

# 급성폐쇄각녹내장에서 백내장 수술 후 홍채섬유주접촉지표 변화

## Iris-trabecular Contact Index Change after Cataract Surgery in Acute Angle Closure Glaucoma

박재홍 · 김호승 · 이태현 · 이경현

Jae Hong Park, MD, Ho Soong Kim, MD, Tae Heon Lee, MD, Kyung Heon Lee, MD

부산성모안과병원

Busan Sungmo Eye Hospital, Busan, Korea

**Purpose:** To evaluate the change of iris-trabecular contact index (ITC index) after cataract surgery in acute angle closure glaucoma.  
**Methods:** Twelve patients (17 eyes) who had a history of acute angle closure glaucoma underwent swept source optical coherence tomography before and after cataract surgery. Correlations between lens vault (LV), ITC index and intraocular pressure (IOP), anterior chamber depth (ACD), anterior chamber volume (ACV), and angle parameters were analyzed before and after cataract surgery.

**Results:** IOP ( $p = 0.007$ ), ACD ( $p < 0.001$ ), ACV ( $p < 0.001$ ), angle parameters ( $p = 0.001$ ), and ITC index ( $p = 0.012$ ) were improved after cataract surgery. ITC index decreased from  $88.42 \pm 23.59\%$  to  $48.91 \pm 35.13\%$  after cataract surgery ( $p = 0.012$ ). There was no correlation between LV and ACD ( $p = 0.075$ ), ACV ( $p = 0.864$ ), angle parameter ( $p = 0.112-0.707$ ), or ITC index ( $p = 0.288$ ) before cataract surgery. The correlations between ITC index and IOP ( $p = 0.021$ ), ACD ( $p = 0.002$ ), ACV ( $p < 0.001$ ), and angle parameter ( $p = 0.001-0.030$ ) were statistically significant before surgery but not statistically significant ( $p = 0.223/0.206/0.761/0.096-0.819$ ) after surgery.

**Conclusions:** ITC index significantly improved after cataract surgery, but part of angle closure was not resolved in some cases of acute angle closure glaucoma.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(9):1400-1406

**Keywords:** Acute angle closure glaucoma, Cataract surgery, Iris-trabecular contact index, Lens vault

상대적 동공차단 또는 얇은 전방각의 갑작스러운 폐쇄로 인해 발생하는 급성폐쇄각녹내장은 전신적 또는 점안 약물 치료와 레이저 홍채절개술로 대부분 환자에서 안압을 안정화시킬 수 있다. 전방각의 폐쇄는 여러 가지 기전에 의해 발생할 수 있고,<sup>1-4</sup> 동양인에서는 단순한 동공차단 한 가지

요인보다는 고원홍채, 수정체 요인 등이 복합적으로 작용하는 경우가 많은 것으로 추측된다.<sup>5-7</sup> 레이저 홍채절개술 후에도 전방각 폐쇄가 남아 있고, 이로 인해서 안압의 상승과 녹내장성 시신경변화가 초래되어 추가적인 치료가 필요할 수 있다.<sup>8</sup> 급성폐쇄각녹내장 환자에서 레이저 홍채절개술만 시행한 경우 12개월이 경과하였을 때, 안압이 다시 상승하는 확률은 연구에 따라 30-45.2%가 보고되었다.<sup>9-12</sup> 이와 비교하여 레이저 홍채절개술 후 백내장 수술을 하면 같은 기간에 안압 상승 확률이 3.2%로 현저히 낮았다.<sup>13</sup> 이들 보고에서는 백내장 수술 후 안압이 안정화되는 것은 수술 전 방각이 유의하게 넓어지기 때문이라고 하였다.<sup>14,15</sup>

전방각경은 현재 임상에서 폐쇄각녹내장의 진단을 위해

■ Received: 2016. 3. 3.      ■ Revised: 2016. 6. 22.

■ Accepted: 2016. 8. 8.

■ Address reprint requests to Kyung Heon Lee, MD

Busan Sungmo Eye Hospital, #409 Haeun-daero, Haeundae-gu, Busan 48064, Korea

Tel: 82-51-743-0775, Fax: 82-51-743-0776

E-mail: sungmobusan@hanmail.net

© 2016 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.

흔히 사용되는 검사이다. 전방각경 검사의 단점으로는 환자의 안구에 렌즈를 직접 접촉하기 때문에 생기는 불편감이 있다. 검사자는 전방각의 평가 기준도 여러 가지이고, 숙련도나 안구를 압박하는 정도에 따라서 판독 소견이 달라질 수 있는 단점이 있다.

