

녹내장 시야 지표의 임상적 유용성

조정우 · 남윤표 · 김동윤 · 강성용 · 성경림 · 국문석

울산대학교 의과대학 서울아산병원 안과학교실

목적: 험프리 자동시야검사계의 visual field index(VFI)와 MD, PSD, AGIS 점수 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층의 평균두께와의 상관관계 및 각 지표들의 녹내장 진단능력을 고찰하였다.

대상과 방법: 녹내장 115안, 정상안 78안에서 시야검사와 빛간섭단층촬영을 시행하고, 각 지표들과 VFI와의 상관관계와 녹내장 진단력을 Pearson correlation 분석 및 Receiver operating characteristic (ROC) 곡선으로 분석하였다.

결과: VFI와 각 지표들과의 상관관계는 통계적으로 유의하였으며(모두, $p<0.001$), VFI의 AUROC값은 PSD, 빛간섭단층촬영상의 평균두께와는 유의한 차이가 없었으나($p=0.756$, $p=0.638$), MD와 AGIS점수보다는 유의하게 높은 진단력을 보여주었다(모두, $p<0.001$).

결론: VFI는 AGIS 점수 및 MD, PSD 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 두께와 강한 상관관계를 보였으며, 우수한 녹내장 진단능력으로 그 임상적 유용성을 확인할 수 있었다

〈대한안과학회지 2010;51(1):49-54〉

녹내장은 시신경과 망막신경섬유층(retinal nerve fiber layer, RNFL)의 구조적인 손상으로 시작되어 시야손상으로 이어지는 진행성 질환을 말한다.¹ 녹내장은 비가역적인 질환이기 때문에 치료에 있어서 녹내장성 시야결손을 발견하고 시야장애의 진행을 초기에 확인하는 것은 매우 중요한 일이다.

지금까지 시야검사상에서 녹내장의 진행을 증명하는 여러 방법들이 개발되어 왔지만, 이런 방법들은 각각 다른 특성을 지니고 있어서 방법들 간의 비교가 어려웠다. 따라서 녹내장성 시야장애의 진행을 진단하는 표준화되어 있고 신뢰할 만한 지표는 아직 확립되어 있지 않다.²⁻⁶ 지금까지 여러 연구에서 고안된 녹내장성 시야결손의 진행을 발견하는 방법들은 최초의 시야결손 정도 및 검사 내 그리고 검사 간의 감도역치 변동(threshold variation)에 영향을 받는 것으로 알려져 있다.⁷ 몇몇 방법들은 초기 시야결손을 발견하는 데는 민감도가 매우 높으나 녹내장이 더 진행된 경우에는 민감도가 떨어지는 결과를 보였다.⁷ 또한 진행성이라는 녹내장의 특성상 충분히 긴 시간 동안 추적관찰을 하게 되면 대부분의 녹내장 환자에서 정도의 차이는 있지만 녹내장이 진행되었음을 확인할 수 있음에도, 대부분의 진행을 증명하

는 방법들이 녹내장 환자에서 진행이 되었는지 여부에 중점을 둔 사건에 근거한(event-based) 방법들뿐이었다.⁸

최근까지도 표준 자동시야검사의 표준지표 중 하나인 mean deviation (MD)은 녹내장의 진행 정도를 평가하는 기준으로 사용되어 왔다. 하지만 MD는 녹내장의 진행뿐 아니라 백내장과 같은 매체 혼탁에 의해서도 영향을 받는다. 또한 MD는 중심 시야에 대해 특별히 가중치를 두지 않아 환자의 시각 기능을 제대로 반영하지 못한다는 평가도 받고 있다.⁹ 이에 시야검사상에서 녹내장의 진행을 진단하기 위한 단일 지표의 필요성으로 1994년에 Advanced Glaucoma Intervention Study가 AGIS점수를 고안하였다. AGIS 점수는 시야검사상에서의 정상인 0점부터 말기 녹내장 단계인 20점까지로 계산되는데, 6개월간의 추적 기간 동안 시행된 3번의 시야검사상에서 AGIS 점수가 4점 이상 증가한 경우를 시야검사상에서의 악화로 정의하였다.¹⁰

한편, Bengtsson and Heijl¹¹에 의해 최근 소개된 Visual field index (VFI)는 기존의 표준지표인 MD보다 녹내장의 진행 정도를 계산하는데 있어서 백내장과 백내장수술에 의해 더 적게 영향을 받는 것으로 보고되었다. VFI는 최근의 Humphrey 자동시야검사 결과에 MD와 함께 표시되며 중심시야에 가중치를 두었고, 환자의 남아있는 시야기능을 퍼센트 단위로 표시하여 실제 임상에서 좀 더 용이하게 사용할 수 있다고 하나, 그 임상적 유용성은 아직 보고된 바가 없다.

