

## 초기 녹내장 환자의 유두주위 망막신경섬유층 두께 분석

권순일 · 박인원 · 정윤석

한림대학교 의과대학 성심병원 안과학교실

**목적:** 빛간섭단층촬영을 이용하여 초기 녹내장 환자의 상하측 유두주위 망막신경섬유층 두께를 측정하여 그 차이를 알아보고 녹내장 조기 진단의 유용성을 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** 망막신경섬유층 사진상 상하측 중 단측에서만 국소적 망막신경섬유층 결손이 관찰되는 녹내장 환자 중 표준자동시야검사서 정상을 보이는 시야결손 전 녹내장 40안과, 초기 시야결손 녹내장 48안(MD)-6dB)을 대상으로 상측 및 하측 결손군으로 나누어 Stratus OCT를 이용, 유두주위 망막신경섬유층 두께를 측정한 후 정상군 59안과 차이를 비교하였다.

**결과:** 초기 녹내장 환자와 정상군의 망막신경섬유층의 평균두께는 유의한 차이가 있었으며, 시야결손 전 녹내장과 초기 시야결손 녹내장의 상측 및 하측 결손군의 상하측 망막신경섬유층 두께차이(상측두께-하측두께)는  $-20.5 \pm 16.4 \mu\text{m}$ ,  $15.0 \pm 14.2 \mu\text{m}$ ,  $-24.0 \pm 17.2 \mu\text{m}$ ,  $18.4 \pm 16.7 \mu\text{m}$ 로 초기 녹내장간에는 차이를 보이지 않으나 정상군( $-8.2 \pm 17.1 \mu\text{m}$ )과는 유의한 차이를 보였다.

**결론:** 시야결손 전 녹내장 환자의 상하측 망막신경섬유층 두께 차이는 초기 시야결손 녹내장 환자와 비슷하였고, 정상군보다는 컸다. 이를 이용하면 초기 녹내장 진단에 도움이 되리라 생각된다.

〈한안지 49(7):1101-1107, 2008〉

녹내장은 시신경유두 및 망막신경섬유층의 특징적인 손상이 비가역적으로 진행되는 질환으로 녹내장에 의한 시신경손상은 시야장애가 나타나기 전부터 진행한다고 알려져 있다. Quigley et al<sup>1,2</sup>은 표준자동시야검사(Standard automated perimetry; SAP)에서 시야결손이 발생하면 이미 40%의 시신경 손상이 일어났음을 의미한다고 하였고 시신경유두의 함몰도 시신경축삭의 손상이 진행된 후에야 관찰이 가능하다.<sup>3</sup> 따라서 시야결손 및 시신경유두함몰이 나타나기 전에 망막신경섬유층을 자세히 관찰하고 두께를 검사함으로써 녹내장을 조기진단하여 시신경 손상의 진행을 늦추는 것이 중요하다.

녹내장의 조기진단을 위해 단파장시야측정(SWAP), 주파수배가시야검사계(FDT) 등 여러가지 검사가 시행

되고 있으나 경험있는 녹내장 전문의에 의한 망막신경섬유층사진(red free photograph) 분석이 가장 민감한 것으로 알려져 왔으며 최근 발표된 여러 검사들의 비교에서 빛간섭단층촬영(Optical Coherence Tomography; OCT) 또한 민감하다는 보고가 많이 있다.<sup>4-6</sup> 빛간섭단층촬영은 비침습, 비접촉성 방법으로 망막내 해부학적층을 확인하고 두께를 측정할 수 있어 객관적이고 정량적으로 망막신경섬유층 두께를 분석하여 초기 녹내장 진단에 도움을 줄 수 있다. 임상적으로는 주로 TSNIT graph와 12시간 구역분석에서 얻어진 결과를 빛간섭단층촬영기기내에 저장되어 있는 정상치와 비교하여 판독하게 된다. 그러나 망막신경섬유층의 두께는 개인에 따라 망막신경절세포 수에 차이가 많으며, 인종간에도 차이가 있고 시신경유두 크기 및 굴절력, 나이 등의 요인에 의해 다양하게 나타날 수 있기 때문에 망막신경섬유층의 두께가 두꺼운 사람에서는 실제 망막신경섬유층의 소실이 있어도 정상으로 나타날 수 있으며, 반대로 정상적으로 망막신경섬유층의 두께가 얇은 사람에서는 소실이 없어도 비정상적으로 나타날 수 있어 망막신경섬유층 손실이 적은 초기 녹내장에서 빛간섭단층촬영을 통해 망막신경섬유층의 두께만으로 진단하는 경우 민감도가 떨어진다.<sup>7-10</sup> 하지만 개인의 동일한 내에서 혹은 반대안의 망막신경섬유층두께를 비교하여 분석하면 그

