)	98.80 ± 9.10	97.02 ± 8.75	0.030	101 (92-104)	98 (92-102)	0.097
VD 3 mm full (mm^{-1})	20.66 ± 1.69	20.45 ± 1.92	0.455	21.30 (20.10-21.30)	21.30 (20.10-22.40)	1.000
VD 1 mm central (mm^{-1})	11.47 ± 3.94	11.33 ± 3.78	0.715	12.50 (11.00-14.00)	12.50 (10.50-14.10)	0.546
PD 3 mm full	0.37 ± 0.03	0.36 ± 0.05	0.142	0.38 (0.36-0.39)	0.38 (0.36-0.39)	0.587
PD 1 mm center	0.20 ± 0.06	0.20 ± 0.07	0.739	0.22 (0.19-0.24)	0.19 (0.17-0.22)	0.102
FAZ area (mm^2)	0.26 ± 0.11	0.25 ± 0.12	0.387	0.23 (0.18-0.32)	0.25 (0.21-0.34)	0.377
FAZ perimeter (mm^2)	2.12 ± 0.46	2.12 ± 0.55	0.975	2.12 (1.83-2.36)	2.15 (1.96-2.44)	0.219

Values are presented as mean \pm standard deviation or median (Inter quartile range).

CMT = central macular thickness; mGC-IPL = macular ganglion cell-inner plexiform layer; pRNFL = peripapillary retinal nerve fiber layer; VD = vessel density; PD = perfusion density; FAZ = foveal avascular zone.

*Paired *t*-test; †Wilcoxon signed ranks test.

다. 또한 빛간섭단층촬영조영술 지표 중 표층모세혈관망의 혈관 밀도, 관류 밀도, 망막중심오목무혈관부위 넓이의 AUC는 각각 0.513, 0.537, 0.528로 측정되었다. 분석에 사용한 모든 빛간섭단층촬영, 빛간섭단층촬영조영술 지표에서 우세안을 구별하는 진단 가치를 지니는 측정값은 찾지 못하였다(Fig. 1).

고 찰

우세안은 사시와 약시의 발생과 관련이 깊다고 알려져 있으며, 또한 사시를 교정하기 위해 프리즘안경을 사용할 경우 높은 도수의 프리즘을 비우세안에 위치시키는 것이 환자의 시각적 편의에 도움이 된다는 보고도 있다.⁹ 그 외에도 백내장수술시 우세안은 원거리에 그리고 비우세안은 근거리에 목표 굴절률을 맞출 경우 수술 후 만족도가 높으

며, 황반원공이 우세안을 침범하는 경우가 비우세안을 침범하는 경우보다 환자의 시각적 불편감이 더 심하다는 보고가 있었다. 따라서 우세안은 안과 전반적인 영역에서 고려해야 할 중요한 사항이다.^{10,11}

본 연구에서는 우안이 우세안인 경우가 전체 환자의 68.3%로 측정되었으며 이는 기존 연구와 비슷한 결과이다. 또한 두 군 간의 시력, 굴절력, 안압, 안축장길이에서도 유의한 차이가 없었다. 본 연구 결과와 비슷하게 굴절력과 안축장길이에 차이가 없다는 이전 연구들이 있었다.^{1,12,13} 하지만 오히려 우세안의 근시가 더 심하고 안축장길이가 더 길다는 보고도 있었는데 이는 우세안이 비우세안에 비하여 상대적으로 조절을 더 자주하면서 발생할 것이라고 주장하였다.¹⁴⁻¹⁶ 우세안과 비우세안의 안압을 비교한 연구들에서도 일관된 결과를 보이지 않았다.

