

편측 정상안압녹내장의 반대편 눈과 정상인의 눈과의 시신경 유두 기울기와 비틀림 비교

Comparison between Optic Disc Torsion of Fellow Eyes in Unilateral Normal-tension Glaucoma and Normal Eyes

주진호¹ · 최정환² · 김태기¹ · 강자현¹

Jin-Ho Joo, MD¹, Jeong Han Choi, MD², Tae Gi Kim, MD¹, Jaheon Kang, MD, PhD¹

경희대학교 의학전문대학원 강동경희대학교병원 안과학교실¹, 경희대학교 대학원 의학과 안과학교실²

Department of Ophthalmology, Kyung Hee University Hospital at Gangdong, Kyung Hee University School of Medicine¹, Seoul, Korea
Division of Ophthalmology, Department of Medicine, Kyung Hee University Graduate School², Seoul, Korea

Purpose: To determine the association between optic disc tilt and torsion of glaucomatous and fellow eyes of unilateral normal-tension glaucoma (NTG) patients and normal.

Methods: We measured optic disc tilt and torsion of 23 unilateral NTG patients and 23 normal controls by analyzing fundus photography and compared 3 groups. We also measured retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness through optical coherence tomography in 23 unilateral NTG patients and compared the findings with those of normal eyes.

Results: The mean values of optic disc tilt ratio and torsion degree in glaucomatous eyes were $1.17 \pm 0.19^\circ$ and $15.57 \pm 8.16^\circ$, respectively, while those in fellow eyes were $1.10 \pm 0.10^\circ$ and $8.26 \pm 5.20^\circ$. There was no significant difference in tilt ratio ($p = 0.109$), but there was a significant difference in torsion degree ($p = 0.001$). The mean values of optic disc tilt ratio and optic disc torsion in the controls were $1.11 \pm 0.07^\circ$ and $3.25 \pm 2.69^\circ$, respectively. Also, there was no significant difference in optic disc tilt ratio ($p = 0.601$), but a significant difference in optic disc torsion between fellow eyes and controls ($p < 0.001$). The RNFL thickness of the same torsion direction in unilateral NTG eyes was measured to be $49.35 \pm 17.18 \mu\text{m}$ smaller than the normal value (mean RNFL thickness: $71.91 \pm 16.92 \mu\text{m}$). Reduced RNFL thickness of the same torsion direction between glaucomatous eyes and fellow eyes was significantly different ($p < 0.001$). In addition, it was confirmed that RNFL thickness was significantly decreased according to the degree of disc torsion ($p = 0.024$).

Conclusions: The optic disc torsion showed a significant difference between glaucomatous and fellow eyes in unilateral NTG patients and normal controls. Also, the RNFL thickness significantly decreased according to the degree of the optic disc torsion. Therefore, fellow eyes of unilateral NTG patients need to be carefully monitored for the progression of glaucoma.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(8):974-980

Keywords: Optic disc torsion, Retinal nerve fiber layer, Unilateral normal tension glaucoma

■ Received: 2017. 5. 26. ■ Revised: 2017. 6. 27.

■ Accepted: 2017. 8. 2.

■ Address reprint requests to Jaheon Kang, MD, PhD
Department of Ophthalmology, Kyung Hee University Hospital
at Gangdong, #892 Dongnam-ro, Gangdong-gu, Seoul 05278,
Korea
Tel: 82-2-440-7751, Fax: 82-2-440-7756
E-mail: Kjh0614@khu.ac.kr

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

정상안압녹내장은 진행되는 시신경병증으로 정상 범위의 안압과 개방각인 상태에서 시신경 유두 함몰 및 이에 상응하는 시야 결손을 특징으로 하는 질환을 말한다.¹ 정상안압녹내장에서 시신경 위축에 대한 병태생리학적 가설은 안구 혈액 순환(ocular blood flow, OBF) 감소로 인한 것² 등이 있지만, 아직까지 완벽하게 밝혀지지는 않았다.

시신경 유두의 기울임은 시신경섬유를 늘리고 비틀림은

© 2017 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.

