

# 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자에서 망막신경섬유층 두께가 시력 및 시야에 미치는 영향

## Influence of RNFL Thickness on Visual Acuity and Visual Field in Bilateral Temporal Optic Atrophy

박재용 · 최 진 · 오원혁 · 김재석

Jae Yong Park, MD, Jin Choi, MD, PhD, Won Hyuk Oh, MD, Jae Suk Kim, MD, PhD

인제대학교 의과대학 상계백병원 안과학교실

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

**Purpose:** To investigate the influence of retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness on visual acuity and visual field in patients with bilateral temporal optic atrophy.

**Methods:** Patients with characteristic features of gradual visual loss and temporal atrophy of both optic nerves were enrolled in this study. Among the patients, RNFL thickness of each area was measured with optical coherence tomography, and its influence on the best corrected visual acuity, mean deviation and pattern standard deviation calculated from the refractive test and Humphrey visual field test was analyzed.

**Results:** The present study included 13 patients with bilateral temporal optic atrophy (26 eyes) and 13 normal controls (26 eyes). Optical coherence tomography was performed to calculate RNFL thickness in the 52 eyes. Among 26 eyes of patients with bilateral temporal optic atrophy, the Humphrey visual field test was performed to calculate the mean deviation and pattern standard deviation. The mean age in the patient group was  $66.0 \pm 12.3$  years (37–80 years), and 8 (30.8%) patients were male and 18 (69.2%) female. The mean best corrected visual acuity was 30/50 (20/200–20/20). Simple regression analysis showed that a thinner temporal RNFL thickness was correlated with a lower the best corrected visual acuity ( $p = 0.015$ ). The mean deviation was low when inferotemporal RNFL was thin ( $p = 0.005$ ). Pattern standard deviation was high when inferotemporal ( $p = 0.003$ ), inferonasal ( $p = 0.04$ ) and nasal ( $p = 0.008$ ) RNFLs were thin.

**Conclusions:** Inferotemporal RNFL thickness was significantly correlated with best corrected visual acuity, mean deviation and pattern standard deviation of automated visual field test in patients with bilateral temporal optic neuropathy. Optical coherence tomography can be further used to estimate visual acuity and visual field defects in patients with optic atrophy.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(6):969-976

**Keywords:** Bilateral optic atrophy, Optical coherence tomography, Retinal nerve fiber layer thickness, Visual acuity, Visual field defect

■ Received: 2015. 12. 30.      ■ Revised: 2016. 3. 14.

■ Accepted: 2016. 4. 14.

■ Address reprint requests to **Jin Choi, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, Inje University Sanggye Paik  
Hospital, #1342 Dongil-ro, Nowon-gu, Seoul 01757, Korea  
Tel: 82-2-950-1096, Fax: 82-2-935-6904  
E-mail: jinchoi@paik.ac.kr

시신경 위축(optic atrophy)은 여러 가지 질환의 결과로 시신경의 퇴행성 변화가 동반되면서 시야 및 시력에 장애를 일으키는 상태이다.<sup>1</sup> 시신경 위축으로 인해 비가역적인 시력 장애와 시야 장애가 발생할 수 있어 이에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다.

시신경 위축은 병변 부위에 따라 다양한 양상으로 나타난다. 이 중 다양한 원인이 양측 이측 시신경 위축을 일으

킬 수 있으며,<sup>2</sup> 상염색체우성 시신경 위축, 레베르 시신경병증 등의 유전성 시신경병증과 약물에 의한 중독 시신경병증, 영양 성분의 결핍에 의한 영양결핍 시신경병증은 우선적으로 유두황반 다발을 침범하여 시신경 위축을 나타낼 수 있다.

병리학적 연구에서 시신경 위축이 망막신경섬유층의 소실 때문에 발생하며, 이러한 변화가 시신경유두의 창백을 일으킨다고 보고되었다.<sup>3</sup> 이후 양측 시신경 위축을 보이는 환자를 대상으로 빛간섭단층촬영을 시행한 연구가 이루어졌으며, 시신경 위축에 동반된 망막신경섬유층 두께(retinal nerve fiber layer thickness)의 저하가 확인되었다.<sup>4</sup> 나아가 양측 시신경 위축을 보여 레베르 시신경병증, 상염색체우성 시신경 위축 등으로 진단 받은 환자에서 빛간섭단층촬영을 통해 측정된 망막신경섬유층 두께, 특히 이측의 망막신경섬유층 두께가 특징적으로 감소되었음이 보고되었다.<sup>5,6</sup>

양측 이측 시신경 위축을 보이는 질환을 대상으로 한 여러 연구에서 시신경 위축과 망막신경섬유층 두께의 연관성이 확인되었다. 하지만 이러한 환자들에게서 나타나는 다양한 시신경 위축의 정도와 시력 저하 및 시야 장애와의 연관성은 아직 명확하지 않다. 따라서 본 연구에서는 환자들의 망막신경섬유층 두께, 시야장애의 정도, 최대교정시력을 측정하여 각 요인 간의 인과관계를 분석하였고 망막신경섬유층 두께가 시력과 시야에 미치는 영향을 통계적으로 확인하고자 하였다.