빛간섭단층촬영검사 결과 본 연구에서는 우세안과 비우

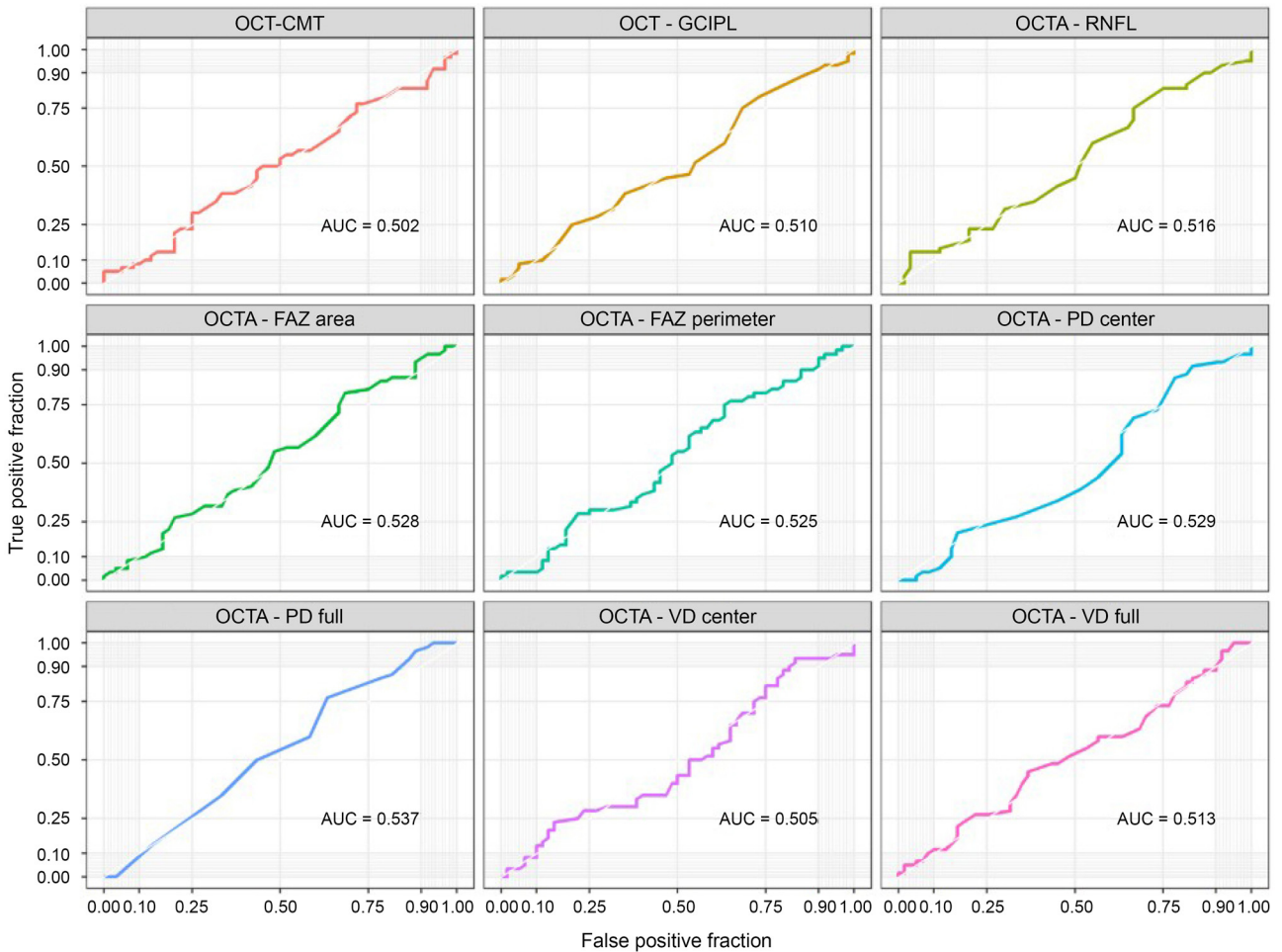


Figure 1. Area under the receiver operating characteristic curve of each parameter of optical coherence tomography (OCT) and OCT angiography to differentiate the dominant eye. CMT = central macular thickness; AUC = area under the curve; GCIPL = ganglion cell-Inner plexiform layer; OCTA = optical coherence tomography angiography; RNFL = retinal nerve fiber layer; FAZ = foveal avascular zone; PD = perfusion density; VD = vessel density.

