

녹내장의증 소아, 정상, 녹내장 소아 간의 망막신경섬유층 두께 비교

윤상원 · 강성모

인하대학교 의과대학 안과학교실

목적: 광간섭단층촬영기(OCT)의 망막신경섬유층(RNFL) 측정을 이용해 녹내장의증 소아를 정상, 녹내장 소아와 비교하여 소아 녹내장에서 RNFL두께측정이 진단 및 경과관찰의 도구로 유용할 지를 알아보았다.

대상과 방법: 정상 소아군 94안, 녹내장의증 소아군 62안, 녹내장 소아군 33안을 대상으로 OCT를 시행하여 RNFL두께의 평균, 상, 하, 비, 이측 구역 값을 측정하였다.

결과: 정상군의 평균, 상, 하, 비, 이측 RNFL두께는 $110.8 \pm 10.1 \mu\text{m}$, $140.1 \pm 17.5 \mu\text{m}$, $134.1 \pm 14.8 \mu\text{m}$, $79.9 \pm 14.5 \mu\text{m}$, $89.2 \pm 16.8 \mu\text{m}$, 녹내장의증군은 $107.9 \pm 10.8 \mu\text{m}$, $134.8 \pm 15.5 \mu\text{m}$, $130.2 \pm 18.8 \mu\text{m}$, $75.4 \pm 17.1 \mu\text{m}$, $91.2 \pm 18.7 \mu\text{m}$ 녹내장군에서는 $102.8 \pm 18.1 \mu\text{m}$, $129.5 \pm 16.5 \mu\text{m}$, $126.1 \pm 20.2 \mu\text{m}$, $70.3 \pm 19.7 \mu\text{m}$, $85.1 \pm 16.9 \mu\text{m}$ 이었다.

결론: 녹내장의증 소아군에서 이측에서는 정상 소아와 차이가 없었으나, 다른 방향에서는 의미있게 RNFL두께가 얇게 나타났으며, 녹내장 소아에서는 다른 군들보다 의미있게 RNFL두께가 얇아, 소아에서 RNFL 두께측정은 소아녹내장의 조기발견 및 경과관찰 도구로 유용할 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2009;50(1):113-119〉

정상인에서 시신경절 세포들은 평생에 걸쳐 일정한 비율로 감소하게 된다.¹ 이런 정상적인 시신경 세포의 손상 이외에도 녹내장은 추가적인 시신경 신경세포의 비가역적인 손상을 가져오게 된다.² 녹내장의 시신경 손상이 지속되면 조직학적으로도 시신경절 세포들의 선택적이고 점진적인 손상을 가져오는 것으로 알려져 있다.³ 이러한 녹내장의 특성으로 인하여 소아에서 녹내장의 진단은 소아의 녹내장 유병기간이 성인에서보다 월등히 길기 때문에 소아의 삶에 질에 대한 부분에서 많은 영향을 미칠 수 있다. 하지만 현재까지 소아의 녹내장 진단은 시신경의 직관적인 관찰이나 안압 증가등과 같은 임상적인 방법에 의존해 왔다. 지금까지의 직관적이고 관찰자의 주관적인 판단에 의거한 진단은 소아에서 녹내장의 발견을 어렵게 하였고, 발견되지 못한 소아 녹내장의 비가역적인 시신경의 손상은 계속적으로 이루어졌다. 따라서 시야 검사 이외에도 소아의 녹내장성 변화에 대한 판단을 내릴 수 있는 추가적인 객관적인 지표가 필요하다.

녹내장의 초기 진단과 경과 관찰을 위해 성인에서 널리

이용되고 있는 망막신경섬유층 두께(Retinal nerve fiber layer thickness)의 측정을 소아에서도 적용할 수 있다면 소아 녹내장의 진단에 객관적인 진단적 도구를 마련할 수 있을 것이다. 이미 성인에서는 망막신경섬유층 두께측정이 진단적 도구로서 여러 연구에서 입증되었다.⁴⁻⁹

본 연구에서는 정상 소아와 녹내장의증 소아, 녹내장 소아를 분류하고 이들에 대하여 OCT를 이용하여 망막신경섬유층 두께를 측정하여 비교함으로써, OCT를 이용한 망막신경섬유층 두께 측정이 녹내장성 시야변화가 나타나지 않은 녹내장의증 소아에서는 녹내장의 조기 발견에 도움이 되며, 이미 녹내장으로 진단된 환자에서는 앞으로 경과 관찰의 도구로 사용할 수 있는 가능성이 있는 지를 알아 보았다.