## 대상과 방법

2013년 5월부터 2015년 4월까지 본원 안과에 내원한 환자 중 양안의 점진적인 시력 감소를 호소하며 양안 시신경의 이측 위축 소견을 보였던 환자들을 대상으로 하였다. 한 식표준 시시력표로 시력을 측정하였으며 시력이 0.9 미만인 환자들에게서는 현성굴절검사(manifest refraction) 또는 자동굴절검사(autorefraction)를 이용하여 굴절 이상의 정도를 측정한 후 최대교정시력을 구하였다. 최대 교정시력은 logMAR 시력으로 환산하여 분석에 이용하였다.

빛간섭단층촬영은 Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 사용하였으며, 유두부 망막신경섬

유층 두께 측정 모듈(peripapillary retinal nerve fiber layer thickness acquisition module)을 이용하여 한 명의 숙달된 검사자에 의해 검사가 진행되었다. 대상자에게 optical coherence tomography (OCT) 내부의 광원을 주시하게 한 후 시신경을 중심으로 3.4-3.5 mm 직경의 원형 스캔을 시행하였다. Eye tracking을 위한 automatic real time (ART) 기능을 사용하였으며 좋은 상을 얻기 위해 신호강도 20 dB 이상의 스캔만 결과에 포함하였다. 망막신경섬유층 두께는 상이측, 이측, 하이측, 하비측, 비측, 상비측의 6가지 구역으로 구분되어  $\mu\text{m}$  단위로 측정되었다.

시야검사는 Humphrey 자동시야검사(Zeiss-Humphrey, San Leandro, CA, USA)의 central 30-2, Swedish Interactive Thresholding Algorithm (SITA)-standard strategy로 검사하였고, 한 명의 숙달된 검사자에 의해 검사가 진행되었다. 검사결과에서 주시상실도(fixation loss)가 20% 이상인 경우, 위양성률(false positive)이 33% 이상인 경우, 위음성률(false negative)이 33% 이상인 경우 중 하나라도 포함된 경우에는 검사 신뢰도가 낮은 것으로 판단하고 결과에서 제외하였다. 검사결과 지표 중 평균편차(mean deviation, MD)와 패턴표준편차(pattern standard deviation, PSD)를 계산하여 분석에 이용하였다.

통계적 분석은 SPSS version 18.0 (Statistical software, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 각 구역의 망막신경섬유층 두께를 Spearman 상관 분석을 통해 검사하여 최대교정시력, 시야검사의 평균편차, 패턴표준편차와

**Table 1.** Demographics of bilateral optic atrophy patients

Characteristics	Value
Number of subjects	13
Number of eyes	26
Sex (male/female)	4/9
Age (years)	66.00 $\pm$ 12.26 (37-80)
BCVA (decimal)	0.58 (0.1-1.0)
IOP (mm Hg)	14.35 $\pm$ 1.67 (10-17)

Values are presented as mean  $\pm$  SD (range) unless otherwise indicated.

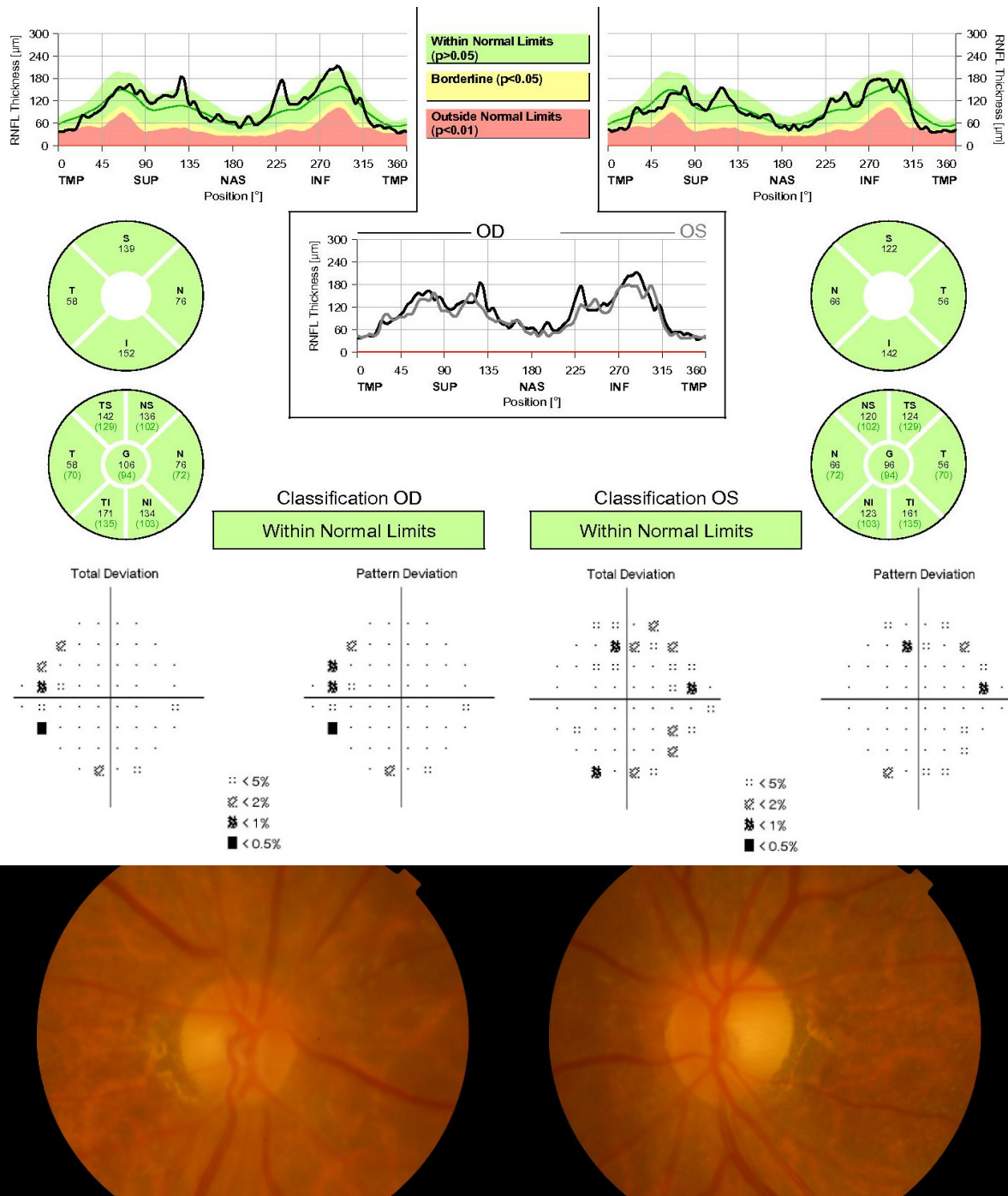
BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure.

