

## 중심시야 결손 여부에 따른 녹내장시야지표의 유용성

박지혜 · 유정권 · 김용연

고려대학교 의과대학 안과학교실

**목적:** 녹내장 진단 시 중심시야 결손 여부에 따른 Visual Field Index (VFI)의 유용성을 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** 녹내장으로 진단된 204안, 정상안 70안에 대하여 시야검사와 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 전체 녹내장 환자에서 VFI와 다른 지표들과의 상관관계를 분석하였으며, MD값을 짝짓기한 후 시야검사상 중심 16점 이내에 결손이 있는 경우(50안)와 없는 경우(50안)로 분류하여 각 지표들의 녹내장 진단력을 ROC곡선으로 분석하였다.

**결과:** 전체 녹내장 환자에서 VFI는 다른 지표들과 모두 유의한 상관관계를 보였다. 두 군의 MD, 망막신경섬유층 평균 두께, 나이, 초진 시 안압, 중심각막두께는 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 중심시야 결손이 있는 군에서 VFI의 AUROC값은 MD 및 망막신경섬유층 평균 두께보다 유의하게 높았으나( $p<0.05$ ), PSD와는 차이가 없었다( $p=0.332$ ). 반면 중심시야 결손이 없는 군에서 VFI의 AUROC값은 다른 지표들과 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

**결론:** 녹내장 진단 시 중심시야 결손이 있는 경우 VFI는 MD에 비해 유용하게 사용할 수 있을 것으로 보인다.

〈대한안과학회지 2011;52(6):709-715〉

녹내장은 망막신경절 세포의 점진적 소실과 망막신경섬유층의 두께 감소가 특징적이며 시신경손상으로 인해 시야손상이 나타나는 비가역적인 질환이다.<sup>1</sup> 이러한 시기능 손상은 시야검사를 이용한 시야결손 여부를 통해 확인할 수 있으며 망막신경섬유층과 시야검사의 관련성에 대하여 녹내장 환자에서 시야결손이 있는 부분의 망막신경섬유층의 두께가 정상인에 비해 감소되어 있음이 보고된 바 있다.<sup>2</sup>

한편 녹내장 환자에서 시야결손이 나타나기 전에 약 40%의 망막신경절 세포 축삭의 소실이 있다는 연구 결과도 보고된 바 있어,<sup>3,4</sup> 망막신경절 세포의 손실이 상당히 진행된 후에야 시야결손이 나타나게 되어 시야검사가 녹내장의 조기진단에는 부적합하다고 보고된 바 있다. 또한 시야검사상 진행성 질환인 녹내장의 진행을 증명하는 표준화된 지표가 아직 확립되어 있지 않아 그동안 표준 자동시야검사의 표준지표 중 하나인 mean deviation (MD)이 녹내장의 진행 정도를 평가하는 기준으로 사용되어 왔다. 하지만 MD는 녹내장의 진행뿐 아니라 백내장과 같은 매체 혼탁

에 의해서도 영향을 받고 MD는 중심 시야에 대해 거의 가중치를 두지 않아 환자의 시각 기능을 제대로 반영하지 못한다는 평가도 받고 있다.<sup>5</sup>

최근 Bengtsson and Heijl<sup>6</sup>에 의해 소개된 visual field index (VFI)는 기존의 표준지표인 MD보다 녹내장의 진행 정도를 계산하는 데 있어 백내장의 영향이 더 적으며 중심 시야에 가중치를 두었고, 환자의 남아있는 시야기능을 퍼센트 단위로 표시하여 실제 임상에서 더 유용하게 사용할 수 있다고 보고되었다. 하지만 아직 그 임상적 유용성과 기존 지표와의 관련성에 대해서는 아직 알려진 바가 적다.