〈접수일 : 2007년 10월 17일, 심사통과일 : 2008년 2월 5일〉

통신저자 : 정 윤 석  
경기도 동안구 평촌동 896  
한림대학교성심병원 안과  
Tel: 031-380-3835 Fax: 031-380-3837  
E-mail: eyechung90@hallym.or.kr

\* 본 논문의 요지는 2007년 대한안과학회 제98회 추계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

변이를 최소화할 수 있다. 따라서 저자들은 개인차에 관계없이 녹내장성 망막신경섬유층의 결손을 확인하기 위해 망막신경섬유층사진에서 망막신경섬유층결손이 상하측 중 단측에서만 관찰되는 환자를 표준자동시야검사가 정상인 군과 초기 녹내장성 시야결손을 보이는 군으로 각각 구분하여 빛간섭단층촬영을 이용하여 상하측 사분역의 평균두께와 그 차이를 측정하고 두 군을 비교하였다. 또한 이를 망막신경섬유층결손이 없는 정상안과 비교분석하였고 최종적으로 이 결과를 이용하여 가능한 조기에 녹내장 진단을 위한 빛간섭단층촬영의 지표를 구하고자 하였다.

## 대상과 방법

2006년 3월부터 2007년 8월에 녹내장 클리닉을 방문한 환자를 대상으로 세극등현미경검사, 안압측정, 전방각경검사, 안저검사, Humphrey 시야검사 및 빛간섭단층촬영을 시행하여 녹내장으로 진단받은 환자 중 망막신경섬유층사진(Red free photograph: TRC 50 ix, Topcon, Japan)에서 상측 혹은 하측에서만 국소적 망막신경섬유층결손이 관찰되는 환자들만을 대상으로 하였으며 국소적 망막신경섬유층결손은 시신경 유두의 상이측, 하이측에서 발견되는 것으로 그 두께는 시신경유두에서 1 유두지름 떨어진 곳에서 망막분지혈관두께이상이며 시신경유두와 연결되어 있는 것으로 정의하였다. Humphrey 시야검사(중심 24-2 SITA-Standard 혹은 Full threshold strategy: Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)의 pattern deviation plot에서 정상영역에 있는 3개 이상의 점의 역치가 정상의 5% 미만으로 나타나고 그 중 한 점이 1% 미만일 때이거나, glaucoma hemifield test 상 outside normal limits가 두 번 연속으로 나타날 때 또는 CPSD가 5% 미만으로 나타날 때를 녹내장성 시야결손으로 정하였고 신뢰도는 주시상실 20% 미만, 가양성과 가음성 반응이 33% 미만인 경우로 적용하였다.<sup>11</sup> 녹내장성 시야 변화를 보이면서 MD -6.0dB 이상인 경우를 초기 시야결손 녹내장 환자, 두 번 연속 정상 소견을 보이는 경우를 시야결손 전 녹내장 환자로 정의하였다.

정상군은 시신경유두 검사상 유두함몰비 0.5 미만이며, 시신경유두 및 망막신경섬유층이 잘 보존되어 있고 Humphrey 시야검사에서 정상을 보인 경우로 정의하였다. 그러나 시력이 20/40 이하, 약시의 기왕력, 5 디옵터 이상의 구면 굴절력 이상, 2.5 디옵터 이상의 난시, 다른 안과적 질환이나 수술, 외상의 기왕력이 있는 경우, 비정상적 동공반응 검사를 보이는 경우, 동공 크기에 영향을 미칠 수 있는 축동제 및 그 외의 약제를