대상과 방법

2003년 2월부터 2008년 9월까지 본원 안과를 방문한 5세에서 15세까지의 정상 소아 47명 94안, 녹내장의증 소아 38명 62안, 녹내장 소아 21명 33안을 대상으로 OCT를 시행하였다. 검사협조가 가능하고 부모님의 동의를 얻은 소아 중 안과적 및 전신질환의 기왕력이 없으며, Humphrey 자동 시야계에서 시야가 정상이고, 골드만 안압계로 측정된 안압이 20 mmHg 이하, 시신경 유두비가 0.5 미만, 양안의 시신경 유두비의 차가 0.2 미만인 소아를 정상군으로 하여 OCT를 측정하였다. 녹내장 의심 소아군은 시신경에 영향을 줄 수 있는 안과적 질환이나, 전신적 질환이 없고,

■ 접수 일: 2008년 5월 2일 ■ 심사통과일: 2008년 12월 9일

■ 통신저자 강 성 모

인천시 중구 신흥동 3가 7-206

인하대학교병원 안과

Tel: 032-890-2408, Fax: 032-890-2403

E-mail: ksm0724@medimail.co.kr

* 본 논문의 요지는 2007년 대한안과학회 제98회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

Humphrey 자동 시야계에서 시야 손상이 없으면서, 안압이 22 mmHg 이상이거나 시신경 유두비가 0.5 이상, 양안의 시신경 유두 비의 차가 0.2 이상인 경우를 대상으로 하였으며, 녹내장 소아군은 Humphrey 자동시야계상 녹내장성 시야결손을 보이면서 녹내장성 시신경변화가 있는 군을 대상으로 하였다. 녹내장성 시야결손은 Humphrey 자동 시야계의 Glaucoma hemifield test가 비정상(outside normal limit)이거나, pattern deviation plot에서 공상영역에 최소한 3개 이상의 점의 역치가 정상의 5% 미만으로 나타나고, 그 중 한 점이 1% 미만일 때로 정하였다. Central 30-2 (SITA standard strategy)의 Humphrey 자동시야계 프로그램을 사용하였으며 주시상실, 가양성 반응 또는 가음성 반응이 33%를 초과하는 경우는 분석대상에서 제외하였다. 또한 모든 대상 아동들은 최대교정시력이 진용한 시력표상 0.5 이상이고, 굴절이상도가 -5 디옵터에서 +5 디옵터의 범위에 속하였으며, 사시의 유무는 포함시키지 않았다. 소아 시신경 유두비의 경우는 직상검안경 및 도상검안경을 통해 측정하였으며, 환아들의 경과 관찰기간은 6개월 이상, 진료회수는 2회 이상이었다.

소아들의 망막신경섬유층 두께는 빛간섭단층촬영기(OCT, Optical Coherence Tomography, Carl Zeiss Meditec, Dublin, USA)를 사용하였다. 0.5% Phenylephrine HCl/0.5% Tropicamide (Mydrin-P®, Santen)를 15분 간격으로 3회 점안하여 산동하여 검사하거나, 1% Cyclopentolate HCl (Cyclogyl®, Alcon)을 15분 간격으로 3회 점안 산동 후 조절마비굴절검사와 동시에 시행하였다. 피검 소아에게 녹색점을 주시하도록 교육시킨 후, 부모님의 협조 하에 검사를 진행하였으며, 빠른 검사를 위해 OCT의 측정방법은 Fast RNFL Thickness mode를 사용하였다.

망막신경섬유층 두께 측정시 신호강도가 6 이상의 소아들만 포함시켰으며, 협조가 잘 이루어 지지 않는 소아들의 자료는 제외시켰다. 망막신경섬유층의 측정은 시신경 유두 면에서 3.4 mm의 동일한 거리에서 측정되었으며, 평균 전

체의 망막신경섬유층 두께, 상측, 하측, 비측, 이측 구역의 망막신경섬유층의 두께가 측정되었다(Fig. 1).