**Table 2.** Retinal nerve fiber layer (RNFL) parameters and analysis using a mixed effect model

Parameters	Bilateral optic atrophy ( $\mu\text{m}$ )	Control ( $\mu\text{m}$ )	p-value
Superotemporal RNFLT	119.58 $\pm$ 23.90	130.67 $\pm$ 2.06	0.070
Temporal RNFLT	35.63 $\pm$ 10.07	71.25 $\pm$ 1.87	0.000
Inferotemporal RNFLT	109.88 $\pm$ 28.58	137.33 $\pm$ 2.96	0.003
Inferonasal RNFLT	101.21 $\pm$ 28.35	103.83 $\pm$ 1.01	0.579
Nasal RNFLT	61.96 $\pm$ 14.70	72.00 $\pm$ 2.13	0.002
Superonasal RNFLT	104.25 $\pm$ 31.037	102.00 $\pm$ 1.76	0.687

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

RNFLT = retinal nerve fiber layer thickness.



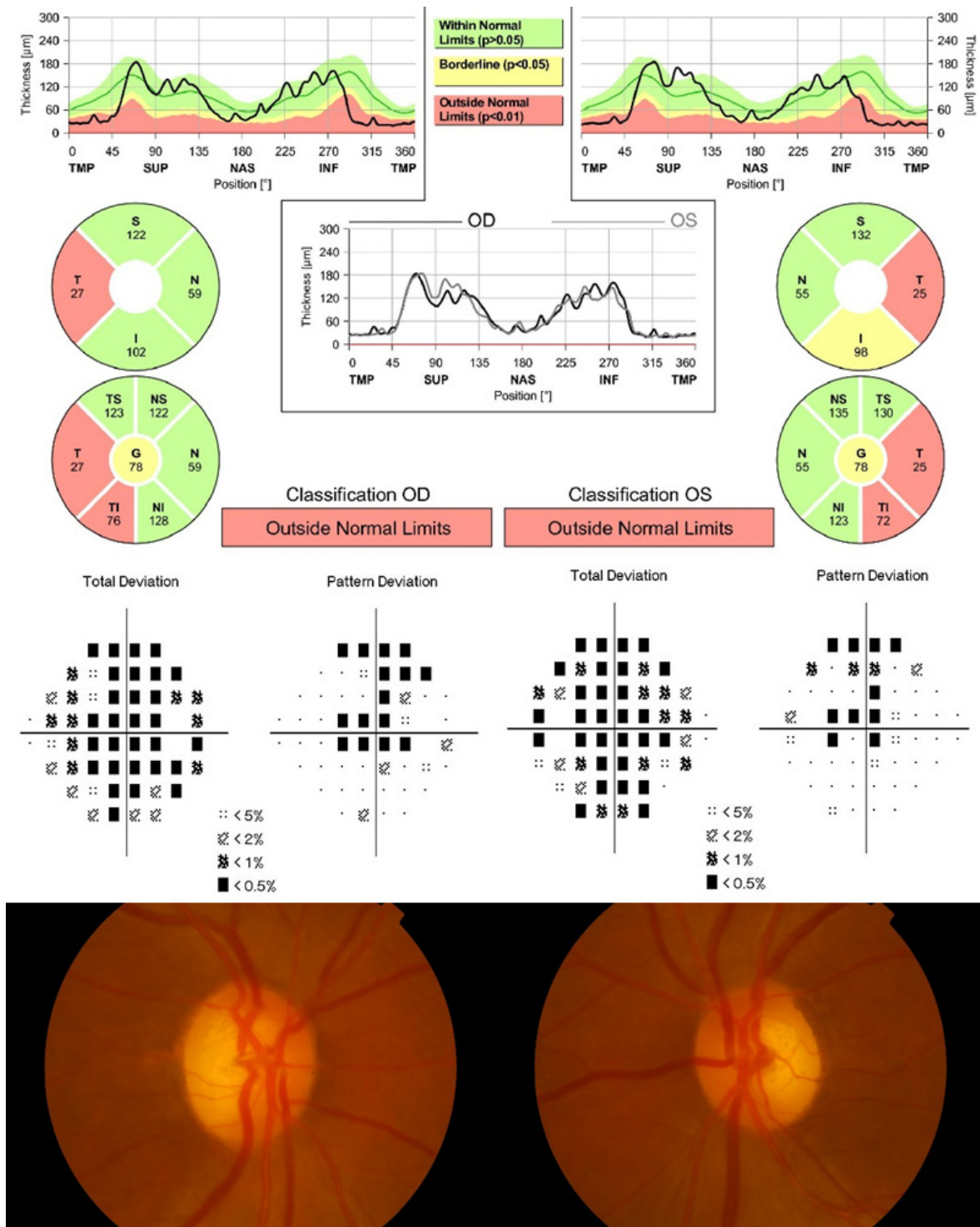
**Figure 1.** Representative figure of a 77-year-old male with visual acuity of 14/20 in the right eye and 18/20 in the left eye, showing a mild decrease in the retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness. TMP = temporal; SUP = superior; NAS = nasal; INF = inferior; OD = oculus dexter; OS = oculus sinister; S = superior; N = nasal; I = inferior; T = temporal; TS = superotemporal; NS = superonasal; G = general; TI = inferotemporal; NI = inferonasal.

