

## 원발급성폐쇄각발작에서 스펙트럼 빛간섭단층촬영을 이용한 황반부 신경절세포-내망상층의 두께변화

### Change in the mGC-IPL in Patients with a History of APAC According to SD-OCT

이효석 · 박용석 · 박상우

Hyo Seok Lee, MD, Yong Seok Park, MD, Sang Woo Park, MD, PhD

전남대학교 의과대학 안과학교실

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

**Purpose:** This study was conducted to measure macular ganglion cell-inner plexiform layer (mGC-IPL) thickness in patients with a history of unilateral single attack of acute primary angle closure (APAC) and to compare it with that of unaffected fellow eyes 8 weeks after resolution using spectrum domain optical coherence tomography (SD-OCT).

**Methods:** Medical records of 24 patients with history of first episode of unilateral APAC were reviewed retrospectively. Eight weeks after APAC, mGC-IPL thickness and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness were measured with SD-OCT and analyzed in eyes affected by APAC (group 1) and fellow eyes (group 2).

**Results:** There were no significant differences between the groups with regard to best corrected visual acuity, spherical equivalent, central corneal thickness, or axial length ( $p > 0.05$ ). There were no significant differences in mGC-IPL thickness in the superotemporal, superior, or superonasal sectors ( $p > 0.05$ ). However, average, inferonasal, inferior, and inferotemporal sectors of group 1 were significantly thinner than those of group 2 ( $p = 0.002, 0.002, 0.001, 0.001$ , respectively). In addition, average mGC-IPL difference between affected eyes and fellow eyes showed a statistically significant correlation with attack duration (correlation coefficient = 0.249,  $p = 0.019$ ).

**Conclusions:** Normalization of elevated intraocular pressure as soon as possible after APAC onset is recommended in order to reduce mGC-IPL loss, and measurements of mGC-IPL thickness can be helpful for follow-up of APAC patients.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(8):1167-1173

**Key Words:** Acute primary angle closure, Ganglion cell-inner plexiform layer

급성폐쇄각발작은 안과적인 응급질환으로, 적절한 진단과 치료가 이루어지지 않으면 시력저하 및 시신경 손상을

일으킬 수 있으며, 특히 동양인에서 호발하는 것으로 알려졌다.<sup>1,2</sup> 급성폐쇄각발작 후 시야, 시신경유두, 그리고 망막신경섬유층의 두께 등 여러 인자에 변화가 일어날 수 있음이 많은 연구를 통해 알려졌으며, 특히 상측 주변부 시야의 감소, 시신경유두함몰비의 증가 및 시신경테 너비 영역의 감소, 그리고 망막신경섬유층의 두께 감소 등의 변화가 나타남이 보고된 바 있다.<sup>3-10</sup>

망막신경절세포는 전달받은 시각정보를 축삭을 통해 뇌까지 전달하는 역할을 하며, 망막신경절세포의 손상은 녹내장의 병태생리학적 발생 기전에 매우 중요한 부분을 차

■ Received: 2014. 3. 8.      ■ Revised: 2014. 5. 12.

■ Accepted: 2014. 7. 17.

■ Address reprint requests to Sang Woo Park, MD, PhD  
Department of Ophthalmology, Chonnam National University Hospital, #42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea  
Tel: 82-62-220-6758, Fax: 82-62-227-1642  
E-mail: exo70@naver.com

\* This study was presented as a narration at the 110th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2013.

© 2014 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.

지한다.<sup>11,12</sup> 특히 안압의 상승은 혈액공급의 장애 및 저산소증, 축삭을 통한 뇌 유래 신경 성장 인자(brain derived neurotrophic factor)와 같은 신경보호물질 운송의 장애, 신경아교세포의 활성화 등 여러 기전을 통해서 망막신경절세포의 세포자멸사를 통한 신경절세포층의 두께감소를 초래한다.<sup>12-17</sup> 황반부에는 50% 이상의 신경절세포 세포체가 모여 있기 때문에, 빛간섭단층촬영기 등을 이용하여 황반부 망막두께를 측정하여 신경절세포의 손실 정도를 측정할 수 있고, 그 객관성과 재현성은 여러 연구를 통해 입증되었다.<sup>18-21</sup> 특히 최근에 개발된 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기는 기존의 시간영역 빛간섭단층촬영기보다 50배 이상 스캔 속도가 빠르고, 이를 이용하여 단시간에 많은 데이터를 얻을 수 있어 높은 해상도의 망막영상을 얻을 수 있다.<sup>22</sup> 또한 황반부의 Ganglion Cell Analysis (GCA) 알고리즘의 도입을 통해서 황반부에서 망막신경섬유층의 두께를 제외한 신경절세포-내망상층의 두께만을 빠르게 측정할 수 있다.<sup>23-25</sup>

하지만 저자들이 아는 한 지금까지 급성폐쇄각발작 이후 신경절세포층의 두께 변화 양상에 대해 보고된 바는 없다. 따라서 저자들은 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영기를 이용하여 일측성 급성 폐쇄각발작 8주 이후에 환측안의 황반부 신경절세포-내망상층의 두께를 반대편 눈과 비교분석하고자 하였고, 신경절세포-내망상층의 두께 차이에 영향을 미치는 인자에 대해서 알아보고자 하였다.