이에 저자는 본 연구를 통해 새롭게 시야검사에 도입된 표준지표인 VFI의 특성을 고찰하기 위해 기존에 사용 중인 표준지표인 MD, Pattern standard deviation (PSD), 그리고 녹내장의 구조적 손상의 예측치가 될 수 있는 빛간섭단층촬영으로 측정된 망막신경섬유층 평균 두께 등의 다른 지표들과 VFI의 상관관계를 비교해보고, 이러한 검사 지표들의 녹내장 진단력을 알아보고자 하였다. 또한 VFI가 중심시야에 가중치를 두어 계산되기 때문에 중심시야를 침범한 경우와 침범하지 않은 경우로 나누어 VFI의 녹내장 진단력을 비교해보고자 하였다.

### 대상과 방법

2008년 3월부터 2009년 12월까지 고려대학교 의료원을 방문하여 녹내장으로 진단받은 204안과 정상안 70안의 의

■ 접수 일: 2010년 9월 14일 ■ 심사통과일: 2011년 1월 10일  
■ 게재허가일: 2011년 3월 23일

■ 책임저자: 김 용 연

서울시 구로구 구로동길 97  
고려대학교 구로병원 안과  
Tel: 02-2626-1260, Fax: 02-857-8580  
E-mail: yongkim@korea.ac.kr

\* 본 논문의 요지는 2010년 대한안과학회 제103회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

무기록을 후향적으로 분석하였으며 이차성 녹내장은 제외하였다. 모든 환자들은 전안부 및 시신경 유두검사, 골드만 압평안압계를 이용한 안압 측정, 험프리 자동시야검사계 (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA) 검사, 그리고 빛간섭단층촬영검사(Stratus OCT III, Carl Zeiss Meditec)를 시행하였다.

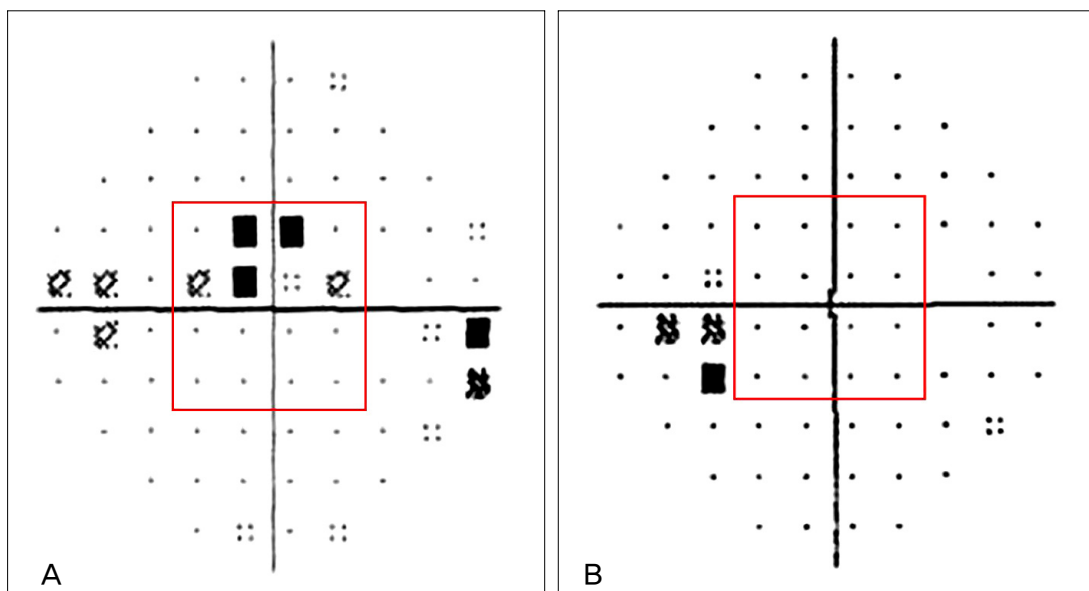
험프리 자동시야검사를 이용하여 central 30-2, SITA-standard strategy로 검사하였으며, MD와 PSD값을 구하였다. 빛간섭단층촬영검사는 환자를 산동시킨 후 Stratus OCT의 fast RNFL scan으로 검사하였다. 검사는 숙련된 한 검사자에 의하여 시행되었으며, 기계 내부의 주시점에 검사하고자 하는 눈을 주시하도록 하여 눈을 고정시키고, 시신경 유두의 중심에서 반경 1.73 mm 동심원의 망막신경섬유층 두께를 측정하였다.