로써 망막신경절세포를 손상시키게 된다. 이러한 손상으로 인해 녹내장성 시야결손이 나타나게 되며, 근시에서 녹내장 위험이 높은 것이 이와 같은 이유이다. 실제로 근시로 인한 시신경의 비틀림(torsion)이 녹내장 진행의 원인이 되고 있다는 연구가 있다.³ 또한, Park et al⁴의 연구에 의하면 시신경 비틀림이 정상안압녹내장에서 일차성 개방각녹내장보다 시야 결손과 더 큰 연관이 있는 것으로 알려졌다. 근시는 녹내장 진행의 중요한 위험인자로 연령, 인종 등과 같은 다른 녹내장 위험 인자나 고안압과는 상관 없이 근시가 있는 경우에 근시가 없는 경우보다 녹내장의 위험이 2-3 배가량 증가한다고 알려져 있으며, 근시로 인해 안축장 길이가 증가하여 공막의 변형이 생겨 혈류 감소와 시신경 유두 주변 위축 등의 현상에 의해 녹내장이 진행한다고 알려져 왔다.⁵⁻⁸

최근 정상안압녹내장에서 시신경 유두 비틀림의 방향을 통하여 녹내장성 손상의 위치를 예측할 수 있다는 연구가 있었고,³ 또한 비틀림 정도가 시야 결손에 영향을 미치고 있다는 연구가 있었다.⁹ 또한 정상안압녹내장 환자에서 시야결손의 증상이 한쪽으로도 나타날 수 있는데, 시간이 경과하면 반대안에도 다소 낮은 확률로 시야 결손이 나타날 수 있다고 하였다.¹⁰ 이렇듯 편측 정상안압녹내장에 구조적인 문제 때문에 반대안에서도 녹내장의 위험이 증가할 수 있다. 그러나 현재까지 연구된 바는 없었다. 이러한 연구들에 착안하여 본 연구에서 편측 정상안압녹내장 환자의 녹내장과 반대안, 그리고 정상안의 시신경 유두 기울기와 비틀림 정도와 망막시신경섬유층(retinal nerve fiber layer, RNFL) 두께와의 상관관계를 분석하고자 하였다.

대상과 방법

본 연구는 의무기록을 기반으로 한 후향적 검토 연구로, 2007년 4월부터 2016년 8월까지 강동경희대학교병원 안과에서 정상안압녹내장으로 진단되어 치료를 시행하였던 환자 중 편측으로만 녹내장이 진행되며, 안저 촬영(fundus photography) 및 빛간섭단층촬영(optical coherence tomography [OCT], Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) 검사, 안축장 길이 측정(axial length, AL)을 시행한 환자를 대상으로 하였다. 이 중 -2D 이상의 근시와 +2D 이상의 원시를 갖고 있는 환자 및 망막 질환 병력이 있는 환자, 눈의 수술 및 외상 병력이 있는 환자, 녹내장을 제외한 시신경 질환을 갖고 있는 환자, 시야의 영향을 미칠 수 있는 전신 및 신경과적 질환이 있는 환자들은 제외하였다. 위의 선정조건 통하여 총 23명의 편측 정상안압녹내장 환자를 선정하였다. 대조군으로 비슷한 연령과 같은 비율의 성별, -2D~+2D의

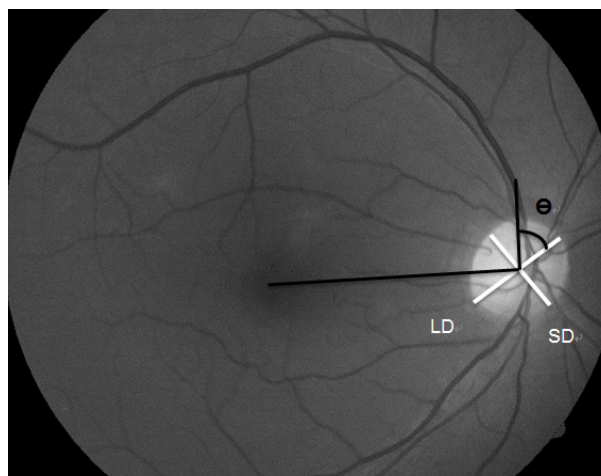


Figure 1. Definitions of optic disc tilt and torsion degree with Image J software. Optic disc tilt ratio was defined as the ratio between the longest diameter (LD) and shortest diameter (SD) of the optic disc. Optic disc torsion degree was measured between the LD and vertical meridian (VM) of the optic disc (θ).

구면렌즈대응치(spherical equivalent, SE), 안축장의 길이가 22.5 mm부터 24.5 mm까지 측정되었으며, 안저 검사, OCT를 측정한 기록이 있는 정상인 23명, 46안을 선정하였다.