새로운 검사방법이나 진단 기준이 임상적으로 유용하게 사용된다면 기존에 사용되던 것과의 관련성 등이 우선적으

■ 접 수 일: 2009년 5월 27일 ■ 심사통과일: 2009년 9월 15일

■ 책임저자: 성경림

서울특별시 송파구 풍납2동 388-1
울산대학교 서울아산병원 안과
Tel: 02-3010-5851, Fax: 02-470-6440
E-mail: sungeye@gmail.com

Table 1. Descriptive statistics for demographics and clinical characteristics of the study participants

	Glaucomatous eyes (n=115)	Normal controls (n=78)	p-value
*No of patient	115	78	
Sex (M:F)	66:49	40:38	0.18
Age (yr)	54.4±12.5 (26~83)	52.1±7.7 (28~73)	0.15
[†] VFI (%)	82.8±20.5 (11~99)	99.5±0.7 (97~100)	<0.001
[‡] AGIS score	6.2±5.1 (1~20)	0.5±1.2 (0~4)	<0.001
[§] MD (dB)	-6.4±6.8 (-1.02~-28.01)	-0.6±1.1 (1.76~-2.54)	<0.001
PSD (dB)	6.2±4.5 (1.26~15.95)	1.5±0.3 (1.10~2.57)	<0.001
[#] OCT average thickness(μm)	76.3±16.4 (84.27~105.41)	107.7±10.4 (86.72~134.37)	<0.001

*No=number; [†]VFI: visual field index; [‡]AGIS=advanced glaucoma intervention study; [§]MD=mean deviation; ^{||}PSD=pattern standard deviation; [#]OCT=optical coherence tomography.

Table 2. The area under receiver operating curve (AUROC) of the parameters from Humphrey visual field and from Stratus OCT

	AUROC	95% confidence interval	p-value for difference from *VFI
*VFI (%)	0.943±0.019	0.900±0.971	NA
[†] AGIS score	0.876±0.024	0.821±0.919	<0.001
[‡] MD (dB)	0.827±0.032	0.762±0.874	<0.001
[§] PSD (dB)	0.948±0.016	0.906±0.974	0.756
OCT (μm)	0.954±0.017	0.914±0.979	0.638

*VFI=visual field index; [†]AGIS=advanced glaucoma intervention study; [‡]MD=mean deviation; [§]PSD=pattern standard deviation; ^{||}OCT=optical coherence tomography.

로 연구되어야 할 것이다. 더욱이 VFI의 경우 녹내장의 악화를 고찰하는 지표로 개발되었으나 악화를 고찰하기 위해서는 이 지표가 어떤 특성을 가지며, 기존에 사용되고 있는 지표들과 어떤 관련성을 가지는지를 파악할 수 있는 단면적인 연구가 선행되어야 한다. 단면적인 연구에서 밝혀진 내용을 근거로 하여 녹내장의 악화를 장기적으로 고찰할 수 있는 지표로 응용될 수 있을 것이다. 이에 저자들은 새롭게 시야검사에 도입된 표준 지표인 VFI의 특성을 고찰하기 위해 본 연구에서 기존에 사용 중인 표준지표인 MD, PSD와 AGIS 점수 그리고 녹내장의 구조적 손상의 예측치가 될 수 있는 빛간섭단층촬영으로 측정된 평균 망막신경섬유층 두께 등의 지표들과 상관관계를 비교하고, 이러한 검사 지표들의 녹내장 진단에 있어서의 유용성을 알아보려고 하였다.