의 연관성을 확인하고자 하였다. 이 중 유의한 결과를 보인 군에 대하여 선형회귀분석을 통해 인과관계를 확인하였다. 또한 Mixed effect model을 사용하여 환자군과 동일한 성별 및 나이의 대조군에서 망막신경섬유층 두께에 차이가 있는지를 분석하였다. 모든 경우에서  $p$ -value가 0.05 미만

인 경우 통계적으로 의미가 있는 것으로 해석하였다.

## 결 과

대상자는 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자 13명 26



**Figure 2.** Representative figure of a 60-year-old female with a visual acuity of 3/20 in the right eye and 6/20 in the left eye, showing a severe decrease in the retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness. TMP = temporal; SUP = superior; NAS = nasal; INF = inferior; OD = oculus dexter; OS = oculus sinister; S = superior; N = nasal; I = inferior; T = temporal; TS = superotemporal; NS = super-onasal; G = general; TI = inferotemporal; NI = inferonasal.

안, 동일 성별 및 나이의 정상안 13명 26안으로 총 26명 52안이 포함되었다. 평균연령  $66.0 \pm 12.3$ 세(37-80세)로 남성이 8명(30.8%), 여성이 18명(69.2%)이었다. 환자군의 평균

최대교정시력은 30/50 (20/200-20/20)이었으며 평균 안압은  $14.35 \pm 1.67$  mmHg (10-17 mmHg)였다(Table 1).

양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자들의 평균 망막신

경섬유층 두께는 상이측에서  $119.58 \pm 23.90 \mu\text{m}$ , 이측에서  $35.63 \pm 10.07 \mu\text{m}$ , 하이측에서  $109.88 \pm 28.58 \mu\text{m}$ , 하비측에서  $101.21 \pm 28.35 \mu\text{m}$ , 비측에서  $61.96 \pm 14.70 \mu\text{m}$ , 상비측에서  $104.25 \pm 31.04 \mu\text{m}$ 였다. 정상안의 평균 망막신경섬유층 두께는 상이측에서  $130.67 \pm 2.06 \mu\text{m}$ , 이측에서  $71.25 \pm 1.87 \mu\text{m}$ , 하이측에서  $137.33 \pm 2.96 \mu\text{m}$ , 하비측에서  $103.83 \pm 1.01 \mu\text{m}$ , 비측에서  $72.00 \pm 2.13 \mu\text{m}$ , 상비측에서  $102.00 \pm 1.76 \mu\text{m}$ 였다(Table 2). 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자들의 시야검사에서 평균 평균편차는  $-3.34 \pm 2.77 \text{ dB}$ , 평균 패턴표준편차는  $3.31 \pm 2.02 \text{ dB}$ 이었다.

정상안에 비하여 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자의 망막신경섬유층 두께는 상이측, 이측, 하이측, 비측에서 유의한 차이를 보였다. 통계적으로 유의한 망막신경섬유층 두께의 감소는 이측에서 가장 현저하게 나타났으며(50%), 다음으로 하이측(80%), 비측(86%)으로 확인되었다(Fig. 1, 2).

시야검사를 시행한 결과 16안(61.5%)에서 중심암점(central scotoma), 4안(15.4%)에서 맹점중심암점(cecocentral scotoma), 4안(15.4%)에서 주변시야장애(peripheral visual field defect), 2안(7.7%)에서 상측활모양암점(superior arcuate scotoma)을 보였다.