사용한 경우, 시야검사 결과에 영향을 줄 수 있는 전신적인 약제를 사용하는 경우, 뇌혈관 질환이나 당뇨병성 망막병증, 연령관련 황반변성의 기왕력이 있는 환자, 인슐린 의존성 당뇨병 환자는 제외하였다. Humphrey 시야검사서 정상 소견은 녹내장성 시야변화를 보이지 않는 경우로 정의하였고, Stratus OCT (software 3.0: Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)는 fast RNFL scan을 이용하여 시야결손 전 녹내장안, 초기 시야결손 녹내장안 및 정상안의 유두주위 망막신경섬유층의 상측사분역, 하측사분역 및 평균두께를 측정하고, 상측사분역 두께에서 하측사분역 두께를 뺀으로써 상측과 하측의 망막신경섬유층 두께 차이를 구하고 이를 상측 망막신경섬유층결손군과 하측 망막신경섬유층결손군으로 나누어 SPSS 통계 프로그램(version 12.0)을 이용하여 각 군간의 결과를 비교하였고, 또한 망막신경섬유층결손의 위치에 따라 시야결손 전 녹내장안과 초기 시야결손 녹내장안의 결과비교를 시행하였으며(Student *t*-test), 마지막으로 ROC (receiver operator characteristic) curve를 이용하여 평균 및 상측사분역, 하측사분역 두께, 상하측 두께차이의 녹내장 판별력을 알아보았다.

## 결 과

녹내장으로 진단받은 대상은 총 76명 88안이었으며 정상안압녹내장 70안, 원발개방각녹내장 18안이었다. 시야결손 전 녹내장 40안(상측 결손안 14안, 하측 결손안 26안), 초기 시야결손 녹내장 48안(상측 결손안 21안, 하측 결손안 27안)과 정상 59안, 다섯 군의 비교에서 연령 및 굴절력(구면렌즈 대응치)은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1). 정상안에서 유두주위 망막신경섬유층의 평균두께는  $109.9 \pm 7.4 \mu\text{m}$ , 상측사분역과 하측사분역의 망막신경섬유층 두께 차이는  $-8.2 \pm 17.1 \mu\text{m}$ 이었고, 시야결손 전 녹내장안에서 평균두께는 상측 결손군, 하측 결손군에서 각각  $96.8 \pm 10.9 \mu\text{m}$ ,  $98.9 \pm 11.3 \mu\text{m}$ 이며 상측사분역과 하측사분역의 두께 차이는 각각  $-20.5 \pm 16.4 \mu\text{m}$ ,  $15.0 \pm 14.2 \mu\text{m}$ 으로 정상안과 비교하여 통계적으로 유의하게 차이가 있었으며, 초기 시야결손 녹내장안에서의 평균두께는 상측 결손군, 하측 결손군에서 각각  $87.3 \pm 12.3 \mu\text{m}$ ,  $91.1 \pm 11.6 \mu\text{m}$ , 상하측 두께차이는 각각  $-24.0 \pm 17.2 \mu\text{m}$ ,  $18.4 \pm 16.7 \mu\text{m}$ 으로 또한 정상안과 통계적으로 유의하게 차이가 있었다(Table 2, 3). 시야결손 전 녹내장안과 초기 시야결손 녹내장안의 비교에서는 상측 결손군과 하측 결손군 모두에서 평균두께, 상측 두께, 하측 두께에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다

**Table 1.** Characteristics in each group

	Preperimetric glaucoma		Early perimetric glaucoma		Control	p-value
	Sup*	Inf*	Sup*	Inf*		
Number (eye)	14	26	21	27	59	
Sex (M/F)	7/7	14/12	11/10	15/12	29/30	
Age (year)	54±9.1	48.2±14	54.2±16.5	52.2±14.3	47.6±9.1	0.115
SE <sup>†</sup> (D)	-0.97±2.9	-1.9±3.1	-1.9±2.3	-1.2±2.9	-0.66±1.2	0.065

\* Location of RNFL defect; <sup>†</sup> SE=spherical equivalent. (ANOVA,  $p<0.05$ )

**Table 2.** RNFL thickness of preperimetric glaucoma eyes and control eyes

	Sup*	p-value <sup>†</sup>	Inf*	p-value <sup>†</sup>	Control
Avg (μm)	96.8±10.9	0.000	98.9±11.3	0.000	109.9±7.4
Sup (μm)	112.8±19.3	0.000	128.2±15.2	0.021	136.2±14.0
Inf (μm)	133.3±15.5	0.008	113.2±18.3	0.000	144.2±12.9
Sup-Inf (μm)	-20.5±16.4	0.017	15.0±14.2	0.000	-8.2±17.1

