

## 안저사진 및 빛간섭단층촬영으로 측정된 정상 한국인의 회선 상태

이시형 · 김소영

순천향대학교 의과대학 천안병원 안과학교실

**목적:** 정상인의 시신경유두와 망막중심오목의 위치관계를 안저사진 및 빛간섭단층촬영으로 조사하여 안구 회선의 범위 및 두 검사간의 차이를 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** 정상인 200명의 400안을 대상으로 안저사진과 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 안저 촬영에서는 ImageJ<sup>®</sup>를 이용하여 시신경유두 중심과 망막중심오목이 이루는 각도를 직접 측정하였으며, 빛간섭단층촬영에서는 프로그램을 통해 각도를 자동으로 산출한 후, 두 검사 결과의 차이를 알아보았다.

**결과:** 안저사진을 통한 측정된 망막중심오목과 시신경유두 중심 사이 각도는 평균  $6.47 \pm 2.76^\circ$ 도, 우안  $6.26 \pm 2.92^\circ$ 도, 좌안  $6.65 \pm 2.58^\circ$ 도였으며, 빛간섭단층촬영에서 산출한 결과는 평균  $6.52 \pm 2.83^\circ$ 도, 우안  $6.12 \pm 3.00^\circ$ 도, 좌안  $6.83 \pm 2.70^\circ$ 도였다. 두 검사 결과 간의 통계학적 유의한 차이는 없었으며, 각 검사 결과에서의 좌우안 및 성별, 연령군에 따른 통계학적 유의한 차이도 없었다.

**결론:** 안저사진을 통해 회선량을 측정하는 방법과 비교하였을 때, 빛간섭단층촬영의 프로그램을 이용한 안구 회선 측정 방법은 안구 회선 정도 측정에 있어 유용하다고 할 수 있다.

〈대한안과학회지 2013;54(7):1091-1096〉

회선 사시는 눈의 전후축을 중심으로 안구의 정렬이 잘 못된 상태를 의미한다. 내회선을 담당하는상사근과 상직근, 외회선을 담당하는 하사근과 하직근 근육 간의 불균형 및 회선 근육의 마비성 기능 장애, 특히 사근 이상과 밀접한 관계가 있다. 회선사시의 객관적 검사로 도상검안경 및 안저촬영이 임상적으로 널리 사용되며, 주관적 검사로는 이중마독스막대검사, 바골리니 렌즈검사 등이 대표적으로 사용되고 있다. 그러나 주관적인 검사들은 측정방향에 있어 정면 주시에만 비교적 정확한 측정이 가능하며 여러 방법으로 측정된 검사 값이 서로 일치하지 않는 경우가 많으므로,<sup>1</sup> 객관적인 검사법이 회선량 평가에 더욱 유용하다.

고전적으로 Bixenman and von Noorden<sup>2</sup>은 안저 사진을 기준으로 정상인에 있어 시신경유두와 중심와의 이루는 각이 평균  $7.25^\circ$ 라고 하였으며 중심와의 위치가 시신경 유

두의 중앙보다 하방에 있으며 시신경유두의 아래쪽 변연보다 상방에 있는 경우를 정상 범위로 제시하였다. 반면에 Guyton<sup>3</sup>은 중심와를 지나는 수평선이 시신경유두의 아래쪽 1/3에 들어가는 경우를 정상이라고 하였다.

이러한 정상 범위는 회선 사시를 유발하는 상사근 마비 혹은 AV형 사시 등과 같은 각종 사시의 진단에 있어 중요한 기준이 된다. 이로 인해 정상 한국인의 회선정도를 평가한 논문들이 발표되었으나, 아직까지 회선사시의 진단기준을 명확하게 제시하는데는 어려움이 있다. 또한 안저 사진에서의 중심와 지정에 따른 개인적 차이에 의해 정상회선 범위의 차이가 있을 수 있다. 이러한 오차를 줄이기 위해 본 연구에서는 Spectralis 빛간섭단층촬영기(Heidelberg engineering, CA, USA)의 프로그램에서 제공하는 fovea-to-disc alignment 기능을 통해 자동으로 중심와를 지정하고, 이를 통해 정상인의 안회선 범위를 측정하였으며, 안저촬영에서 측정된 정상인의 안회선 범위와 비교, 분석하였다.