최대교정시력과 상이측, 이측, 하이측, 하비측, 비측, 상비측 망막신경섬유층 두께와의 상관성을 분석한 결과, 이측 망막신경섬유층 두께가 logMAR로 환산한 최대교정시력과 유의한 음의 상관관계( $R=-0.451$ ,  $p=0.021$ )를 보였다

**Table 3.** Spearman correlation coefficient between the best corrected visual acuity and retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness of each region

Parameters	R	p-value
Superotemporal RNFLT	0.089	0.664
Temporal RNFLT	-0.451	0.021
Inferotemporal RNFLT	-0.201	0.325
Inferonasal RNFLT	0.177	0.386
Nasal RNFLT	0.005	0.982
Superonasal RNFLT	0.166	0.417

RNFLT = retinal nerve fiber layer thickness.

(Table 3). 시야검사의 평균편차와 상이측, 이측, 하이측, 하비측, 비측, 상비측 망막신경섬유층 두께와의 상관성을 분석한 결과 하이측 망막신경섬유층 두께와 유의한 양의 상관관계( $R=0.538$ ,  $p=0.005$ )를 보였으며, 시야검사의 패턴표준편차와 상이측, 이측, 하이측, 하비측, 비측, 상비측 망막신경섬유층 두께와의 상관성을 분석한 결과 하이측( $R=-0.583$ ,  $p=0.002$ ), 하비측( $R=0.415$ ,  $p=0.035$ ), 비측( $R=-0.504$ ,  $p=0.009$ ) 망막신경섬유층 두께와 유의한 음의 상관관계를 보였다 (Table 4).

단순회귀분석결과, 이측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록 최대교정시력은 낮았다( $B=-0.012$ ,  $R^2=0.169$ ,  $p<0.05$ ). 하이측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록 평균편차는 낮았으며( $B=0.052$ ,  $R^2=0.289$ ,  $p<0.01$ ), 하이측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록( $B=-0.041$ ,  $R^2=0.340$ ,  $p<0.01$ ), 하비측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록( $B=-0.029$ ,  $R^2=0.172$ ,  $p<0.05$ ), 비측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록( $B=-0.069$ ,  $R^2=0.254$ ,  $p<0.01$ ) 패턴표준편차는 높았다(Fig. 3).

## 고 찰

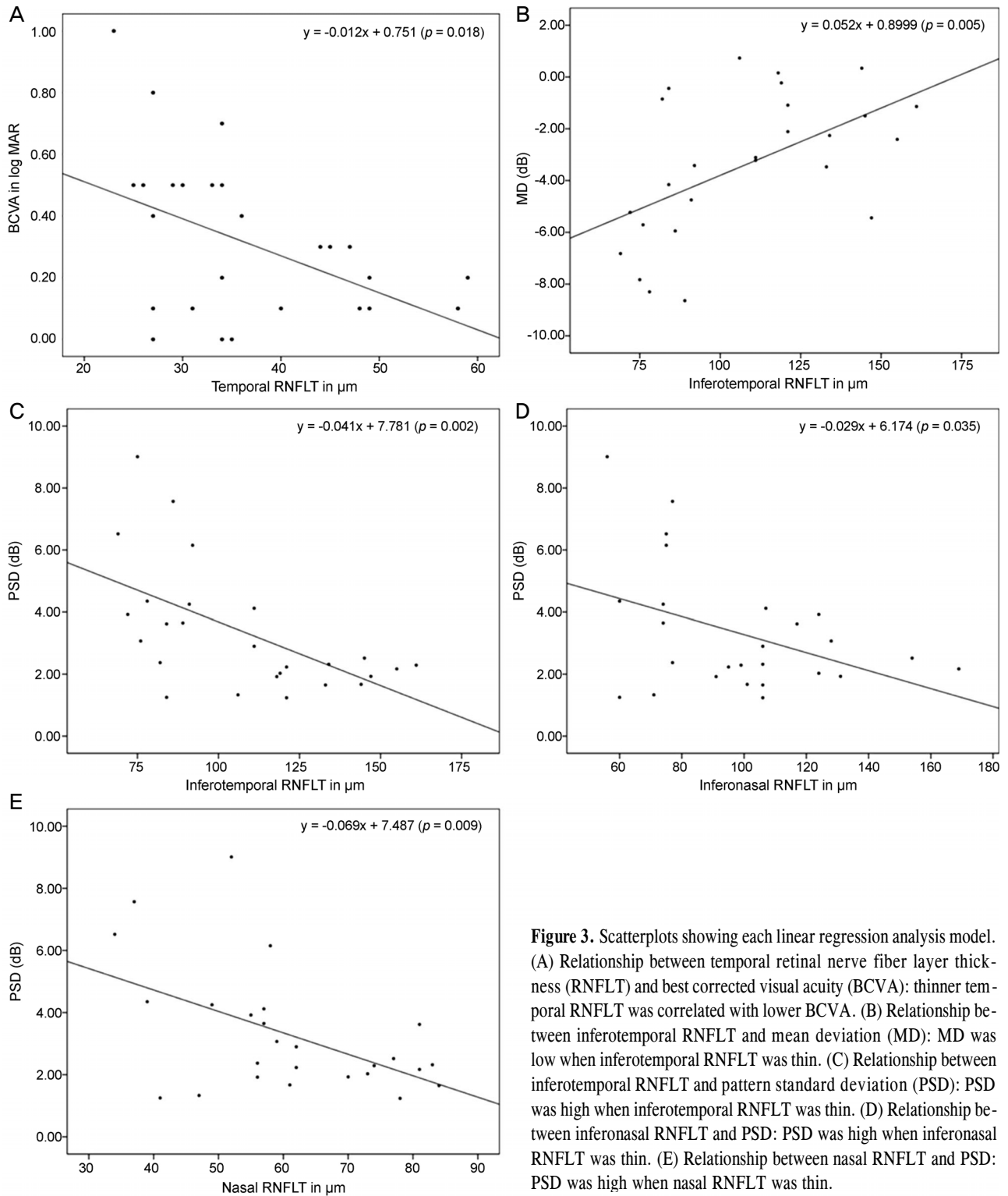
시신경 위축(optic atrophy)은 여러 가지 질환의 결과로 시신경 세포와 섬유들이 수축하고, 축색돌기의 변성으로 시신경 크기가 줄어들어 영구히 기능이 저하된 상태를 말한다.<sup>7</sup> 시신경 위축은 비가역적인 시력 장애와 시야 장애를 초래하는 중요한 원인 중의 하나이므로, 이의 진단과 원인 질환의 확인은 매우 중요하다. 하지만 시신경 위축을 초래하는 원인은 매우 다양하며 많은 경우에서 원인 질환을 확인하기 어려운 것으로 알려져 있다.<sup>1</sup> 따라서 원인 질환을 확인하는 것뿐만이 아니라, 시력 및 시야 장애와 연관된 요인을 파악하는 것도 중요한 과제일 것으로 생각된다.