## 대상과 방법

2012년 1월부터 2013년 6월까지 처음으로 발생한 일측성 원발급성폐쇄각발작이 있어 본원 녹내장 클리닉에 내원한 환자들 중 약물치료 및 레이저 홍채절개술을 통해 성공적으로 치료되었으며, 8주 이상 추적관찰이 가능하였던 24명의 환자들을 대상으로 후향적 의무기록 분석을 시행하였다. 급성폐쇄각발작은 병원 방문 당시 안압이 30 mmHg 이상으로 상승하였으며, 전형적인 증상(안구통증, 시력감소, 오심 및 구토)을 호소하면서 전형적인 징후(결막출혈, 각막부종, 중등도의 동공산대, 얇은 전방)를 보이고, 전방각경검사에서 270도 이상의 전방각이 폐쇄된 경우로 정의하였다.<sup>26</sup> 전형적인 증상이 시작된 정확한 시간이 의무기록에 기록되어 있는 환자만 본 연구에 포함하였으며, 수정체평대녹내장, 신생혈관녹내장 및 외상, 맥락막상강 출혈, 홍채섬모체염 등으로 인한 속발폐쇄각녹내장과 양안의 급성폐쇄각발작은 대상에서 제외하였다. 또한 레이저 홍채절개술을 제외한 안내수술 과거력이 있거나 당뇨, 고혈압 등의 전신질환이 있는 경우, 안압이나 중심각막두께 측정에 영향을 미칠 수 있는, 원추각막 등의 각막질환이 있거나 콘택트

렌즈를 착용하는 경우, 수정체 탈구가 있는 경우, 망막신경섬유층의 두께에 영향을 줄 수 있는 당뇨망막증, 고혈압망막증 등의 안질환을 동반한 경우도 대상에서 제외하였다. 대상안 중 급성폐쇄각발작이 있었던 24안을 1군으로, 반대편 24안을 2군으로 정의하였다.

모든 대상자에서 성별, 나이를 조사하였고, 세극등현미경을 이용한 전안부 및 앞방각경검사, 검안경을 이용한 시신경유두검사를 시행하였다. 안압은 내원 시부터 20 mmHg 이하로 떨어질 때까지 1시간마다 한 명의 검사자(HSL)에 의해 골드만 압평안압계로 측정되었으며, 내원 당시의 안압, 급성폐쇄각발작이 해소된 뒤의 안압, 급성폐쇄각발작 기간(전형적인 증상이 시작된 시점으로부터 안압이 20 mmHg 이하로 떨어질 때까지의 기간), 반대편 정상안의 안압을 조사하였다.<sup>26</sup> 급성폐쇄각발작이 해소된 뒤 1일, 1주, 2주, 4주, 8주 후 경과를 관찰하였으며 8주 후 양안의 최대교정시력, 현성굴절검사, 중심각막두께 및 안축장을 조사하였다. 현성굴절검사는 자동굴절계(KR8900, Topcon Corp, Tokyo, Japan)를 이용하여 시행하였으며 구면렌즈 대응치(spherical equivalent, SE)를 계산하였다. 중심각막두께 및 안축장은 초음파 각막두께측정기(UP-1000, Nidek Technologies, Gamagori, Japan)와 A-scan (model US-800, Nidek Technologies)을 이용하여 5회 측정한 후 평균값을 수집하였다.

스펙트럼영역 빛간섭단층촬영은 Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA, USA)를 이용하였으며, 산동제 점안 후 어두운 방에서 한 명의 숙련된 검사자에 의해서 시행되었다. Cirrus HD-OCT 내의 내장된 소프트웨어 중 Macular Cube 512x128 스캔 및 Optic Disc Cube 200x200 스캔을 이용하였다. Macular Cube 512x128 스캔은 라스터 스캔(Raster scan) 방식으로, 황반부 6x6 mm에 해당하는 부위를 512 A-scan을 구성하는 128개의 horizontal B-scan으로 측정하는 방식이며 Macular Cube 512x128 스캔으로 획득한 데이터 중 평균 황반부 두께(overall average thickness)를 분석에 이용하였다. 또한 이를 통해 얻어진 데이터를 GCA 알고리즘을 통해 분석하였다. GCA 알고리즘은 내망상층의 바깥쪽 경계선과 망막신경섬유층의 바깥쪽 경계선을 인식하여 그 사이에 존재하는 신경절세포층과 내망상층의 두께를 분석하는 방식으로, 황반부를 중심으로 하는 14.13 mm<sup>2</sup>의 타원형 도넛 모양 영역의 평균 및 6개 구역(상측, 상이측, 하이측, 하측, 하비측, 상비측)의 두께를 제시하여 준다.<sup>27,28</sup> Optic Disc Cube 200x200 스캔은 시신경유두 중심을 기준으로 하는 3.46 mm의 직경을 가지는 원부분에서 망막신경섬유층 두께를 제공해주며, 평균 및 각사분면별 두께를 분석에 이용하였다. 양안에 측정된 망막신경섬유층 및 황반부 신경절-내망상층은 결과지에서 서로

거울상으로 나타난다. 측정의 정확성을 위해서 신호강도 6 이상인 것만을 검사결과에 포함시켰고, 중심이 이탈되어 있는 경우 및 경계부 인식에 명백한 이상을 보이는 경우는 대상에서 제외하였다. 또한 급성폐쇄각발작 후 황반부 신경절세포-내망상층의 두께 감소 정도에 영향을 미치는 인자를 알아보기 위해서 반대편 눈의 평균 신경절세포-내망상층 두께와 급성폐쇄각발작이 있었던 눈의 평균 신경절세포-내망상층 두께 차이를 계산하여 평균 황반부 신경절세포-내망상층 두께 차이(Average mGC-IPL difference)라 정의하였고, 평균 신경절세포-내망상층 두께차이와 나이, 내원 시 안압, 급성폐쇄각발작 기간, 급성폐쇄각발작이 있었던 눈의 구면렌즈 대응치, 중심각막두께, 그리고 안축장과 상관관계를 분석하였다.

