반시아 결손을 보이는 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장의 비교

Comparison between Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy and Normal Tension Glaucoma with Altitudinal Visual Field Defect

강연수, 성미선, 박상우

Yeon Soo Kang, MD, Mi Sun Sung MD, Sang Woo Park, MD

전남대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

목적: 반시아결손을 가지는 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장 환자의 임상양상과 빛간섭단층촬영을 이용하여 측정된 유두주위 망막신경섬유층 및 황반부 신경절세포-내망상층의 두께를 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법: 상측 또는 하측 반시아결손을 가지면서 발병 6개월 이후 시신경유두부종이 없는 비동맥염성 앞허혈시신경병증 24명 24안과 시야결손의 정도 및 나이가 비슷한 정상안압녹내장 환자 26명 26안을 대상으로 기본적인 특성 및 빛간섭단층촬영의 측정값을 비교하였다. 또한 시야결손의 위치가 같은 환자들을 분류하여 각각 빛간섭단층촬영 측정값을 비교하였다.

결과: 비동맥염성 앞허혈시신경병증 환자들에 비해 정상안압녹내장 환자의 시력이 유의하게 좋았고($p=0.035$), 상측 시야결손을 가지는 환자들에 비해 유의하게 높았다($p=0.001$). 빛간섭단층촬영결과 정상안압녹내장 환자들에 비해 시신경섬유층의 면적이 유의하게 적었으며($p<0.001$), 평균 시신경유두함몰비는 유의하게 컸다($p<0.001$). 평균 유두주위 망막신경섬유층 및 평균 황반부 신경절세포-내망상층의 두께는 두 군 간의 유의한 차이가 없었으나, 이측 망막신경섬유층 두께에 유의한 차이가 있었으며($p=0.017$), 시야결손의 위치가 같은 눈끼리 비교하였을 경우 상측 및 하측 시야결손 모두 비측 황반부 신경절세포-내망상층의 두께에 유의한 차이가 있었다(상측 시야결손, $p=0.049$; 하측 시야결손, $p=0.034$).

결론: 반시아결손을 가지는 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장 환자에서 이측 유두주위 망막신경섬유층의 두께에 유의한 차이가 있었다. 또한 시야결손이 같은 위치에 있는 환자들끼리 비교했을 때 상측, 하측 시야결손 모두 비측 황반부 신경절세포-내망상층의 두께에 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다.

Key words: Altitudinal visual field defect, Non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy, Normal tension glaucoma, Optical coherence tomography

서론

비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장은 시신경에 비가역적인 손상을 줄 수 있는 질환들이다.¹ 비동맥염성 앞허혈시신경병증은 시신경의 부종과 함께 통증이 없는 갑작스러운 시력

저하를 나타내는 것이 특징적이고, 만성기로 진행하면 시신경섬유층은 상대적으로 유지되나 시신경유두 창백이 나타난다.^{2,3} 반면 정상안압녹내장은 초기에 시신경의 상측 및 하측의 축삭이 손상을 받아 망막신경세포의 손실이 발생하고, 시신경유두함몰비가 증가하여 시신경섬유층이 얇아지게 된다.^{3,4}

이렇게 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장의 시신경유두의 모양이 다르더라도 두 질환에 의한 시야결손은 비슷한 양상으로 나타날 수 있는데, 망막중심부에서의 망막신경섬유 축삭의 분포 차이 때문에 상측과 하측 반시아 사이에 비대칭적으로 나타날 수 있다.⁵ 이런 반시아결손이 있는 환자들에서 특징적인 증상이나 특별한 과거력이 없다면 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장을 감별하기 어려울 수 있다.⁶

Received: 2016. 9. 5.

Revised: 2016. 11. 4.

Accepted: 2016. 11. 15.

Corresponding Author: Sang Woo Park, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Chonnam National University Hospital,

#42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 61469, Korea

Tel: 82-62-220-6742, Fax: 82-62-227-1642

E-mail: exo70@naver.com

Figure 1. Fundus photography (A, B), the result of visual field test (C, D), peripapillary retinal nerve fiber layer thickness (E, F), and macular ganglion cell-inner plexiform layer thickness (G, H). Non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy (A, C, E, G) and normal tension glaucoma (B, D, F, H). S = superior; N = nasal; I = inferior; T = temporal.

