



## 한국인 진행된 녹내장 환자에서 관찰되는 시야결손의 특성

### Characteristics of Visual Field Defects in Korean Advanced Glaucoma

진형남 · 강연수 · 성미선 · 박상우

Hyung Nam Jin, MD, Yeon Soo Kang, MD, Mi Sun Sung, MD, PhD, Sang Woo Park, MD, PhD

전남대학교 의과대학 안과학교실

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

**Purpose:** We investigated the clinical characteristics of visual field (VF) defects in Korean advanced glaucoma patients.

**Methods:** The present study included 109 eyes of 109 advanced glaucoma patients whose mean deviation (MD) is under -12 dB. The subjects were classified into primary open angle glaucoma (POAG) and normal tension glaucoma (NTG) group. Average numeric decibel in each VF points were visualized with color topographic image and dot graph image using python 3.5. VF was divided into four quadrants or two half fields, and the differences in the degree of VF defects in each locations were assessed with raw decibel data. Additionally, mean sensitivity of central 12 points were compared between the two groups.

**Results:** Generally the features of VF defects were severely depressed VF sensitivity at the superonasal quadrant and relatively preserved central area and inferotemporal quadrant in both of the glaucoma groups. But we found the extent of deflection for VF defect in the NTG eyes was higher than that of the POAG eyes ( $p < 0.05$ ). The POAG eyes tended to show more diffuse and evenly distributed VF defect, whereas NTG eyes tended to have more severely depressed VF at the superonasal quadrant and relatively preserved VF at the inferotemporal quadrant. There was no significant difference in the degree of central VF defects between the two groups.

**Conclusions:** The characteristics of VF defect in Korean advanced glaucoma revealed different features based on the glaucoma diagnosis. The POAG eyes tended to show diffuse VF defects, whereas NTG eyes tended to have more severely depressed VF sensitivity at the superonasal quadrant and relatively preserved VF at the inferotemporal quadrant.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(8):1105-1115

**Keywords:** Advanced glaucoma, Normal tension glaucoma, Primary open angle glaucoma, Visual field defect

진행된 녹내장 환자에서 녹내장의 악화를 평가하는 데 현재 가장 중요하게 사용되는 검사는 시야검사이다.<sup>1-6</sup> 이는, 진행된 녹내장 환자의 시신경유두는 이미 큰 패임을 보여 빛간섭단층촬영검사에서는 바닥 효과를 보이기 때문이

다.<sup>2,7-10</sup> 진행된 녹내장에서의 시야결손 형태는 상하측의 큰 활모양 암점의 특징을 갖고 있다. 이 활모양 암점은 하나의 반지로 연결되어 있으며, 녹내장 진행 시 중심 시야만 잔존하는 중심 섬(central island) 양상을 보이게 된다.<sup>11,12</sup> 이는 녹내장에 의한 손상이 일어날 때 유두주위 망막신경섬유다발의 손상이 상측과 하측에서 먼저 발생하며, 황반부에서 기원하는 신경절세포의 축삭은 황반유두속을 통해 시신경의 이측으로 들어가게 되므로, 중심시야는 녹내장성 시신경손상이 상당히 진행될 때까지 보존되기 때문이다.<sup>13-17</sup> 녹내장이 진행할수록 중심 섬의 크기는 더 감소하게 되고, 이러한 변화는 녹내장 환자의 시력저하를 유발시켜 일상생활의 심각한 장애를 초래할 뿐만 아니라 결과적으로 사회적

■ Received: 2021. 4. 19.      ■ Revised: 2021. 6. 2.

■ Accepted: 2021. 7. 16.

■ Address reprint requests to Sang Woo Park, MD, PhD  
 Department of Ophthalmology, Chonnam National University  
 Hospital, #42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 61469, Korea  
 Tel: 82-62-220-6753, Fax: 82-62-227-1642  
 E-mail: exo70@naver.com

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

© 2021 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.

기능을 악화시켜 삶의 질을 저하시키게 된다.<sup>18-20</sup>

진행된 녹내장에서의 시야결손은 넓은 시야결손의 범위로 인해 녹내장 분류에 따른 특징적 형태를 구분 짓는 데 어려움이 있다. 정상안압녹내장에서 시야결손은 원발개방각녹내장에서 보다 더 중심 쪽으로 밀집되어 있으며 주로 상측 시야의 결손이 먼저 발생한다고 하였다.<sup>21,22</sup> 그러나 기존 연구들은 대부분 초기 녹내장 환자들을 대상으로 비교했던 연구이고, 진행된 녹내장 환자에서 녹내장의 분류에 따른 시야결손 형태의 차이에 대해 분석한 연구는 아직까지 없다. 진행된 녹내장 환자에서 시야결손의 형태와 잔존시야의 임상양상은 환자들의 삶의 질과 밀접한 연관성을 갖기 때문에 이를 이해하는 것은 임상적으로 중요한 의미를 갖는다. 이에 본 연구에서는 정상안압녹내장과 원발개방각녹내장으로 진단받은 진행된 녹내장 환자에서 관찰되는 시야결손의 특성을 분석하였고, 녹내장의 분류에 따라 그 양상에 차이가 있는지 비교해 보고자 하였다.

## 대상과 방법

2018년 1월부터 2020년 3월까지 전남대학교병원 녹내장 클리닉을 내원하여 녹내장으로 진단받은 환자 중 30-2 시야검사서 mean deviation (MD)값이 -12 decibel (dB)보다 낮은 진행된 녹내장 환자 109명 109안을 대상으로 의무기록지 분석을 통한 후향적 단면연구를 시행하였다. 본 연구는 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였으며, 본원 임상연구윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인 아래 진행되었다(승인 번호: 2021-102).

모든 환자들은 내원 시 세극등현미경을 통한 전안부검사, 전방각경검사, 골드만압평안압계를 통한 안압 측정, 안저 사진촬영, 저간섭성반사계(Lenstar; Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland)를 통한 각막두께와 안축장 측정, Swedish interactive threshold algorithm (SITA) standard 30-2 방식을 이용한 자동시야검사(Humphrey Field Analyzer; Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA, USA), 빛간섭단층촬영(Heidelberg Spectralis SD-OCT; Spectralis software version 6.9.4; Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany)을 시행하였다.

개방각녹내장은 전방각경검사상 개방각이고 전반적이거나 국소적인 시신경유두테의 좁아짐, 패임, 시신경유두출혈, 시야손상과 일치하는 망막신경섬유층 결손과 같은 특징적인 녹내장성 시신경손상이 관찰되고, 녹내장 이외의 시신경손상을 일으킬 만한 원인 질환이 없는 경우 진단하였다. 그 중 초진 시 골드만압평안압계로 측정된 안압을 중심각막두께 값 520  $\mu\text{m}$ 를 기준으로 보정하여(중심각막두께

가 10  $\mu\text{m}$ 가 커질수록 안압 값에서 0.7 mmHg를 빼고, 중심각막두께가 10  $\mu\text{m}$ 가 작아질수록 안압값에서 0.7 mmHg를 더함) 그 값이 21 mmHg 이하인 경우 정상안압녹내장으로 분류하였고, 21 mmHg를 초과하는 안압을 가졌던 환자를 원발개방각녹내장으로 분류하여 분석하였다.<sup>23</sup> 안압은 골드만압평안압계를 통해 2회 이상 측정된 평균값으로 하였으며, 중심각막두께는 부분결합간접계를 사용하여 5회 연속 측정하여 중간 값 3개를 평균하여 정하였다. 초진 시 안압하강제를 사용하고 있는 환자의 경우, 소견서상 약물치료 전 안압이 명시되어 있는 경우만을 분석에 포함시켰다. 시야검사의 신뢰도가 떨어질 수 있어 최대교정시력이 0.3 logarithm of minimum angle of resolution (logMAR)보다 나쁜 경우는 분석에서 제외하였다. 18세 이하, 굴절이상 구면대응치 -6.0 diopters (D)와 +6.0 D 사이를 벗어나는 경우, 녹내장수술을 포함한 안내수술의 기왕력이 있는 경우(단순 백내장수술은 제외), 녹내장 이외의 시야손상을 유발할 수 있는 망막전막, 당뇨망막병증, 망막혈관폐쇄질환 등과 같은 망막질환이 있는 경우 역시 분석에서 제외하였다. 두 눈 모두 선정 제외 기준을 만족하는 경우 임의로 한 눈만 선택하여 분석에 포함시켰다.