최근 전방각 검사에 사용되고 있는 전안부 빛간섭단층촬영은 안구에 접촉하거나 안구를 압박하지 않으므로 전방각 폐쇄가 의심되는 환자에서 검사의 정확도를 높일 수 있다.<sup>16</sup> 전안부 빛간섭단층촬영은 검사자가 기기를 다루기 쉬우며, 검사자 내 또는 검사자 간 재현성이 우수하다는 장점이 있다.<sup>16</sup> 본 연구에 사용된 파장 가변 전안부빛간섭단층촬영(swept source optical coherence tomography, SS OCT)인 CASIA SS-1000 (Tomey Corporation, Nagoya, Japan)은 1,310 nm의 단파장의 레이저광선을 이용하여 30,000 A-scans/s의 스캔 속도로 3차원 이미지를 구현할 수 있다. 수평 스캔 범위가 16 mm로 전방각을 모두 포함할 수 있으며, 128개의 방사각 스캔 이미지로 모든 둘레의 전방각을 분석할 수 있다. 또한 SS OCT로 구한 iris-trabecular contact (ITC) index 값은 객관적이고 검사자 간 재현성이 높은 것으로 보고되었다.<sup>17,18</sup>

급성폐쇄각녹내장 환자에서 백내장 수술 후 안압과 전방각 수치는 호전되는 것으로 보고되었으나 ITC index는 보고된 바가 없었다. 본 연구의 저자들은 ITC index의 백내장 수술 후 변화와 안압, 전방 깊이, 부피, 전방각 수치들과의 상관관계를 살펴보고자 하였다.

## 대상과 방법

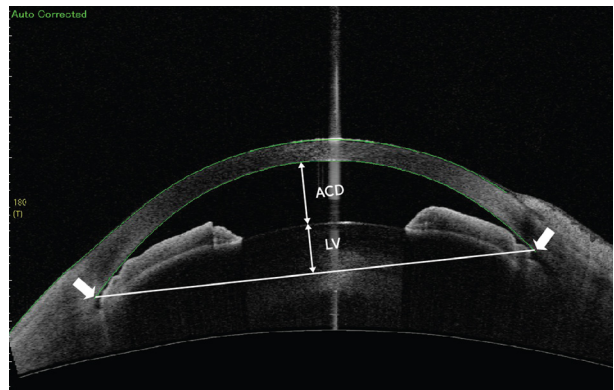
2013년 1월에서 2014년 7월까지의 기간 동안 급성폐쇄각녹내장으로 고삼투압제를 포함한 약물치료 후 레이저 홍채절개술을 시행하여 안압이 정상화되고, 각막부종, 전방염증이 회복된 후 백내장 수술을 시행한 12명 17안을 대상으로 하였다. 급성폐쇄각녹내장은 백내장 이외에 포도막염이나 당뇨병망막병증 같은 병적인 선행 요인이 없이 전방각 폐쇄소견을 보이며 안압이 21 mmHg보다 높고, 심한 안통과 두통, 오심과 구토, 시력저하를 보인 경우로 진단하였다.

백내장 수술은 1명의 술자(LKH)에 의해 시행되었다. 환자의 각막을 0.5% Paracaine hydrochloride (Alcaine<sup>®</sup>, Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 점안마취 후, 이측 각막윤부에 2.85 mm 투명각막절개를 시행하였다. 홍채 후 유착이 있는 경우 점탄물질이나 Sinsky 혹은 이용하여 유착을 제거 후 홍채견인기(Iris retractor, Howard instruments, Tuscaloosa, AL, USA)를 삽입하여 수술 시야를 확보하였다. 전방에 점탄물질을 주입한 후 낭 포셉(capsule forcep)으로 수정체낭 원형절개술을 시행하였다. 평형용액을 이용하여 수력분리술 후