빛간섭단층촬영이 도입되면서 비동맥성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장에서 시신경유두의 변화를 구역별로 나누어 구조적인 분석이 가능하게 되었다. 비동맥성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장 두 질환 모두에서 빛간섭단층촬영으로 측정한

유두주위 망막신경섬유층의 두께가 감소하면서 황반부 신경절세포-내망상층의 두께까지 감소한다는 것은 많은 연구에서 밝혀진 바 있다.⁷⁻²⁰ 그리고 최근에는 비동맥성 앞허혈시신경병증과 녹내장 환자에서 빛간섭단층촬영을 이용해 시신경유두의 구조적 변화를 비교한 여러 연구가 발표되었다.^{1,4,6,21,22} 하지만 Fard et al⁴의 연구를 제외하고는 유두주위 망막신경섬유층과 황반부 신경절세포-내망상층의 두께를 같이 비교하지 않았고, 시야결손의 양상이나 위치를 고려하지 않았다는 제한점이 있다.

따라서 본 연구에서는 반시야결손을 가지는 비동맥성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장 환자의 임상양상과 빛간섭단층촬영을 이용하여 측정한 유두주위 망막신경섬유층 및 황반부 신경절세포-내망상층의 두께를 비교해 보고자 하였다(Fig. 1).

대상과 방법

2012년 1월부터 2015년 12월까지 본원에 내원한 반시야결손을 가지는 비동맥성 앞허혈시신경병증 환자 24명 24안, 정상안압 녹내장 환자 26명 26안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 모든 환자들을 대상으로 병력조사, 최대교정시력측정, 골드만압평안압계를 이용한 안압측정, 안저검사, 망막신경섬유층 및 시신경유두사진촬영, 빛간섭단층촬영, 시야검사를 시행하였다. 백내장수술 이외의 안과 수술의 과거력이 있거나 시야검사에 영향을 미칠 수 있는 다른 안과적 질환이 있는 경우, 구면대응치가 -6D 이하의 고도근시는 대상에서 제외하였다. 또한 본 연구는 본원의 생명의학연구윤리심의위원회의 승인을 통과하여 진행되었다.

반시야결손은 험프리지동시야계(Humphrey field analyzer)의 Swedish interactive threshold algorithm의 central 30-2 검사에서 상측 혹은 하측 반시야에서 다음 세 가지 기준 중 두 가지 이상을 만족하는 경우([1] Pattern deviation plot의 가장자리를 제외한 부위에서 인접한 3개 이상 점의 역치가 정상의 5% 미만으로 나타나고 그중 한 개 이상은 1% 미만이거나, [2] Pattern standard deviation (PSD)이 5% 미만이거나, [3] Glaucoma hemifield test (GHT)에서 outside normal limits), 그리고 반대측 반시야에서 pattern deviation plot에서 세 개 이상의 연속된 지점에서 역치가 5% 미만인 점이 존재하지 않으면서 두 개 이상의 연속된 지점에서 역치가 1% 미만인 점이 존재하지 않는 경우로 정의하였다. 주시상 실 20% 이상 또는 위양성률과 위음성률 15% 이상의 신뢰도가 떨어지는 경우는 대상에서 제외하였다.²³

비동맥성 앞허혈시신경병증은 통증이 없는 갑작스러운 시력 저하와 함께 시신경유두의 부종 또는 출혈을 보이고 시신경유두

의 이상소견과 연관된 반시야결손이 있으며 갑작스러운 시력저하나 시야결손의 원인이 될 만한 다른 안과적인 질환이 없는 경우로 정의하였다.²⁴ 발병 6개월이 지나지 않거나 시신경유두부종이 남아있는 경우, 안구운동 시 통증을 동반한 경우, 동맥염성 앞허혈 시신경병증을 시사할 수 있는 식욕저하, 쇠약감, 턱 파행 등이 있는 경우, 시신경을 압박하고 있는 병변이 있는 경우는 제외하였다.²² 정상안압녹내장은 녹내장성 시신경손상이 있고 이에 합당한 반시야결손이 있으면서 안압이 21 mmHg 이하이고 전방각은 열린 상태로 정의하였다. 안압이 22 mmHg 이상이거나 주변홍채 앞유착이 있는 경우, 녹내장 레이저치료를 받은 경우는 대상에서 제외하였다.