시야검사는 Central 30-2 SITA-standard strategy를 이용하여 초진 시 첫 번째 검사를 시행하였고, 2개월 이내에 두 번째 검사를 시행하여, 학습 효과 배제를 위해 두 번째 결과를 분석에 이용하였다. 이 중 MD가 -12 dB보다 낮은 경우를 진행된 녹내장으로 판단하여 연구에 포함시켰고, 시야검사의 신뢰도를 위하여 15% 이상의 거짓양성(false positive)이나 거짓음성(false negative), 20% 이상의 주시 실패(fixation loss)가 있는 경우 해당 시야검사의 결과는 분석에서 제외하였다. 시야검사의 MD, pattern standard deviation (PSD), visual field index (VFI)와 foveal sensitivity 값을 수집하였다.

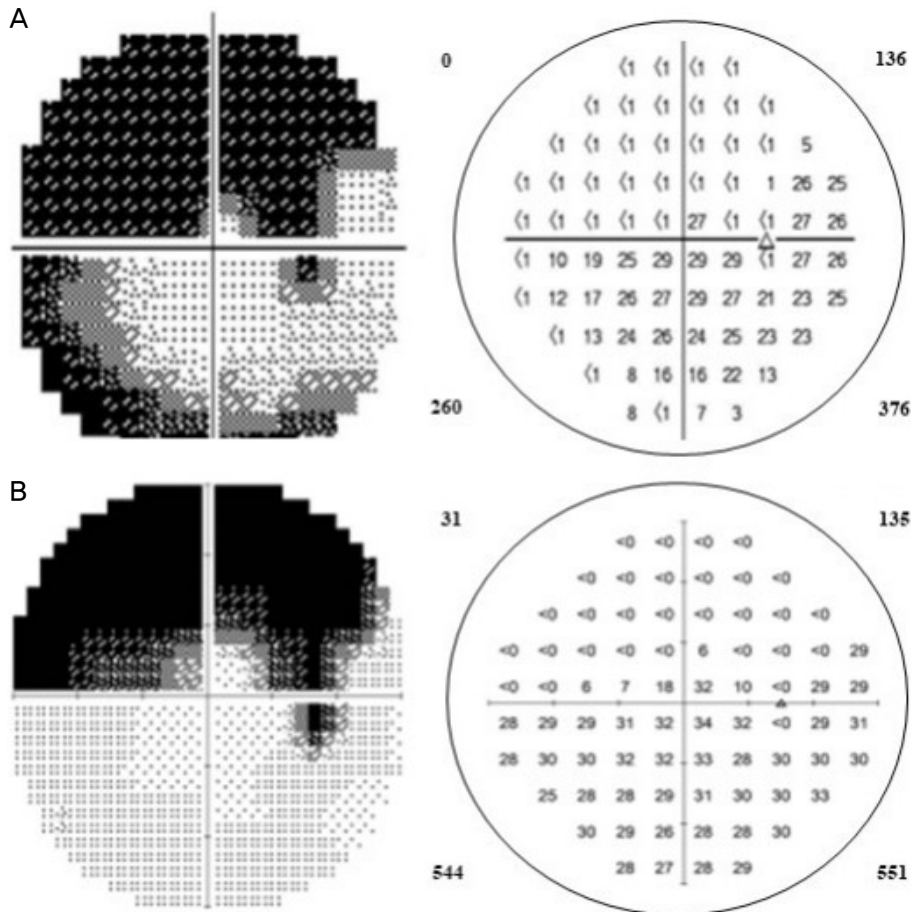
진행된 녹내장에서 나타나는 시야검사의 형태학적 특성을 알아보기 위해, 각 환자 별로 30-2 시야검사 총 76군데의 역치 값을 수집하여, 각 포인트들의 평균 numeric dB 값을 구하였고 그 값들을 Python 3.5 (Python Software Foundation, <https://www.python.org>)를 이용한 color topographic image 및 점 그래프(dot graph) 형태로 시각화하여 정상안압녹내장과 원발개방각녹내장 사이에 차이가 있는지 알아보았다. Color topographic image의 각 점들의 색깔은 decibel 수치에 따라 나타나게 되며 흰색이 가장 높고 검은색이 가장 낮은 값을 의미하고, 수치가 더 낮을수록 어두운 색깔로 표현되었다. 한편, dot graph image는 시야검사 포인트들을 비측과 이측으로 나눈 후 dot graph 정중앙을 기준으로 좌측이 상측 시야, 우측이 하측 시야의 점들이 위치하도록 배열

하였다. 모든 결과는 우안을 기준으로 나타내었으며 좌안의 결과는 우안에 상응하는 위치로 변환시킨 후에 분석하였다. 또한 numeric display를 4개의 사분면으로 나누어 각 사분면 점들의 dB 단위 역치값을 더하여 총합을 계산한 후, 각 환자들마다 값이 가장 큰 사분면과 가장 작은 사분면을 표시하여, 두 군에서 결손이 심한 사분면의 분포에 차이가 있는지 알아보았다(Fig. 1). 시야검사 결과를 다시 상측과 하측 이분면으로 나누어 각 군별로 시야결손이 더 심한 반구가 어느 위치인지 알아보았고, 중심 12개 검사 포인트의 평균 dB 값을 구하여 각 군별 중심시야의 결손 정도에 차이가 있는지 알아보았다.

통계분석은 IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였다. 군 간 비교를 위해 *t*-검정(independent *t*-test)과 카이제곱검정( $\chi^2$  test)을 이용하였다.  $p < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

## 결 과

원발개방각녹내장 67안과 정상안압녹내장 42안이 분석에 포함되었다. 원발개방각녹내장 환자 중 남자는 57명(85.07%)이었고, 정상안압녹내장 환자 중 남자는 22명(52.38%)으로 원발개방각녹내장에서 남성의 비율이 더 높았다( $p < 0.001$ ). 원발개방각녹내장 군의 평균 연령은  $61.19 \pm 14.31$ 세, 정상안압녹내장 군의 평균 연령은  $62.02 \pm 11.22$ 세로 나이의 차이는 관찰되지 않았다( $p = 0.75$ ). 안압은 원발개방각녹내장 군에서  $30.92 \pm 7.34$  mmHg로 정상안압녹내장 군의  $16.88 \pm 1.70$  mmHg보다 유의하게 높았으며( $p < 0.001$ ), 빛간섭단층촬영검사로 측정한 평균 유두주위 망막신경섬유층 두께는 원발개방각녹내장 군에서  $48.40 \pm 10.91$   $\mu$ m로 정상안압녹내장 군의  $57.60 \pm 14.99$   $\mu$ m보다 낮은 결과를 보였다( $p < 0.001$ ). 한편, 망막신경섬유층두께를 다시 상측과 하측으로 나누어 비교하였을 때, 하측 두께는 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았지만( $p = 0.49$ ), 상측 망막신경섬유층두



**Figure 1.** Examples of visual field defect evaluation on the field numeric display. (A) Field defect of a primary open angle glaucoma patient, (B) field defect of a normal tension glaucoma patient. The numbers in the four corners of the numeric display represent the quadrant sums in dB. The highest and lowest sum of the field (A, B) are all lower-temporal and upper-nasal, respectively.