대상과 방법

본 연구는 본 병원 안과에서 녹내장으로 진단받은 115안과 정상안 78안을 대상으로 한 단면적인 연구이다. 모든 환자들은 시행되는 검사에 대하여 설명을 듣고 동의를 하였고, 모든 검사 과정 및 분석은 Declaration of Helsinki에 의거하여 시행되었다. 각 환자들은 전안부 및 시신경 유두검사, 골드만 압평안압계를 이용한 안압 측정, 험프리 자동시

야검사계(Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)를 이용한 24-2 SITA-Standard 검사 그리고 빛간섭단층촬영검사(Stratus OCT, Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA USA)를 시행하였다. 양 안 모두 대상 기준을 만족하는 경우에는 단안만이 무작위로 선택되었다.

최대교정시력이 20/30 이상이고 구면렌즈 대응치값이 ±6 디옵터 이내이며, 난시가 ±3 디옵터 이내, 양안 모두 세극등검사 및 전방각경검사상 정상 소견을 보이는 경우 대상안에 포함되었다. 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 세 가지 기준 중 두 가지 이상을 만족하는 경우로 정의하였다[(1) Glaucoma Hemifield test (GHT) 상 outside normal, (2) pattern standard deviation (PSD)에서 정상 5% 이하로 편위된 경우, (3) pattern deviation probability map에서 인접한 세 개 이상의 점의 역치가 정상 5% 미만에서 나타난 경우, (4) 두 개 이상의 점의 역치가 2% 미만인 경우]. 신뢰할 만한 시야검사는 신뢰지표에서 주시상실이 20% 미만이고, 가음성 반응과 가양성

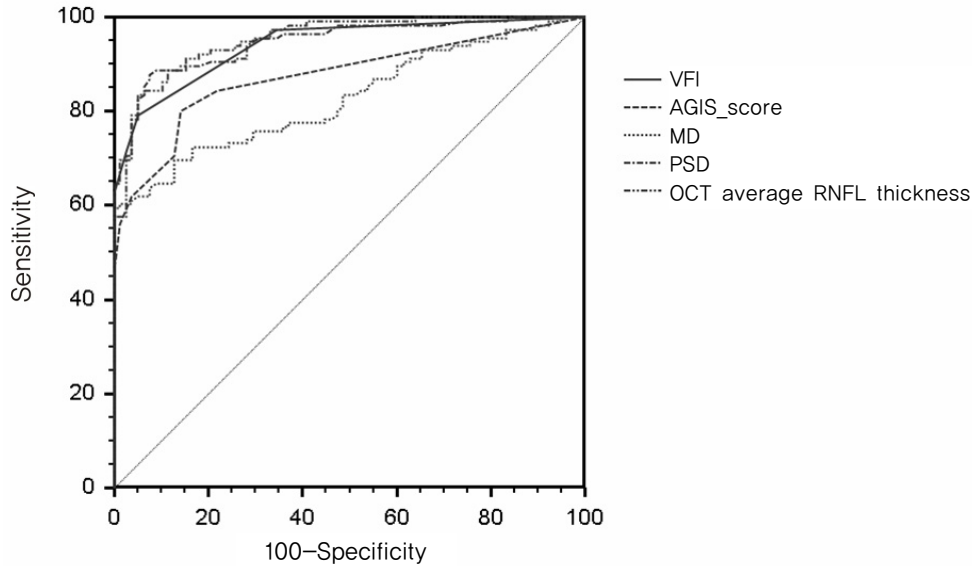


Figure 1. Comparison of receiver operating characteristic (ROC) curves between VFI and Humphrey visual field parameters and OCT (RNFL) average thickness [The Area under (ROC) value of VFI, AGIS score, MD, PSD, and OCT was 0.943, 0.876, 0.827, 0.948, and 0.954, respectively. And the AUROC value of VFI was greater than that of the MD and AGIS score (all, $p < 0.001$), but was not different from that of PSD and RNFL average thickness measured by OCT ($p = 0.756$, $p = 0.638$)]. VFI=visual field index; AGIS=advanced glaucoma intervention study; MD=mean deviation; PSD=pattern standard deviation; OCT=optical coherence tomography; RNFL=retinal nerve fiber layer.

반응이 15% 미만인 경우로 정의하였다. 정상 대조군은 1) 녹내장이나 망막병변, 안구 내 수술력 등 과거력이 없으며 2) 안압은 21 mmHg 이하이고 3) 시신경 유두 소견이 정상이며 4) 시야 검사 소견이 정상인 경우로 정의하였다.