빛간섭단층촬영은 Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)의 Optic disc cube 200 × 200 scan mode를 이용하여 시신경유두를 중심으로 가로 세로 6 mm 사각형 부위를 200개로 균등히 분할 후 단면당 200개의 A-scan을 통해 얻어진 자료에서 시신경유두 중심으로부터 3.46 mm 지름의 원에서 측정치를 추출하여 시신경유두의 면적과 시신경유두함몰비, 시신경유두테의 면적을 구하였고, 평균 및 상측, 하측, 이측, 비측, 그리고 시계분절 유두주위 망막신경섬유층의 두께를 측정하였다.²⁵ 황반부 망막신경절세포-내망상층은 Macular cube 512 × 128 scan을 이용하여 황반부위의 6 × 6 × 2 mm 육면체에서 한 면당 128개의 A-scan과 512개의 B-scan을 통해 황반부를 중심으로 가로 1.2 mm, 세로 1.0 mm의 타원형 고리를 제외한 가로 4.8 mm, 세로 4.0 mm의 타원형 고리에서 측정치를 추출해 평균 및 부채꼴 구역별(상비측, 상측, 상이측, 하이측, 하측, 하비측) 두께를 측정하였다.²⁶ 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹

내장 두 군 간의 빛간섭단층촬영 측정치를 비교하였고, 반시야결손의 위치가 상측인 환자와 하측인 환자를 각각 나누어 두 군 간의 빛간섭단층촬영 측정치를 비교하였다. 신호강도가 5 이하인 경우에는 대상에서 제외하였다.

통계학적 분석은 SPSS 18.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 각 군 간의 나이, 시력, 안압, 시야검사 및 빛간섭단층촬영의 측정치를 비교하기 위해 Mann-Whitney U-test를 시행하였고, 각 군 간의 성별, 편측성, 시야결손의 위치를 비교하기 위해 Chi-square test를 시행하였다. *p*값이 0.05 미만일 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

비동맥염성 앞허혈시신경병증군과 정상안압녹내장군의 평균 나이는 62.79 ± 9.72 세, 60.50 ± 11.95 세였고, 비동맥염성 앞허혈시신경병증군의 남자는 18명, 여자는 6명, 정상안압녹내장군의 남자는 11명, 여자는 15명으로 두 군에서 평균연령과 성별의 유의한 차이는 없었다. 비동맥염성 앞허혈시신경병증군과 정상안압녹내장군의 최대교정시력(LogMAR)은 각각 0.27 ± 0.37 , 0.08 ± 0.13 으로 비동맥염성 앞허혈시신경군에서 최대교정시력이 유의하게 나빴고($p=0.035$), 평균 안압은 각각 14.63 ± 1.84 mmHg, 13.96 ± 2.22 mmHg로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 비동맥염성 앞허혈시신경군에서 우안은 16안, 좌안은 8안이었고 정상안압녹내장군에서 우안은 13안, 좌안은 13안으로 편측성에 유의한 차이는 없었고, 비동맥염성 앞허혈시신경군에서 상측 반시야결손은 6안, 하측 반시야결손은 18안이었고 정상안압

Table 1. Baseline characteristics of patients

	NAION (n = 24)	NTG (n = 26)	<i>p</i> -value
Age (years)	62.79 ± 9.72	60.50 ± 11.95	0.515*
Sex (M/F)	17/7	11/15	0.040†
V/A (logMAR)	0.27 ± 0.37	0.08 ± 0.13	0.035*
IOP (mmHg)	14.63 ± 1.84	13.96 ± 2.22	0.202*
OD/OS	16/8	13/13	0.183†
Upper/Lower	6/18	19/7	0.001†
VFI	67.83 ± 10.71	68.23 ± 13.23	0.763*
MD	-11.64 ± 2.62	-10.69 ± 3.54	0.252*
PSD	10.74 ± 5.85	12.86 ± 2.61	0.087*

Data are expressed as the mean ± standard deviation unless otherwise indicated.

NAION = non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy; NTG = normal tension glaucoma; V/A = visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; IOP = intraocular pressure; VFI = visual field index; MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation.

*Mann-Whitney U test; †Chi-square test.