\* Location of RNFL defect; <sup>†</sup> Statistical significance in RNFL thickness compared to control group. (Student *t*-test,  $p<0.05$ )

**Table 3.** RNFL thickness of early perimetric glaucoma eyes and control eyes

	Sup*	p-value <sup>†</sup>	Inf*	p-value <sup>†</sup>	Control
Avg (μm)	87.3±12.3	0.000	91.1±11.6	0.000	109.9±7.4
Sup (μm)	94.1±18.6	0.000	119.6±16.8	0.000	136.2±14.0
Inf (μm)	118.1±21.8	0.000	101.2±18.8	0.000	144.2±12.9
Sup-Inf (μm)	-24.0±17.2	0.000	18.4±16.7	0.000	-8.2±17.1

\* Location of RNFL defect; <sup>†</sup> Statistical significance in RNFL thickness compared to control group. (Student *t*-test,  $p<0.05$ )

(하측 결손군의 상측 두께는 경계적으로 유의한 차이). 하지만 상하측 두께차이에서는 시야결손 전 녹내장과 초기 시야결손 녹내장안 사이에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $p=0.547$ ,  $p=0.433$ ) (Table 4).

시야결손 전 녹내장 환자와 정상안에서 유두주위 망막신경섬유층 두께분석의 지표들을 이용하여 녹내장을 판별할 수 있는 민감도, 특이도 및 ROC curve 아래면적을 구하였는데 상측 결손군에서는 상측 두께, 하측 결손군에서는 하측 두께가 가장 넓은 면적을 보여 높은

판별력을 나타내었다(0.825, 0.903). 상하측 두께 차이는 상측 결손군, 하측 결손군 모두에서 좋은 판별력을 보였으나 특히 하측 결손군에서는 하측 두께 다음으로 높은 판별력을 보여주었다(0.872) (Table 5, Fig. 1, 2).

## 고 찰

녹내장은 시신경 손상이 비가역적으로 진행되는 질병이므로 조기진단이 매우 중요하다는 것은 널리 알려진 사실이며 시신경유두 및 망막신경섬유층을 자세히 검진하는 것이 녹내장에 의한 시야결손보다 먼저 시신경의 구조적 손상을 밝혀낼 수 있다는 보고가 많이 있다.<sup>12-14</sup>

망막신경섬유층사진이 망막신경섬유층 결손을 발견하는데 널리 이용되고 있고 빛간섭단층촬영 또한 객관적으로 망막신경섬유층의 두께를 측정함으로써 조기 녹내장 변화를 감지하는데 이용되고 있으며 최근 보고에서는 빛간섭단층촬영에서 감지된 국소적 망막신경섬유층 결손과 망막신경섬유층사진에서 발견되는 결손이 강

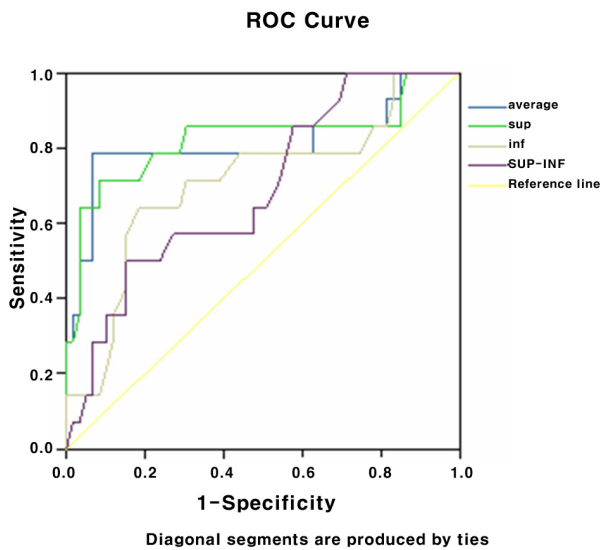
**Table 4.** Statistical analysis of RNFL thickness between preperimetric and early perimetric glaucoma according to the location of RNFL defect