계는 원발개방각녹내장 군에서  $54.51 \pm 16.35 \mu\text{m}$ 로 정상안압 녹내장 군의  $66.99 \pm 26.42 \mu\text{m}$ 보다 유의하게 낮았다 ( $p=0.01$ ). 그 외 시력, 구면렌즈대응치, 안축장, 중심각막두께, 시신경유두함몰비, 약물 사용력 등은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(모두  $p>0.05$ ) (Table 1).

두 군에서 시야검사의 MD, PSD, VFI, foveal sensitivity 결과치는 통계적으로 차이가 없었다(각각,  $p=0.43$ ,  $p=0.28$ ,  $p=0.30$ ,  $p=0.46$ ). 시야검사 결과를 다시 상하측의 이분면으로 분할하여 비교하였을 때, 상측의 결손 정도는 군 간 유

의한 차이가 없었지만, 하측 시야의 경우 유의한 차이가 있었는데, 정상안압 녹내장 안에서 원발개방각 녹내장 안에 비하여 하측의 시야결손 정도가 덜 심한 경향이 있었다( $p=0.03$ ). 중심 12개 포인트의 평균 dB을 구하여 두 군의 중심시야결손 정도를 비교하였을 경우, 군 간 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다(Table 2).

각 검사 포인트별 dB 합이 가장 낮은 사분면, 즉 시야결손이 가장 심한 사분면을 구하였을 때, 두 군 모두 상비측 사분면에서 가장 심한 결손을 보이는 경우가 가장 흔하였

**Table 1.** Demographic and ocular characteristics of the eyes with advanced glaucoma

Characteristic	POAG (n = 67)	NTG (n = 42)	p-value*
Age (years)	61.19 ± 14.31	62.02 ± 11.22	0.75
Sex (male/female)	57/10	22/20	<0.001 <sup>†</sup>
Baseline IOP (mmHg)	30.92 ± 7.34	16.88 ± 1.70	<0.001 <sup>†</sup>
Spherical equivalent (D)	-1.71 ± 2.54	-1.77 ± 3.98	0.93
Visual acuity (logMAR)	0.039 ± 0.065	0.034 ± 0.065	0.48
Axial length (mm)	24.55 ± 1.27	24.59 ± 1.78	0.91
Central corneal thickness (μm)	523.67 ± 60.06	536.79 ± 29.68	0.21
Average cup disc ratio	0.87 ± 0.05	0.89 ± 0.04	0.50
Global peripapillary RNFL thickness (μm)	48.40 ± 10.91	57.60 ± 14.99	<0.001 <sup>†</sup>
Superior RNFL thickness (μm)	54.51 ± 16.35	66.99 ± 26.42	0.01 <sup>†</sup>
Inferior RNFL thickness (μm)	49.50 ± 13.49	51.76 ± 17.24	0.49
Prior glaucoma medication			0.28
PGA	12 (18)	13 (31)	
CAI/BB fixed combinations	8 (12)	5 (12)	
CAI/BB fixed combinations + AA	10 (15)	4 (10)	
PG+CAI/BB fixed combinations	22 (33)	12 (28)	
PG+CAI/BB fixed combinations + AA	15 (22)	8 (19)	

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).

POAG = primary open angle glaucoma; NTG = normal tension glaucoma; IOP = intraocular pressure; D = diopters; logMAR = logarithm of minimum angle of resolution; RNFL = retinal nerve fiber layer; PGA = prostaglandin analogues; CAI = carbonic anhydrase inhibitor; BB = beta-blocker; AA = alpha agonist; PG = prostaglandin analogues.

\*p-value obtained from the independent t-test or  $\chi^2$  test between the two groups; <sup>†</sup>statistical significance.

**Table 2.** Comparison of visual field results between the groups

	POAG (n = 67)	NTG (n = 42)	p-value*
Mean deviation (dB)	-22.05 ± 7.08	-23.65 ± 5.25	0.43
Pattern standard deviation (dB)	9.60 ± 3.33	10.66 ± 2.59	0.28
Visual field index (%)	42.36 ± 21.85	47.20 ± 18.45	0.30
Foveal sensitivity (dB)	29.46 ± 7.83	30.74 ± 6.93	0.46
Total 76 points			
Superior hemisphere	12.67 ± 8.16	12.08 ± 6.31	0.72
Inferior hemisphere	14.12 ± 7.68	17.55 ± 6.59	0.03 <sup>†</sup>
Central 12 points			
Average	17.57 ± 6.92	18.35 ± 4.65	0.56
Superior hemisphere	13.65 ± 9.76	13.41 ± 7.92	0.91
Inferior hemisphere	18.49 ± 7.83	21.24 ± 7.97	0.14

Values are presented as mean ± standard deviation.

POAG = primary open angle glaucoma; NTG = normal tension glaucoma; dB = decibel.

\*p-value obtained from the independent t-test between the two groups; <sup>†</sup>statistical significance.

으나(원발개방각녹내장 57%, 정상안압녹내장 74%), 각 사분면별 비율을 카이제곱 검정을 통해 비교하였을 경우 통계적인 차이가 있었다( $p=0.041$ ). 원발개방각녹내장에 비해 정상안압녹내장 안에서 상대적으로 심한 시야결손을 보이는 사분면이 상측에 위치하는 경우가 더 많았다(원발개방

각녹내장 69%, 정상안압녹내장 81%). 반대로 각 검사 포인트별 dB 합이 가장 높은 사분면, 즉 시야결손이 가장 심하지 않은 사분면을 구하였을 때, 두 군 모두 하이측 사분면의 시야결손이 가장 심하지 않았으나(원발개방각녹내장 52%, 정상안압녹내장 74%), 마찬가지로 각 사분면별 비율을 카이제곱 검정을 통해 비교하였을 경우 통계적으로 유의한 차이가 있었는데( $p=0.008$ ), 원발개방각녹내장에 비해 정상안압녹내장 안에서 상대적으로 하측의 시야가 더 보존되는 경향이 있었다(Table 3, 4). 이러한 두 결과는 원발개방각녹내장 안의 안압 하위 25%, 정상안압녹내장 안의 안압 상위 25%를 제외하고 시행한 분석에서도 동일하게 통계적으로 유의한 것으로 나타났다( $p=0.008$ ,  $p<0.001$ ).

**Table 3.** Location of the quadrant with the lowest quadrant sum at VF 30-2 exam

Quadrant	POAG (n = 67)	NTG (n = 42)	p-value*
Upper nasal	38 (57)	31 (74)	0.041
Upper temporal	8 (12)	3 (7)	
Lower nasal	19 (28)	8 (19)	
Lower temporal	2 (3)	0	

Values are presented as number (%).

VF = visual field; POAG = primary open angle glaucoma; NTG = normal tension glaucoma.

\*p-value obtained from the  $\chi^2$  test between the two groups.