녹내장군에서 상측 반시야결손은 19안, 하측 반시야결손은 7안으로 상측/하측 반시야결손의 비율에는 두 군 간의 유의한 차이가 있었다($p=0.001$). 비동맥성 앞허혈시신경병증군과 정상안압녹내장군에서 평균 visual field index (VFI) 값은 각각 67.83 ± 10.71 , 68.12 ± 13.23 이었고, 평균 mean deviation (MD) 값은 각각 -11.64 ± 2.62 , -10.69 ± 3.54 , 평균 pattern standard deviation (PSD) 값은 각각 10.74 ± 5.85 , 12.86 ± 2.61 로 두 군 간의 시야검사의 지표는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

빛간섭단층촬영을 이용한 시신경유두의 구조적인 분석에서 평균 시신경유두의 면적은 비동맥성 앞허혈시신경병증군이 1.97 ± 0.33 , 정상안압녹내장군이 2.11 ± 0.43 으로 두 군 간의 유

의한 차이는 없었으나, 비동맥성 앞허혈시신경군과 정상안압녹내장군의 평균 시신경유두함몰비는 각각 0.48 ± 0.19 , 0.81 ± 0.06 ($p<0.001$), 평균 시신경유두테면적은 1.40 ± 0.32 , 0.70 ± 0.14 ($p<0.001$)로 두 군 간의 유의한 차이가 있었다. 비동맥성 앞허혈시신경병증군과 정상안압녹내장군에서 평균 유두주위 망막신경섬유층의 두께는 각각 68.54 ± 10.70 , 66.62 ± 9.30 으로 유의한 차이는 없었고, 상측 유두주위 망막신경섬유층의 두께는 각각 66.83 ± 19.92 , 79.35 ± 19.11 ($p=0.019$), 하측은 각각 96.38 ± 27.46 , 68.54 ± 16.13 ($p<0.001$), 이측은 각각 49.63 ± 8.36 , 58.35 ± 13.62 ($p=0.017$)로 두 군 간의 유의한 차이가 있었고, 비측은 각각 57.88 ± 8.60 , 59.73 ± 8.21 로 유의한 차이를 보

Table 2. Comparison of optic nerve head analysis and pRNFL parameters

	NAION (n = 24)	NTG (n = 26)	p-value*
Disc area	1.97 ± 0.33	2.11 ± 0.43	0.193
Average CDR	0.48 ± 0.19	0.81 ± 0.06	<0.001
Rim area	1.40 ± 0.32	0.70 ± 0.14	<0.001
Average pRNFL	68.54 ± 10.70	66.62 ± 9.30	0.953
Superior	66.83 ± 19.92	79.35 ± 19.11	0.019
Temporal	49.63 ± 8.36	58.35 ± 13.62	0.017
Inferior	96.38 ± 27.46	68.54 ± 16.13	<0.001
Nasal	57.88 ± 8.60	59.73 ± 8.21	0.599

Data are expressed as the mean $\pm$ standard deviation.

pRNFL = peripapillary retinal nerve fiber layer; NAION = non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy; NTG = normal tension glaucoma; CDR = cup/disc ratio.

*Mann-Whitney U-test.

Table 3. Comparison of clockwise pRNFL parameters

	NAION (n = 24)	NTG (n = 26)	p-value*
12/12	68.25 ± 19.62	76.69 ± 24.34	0.214
1/11	63.13 ± 13.38	76.62 ± 18.92	0.004
2/10	61.71 ± 13.56	67.62 ± 11.01	0.032
3/9	53.54 ± 8.62	54.92 ± 9.26	0.899
4/8	55.54 ± 8.06	56.65 ± 10.87	0.838
5/7	76.46 ± 20.82	70.96 ± 13.12	0.420
6/6	102.13 ± 35.60	69.19 ± 20.27	<0.001
7/5	102.38 ± 39.51	65.35 ± 24.41	<0.001
8/4	55.79 ± 13.88	53.31 ± 16.29	0.321
9/3	42.96 ± 8.38	55.38 ± 14.83	0.001
10/2	48.04 ± 12.22	67.19 ± 20.60	0.001
11/1	64.17 ± 17.48	83.38 ± 30.24	0.024

Data are expressed as the mean $\pm$ standard deviation.

pRNFL = peripapillary retinal nerve fiber layer; NAION = non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy; NTG = normal tension glaucoma.

*Mann-Whitney U-test.