### 대상과 방법

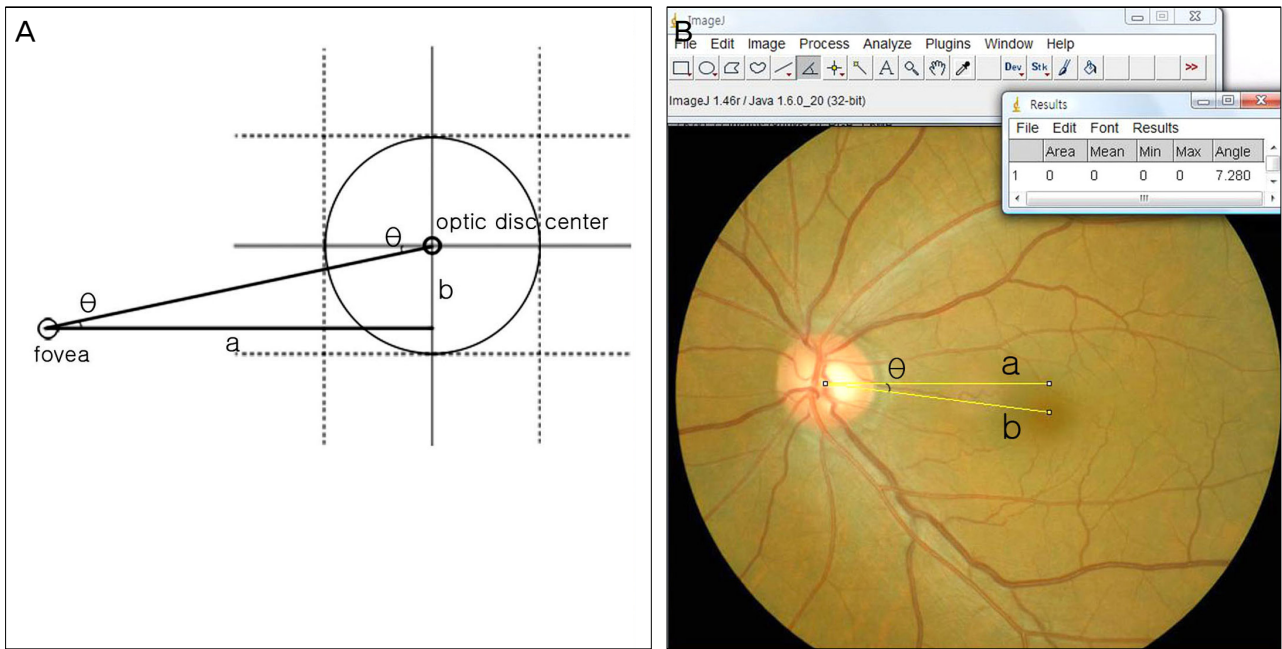
2012년 3월부터 2012년 8월까지 순천향대학교 천안병원 안과에서 정상으로 진단된 200명의 환자(400안)를 대상으로 하였다. 연구 대상의 기준은 교정시력이 0.8 이상이며, 사시의 과거력 및 안구 또는 안와 수술을 받은 과거력

■ Received: 2012. 11. 17. ■ Revised: 2013. 2. 19.