P-value	Sup*	Inf <sup>†</sup>
Avg	0.025	0.017
Sup	0.007	0.057
Inf	0.022	0.023
Sup-Inf	0.547	0.433

\* Sup=superior RNFL defect group; <sup>†</sup> Inf=inferior RNFL defect group. (Student *t*-test,  $P<0.05$ )

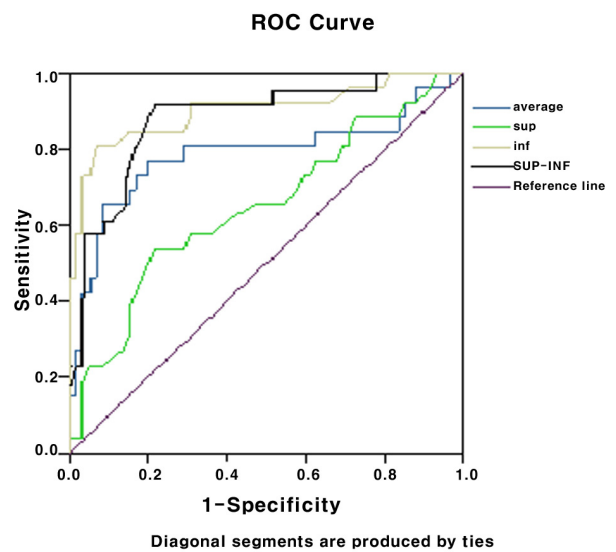
**Table 5.** Area under ROC, sensitivity, specificity and cut-off value to separate normal subjects from patients with preperimetric glaucoma

	ROC area	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Cut-off value ( $\mu\text{m}$ )
Sup defect group				
Avg	0.811	78.6	93.2	99.15
Sup	0.825	71.4	91.5	119.5
Inf	0.710	64.3	91.4	134
Sup-Inf	0.691	57.1	71.2	-16.0
Inf defect group				
Avg	0.786	76.9	79.7	104.6
Sup	0.648	46.2	81.4	125.5
Inf	0.903	80.8	93.2	123.5
Sup-Inf	0.872	88.5	79.7	3.5



**Figure 1.** ROC (receiver operator characteristic) curve of the each parameter in the superior RNFL defect group.

한 상관관계가 있음이 밝혀졌다.<sup>15</sup> 따라서 빛간섭단층촬영의 가장 최신 기종인 Stratus OCT를 통해 임상적으로 녹내장성 변화를 잘 알 수 있게 되었다. 그러나 내장되어 있는 normative data는 63%의 백인, 24%의 라틴 아메리카인, 8%의 흑인, 그리고 3%의 아시아인을 대상으로 하여 결정된 것이라 아시아인의 대표성이 떨어지며 백인(평균 98.1  $\mu\text{m}$ )보다 아시아인(평균 105.8  $\mu\text{m}$ )에서 망막신경섬유층의 두께가 두껍기 때문에 특히 아시아인을 검사할 때는 위음성이 생길 가능성이 높다고 알려져 있다.<sup>10</sup> 또한 정상 망막신경섬유층 두께에는 개인차가 많이 존재한다. 정상적으로 망막신경절세포는 70만개에서 140만개로 정상범위가 크며 나이에 의해서도 영향을 받을 수 있는데 인간은 매년 평균 5,000개 정도의 망막신경절세포의 개수가 줄어들는데 특히 50세 이전에는 매년 2,500개, 50세 이



**Figure 2.** ROC curve of the each parameter in the inferior RNFL defect group.

후에는 7,500개 정도 줄어들어 나이가 들수록 그 두께가 빨리 얇아짐을 추측할 수 있고, 실제 레이저 망막신경섬유층 측정기를 이용한 연구에서 나이가 들어감에 따라 망막신경섬유층의 두께가 얇아지는 것을 확인할 수 있었다.<sup>7-10</sup> 그 외에 시신경유두 크기, 굴절력 및 안축장의 길이도 망막신경섬유층 두께와 연관이 있는 것으로 알려져 있어 시신경유두의 크기가 작을수록, 근시가 심할수록, 안축장의 길이가 길수록 망막신경세포층의 두께가 얇아지므로 빛간섭단층촬영 검사시 결과에 영향을 줄 수 있는 여러가지 인자를 고려하여 해석을 하는 것이 필요하다. 임상적으로 기존의 Stratus OCT normative data를 이용하여 시야결손전 녹내장과 같은 초기녹내장을 진단하기 위해서는 TSNIT graph, 12시간 구역, 사분역두께를 살펴보는 것이 중요하지만, 정상치의 변이를 극복할 수 있는 검사지표가 필요하리