Table 4. Comparison of mGCIPL parameters

	NAION (n = 24)	NTG (n = 26)	p-value*
Average mGCIPL	65.79 ± 8.65	66.62 ± 9.78	0.669
Superonasal	63.92 ± 13.50	74.96 ± 10.66	0.003
Superior	62.58 ± 11.66	71.50 ± 11.01	0.008
Superotemporal	60.79 ± 8.65	67.73 ± 11.58	0.024
Inferotemporal	70.00 ± 13.97	58.69 ± 13.27	0.008
Inferior	69.71 ± 10.63	58.38 ± 11.18	0.002
Inferonasal	66.67 ± 11.83	68.04 ± 14.21	0.899

Data are expressed as the mean ± standard deviation.

mGCIPL = macular ganglion cell-inner plexiform layer; NAION = non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy; NTG = normal tension glaucoma.

*Mann-Whitney U-test.

Table 5. Comparison of OCT parameters in patients with superior altitudinal visual field defect

	NAION (n = 6)	NTG (n = 19)	p-value*
Average pRNFL	70.83 ± 10.26	66.84 ± 9.34	0.926
Superior	84.00 ± 10.81	86.05 ± 16.89	0.687
Temporal	48.17 ± 9.50	59.21 ± 13.48	0.069
Inferior	71.67 ± 3.78	65.74 ± 9.93	0.056
Nasal	66.50 ± 7.61	59.79 ± 7.79	0.059
Average mGCIPL	60.67 ± 7.45	65.53 ± 9.15	0.176
Superonasal	64.17 ± 14.01	74.79 ± 11.64	0.092
Superior	66.50 ± 12.52	72.37 ± 11.84	0.246
Superotemporal	63.50 ± 10.89	70.26 ± 11.58	0.176
Inferotemporal	52.83 ± 6.15	54.68 ± 8.88	0.598
Inferior	56.67 ± 3.67	55.47 ± 9.26	0.828
Inferonasal	55.33 ± 7.69	65.37 ± 10.48	0.049

Data are expressed as the mean ± standard deviation.

OCT = optical coherence tomography; NAION = non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy; NTG = normal tension glaucoma; pRNFL = peripapillary retinal nerve fiber layer; mGCIPL = macular ganglion cell-inner plexiform layer.

*Mann-Whitney U-test.

이지 않았다(Table 2). 두 군에서 측정된 시계분절 유두주위 망막신경섬유층의 두께는 1/11시($p=0.004$), 2/10시($p=0.032$), 6/6시($p<0.001$), 7/5시($p<0.001$), 9/3시($p=0.001$), 10/2시($p=0.001$), 11/1시($p=0.024$)에서 유의한 차이가 있었다(Table 3).

평균 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께는 비동맥염성 앞허혈시신경병증군에서 65.79 ± 8.65 , 정상안압녹내장군에서 66.62 ± 9.78 로 두 군 간의 유의한 차이는 없었으나, 비동맥염성 앞허혈시신경병증군과 정상안압녹내장군에서 상비측 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께는 각각 63.92 ± 13.50 , 74.96 ± 10.66 ($p=0.003$), 상측은 각각 62.58 ± 11.66 , 71.50 ± 11.01 ($p=0.008$), 상이측은 각각 60.79 ± 8.65 , 67.73 ± 11.58 ($p=0.024$), 하비측은 각각 70.00 ± 13.97 , 58.69 ± 13.27 ($p=0.008$, 하측은

69.71 ± 10.63 , 58.38 ± 11.18 ($p=0.002$)로 두 군 간의 유의한 차이가 있었고, 하비측은 각각 66.67 ± 11.83 , 68.04 ± 14.21 로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

상측 반시야결손이 있는 비동맥염성 앞허혈시신경병증 6안과 정상안압녹내장 19안을 비교했을 때 평균, 상측, 하측, 비측, 이측 유두주위 망막신경섬유층의 두께와 평균 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께는 두 군 간의 유의한 차이가 없었으나, 하비측 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께가 각각 55.33 ± 7.69 , 65.37 ± 10.48 로 두 군 간의 유의한 차이가 있었다($p=0.049$) (Table 5).