안저 사진을 통해서 시신경 유두의 기울기와 비틀림을 분석하였다. 시신경 유두 기울기(optic disc tilt)는 시신경 유두의 가장 긴 직경과 가장 짧은 직경 간의 비(ratio)로 정의하였으며, 시신경 유두 비틀림(optic disc torsion)은 시신경 유두의 장축으로부터 수직 자오선(vertical meridian) 간의 각도로 정의하였다. 수직 자오선은 황반(fovea)으로부터 시신경 유두 중심으로 연결된 수평선에 90°의 수직선을 의미하며(Fig. 1), 비틀림의 정도와 함께 방향도 측정하였다.⁷ 안과 의사 2명(J.J.H., C.J.H.), 녹내장 전문의 1명(K.J.H.), 총 3명이 ImageJ image analysis software (version 1.52; developed by Wayne Rasband, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA)를 이용하여 시신경 유두 기울기와 비틀림 정도를 교차 측정하여 정확도를 높였다.

시신경 유두 주변 망막신경섬유층 두께는 빛간섭단층촬영영기를 이용하여 검사하였고, 나이 및 성별에 따른 정상 값과의 차이를 비교하였다. 망막신경섬유층 두께는 Spectralis OCT의 standard RNFL thickness analysis 프로그램을 이용하여 측정되었으며, 이는 3.4 mm 직경의 원으로 시신경 유두 주위 망막신경섬유층의 두께를 3회 측정하여 자동으로 합성한 후 평균치를 μm 단위의 값으로 결정하였다. 비틀림의 방향을 고려하여 같은 방향 망막신경섬유층 두께(same directional RNFL thickness)와 다른 방향 망막신경섬유층 두께(opposite directional RNFL thickness), 이측과 비측 망막신경섬유층 두께, 총 4방향으로 나누어 비교하였다. 같은

방향 망막신경섬유층 두께(same directional RNFL thickness)를 비틀림의 방향이 위쪽인 경우 상측 망막신경섬유층 두께로 정의하였고, 아래쪽인 경우에는 하측 망막신경섬유층 두께로 정의하였다. 시행한 검사에서 Image quality score가 15점 미만인 경우에는 제외하였다.

본 연구는 헬싱키 선언을 준수하였고, 강동경희대학교병원 임상연구심사위원회(institutional review board, IRB)의 심의를 통과하였다(KHNMC-2017-06-039). 통계학적인 분석은 SPSS ver. 18 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였으며 정규성 검정 및 대응표본 *t* 검정(Paired *t*-test), 독립표본 *t* 검정(Independent *t*-test)을 이용하여 비교 분석하였고, Pearson 상관분석(Correlation analysis)을 이용하여 비틀림 정도와 망막신경섬유층 두께와의 상관 정도를 확인하였다. 통계적인 유의성은 *p*-value 0.05 미만으로 정의하였다.

결 과

앞에 설명한 기준에 합당한 편측 정상안압녹내장 23명 환자의 평균 나이는 57.00 ± 14.12 세이고 대조군의 평균 나이는 53.35 ± 13.41 세로 두 그룹 간의 통계적 유의성은 보이지 않았다($p=0.686$). 녹내장안의 평균 안압은 15.75 ± 2.56 mmHg, 반대안의 평균 안압은 16.09 ± 2.02 mmHg로 두 그룹 간은 유의하지 않았으며($p=0.612$), 대조군의 평균 안압은 15.55 ± 2.34 mmHg로 반대안과 비교하였을 때 유의성을 보이지 않았다($p=0.632$). 구면렌즈대응치(SE) 평균 값은, 녹내장안의 평균 -0.84 ± 1.57 D로 반대안은 -0.94 ± 1.74 D였으며 두 그룹 간의 유의성은 없었고($p=0.825$), 대조군의 평균은 -0.79 ± 1.50 D로 반대안과 유의성을 보이지 않았다($p=0.795$). 평균 안축장 길이는, 녹내장안은 24.31 ± 1.57

mm였고, 반대안은 23.88 ± 1.04 mm로 서로 유의성을 보이지 않았고($p=0.420$), 대조군은 24.03 ± 0.60 mm로 반대안과 통계적 유의성을 나타내지 않았다($p=0.620$) (Table 1).