최대교정시력이 20/40 이상이고 구면렌즈 대응치값이  $\pm 4$ 디옵터 이내이며, 난시가  $\pm 1$ 디옵터 이내, 양안 모두 세극등검사상 정상 소견을 보이는 경우가 대상안에 포함되었다. 양안 모두 대상 기준을 만족하는 경우에는 단안만이 무작위로 선택되었다. 녹내장 환자군과 정상 대조군에 대한 포함 기준은 다음과 같다. 녹내장 환자의 진단 기준은 1) 안압과 상관없이 시신경유두의 국소 결손 및 증가된 시신경유두 함몰 등 기존의 알려진 전형적인 녹내장형 시신경유두 모양을 가지고; 2) 녹내장 이외의 시야 손상을 일으킬 만한 다른 질환이 없는 경우; 3) 두 번 이상의 신뢰할 만한 시야검사에서 다음의 네 가지 기준 중 두 가지 이상을 만족하는 경우로 정의하였다[(1) Glaucoma Hemifield test

(GHT)상 outside normal, (2) pattern standard deviation (PSD)에서 정상의 5% 이하로 편위된 경우, (3) pattern deviation probability map에서 인접한 세 개 이상의 점의 역치가 정상의 5% 미만에서 나타난 경우, (4) 두 개 이상의 점의 역치가 2% 미만인 경우]. 신뢰할 만한 시야검사는 신뢰지표에서 주시 상실이 20% 미만이고, 가음성 반응과 가양성 반응이 33% 미만인 경우로 정의하였다. 정상 대조군은 1) 녹내장이나 망막 병변의 과거력이 없으며; 2) 안압은 21 mmHg 이하이고; 3) 시신경 유두 소견이 정상이며; 4) 시야 검사 소견이 정상인 경우로 정의하였다.

중심시야 결손 여부에 따른 차이를 비교하기 위하여 녹내장 환자 중 30-2 SITA-Standard 시야검사의 pattern deviation probability map에서 중심 16점 이내에 한 개라도 점의 역치가 정상의 1% 미만에서 나타난 경우를 central visual field defect (VFD)군으로, 중심 16점을 제외한 시야에서 시야결손이 있는 경우를 peripheral VFD군으로 정의하였으며 이때 MD값을 짝짓기하여 각각 50안씩 대상군으로 선정하였다.<sup>7</sup> 이때, 중심 16점 이내에 한 개라도 점의 역치가 정상의 1% 미만에서 나타나고 중심주변부에도 시야결손이 있는 경우는 central VFD군으로 정의하였다(Fig. 1).

녹내장군과 정상 대조군 간의, 그리고 central VFD군과 peripheral VFD군 간의 연령, 성별, 시야검사상의 VFI, MD, PSD 및 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균두께의 차이를 independent *t*-test와 chi-square test를 이용하여 분석하였으며 VFI와 각 지표들과의 상관관계를 Pearson 상관분석을 이용하여 분석해 보았다. 또한 VFI와



**Figure 1.** Visual field tests of central and peripheral visual field defect (VFD) groups. (A) Central VFD group. (B) Peripheral VFD group.

MD, PSD, 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께의 녹내장 진단 능력을 평가하고자 ROC (receiver operating characteristic) 곡선을 사용하였고, 이를 이용하여 ROC 곡선 아래의 면적(area under ROC curve, AUROC)을 비교하였으며, 이때 Medcalc 9.0 프로그램(Medcalc software, Mariakerke, Belgium)에 내장되어 있는 comparison of ROC curve 모듈을 이용하였다. SPSS® 통계 프로그램(version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)이 통계분석에 사용되었다.