통계분석은 SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하였고, 군 간 비교에는 Wilcoxon signed rank test를, 상관관계 분석에는 Spearman's correlation test를 사용하였다.  $p$  값이 0.05 이하일 때 통계적 의미가 있다고 하였다.

**Table 1.** Demographics and intraocular pressure of patients

Parameter	Values
Age (years)	63.71 $\pm$ 8.26
Sex (M:F)	5:19
Duration of attack (hours)	21.63 $\pm$ 8.54
IOP at the time of attack (mm Hg)	48.71 $\pm$ 7.50
IOP after resolution of APAC (mm Hg)	13.96 $\pm$ 3.65
IOP of fellow eyes (mm Hg)	12.25 $\pm$ 1.57

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

IOP = intraocular pressure; APAC = acute primary angle closure.

**Table 2.** Clinical characteristics of eyes with APAC (group 1) and fellow eyes (group 2)

Parameter	Group 1	Group 2	$p$ -value
BCVA (log MAR)	0.19 $\pm$ 0.24	0.08 $\pm$ 0.09	0.117
Refractive error (spherical equivalents, diopter)	0.40 $\pm$ 1.48	0.85 $\pm$ 1.58	0.269
CCT ( $\mu$ m)	541.25 $\pm$ 13.29	538.33 $\pm$ 7.02	0.281
Axial length (mm)	22.17 $\pm$ 0.58	22.16 $\pm$ 0.70	0.853
Average macular thickness ( $\mu$ m)	265.17 $\pm$ 3.52	276.29 $\pm$ 2.22	<0.001

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

APAC = acute primary angle closure; BCVA = best corrected visual acuity; CCT = central corneal thickness.

**Table 3.** Comparison of pRNFL parameter between eyes with APAC (group 1) and fellow eyes (group 2) measured by Cirrus HD-OCT

Parameter	Group 1	Group 2	$p$ -value
Average ( $\mu$ m)	93.15 $\pm$ 5.15	102.18 $\pm$ 3.50	<0.001
Superior ( $\mu$ m)	105.42 $\pm$ 10.41	115.13 $\pm$ 9.89	0.002
Nasal ( $\mu$ m)	70.88 $\pm$ 8.56	77.63 $\pm$ 8.18	0.009
Temporal ( $\mu$ m)	77.83 $\pm$ 6.70	84.38 $\pm$ 7.02	0.001
Inferior ( $\mu$ m)	118.46 $\pm$ 10.77	131.58 $\pm$ 9.26	<0.001

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

APAC = acute primary angle closure; pRNFL = peripapillary retinal nerve fiber layer.

## 결 과

대상 환자의 평균 나이는 63.71  $\pm$  8.26세(49세-76세)였고, 남자가 5명, 여자가 19명이었다(Table 1). 내원 시 이환된 눈의 평균 안압은 48.71  $\pm$  7.50 mmHg였고, 반대편 눈의 평균 안압은 12.25  $\pm$  1.57 mmHg이었다. 급성폐쇄각발작의 평균 지속시간은 21.63  $\pm$  8.54시간이었다. 급성폐쇄각발작이 해소된 뒤 이환된 눈의 평균 안압은 13.96  $\pm$  3.65 mmHg였다. 급성폐쇄각발작 8주 후 최대교정시력(logMAR)은 1군이 0.19  $\pm$  0.24, 2군이 0.08  $\pm$  0.09로 두 군 간의 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ , Table 2). 구면렌즈대응치는 각각 0.40  $\pm$  1.48D와 0.85  $\pm$  1.58D, 중심각막두께는 각각 541.25  $\pm$  13.29  $\mu$ m와 538.33  $\pm$  7.02  $\mu$ m, 안축장은 22.17  $\pm$  0.58 mm와 22.16  $\pm$  0.70 mm로 역시 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 평균 황반부 두께는 각각 265.17  $\pm$  3.52  $\mu$ m와 276.29  $\pm$  2.22  $\mu$ m로 두 군 간의 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ).