본 연구에서 녹내장군과 정상군 간의 연령, 성별, 시야검사상의 VFI, MD, PSD, AGIS점수 및 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균두께의 차이를 t -test와 chi-square test를 이용하여 분석하였다. 또한 VFI와 AGIS 점수, 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 비교하였다. Medcalc 9.0 프로그램(Medcalc software, Belgium)에 내장되어 있는 comparison of ROC curve 모듈을 이용하여 비교하였다. 또한 VFI와 각 지표들과의 상관관계를 Pearson 상관분석을 이용하여 분석해 보았다. SPSS® 통계 프로그램(version 15.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)이 통계분석에 사용되었다.

결 과

녹내장군의 평균연령은 54.4 ± 12.5 세였고, 정상군은 52.1

± 7.7 세로 녹내장군과 정상군의 연령은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p = 0.18$). 녹내장군과 정상군의 성별 분포에 있어서도 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p = 0.15$). Humphrey 시야검사상 VFI값은 녹내장군이 $82.8 \pm 20.5\%$, 정상군이 $99.5 \pm 0.7\%$, AGIS 점수는 녹내장군이 6.2 ± 5.1 점, 정상군이 0.5 ± 1.2 점, MD값은 녹내장군이 -6.4 ± 6.8 dB, 정상군이 -0.6 ± 1.1 dB 그리고 PSD값은 녹내장군이 6.2 ± 4.5 dB, 정상군이 1.5 ± 0.3 dB으로 녹내장군과 정상 대조군 사이에서 유의한 통계적 차이가 있었다(모두, $p < 0.001$, Table 1). 또한 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께도 녹내장군이 $76.3 \pm 16.4 \mu\text{m}$, 정상군이 $107.7 \pm 10.4 \mu\text{m}$ 로 유의한 통계적 차이가 있었다($p < 0.001$, Table 1). 전체 녹내장안 115안 중 상측과 하측 시야를 모두 포함하는 미만성 시야결손 환자는 31안(27%)이고, 시야결손이 상측 또는 하측시야 한 쪽에만 국한된 경우인 국소적 시야결손 환자는 84안(73%)이었다. 녹내장 환자의 시야결손 범위를 살펴보면, 시야결손이 중심 5도 이내를 침범한 경우가 32안(28%), 5도에서 10도인 경우가 23안(20%), 10도에서 20도인 경우가 41안(36%) 그리고 20도에서 24도 사이인 경우가 19안(17%)이었다.

본 연구에서 정의된 녹내장군을 진단하기 위하여 시행한 ROC 곡선을 이용한 분석 결과는 다음과 같다. Area under

Table 3. Pearson correlation results between visual field index and Humphrey visual field parameters and optical coherence tomography retinal nerve fiber layer average thickness in glaucomatous patients

	Correlation coefficient (R)	p-value
*AGIS score	0.927	<0.001
†MD (dB)	0.977	<0.001
‡PSD (dB)	0.832	<0.001
§OCT (μm)	0.662	<0.001

* AGIS=advanced glaucoma intervention study; †MD=mean deviation; ‡PSD=pattern standard deviation; §OCT=optical coherence tomography.

ROC curve (AUROC) 값은 VFI, AGIS 점수, MD, PSD 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균 두께에 대하여 각각 0.943 ± 0.019 , 0.876 ± 0.024 , 0.827 ± 0.032 , 0.948 ± 0.016 , 그리고 0.954 ± 0.017 이었다. 각 지표들의 AUROC 값과 VFI의 AUROC값을 비교하여 본 결과, VFI의 AUROC 값이 AGIS 점수 및 MD값의 AUROC값보다는 통계적으로 유의하게($p < 0.001$, $p < 0.001$) 높게 나타났으나, PSD값과 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균두께의 AUROC 값과는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p = 0.756$, $p = 0.638$, Table 2, Fig. 1).

다음으로 녹내장 환자군을 대상으로 VFI값과 AGIS 점수, MD, PSD 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균두께와의 상관관계를 분석하였다. AGIS 점수, MD, SD 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균두께와 VFI의 Pearson 상관계수는 각각 0.927, 0.977, 0.832 그리고 0.662으로 모두 통계학적으로 유의한 상관관계를 보여주었다(Table 3).