## 결 과

녹내장군의 평균연령은  $53.6 \pm 14.8$ 세였고, 정상군은  $47.0 \pm 13.3$ 세로 녹내장군과 정상군의 연령은 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.285$ ). Humphrey 시야검사상 VFI값은 녹내장군이  $87.60 \pm 16.48\%$ , 정상군이  $98.53 \pm 3.05\%$ , MD값은 녹내장군이  $-5.72 \pm 5.32$  dB, 정상군이  $-1.57 \pm 1.97$  dB, 그리고 PSD값은 녹내장군이  $5.64 \pm 4.28$  dB, 정상군이  $2.12 \pm 1.47$  dB로 녹내장군과 정상 대조군 사이에서 유의한 통계적 차이가 있었다(모두,  $p<0.001$ ). 또한 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께도 녹내장군이  $86.99 \pm 16.45 \mu\text{m}$ , 정상군이  $102.68 \pm 13.23 \mu\text{m}$ 로 유의한 통계적 차이가 있었다( $p=0.021$ )(Table 1).

전체 녹내장 환자에서 MD, PSD, 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께와 VFI는 모두 통계학적으로 유의한 상관관계를 보여주었다. 이들의 Pearson 상관계수는 각각 0.953, 0.841, 그리고 0.503이었다(Table 2).

녹내장 진단 능력을 평가하고자 전체 녹내장 환자를 대상으로 측정한 AUROC값은 VFI, MD, PSD, 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께에 대하여 각각  $0.856 \pm 0.025$ ,  $0.823 \pm 0.028$ ,  $0.861 \pm 0.025$ , 그리고  $0.778 \pm 0.031$ 이었다. 각 지표들의 AUROC값과 VFI의 AUROC값을

비교하여 본 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

중심시야를 침범한 central VFD군과 중심시야를 침범하지 않은 peripheral VFD군은 나이, 성별, 초진 시 안압, 중심각막두께, MD값, 그리고 망막신경섬유층 평균 두께의 유의한 차이가 없었으나 PSD값은 유의한 차이가 있었다(Table 3). Central VFD군에서 중심 16점 이내에 1% 미만의 유의수준을 갖는 지점의 수는 평균  $3.46 \pm 1.78$ 개(범위: 1-8개)이었다.

Central VFD군의 AUROC값은 VFI, MD, PSD, 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께에 대하여 각각  $0.915 \pm 0.026$ ,  $0.796 \pm 0.0043$ ,  $0.875 \pm 0.032$ , 그리고  $0.744 \pm 0.047$ 이었다(Fig. 1). VFI의 AUROC값은 MD값 및 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께의 AUROC값보다는 통계적으로 유의하게 높게 나타났으나( $p=0.018$ ,  $0.015$ ), PSD값의 AUROC값과는 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.332$ )(Table 4). 그러나 peripheral VFD군의 AUROC값은 VFI, MD, PSD, 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께에 대하여 각각  $0.772 \pm 0.044$ ,  $0.781 \pm 0.045$ ,  $0.802 \pm 0.041$ , 그리고  $0.706 \pm 0.050$ 이었으며, VFI의 AUROC값은 MD값, PSD값 및 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께의 AUROC값과 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.886$ ,  $0.618$ ,  $0.322$ )

**Table 2.** Correlation of visual field index with other parameters in glaucoma patients

	Correlation coefficient	<i>p</i> -value*
MD (dB)	0.953	<0.001
PSD (dB)	0.841	<0.001
Average RNFL thickness ( $\mu\text{m}$ )	0.503	<0.001

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

\*Pearson correlation test.

**Table 1.** Comparison of glaucoma group and control group

	Glaucoma group (n = 204)	Control group (n = 70)	<i>p</i> -value
Age (mean $\pm$ SD, yr)	$53.57 \pm 14.79$	$47.00 \pm 13.28$	0.285*
Sex (M/F)	99/105	35/35	0.470†
BCVA (mean $\pm$ SD, logMAR)	$0.85 \pm 0.180$	$0.91 \pm 0.146$	0.008‡
CCT (mean $\pm$ SD, $\mu\text{m}$ )	$539.49 \pm 38.467$	$541.25 \pm 36.32$	0.924*
IOP (mean $\pm$ SD, mm Hg)	$15.41 \pm 4.69$	$15.40 \pm 5.45$	0.295*
MD (mean $\pm$ SD, dB)	$-5.72 \pm 5.32$	$-1.57 \pm 1.97$	<0.001*
PSD (mean $\pm$ SD, dB)	$5.64 \pm 4.28$	$2.12 \pm 1.47$	<0.001*
VFI (mean $\pm$ SD, %)	$87.60 \pm 16.48$	$98.53 \pm 3.05$	<0.001*
Average RNFL thickness (mean $\pm$ SD, $\mu\text{m}$ )	$86.99 \pm 16.45$	$102.68 \pm 13.23$	0.021*

BCVA = best corrected visual acuity; CCT = central corneal thickness; IOP = intraocular pressure; MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation; VFI = visual field index; RNFL = retinal nerve fiber layer.