**Table 4.** Location of the quadrant with the highest quadrant sum at VF 30-2 exam

Quadrant	POAG (n = 67)	NTG (n = 42)	p-value*
Upper nasal	5 (8)	1 (2)	0.008
Upper temporal	17 (25)	7 (17)	
Lower nasal	10 (15)	3 (7)	
Lower temporal	35 (52)	31 (74)	

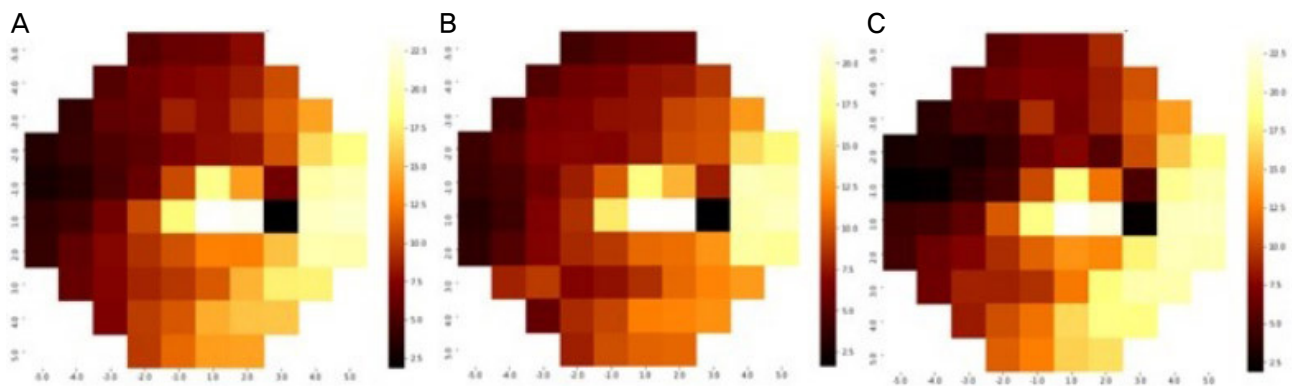
Values are presented as number (%).

VF = visual field; POAG = primary open angle glaucoma; NTG = normal tension glaucoma.

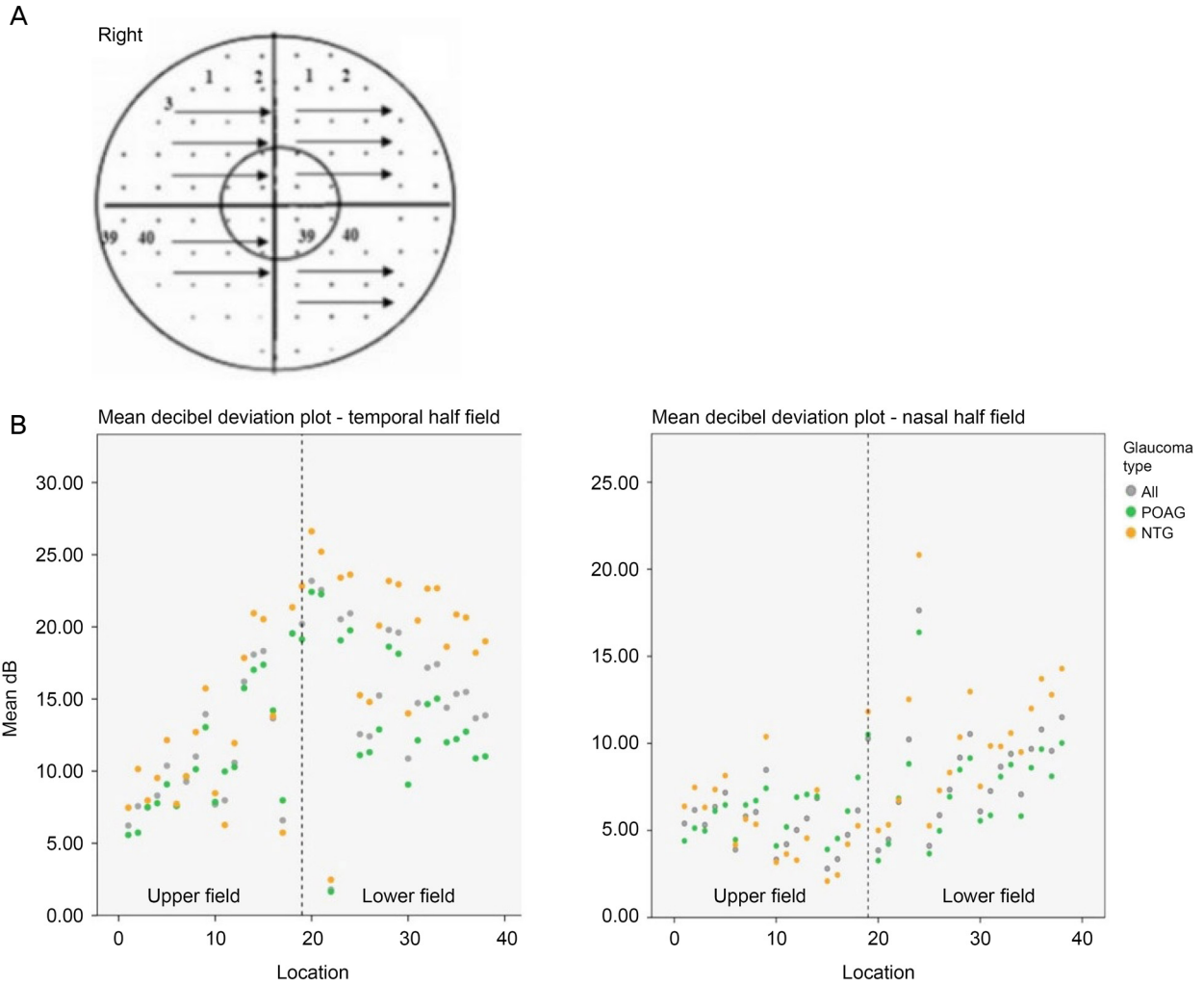
\*p-value obtained from the  $\chi^2$  test between the two groups.

Fig. 2는 30-2 시야검사 총 76군데의 역치 값을 수집하여, 각 포인트들의 평균 dB 값을 color topographic image로 나타낸 결과이다. 전체적으로 중심부의 시야는 유지되는 양상이었으며, 내측의 시야결손이 두드러진 모습이었다(Fig. 2A). 원발개방각녹내장 군에서는 상비측 시야 및 하이측 시야 모두 비슷한 결손이 관찰되어 전반적으로 균등하게 분포하는 미만성 시야결손 양상을 나타내었지만(Fig. 2B), 정상안압녹내장 군에서는 시야결손이 상대적으로 상비측으로 편향되어 있고, 하이측의 시야가 보전되어 있는 양상임을 확인할 수 있었다(Fig. 2C).

시야검사 결과치를 다시 내측과 이측 이분면으로 분할하여 각 점의 평균 dB을 두 개의 dot graph로 나타내어 비교하여 보았다(Fig. 3). 두 녹내장 군 모두 전반적으로 하측에 비해 상측 시야결손이 더 큰 것을 알 수 있었지만, 정상안



**Figure 2.** Color topographic dB deviation map for the visual field (VF) sectors. The color topographic images are presented at all 76 points of the 30-2 Humphrey VF in each glaucoma group. The mean dB of each VF point is converted into a color image using the heatmap in Python. White color represents the highest value of the dB, whereas black color represents the lowest value of the dB in the topographic image. The VFs of the left eye were converted to the VFs of the right eye. (A) Color topographic map for all glaucoma patients. (B) Color topographic map for primary open angle glaucoma (POAG) patients. In POAG, the VF defects are distributed evenly, with moderate severity. (C) Color topographic map for normal tension glaucoma (NTG) patients. In NTG, severe VF defects are located at the superonasal quadrant. Conversely, the VF of inferotemporal quadrant is relatively spared from glaucomatous field defects.



**Figure 3.** Converting principles of the decibel deviation dot graph for each point (A), and decibel deviation dot graph for each side (B). (A) The total visual field (VF) is divided into two sides; the nasal and temporal sides. The most superior nasal point is the first point in the dot graph; the subsequent points are arranged by order of the temporal side and downside directions. The VFs of the left eye had been converted to the VF of the right eye. (B) In the dot graph image, the left side of the image shows the upper VF points, whereas the right side of the image shows lower VF points. The dot graph shows the mean dB values of the temporal and lower field, which are higher than those of the nasal and upper field. In addition, the gap in decibel values between the upper and lower field is larger in the temporal field than the nasal field in both glaucoma groups. POAG = primary open angle glaucoma; NTG = normal tension glaucoma.