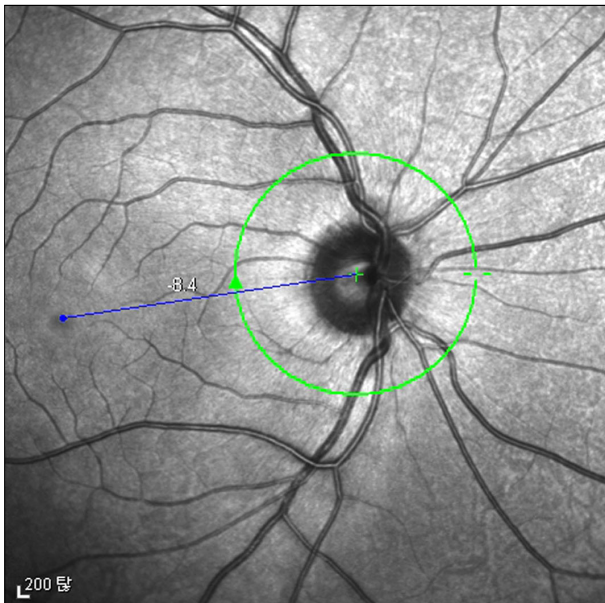
■ Accepted: 2013. 5. 5.

■ Address reprint requests to So Young Kim, MD  
Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University  
Cheonan Hospital, #31 Suncheonhyang 6-gil, Dongnam-gu,  
Cheonan 330-721, Korea  
Tel: 82-41-570-2260, Fax: 82-41-576-2262  
E-mail: ophdrkim@schmc.ac.kr

\* This study was presented as a e-poster at the 108th Annual Meeting of the Korean Ophthalmology Society 2012.



**Figure 1.** (A) The measurement of disc foveal distance and angle. 'a' is horizontal optic disc center-foveal distance. 'b' is vertical optic disc center-foveal distance. 'θ' is the angle between the optic disc center and the fovea;  $\tan \theta = b/a$ . (B) The measurement of the optic disc center-foveal angle using ImageJ program. 'a' is a horizontal line drawn from the optic disc center. 'b' is a line drawn from the optic disc center to the fovea. 'θ' is the angle between the line a and b.



**Figure 2.** The measurement of the angle between the optic disc center and the fovea using Spectralis optical coherent tomography. Heidelberg eye explorer software provides fovea-to-disc alignment function which can accurately measure the angle between the optic disc center and the fovea.

이 없으며, 외상 및 뇌혈관질환의 과거력이 없으며, 세극등 검사 및 안저검사, 그리고 사시 검사 상 특별한 이상이 없는 경우로 하였다. 모든 피검사자는 양안을 산동하지 않은 상태에서 KOWA 무산동 7 안저 카메라(KOWA, Tokyo, Japan)

로 촬영하였으며, Spectralis 빛간섭단층촬영기(Heidelberg engineering, CA, USA)를 이용하여 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 검사하는 눈은 안저 촬영 시에는 안저 카메라 안의 주시점, 빛간섭단층촬영 시에는 빛간섭단층촬영기 안의 주시점을 주시하도록 하였고 두 검사에서 모두 검사하는 동안 머리가 기울어지지 않도록 주의를 기울여 촬영하였다. 이러한 방법으로 얻어진 각 검사의 결과 중 안저 사진에서는 기존의 von Noorden<sup>4</sup>의 방법인 시신경유두 중심에서 망막중심오목까지의 수평거리 및 수직거리와 시신경유두의 수직직경 및 수평직경을 측정 후 시신경 유두의 수직/수평 직경 비를 구하고 각도는 탄젠트를 이용하여 계산하는 방법 (Fig. 1A) 대신 본 연구에서는 ImageJ<sup>®</sup> (National Institutes of Health, Bethesda, MD)의 각도 측정 기능을 이용하여 시신경 유두 중심을 수평으로 지나가는 선과 시신경유두중심과 망막중심오목을 지나는 선 사이의 각을 측정하였다 (Fig. 1B). 빛간섭단층촬영 결과에서는 망막중심오목의 위치는 빛간섭단층촬영 프로그램(Heidelberg eye explorer software; Heidelberg engineering, CA, USA)의 fovea-to-disc alignment 기능을 이용하여 지정하였으며 위치 지정 시 자동으로 산출되어 표시되는 시신경유두의 중심과 망막중심오목 사이의 각도를 기록하였다(Fig. 2). 모든 검사 및 거리 측정은 한 명의 동일한 검사자가 측정하였다. 연령별, 성별에 따른 시신경유두 중심과 망막중심오목 사이의 수직거리와 수평거리, 시신경유두 중심과 망막중심오목

이 이루는 각도의 차이를 분석하였으며, 각 계측 치에 대하여 두 검사간의 차이를 분석하였다. 통계 분석은 SPSS/PC 통계 프로그램의 paired student *t*-test, independent student *t*-test 및 ANOVA test를 시행하였으며, *p*값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 보았다.