세안 사이 중심황반부, 신경절세포-내망상층, 망막신경섬유층의 두께에 유의한 차이가 없었다. Time domain OCT와 Spectral domain OCT (SD-OCT)를 이용하여 우세안과 비우세안을 비교 분석한 이전 연구들에서 두 군 간의 중심황반부두께에는 차이가 없다고 보고하였다.^{1,3,4} 또한 Choi et al¹⁷은 SD-OCT를 이용하여 우세안과 비우세안 사이의 망막신경섬유층의 두께를 분석하였으며 우세안에서는 아래 쪽이 비주인안에서는 위쪽 망막신경섬유층이 상대적으로 두껍게 측정되었다. Lee et al⁵은 우세안과 비우세안 사이의 망막신경섬유층의 두께에는 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 우세안에서 신경절세포-내망상층이 더 두껍다는 연구도 있었으나 본 연구에서는 그 차이가 없었다.¹⁸ 빛간섭단층촬영을 활용하여 우세안을 비교한 논문들의 결과가 일관되지 않은 것은 우세안을 구분할 수 있는 빛간섭단층촬영 소견이 없다고도 볼 수 있겠지만 각 연구에 참여한 대상자들의 나이가 달라 정확한 비교가 어려웠을 수도 있다.

빛간섭단층촬영조영술은 기존의 형광안저조영술에 비하여 검사에 소요되는 시간이 짧으며, 조영제를 사용하지 않아 비침습적이며 아나필락시스와 같은 조영제에 의한 부작용이 나타나지 않는다. 또한 형광안저촬영술에 나타나는 형광누출이 없어 미세혈관 구조물의 높은 해상도 이미지를 촬영할 수 있다. 이러한 여러 장점들로 현재 망막, 녹내장, 신경안과 등 다양한 분야에서 진료 및 연구에 활용되며 기존의 병태생리학적인 이해를 돕고 있다.¹⁹

본 연구에서는 빛간섭단층촬영조영술을 활용하여 우세안과 비우세안의 표층모세혈관망에서의 혈관 밀도, 관류, 망막중심오목무혈관부위의 면적과 둘레를 측정하여 비교하였다. Liu et al²⁰은 OCTA를 사용하여 측정한 우안의 혈관 밀도가 좌안에 비하여 더 높게 측정되며, 이는 우세안에 의한 것이라고 주장하였으며 우세안이 좌안인 경우 좌안의 혈관 밀도가 우안에 비해 더 높게 측정된다고 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 혈관 밀도 측정값들에서 우세안과 비우세안 간의 차이가 없었고 우안이 우세안인 경우와 좌안이 우세안인 경우 두 군으로 나누어서 분석하였을 때에도 방향에 따른 혈관 밀도의 차이를 발견하지 못하였다. 이전 연구는 전체 대상자 중 좌안이 우세안인 경우가 전체의 9.2%, 총 9명밖에 되지 않는 반면, 본 연구는 31.7%, 19명의 대상자가 연구에 포함되어 이전 연구와 결과의 차이를 보일 수도 있다.

본 연구에서는 우세안이 우안인 경우 우세안의 평균 망막신경섬유층의 두께가 비우세안에 비하여 유의하게 두껍게 측정되었다. 하지만 이런 결과가 우세안에 의한 것인지는 이번 연구만으론 명확하게 알기 어렵다. 우선, 좌안이 우세안인 경우에는 이런 경향을 따르지 않았다. 통계적으

로 유의하진 않았지만 우세안이 좌안인 경우에 오히려 비우세안인 우안의 평균 망막신경섬유층의 두께가 더 두껍게 측정되었다. 과거 연구들을 살펴보면, Lee et al⁵은 우세안과 비우세안 사이에 망막신경섬유층두께의 차이는 없었다고 하였으며, Samarawickrama et al³는 6세와 12세 어린이를 대상으로 분석하여 동일한 결과를 보고하였다. 한편, 다른 연구들에서는 평균 망막신경섬유층두께의 차이는 없었으나, 국소적인 영역에서 유의한 차이가 있었다고 보고하기도 하였다.^{4,17} 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

이번 연구에서는 빛간섭단층촬영과 빛간섭단층촬영조영술 각각의 측정 지표들이 우세안을 구분할 수 있는지에 대하여 그 진단적 가치를 평가하기 위해서 AUROC 분석을 시행하였다. 본 연구에서는 빛간섭단층촬영과 빛간섭단층촬영조영술 측정 결과들 중 우세안을 구분할 수 있는 진단 가치가 있는 지표를 찾지 못하였다. 우세안과 비우세안을 비교 분석한 연구들은 많았지만 빛간섭단층촬영과 빛간섭단층촬영조영술 각 지표별로 우세안 구분의 진단 가치를 분석한 논문은 없었다.