라 생각된다. 하지만 이에 대한 연구는 이제까지 알려진 것이 없다. 따라서 본 연구에서는 망막신경섬유층사진에서 명확하게 결손이 발견되는 부위와 그렇지 않은 부위의 망막신경섬유층 두께를 빛간섭단층촬영을 이용하여 구하고 그 차이를 알아봄으로써 결과에 영향을 줄 수 있는 여러 인자들을 극복하고자 하였다. 또한 보다 세밀한 분석을 위해 상하측 모두에서 국소적 망막신경섬유층결손을 보이는 환자를 제외하고 순수하게 단측에서만 결손이 있는 환자를 대상으로 하여 연구의 정밀도를 높였다. 본 연구에서 시야결손 전 녹내장, 초기 시야결손 녹내장, 정상군에서 비록 시신경유두크기는 비교하지 못했지만 연령과 굴절력에서 차이가 없이 빛간섭단층촬영 결과를 객관적으로 분석할 수 있었다(Table 1). 본 연구의 시야결손 전 녹내장 환자에서 평균, 상하측 사분역 망막신경섬유층 두께가 정상군에 비해 얇게 측정된 것은 의미가 크다 하겠다(Table 2). 여러 보고에서 초기 녹내장과 정상안의 망막신경섬유층의 두께 차이는 약 20  $\mu\text{m}$  정도 되었다.<sup>4,16</sup>

본 연구의 시야결손 전 녹내장군과 초기 시야결손 녹내장군에서 상측사분역과 하측사분역간의 두께 차이는 상측 결손군에서는 -20.5  $\mu\text{m}$ 와 -24  $\mu\text{m}$  하측 결손군에서는 15  $\mu\text{m}$ 와 18.4  $\mu\text{m}$ 로 망막신경섬유층사진에서 망막신경섬유층의 결손이 없는 사분역이 결손이 있는 사분역보다 약 20  $\mu\text{m}$  더 두껍게 측정되어 비슷한 결과를 보였다. 또한 실제적으로 망막신경섬유층사진에서 결손이 없어 보이는 사분역에서도 어느 정도의 두께 감소가 있음을 알 수 있었다(Table 2). 실제적으로 망막신경섬유층결손이 적거나 미만성인 경우에는 두께 감소가 있어도 망막신경섬유층 사진에서는 정상으로 나타날 수 있으며, 또한 hemifield defect 환자를 대상으로 한 보고에서 43%의 환자에서 정상시야에 해당하는 부위의 두께가 감소된 것으로 나타났다.<sup>15,17</sup> 시야결손 전 녹내장과 초기 시야결손 녹내장의 비교에서 상측 결손군과 하측 결손군 모두에서 초기 시야결손 녹내장안의 평균두께, 상측사분역 두께, 하측사분역 두께가 통계적으로 유의하게 얇아져 있었고, 보다 중요한 점은 상하측두께의 차이가 통계적으로 유의한 차이가 없었던 것이다(Table 3). 이로부터 두 가지를 생각해 볼 수 있다. 망막신경섬유층 소실이 상하측 중 한쪽에서 시작하였다가 진행함에 따라 전부위에서 전체적으로 소실이 일어남을 추측할 수 있으며 이는 녹내장성 시신경손상이 초기에는 주로 상측, 하측에서 일어나고 진행함에 따라 상, 하, 이, 비측 전부위에 걸쳐 골고루 일어난다는 발표와 거의 일치함을 알 수 있다.<sup>18</sup> 또한 시야결손 전 녹내장을 진단하기 위해 상측과 하측사분역의 두께차이를 이용할 수 있는 근거가 될 수 있다.