SPSS 프로그램(version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)으로 세 군간의 망막신경섬유층 두께를 비교하였으며, 두 군 사이의 평균 비교는 독립표본 평균비교(student t-test)으로 비교하였다. 굴절이상 차이에 대한 망막신경섬유층 두께의 보정은 이원배치 분산분석(Two-way ANOVA)를 사용하였다. P값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

대상 소아군의 평균 연령은 정상 소아군 12.5±3.97세, 녹내장의증 소아군 13.2±3.24세, 녹내장 소아군은 12.9±4.19세였으며, 남녀 성별의 비율은 정상 소아군 남아 27명 54안, 여아 20명 40안, 녹내장의증 소아군은 남아 21명 34안, 여아 17명 28안, 녹내장 소아군은 남아 13명 19안, 여아 8명 14안이었다. 좌, 우안의 비율, 연령은 세군 모두에서 차이가 없었으며, 남녀의 비율도 각군에서는 성별의 차이가 있었으나 세 군간의 성별 비 비교에서는 차이가 없었다($p=0.942$, chi-square test). 굴절이상에서도 원시, 정시, 근시의 비율은 세 군간에 차이가 없었으나($p=0.564$, chi-square test), 세 군간의 평균 비교에서는 유의하게 세 군간의 차이($p=0.016$, one-way ANOVA)가 있었다(Table 1).

녹내장의증 소아군의 경우, 적응증의 기준에 맞는 소아들은 총 38명 62안 이었으며, 큰 시신경 유두비(0.5 이상)만을 갖는 경우가 28안(45.1%), 안압이 22 mmHg 이상으로 상승되게 측정된 경우가 8안(12.9%), 큰 시신경 유두비와 함께 안압하강제를 사용하는 경우가 6안(9.7%), 상승한 안압으로 인하여 안압하강제를 사용하고 있던 경우가 10안(16.1%)였으며, 큰 시신경 유두비와 높은 안압이 동시에 관찰되는 경우는 8안(12.9%)이었다(Table 2).

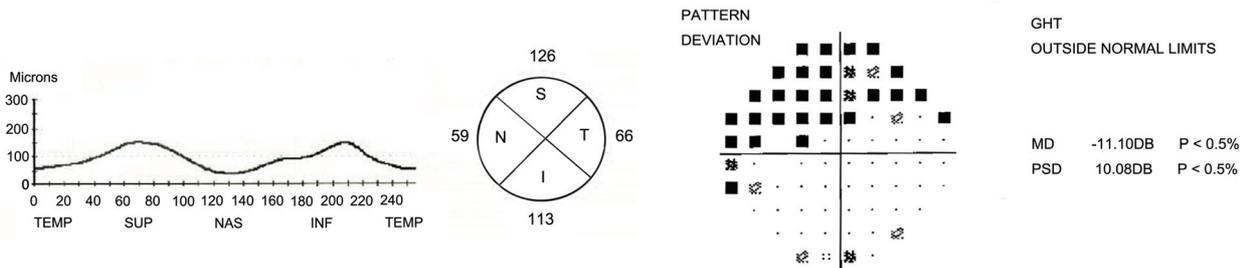


Figure 1. Retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness OCT scan and visual field defect of glaucomatous eye in a 6-year-old child (left eye). (Left) Thin RNFL thickness OCT scan for glaucomatous eye. (Right) Visual field defect at Humphrey 30-2 system.

Table 1. Demographics of the subjects'

		Normal	Glaucoma suspect	Glaucoma	p-value
Age (yr)		12.5±3.97	13.2±3.24	12.9±4.19	0.182 [#]
Sex (n,eye)	male	54	34	19	0.942 ^{**}
	Female	40	28	14	
Ref. error (D)*		-1.54±0.97	-2.41±1.13	-2.53±1.52	0.016 [#]
	Hyper. (n) [†]	13	7	3	0.564 ^{**}
	Emetr. (n) [‡]	15	5	4	
	Myo. (n) [§]	66	50	26	
IOP (mmHg)		11.4±5.16	16.3±7.32	19.2±9.02	<0.001 [#]
	Max	7	8	10	
	Min	20	28	29	

* Ref.=refractive; † Hyper.=hyperopia; ‡ Emetr.=emetropia; § Myo.=myopia; || IOP=intraocular pressure; # One-way ANOVA test; ** Chi-square test.

Table 2. Compositions of glaucoma suspect eyes in children

	n (eyes)	Percentage (%)
Total	62	100
Large CD*	28	45.1
Raised IOP [†]	8	12.9
Large CD [†] +Medi. [‡]	6	9.7
Raised IOP [†] +Medi. [‡]	10	16.1
Large CD*+Raised IOP [†] +Medi. [‡]	8	12.9
CD* ratio asymmetry	2	3.3

* CD=cup-disc ratio; † IOP=intraocular pressure, ‡ anti-glaucomamedication: Cosopt & Xalatan=2 eyes; Xalatan=14 eyes; 0.5% Timoptic=8 eyes.