\*Independent *t*-test; †Fisher's chi-square test; ‡Mann-Whitney *U* test.

**Table 3.** Comparison of central VFD group and peripheral VFD group

	Central VFD group (n = 50)	Peripheral VFD group (n = 50)	p-value
Age (mean ± SD, yr)	52.10 ± 15.80	52.12 ± 13.51	0.291*
Sex (M/F)	29/21	25/25	0.422†
BCVA (mean ± SD, logMAR)	0.83 ± 0.182	0.87 ± 0.185	0.169‡
CCT (mean ± SD, μm)	539.88 ± 34.32	532.79 ± 28.54	0.225*
IOP (mean ± SD, mm Hg)	15.94 ± 4.53	15.12 ± 5.53	0.518*
MD (mean ± SD, dB)	-2.89 ± 1.26	-2.88 ± 1.31	0.661*
PSD (mean ± SD, dB)	4.08 ± 2.25	3.21 ± 1.82	0.020*
VFI (mean ± SD, %)	93.82 ± 4.01	96.40 ± 3.31	0.253*
Average RNFL thickness (mean ± SD, μm)	91.15 ± 15.61	93.53 ± 11.98	0.199*
Superior RNFL thickness	111.20 ± 22.325	112.10 ± 21.17	0.669*
Nasal RNFL thickness	73.68 ± 19.15	73.60 ± 5.22	0.076*
Inferior RNFL thickness	108.84 ± 27.53	116.32 ± 19.75	0.197*
Temporal RNFL thickness	70.94 ± 16.07	72.12 ± 13.65	0.509*

VFD = visual field defect; BCVA = best corrected visual acuity; CCT = central corneal thickness; IOP = intraocular pressure; MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation; VFI = visual field index; RNFL = retinal nerve fiber layer.

\*Independent *t*-test; †Chi-square test; ‡Mann-Whitney *U* test.

**Table 4.** The area under receiver operating curve (AUROC) of the parameters from humphrey visual field and from OCT in both groups

	AUROC		p-value for difference from VFI*	
	Central VFD group	Peripheral VFD group	Central VFD group	Peripheral VFD group
MD (dB)	0.796	0.781	0.018	0.886
PSD (dB)	0.875	0.802	0.332	0.618
VFI (%)	0.915	0.772	NA	NA
Average RNFL thickness (μm)	0.744	0.706	0.015	0.322

MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation; VFI = visual field index; RNFL = retinal nerve fiber layer; VFD = visual field defect.

\*Comparison of ROC curve.

(Fig. 2, 3)(Table 4).

## 고 찰

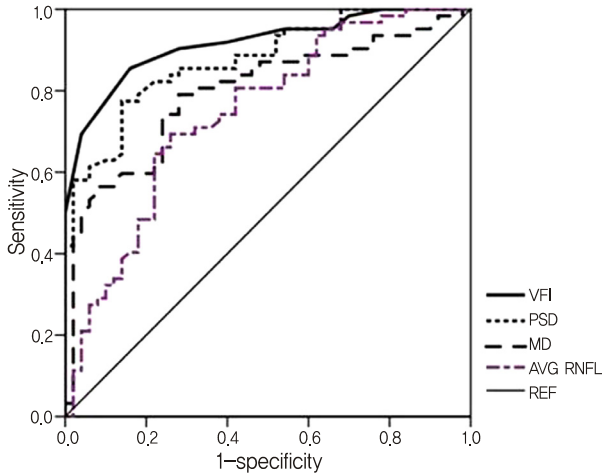
녹내장을 적절히 치료하기 위해서는 시신경의 기능적 손상을 반영하는 시야검사상의 시야악화를 조기에 발견하는 것은 매우 중요하다. 하지만 지금까지 여러 연구에서 녹내장성 시야결손의 진행을 예측하는 방법들이 발표되었으나, 초기녹내장과 진행된 녹내장 모두에서 민감도가 높은 기준은 없어 시야검사상에서의 녹내장의 진행을 정량화할 수 있는 기준이 필요하였다.<sup>8</sup>