하측 반시야결손이 있는 비동맥염성 앞허혈시신경병증 18안과 정상안압녹내장 7안을 비교했을 때 평균, 상측, 하측, 비측, 이

Table 6. Comparison of OCT parameters in patients with inferior altitudinal visual field defect

	NAION (n = 18)	NTG (n = 7)	p-value*
Average pRNFL	67.78 ± 11.02	66.00 ± 9.88	0.790
Superior	61.11 ± 9.89	61.14 ± 11.67	0.929
Temporal	50.11 ± 8.19	56.00 ± 14.80	0.495
Inferior	104.61 ± 27.55	87.00 ± 15.61	0.110
Nasal	55.00 ± 6.93	59.57 ± 9.91	0.326
Average mGCIPL	67.50 ± 8.51	69.57 ± 11.54	0.836
Superonasal	63.83 ± 13.74	75.43 ± 8.20	0.034
Superior	61.28 ± 11.43	69.14 ± 8.73	0.125
Superotemporal	59.89 ± 7.93	60.86 ± 9.03	0.790
Inferotemporal	75.72 ± 10.69	69.57 ± 17.55	0.458
Inferior	74.06 ± 8.30	66.29 ± 12.79	0.158
Inferonasal	70.44 ± 10.56	75.29 ± 20.70	0.836

Data are expressed as the mean ± standard deviation.

OCT = optical coherence tomography; NAION = non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy; NTG = normal tension glaucoma; pRNFL = peripapillary retinal nerve fiber layer; mGCIPL = macular ganglion cell-inner plexiform layer.

*Mann-Whitney U-test.

측 유두주위 망막신경섬유층의 두께와 평균 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께는 두 군 간의 유의한 차이가 없었으나, 상비측 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께가 각각 63.83 ± 13.74 , 75.43 ± 8.20 으로 두 군 간의 유의한 차이가 있었다 ($p=0.034$) (Table 6).

고찰

비동맥염성 앞허혈시신경병증은 갑자기 발생하는 무통성의 시력저하, 시야장애가 특징적인 증상이며 시신경유두부종이 동반된다.²⁷ 시신경유두부종은 시간이 지날수록 점차 감소하게 되며 이에 따라 유두주위 망막신경섬유층과 황반부 신경절세포-내망상층의 두께도 감소하게 된다.²⁸ 반면 정상안압녹내장은 기능적 손상인 시야결손이 나타나기에 앞서 구조적 손상인 유두주위 망막신경섬유층의 변화가 선행된다고 알려져 있다.²⁹⁻³¹ 이렇게 두 질환의 병태생리는 다르지만 비슷한 모양의 반시야결손이 나타날 수 있어 빛간섭단층촬영을 이용해 두 질환에서 나타나는 시신경과 황반부의 구조적인 차이를 알아보려 한 여러 연구들이 발표되고 있다.^{1,4,6,21,22}

본 연구에서 비동맥염성 앞허혈시신경병증군에서는 하측 반시야결손이 많았고(18안/24안), 정상안압녹내장군에서는 상측 반시야결손이 더 많았다(19안/26안). 이는 이전 연구와도 같은 결과였고^{1,6} 따라서 상측 유두주위 망막신경섬유층의 두께는 비동맥염성 앞허혈시신경병증군이, 하측 유두주위 망막신경

섬유층의 두께는 정상안압녹내장군이 유의하게 더 얇았다. 하지만 반시야결손의 위치와는 상대적으로 관계가 적은 이측 유두주위 망막신경섬유층의 두께가 비동맥염성 앞허혈시신경병증군에서 유의하게 더 얇았고, 이 결과는 Horowitz et al¹의 연구와도 같았다. Hood et al³²이 발표한 연구에 따르면 녹내장 환자에서 이측 시신경테 및 이측 유두주위 망막신경섬유층은 가장 늦게 손상을 받는다고 하였고, Contreras et al¹¹과 Deleón-Ortega et al¹²은 비동맥염성 앞허혈시신경병증 환자에서 이측 유두주위 망막신경섬유층의 두께가 반대편에 비해 유의하게 감소했고 이는 좋지 않은 시력과 유의한 상관관계가 있다고 하였다. 본 연구에서도 비동맥염성 앞허혈시신경병증군의 환자들이 정상안압녹내장군에 비해 시력이 좋지 않아 이와 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다.

마찬가지로 상비측, 상측, 상이측 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께는 비동맥염성 앞허혈시신경병증군이, 하비측, 하측, 하이측 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께는 정상안압녹내장군이 유의하게 더 얇았다. 이를 같은 조건에서 비교하기 위해 반시야결손의 위치가 같은 환자들끼리 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께를 비교하였고 상측 반시야결손이 있는 경우는 하비측에서, 하측 반시야결손이 있는 경우는 상비측에서 두 군 간의 유의한 차이가 있었다. 따라서 비측 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께가 정상안압녹내장군에 비해 비동맥염성 앞허혈시신경병증군에서 유의하게 얇았다고 할 수 있었다. Yang et al¹⁵에 의하면 말기 녹내장으로 진행할

때까지도 황반부의 비측은 망막신경절세포가 어느 정도 보존된다고 하였고, Weber et al³³의 연구에서는 이측 유두주위 망막신경섬유층과 함께 비측 황반부 망막신경절세포-내망상층이 녹내장을 진단하는 데 있어서 가장 진단적 가치가 적다고 하였다. 본 연구에서도 이를 뒷받침하는 결과가 나온 것으로 생각된다.