상염색체우성 시신경 위축, 레베르 시신경병증, 비동맥성 앞허혈시신경병증, 시신경염 등 시신경 위축을 일으킬 수 있는 다양한 질환에서 빛간섭단층촬영을 통해 측정된 망막신경섬유층 두께가 감소하였다.<sup>5,6,8,9</sup> 이러한 연구 결과들은

**Table 4.** Pearson correlation coefficient between the visual field defect parameters and retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness of each region

Parameters	MD		PSD	
	R	p-value	R	p-value
Superotemporal RNFLT	0.230	0.258	-0.350	0.079
Temporal RNFLT	0.016	0.940	-0.262	0.196
Inferotemporal RNFLT	0.538	0.005	-0.583	0.002
Inferonasal RNFLT	0.231	0.256	-0.415	0.035
Nasal RNFLT	0.345	0.085	-0.504	0.009
Superonasal RNFLT	0.306	0.128	-0.253	0.212

MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation; RNFLT = retinal nerve fiber layer thickness.



**Figure 3.** Scatterplots showing each linear regression analysis model. (A) Relationship between temporal retinal nerve fiber layer thickness (RNFLT) and best corrected visual acuity (BCVA): thinner temporal RNFLT was correlated with lower BCVA. (B) Relationship between inferotemporal RNFLT and mean deviation (MD): MD was low when inferotemporal RNFLT was thin. (C) Relationship between inferotemporal RNFLT and pattern standard deviation (PSD): PSD was high when inferotemporal RNFLT was thin. (D) Relationship between inferonasal RNFLT and PSD: PSD was high when inferonasal RNFLT was thin. (E) Relationship between nasal RNFLT and PSD: PSD was high when nasal RNFLT was thin.

시신경 위축과 망막신경섬유층 두께가 밀접한 관련성을 가지고 있음을 보여준다. 하지만 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자들이 호소하는 시력 저하와 시야 감소와의 연관성을 확인한 연구는 많지 않다. 이에 본 연구에서는 이러한 환자들의 망막신경섬유층 두께가 시력과 시야와 관련이 있

는지를 연구하고자 하였다.

이전 연구에서 보고된 바와 같이 본 연구에서도 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자들의 망막신경섬유층 두께, 특히 이측 망막신경섬유층 두께가 특징적으로 감소하였다. 다음으로 하이측, 상이측의 순서로 망막신경섬유층 두께의



감소를 보였는데, 이는 이측, 상이측, 하이측의 순서로 축삭 돌기 직경(axonal diameter)이 감소하는 것과 유사하다.<sup>10</sup> 이러한 결과는 시신경 위축을 일으키는 여러 질환에서 직경이 작은 축삭 섬유(axonal fiber)가 먼저 영향을 받는다는 가설과도 일치한다.<sup>11-13</sup> 직경이 작은 축삭 섬유가 에너지 생성량은 적지만 단위 면적당 많은 에너지를 요구하며, 전사상판(prelaminar) 시신경은 말미집을 가지고 있지 않아 먼저 영향을 받고 있음이 알려져 있다.<sup>14</sup>