Budenz et al<sup>19</sup>은 시야결손이 동반된 녹내장 환자에서 stratus OCT의 민감도, 특이도를 분석한 보고에서 70~90%의 민감도를 보인다고 하였고, Bagga et al<sup>5</sup>은 시야결손 전 녹내장 환자의 72%에서 빛간섭단층촬영이나 GDx검사서 망막신경섬유층의 이상소견을 보인다고 하였다. 또한 시야 결손이 동반되지 않은 녹내장 환자에서 stratus OCT의 민감도, 특이도를 분석한 다른 연구에서는 민감도가 40.8%로 보고하여 전반적으로 시야결손 전 녹내장 환자에서 시야결손 녹내장환자보다 빛간섭단층촬영의 민감도가 낮게 나타났다.<sup>20</sup> 본 연구에서는 평균두께로 보면 78.6%와 76.9%의 높은 민감도를 보였다. 이번 연구에서 강조하는 점은 상하측의 두께차이를 이용할 경우 ROC curve 아래면적이 상측결손군 0.691, 하측결손군 0.872으로 비교적 판별력이 높은 것으로 나타났다는 것이다(Table 5). 대상군을 선정할 때 망막신경섬유층 결손이 관찰되는 경우만 선택하였으므로 상측사분역 두께나 하측사분역 두께는 선택 편향이 작용하여 판별력이 좋은 것이므로 이를 제외한 나머지 parameter를 비교할 경우, 특히 하측 결손군의 상하측 두께차이가 판별력 및 민감도가 가장 좋은 것을 알 수 있다. 상측 결손군의 경우는 상하측 두께차이보다 오히려 결손이 발견되지 않은 하측사분역 두께가 민감도 및 판별력이 좋은 것으로 나타났는데 이는 망막신경섬유층 사진에서 발견되지는 않았으나 이미 많은 망막신경섬유층 결손이 하측사분역에 발생했음을 추측할 수 있고 상측 결손군의 수가 적은 이유도 생각할 수 있다. 따라서 상측 결손안과 하측 결손안에서의 상하측 두께 차이의 cutoff value를 이용하면 녹내장의 초기 변화를 알아내는 유용한 하나의 parameter로 이용될 수 있을 것으로 생각되며 정확한 cutoff value를 위해서는 더 많은 증례의 연구가 필요하리라 생각된다. 결론적으로, 시야결손 전 녹내장이 의심되는 환자에서 상측사분역과 하측사분역의 두께 차이를 측정함으로써 Stratus OCT결과해석에 영향을 주는 여러 인자를 배제하고 초기 녹내장성 손상을 감별해 낼 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 1) Quigley HA, Addicks EM, Green WR. Optic nerve damage in human glaucoma. III: quantitative correlation of nerve fiber loss and visual field defect in glaucoma, ischemic neuropathy, papilledema, and toxic neuropathy. Arch Ophthalmol 1982;100: 135-46.
- 2) 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.