압녹내장 안의 경우 원발개방각녹내장 안에 비하여 상대적으로 하측 시야가 보존되는 경향이 있었고, 이러한 경향은 특히 이측에서 더욱 두드러졌다(Fig. 3).

## 고 찰

녹내장의 발생 기전은 크게 기계적 이론과 허혈성 이론이 알려져 있다. 기계적 이론은 안압상승에 의하여 사상관 세공이 뒤틀리게 되어 시신경이 손상을 받을 수 있다는 가설이고, 허혈성 이론은 시신경으로 가는 혈류의 자가조절

기능의 이상으로 감소한 혈액 관류압에 의하여 시신경유두에 허혈이 일어나 축삭이 손상된다는 이론이다.<sup>13,24-26</sup> 원발개방각녹내장은 기계적 이론을 주 병태생리로 하는 반면, 정상안압녹내장은 원발개방각녹내장과는 여러 다른 병인이 복합적으로 관여하는 것으로 알려져 있다.<sup>27-29</sup> 특히, 혈관기능이상과 허혈이 정상안압녹내장의 진행에 있어서 중요한 인자로 여겨지며 말초혈관장애, 편두통, 여성에서 더 많은 유병률이 이를 뒷받침한다.<sup>30-33</sup>

본 연구에서 진행된 녹내장 환자들을 비교한 결과 원발개방각녹내장 군은 남성이, 정상안압녹내장 군은 여성이

더 많은 비율을 보였고, 이는 이전 연구들의 결과와 일치하는 부분이다.<sup>14,34,35</sup> 남성의 보다 더 높은 원발개방각녹내장 유병률은 해부학적 측면과 사회적 측면에서 고찰해볼 수 있었다. 성별에 따른 안구의 해부학적 구조에서 남성은 여성에 비해 긴 안축장, 깊은 전방, 큰 시신경유두테를 나타낸다고 하였고, 이는 남성의 보다 더 높은 원발개방각녹내장 유병률과 관련이 있을 수 있다.<sup>36-38</sup> 사회적으로 남성은 여성에 비해 높은 흡연율을 보이고, 이전 연구에서 흡연은 원발개방각녹내장 발생 위험인자라는 결과를 보인 바 있다.<sup>39</sup> 이러한 상대적으로 더 높은 흡연율은 남성의 보다 더 높은 원발개방각녹내장 유병률에 기여했을 가능성이 있겠으나, 추후 대규모연구를 통한 검증이 필요해 보인다. 정상안압녹내장에서 여성의 유병률이 더 많다는 사실에 대해서는 많은 연구들이 있으며, 아직 명확히 밝혀진 바는 없으나 여러 가지 생물학적, 유전학적 요인과 연관이 있을 것으로 생각되고 있다. 특히 에스트로겐은 안구 내 혈류증가 및 신경보호 효과가 있는 것으로 알려져 있는데,<sup>40-46</sup> Rotterdam study와 Blue Mountaine study를 비롯한 여러 대규모 연구들에서 월경 시작으로부터 폐경까지의 기간이 짧은 경우, 즉 에스트로겐에 대한 노출 기간이 짧을수록 여성에서 원발개방각녹내장 발생 위험도가 증가하였다는 사실이 보고된 바 있다.<sup>47-50</sup> 이러한 결과들은 노화 진행에 따른 에스트로겐의 감소 및 소실로 인해 안구 내 혈류부전이 발생하여 정상안압녹내장의 형태로 발병하였을 가능성을 시사할 수 있지만, 아직 그러한 내용이 입증된 바는 없다. 또 다른 가설로는, 유전자 표현에 있어서 성적 이형성이 개방각녹내장에서의 성특이적 감수성으로 이르게 하였을 가능성이 있다.<sup>51,52</sup> 그중에서도 특히 9p21 부위에 있는 단일 뉴클레오타이드 다형성들과 원발개방각녹내장의 발생 위험은 기존의 연구들을 통해 여러 차례 보고되었다.<sup>53-57</sup> 이와 관련하여 Ng et al<sup>35</sup>은 염색체 9p21의 주요 대립 유전자가 여성에서만 정상안압녹내장 발생 위험도를 높인다는 결과와 이를 통해 여성이 정상안압녹내장의 발병 위험인자가 된다는 내용을 발표하기도 하였는데, 이에 대해서는 전 계층 관련분석을 통한 추가 연구들이 필요할 것으로 보인다.

저자들은 진행된 원발개방각녹내장과 정상안압녹내장에서 시야결손이 각각 어떠한 양상으로 나타나는지 알아보았다. 그 결과, 두 군 모두에서 상비측의 손상 정도가 가장 컸고 중심부와 하이측의 손상이 비교적 가장 적었다. 그러나 녹내장 종류에 따라 차이가 있었는데, 원발개방각녹내장 안의 경우 정상안압녹내장에 비해 전반적으로 시야결손이 고르게 분포하는 양상이었던 반면에 정상안압녹내장의 경우에는 상비측에 시야결손에 보다 더 집중된 경향이 있었고 상대적으로 하이측 시야는 더 보존되어 있는 경우가 많

았다. 이는 이전 연구에서 보고되었던 정상안압녹내장에서 조금 더 편향된 시야결손과 상부 중심시야결손 및 상부 궁형시야결손이 주로 나타나며 원발개방각녹내장은 미만성 시야결손이 나타난다는 사실과 그 맥락을 같이한다.<sup>16,21,58,59</sup>

녹내장의 분류에 따라 시야결손의 양상이 차이를 나타낸 이유는 망막신경섬유층과 시신경유두패임과 연관지어 생각해 볼 수 있다. Airaksinen et al<sup>60</sup>의 연구에 의하면, 안압이 높을수록 망막신경섬유층의 손상은 미만성으로 일어날 가능성이 높다고 하였다. Yamazaki et al<sup>61</sup>의 연구에서도, 정상안압녹내장에서 망막신경섬유층의 손상은 국한성으로 일어나는 반면, 원발개방각녹내장에서는 손상이 미만성으로 일어난다고 하였다. 한편, 두 녹내장의 시신경유두함몰의 양상을 비교하였던 이전 연구들에서도, 원발개방각녹내장은 전체적인 시신경유두함몰 크기의 증가를 보이는 반면, 정상안압녹내장은 시신경유두의 국소적 패임과 창백이 주로 나타난다고 하였으며,<sup>62-64</sup> 질병의 경과에서도 정상안압녹내장에서 시신경유두출혈이 잘 나타나는 반면에 원발개방각녹내장에서는 그렇지 않았다고 보고하였다.<sup>65</sup> 특히 Flammer<sup>66</sup>은 국한된 망막신경섬유층의 손상은 시신경유두의 편심성 함몰, 시신경유두테의 패임과 시신경유두출혈, 시신경유두주위 위축과 연관이 있으며 미만성 손상은 동심성 함몰과 시신경유두테의 전반적 창백과 관련이 있다고 하였다. 이러한 결과들을 토대로 할 때 원발개방각녹내장에서는 높은 안압으로 인한 시신경유두의 미만성 손상이, 정상안압녹내장에서는 시신경유두로의 순환 부전으로 인한 국한성 손상이 일어나기 때문에, 진행된 녹내장 안에서 시야결손 양상의 차이가 발생한 것으로 생각해 볼 수 있겠다.