고 찰

본 연구 결과에 의하면 새로 만들어진 표준지표인 VFI는 연속변수로 보았을 때, 정상안과 녹내장안을 감별함에 있어 AGIS 점수나 MD보다 우수한 진단력을 보였다. 또한, 녹내장안에서 AGIS 점수, MD, PSD 그리고 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균두께 등과 유의한 상관관계를 보였다. 같은 시야검사의 지표인 MD, PSD, AGIS 점수보다 구조적 검사 지표인 빛간섭단층촬영상의 망막신경섬유층 평균두께와의 상관관계는 다소 낮았다.

녹내장을 적절히 치료하기 위해 시신경의 기능적 손상을 반영하는 시야검사상에서의 시야악화를 조기에 발견하는 것은 매우 중요하다. 지금까지 여러 연구에서 녹내장성 시야결손의 진행을 예측하는 방법들이 발표되었으나, 초기녹내장과 진행된 녹내장 모두에서 민감도가 높은 기준은 없었으며,⁷ 따라서 시야검사상에서의 녹내장의 진행을 정량화할 수 있는 기준이 필요하였다.

1994년에 Advanced Glaucoma Intervention Study¹⁰에서 고안한 AGIS 점수는 녹내장의 진행을 발견하는 지표 중 하나로 사용되어 왔다. AGIS 점수는 중심 24-2, umphrey 자동시야검사상에서의 52개의 검사지점을 세 개의 구역, 즉, 비측시야의 여섯 개 검사지점과 상측, 하측시야의 각 23개의 검사지점으로 나누어 계산하게 된다.¹⁰ AGIS 점수는 각 3구역의 시야에서 감도역치가 감소한 검사지점의 개수와 감도역치 감소의 깊이에 근거하여 계산되었으며, 0점을 정상, 그리고 20점을 말기 녹내장성 시야장애로 정의하였다.¹⁰ 또한 6개월간의 추적 기간 동안 시행된 3번의 시야검사상에서 AGIS 점수가 4점 이상 증가한 경우를 시야검사상에서의 악화로 정의하였다.¹⁰ AGIS 점수는 중심시야에 가까울수록 가중치를 주도록 되어있어 실제 환자의 시야 손상 정도를 잘 반영하고 있고 시야 손상 정도를 정량화하여 녹내장 진행을 보다 객관적으로 비교할 수 있는 장점이 있으나 계산이 다소 복잡하고, Humphrey 자동시야검사 결과물에서 자동으로 제공되는 지표가 아니기 때문에, 연구영역에서 사용될 수는 있으나 임상에서 활용하는 데는 어려움이 있다.

최근에 Bengtsson and Heijl¹¹에 의해 고안된 VFI는 녹내장 치료 및 진행여부의 판정을 위한 새로운 요약적인 시야지표로서 Humphrey 시야검사에서 퍼센트 단위로 표현된다. 각 검사지점에서 VFI를 구하기 위한 점수를 계산하는 공식은 다음과 같다.

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

위 공식에 의해 검사지점의 역치감도가 정상범위에 있을 경우에는 점수가 100점으로 계산되고, 역치감도가 0dB 이하의 절대암점인 지점에서는 0점으로 계산된다.

VFI는 Humphrey 자동시야검사상 MD값이 -20dB 이상인 시야검사 결과에서는 pattern deviation probability map 상에서 점수를 구하고, MD값이 -20dB 이하로 매우 진행된 녹내장 환자의 시야검사 결과에서는 pattern deviation probability map 대신 total deviation probability map을 이

용하여 계산된다. 이는 MD값이 -20dB보다 더 떨어진 때
우 진행된 녹내장 환자의 시야검사 결과에서 pattern
deviation probability map 상의 의미 있게 감도역치가 감소
된 검사지점의 개수가 MD값이 -20 dB을 기준으로 오히려
더 줄어든다는 사실을 확인하였기 때문이다. 이로 인해 MD
값이 -20 dB 이하인 매우 진행된 녹내장 환자의 시야검사
에서 pattern deviation map을 이용하다 보면 MD값이 -20
dB인 결과보다 더 좋게 보일 수 있다는 문제를 보완하기 위
한 결과로 -20 dB 이하의 시야결과에서는 total devi-
ation map 상에서의 역치가 감소된 지점을 이용해 VFI값을
구하였다. 또한 VFI값을 구하는데 있어, 시야를 다섯 개의
동심원으로 나누어 시야의 중심부에 가까울수록 가중치를
두고 계산하여 실제 환자의 시각기능을 반영하도록 노력하
였다.¹¹