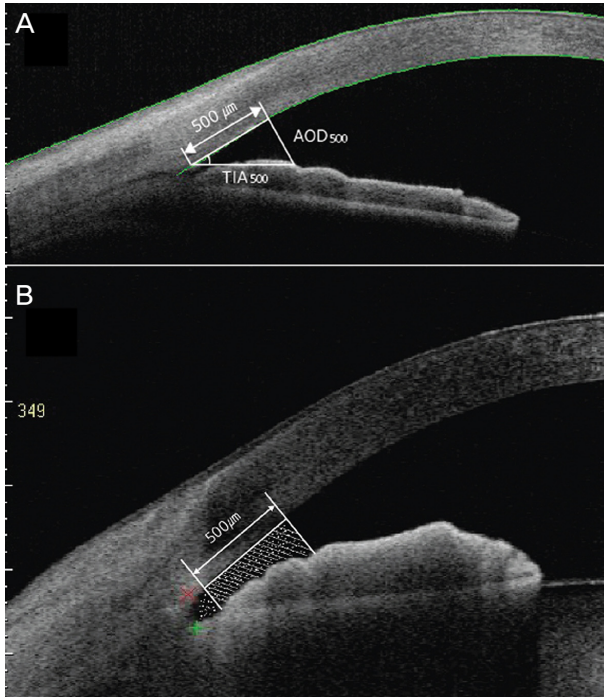
수정체 유화술로 수정체 핵을 제거하고 남은 피질은 관류 흡입장치를 이용하여 제거하였다. 전방과 낭 내부를 점탄 물질로 채우고 후방접합인공수정체(409M, Carl Zeiss, Dublin, CA, USA 또는 Acrysof SN60WF, Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 후낭 내에 삽입하였다. 수술 후 투명각막절개 부위는 봉합하지 않았다. 수술 후 점안 항생제(0.5% Levofloxacin drop, Cravit<sup>®</sup>, Santen, Osaka, Japan)와 스테로이드 제제(0.1% Fluorometholon drop, Ocumetholone<sup>®</sup>, Samil, Seoul, Korea)를 두 달에 걸쳐 사용하였다.

레이저 홍채절개술 후 각막부종이 안정화되어 백내장 수술을 계획한 시기와 백내장 수술 1개월 후에 굴절 및 시력 검사, 세극등 검사, 전방각경 검사, 골드만 압평안압계로 안압 측정, 전안부 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 전안부 빛간섭단층촬영은 실내 조명 아래 산동하지 않은 상태에서 동일한 검사자(PJH)가 SS OCT를 사용하였다. 눈꺼풀에 의해 가려지지 않도록 가능한 안구를 압박하지 않고 눈꺼풀을 두 손가락으로 벌려서 360° 스캔하여 영상을 촬영하였다.

SS OCT로 수정체아치높이(lens vault, LV), 전방 깊이, 전방 부피, 홍채 부피와 전방각 수치를 측정하였다. 전방 내 계측에서 공막극은 기준점이 되는 중요한 해부학적 구조물로, 동일한 검사자(PJH)가 공막과 비슷한 고반사율을 보이면서 앞방으로 약간 튀어나와 있고, 섬유주의 후방경계에서 각막 윤부와 평행하게 주행하는 부위를 공막극으로 지정하였다. LV는 공막극끼리 이은 선에서 수정체 앞쪽 표면까지의 수직 거리로 지정하였다(Fig. 1). 전방 깊이는 각막 내측 표면에서 수정체의 앞쪽 표면까지의 거리를 측정하였다(Fig. 1). 전방 부피와 홍채 부피는 기계에 자체적으로 내장된 프로그램이 각막의 내측 표면과 홍채의 전방경계, 후방경계, 섬모체를 각각의 B-scan에서 판독해서 일련의 공



**Figure 1.** Swept source optical coherence tomography image illustrating anterior chamber depth (ACD) and lens vault (LV). White arrows indicate the scleral spur.

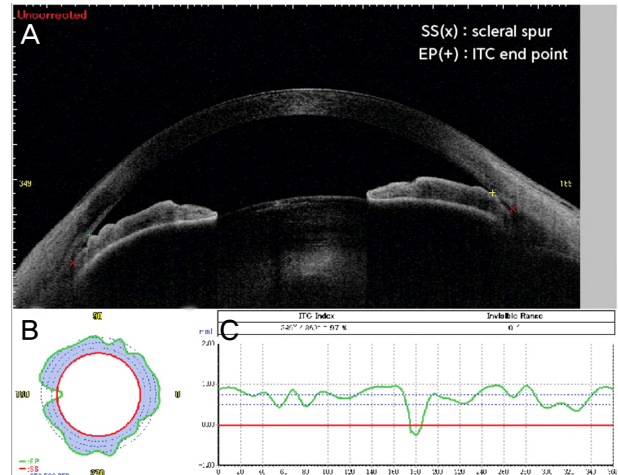


**Figure 2.** Cross-section image of angle structure illustrating angle parameters. (A) Angle opening distance at 500  $\mu\text{m}$  from scleral spur ( $\text{AOD}_{500}$ ) and trabecular-iris angle 500 ( $\text{TIA}_{500}$ ). (B) Trabecular-iris surface area 500 ( $\text{TISA}_{500}$ ) is expressed by dot printed and angle recess area 500 ( $\text{ARA}_{500}$ ) is expressed by a hatched box.