굴절이상 보정 전 세 군의 망막신경섬유층 두께는 정상 안 평균 114.1±10.8 μm 였으며 상측, 하측, 비측, 이측의 망막신경섬유층 두께는 각각 145.2±18.2 μm, 138.5±15.4 μm, 81.7±15.2 μm, 91.1±17.5 μm 이었고, 굴절이상 보정

후는 110.8±10.1 μm, 140.1±17.5 μm, 134.1±14.8 μm, 79.9±14.5 μm, 89.2±16.8 μm 이었다. 녹내장의증 소아군에서는 굴절이상 보정 전 평균은 106.6±17.5 μm이였으며 역시 상측, 하측, 비측, 이측의 순으로 132.1±15.2 μm, 129.5±18.4 μm, 74.4±16.8 μm, 90.4±18.1 μm이였으며, 굴절이상 보정 후는 107.9±10.8 μm, 134.8±15.5 μm, 130.2±18.8 μm, 75.4±17.1 μm, 91.2±18.7 μm이였다. 녹내장 소아군의 망막신경섬유층 두께는 굴절이상 보정 전 100.8±17.7 μm, 127.4±15.4 μm, 124.2±19.9 μm, 68.1±19.2 μm, 83.4±16.5 μm, 굴절이상 보정 후 102.8±18.1 μm, 129.5±16.5 μm, 126.1±20.2 μm, 70.3±19.7 μm, 85.1±16.9 μm였다. 세 군간 망막신경섬유층 두께의 비교에서 굴절이상으로 보정하기 전에는 평균두께를 포함한 상, 하, 비, 이측에서 모두 통계학적으로 유의하게 차이가 있었으나(Table 3), 굴절이상 보정 후에는 이측에서는 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 4).

Table 3. RNFL Thickness among three groups before adjusted by refractive error

Location	Normal	p-value [#]	Glaucoma suspect	p-value ^{**}	Glaucoma	p-value ^{††}
SUP (μm)*	145.2±18.2	0.009	132.1±15.2	0.032	127.4±15.4	0.012
INF (μm) [†]	138.5±15.4	0.005	129.5±18.4	0.044	124.2±19.9	0.039
NAS (μm) [‡]	81.7±15.2	0.013	74.4±16.8	0.022	68.1±19.2	0.015
TEMP (μm) [§]	91.1±17.5	0.872	90.4±18.1	0.013	83.4±16.5	0.045
Avg. Thickness (μm)	114.1±10.8	0.017	106.6±10.5	0.002	100.8±17.7	<0.001

* SUP=superior RNFL thickness; † INF=inferior RNFL thickness; ‡ NAS=nasal RNFL thickness; § TEMP=temporal RNFL thickness; || Avg.=average; # Comparison between normal and glaucoma suspect by student t-test; ** Comparison between glaucoma suspect and glaucoma by student t-test; †† Comparison among three groups by one-way ANOVA.

Table 4. RNFL thickness among three groups after adjusted by refractive error

Location	Normal	p-value [#]	Glaucoma suspect	p-value ^{**}	Glaucoma	p-value ^{††}
SUP (μm) [*]	140.1±17.5	0.021	134.8±15.5	0.037	129.5±16.5	0.030
INF (μm) [†]	134.1±14.8	0.026	130.2±18.8	0.048	126.1±20.2	0.047
NAS (μm) [‡]	79.9±14.5	0.024	75.4±17.1	0.031	70.3±19.7	0.032
TEMP (μm) [§]	89.2±16.8	0.902	91.2±18.7	0.017	85.1±16.9	0.064
Avg. Thickness (μm)	110.8±10.1	0.039	107.9±10.8	0.011	102.8±18.1	0.003

There is a significant difference between normal and glaucoma. $p=0.015$ by student t -test; * SUP=superior RNFL thickness; † INF=inferior RNFL thickness; ‡ NAS=nasal RNFL thickness; § TEMP=temporal RNFL thickness; || Avg.=average; # Comparison between normal and glaucoma suspect by student t -test; ** Comparison between glaucoma suspect and glaucoma by student t -test; †† Comparison among three groups by one-way ANOVA.