1군과 2군의 평균 시신경유두주위 망막신경섬유층의 두께는 각각 93.15  $\pm$  5.15  $\mu$ m와 102.18  $\pm$  3.50  $\mu$ m로 1군이 2군에 비해서 통계적으로 유의하게 얇은 소견을 보였다( $p<0.001$ , Table 3). 이러한 경향은 두 군의 각 사분면별 시신경유두주위 망막신경섬유층의 두께 분석에서도 나타났으며, 상측, 비측, 이측, 하측 모두에서 1군의 망막신경섬유층의 두께가 2군에 비해서 유의하게 얇은 것으로 나타났다( $p=0.002$ , 0.009, 0.001, <0.001). GCA 알고리즘을 통해 분석한 황반부 신경절세포-내망상층의 두께 분석에서는 1군의 평균 두께가 79.44  $\pm$  2.50  $\mu$ m, 2군의 평균 두께가 82.40

$\pm 2.70 \mu\text{m}$ 로 2군과 비교하여 1군에서 통계적으로 유의한 감소를 보였다( $p=0.002$ , Table 4). 구역별 분석에서는 하비측, 하측, 하이측에서 1군( $78.29 \pm 3.95 \mu\text{m}$ ,  $77.17 \pm 1.76 \mu\text{m}$ ,  $78.50 \pm 3.61 \mu\text{m}$ )이 2군( $81.71 \pm 3.99 \mu\text{m}$ ,  $80.67 \pm 3.87 \mu\text{m}$ ,  $82.38 \pm 3.56 \mu\text{m}$ )에 비해서 통계적으로 유의한 감소 소견을 보였다( $p=0.002$ ,  $0.001$ ,  $0.001$ ). 상이측, 상측, 상비측에서는 1군( $80.67 \pm 3.36 \mu\text{m}$ ,  $81.00 \pm 3.48 \mu\text{m}$ ,  $81.00 \pm 5.12 \mu\text{m}$ )이 2군( $83.08 \pm 4.12 \mu\text{m}$ ,  $83.54 \pm 4.48 \mu\text{m}$ ,  $83.04 \pm 4.89 \mu\text{m}$ )에 비해서 얇은 양상을 보였으나 통계적으로 유의한 차

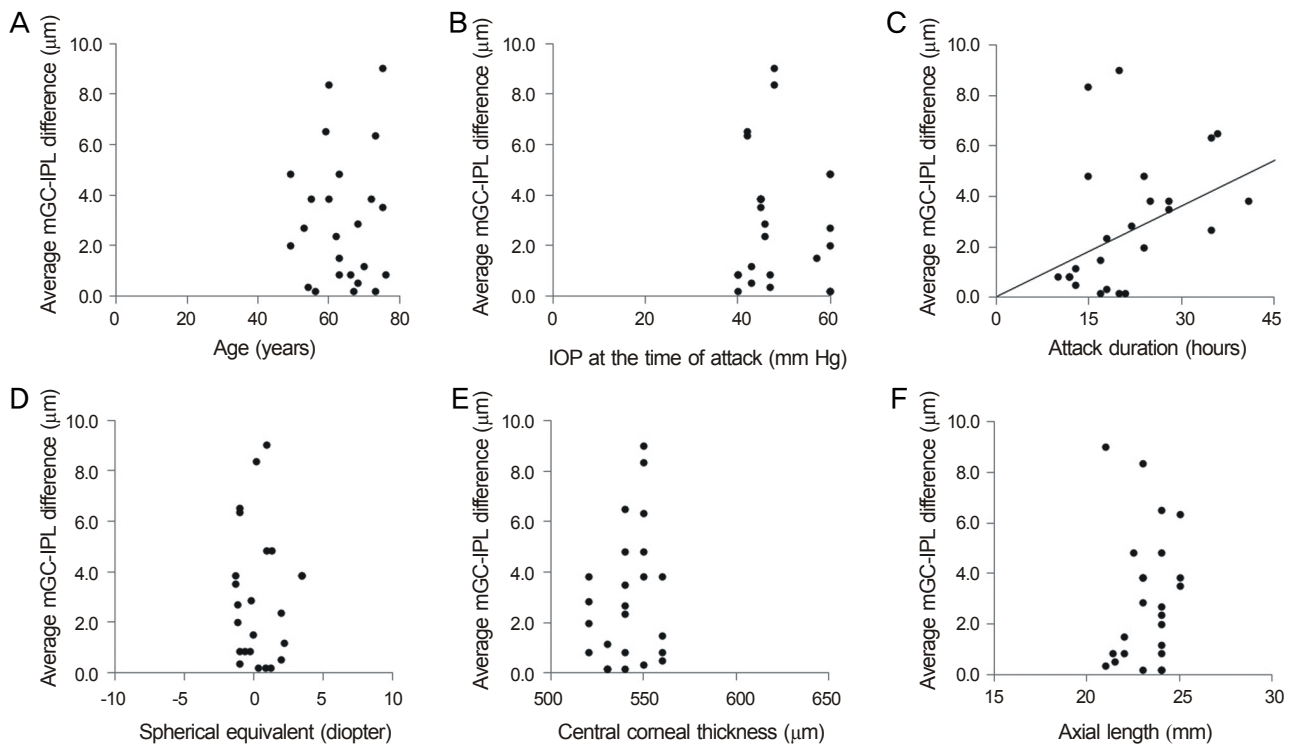
이를 보이지는 않았다( $p>0.05$ ). Spearman's correlation test를 이용하여 평균 황반부 신경절세포-내망상층 두께차이와 연령, 내원 시 안압, 급성폐쇄각발작 기간, 구면렌즈 대응치, 중심각막두께 및 안축장과의 관련성을 분석하였을 때 다른 인자는 두께 차이와 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았으나 (age;  $r=-0.05$ ,  $p=0.818$ , IOP at the time of attack;  $r=0.065$ ,  $p=0.762$ , spherical equivalent;  $r=-0.029$ ,  $p=0.893$ , central corneal thickness;  $r=0.199$ ,  $p=0.352$ , axial length;  $r=0.343$ ,  $p=0.202$ , Fig. 1), 급성폐쇄각발작 기간은 평균 황반부 신경