흥미롭게도 본 연구에서 전체 망막신경섬유층 두께는 원발개방각녹내장 군에서 정상안압녹내장 군보다 더 낮은 결과를 보였으나( $p < 0.001$ ), 시야검사의 MD는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이에 대한 해석으로 두 가지 이유를 생각해 보았다. 첫 번째, 진행된 녹내장에서는 구조적인 검사 결과 값이 바닥 효과에 근접하여 좋지 못한 구조-기능 상관관계를 보일 수 있다는 점이다.<sup>10</sup> Mwanza et al<sup>10</sup>은 Spectralis OCT에서 전체 망막신경섬유층 두께가 약 50  $\mu\text{m}$ 에 달하게 되면 바닥 효과가 나타나며, 이에 상응하는 시야결손 정도는 -25.3dB이라고 하였다. 또한 녹내장이 진행되어 측정치가 이에 근접할수록 구조-기능 상관관계 그래프가 완만해진다고 하였다. 본 연구에 포함된 환자들의 경우 평균 전체 망막신경섬유층 두께 및 시야결손의 정도가 비교적 이에 근접하여 좋지 못한 구조-기능 상관관계를 보여 이러한 결과를 보였을 가능성이 있겠다. 두 번째로는, 본 연구에 포함된 원발개방각녹내장 군이 정상안압녹내장 군에 비하여 보다 더 녹내장이 진행된 상태일 가능성이 있다. 실제로 망막

신경섬유층 두께를 다시 상측과 하측으로 나누어 분석하였을 경우, 원발개방각녹내장군의 상측 망막신경섬유층 두께가 정상안압녹내장군에 비하여 유의하게 얇았고( $p=0.01$ ), 시야결손을 이분면으로 나누어 분석하였을 경우 두 군의 상측 시야결손 정도는 유사한 반면, 원발개방각녹내장의 하측 시야결손 정도가 정상안압녹내장보다 더 심한 양상이었다. 다만, MD의 경우 개인의 연령을 고려하여 보정된 수치이지만, 본 연구에서 이분면 분석에 사용한 결과치는 raw numeric dB 값이므로 두 수치를 직접적으로 비교하는 것은 어려울 것이며, 이 때문에 MD 비교에서는 두 군의 시야결손 정도가 유사하였던 반면에 이분면 분석에서는 차이가 있는 것으로 나타났을 가능성이 있었다. 우리가 임상에서 시행하는 30-2 시야검사가 녹내장 환자의 전체 시야결손을 반영하지는 못하기 때문에 추후 보다 넓은 범위의 시야검사나 골드만검사와 같은 동적 시야검사를 통한 검증이 이루어진다면, 임상적으로 유용한 정보를 제공해 줄 수 있을 것으로 생각한다.

두 군의 시야결손 양상에서 잔존한 시야 형태가 모두 중심부, 특히 하측 중심부 시야와 하이측 시야였다는 점은 이전 연구 결과와 일치하는 부분이다. 중심부 시야의 경우 녹내장으로 인하여 망막신경섬유층이 손상받더라도 후기까지 유두황반축은 유지되기 때문에, 녹내장이 말기까지 진행되더라도 손상받지 않고 남아있는 경우가 많다.<sup>67</sup> 하측 중심부 시야와 하이측 시야가 녹내장의 후기까지 보존되는 것은, 녹내장성 손상이 시신경유두의 하이측 변연에서 가장 호발하고, 상이측 변연에서는 비교적 덜 발생하며, 상대적으로 황반부가 시신경보다 아래쪽에 위치하여 황반부의 하측을 구성하는 망막신경절세포의 축삭들이 녹내장성 손상에 가장 취약한 시신경유두의 하이측 변연을 지나가게 되므로, 상측 중심부의 시야결손이 더 심하게 나타나게 되는 것으로 생각할 수 있겠다.<sup>11</sup>

진행된 녹내장에서 녹내장 분류에 따른 시야결손의 차이는 환자들의 삶의 질 변화로 나타나게 된다. 최근 녹내장을 진단하고 치료하는 것뿐만 아니라 녹내장으로 인한 시야결손의 위치와 정도가 얼마나 삶에 영향을 미치는지에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있고, 녹내장 환자의 시야결손은 환자의 삶의 질과 일상생활 능력에 영향을 미치는 가장 특징적이고 주요한 인자로 생각되고 있다.<sup>68</sup> Sawada et al<sup>69</sup>이 시행한 연구에 따르면, 좋은 눈의 하측 중심 외 시야결손과 아래 주변부 시야결손이 환자가 느끼는 시기능의 장애와 높은 연관성을 가지며, 주변부 시야결손 및 상측 시야결손이 운전 기능에 중요하다고 하였다. 본 연구에서 나타난 결과를 이와 연관 지어 생각해보자면, 원발개방각녹내장에서는 미만성 시야결손과 정상안압녹내장에 비하여 상

대적으로 더 심한 하측의 시야결손에 의해 일상생활 기능 및 전반적 시기능에 제약이 더 많을 수 있겠고, 반대로 정상안압녹내장에서는 상측으로 편향된 시야결손으로 인해 운전 기능에 더 많은 장애가 있을 수 있음을 유추해볼 수 있겠다. 그러나 본 연구에서는 National Eye Institute Visual Function Questionnaire (NEI-VFQ) 등의 시기능 설문지를 통한 객관적 데이터 수집을 시행하지 않았으므로 추후 이에 대한 연구를 통한 정확한 검증이 필요해 보인다.

이 논문의 제한점으로는 첫째, 안압이 20대 초반의 녹내장 환자의 경우 정상안압녹내장과 원발개방각녹내장의 분류가 명확하게 이루어지지 않았을 가능성이 있다는 점이다. 이러한 불명확한 구분에 의한 오류를 배제하기 위하여 정상안압녹내장 환자 중 안압 상위 25%, 원발개방각녹내장 환자 중 안압 하위 25%를 제외한 추가적인 분석을 시행하였으며, 분석 결과 정상안압녹내장 환자에서 원발개방각녹내장 환자에 비하여 상비측 사분면에서 상대적으로 가장 심한 시야결손이 위치하는 경우가 많았고( $p=0.008$ ), 하이측 사분면은 상대적으로 보전된 경향을 동일하게 확인할 수 있었다( $p<0.005$ ). 이러한 sensitivity analysis를 통해 본 연구에서는 녹내장 분류에 대한 오류의 영향 가능성을 최대한 배제하였으나, 추후 추가적인 연구를 통한 검증이 필요하겠다. 둘째, 두 녹내장 군의 시야결손 정도가 안압하강제 사용력에 의해 영향을 받았을 가능성이 있다. 본 연구에서는 두 군 간 약물 사용력에 있어 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 안압하강제의 종류와 점안제 개수에 의한 약물 순응도 차이가 두 군 간 시야결손의 차이에 혼란변수로 작용하였을 수 있다.<sup>70</sup> 셋째, 후향적 연구를 시행하였기 때문에 전형적인 원발개방각녹내장과 정상안압녹내장 형태를 보이는 경우만을 대상으로 한 선택편견(selection bias)이 작용할 수 있어 대표성이 충분히 확보되지 않을 수 있다는 점과 넷째로는, 두 녹내장에서의 시야결손 차이를 분석하는데 있어 주로 numeric display의 측면에서 접근하여, total deviation과 pattern deviation plot 측면의 분석이 이루어지지 않았다는 점이 있을 수 있겠다. 마지막으로, 본 연구는 환자의 진단 당시의 시야검사를 기준으로 시행한 단면 연구이기 때문에 시간 바이어스의 오류가 있을 수 있다는 점이다. 향후 전향적 설계를 이용한 연구들이 이루어진다면, 본 연구의 제한점을 보완할 수 있을 것으로 보인다.