또한 세 군간의 비교가 아닌 정상군과 녹내장의증 소아군의 비교에서는 이측을 제외한 모든 방향 및 평균에서 녹내장의증 소아군의 망막신경섬유층 두께가 통계학적으로 유의하게 낮게 나왔다(Fig. 2). 녹내장의증 소아군과 녹내장 소아군 사이의 비교에서는 녹내장 소아군의 망막신경섬유층 두께가 모든 방향에서 통계학적으로 유의하게 낮게 측정되었다. 두 군끼리 비교한 결과들은 굴절이상을 보정한 이후에 통계학적인 의미가 변하지는 않았다(Table 4).

고 찰

소아에서의 녹내장성 변화에 의한 시신경 세포의 손상은 성인에서 발병한 경우보다 유병기간이 훨씬 길기 때문에 조기의 발견과 경과 관찰이 중요하다. 현재까지는 소아의 녹내장 진단에 부정확한 시야검사와 직관적인 시신경유두 검사에 의존하고 있었으나 OCT의 발전으로 성인에서와 같이 소아에서도 OCT를 이용한 망막신경섬유층 두께의 측정이 가능하게 되었다.

OCT는 레이저를 이용하여 초음파검사와 비슷하게 눈의 구조를 관찰하는 장치로서 각 조직의 특징에 따라 반사되

는 광선의 양을 측정함으로써 망막의 단층 상을 만들어 망막신경섬유층의 정량적인 분석이 가능하다. 또한 OCT 자체 프로그램에는 정상 서양인의 망막신경섬유층 두께가 내장되어 있어 이를 바탕으로 정상치의 95%를 벗어난 경우는 노란색으로, 99%를 벗어난 경우는 빨간색으로 각각 색깔 별로 표시해주는데 망막신경섬유층 두께는 인종 간에도 차이가 있어서 한국인을 대상으로 한 녹내장선별검사에 바로 적용하기에는 한계점이 있다. 이러한 한계점 이외에도 소아를 대상으로 측정된 정상치가 내장되어 있지 않아, 소아에서 망막신경섬유층 두께의 측정을 시행하여도 정상치와의 단순비교가 힘들어 측정치의 효용성이 떨어져왔다.

정상소아들을 대상으로 시행한 망막신경섬유층 두께 측정은 서양의 연구들에서 $105.5\pm 8.4\ \mu\text{m}$ ~ $109.2\pm 17.3\ \mu\text{m}$ 의 범위로 보고되었으며 이는 본 연구의 평균 망막신경섬유층 두께보다는 낮은 수치였다.¹⁰⁻¹² 반대로 Mrugacz and Bakunowicz-Lazarczyk¹³의 보고에서는 $132.0\pm 24.5\ \mu\text{m}$ 로 본 연구보다 망막신경섬유층의 두께가 두껍게 측정되었고, Hess et al¹⁴이 보고한 연구와는 비슷한 수치를 보였다. Cho et al¹⁵, Song et al¹⁶이 보고한 국내 정상 소아의 망막신경섬유층 두께 측정에 있어서는 각각 평균 $106.3\pm 12.8\ \mu\text{m}$, $104.6\pm 9.0\ \mu\text{m}$ 으로 외국의 정상소아와 비슷한 측정치를 보고하였으며 본 연구의 망막신경섬유층 두께보다는 낮게 측정되었다.

망막신경섬유층의 측정치는 연령, 굴절이상 정도와 관련이 있다고 보고되어 지고 있는데, 연령의 경우, 나이가 들어감에 따라 망막신경섬유층 두께가 의미 있게 감소한다고 알려져 있으며,^{17,18} Chi et al¹⁹은 22세에서 66세의 정상성인의 75안을 대상으로 레이저 신경섬유층측정기를 사용하여 시행한 결과 정상안의 망막신경섬유층 두께가 연령이 증가할수록 하측과 비측이 유의하게 얇아진다고 하였다. 하지만 본 연구에서는 정상소아군과 녹내장의증 소아군, 녹내장 소아군 사이에 연령의 차이가 없는 것으로 나타나 보정하지는 않았다.

또한 굴절이상의 경우에는 Choi and Lee²⁰는 근시의 정

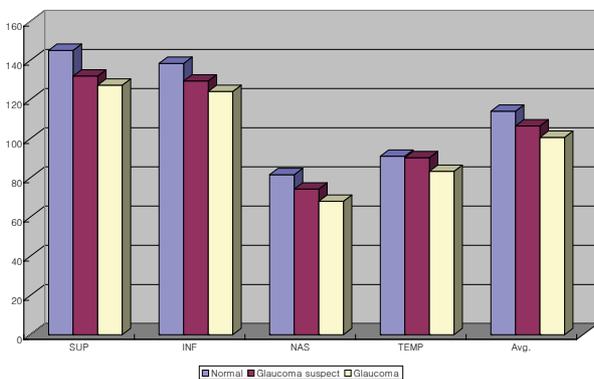


Figure 2. Retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness for normal, glaucoma suspect, and glaucoma eyes in children after adjusted by refractive error.