식을 통해 산출하였다.

전방각 수치로 angle opening distance (AOD), angle recess area (ARA), trabecular-iris surface area (TISA), trabecular-iris angle (TIA)을 측정하였다.  $\text{AOD}_{500}$ 는 공막극에서 500  $\mu\text{m}$  떨어진 각막 내피 면에서 수직으로 홍채를 향해 이은 가상 직선의 길이로 구하였다(Fig. 2).  $\text{ARA}_{500}$ 는 가상의 직선과 각막내피, 섬유주, 홍채에 의해 둘러싸인 공간의 면적을 산출하였다.  $\text{TISA}_{500}$ 는 공막극에서 500  $\mu\text{m}$  떨어진 각막 내피 면에서 수직으로 홍채를 향해 이은 가상의 직선과 공막극에서 수직으로 홍채를 향해 이은 가상의 직선, 각막 내피, 섬유주, 홍채에 의해 둘러싸인 공간의 면적을 산출하였다(Fig. 2).  $\text{TIA}_{500}$ 는 공막극에서 500  $\mu\text{m}$  떨어진 각막 내피 면까지 그은 가상선과 그 선에서 수직으로 홍채와 만나는 점을 공막극과 이은 가상선 사이의 각을 측정하였다. 모든 전방각 수치는 비측, 이측, 상측, 하측 4군데에서 측정한 값의 평균 값으로 계산하였다.

ITC index는 동일한 검사자가 기계가 자체적으로 선정된 11.25°로 간격의 16 프레임 이미지에서 공막극을 X, 홍채와 섬유주가 닿는 부위의 가장 앞쪽을 +로, 홍채와 섬유주가 서로 닿지 않는다면 전방각저나 홍채뿌리를 + (iris-tra-



**Figure 3.** Swept source optical coherence tomography image illustrating a single frame of anterior chamber. (A) The red colored "x" are the scleral spurs (SS) and the "+" are the iris-trabecular contact end points (EP). (B) Iris-trabecular contract (ITC) chart with blue area representing the amount and the distribution of iris-trabecular contact. Red line is the consecutive line of the scleral spur and the green line is the consecutive line of end point. (C) Iris-trabecular contact graph with X axis representing the degree of the angle, Y axis representing iris-trabecular contact. "+" means the contact with iris and trabecular meshwork and "-" means non-contact between the two structures.

becular contact end point, EP)로 택했다(Fig. 3). 16 프레임에서 공막극과 EP 선정을 마치면 기계에 내장된 자체 프로그램이 ITC index와 '보이지 않는 범위'를 계산하여 표기된다. 공막극에서 0.25, 0.50, 0.75 mm가 차트에서 점선으로 표기되며 홍채와 섬유주가 맞닿은 부분은 파란색으로 그 수치와 함께 범위도 나타난다. '보이지 않는 범위'는 공막극과 EP가 눈꺼풀에 가려지는 이유 등 분석이 어려운 부분의 각도를 수치로 나타낸 것으로 보이지 않는 범위가 180° 이내로 측정된 결과 값을 사용했다.<sup>17)</sup>

통계적 검정은 SPSS 16 통계프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 백내장 수술 전과 후의 측정 값을 비교하기 위해 Wilcoxon signed rank test를 사용하였다. LV와 안압, 전방각 계측치 사이에 상관관계를 분석하기 위해 Spearman's rho 공식을 이용하였다.  $p$ 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

## 결 과

대상 환자의 평균 나이는  $64.4 \pm 5.7$ 세였다. 남자 5명 여자 7명 모두 12명 17안으로 양안에서 급성폐쇄각녹내장이 발병하여 백내장 수술을 받은 환자가 5명이 있었다(Table 1).