결론적으로, 한국인 진행된 녹내장에서 원발개방각녹내장, 정상안압녹내장 모두 상비측의 심한 시야결손과 그에 비하여 상대적으로 보존된 하측 중심시야 및 하이측 시야가 특징적이었으나, 원발개방각녹내장은 전체적으로 미만성 시야결손을 보였던 반면 정상안압녹내장은 상대적으로 상비측으로 편향된 시야결손과 하이측 시야가 보다 더 보



전된 양상이었다. 이러한 결과를 고려한 치료가 이루어진다면 진행된 녹내장 환자의 삶의 질을 이해하고 재활치료를 하는 데 큰 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Zhang X, Dastiridou A, Francis BA, et al. Comparison of glaucoma progression detection by optical coherence tomography and visual field. *Am J Ophthalmol* 2017;184:63-74.
- 2) Hood DC, Kardon RH. A framework for comparing structural and functional measures of glaucomatous damage. *Prog Retin Eye Res* 2007;26:688-710.
- 3) 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.
- 4) Banegas SA, Antón A, Morilla A, et al. Evaluation of the retinal nerve fiber layer thickness, the mean deviation, and the visual field index in progressive glaucoma. *J Glaucoma* 2016;25:e229-35.
- 5) Abe RY, Diniz-Filho A, Zangwill LM, et al. The relative odds of progressing by structural and functional tests in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57:OCT421-8.
- 6) Öhnell H, Heijl A, Brenner L, et al. Structural and functional progression in the early manifest glaucoma trial. *Ophthalmology* 2016;123:1173-80.
- 7) Bowd C, Zangwill LM, Weinreb RN, et al. Estimating optical coherence tomography structural measurement floors to improve detection of progression in advanced glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2017;175:37-44.
- 8) Banister K, Boachie C, Bourne R, et al. Can automated imaging for optic disc and retinal nerve fiber layer analysis aid glaucoma detection? *Ophthalmology* 2016;123:930-8.
- 9) Mwanza JC, Budenz DL, Warren JL, et al. Retinal nerve fibre layer thickness floor and corresponding functional loss in glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2015;99:732-7.
- 10) Mwanza JC, Kim HY, Budenz DL, et al. Residual and dynamic range of retinal nerve fiber layer thickness in glaucoma: comparison of three OCT platforms. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:6344-51.
- 11) Drance SM. The early field defects in glaucoma. *Invest Ophthalmol* 1969;8:84-91.
- 12) Drance SM. The glaucomatous visual field. *Br J Ophthalmol* 1972;56:186-200.
- 13) Fechtner RD, Weinreb RN. Mechanisms of optic nerve damage in primary open angle glaucoma. *Surv Ophthalmol* 1994;39:23-42.
- 14) Drance S, Anderson DR, Schulzer M; Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. Risk factors for progression of visual field abnormalities in normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2001;131:699-708.
- 15) Lee SS, Schwartz B. Role of the temporal cilioretinal artery in retaining central visual field in open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 1992;99:696-9.
- 16) Hitchings RA, Anderton SA. A comparative study of visual field defects seen in patients with low-tension glaucoma and chronic simple glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1983;67:818-21.
- 17) Curcio CA, Allen KA. Topography of ganglion cells in human retina. *J Comp Neurol* 1990;300:5-25.
- 18) Zalta AH. Use of a central 10 degrees field and size V stimulus to evaluate and monitor small central islands of vision in end stage glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1991;75:151-4.
- 19) Gessesse GW, Damji KF. Advanced glaucoma: management pearls. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2013;20:131-41.
- 20) Okada K, Watanabe W, Koike I, et al. Alternative method of evaluating visual field deterioration in very advanced glaucomatous eye by microperimetry. *Jpn J Ophthalmol* 2003;47:178-81.
- 21) Caprioli J, Spaeth GL. Comparison of visual field defects in the low-tension glaucomas with those in the high-tension glaucomas. *Am J Ophthalmol* 1984;97:730-7.
- 22) Araie M, Yamagami J, Suzuki Y. Visual field defects in normal-tension and high-tension glaucoma. *Ophthalmology* 1993;100:1808-14.
- 23) Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 2009;53:34-43.
- 24) Evangelho K, Mogilevskaya M, Losada-Barragan M, Vargas-Sanchez JK. Pathophysiology of primary open-angle glaucoma from a neuroinflammatory and neurotoxicity perspective: a review of the literature. *Int Ophthalmol* 2019;39:259-71.
- 25) Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA* 2014;311:1901-11.
- 26) Mitchell P, Lee AJ, Rochtchina E, Wang JJ. Open-angle glaucoma and systemic hypertension: The Blue Mountains Eye Study. *J Glaucoma* 2004;13:319-26.
- 27) Moon SK, Jun RM, Choi KR. Comparison of retinal nerve fiber layer thickness in early normal-tension glaucoma and early primary open-angle glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:248-53.
- 28) Yokoyama Y, Maruyama K, Konno H, et al. Characteristics of patients with primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma at a university hospital: a cross-sectional retrospective study. *BMC Res Notes* 2015;8:360.
- 29) Shields MB. Normal-tension glaucoma: is it different from primary open-angle glaucoma? *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:85-8.
- 30) McLeod SD, West SK, Quigley HA, Fozard JL. A longitudinal study of the relationship between intraocular and blood pressures. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990;31:2361-6.
- 31) Becker B. Diabetes mellitus and primary open-angle glaucoma. The XXVII Edward Jackson Memorial Lecture. *Am J Ophthalmol* 1971;71(1 Pt 1):1-16.
- 32) Broadway DC, Drance SM. Glaucoma and vasospasm. *Br J Ophthalmol* 1998;82:862-70.
- 33) Pradalier A, Hamard P, Sellem E, Bringer L. Migraine and glaucoma: an epidemiologic survey of French ophthalmologists. *Cephalalgia* 1998;18:74-6.
- 34) Kamal D, Hitchings R. Normal tension glaucoma—a practical approach. *Br J Ophthalmol* 1998;82:835-40.
- 35) Ng SK, Burdon KP, Fitzgerald JT, et al. Genetic association at the 9p21 glaucoma locus contributes to sex bias in normal-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57:3416-21.
- 36) Foster PJ, Broadway DC, Hayat S, et al. Refractive error, axial length and anterior chamber depth of the eye in British adults: the EPIC-Norfolk Eye Study. *Br J Ophthalmol* 2010;94:827-30.
- 37) Varma R, Tielsch JM, Quigley HA, et al. Race-, age-, gender-, and refractive error-related differences in the normal optic disc. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1068-76.
- 38) Khawaja AP, Chan MP, Garway-Heath DF, et al. Associations with