VFI는 기존의 표준지표인 MD가 total deviation proba-
bility map에서 계산된 수치인 것에 비하여 MD값이 -20dB
이상인 시야검사 결과에서는 pattern deviation probability
map 상에서 분석되므로 백내장과 같은 매체 혼탁에 덜 영
향을 받는 것으로 알려졌다. 실제 백내장이 호발하는 고연
령 집단에서 녹내장 역시 흔하다는 점을 감안하면 VFI값이
고연령 집단에서 발생한 시야결손의 원인이 녹내장인지 백
내장인지를 명확히 하고, 검사 결과를 명료하게 보여줄 수
있다는 이론적인 장점이 있다.¹¹ VFI값은 시야검사상에서
실명에 해당하는 경우를 0%로 표현하고 동일연령대와 비
교하여 정상인 경우를 100%로 표현하기 때문에 남아있는
시능력 및 녹내장 진행률을 알아보기 쉽다는 장점도 있다.
따라서 환자의 질환이 적절하게 치료되고 있는지 혹은 환
자의 삶의 질을 위협할 정도로 질환이 진행하고 있는 지를
결정하는데 있어서 도움이 될 것으로 생각한다.

하지만 녹내장성 시야결손이 국소적 시야결손 없이 전반
적인 시야결손을 보이는 경우는 드물다 하더라도,^{12,13} 녹내
장이 진행하면서 전반적인 시야결손의 비중이 증가한다는
사실을 감안했을 때,¹⁴ pattern deviation probability map을
이용하여 국소적인 비정상 시야지점만을 찾아내는 VFI는
어느 정도 녹내장의 진행을 과소평가할 가능성이 있다는
점도 고려하여야 할 것이다.¹⁴⁻¹⁶

결론적으로 이번 연구를 통해서 VFI가 기존 Humphrey
자동시야계의 표준지표인 MD, PSD값 및 AGIS 점수 그리
고 빛간섭단층촬영영상의 망막신경섬유층 평균두께와 비교하
여 높은 상관관계를 보였고, PSD, Stratus 빛간섭단층촬영
영상의 망막신경섬유층 평균두께와는 비슷한 정도의 진단
력을 보였으며, MD값과 AGIS 점수보다는 통계적으로 유
의하게 높은 진단력을 보였음을 확인할 수 있었다. 이는
total deviation probability map을 기준으로 하는 MD값 및

AGIS점수에 비해 녹내장의 진행 정도에 따라 total deviation
probability map과 pattern deviation probability map을 적
절히 사용하는 VFI의 장점이 반영된 것이라 생각해 볼 수
있다. 하지만 이번 연구의 한계점으로는 녹내장 환자군에
초기 녹내장 환자뿐 아니라 MD값이 -20dB 이하로 진행된
녹내장 환자도 일부(7인, 6.1%) 포함되어 녹내장의 진행단
계에 따른 영향을 고려하지 못했다는 점을 들 수 있겠다.

녹내장은 만성적으로 진행되는 질환이며 VFI는 진단 시
점에서 환자의 시야기능이 얼마나 잔존하는가를 단면적으
로 보여줄 수 있고 동시에 장기적으로 녹내장의 악화를 진
단하는데 이용될 수 있을 것으로 기대되는 지표이다. 본 연
구에서 VFI는 단면적으로 녹내장을 진단할 수 있는 능력이
우수함을 보여주어 실제 임상에서 녹내장 환자들을 진단할
때 유용될 수 있음을 증명할 수 있었다. 단면적으로 시행한
본 연구 결과를 바탕으로 실제로 VFI가 녹내장의 진행을
진단하는 표준화된 지표가 될 수 있는가에 대해서는 장기
적이고 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