도가 심해질수록 망막신경섬유층의 두께는 얇아진다고 보고하였으며, 중국인들을 대상으로 한 연구에서도 같은 결과들이 보고되었다.²¹ 하지만 Hoh et al²²는 근시의 정도(0~14 디옵터)나 안축장의 길이등과 망막신경섬유층의 두께 사이에는 상관관계가 없다고 보고하였다. 본 연구에서는 세 군 사이에 굴절이상의 정도가 차이가 있었으며, 녹내장의증 소아군과 녹내장 소아군에서 정상 소아군보다 근시의 정도가 더 심하여, 굴절이상에 대해 망막신경섬유층 두께를 보정해 주었다.

정상소아와 녹내장소아 사이의 망막신경섬유층 두께 비교에 대한 보고는 10~18세 사이의 26안 녹내장군(glaucomatous group)의 실험군과 성별과 나이를 맞춘 정상 대조군 26안을 대상으로 망막신경섬유층 두께를 측정해 보고가 있었으며, 이 연구에서의 녹내장군 적응증은 21 mmHg 이상의 안압 상승 병력, 시야검사에서의 이상소견, 20/40 이상의 시력, -0.50~+0.50의 굴절이상, 시신경 유두비가 0.6, 양안의 시신경 유두비의 차이가 0.2 이상, 시신경유두주변 출혈유무 등이었고, 녹내장군의 평균 망막신경섬유층 두께는 $95 \pm 26.3 \mu\text{m}$ 으로 정상안의 $132 \pm 24.5 \mu\text{m}$ 보다 유의하게 얇은 것으로 보고하였다. 하지만 상측, 비측, 이측의 망막신경섬유층 두께는 정상안과 녹내장안에서 유의한 상관관계를 보이지 않았으며, 오직 하측의 망막신경섬유층 두께의 측정에서 유의한 차이를 보였다.¹³ 또 다른 연구에서는 녹내장 소아군의 적응은 고안압의 기왕력, 선천성 녹내장, 안압하강제의 점안유무등 비슷하였으며, 큰 시신경 유두비를 가지더라도 시야검사에서 신뢰도가 떨어지는 소아나 다른 녹내장의 특징적 변화가 없다면 포함시키지 않아 녹내장의증 환자들은 적응증에서 제외되었다.¹⁴ 이 연구에서는 상이측과 하이측만이 비교의 대상이 되었으며 두 방향 모두에서 30 μm 정도의 두께 차이를 보이면서 녹내장군의 망막신경섬유층 두께가 유의하게 얇게 나타났다.

앞의 연구들은 모두 녹내장성 시야결손을 보이면서 녹내장의 진단기준에 맞는 환자들을 대상으로, 즉 확실한 녹내장안만을 대상으로 하였기에 본 연구에서는 정상 소아군, 녹내장의증 소아군, 녹내장 소아군의 세 군으로 나누어 각각의 망막신경섬유층 두께 평균치뿐만 아니라 상측, 하측, 비측, 이측의 망막신경섬유층 두께를 측정하여 비교하였다. 녹내장의증 소아군은 성인에서의 녹내장의증 진단기준을 적용하였으며,^{23,24} 소아에서의 녹내장 의증에 대한 연구가 거의 없어 앞으로 이 적응증에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Beltagi et al²⁵, Kanamori et al²⁶ 등은 성인 녹내장에서 OCT를 이용한 망막신경섬유층 두께의 측정과 시야결손간의 관계를 살펴본 보고들에서는 하측과 이측의 망막신경섬