## 결 과

연구 대상의 성별 분포는 남자가 115명, 여자가 85명이었고, 평균 연령은 39.9세(3-79세)였다(Table 1). 안저촬영에서 측정한 시신경유두 중심과 망막중심오목 사이의

각도는 우안  $6.15 \pm 2.86$ 도, 좌안  $6.59 \pm 2.51$ 도, 평균  $6.37 \pm 2.69$ 도였으며, 빛간섭단층촬영의 fovea-to-disc alignment 기능을 이용하여 자동으로 측정한 시신경유두 중심과 망막중심오목 사이의 각도는 우안  $6.11 \pm 2.84$ 도, 좌안  $6.75 \pm 2.70$ 도, 평균  $6.43 \pm 2.78$ 도였다. 또한 각 개인의 좌우 양안에서의 각도 차이는 안저촬영 결과를 통해 측정 시  $2.98 \pm 2.17$ 도, 빛간섭단층촬영에서 측정 시  $3.01 \pm 2.35$ 도였다. 두 검사 간의 결과를 비교하였을 때 평균적으로 빛간섭단층촬영의 결과가 안저촬영에서의 값에 비해 컸으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ) (Table 2). 각 연령군의 계측치 사이에서 통계적으로 유

**Table 1.** Age and sex distribution of subjects in this study

	No. (%)	Age (year)	Range (year)
Male	115 (57.5)	$38.8 \pm 17.3$	3-74
Female	85 (42.5)	$41.4 \pm 19.7$	10-79
Total	200 (100)	$39.9 \pm 18.4$	3-79

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

SD = Standard deviation.

**Table 2.** Results of disc-foveal angle measured from fundus photographs and optical coherent tomography

	Disc-foveal angle from fundus photographs	Disc-foveal angle from OCT	<i>p</i> -value*
	Deviation (Degree)	Deviation (Degree)	
Right eye	$6.15 \pm 2.86$	$6.11 \pm 2.84$	0.74
Left eye	$6.59 \pm 2.51$	$6.75 \pm 2.70$	0.07
Total	$6.37 \pm 2.69$	$6.43 \pm 2.78$	0.34
Difference between eyes	$2.98 \pm 2.17$	$3.01 \pm 2.35$	0.84

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

OCT = optical coherent tomography.

\*Paired *t*-test.

**Table 3.** Mean value of disc-foveal angle measured from fundus photograph and optical coherent tomography according to age

Age (year)	0-19	20-39	40-59	$\geq 60$	<i>p</i> -value*
Disc-foveal angle from fundus photographs (degree)	$6.33 \pm 2.88$	$6.59 \pm 2.68$	$6.18 \pm 2.59$	$6.38 \pm 2.69$	0.71
Difference between the eyes	$3.15 \pm 2.31$	$2.60 \pm 1.83$	$3.03 \pm 2.34$	$3.31 \pm 2.20$	0.41
Disc-foveal angle from OCT (degree)	$6.48 \pm 3.16$	$6.54 \pm 2.77$	$6.12 \pm 2.64$	$6.70 \pm 2.55$	0.49
Difference between the eyes	$3.61 \pm 2.13$	$2.48 \pm 1.77$	$3.08 \pm 2.69$	$2.98 \pm 2.04$	0.13

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

OCT = optical coherent tomography.

\*ANOVA test.