시신경 유두 기울기 비와 비틀림 정도의 평균 값은 녹내장안에서 $1.17 \pm 0.19/15.57 \pm 8.16^\circ$, 반대안에서 $1.10 \pm 0.10/8.26 \pm 5.20^\circ$ 로 두 그룹 간의 기울기 비는 유의한 차이를 보이지 않았으나($p=0.109$), 비틀림 정도의 경우에는 의미 있는 차이를 보였다($p=0.001$) (Table 2, Fig. 2). 대조군에서는 $1.11 \pm 0.08/3.28 \pm 2.69^\circ$ 로 반대안과 비교하였을 때, 기울기 비는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나($p=0.601$), 비틀림 정도의 경우에는 의미 있는 차이를 보였다($p=0.001$).

망막신경섬유층(RNFL) 두께를 보면, 녹내장안에서 시신경 유두 비틀림 방향과 같은 방향의 망막신경섬유층 두께는 $71.91 \pm 16.92 \mu\text{m}$ 로 반대안의 $115.93 \pm 17.31 \mu\text{m}$ 에 비해 유의하게 낮다($p=0.001$) (Table 3). 녹내장안은 정상에 비해 $49.35 \pm 17.18 \mu\text{m}$ 감소되어 있었고, 반대안은 $9.70 \pm 15.17 \mu\text{m}$ 만큼 감소되어, 이를 비교하면 유의한 차이를 보이고 있었다($p=0.001$). 또한 이측 망막신경섬유층 두께도 녹내장안($63.09 \pm 15.14 \mu\text{m}$)이 반대안($76.00 \pm 13.69 \mu\text{m}$)보다 유의하게 얇아져 있는 것을 확인할 수 있었다($p=0.004$). 시신경 유두 비틀림과 반대 방향의 망막신경섬유층 두께는 녹내장안에서 크게 감소되지 않았고, 반대안과 유의한 차이는 보이지 않았다($p=0.092$). 오히려 정상과의 차이 값($-11.22 \pm 19.11 \mu\text{m}$)에서는 유의한 차이가 나타났다($p=0.037$). 비측 망막신경섬유층 두께의 감소는 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.151$).

시신경 유두 비틀림 정도에 따라서 비틀림과 같은 방향의 망막신경섬유층 두께의 감소 정도를 비교해보면, 시신경

Table 1. The results of eye examinations and demographics in 23 patients with unilateral normal-tension glaucoma (NTG) and 46 eyes of 23 normal controls

	Glaucomatous eyes (n = 23)	Fellow eyes (n = 23)	Normal eyes (n = 46)
Age (years)	57.00 ± 14.12	57.00 ± 14.12	53.35 ± 13.41
Gender (male:female)	7:16	7:16	9:14
IOP (mmHg)	15.73 ± 2.56	16.09 ± 2.02	15.55 ± 2.34
SE (D)	-0.84 ± 1.57	-0.94 ± 1.74	-0.79 ± 1.50
Axial length (mm)	24.31 ± 1.57	23.88 ± 1.04	24.03 ± 0.60

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated.
IOP = intraocular pressure; SE = spherical equivalent.

Table 2. The optic disc tilt ratio and torsion degree of 23 patients with unilateral normal-tension glaucoma (NTG) and 46 eyes of 23 normal controls

Parameters	Glaucomatous eyes (n = 23)	Fellow eyes (n = 23)	Normal eyes (n = 46)
Disc tilt ratio	1.17 ± 0.19	1.10 ± 0.10	1.11 ± 0.08
Disc torsion ($^\circ$)	15.57 ± 8.16	8.26 ± 5.20	3.28 ± 2.69