이번 연구에는 한계점은 연구 대상자의 평균 나이가 27.4세로 대부분 20대 환자로 이뤄져 있어 전체 인구를 대표하지 못할 수 있다는 점이다. 하지만 이미 알려져 있듯이 우세안은 만 3세 이전에 결정되어 평생 변하지 않는다. 이는 우세안이 결정되는 데 있어 3세 이후의 후천적인 요인들이 주요하게 작용하지 않는다고 할 수 있으며, 나이가 많은 환자일수록 고혈압, 당뇨 등 다양한 요인에 의해 빛간섭단층촬영검사 결과에 영향을 끼칠 가능성이 높다. 따라서 비교적 젊은 환자로 구성된 이번 연구에서는 이러한 영향을 배제할 수 있는 장점이 있다. 또한 이번 연구에는 대상자들의 안축장길이가 26 mm보다 큰 고도근시안이 많이 포함되어 있어 빛간섭단층촬영 결과에 영향을 끼쳤을 가능성이 있다. 마지막으로 이번 연구는 표층모세혈관층만을 분석하였으며 심층모세혈관층의 측정값은 분석하지 못하였다. 하지만 심층부 망막혈관은 표층부의 망막혈관에 의한 인공투사음영에 의해 일관된 검사가 어려우며 이전 연구들에서도 검사 결과의 반복성이 떨어진다고 보고하였다. 추후 인공투사음영을 제거할 수 있는 개선된 방법으로 심층모세혈관층에 대한 추가적인 연구가 필요하겠다.^{19,21}

이전까지 빛간섭단층촬영을 이용한 우세안에 대하여 연구는 많았으나 빛간섭단층촬영조영술을 이용하여 두 군을 비교 분석한 논문은 거의 없다. 이 연구는 한국인 정상안에서 우세안과 비우세안을 빛간섭단층촬영조영술을 사용하여 비교하였으며 각 지표들의 진단 가치를 ROC curve를 이용하여 분석했다는 의미가 있다. 이번 연구 결과 우세안

과 비우세안 사이 빛간섭단층촬영 및 빛간섭단층촬영술의 측정값들에는 유의한 차이가 없었다. 위 결과는 우세안이 안구내 요인에 의해서 결정되는 것이 아닌 시피질의 발달과 연관된다는 것을 의미한다. 하지만 대부분의 시피질의 발달이 망막을 통한 시자극을 통하여 이뤄진다는 점을 미뤄볼 때 우세안이 결정되는 데 있어서 안구의 영향을 완전히 배제할 수 없으며 이는 추후 새로운 진단 기법들이 발달될 경우 추가적인 연구가 이뤄져야 할 것으로 보인다.