**Table 4.** The comparison of disc-foveal angle measured from fundus photograph and optical coherent tomography between male and female

	Male	Female	<i>p</i> -value
Disc-foveal angle from fundus photographs (degree)	$6.36 \pm 2.66$	$6.38 \pm 2.75$	NS*
Difference between the eyes	$3.01 \pm 2.21$	$2.96 \pm 2.14$	NS*
Disc-foveal angle from OCT (degree)	$6.37 \pm 2.75$	$6.50 \pm 2.84$	NS*
Difference between the eyes	$3.09 \pm 2.41$	$2.91 \pm 2.28$	NS*

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

OCT = optical coherent tomography.

\*Not significant ( $p > 0.05$ ) by student *t*-test.

의한 차이는 없었다( $p>0.05$ )(Table 3). 남녀 측정 결과를 비교하였을 때, 안저사진 및 빛간섭단층촬영 결과 모두에서 남자가 여자보다 시신경 유두 중심과 망막중심오목 사이의 각도가 더 컸으며, 각 개인의 좌우 양안차이는 여자가 더 컸으나 두 결과 모두 통계학적 유의성은 없었다( $p>0.05$ )(Table 4).

## 고 찰

회선사시는 회선사시를 유발하는 흔한 질환은 사근마비, A-V 증후군, 해리 상사위, 근무력증 등이 있으며, 회선사시각 측정법으로는 앞서 언급한 주관적 및 객관적 검사들이 있다. 일반적으로 회선사시의 증상은 사물의 상이 기울어져 보이는 것인데, 도상검안경, 안저사진 촬영 등의 객관적인 검사에서 해부학적인 회선 사시가 명백한 경우에도 증상을 호소하지 않거나 주관적인 검사에서 정상으로 나오는 경우가 많으며, 오히려 해부학적으로 회선사시가 없는 경우에 주관적인 검사에서 회선 증상을 호소하는 경우가 있다.<sup>4</sup> 이는 감각적응을 한 경우에 해당하는 것으로 해부학적인 회선과 주관적인 회선이 불일치하게 되는 원인이 된다.<sup>4-6</sup> 또한 소아의 경우 측정결과와 신뢰성이 떨어지며, 양안시기능이 없는 환자에서는 검사의 어려움이 있다.<sup>7</sup> 따라서 안구회선에 대한 객관적인 평가는 도상검안경이나 안저사진을 이용한 해부학적인 안구의 회선 관찰이 필수적이다.

안저검사에서의 해부학적인 중심과 위치 및 시신경유두 중심과 망막중심오목이 이루는 각도에 대한 여러 연구보고들이 있다. 기존의 해외 연구들은 시신경유두의 중심을 지나는 수평선과 망막중심오목이 이루는 각도를 7.25도 및 9도로 평가하였다.<sup>2,3</sup> 반면에 국내에서의 연구 보고들을 살펴보면 1985년 Jin<sup>8</sup>은 안과적으로 정상인 대학생 46명을 대상으로 한 연구에서 회선각이 5.65도라는 결론을 얻었으며, Lee et al<sup>9</sup>은 3세에서 68세까지 평균 27.8세의 정상인 100명을 대상으로 회선 정상 범위를 연구하였는데, 우안 6.11 ± 3.21도, 좌안 6.67 ± 3.18도, 평균 6.39 ± 3.20도였으며, 성별 및 연령에 따른 유의한 차이가 없다고 보고한 바 있다. Park<sup>10</sup>의 연구에서는 정상 한국인에서 회선의 정상 범위는 0-13도라고 보고하였으며, Lee and Lim<sup>11</sup>은 20세에서 64세까지의 249명의 집단검진을 시행한 환자에서의 안구회선의 범위를 측정하였으며 우안 6.26 ± 3.00도, 좌안 6.69 ± 2.84도, 평균 6.50 ± 2.92도였으며 좌우안 및 성별, 연령군에 따른 통계학적인 유의한 차이는 없었다고 보고하였다. 또한 Kim et al<sup>12</sup>은 안저촬영 시 안저카메라의 내부 주시 장치 주시 유무에 따른 회선각을 Scion image program<sup>®</sup>을 이용하여 측정하였는데, 정상인에서 주시 장치

주시할 경우 우안 6.95도, 좌안 7.42도였으며, 주시하지 않을 경우 우안 7.25도, 좌안 7.48도로 주시 유무에 따라 큰 차이가 없음을 보고하였다.