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

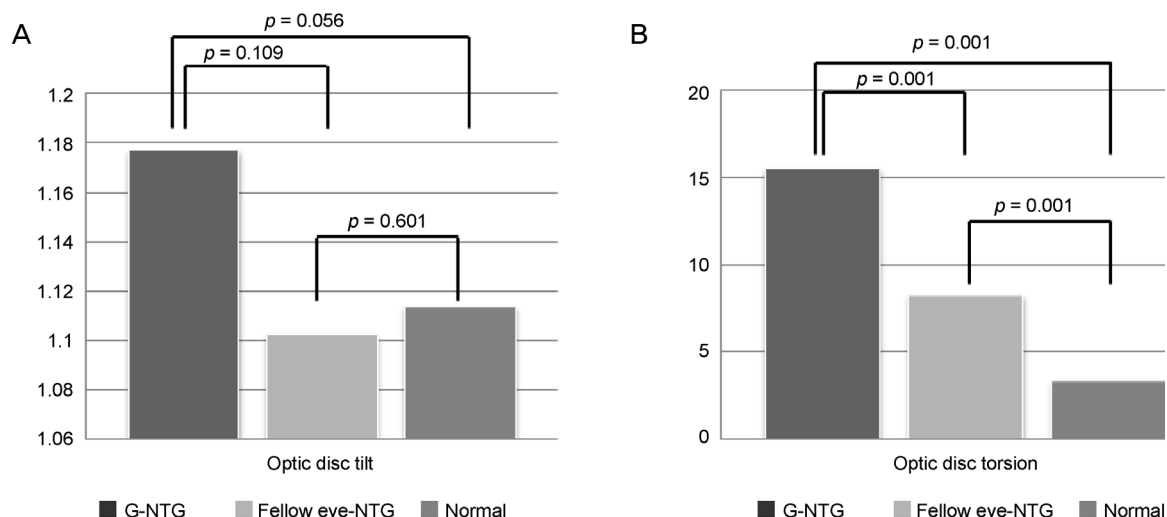


Figure 2. The bar chart of the optic disc tilt ratio and torsion degree. Comparisons of the optic disc tilt ratio (A) and torsion degree (B) between glaucomatous eyes and fellow eyes of 23 patients with unilateral normal-tension glaucoma (NTG) patients, and 46 normal controls. G-NTG = glaucomatous eyes of unilateral normal-tension glaucoma; Fellow eye-NTG = contralateral normal eyes of unilateral normal-tension glaucoma.

Table 3. Comparison of Retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness by spectral-domain optical coherence tomography (OCT) between glaucomatous eyes and contralateral normal eyes of 23 patients with unilateral normal-tension glaucoma (NTG)

	Glaucomatous eyes (n = 23)	Fellow eyes (n = 23)	p-value*
Sector			
Same direction (μm)	71.91 ± 16.92	115.93 ± 17.31	0.001†
Opposite direction (μm)	107.22 ± 19.43	116.96 ± 19.91	0.092
Temporal (μm)	63.09 ± 15.14	76.00 ± 13.69	0.004†
Nasal (μm)	60.96 ± 14.97	67.09 ± 13.45	0.151
Difference from normal values			
Same direction (μm)	-49.35 ± 17.18	-9.70 ± 15.17	0.001†
Opposite direction (μm)	-11.22 ± 19.11	1.48 ± 20.93	0.037†
Temporal (μm)	-9.70 ± 14.43	3.22 ± 13.72	0.003†
Nasal (μm)	-11.04 ± 14.97	-4.91 ± 13.45	0.151

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

*Paired t-test; †p < 0.05.

유두 비틀림 정도가 증가함에 따라서 비틀림과 같은 방향의 망막신경섬유층 두께는 더 얇아졌고($p=0.022$, $r=-0.336$), 정상과의 차이 값 또한 음의 방향으로 증가한다는 것을 확인할 수 있었다($p=0.024$, $r=-0.333$) (Fig. 3).

고 찰

녹내장은 회복할 수 없고, 계속 진행되는 시신경 병증을 보이는 것으로 인종 및 인구 구성에 따라서 다양한 형태가 나타난다고 알려져 있다.¹¹ 실제로 백인에서는 안압이 높은 개방각 녹내장(open-angle glaucoma, OAG)이 가장 많은 형태로 알려져 있으나, 어떤 인종에서는 정상안압녹내장(NTG)이나 폐쇄각 녹내장(angle-closure glaucoma, ACG)의 비율

이 높았다.¹² 이러한 차이는 안구의 구조적인 차이로 인하여 발생하는 것으로 생각되어 왔다.

정상안압녹내장은 개방각 녹내장 상태에서 특별한 치료 없이 안압이 21 mmHg 이하를 유지하는 상태를 말하는 것으로, 극동 아시아에서 가장 흔한 개방각 녹내장의 형태로 알려져 있다. 최근 Kim et al¹³의 연구에서는 한국인의 개방각 녹내장의 빈도에 대하여 연구를 시행하였고, 3.5%의 유병률을 보였다. 이 중 정상안압녹내장의 유병률은 2.7% (전체 개방각 녹내장 중 77%)를 보였고, 평균 안압은 16.3 mmHg로 측정되었다. Kim et al¹⁴의 연구에 따르면 서양의 정상안압녹내장 환자에 비해서 한국의 정상안압녹내장 환자들은 패임의 정도가 더 가파르며, 더 두꺼운 망막신경섬유층(RNFL) 두께와 더 얇은 중심 각막 두께를 보인다고 하였