백내장 수술 전 LV는 평균  $738.6 \pm 303.2 \mu\text{m}$ 였고, 가장 짧은 길이는  $372 \mu\text{m}$ , 가장 긴 길이는  $1,405 \mu\text{m}$ 였다. 안축장의 길이는 19.69에서 24.36 mm까지 있었고 평균 안축장 길이는  $22.29 \pm 1.37 \text{ mm}$ 였다. 술 전 각막내피세포 수의 평균 값은  $2,400.5 \pm 744.4/\text{mm}^2$ 였다.

대상 환자들은 백내장 수술 전에 비해 술 후 유의하게 시력은 호전되었고( $p<0.001$ ), 안압은 하강하였다( $p=0.007$ ) (Table 2). 대상 환자들은 레이저홍채절제술 후 각막부종이 호전되어 백내장 수술을 계획하기까지 20 mmHg 이하를 목표안압으로 평균  $1.2 \pm 1.2$ 개의 녹내장 약제를 사용하고 있었고 술 후에는 18 mmHg 이하를 목표안압으로 평균  $0.2 \pm 0.8$ 개로 백내장 수술 전에 비해 유의하게 점안 녹내장 약제의 수가 줄어들었다( $p=0.001$ ). 전방 깊이는 술 전에 비해 술 후 유의하게 깊어졌다( $p<0.001$ ). 전방 부피는 술 전  $79.06 \pm 22.65 \text{ mm}^3$ 에서 술 후  $146.71 \pm 22.60$ 으로 평균 값이 두 배 가까이 증가하였다( $p<0.001$ ). 전방 직경과 홍채부피는 술 전( $10.37 \pm 0.73 \text{ mm}$ ,  $24.98 \pm 5.65 \text{ mm}^3$ )에 비해 술 후( $10.88 \pm 0.56 \text{ mm}$ ,  $26.31 \pm 5.49 \text{ mm}^3$ ) 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다( $p=0.235$ ,  $p=0.451$ ) (Table 2).

**Table 1.** Patient baseline characteristics

	Mean $\pm$ SD	Range
Age (years)	$64.4 \pm 5.7$	54-76
Gender (male:female)	5:7	
Right eye:Left eye	7:10	
Lens vault ( $\mu\text{m}$ )	$738.6 \pm 303.2$	372-1,405
Axial length (mm)	$22.29 \pm 1.37$	19.69-24.36
Endothelial cell count ( $/\text{mm}^2$ )	$2,400.5 \pm 744.4$	409-3,194

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.  
SD = standard deviation.

**Table 2.** Preoperative and postoperative outcomes

	Preoperation	Postoperation	p-value
BCVA (log MAR)	$0.38 \pm 0.44$	$0.11 \pm 0.17$	$<0.001$
Intraocular pressure (mm Hg)	$20.29 \pm 7.56$	$15.71 \pm 4.04$	0.007
Glaucoma medication (No.)	$1.2 \pm 1.2$	$0.2 \pm 0.8$	0.001
Anterior chamber depth (mm)	$1.85 \pm 0.33$	$3.50 \pm 0.39$	$<0.001$
Anterior chamber volume ( $\text{mm}^3$ )	$79.06 \pm 22.65$	$146.71 \pm 22.60$	$<0.001$
Anterior chamber width (mm)	$10.37 \pm 0.73$	$10.88 \pm 0.56$	0.235
Iris volume ( $\text{mm}^3$ )	$24.98 \pm 5.65$	$26.31 \pm 5.49$	0.451
Angle parameter			
AOD (mm)	$0.30 \pm 0.10$	$0.51 \pm 0.12$	0.001
ARA ( $\text{mm}^2$ )	$0.15 \pm 0.04$	$0.21 \pm 0.05$	0.001
TISA ( $\text{mm}^2$ )	$0.12 \pm 0.03$	$0.18 \pm 0.04$	0.001
TIA ( $^\circ$ )	$20.72 \pm 7.91$	$34.08 \pm 6.03$	0.001
ITC index (%)	$88.42 \pm 23.59$	$48.91 \pm 35.13$	0.012
Invisible range ( $^\circ$ )	$26.77 \pm 38.59$	$23.62 \pm 36.86$	0.561

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

BCVA = best corrected visual acuity; AOD = angle opening distance; ARA = angle recess area; TISA = trabecular-iris surface area; TIA = trabecular-iris angle; ITC=iris-trabecular contact.