**Table 4.** Comparison of mGC-IPL parameter between eyes with APAC (group 1) and fellow eyes (group 2) measured by Cirrus HD-OCT

Parameter	Group 1	Group 2	p-value
Average ( $\mu\text{m}$ )	$79.44 \pm 2.50$	$82.40 \pm 2.70$	0.002
Superotemporal ( $\mu\text{m}$ )	$80.67 \pm 3.36$	$83.08 \pm 4.12$	0.065
Superior ( $\mu\text{m}$ )	$81.00 \pm 3.48$	$83.54 \pm 4.48$	0.076
Superonasal ( $\mu\text{m}$ )	$81.00 \pm 5.12$	$83.04 \pm 4.89$	0.059
Inferonasal ( $\mu\text{m}$ )	$78.29 \pm 3.95$	$81.71 \pm 3.99$	0.002
Inferior ( $\mu\text{m}$ )	$77.17 \pm 1.76$	$80.67 \pm 3.87$	0.001
Inferotemporal ( $\mu\text{m}$ )	$78.50 \pm 3.61$	$82.38 \pm 3.56$	0.001

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

mGC-IPL = macular ganglion cell-inner plexiform layer; APAC = acute primary angle closure.



**Figure 1.** Scatter plot of average mGC-IPL difference versus age, IOP at the time of attack, attack duration, spherical equivalent, central corneal thickness and axial length. (A) Correlation between age and average mGC-IPL difference. (B) Correlation between IOP at the time of attack and average mGC-IPL difference. (C) Correlation between attack duration and average mGC-IPL difference. (D) Correlation between spherical equivalent and average mGC-IPL difference. (E) Correlation between central corneal thickness and average mGC-IPL difference. (F) Correlation between axial length and average mGC-IPL difference. MGC-IPL = macular ganglion cell-inner plexiform layer; IOP = intraocular pressure.

절세포-내망상층 두께 차이와 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다( $r=0.249$ ,  $p=0.019$ ).

## 고 찰

기존 연구를 통해 급성폐쇄각발작 이후 시신경손상과 관련된 기능적, 구조적 인자들에 변화가 나타날 수 있다고 알려졌다<sup>7</sup>며 크게 시야, 시신경유두, 그리고 망막신경섬유층에 발생하는 변화로 나누어 볼 수 있다.<sup>3,4,7-9</sup> 급성폐쇄각발작 이후 다양한 종류의 시야 결손이 발생한다고 알려졌다<sup>7</sup>며, 전체적인 민감도의 감소, 주변부 시야 감소, 상측 또는 비측의 시야 감소, 활모양 암점 등이 보고된 바 있다.<sup>3-5,29</sup> Bonomi et al<sup>5</sup>에 의하면 다양한 종류의 시야 결손 중 특히 상측 시야의 감소가 두드러졌으며, 중심부에서 9-21도 떨어진 주변부 시야가 가장 영향을 많이 받는다고 하였다. 시신경유두가 안압 상승에 의해서 여러 가지 형태학적인 변화를 일으킨다는 것은 널리 알려진 사실이며,<sup>30,31</sup> 급성폐쇄각발작 2주째와 16주째를 비교하였을 때 시신경유두함몰비의 증가, 시신경테 너비 영역 감소 등의 소견을 보이는 것이 보고된 바 있다.<sup>7</sup> 이와 일치한 소견으로 망막신경섬유층의 두께 또한 급성폐쇄각발작 후 반대편 눈에 비해서 감소하며 특히 각 사분면 중 하측에서 두드러진다고 하였다.<sup>9,10,32</sup> 하지만 저자들이 아는 한 지금까지 급성폐쇄각발작 후 황반부 신경절세포-내망상층의 변화에 대한 보고는 없었기에 본 연구에서 저자들은 급성폐쇄각발작 8주 이후 환측안의 황반부 신경절세포-내망상층의 두께를 반대편 정상안과 비교분석해보고자 하였다.

본 연구에서 급성폐쇄각발작이 있었던 1군에서 평균 황반부 신경절세포-내망상층의 두께는  $79.44 \pm 2.50 \mu\text{m}$ 로 2군의  $82.40 \pm 2.70 \mu\text{m}$ 에 비해서 통계적으로 유의하게 감소하였으며, 감소 정도는 특히 상측보다 하측에서 두드러지게 나타났다. 이러한 경향은 기존에 급성폐쇄각발작 후 망막신경섬유층의 변화를 분석한 연구에서도 유사하게 나타났다<sup>9,32</sup> 급성폐쇄각발작 후 시야검사 결과를 대상으로 한 연구에서도 특히 상측 절반의 주변부 시야가 저하된 것과 일치한다.<sup>5</sup> Hood et al<sup>33</sup>은 황반부 하측의 신경절세포와 망막신경섬유층은 시신경유두의 하측 사분면으로 대부분이 밀집되어 투사되고, 황반부 상측의 신경절세포와 망막신경섬유층은 주로 시신경 유두의 이측 사분면으로 분산되어 투사되는데, 시신경유두에서 하측 사분면이 이측 사분면보다 녹내장성 손상에 더 취약하기 때문에 녹내장 환자에서 신경절세포와 망막신경섬유층 손상이 어느 정도의 방향성을 보일 수 있다고 주장하였으며, 이는 본 연구에서 보이는 신경절세포-내망상층의 두께 감소의 영역별 차이와