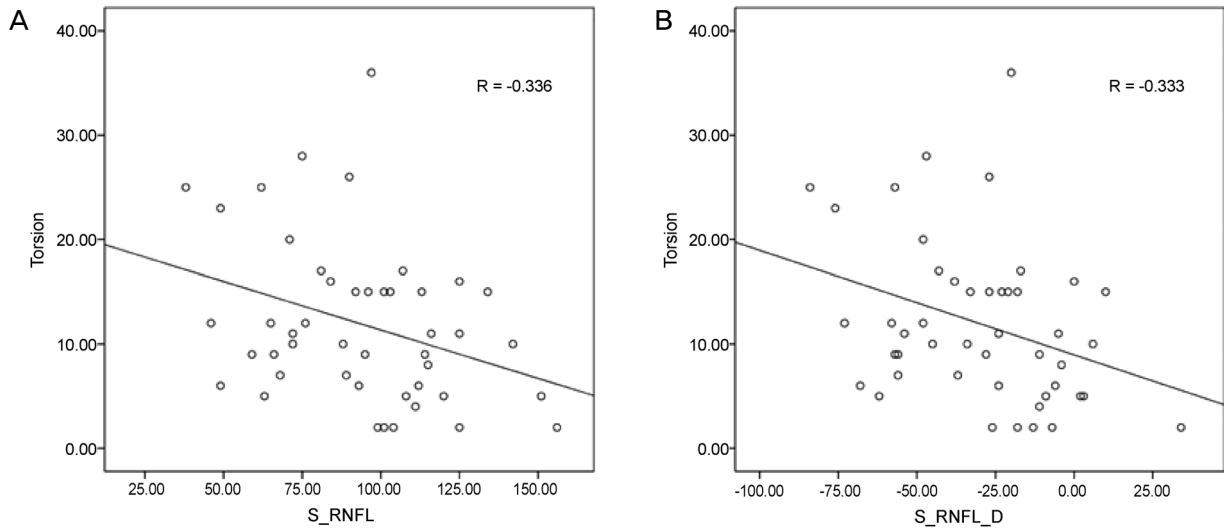


Figure 3. Scatter map between optic disc torsion and retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness of the same direction. Scatterplots showing the relationship between the optic disc torsion degree and the same directional RNFL thickness (A) and the difference between the same directional RNFL thickness and normal values (B). Pearson correlation coefficient R values are shown. S_RNFL = same directional RNFL thickness (μm); S_RNFL_D = difference between the same directional RNFL thickness and normal values (μm).

다. 또한 유전자의 변이가 정상안압녹내장과 연관이 있다는 연구들도 있었다.¹⁵⁻¹⁷ 이렇듯 인종에 따라 다른 안구의 형태적 차이 및 유전자 변이로 인해 정상안압녹내장의 발병과 연관이 있다고 여겨지고 있다.

최근 한국인 중 근시인 정상안압녹내장 환자들을 대상으로 시신경 유두 비틀림의 방향을 통해 녹내장성 손상의 위치를 예측할 수 있다는 연구가 있었다.³ 또한, 근시인 편측 정상안압녹내장 환자에서 시신경 유두 기울기 정도가 망막 신경섬유층 두께의 감소와 연관성이 있다는 것을 확인하였다.⁹ 정상안압녹내장 환자의 시신경 유두의 기울기와 비틀림이 비슷한 안축장 길이의 안압이 높은 개방각 녹내장 환자에 비해서 유의하게 나타나는 특징임을 확인하였고,⁴ 이를 통하여 안압이 높지 않은 정상안압녹내장에서, 시신경의 녹내장성 손상은 시신경 유두의 기울기와 비틀림에 의한 비틀림과 같은 방향의 망막신경절 세포의 손상이 발생하며 그로 인해 시야 결손이 일어나는 것으로 많은 연구를 통하여 알려져 왔다. 이는 편측 정상안압녹내장에서 시야 결손이 발생하지 않은 반대편의 정상안에서 이미 망막신경섬유층 두께가 얇아져 있다는 연구를 통하여 알 수 있었다.¹⁸