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) The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 1. Study design and methods and baseline characteristics of study patients. Control Clin Trials 1994;15:299-325.
- 3) Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. Comparison of glaucomatous progression between untreated patients with normal-tension glaucoma and patients with therapeutically reduced intraocular pressures. Am J Ophthalmol 1998;126:487-97.
- 4) Gordon MO, Kass MA. The Ocular Hypertension Treatment Study: design and baseline description of the participants. Arch Ophthalmol 1999;117:573-83.
- 5) Musch DC, Lichter PR, Guire KE, Standardi CL. The Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: study design, methods, and baseline characteristics of enrolled patients. Ophthalmology 1999;106:653-62.
- 6) Leske MC, Heijl A, Hyman L, Bengtsson B. Early Manifest Glaucoma Trials: design and baseline data. Ophthalmology 1999;106: 2144-53.
- 7) Flammer J. Fluctuations in the visual fields. In: Drance SM, Anderson DR, eds. Automatic Perimetry in Glaucoma A Practical Guide. Orlando, FL: Grune and Stratton Inc., 1985; v. 1. chap. 7.
- 8) Leske MC, Heijl A, Hyman L, et al; EMGT Group. Predictors of long-term progression in the early manifest glaucoma trial. Ophthalmology 2007;114:1965-72.
- 9) Heijl A, Lindgren G, Olsson J. A package for the statistical analysis of visual field. In: Greve EL and Heijl A, eds. Doc Ophthalmol Proc ser, 1987; v. 1. chap. 9.
- 10) The AGIS Investigators. Advanced Glaucoma Intervention Study. 2. Visual field test scoring and reliability. Ophthalmology 1994; 101:1445-55.

- 11) Bengtsson B, Heijl A. A Visual Field Index for Calculation of Glaucoma Rates of Progression. *Am J Ophthalmol* 2008;145:343-53.
- 12) Åsman P, Heijl A. Diffuse visual field loss and glaucoma. *Acta Ophthalmol* 1994;72:303-8.
- 13) Chauhan BC, LeBlanc RP, Shaw AM, et al. Repeatable diffuse visual field loss in open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 1997;104:532-8.
- 14) Weber JT. Topographie der funktionellen Schädigung beim chronischen glaukom. Heidelberg, Germany: Kauden Verlag, 1992:81.
- 15) Åsman 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.
- 16) Artes PH, Nicolela MT, LeBlanc RP, Chauhan BC. Visual field progression in glaucoma: total versus pattern deviation analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:4600-6.

=ABSTRACT=

Clinical Validation of Visual Field Index

Jung Woo Cho, MD, Yoon Pyo Nam, MD, Dong Yoon Kim, MD, Sung Yong Kang, MD,
Kyung Rim Sung, MD, PhD, Michael S Kook, MD.

Department of Ophthalmology, University of Ulsan, College of Medicine Asan Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: To determine the associations of visual field index (VFI) with advanced glaucoma intervention study (AGIS) score, mean deviation (MD), pattern standard deviation (PSD), and average retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness as measured by optical coherence tomography (OCT) and to evaluate the diagnostic abilities of these parameters.

Methods: One hundred fifteen glaucomatous eyes and 78 healthy eyes were enrolled in this cross-sectional study. Each participant had a Humphrey visual field analyzer test and OCT done. The diagnostic abilities of these parameters were analyzed using the receiver operating characteristic (ROC) curve, and we sought to determine the association of these parameters with VFI by Pearson correlation analysis.

Results: The associations between analyzed parameters and VFI were statistically significant (all, $p < 0.001$). The area under the ROC curve (AUROC) value of VFI was greater than that of the MD and AGIS score (all, $p < 0.001$) but was not different from the PSD and RNFL average thickness measured by OCT ($p = 0.756$, $p = 0.638$).

Conclusions: The VFI showed significant associations with AGIS score, MD, PSD, and average RNFL thickness as measured by OCT and revealed similar diagnostic abilities as these parameters.

J Korean Ophthalmol Soc 2010;51(1):49-54

Key Words: AGIS score, Mean deviation, Optical coherence tomography, Pattern standard deviation, Visual field index

Address reprint requests to **Kyung Rim Sung, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center

#388-1 Pungnap-2-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea

Tel: 82-2-3010-5851, Fax: 82-2-470-6440, E-mail: sungeye@gmail.com