양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자를 대상으로 연구를 진행하였으나, 정상안과 망막신경섬유층 두께를 비교한 결과, 비측 망막신경섬유층 두께도 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 확인되었다. 직경이 작은 축삭 섬유가 먼저 영향을 받고 직경이 큰 축삭 섬유가 나중에 영향을 받는다는 가설을 고려하면, 시신경 위축의 초기에 이측 망막신경섬유층 두께가 감소하다가 질병이 점차 진행하면서 비측 망막신경섬유층 두께가 동반되어 감소한 것으로 생각된다. 시각로(optic tract) 병변의 경우 이와 유사하게 이측 시신경 위축에 동반하여 비측 시신경 위축이 나타나는 나비넥타이 위축(bowtie atrophy)이 나타날 수 있다. 하지만 비측 망막신경섬유층 두께의 감소를 보인 환자들의 대부분에서 이측 망막신경섬유층 두께를 포함한 전반적인 망막신경섬유층 두께의 감소가 동반되어 있었고, 이는 시신경 위축을 일으키는 질병이 진행한 형태에 가까웠다. 그럼에도 불구하고 나비넥타이 위축의 정확한 감별진단을 위해서는 추후 뇌 자기공명영상(brain magnetic resonance imaging)을 통해 시각로 병변을 확인해야 할 것으로 생각된다.

본 연구를 통해 이측의 망막신경섬유층 두께가 시력과 인과관계가 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 이번 연구에 포함된 많은 환자들이 여러 구역 중 이측 망막신경섬유층 두께의 감소만을 보였음을 감안하면, 다른 구역의 망막신경섬유층 두께도 시력에 영향을 줄 가능성이 있다. 양측 이측 시신경 위축의 초기에는 이측의 망막신경섬유층 두께가 특징적으로 감소하기 때문에 시력은 이측 망막신경섬유층 두께의 영향을 받게 될 것으로 생각된다. 하지만 질병이 진행할수록 다른 구역의 망막신경섬유층 두께가 함께 감소하기 때문에 이측 망막신경섬유층 두께의 영향은 덜 받을 것으로 생각되므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

이측 망막신경섬유층은 유두황반 다발(papillomacular bundle)을 포함하는데, 다른 여러 질환에서 유두황반 다발의 감소가 시력에 영향을 준다는 것이 확인되었다. 비동맥염성 허혈시신경병증에서 유두황반 다발의 감소가 시력 감소와 유의한 연관성이 있음이 보고되었고,<sup>15</sup> 개방각 녹내장에서도 유두황반 다발 두께가 중심시력에 영향을 주었음이 확인되었다.<sup>16</sup> 또한 분지망막동맥폐쇄증 환자에서 시행된

연구에서, 유두황반 다발의 허혈성 손상이 시력 손상과 연관성을 보였다.<sup>17</sup> 이번 연구에서도 유두황반 다발의 손상이 시력 저하의 원인이라고 생각할 수 있으며, 이러한 연구 결과들을 통해 원인 질환에 관계없이 유두황반 다발과 시력이 유의한 연관성을 가지고 있다고 생각할 수 있다.

이측 시신경 위축을 보이는 환자들에서 특징적으로 중심암점, 부중심암점, 맹점중심암점이 보이는데,<sup>11</sup> 이번 연구에서도 22안(76.9%)에서 중심부를 포함하는 시야결손이 관찰되었다. 또한 본 연구에서는 시야감소의 정도를 평균편차 및 패턴표준편차로 계산하여 망막신경섬유층 두께와의 연관성을 확인하였다. 하이측 망막신경섬유층 두께가 시야감소와 가장 높은 연관성을 보였으며, 이외에 하비측 및 비측 망막신경섬유층 두께도 시야장애와 연관성이 있음을 확인하였다. 이상의 결과를 통해 이측 및 하이측 망막신경섬유층 두께가 시력 및 시야에 중요함을 알 수 있었다.

본 연구의 한계는 양측 이측 시신경 위축의 원인질환을 확인하지 못했다는 점이다. 연구에 포함된 환자들은 점진적인 시력 저하를 호소하였고 안저검사상 양측의 이측 시신경 위축을 보였지만 병력청취상 시신경 위축을 일으킬 수 있는 약물이나 영양결핍이 없어 유전성 시신경병증이 의심되었다. 하지만 많은 경우에서 가족력이 명확하지 않았으며, 유전자 검사를 시행하지 못하여 원인 불명의 양측 이측 시신경 위축으로 진단하였다.

또한 시력에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들에 대한 평가가 부족하였다. 안과적 검사상 다른 특이소견이 관찰되지 않아 양측 이측 시신경 위축 외에 다른 안과적 질환은 없다고 가정하고 연구를 진행하였다. 하지만 유두황반 다발 외에도 황반부의 망막두께 등의 요인들이 시력에 영향을 미칠 수 있으나 이에 대하여 충분히 고려하지 못했다.