일치하는 결과를 보인다. 따라서 본 연구의 결과는 급성폐쇄각녹내장에서 안압 상승과 연관된 손상이 기존 연구에서 언급된 바와 같이 어느 정도의 방향성을 지닐 수 있음을 시사한다.<sup>8</sup>

급성폐쇄각발작이 여러 인자들에 영향을 미치는 위험 요소에 대한 분석은 연구 대상인 인자의 종류 및 연구자에 따라서 다소 상이한 결과를 보인다. Aung et al<sup>8</sup>은 급성폐쇄각발작 후 성별, 연령, 증상 지속 기간, 내원 시 안압 등이 망막신경섬유층의 두께가 10% 이상 감소하는 데 위험인자가 아니었음을 보고하였으며, Chew et al<sup>6</sup>은 급성폐쇄각발작 후 시신경유두의 변화를 분석한 연구에서 특정한 위험인자를 찾을 수 없었다고 하였다. 하지만 Aung et al<sup>8</sup>은 증상이 7일 이상 지속된 경우 7일 이하인 경우보다 시야검사 결과에 이상이 나올 위험도(Odd ratio)가 14.2로 높음을 보고하였다. Bonomi et al<sup>5</sup>도 급성폐쇄각발작의 기간이 길수록 MD index의 감소 정도가 크다고 보고하였으며 Tsai<sup>32</sup>는 급성폐쇄각발작의 기간이 길수록 평균 망막신경섬유층의 두께 감소 정도가 큼을 밝혔다. 본 연구에서도 반대편 눈의 평균 황반부 신경절세포-내망상층의 두께와 이환된 눈의 두께를 비교하였을 때 급성폐쇄각발작의 기간이 길수록 두께 차이의 정도가 큰 양상을 보였는데, 이는 기존 연구와 상응하는 결과로 생각한다.

본 연구에서 망막신경섬유층의 두께는 이환된 눈의 평균 및 전체 사분면 모두에서 반대편 눈에 비해서 통계적으로 유의하게 감소된 소견을 보였다. 급성폐쇄각발작 후 망막신경섬유층의 두께가 감소한다는 것은 여러 연구들을 통해 증명되었지만, 그 정도에 대해서는 보고자에 따라서 다소 차이를 보인다. Tsai<sup>32</sup>는 사분면 중 하측만 통계적으로 유의한 두께 감소를 보인다고 한 것에 비해서 Chew et al<sup>6</sup>은 사분면 중 상측과 하측만 통계적으로 유의한 두께 감소를 보인다고 보고하였다. 또한 Mansoori et al<sup>10</sup>은 전체 사분면 모두에서 통계적으로 유의하게 감소하였다고 보고한 바 있다. 이는 연구의 대상 인종, 급성폐쇄각발작 후 망막신경섬유층의 두께를 측정한 시기, 급성폐쇄각발작의 기간에 따라 차이를 보이는 것으로 짐작된다. 기존 연구들을 통해서 전방깊이(Anterior chamber depth)가 얇은 경우 급성폐쇄각녹내장의 발생 위험이 증가함이 밝혀졌으며, 이는 인종 간에 차이를 보이는 것으로 알려졌다.<sup>1,2,34,35</sup> 또한 측정 시기에 따라서도 망막신경섬유층 두께의 차이를 보일 수 있다. 높은 안압이 조절된 뒤에도, 손상된 신경 근처에 있는 건강한 신경에 손상이 퍼지면서 녹내장성 변화가 진행할 수 있는데, Yoles and Schwartz<sup>36</sup>는 이를 이차 손상(Secondary degeneration)이라 명명하였다. 따라서 급성폐쇄각발작이 해소된 뒤에도 망막신경섬유층 두께의 측정시기에 따라서 변화를

보일 수 있다. 그리고 기존 연구는 보고자에 따라서 급성폐쇄각발작의 지속기간이 상이한데 Tsai<sup>32</sup>의 연구에서는  $5.9 \pm 2.7$ 시간, Chew et al<sup>6</sup>은  $28.45 \pm 23.26$ 시간, Mansoori et al<sup>10</sup>은  $35.9 \pm 23.8$ 시간이었으며, 이와 같은 급성폐쇄각발작 지속기간의 차이가 망막신경섬유층 두께 감소 정도, 그리고 두께 감소가 통계적으로 유의한 차이를 보이는 위치에 영향을 미쳤을 것으로 생각한다.

스펙트럼영역 빛간섭단층촬영의 결과에는 성별, 연령, 구면렌즈대응치, 측정 신호 강도, 안축장 길이 등 여러 인자들이 영향을 미칠 수 있다.<sup>22,37</sup> 본 연구에서는 동일인의 환측안과 반대편 눈을 대상으로 한 연구여서 성별과 연령의 영향은 없을 것으로 생각하며, 구면렌즈대응치, 안축장 길이는 환측안과 반대편 눈 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 측정 신호 강도는 6 이상인 측정결과만을 분석 대상으로 삼았기에 결과에 미치는 영향이 크지 않을 것으로 생각한다.