시신경유두의 구조적인 분석에서는 Han et al⁶의 연구와 마찬가지로 시신경유두의 면적은 두 군 간의 유의한 차이가 없었지만, 시신경유두 함몰비 및 시신경테의 면적은 두 군 간의 유의한 차이가 있었다. 이는 시신경유두 함몰비가 작을수록 허혈에 취약하다는 기존의 연구결과와도 일치했다.³⁴

본 연구가 기존의 연구와 다른 점은 빛간섭단층촬영의 지표로 유두주위 망막신경섬유층과 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께를 비교했다는 것이다. Horowitz et al¹과 Han et al⁶의 연구에서는 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 녹내장 환자에서 유두주위 망막신경섬유층의 두께를 비교했지만 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께는 측정하지 않았고, 녹내장 군을 개방각녹내장으로 정의해 본 연구와 차이가 있었다. 또한 본 연구는 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장환자들 중 반시야결손을 가진 환자들로 대상을 제한했고, 황반부 망막신경절세포-내망상층의 두께를 비교할 때는 기존 연구와는 달리 시야결손의 위치가 같은 환자들끼리 비교하여 결과의 타당성을 높였다고 할 수 있다.

본 연구의 제한점은, 환자들이 기준에 가지고 있던 전신적인 질환을 고려하지 않아 시야검사나 빛간섭단층촬영의 결과에 오류가 발생하였을 가능성이 있다는 점이다. 또한 대상자의 수가 적어 빛간섭단층촬영의 결과를 비교할 때 통계적 분석에 한계가 있었고, 대상자를 수정체안으로만 제한하지 않아 시야검사 결과에 영향을 미칠 수 있었다. 그리고 정상안압녹내장환자의 경우 사용 중인 녹내장 안약의 개수를 고려하지 못했다. 추후 이러한 점을 보완한 연구를 통해 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장에서 시신경의 구조적 차이에 대한 좀 더 폭넓은 분석이 필요할 것이다.

결론적으로, 반시야결손을 가지는 비동맥염성 앞허혈시신경병증과 정상안압녹내장 환자에서 이측 유두주위 망막신경섬유층과 비측 황반부 신경절세포-내망상층의 두께에 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 따라서 두 질환을 감별할 때 이와 같은 빛간섭단층촬영 결과가 도움이 될 수 있을 것이다.

References

- Horowitz J, Fishelzon-Arev T, Rath EZ, et al. Comparison of optic nerve head topography findings in eyes with non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy and eyes with glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010;248:845-51.
- Saito H, Tomidokoro A, Sugimoto E, et al. Optic disc topography and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in nonarteritic ischemic optic neuropathy and open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 2006;113:1340-4.
- Danesh-Meyer HV, Boland MV, Savino PJ, et al. Optic disc morphology in open-angle glaucoma compared with anterior ischemic optic neuropathies. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:2003-10.
- Fard MA, Afzali M, Abdi P, et al. Comparison of the pattern of macular ganglion cell-inner plexiform layer defect between ischemic optic neuropathy and open-angle glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57:1011-6.
- Choi JA, Park HY, Jung KI, et al. Difference in the properties of retinal nerve fiber layer defect between superior and inferior visual field loss in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:6982-90.
- Han S, Jung JJ, Kim US. Differences between non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy and open angle glaucoma with altitudinal visual field defect. *Korean J Ophthalmol* 2015;29:418-23.
- Schuman JS, Hee MR, Arya AV, et al. Optical coherence tomography: a new tool for glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol* 1995;6:89-95.
- Hood DC, Anderson SC, Wall M, Kardon RH. Structure versus function in glaucoma: an application of a linear model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:3662-8.
- Hood DC, Kardon RH. A framework for comparing structural and functional measures of glaucomatous damage. *Prog Retin Eye Res* 2007;26:688-710.
- Contreras I, Rebolleda G, Noval S, Muñoz-Negrete FJ. Optic disc evaluation by optical coherence tomography in nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:4087-92.
- Contreras I, Noval S, Rebolleda G, Muñoz-Negrete FJ. Follow-up of nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy with optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2007;114:2338-44.
- Deleón-Ortega J, Carroll KE, Arthur SN, Girkin CA. Correlations between retinal nerve fiber layer and visual field in eyes with nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *Am J Ophthalmol* 2007;143:288-94.