본 연구에서의 경우 안저사진에서 회선각 측정 시 우안 6.15 ± 2.86도, 좌안 6.59 ± 2.51도, 평균 6.37 ± 2.69도였으며, 이는 이전의 연구들에서 제시되었던 결과와 유사한 범위이다. 또한 빛간섭단층촬영에서 fovea-to-disc alignment 기능을 이용하여 회선각 측정 시 우안 6.11 ± 2.84도, 좌안 6.75 ± 2.70도, 평균 6.43 ± 2.78도였으며, 두 검사를 통해 구한 회선각 모두에서 좌우안, 성별 및 연령군 간에서 유의한 차이는 나타나지 않았다. 본 연구에서의 안저사진을 통해 측정된 회선각과 비교하였을 때 빛간섭단층촬영의 fovea-to-disc alignment 기능을 통해 구한 회선각은 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 이는 객관적인 회선각 평가에 있어 빛간섭단층촬영의 적합함을 나타낸다고 할 수 있다.

기존의 안저사진을 통해 회선각을 측정 시 개개인의 시신경유두의 크기 및 모양의 다양성때문에 망막중심오목의 위치를 나타내는 기준인 시신경유두 중심을 설정하는데 어려움이 따를 수 있다. 또한 기존의 von Noorden<sup>4</sup>의 방법으로 측정 시 시신경유두 중심으로부터 중심과까지의 수평, 수직거리를 측정하고 이를 시신경유두의 수평 및 수직직경과의 비로 환산한 후 탄젠트를 이용하여 각도를 계산해야 하는 번거로움이 따른다. 반면에 본 연구에서는 컴퓨터 프로그램을 이용하여 간단하고 효율적으로 측정하였다. 빛간섭단층촬영 시 시신경유두 주변으로 원이 표시되기 때문에 시신경유두 중심을 촬영 시 좀더 정확히 설정할 수 있으며, 프로그램에서 적외선 안저사진 상 망막중심오목을 자동으로 지정하여 시신경유두 중심과 망막중심오목이 이루는 각도를 산출해주기 때문에 훨씬 신속하고 효율적으로 결과를 얻을 수 있다. 빛간섭단층촬영에서 적외선 안저사진이 선명하지 않을 경우 프로그램 자체에서 망막중심오목의 위치를 명확하게 설정하지 못하는 단점이 있지만, 프로그램 상 검사자가 망막중심오목의 위치를 재조정할 수 있는 기능이 있기 때문에 이에 대한 수정이 가능하다.

본 연구는 정상인에서 시신경유두 중심과 망막중심오목이 이루는 각도를 측정함에 있어서의 빛간섭단층촬영의 활용도를 최초로 연구한 것이라는데 의의가 있었다. 본 연구에서 저자들은 정상인에서의 안구회선의 범위를 제시하고 안저사진과 빛간섭단층촬영 두 가지 검사를 통해 얻은 결과를 비교하여 회선각의 객관적 평가에 있어 빛간섭단층촬영의 유용성을 제시하고자 하였다. 기존의 연구 결과와 동일하게 빛간섭단층촬영을 통해 측정된 회선각 또한 좌우안, 성별 및 연령군 간의 차이는 없었으며, 기존의 안저사진