최근 Bengtsson and Heijl<sup>6</sup>에 의해 소개된 VFI는 녹내장 치료 및 진행여부의 판정을 위해 제시된 시야지표로서 Humphrey 시야검사에서 퍼센트 단위로 표현된다. 각 검사 지점에서 VFI를 구하기 위한 점수를 계산하는 공식은 다음과 같다.

$$100 - [(| \text{total deviation} | / \text{age-corrected normal threshold} - \text{old}) \times 100]$$

위 공식에 의해 검사지점의 역치감도가 정상범위에 있을 경우에는 점수가 100점으로 계산되고, 역치감도가 0 dB 이

하인 지점에서는 0점으로 계산된다. 즉 VFI값은 시야검사 상에서 실명에 해당하는 경우를 0%로 표현하고 동일연령대와 비교하여 정상인 경우를 100%로 표현하기 때문에 남아있는 시능력 및 녹내장 진행률을 알아보기 쉽다는 장점이 있다. VFI의 또 다른 이점은 VFI값을 구하는 데 있어, 시야를 다섯 개의 동심원으로 나누어 시야의 중심부에 가까울수록 가중치를 두고 계산하여 실제 환자의 시각기능을 반영하도록 노력하였다는 점이다.<sup>6</sup> VFI값을 구할 때 Humphrey 자동시야검사상 MD값 -20 dB 기준으로 그 이상인 경우는 pattern deviation probability map상에서 점수를 구하고, 그 이하에서는 pattern deviation probability map 대신 total deviation probability map을 이용하여 점수를 구한다. 기존의 표준지표인 MD가 total deviation probability map에서 계산된 수치인 것에 비하여 VFI는 MD값이 -20 dB 이상인 시야검사 결과에서는 pattern deviation probability map에서 분석되므로 백내장과 같은 매체 혼탁에 덜 영향을 받아 고연령 집단에서 발생한 시야결손의 원인이 백내장 때문인지 혹은 녹내장 때문인지를 명확히 하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각한다. 하지만 녹내장성 시야결손이 국소적인 시야결손 없이 전반적인 시야결손만을 보

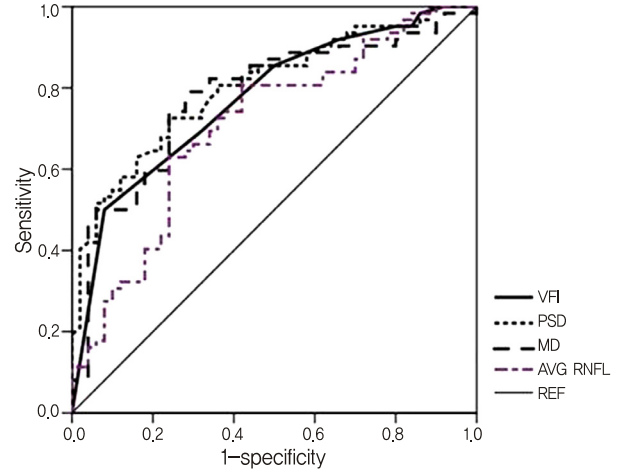


**Figure 2.** ROC curve of central VFD group. ROC = receiver operating characteristics; VFD = visual field defect; VFI = visual field index; PSD = pattern standard deviation; MD = mean deviation; AVG RNFL = average retinal nerve fiber layer thickness; REF = reference line.