본 연구는 의무기록의 후향적인 분석을 통하여 이루어졌으며, 대상 환자의 수가 제한되어 비모수적인 방법으로 통계학적인 분석을 시행한 점이 제한점으로 생각한다. 또한 급성폐쇄각발작이 있기 전 망막신경섬유층 및 황반부 신경절세포-내망상층의 두께를 측정하는 것이 불가능하기 때문에, 반대편 눈과의 비교를 통해 분석한 점이 본 연구의 단점이 될 수 있을 것이다. 또한 급성폐쇄각발작 시작 시점이 환자의 문진을 통해서 얻어졌기 때문에 정확도가 떨어질 가능성이 있다. 향후 좀 더 많은 환자를 대상으로 장기간의 추적 관찰을 통한 전향적인 연구 시행이 필요할 것으로 생각한다.

결론적으로, 급성폐쇄각발작 후 황반부 신경절세포-내망상층의 두께는 감소를 보이고, 이는 특히 하부에서 두드러짐을 알 수 있었다. 또한 급성폐쇄각발작의 기간이 길수록, 반대편 눈과의 평균 두께 차이가 증가함을 알 수 있었다. 따라서 급성 폐쇄각발작 시 안압을 빨리 하강시키는 것이 황반부 신경절세포-내망상층의 감소를 줄이는 데 도움이 될 것으로 생각하며, 급성폐쇄각발작 후 경과관찰에 있어서 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영을 이용한 황반부 신경절세포-내망상층의 두께 측정이 하나의 parameter로 기능할 수 있을 것으로 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Erie JC, Hodge DO, Gray DT. The incidence of primary angle-closure glaucoma in Olmsted County, Minnesota. Arch Ophthalmol 1997;115:177-81.
- 2) Tan AM, Loon SC, Chew PT. Outcomes following acute primary angle closure in an Asian population. Clin Experiment Ophthalmol 2009;37:467-72.
- 3) McNaught EI, Rennie A, McClure E, Chisholm IA. Pattern of visu-

- al damage after acute angle-closure glaucoma. Trans Ophthalmol Soc U K 1974;94:406-15.
- 4) Aung T, Looi AL, Chew PT. The visual field following acute primary angle closure. Acta Ophthalmol Scand 2001;79:298-300.
- 5) Bonomi L, Marraffa M, Marchini G, Canali N. Perimetric defects after a single acute angle-closure glaucoma attack. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1999;237:908-14.
- 6) Chew SS, Vasudevan S, Patel HY, et al. Acute primary angle closure attack does not cause an increased cup-to-disc ratio. Ophthalmology 2011;118:254-9.
- 7) Shen SY, Baskaran M, Fong AC, et al. Changes in the optic disc after acute primary angle closure. Ophthalmology 2006;113:924-9.
- 8) Aung T, Husain R, Gazzard G, et al. Changes in retinal nerve fiber layer thickness after acute primary angle closure. Ophthalmology 2004;111:1475-9.
- 9) Wong IY, Yuen NS, Chan CW. Retinal nerve fiber layer thickness after a single attack of primary acute angle-closure glaucoma measured with optical coherence tomography. Ophthalmic Surg Lasers Imaging 2010;41:96-9.
- 10) Mansoori T, Viswanath K, Balakrishna N. Quantification of retinal nerve fiber layer thickness after unilateral acute primary angle closure in Asian Indian eyes. J Glaucoma 2013;22:26-30.
- 11) Mwanza JC, Durbin MK, Budenz DL, et al. Profile and predictors of normal ganglion cell-inner plexiform layer thickness measured with frequency-domain optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:7872-9.
- 12) Kuehn MH, Fingert JH, Kwon YH. Retinal ganglion cell death in glaucoma: mechanisms and neuroprotective strategies. Ophthalmol Clin North Am 2005;18:383-95, vi.
- 13) Schulz M, Raju T, Ralston G, Bennett MR. A retinal ganglion cell neurotrophic factor purified from the superior colliculus. J Neurochem 1990;55:832-41.
- 14) Quigley H, Anderson DR. The dynamics and location of axonal transport blockade by acute intraocular pressure elevation in primate optic nerve. Invest Ophthalmol Vis Sci 1976;15:606-16.
- 15) Ko ML, Hu DN, Ritch R, et al. Patterns of retinal ganglion cell survival after brain-derived neurotrophic factor administration in hypertensive eyes of rats. Neurosci Lett 2001;305:139-42.
- 16) Flammer J, Orgül S, Costa VP, et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. Prog Retin Eye Res 2002;21:359-93.
- 17) Martin KR, Levkovitch-Verbin H, Valenta D, et al. Retinal glutamate transporter changes in experimental glaucoma and after optic nerve transection in the rat. Invest Ophthalmol Vis Sci 2002;43:2236-43.
- 18) Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, et al. Evaluation of retinal nerve fiber layer, optic nerve head, and macular thickness measurements for glaucoma detection using optical coherence tomography. Am J Ophthalmol 2005;139:44-55.
- 19) Greenfield DS, Bagga H, Knighton RW. Macular thickness changes in glaucomatous optic neuropathy detected using optical coherence tomography. Arch Ophthalmol 2003;121:41-6.
- 20) Wollstein G, Schuman JS, Price LL, et al. Optical coherence tomography (OCT) macular and peripapillary retinal nerve fiber layer measurements and automated visual fields. Am J Ophthalmol 2004;138:218-25.
- 21) Ojima T, Tanabe T, Hangai M, et al. Measurement of retinal nerve fiber layer thickness and macular volume for glaucoma detection using optical coherence tomography. Jpn J Ophthalmol 2007;51:

- 197-203.
- 22) Lee YJ. Analysis of factors associated with variability in measures obtained by spectral domain optical coherence tomography. J Korean Ophthalmol Soc 2012;53:639-46.
- 23) Moon SW, Kim ES, Kim YG, et al. The comparison of macular thickness measurements and repeatabilities between time domain and spectral domain OCT. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:1050-9.
- 24) Pierro L, Gagliardi M, Iuliano L, et al. Retinal nerve fiber layer thickness reproducibility using seven different OCT instruments. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53:5912-20.
- 25) Yang Q, Reisman CA, Wang Z, et al. Automated layer segmentation of macular OCT images using dual-scale gradient information. Opt Express 2010;18:21293-307.
- 26) Lee HS, Park JW, Park SW. Factors affecting refractive outcome after cataract surgery in patients with a history of acute primary angle closure. Jpn J Ophthalmol 2014;58:33-9.
- 27) Mwanza JC, Durbin MK, Budenz DL, et al. Profile and predictors of normal ganglion cell-inner plexiform layer thickness measured with frequency-domain optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:7872-9.
- 28) Mwanza JC, Oakley JD, Budenz DL, et al. Macular ganglion cell-inner plexiform layer: automated detection and thickness reproducibility with spectral domain-optical coherence tomography in glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:8323-9.
- 29) Douglas GR, Drance SM, Schulzer M. The visual field and nerve head in angle-closure glaucoma. A comparison of the effects of acute and chronic angle closure. Arch Ophthalmol 1975;93:409-11.
- 30) Poostchi A, Wong T, Chan KC, et al. Optic disc diameter increases during acute elevations of intraocular pressure. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:2313-6.
- 31) Strouthidis NG, Fortune B, Yang H, et al. Longitudinal change detected by spectral domain optical coherence tomography in the optic nerve head and peripapillary retina in experimental glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:1206-19.
- 32) Tsai JC. Optical coherence tomography measurement of retinal nerve fiber layer after acute primary angle closure with normal visual field. Am J Ophthalmol 2006;141:970-2.
- 33) Hood DC, Raza AS, de Moraes CG, et al. The nature of macular damage in glaucoma as revealed by averaging optical coherence tomography data. Transl Vis Sci Technol 2012;1:3.
- 34) Aung T, Nolan WP, Machin D, et al. Anterior chamber depth and the risk of primary angle closure in 2 East Asian populations. Arch Ophthalmol 2005;123:527-32.
- 35) Leung CK, Palmiero PM, Weinreb RN, et al. Comparisons of anterior segment biometry between Chinese and Caucasians using anterior segment optical coherence tomography. Br J Ophthalmol 2010;94:1184-9.
- 36) Yoles E, Schwartz M. Potential neuroprotective therapy for glaucomatous optic neuropathy. Surv Ophthalmol 1998;42:367-72.
- 37) Koh VT, Tham YC, Cheung CY, et al. Determinants of ganglion cell-inner plexiform layer thickness measured by high-definition optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53:5853-9.

## = 국문초록 =

# 원발급성폐쇄각발작에서 스펙트럼 빛간섭단층촬영을 이용한 황반부 신경절세포-내망상층의 두께변화

**목적:** 일측성 급성폐쇄각발작의 기왕력이 있는 환자에서 스펙트럼 빛간섭단층촬영을 이용하여 기왕력이 있는 눈과 반대편 눈의 황반부 신경절세포-내망상층의 두께를 정량적으로 평가하여 비교분석하고자 하였다.

**대상과 방법:** 처음으로 일측성 급성폐쇄각발작을 경험한 환자 24명의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 발작 후 8주째 스펙트럼 빛간섭단층촬영기로 기왕력이 있는 눈(1군)과 반대편 눈(2군)의 황반부 신경절세포-내망상층 두께 및 시신경유두주위 망막신경섬유층의 두께를 구하여 비교분석하였다.

**결과:** 1군과 2군에서 최대교정시력, 구면렌즈대응치, 중심각막두께 및 안축장은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 신경절세포-내망상층의 상이측, 상측, 상비측은 1군과 2군에서 통계적으로 유의한 두께 차이를 보이지 않았으나( $p>0.05$ ), 평균 및 하비측, 하측, 하이측의 두께는 1군에서 2군과 비교하여 통계적으로 유의하게 감소하였다(각  $p=0.002$ ,  $p=0.002$ ,  $p=0.001$ ,  $p=0.001$ ). 1군과 2군의 평균 신경절세포-내망상층 두께의 차이값은 발작기간과 유의한 상관관계를 보였다(correlation coefficient=0.249,  $p=0.019$ ).

**결론:** 급성폐쇄각발작 시 안압을 빨리 하강시키는 것이 황반부 신경절세포-내망상층의 감소를 줄이는 데 도움이 될 것으로 생각하며, 급성폐쇄각발작 후 경과관찰 시 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영을 이용한 황반부 신경절세포-내망상층의 두께 측정이 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2014;55(8):1167-1173〉