- retinal nerve fiber layer measures in the EPIC-Norfolk Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:5028-34.
- 39) Jain V, Jain M, Abdull MM, Bastawrous A. The association between cigarette smoking and primary open-angle glaucoma: a systematic review. *Int Ophthalmol* 2017;37:291-301.
- 40) Altıntaş O, Caglar Y, Yüksel N, et al. The effects of menopause and hormone replacement therapy on quality and quantity of tear, intraocular pressure and ocular blood flow. *Ophthalmologica* 2004;218:120-9.
- 41) Toker E, Yenice O, Akpınar I, et al. The influence of sex hormones on ocular blood flow in women. *Acta Ophthalmol Scand* 2003;81:617-24.
- 42) Harris-Yitzhak M, Harris A, Ben-Refael Z, et al. Estrogen-replacement therapy: effects on retrobulbar hemodynamics. *Am J Ophthalmol* 2000;129:623-8.
- 43) Atalay E, Karaali K, Akar M, et al. Early impact of hormone replacement therapy on vascular hemodynamics detected via ocular colour Doppler analysis. *Maturitas* 2005;50:282-8.
- 44) Battaglia C, Mancini F, Regnani G, et al. Hormone therapy and ophthalmic artery blood flow changes in women with primary open-angle glaucoma. *Menopause* 2004;11:69-77.
- 45) Russo R, Cavaliere F, Watanabe C, et al. 17Beta-estradiol prevents retinal ganglion cell loss induced by acute rise of intraocular pressure in rat. *Prog Brain Res* 2008;173:583-90.
- 46) Zhou X, Li F, Ge J, et al. Retinal ganglion cell protection by 17-beta-estradiol in a mouse model of inherited glaucoma. *Dev Neurobiol* 2007;67:603-16.
- 47) Hulsman CA, Westendorp IC, Ramrattan RS, et al. Is open-angle glaucoma associated with early menopause? The Rotterdam Study. *Am J Epidemiol* 2001;154:138-44.
- 48) Lee AJ, Mitchell P, Rohtchina E, et al. Female reproductive factors and open angle glaucoma: the Blue Mountains Eye Study. *Br J Ophthalmol* 2003;87:1324-8.
- 49) Pasquale LR, Rosner BA, Hankinson SE, Kang JH. Attributes of female reproductive aging and their relation to primary open-angle glaucoma: a prospective study. *J Glaucoma* 2007;16:598-605.
- 50) Nirmalan PK, Katz J, Robin AL, et al. Female reproductive factors and eye disease in a rural South Indian population: the Aravind comprehensive eye survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:4273-6.
- 51) Ober C, Loisel DA, Gilad Y. Sex-specific genetic architecture of human disease. *Nat Rev Genet* 2008;9:911-22.
- 52) Ellegren H, Parsch J. The evolution of sex-biased genes and sex-biased gene expression. *Nat Rev Genet* 2007;8:689-98.
- 53) Burdon KP, Crawford A, Casson RJ, et al. Glaucoma risk alleles at CDKN2B-AS1 are associated with lower intraocular pressure, normal-tension glaucoma, and advanced glaucoma. *Ophthalmology* 2012;119:1539-45.
- 54) Wiggs JL, Yaspan BL, Hauser MA, et al. Common variants at 9p21 and 8q22 are associated with increased susceptibility to optic nerve degeneration in glaucoma. *PLoS Genet* 2012;8:e1002654.
- 55) Osman W, Low SK, Takahashi A, et al. A genome-wide association study in the Japanese population confirms 9p21 and 14q23 as susceptibility loci for primary open angle glaucoma. *Hum Mol Genet* 2012;21:2836-42.
- 56) Burdon KP, Macgregor S, Hewitt AW, et al. Genome-wide association study identifies susceptibility loci for open angle glaucoma at TMCO1 and CDKN2B-AS1. *Nat Genet* 2011;43:574-8.
- 57) Ng SK, Casson RJ, Burdon KP, Craig JE. Chromosome 9p21 primary open-angle glaucoma susceptibility locus: a review. *Clin Exp Ophthalmol* 2014;42:25-32.
- 58) Drance SM, Douglas GR, Airaksinen PJ, et al. Diffuse visual field loss in chronic open-angle and low-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1987;104:577-80.
- 59) Chauhan BC, Drance SM, Douglas GR, Johnson CA. Visual field damage in normal-tension and high-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1989;108:636-42.
- 60) Airaksinen PJ, Drance SM, Douglas GR, et al. Diffuse and localized nerve fiber loss in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1984;98:566-71.
- 61) Yamazaki Y, Koide C, Miyazawa T, et al. Comparison of retinal nerve-fiber layer in high- and normal-tension glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1991;229:517-20.
- 62) Caprioli J, Spaeth GL. Comparison of the optic nerve head in high- and low-tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1985;103:1145-9.
- 63) Gramer E, Bassler M, Leydhecker W. Cup/disk ratio, excavation volume, neuro-retinal rim area of the optic disk in correlation to computer-perimetric quantification of visual field defects in glaucoma with and without pressure. In: Greve EL, Heijl A, eds. *Seventh International Visual Field Symposium. Proceedings of the 7th International Visual Field Symposium; 1986 September; International Visual Field Symposium, Amsterdam, the Netherlands. Berlin (Germany): Springer; 1987. p. 329-48.*
- 64) Greve EL, Geijssen HC. The relation between excavation and visual field in glaucoma patients with high and with low intraocular pressures. In: Greve EL, Heijl A, eds. *Fifth International Visual Field Symposium. Proceedings of the 5th International Visual Field Symposium; 1982 October; International Visual Field Symposium, Sacramento, CA, USA. Berlin (Germany): Springer; 1983. p. 35-42.*
- 65) Levene RZ. Low tension glaucoma: a critical review and new material. *Surv Ophthalmol* 1980;24:621-64.
- 66) Flammer J. Psychophysics in glaucoma. A modified concept of the disease. In: Greve EL, Leydhecker W, Raitta C, eds. *Second European Glaucoma Symposium. Proceedings of the 2nd European Glaucoma Symposium; 1984 May; European Glaucoma Symposium, Helsinki, Finland. Berlin (Germany): Springer; 1985. p. 11-7.*
- 67) Weber J, Schultze T, Ulrich H. The visual field in advanced glaucoma. *Int Ophthalmol* 1989;13:47-50.
- 68) Gutierrez P, Wilson MR, Johnson C, et al. Influence of glaucomatous visual field loss on health-related quality of life. *Arch Ophthalmol* 1997;115:777-84.
- 69) Sawada H, Yoshino T, Fukuchi T, Abe H. Assessment of the vision-specific quality of life using clustered visual field in glaucoma patients. *J Glaucoma* 2014;23:81-7.
- 70) Sleath B, Blalock S, Covert D, et al. The relationship between glaucoma medication adherence, eye drop technique, and visual field defect severity. *Ophthalmology* 2011;118:2398-402.

= 국문초록 =

## 한국인 진행된 녹내장 환자에서 관찰되는 시야결손의 특성

**목적:** 한국인의 진행된 녹내장 환자에서 관찰되는 시야결손의 특징을 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** Mean deviation (MD)  $-12$  dB 이하의 진행된 녹내장 환자 109명의 109안을 대상으로 원발개방각녹내장과 정상안압녹내장 두 군으로 분류한 후 시야검사의 각 포인트별로 평균 numeric decibel을 수집하여 Python 3.5을 이용한 color topographic image 및 dot graph 형태로 시각화하였다. 또한, 전체 numeric display를 사분면 및 이분면으로 나누어 분석하여 결손이 심한 영역의 분포에 차이가 있는지 조사하였고, 중심 12점을 통한 중심시야결손의 정도를 비교하여 보았다.

**결과:** 시야결손의 양상은 두 군 모두에서 심한 상비측의 결손과 상대적으로 보존된 중심부와 하이측의 시야 양상을 보였지만, 정상안압녹내장에서 원발개방각녹내장보다 편향된 정도가 더 크게 나타났다( $p < 0.05$ ). 원발개방각녹내장 환자는 미만성, 정상안압녹내장 환자는 보다 더 상비측으로 편향된 시야결손 및 상대적으로 보존된 하이측 시야를 나타내는 경향이 관찰되었다. 중심시야결손의 정도는 두 군에서 유의한 차이가 없었다.

**결론:** 진행된 한국인의 녹내장 환자들을 대상으로 한 본 연구에서 원발개방각녹내장 환자들과 정상안압녹내장 환자들 사이에 시야결손 양상에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 원발개방각녹내장 환자는 미만성, 정상안압녹내장 환자는 보다 더 상비측으로 편향된 시야결손 및 상대적으로 보존된 하이측 시야를 나타내는 경향이 있었다.

<대한안과학회지 2021;62(8):1105-1115>

진형남 / Hyung Nam Jin

전남대학교 의과대학 안과학교실  
Department of Ophthalmology, Chonnam  
National University Medical School