이상 본 연구를 통해 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자에서 최대교정시력과 평균편차, 패턴표준편차는 망막신경섬유층 두께와 유의한 인과관계를 보였음을 알 수 있다. 추후 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자의 최대교정시력과 시야장애를 예측함에 있어 스펙트럼 영역 빛간섭단층촬영이 유용하게 사용될 수 있을 것이라고 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Oluleye TS, Ajaiyeoba AI, Fafowora OF, Olusanya BA. The aetiology of optic atrophy in Nigerians-a general hospital clinic study. *Int J Clin Pract* 2005;59:950-2.
- 2) Vaphiades MS, Brodsky MC. Pediatric optic atrophy. *Int Ophthalmol Clin* 2012;52:17-28, xiii.
- 3) Quigley HA, Anderson DR. The histologic basis of optic disk pallor in experimental optic atrophy. *Am J Ophthalmol* 1977;83:709-17.
- 4) Soltan-Sanjari M, Parvareh MM, Maleki A, et al. Correlation be-

- tween retinal nerve fiber layer thickness by optical coherence tomography and perimetric parameters in optic atrophy. *J Ophthalmol Vis Res* 2008;3:91-4.
- 5) Zhang Y, Huang H, Wei S, et al. Characterization of retinal nerve fiber layer thickness changes associated with Leber's hereditary optic neuropathy by optical coherence tomography. *Exp Ther Med* 2014;7:483-7.
  - 6) Kim TW, Hwang JM. Stratus OCT in dominant optic atrophy: features differentiating it from glaucoma. *J Glaucoma* 2007;16:655-8.
  - 7) Cardell JD. The aetiology of optic atrophy. *Med Press* 1948; 219:139-41.
  - 8) Liu T, Bi H, Wang X, et al. Change of retinal nerve fiber layer thickness in patients with nonarteritic inflammatory anterior ischemic optic neuropathy. *Neural Regen Res* 2012;7:2778-83.
  - 9) Saxena R, Bandyopadhyay G, Singh D, et al. Evaluation of changes in retinal nerve fiber layer thickness and visual functions in cases of optic neuritis and multiple sclerosis. *Indian J Ophthalmol* 2013;61:562-6.
  - 10) Mikelberg FS, Drance SM, Schulzer M, et al. The normal human optic nerve. Axon count and axon diameter distribution. *Ophthalmology* 1989;96:1325-8.
  - 11) Park SW, Hwang JM. Optical coherence tomography shows early loss of the inferior temporal quadrant retinal nerve fiber layer in autosomal dominant optic atrophy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014;253:135-41.
  - 12) Jansonius NM, Nevalainen J, Selig B, et al. A mathematical description of nerve fiber bundle trajectories and their variability in the human retina. *Vision Res* 2009;49:2157-63.
  - 13) Sadun AA, Win PH, Ross-Cisneros FN, et al. Leber's hereditary optic neuropathy differentially affects smaller axons in the optic nerve. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2000;98:223-32; discussion 232-5.
  - 14) Pan BX, Ross-Cisneros FN, Carelli V, et al. Mathematically modeling the involvement of axons in Leber's hereditary optic neuropathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:7608-17.
  - 15) Rebolleda G, Sánchez-Sánchez C, González-López JJ, et al. Papillomacular bundle and inner retinal thicknesses correlate with visual acuity in nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:682-92.
  - 16) Kobayashi W, Kunikata H, Omodaka K, et al. Correlation of papillomacular nerve fiber bundle thickness with central visual function in open-angle glaucoma. *J Ophthalmol* 2015;2015:460918.
  - 17) Cho KH, Ahn SJ, Jung C, et al. Ischemic injury of the papillomacular bundle is a predictive marker of poor vision in eyes with branch retinal artery occlusion. *Am J Ophthalmol* 2015;162: 107-20.e2.

## = 국문초록 =

# 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자에서 망막신경섬유층 두께가 시력 및 시야에 미치는 영향

**목적:** 빛간섭단층촬영을 이용하여 측정한 망막신경섬유층 두께가 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자의 시력과 시야에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** 점진적 시력 감소를 호소하며 양측 시신경의 이측 위축 소견을 보이는 환자들을 대상으로 빛간섭단층촬영을 이용하여 각 구역별 망막신경섬유층 두께를 측정하였으며, 망막신경섬유층 두께가 최대교정시력과 험프리 자동시야검사를 이용한 평균편차 및 패턴표준편차에 미치는 영향을 분석하였다.

**결과:** 양측 이측 시신경 위축을 보이는 13명 26안과 같은 연령 및 성별의 정상안 13명 26안이 포함되었다. 환자군 26안과 정상안 26안에서 빛간섭단층촬영을 이용하여 망막신경섬유층 두께를 측정하였으며, 환자군 26안에서 시야검사를 이용하여 유의한 평균편차 및 패턴표준편차를 계산하였다. 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자들의 평균연령은  $66.0 \pm 12.3$ 세(37-80세)로 평균 교정시력은 30/50 (20/200-20/20)이었다. 단순회귀분석결과, 이측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록 최대교정시력은 낮았다( $p=0.015$ ). 하이측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록 평균편차는 낮았으며( $p=0.005$ ), 하이측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록( $p=0.003$ ), 하비측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록( $p=0.04$ ), 비측 망막신경섬유층 두께가 얇을수록( $p=0.008$ ) 패턴표준편차는 높았다.

**결론:** 양측 이측 시신경 위축을 보이는 환자에서 최대교정시력과 평균편차, 패턴표준편차는 망막신경섬유층 두께와 유의한 인과관계를 보였으며, 이러한 환자들의 시력과 시야장애를 예측함에 있어 빛간섭단층촬영이 유용하게 사용될 수 있다.

〈대한안과학회지 2016;57(6):969-976〉