이는 경우가 드물다고 해도<sup>9,10</sup> 녹내장이 점차 진행하면서 전반적인 시야결손을 보이는 경우가 증가하므로, pattern deviation probability map을 이용하여 점수를 계산하는 VFI는 어느 정도 녹내장의 진행을 과소평가할 가능성이 있다는 점은 고려되어야 한다.<sup>11-13</sup>

본 연구 결과 새로이 소개된 표준지표인 VFI는 녹내장안에서 MD, PSD, 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께 등과 유의한 상관관계를 보였으며 이때 구조적 검사 지표인 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께와의 상관관계는 MD, PSD와의 상관관계보다는 다소 낮았다. 또한 정상안과 녹내장안을 감별함에 있어서 VFI는 전체 녹내장 환자군을 대상으로 한 결과 PSD의 AUROC값이 가장 큰 값을 나타내었지만 다른 검사지표들과 유의한 차이가 없었다. 최근 VFI의 임상적 유용성에 대해 발표한 연구에 따르면 VFI는 PSD, Stratus 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께와는 비슷한 정도의 진단력을 보이고 MD값과 AGIS 점수보다는 통계적으로 유의하게 높은 진단력을 보인다고 보고한 바 있다.<sup>14</sup> 하지만 이 연구의 녹내장 환자들은 평균 MD값이  $-6.4 \pm 6.8$  dB (범위:  $-1.02 \sim -28.01$  dB)이고 MD값이  $-20$  dB 이하로 진행된 녹내장 환자도 6.1% 포함되어 있어 본 연구와 다른 결과를 나타낸 것이라고 생각한다.

본 연구 결과 중심시야를 침범한 central VFD군에서 VFI가 MD값이나 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께보다 우수한 진단력을 보였고 중심시야를 침범하지 않은 경우에는 다른 검사 지표들과 비슷한 정도의 진단력을 보



**Figure 3.** ROC curve of peripheral VFD group. ROC = receiver operating characteristics; VFD = visual field defect; VFI = visual field index; PSD = pattern standard deviation; MD = mean deviation; AVG RNFL = average retinal nerve fiber layer thickness; REF = reference line.

였다. 이는 VFI가 중심시야에 가중치를 두었기 때문에 예상되는 결과일 수 있지만, 본 연구에서는 중심시야를 침범하지 않은 녹내장 환자에서도 VFI가 다른 parameter들과 비교하였을 때 녹내장 진단력이 떨어지지 않음을 확인한 것에 의의가 있다. 또한 central VFD군과 peripheral VFD군의 VFI는 분포상으로 통계학적인 차이가 없었으나( $p=0.253$ ), 정상군의 VFI와 비교하였을 때 peripheral VFD군의 VFI와의 차이(평균차이=2.13, 신뢰구간: 0.97-3.29,  $p<0.05$ )보다 central VFD군의 VFI와의 차이(평균차이=4.71, 신뢰구간: 3.43-5.99,  $p<0.05$ )가 더 크기 때문에 중심시야를 침범한 경우에 VFI가 우수한 녹내장 진단력을 보인 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점은 후향적으로 적은 수의 환자를 대상으로 연구가 이루어졌다는 점이며 이는 녹내장의 진행 정도와 시야검사의 pattern에 따른 VFI의 임상적 유용성을 확인하기 위해서는 앞으로 많은 수의 환자를 대상으로 하는 전향적인 연구가 필요함을 시사한다.

본 연구 결과 VFI는 중심시야를 침범한 녹내장 환자에서 MD 및 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께보다 우수한 진단 능력을 보였고, 중심시야를 침범하지 않은 군에서도 진단 능력이 다른 지표들과 비교하였을 때 떨어지지 않았다. 따라서 본 연구를 통해 VFI는 녹내장 환자의 시야 손상 정도를 나타낼 수 있는 유용한 지표라고 생각하며 이는 초기의 중심시야 결손이 있는 경우 더 우수할 것으로 생각한다.