유층 두께의 얇아짐이 시야결손을 가장 민감하게 나타낸다고 보고하였다. 본 연구에서는 굴절이상 보정하기 전에 비교한 세 군간의 망막신경섬유층 두께에서는 모든 방향에서 의미있게 차이가 있는 것으로 나타났으나, 굴절이상 보정 후에는 이측에서는 의미가 없는 것으로 나타났다. 녹내장의증 소아군과 녹내장 소아군 사이에서는 보정 전, 후에 모두 의미가 있게 측정되어, 세 군 사이에서 보정 후 이측에서 망막신경섬유층 두께가 통계학적으로 의미가 없는 것은 정상 소아군과 녹내장의증 소아군 이측의 망막신경섬유층 두께가 차이가 없는 것으로 인해 생기는 결과로 생각된다. 아직 시야변화가 나타나지 않은 녹내장의증 소아군에서 하측도 의미있게 망막신경섬유층 두께가 정상 소아군보다 낮게 나타났지만, 이측의 변화는 없었으므로 소아의 녹내장성 시신경 변화가 이측에서 가장 늦게 나타날 수 있을 것이라는 가정을 하게하였다. 녹내장의증 소아군의 결과는 녹내장이 진행 중이지만 아직 시야결손이 나타나지 않은 환아와 녹내장성 유두변화만을 보인 정상 소아들이 같이 포함되었기 때문에 발생한 것으로 생각해 볼 수 있었다.

본 연구에서는 국내의 소아들을 대상으로 망막신경섬유층 두께를 측정하여 정상 소아의 정상치를 알고자 하는 것 이외에도 임상적으로 녹내장이 의심되거나 시야검사에서는 정상소견을 보이는 녹내장의증 소아에 대해서 망막신경섬유층 두께를 측정하여 정상 소아나 녹내장 소아와 비교하여 소아에서 녹내장성 시신경변화의 자연경과를 유추할 수 있는 가능성을 열어놓았다.

소아에서의 녹내장은 진단하기가 매우 어려우며, 진단이 늦어질 경우 비가역적인 손상이 진행될 수 있다. 본 연구를 통하여 소아에서 녹내장이 의심되는 징후들이 있는 경우에 시행한 망막신경섬유층 두께의 측정이 소아 녹내장에서의 진단적 가치가 있음을 알 수 있었으며, 앞으로 후향적인 소아 녹내장의 망막신경섬유층 두께 변화와 시야 결손과의 연관성에 대한 연구가 있어야 하겠다.

참고문헌

- 1) Mikelberg FS, Drance SM, Schulzer M, et al. The normal human optic nerve: Axon count and axon diameter distribution. *Ophthalmology* 1989;96:1325-8.
- 2) Sommer A, Miller NR, Pollack I, et al. The nerve fiber layer in the diagnosis of glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1977;95:2149-56.
- 3) Quigley HA, Nickells RW, Kerrigan LA, et al. Retinal ganglion cell death in experimental glaucoma and after axotomy occurs by apoptosis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36:774-86.
- 4) Tuulonen A, Lehtola J, Airaksinen PJ. Nerve fiber layer defects with normal visual fields. *Ophthalmology* 1993;100:587-97