- 3) Kerrigan-Baumrind LA, Quigley HA, Pease ME, et al. Number of ganglion cells in glaucoma eyes compared with threshold visual field tests in the same persons. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:741-8.
- 4) Greaney MJ, Hoffman DC, Garway-Heath DF, et al. Comparison of optic nerve imaging methods to distinguish normal eyes from those with glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:140-5.
- 5) Bagga H, Feuer WJ, Greenfield DS. Detection of psychophysical and structural injury in eyes with glaucomatous optic neuropathy and normal standard automated perimetry. *Arch Ophthalmol* 2006;124:169-76.
- 6) Kwok HM, Vincent WL, Kwok FS. Retinal nerve fiber layer measurement by optical coherence tomography in glaucoma suspects with short-wavelength perimetry abnormalities. *J Glaucoma* 2003;12:45-9.
- 7) 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.
- 8) Chi QM, Tomita G, Inazumi K, et al. Evaluation of the effect of aging on the retinal nerve fiber layer thickness using scanning laser polarimetry. *J Glaucoma* 1995;406:644-9.
- 9) Williams ZY, Schuman JS, Gamell L, et al. Optical coherence tomography measurement of nerve fiber layer thickness and the likelihood of a visual field defect. *Am J Ophthalmol* 2002;134:538-46.
- 10) Da pozzo S, Iacono P, Marchesan R, et al. The effect of aging on retinal nerve fibre layer thickness: an evaluation by scanning laser polarimetry with variable corneal compensation. *Acta Ophthalmol Scand* 2006;84:375-9.
- 11) Anderson DR. Automated static perimetry, 1st ed. St. Louis: Mosby Year Book Inc, 1992;80.
- 12) Airaksinen PJ, Drance SM, Douglas GR, et al. Diffuse and localized nerve fiber loss in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1984;98:566-71.
- 13) 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.
- 14) Johnson CA, Sample PA, Zangwill LM, et al. Structure and Function Evaluation (SAFE):II. Comparison of optic disc and visual field characteristics. *Am J Ophthalmol* 2003;135:148-54.
- 15) Hwang JM, Kim TW, Park KH, et al. Correlation between topographic profiles of localized retinal nerve fiber layer defects as determined by optical coherence tomography and red-free fundus photography. *J Glaucoma* 2006;15:223-8.
- 16) Kim TW, Park KH, Kim DM, et al. Ability of Stratus OCT to identify localized retinal nerve fiber layer defects in patients with normal standard automated perimetry results. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:1635-41.
- 17) Badlani V, Shahidi M, Shakoor A, et al. Nerve fiber layer thickness in glaucoma patients with asymmetric hemifield visual field loss. *J Glaucoma* 2006;15:275-80.
- 18) Kim JG, Ko MK, Choe JK. Neuroretinal rim area and pattern of neuroretinal rim loss in glaucomatous optic disc. *J Korea Ophthalmol Soc* 1994;35:565-71.
- 19) Budenz DL, Michael A, Chang RT, et al. Sensitivity and specificity of the stratus OCT for perimetric glaucoma. *Ophthalmology* 2005;112:3-9.
- 20) Kim TW, Park UC, Park KH, et al. Ability of stratus OCT to identify localized retinal nerve fiber layer defects in patients with normal standard automated perimetry results. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:1635-41.

**=ABSTRACT=**

## **Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Analysis in Early Glaucoma**

**Soon Il Kwon, M.D., In Won Park, M.D., Yun Suk Chung, M.D.**

*Department of Ophthalmology, College of Medicine Hallym University Sacred Heart Hospital, Gyeonggi, Korea*

**Purpose:** To investigate the difference between superior and inferior peripapillary retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness in early glaucoma patients who have RNFL defect in either superior quadrant or inferior quadrant and to determine if it can be useful to detect early glaucomatous change.

**Methods:** Eighty eight patients with early glaucoma who have RNFL defect in either the superior quadrant or the inferior quadrant as confirmed by red free photograph (40 eyes with normal standard automated perimetry and 48 eyes with early glaucomatous visual field loss) were divided into the superior RNFL defect group and the inferior RNFL defect group. The average RNFL thickness was measured in the superior and inferior quadrants using optical coherence tomography and the thickness differences between the superior and the inferior quadrants (S-I difference) were compared among early glaucoma eyes and 59 normal controls. Then, discriminative power of the S-I difference was assessed by area under ROC (AUROC).

**Results:** The average thickness of the RNFL showed a statistically significant difference between early glaucoma eyes and normal controls ( $P<0.05$ ). S-I differences of the superior RNFL defect group and inferior RNFL defect group in preperimetric patients and in early perimetric patients were  $-20.5\pm16.4\ \mu\text{m}$  and  $15.0\pm14.2\ \mu\text{m}$ ,  $-24.0\pm17.2\ \mu\text{m}$  and  $18.4\pm16.7\ \mu\text{m}$ , respectively, which were significantly greater than that of the normal control group ( $-8.2\pm17.1\ \mu\text{m}$ ). AUROC of S-I difference in the superior and inferior defect groups of preperimetric patients were 0.691, 0.872, respectively.

**Conclusions:** The difference in RNFL thickness between the superior and inferior quadrants (S-I difference) in early glaucoma patients was larger than in normal controls. We expect that this parameter of RNFL analysis using OCT can be useful in detecting early glaucoma.

J Korean Ophthalmol Soc 49(7):1101-1107, 2008

**Key Words:** Early glaucoma, Optical coherence tomography, Red free photography, RNFL defect

---

Address reprint requests to **Yun Suk Chung, M.D.**

Departement of Ophthalmology Hallym University Sacred Heart Hospital

#896 Pyungchon-dong, Anyang-city, Gyeonggi 431-070, Korea

Tel: 82-31-380-3835, Fax: 82-31-380-3837, E-mail: eyechung90@hallym.or.kr