13. Jeoung JW, Choi YJ, Park KH, Kim DM. Macular ganglion cell imaging study: glaucoma diagnostic accuracy of spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:4422-9.
14. Mwanza JC, Durbin MK, Budenz DL, et al. Glaucoma diagnostic accuracy of ganglion cell-inner plexiform layer thickness: comparison with nerve fiber layer and optic nerve head. *Ophthalmology* 2012;119:1151-8.
15. Yang Z, Tatham AJ, Weinreb RN, et al. Diagnostic ability of macular ganglion cell inner plexiform layer measurements in glaucoma using swept source and spectral domain optical coherence tomography. *PLoS One* 2015;10:e0125957.
16. Tan O, Chopra V, Lu AT, et al. Detection of macular ganglion cell loss in glaucoma by Fourier-domain optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2009;116:2305-14.e1-2.
17. Aggarwal D, Tan O, Huang D, Sadun AA. Patterns of ganglion cell complex and nerve fiber layer loss in non-arteritic ischemic optic neuropathy by Fourier-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:4539-45.
18. Gonul S, Koktekir BE, Bakbak B, Gedik S. Comparison of the ganglion cell complex and retinal nerve fibre layer measurements using Fourier domain optical coherence tomography to detect ganglion cell loss in non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy. *Br J Ophthalmol* 2013;97:1045-50.
19. Larrea BA, Izutueta MG, Indart LM, Alday NM. Early axonal damage detection by ganglion cell complex analysis with optical coherence tomography in nonarteritic anterior ischaemic optic neuropathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014;252:1839-46.
20. 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.
21. Suh MH, Kim SH, Park KH, et al. Comparison of the correlations between optic disc rim area and retinal nerve fiber layer thickness in glaucoma and nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *Am J Ophthalmol* 2011;151:277-86.e1.
22. Lee EJ, Choi YJ, Kim TW, Hwang JM. Comparison of the deep optic nerve head structure between normal-tension glaucoma and nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *PLoS One* 2016;11:e0150242.
23. Hong EH, Shin YU, Lim HW, et al. RNFL and ganglion cell complex thickness in normal hemifield according to the severity of glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:614-22.
24. Park JW, Kyung SE. Correlation between visual acuity and retinal nerve fiber layer thickness in optic neuropathies. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:628-33.
25. Choi BS, Jang SG, Shin JH, Lee JW. Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Measured with Two Different Spectral Domain Optical Coherence Tomography Devices. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:1118-25.
26. Lee J, Park JM. Analysis of ganglion cell-Inner plexiform layer thickness after internal limiting membrane peeling. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:1369-77.
27. Beri M, Klugman MR, Kohler JA, Hayreh SS. Anterior ischemic optic neuropathy. VII. Incidence of bilaterality and various influencing factors. *Ophthalmology* 1987;94:1020-8.
28. Goto K, Miki A, Araki S, et al. Time course of macular and peripapillary inner retinal thickness in non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy using spectral-domain optical coherence tomography. *Neuroophthalmology* 2016;40:74-85.
29. Sommer A, Katz J, Quigley HA, et al. Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol* 1991;109:77-83.
30. Quigley HA, Katz J, Derick RJ, et al. An evaluation of optic disc and nerve fiber layer examinations in monitoring progression of early glaucoma damage. *Ophthalmology* 1992;99:19-28.
31. Zeyen TG, Caprioli J. Progression of disc and field damage in early glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1993;111:62-5.
32. Hood DC, Raza AS, de Moraes CG, et al. Glaucomatous damage of the macula. *Prog Retin Eye Res* 2013;32:1-21.
33. Weber J, Schultze T, Ulrich H. The visual field in advanced glaucoma. *Int Ophthalmol* 1989;13:47-50.
34. Doro S, Lessell S. Cup-disc ratio and ischemic optic neuropathy. *Arch Ophthalmol* 1985;103:1143-4.