본 연구는 편측 정상안압 녹내장 환자에서 녹내장과 아직 녹내장이 진행되지 않은 반대안, 같은 연령 및 성별, 구면렌즈대응치, 안축장 길이의 정상안인 대조군의 세 그룹을 비교한 논문으로 편측 정상안압녹내장 환자의 반대편 눈은 대조군보다 큰 시신경 유두 비틀림 정도를 나타냈고, 녹내장안보다는 작은 비틀림 정도를 보이고 있었다. 또한 시신경 유두 비틀림의 방향과 망막신경섬유층의 두께는 연

관관계를 보였으며, 비틀림 정도가 증가할수록 두께가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 편측 정상안압 녹내장 환자에서 반대편 눈의 시야결손이 발생하지 않았다고 하여도 시신경 유두의 비틀림이 보인다면 녹내장이 진행될 위험성 높기 때문에 유의 깊게 관찰해야 할 것이라 생각할 수 있을 것이다.

본 연구의 장점으로 기존의 연구는 근시가 있는 정상안압녹내장 환자의 시신경 유두 비틀림 정도를 분석하였다면, 본 연구는 -2D에서 +2D 사이의 환자를 대상으로 하여 근시가 시신경 유두 비틀림에 영향을 미치는 점을 배제할 수 있었고, OCT를 통해 망막신경섬유층 두께를 측정하여 비틀림 정도가 증가할수록 망막신경섬유층 두께가 얇다는 것을 확인한 것이 강점이라고 볼 수 있다($p=0.022$). 제한점으로는 환자의 숫자가 23명으로 적었다는 점과 후향적 검토 연구였다는 점, 그로 인해 중심 각막두께, 24시간 안압 검사, 정상안압 녹내장의 유병기간 등에 대한 자료 및 분석이 부족했다는 점을 들 수 있고 추후 연구에서 보완해야 할 필요성이 있다. 또한 편측 정상안압녹내장 환자에서 시야 결손이 없는 반대편 눈에서 시야 결손이 나타나기 시작하는데 어느 정도의 시간이 걸리는지, 비틀림 정도가 심해지는 것에 따라서 얼마나 시간이 단축되는지에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

결론적으로 시신경 유두 비틀림은 편측 정상안압녹내장 환자의 반대안과 정상안을 비교하였을 때 유의한 차이를 보인다는 것을 확인할 수 있었으며, 이러한 비틀림 정도는 같은 방향의 망막신경섬유층 두께 감소와도 유의한 상관관

계를 보였다. 이는 편측 정상안압녹내장 환자의 시야결손이 없는 반대안에서도 정상과는 다르게 시신경 유두의 구조적인 변화가 있다는 것을 알 수 있고, 이러한 변화로 인하여 녹내장이 진행할 수 있기 때문에 주의 깊은 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Shields MB. Normal-tension glaucoma: is it different from primary open-angle glaucoma? *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:85-8.
- 2) Yamazaki Y, Drance SM. The relationship between progression of visual field defects and retrobulbar circulation in patients with glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1997;124:287-95.
- 3) Park HY, Lee K, Park CK. Optic disc torsion direction predicts the location of glaucomatous damage in normal-tension glaucoma patients with myopia. *Ophthalmology* 2012;119:1844-51.
- 4) Park HY, Lee KI, Lee K, et al. Torsion of the optic nerve head is a prominent feature of normal-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:156-63.
- 5) Sohn SW, Kee CW. Influence of myopia on the progression of normal tension glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:527-34.
- 6) Mitchell P, Hourihan F, Sandbach J, Wang JJ. The relationship between glaucoma and myopia: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology* 1999;106:2010-5.
- 7) McBrien NA, Gentle A. Role of the sclera in the development and pathological complications of myopia. *Prog Retin Eye Res* 2003;22:307-38.
- 8) Yang YS, Koh JW. Choroidal blood flow change in eyes with high myopia. *Korean J Ophthalmol* 2015;29:309-14.
- 9) Lee KS, Lee JR, Kook MS. Optic disc torsion presenting as unilateral glaucomatous-appearing visual field defect in young myopic Korean eyes. *Ophthalmology* 2014;121:1013-9.
- 10) Cho HK, Suh W, Kee C. Visual and structural prognosis of the untreated fellow eyes of unilateral normal tension glaucoma patients. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2015;253:1547-55.
- 11) Rudnicka AR, Mt-Isa S, Owen CG, et al. Variation in primary open-angle glaucoma prevalence by age, gender, and race: a Bayesian meta-analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:4254-61.
- 12) Stein JD, Kim DS, Niziol LM, et al. Differences in rates of glaucoma among Asian Americans and other racial groups, and among various Asian ethnic groups. *Ophthalmology* 2011;118:1031-7.
- 13) Kim CS, Seong GJ, Lee NH, et al. Prevalence of primary open-angle glaucoma in central South Korea the Namil study. *Ophthalmology* 2011;118:1024-30.
- 14) Kim JM, Jeoung JW, Bitrian E, et al. Comparison of clinical characteristics between Korean and Western normal-tension glaucoma patients. *Am J Ophthalmol* 2013;155:852-7.
- 15) Kato T, Meguro A, Nomura E, et al. Association study of genetic variants on chromosome 7q31 with susceptibility to normal tension glaucoma in a Japanese population. *Eye (Lond)* 2013;27:979-83.
- 16) Takamoto M, Kaburaki T, Mabuchi A, et al. Common variants on chromosome 9p21 are associated with normal tension glaucoma. *PLoS One* 2012;7:e40107.
- 17) Shi D, Funayama T, Mashima Y, et al. Association of HK2 and NCK2 with normal tension glaucoma in the Japanese population. *PLoS One* 2013;8:e54115.
- 18) Kim DM, Hwang US, Park KH, Kim SH. Retinal nerve fiber layer thickness in the fellow eyes of normal-tension glaucoma patients with unilateral visual field defect. *Am J Ophthalmol* 2005;140:165-6.