REFERENCES

- 1) Carey DP. Vision research: losing sight of eye dominance. *Curr Biol* 2001;11:R828-30.
- 2) Mapp AP, Ono H, Barbeito R. What does the dominant eye dominate? A brief and somewhat contentious review. *Percept Psychophys* 2003;65:310-7.
- 3) Samarawickrama C, Wang JJ, Huynh SC, et al. Macular thickness, retinal thickness, and optic disk parameters in dominant compared with nondominant eyes. *J AAPOS* 2009;13:142-7.
- 4) Song YJ, Kim DH. Comparison of OCT parameters between the dominant and nondominant eye. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014; 55:1687-92.
- 5) Lee MS, Cho KJ, Cho WH, et al. Retinal nerve fiber layer thickness and optic disc parameters in dominant compared with non-dominant eyes. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:784-8.
- 6) Pekel G, Acer S, Özbakis F, et al. Macular asymmetry analysis in sighting ocular dominance. *Kaohsiung J Med Sci* 2014;30:531-6.
- 7) Hubel DH, Wiesel TN. The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. *J Physiol* 1970;206:419-36.
- 8) Wiesel TN. Postnatal development of the visual cortex and the influence of environment. *Nature* 1982;299:583-91.
- 9) Jeoung JW, Lee MJ, Hwang JM. Bilateral lateral rectus recession versus unilateral recess-resect procedure for exotropia with a dominant eye. *Am J Ophthalmol* 2006;141:683-8.
- 10) Jain S, Arora I, Azar DT. Success of monovision in presbyopes: review of the literature and potential applications to refractive surgery. *Surv Ophthalmol* 1996;40:491-9.
- 11) Waheed K, Laidlaw D. Disease laterality, eye dominance, and visual handicap in patients with unilateral full thickness macular holes. *Br J Ophthalmol* 2003;87:626-8.
- 12) Chia A, Jaurigue A, Gazzard G, et al. Ocular dominance, laterality, and refraction in Singaporean children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:3533-6.
- 13) Cho KJ, Kim SY, Yang SW. The refractive errors of dominant and non-dominant eyes. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:275-9.
- 14) Ko C, Choi J. A study on dominant eye. *J Korean Ophthalmol Soc* 1983;24:459-62.
- 15) Cheng CY, Yen MY, Lin HY, et al. Association of ocular dominance and anisometropic myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:2856-60.
- 16) Koo BS, Cho YA. The relationship of dominant eye, dominant hand, and deviated eye in strabismus. *J Korean Ophthalmol Soc* 1996;37:1277-82.
- 17) Choi JA, Kim JS, Park HYL, et al. Retinal nerve fiber layer thickness profiles associated with ocular laterality and dominance. *Neurosci Lett* 2014;558:197-202.
- 18) Choi JA, Kim JS, Jeong HJ, et al. Ocular dominance is associated with the ganglion cell-inner plexiform layer thickness profile in the macula. *PLoS One* 2016;11:e0150035.
- 19) Durbin MK, An L, Shemonski ND, et al. Quantification of retinal microvascular density in optical coherence tomographic angiography images in diabetic retinopathy. *JAMA Ophthalmol* 2017;135: 370-6.
- 20) Liu G, Keyal K, Wang F. Interocular symmetry of vascular density and association with central macular thickness of healthy adults by optical coherence tomography angiography. *Sci Rep* 2017;7:16297.
- 21) Ferrara D. Image artifacts in optical coherence tomography angiography. *Clin Exp Ophthalmol* 2016;44:367-8.

= 국문초록 =

한국인 정상안에서 우세안과 비우세안 사이의 빛간섭단층혈관조영 측정치의 대칭성

목적: 한국인 정상안에서 우세안과 비우세안 사이의 빛간섭단층촬영(optical coherence tomography, OCT), 빛간섭단층혈관조영(OCT angiography, OCTA) 측정값의 차이를 분석하고자 하였다.

대상과 방법: 정상 성인 60명의 120안을 대상으로 후향적 방식으로 연구하였다. Hole-in-the-card test를 시행하여 우세안을 결정하였다. 빛간섭단층촬영을 시행하여 중심 황반부, 황반부 신경절세포-내망상층, 유두주위 망막신경섬유층의 두께를 분석하였다. 빛간섭단층혈관조영술을 시행하여 황반부의 혈관 밀도, 관류 밀도, 망막중심오목무혈관부위의 둘레와 면적을 분석하였다. 우세안과 비우세안 사이의 OCT, OCTA 측정값들의 차이를 paired *t*-test를 이용하여 비교분석하였다. 각각의 OCT, OCTA 지표들의 area under the receiver operating characteristic curve를 구하여 진단 가치를 판단하였다.

결과: 대상군의 평균 나이는 27.4 ± 2.01 세, 우세안은 우안 41안(68.3%), 좌안이 19안(31.7%)이었다. OCT 검사에서 우세안과 비우세안 간의 평균 중심황반두께, 황반부 신경절세포층-내망상층두께, 유두주위 망막신경섬유층두께에 차이가 없었다. OCTA 검사에서 두 군 간 표층모세혈관망의 혈관 밀도, 관류 밀도, 망막중심오목무혈관부위 넓이에는 유의한 차이가 없었다.

결론: 우세안과 비우세안 사이의 OCT, OCTA 측정값에는 유의한 차이가 없었다. 또한 OCT, OCTA의 측정치로는 우세안과 비우세안을 구별할 수 없었다.

〈대한안과학회지 2020;61(9):1057-1064〉

김경민 / Kyeong Min Kim
충남대학교병원 안과
Department of Ophthalmology,
Chungnam National University Hospital