을 이용한 회선량 측정방법에 비해 더욱 간단하고 효율적으로 각도를 측정할 수 있었다. 이러한 점들을 고려하였을 때 정상인의 회선량 측정에 있어 빛간섭단층촬영은 유용하다고 할 수 있다. 향후 회선사시 환자들에 있어서의 빛간섭단층촬영을 이용한 회선량 측정에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각하며, 회선량의 객관적 평가에 있어 빛간섭단층촬영의 이후 활용도는 높아질 것으로 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Kraft SP, O'Reilly C, Quigley PL, et al. Cyclotorsion in unilateral and bilateral superior oblique paresis. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1993;30:361-7.
- 2) Bixenman WW, von Noorden GK. Apparent foveal displacement in normal subjects and in cyclotropia. Ophthalmology 1982;89: 58-62.
- 3) Guyton DL. Clinical assessment of ocular torsion. Am Orthopt J 1983;33:7-15.
- 4) von Noorden GK. Clinical observations in cyclodeviations. Ophthalmology 1979;86:1451-61.
- 5) von Noorden GK. Clinical and theoretical aspects of cyclotropia. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1984;21:126-32.
- 6) Hooten K, Myers E, Worrall R, Stark L. Cyclovergence: the motor response to cyclodisparity. Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol 1979;210:65-8.
- 7) Morton GV, Lucchese N, Kushner BJ. The role of funduscopy and fundus photography in strabismus diagnosis. Ophthalmology 1983; 90:1186-91.
- 8) Jin YH. Location of the foveola in normal subjects. J Korean Ophthalmol Soc 1985;26:1019-23.
- 9) Lee DH, Lee SJ, Park SH. Ocular torsion in normal Korean population. J Korean Ophthalmol Soc 2004;45:797-802.
- 10) Park SW. The torsional status of normal Koreans. J Korean Ophthalmol Soc 2004;45:1906-11.
- 11) Lee HJ, Lim KH. The range of ocular torsion in mass screening. J Korean Ophthalmol Soc 2005;46:1684-89.
- 12) Kim EH, Lee SJ, Choi HY. Ocular torsion according to fixation in fundus photograph. J Korean Ophthalmol Soc 2006;47:449-54.

=ABSTRACT=

## Ocular Torsion Measured by Fundus Photographs and Optical Coherent Tomography in Normal Koreans

Si Hyung Lee, MD, So Young Kim, MD

*Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Cheonan, Korea*

**Purpose:** To investigate the normal range of ocular torsion in Koreans with no ophthalmologic history using fundus photographs and optical coherence tomography and compare the results of the two methods.

**Methods:** Fundus photographs and optical coherence tomography were conducted in 400 eyes of 200 people with no ophthalmologic history. ImageJ<sup>®</sup> was used to measure the center of the optic nerve head to foveal angle with fundus photographs. For optical coherence tomography, the fovea-to-disc alignment function in the computer program was used to automatically calculate the angle. Then, the calculated angles measured by the two different methods were compared.

**Results:** In fundus photographs, the angle of the fovea from the center of the optic nerve head was  $6.26 \pm 2.92$  degree in the right eye,  $6.65 \pm 2.58$  degree in the left eye, and the mean value was  $6.47 \pm 2.76$  degrees. From the automatic calculation in optical coherence tomography, the angle of the fovea from the center of the optic nerve head was  $6.12 \pm 3.00$  degree in the right eye,  $6.83 \pm 2.70$  degree in the left eye, and the mean value was  $6.52 \pm 2.83$  degrees. There was no statistically significant difference between the results of the two different methods. In addition, no statistically significant difference was observed between the right and left eyes, sexes, or ages.

**Conclusions:** When comparing the conventional method of measuring ocular torsion with fundus photographs to optical coherent tomography, the fovea-to-disc alignment function of the optical coherent tomography may be useful to automatically calculate the cyclotorsion.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(7):1091-1096

**Key Words:** Fundus photography, Ocular torsion, Optical coherence tomography

---

Address reprint requests to **So Young Kim, MD**

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Cheonan Hospital

#31 Suncheonhyang 6-gil, Dongnam-gu, Cheonan 330-721, Korea

Tel: 82-41-570-2260, Fax: 82-41-576-2262, E-mail: ophdrkim@schmc.ac.kr