= 국문초록 =

편측 정상안압녹내장의 반대편 눈과 정상인의 눈과의 시신경 유두 기울기와 비틀림 비교

목적: 편측 정상안압녹내장 환자에서 녹내장과 반대편안 그리고 정상인의 시신경 유두 기울기와 비틀림을 비교하고, 망막신경섬유층 두께와의 연관 관계를 확인하고자 하였다.

대상과 방법: 본원 안과를 내원한 환자 중 편측 정상안압녹내장으로 진단받은 환자 23명을 대상으로 녹내장과 반대안의 시신경 유두 기울기와 비틀림을 측정하였다. 대조군으로 비슷한 연령대 및 성별의 정상인 23명 46안을 대상으로 시신경 유두 기울기와 비틀림을 측정하여 정상안압 녹내장 환자의 녹내장과 반대안과 비교분석 하였다. 또한 정상 안압 녹내장 환자 23명에서 빛간섭단층촬영기를 이용해서 망막신경섬유층 두께를 측정하여 비교하였다.

결과: 시신경 유두 기울기와 비틀림의 평균 값은 녹내장안에서 $1.17 \pm 0.19/15.57 \pm 8.16^\circ$, 반대안에서 $1.10 \pm 0.10/8.26 \pm 5.20^\circ$ 로 기울기는 유의한 차이를 보이지 않았으나($p=0.109$), 비틀림의 경우에는 의미 있는 차이를 보였다($p=0.001$). 대조군 23명 46안의 평균 시신경 유두 기울기와 비틀림은 $1.11 \pm 0.08/3.28 \pm 2.69^\circ$ 로 편측 정상안압녹내장 환자의 반대안과 비교하여 기울기는 유의한 차이를 보이지 않았으나($p=0.601$), 비틀림의 경우에는 의미 있는 차이를 보였다($p<0.001$). 망막신경섬유층 평균 두께는 녹내장안에서 $71.91 \mu\text{m}$, 반대안에서 $115.83 \mu\text{m}$ 로 정상안보다 각각 $49.35 \mu\text{m}/9.70 \mu\text{m}$ 감소되어 있었고 두 그룹 간의 두께 감소는 유의한 차이를 보였다($p<0.01$, $p<0.01$). 또한 비틀림 정도에 따라서 비틀림과 같은 방향의 망막신경섬유층 두께의 감소는 유의성이 있다는 것을 확인할 수 있었다($p=0.024$).

결론: 시신경 유두 비틀림은 편측 정상안압녹내장 환자의 반대안과 정상안을 비교하였을 때 유의한 차이를 보였고, 비틀림 정도와 망막신경섬유층 두께 감소는 유의한 상관관계를 보였다. 이는 편측 정상안압녹내장 환자의 반대안에서도 시신경 유두의 구조적 변화로 녹내장이 진행할 수 있어 주의 깊은 관찰이 필요하다.

〈대한안과학회지 2017;58(8):974-980〉