## 참고문헌

- 1) Sommer A, Miller NR, Pollack I, et al. The nerve fiber layer in the diagnosis of glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1977;95:2149-56.
- 2) Cho CH, Kee CW. Association of retinal nerve fiber layer thickness measured by optical coherence tomography and automatic perimetry. *J Korean Ophthalmol Soc* 2002;43:1032-9.
- 3) Quigley HA, Dunkelberger GR, Green WR. Retinal ganglion cell atrophy correlated with automated perimetry in human eyes with glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1989;107:453-64.
- 4) 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.
- 5) Heijl A, Lindgren G, Olsson J. A package for the statistical analysis of visual fields. *Doc Ophthalmol Proc Ser* 1987;49:153-68.
- 6) Bengtsson B, Heijl A. A visual field index for calculation of glaucoma rate of progression. *Am J Ophthalmol* 2008;145:343-53.
- 7) Lima VC, Prata TS, De Moraes CG, et al. A comparison between microperimetry and standard achromatic perimetry of the central visual field in eyes with glaucomatous paracentral visual-field defects. *Br J Ophthalmol* 2010;94:64-7.
- 8) Flammer J. Fluctuations in the visual fields. In: Drance SM, Anderson DR, eds. *Automatic Perimetry in Glaucoma. A Practical Guide*, New ed. Orlando, FL: Grune and Stratton Inc., 1985; v. 1. chap. 7.
- 9) Asman P, Heijl A. Diffuse visual field loss and glaucoma. *Acta Ophthalmol* 1994;72:303-8.
- 10) Chauhan BC, LeBlanc RP, Shaw AM, et al. Repeatable diffuse visual field loss in open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 1997;104:532-8.
- 11) Weber JT. *Topographie der Funktionellen Schädigung Beim Chronischen Glaukom*, New ed. Heidelberg, Germany: Kauden Verlag, 1992;81.
- 12) Asman P, Wild JM, Heijl A. Appearance of the pattern deviation map as a function of change in area of localized field loss. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:3099-106.
- 13) Artes PH, Nicolela MT, LeBlanc RP, Chauhan BC. Visual field progression in glaucoma: total versus pattern deviation analyses. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:4600-6.
- 14) Cho JW, Nam YP, Kim DY, et al. Clinical validation of visual field index. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:49-54.

=ABSTRACT=

## Clinical Validation of Visual Field Index in Glaucoma Patients with Central Visual Field Defects

Ji-Hye Park, MD, Chung Kwon Yoo, MD, PhD, Yong Yeon Kim, MD, PhD

*Department of Ophthalmology, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** To evaluate the glaucoma discrimination ability of visual field index (VFI), a new perimetric index of Humphrey field analyzer II, in glaucoma patients with central and peripheral visual field defects (VFD).

**Methods:** Humphrey visual field test and OCT were performed in 204 glaucomatous eyes and 70 healthy eyes. The associations of VFI with mean deviation (MD), pattern standard deviation (PSD), and average retinal nerve fiber layer thickness (RNFLT) were analyzed using Pearson's correlation. The diagnostic abilities of the parameters were analyzed using the areas under the receiver operating characteristic curves (AUROC). The AUROC were compared between MD-matched patients with central VFD (at least one point with  $p < 1\%$  within the central most 16 points of 30-2 SITA standard automated visual field) and peripheral VFD (VFD beyond the central most 16 points of 30-2 SITA standard automated visual field).

**Results:** The associations between analyzed parameters and VFI were statistically significant. The MD, RNFLT, age, intraocular pressure, and central cornea thickness were not different between the two groups ( $p > 0.05$ ). The AUROC value of VFI was greater than those of the MD and average RNFLT but was not different from that of PSD ( $p = 0.332$ ) in the central VFD group. However, there were no significant differences between AUROC value of VFI and those of other parameters in the peripheral VFD group (all,  $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** The results from the present study suggest that VFI may be more useful than MD in diagnosing glaucoma, especially in patients with central VFD.

J Korean Ophthalmol Soc 2011;52(6):709-715

**Key Words:** Mean deviation, Pattern standard deviation, Retinal nerve fiber layer thickness, Visual field index

---

Address reprint requests to **Yong Yeon Kim, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, Korea University Guro Hospital

#97 Gurodong-gil, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea

Tel: 82-2-2626-1260, Fax: 82-2-857-8580, E-mail: yongkim@korea.ac.kr