- 5) Airaksinen PJ, Alanko HI. Effect of retinal nerve fiber loss on the optic nerve head configuration in early glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1983;220:193-6.
- 6) Nouri-Mahdavi K, Hoffman D, Tannenbaum DP, et al. Identifying early glaucoma with optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2004;137:228-35.
- 7) 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.
- 8) Schuman JS, Hee MR, Puliafito CA, et al. Quantification of nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1995;113:586-96.
- 9) Schuman JS, Hee MR, Arya AV, et al. Optical coherence tomography: A new tool for glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol* 1995;6:89-95.
- 10) Repka MX, Goldenberg-Cohen N, Edwards AR. Retinal nerve fiber layer thickness in amblyopic eyes. *Am J Ophthalmol* 2006;142:247-51.
- 11) Salchow DJ, Oleynikov YS, Chiang MF, et al. Retinal nerve fiber layer thickness in normal children measured with optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2006;113:786-91.
- 12) Wang XY, Huynh SC, Burlutsky G, et al. Reproducibility of and effect of magnification on optical coherence tomography measurements in children. *Am J Ophthalmol* 2007;143:484-8.
- 13) Mrugacz M, Bakunowicz-Lazarczyk A. Optical coherence tomography measurement of the retinal nerve fiber layer in normal and juvenile glaucomatous eyes. *Ophthalmologica* 2005;219:80-5.
- 14) Hess DB, Asrani SG, Bhide MG, et al. Macular and Retinal nerve fiber layer analysis of normal and glaucomatous eyes in children using optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2005;139:509-17.
- 15) Cho YK, Lee YC, Lee SY. Factors Mediating Effects on the Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in Normal Children. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:98-103.
- 16) Song JH, Kim E, Yoo JM. Analysis of RNFL Thickness and Optic Nerve Head Measured with OCT in Children. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:1346-53.
- 17) Balazsi AG, Rootman J, Drance SM, et al. The effect of age on the nerve fiber population of the human optic nerve. *Am J Ophthalmol* 1984;97:760-6.
- 18) Johnson BM, Miao M, Sadun M. Age related decline of human optic nerve axon populations. *Age* 1987;10:5-9.
- 19) Chi Q, Goji T, Yoskiaki K. Evaluation of the effect of aging on the retinal nerve fiber layer thickness using scanning laser polarimetry. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 1998;34:199-201.
- 20) Choi SW, Lee SJ. Thickness changes in the fovea and peripapillary retinal nerve fibre layer depend on the degree of myopia. *Korean J Ophthalmol* 2006;20:215-9.
- 21) Leung CK, Mohamed S, Leung KS, et al. Retinal nerve fibre layer measurements in myopia: an optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:5171-6.
- 22) Hoh ST, Lim SC, Seah SK, et al. Peripapillary retinal nerve fibre layer thickness variations with myopia. *Ophthalmology* 2006;113:773-7.
- 23) Park SE, Jung JK, Jung JY, et al. Optical Coherence Tomography Parameters of Normal, Glaucoma Suspect, and Early Glaucoma Patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:1379-87.
- 24) Choi JA, Park CK. Interpretation of Frequency Doubling Technology Perimeter in Diagnosis of Glaucoma and Glaucoma Suspect. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:1096-105.
- 25) El Beltagi TA, Bowd C, Boden C, et al. Retinal nerve fiber layer thickness measured with optical coherence tomography is related to visual function in glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2003;110:2185-91.
- 26) Kanamori A, Nakamura M, Escano MF, et al. Evaluation of the glaucomatous damage on retinal nerve fiber layer thickness measured by optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2003;135:513-20.

=ABSTRACT=

Comparison of RNFL Thickness among Normal, Glaucoma Suspect and Glaucoma in Children

Sang Won Yoon, MD, Sung Mo Kang, MD

Department of Ophthalmology, Inha University College of Medicine, Incheon, Korea

Purpose: To compare the retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness among normal children, glaucoma suspects, and children with glaucoma, using optical coherence tomography (OCT).

Methods: Ninety-four eyes of 47 normal children, 62 eyes of 38 glaucoma suspects and 33 eyes of 21 children with glaucoma, from the ages of 5 to 15 years were examined at the Ophthalmology Center at the Inha University Hospital. The RNFL thickness was measured with OCT. Patient cooperation and signal strength of the OCT scans were assessed. The mean, superior, inferior, nasal, and temporal RNFL thicknesses were measured by OCT in all three groups.

Results: After adjustment by refractive error, the RNFL thicknesses of the mean, superior, inferior, nasal, and temporal areas were $110.8 \pm 10.1 \mu\text{m}$, $140.1 \pm 17.5 \mu\text{m}$, $134.1 \pm 14.8 \mu\text{m}$, $79.9 \pm 14.5 \mu\text{m}$, and $89.2 \pm 16.8 \mu\text{m}$, respectively, in the normal group; $107.9 \pm 10.8 \mu\text{m}$, $134.8 \pm 15.5 \mu\text{m}$, $130.2 \pm 18.8 \mu\text{m}$, $75.4 \pm 17.1 \mu\text{m}$, and $91.2 \pm 18.7 \mu\text{m}$, respectively, in the glaucoma suspect group; and $102.8 \pm 18.1 \mu\text{m}$, $129.5 \pm 16.5 \mu\text{m}$, $126.1 \pm 20.2 \mu\text{m}$, $70.3 \pm 19.7 \mu\text{m}$, and $85.1 \pm 16.9 \mu\text{m}$, respectively, in the glaucoma patient group. There was a significant difference among the three groups in all locations except in the temporal area ($p=0.003$).

Conclusions: RNFL thickness in children measured by OCT may be useful in the diagnosis and follow-up of glaucoma in children. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(1):113-119

Key Words: Glaucoma suspect, Optical coherence tomography, Pediatric retinal nerve fiber layer thickness, Refractive error

Address reprint requests to **Sung Mo Kang, MD**

Department of Ophthalmology, Inha University Hospital

#7-206 3-ga, Shinheung-dong, Jung-gu, Incheon 400-711, Korea

Tel: 82-32-890-2408, Fax: 82-32-890-2403, E-mail: ksm0724@medimail.co.kr