전방각 수치에서는 술 전에 비해 AOD가 유의하게 길이가 길어지고( $p=0.001$ ) ARA와 TISA의 면적이 증가하였으며( $p=0.001$ ,  $p=0.001$ ), TIA의 각도가 커졌다( $p=0.001$ ) (Table 2). 술 전 ITC index는 평균  $88.42 \pm 23.59$ 로 90에 가까울 정도로 높은 수치를 보였다. 백내장 수술 후 평균 ITC index는  $48.91 \pm 35.13$ 으로 50이 넘는 경우가 6안에서 있었다. 보이지 않는 범위(Invisible range)는 술 전과 술 후에 유의한 차이가 없었다( $p=0.561$ ).

백내장 수술 전 LV와 안압 및 전방 깊이, 부피, 전방각 지표, ITC index의 상관관계를 살펴보았다(Table 3). 술 전 LV가 높을수록 안압도 함께 오르는 양의 상관관계가 있었다(Spearman's  $\rho=0.600$ ,  $p=0.023$ ). 전방 깊이과 전방 부피는 술 전 LV와 유의한 관계가 없었다( $p=0.075$ ,  $p=0.864$ ). 전방각 수치(AOD, ARA, TISA, TIA)와 술 전 LV 또한 유의한 관계는 없었다( $p=0.707$ ,  $p=0.553$ ,  $p=0.112$ ,  $p=0.668$ ).

**Table 3.** Correlation between lens vault and the other parameters before cataract surgery

	Spearman's rho	p-value
IOP (mm Hg)	0.600	0.023
Anterior chamber depth (mm)	-0.490	0.075
Anterior chamber volume ( $\text{mm}^3$ )	-0.051	0.864
Angle parameter		
AOD (mm)	-0.115	0.707
ARA ( $\text{mm}^2$ )	-0.181	0.553
TISA ( $\text{mm}^2$ )	-0.462	0.112
TIA ( $^\circ$ )	-0.132	0.668
ITC index (%)	0.398	0.288

IOP = intraocular pressure; AOD = angle opening distance; ARA = angle recess area; TISA = trabecular-iris surface area; TIA = trabecular-iris angle; ITC = iris-trabecular contact.

**Table 4.** Correlation between pre (1)/postoperative (2) iris-trabecular contact index and the other parameters

	Spearman's rho	p-value
Preoperation (1)		
Intraocular pressure (mm Hg)	0.479	0.021
Anterior chamber depth (mm)	-0.617	0.002
Anterior chamber volume (mm <sup>3</sup> )	-0.752	<0.001
Angle parameter		
AOD (mm)	-0.452	0.030
ARA (mm <sup>2</sup> )	-0.613	0.002
TISA (mm <sup>2</sup> )	-0.642	0.001
TIA (°)	-0.580	0.004
Iris volume (mm <sup>3</sup> )	0.513	0.012
Postoperation (2)		
Intraocular pressure (mm Hg)	0.312	0.223
Anterior chamber depth (mm)	0.323	0.206
Anterior chamber volume (mm <sup>3</sup> )	-0.080	0.761
Angle parameter		
AOD (mm)	-0.060	0.819
ARA (mm <sup>2</sup> )	-0.417	0.096
TISA (mm <sup>2</sup> )	-0.348	0.170
TIA (°)	-0.135	0.606
Iris volume (mm <sup>3</sup> )	0.053	0.841

AOD = angle opening distance; ARA = angle recess area; TISA = trabecular-iris surface area; TIA = trabecular-iris angle.

술 전 LV와 ITC index도 유의한 관계는 없었다( $p=0.288$ ).

백내장 수술 전과 후를 나누어 ITC index와 안압, 전방 깊이, 전방 부피, 전방각 지표와의 관계를 분석하였다(Table 4). 백내장 수술 전 ITC index가 높을수록 안압도 높았다(Spearman's rho=0.479,  $p=0.021$ ). 백내장 수술 전 전방 깊이가 낮고, 전방 부피가 적을수록 ITC index가 높았다(Spearman's rho=-0.617/-0.752,  $p=0.002/<0.001$ ). 전방각 지표(AOD, ARA, TISA, TIA)의 값이 적을수록 ITC index는 높았다(Spearman's rho=-0.452/-0.612/-0.642/-0.580,  $p=0.030/0.002/0.001/0.004$ ). 홍채 부피가 클수록 ITC index는 높았다(Spearman's rho=0.513,  $p=0.012$ ). 백내장 수술 후 ITC index와 안압은 유의한 관계가 없었다( $p=0.223$ ). 전방 깊이와 전방 부피 모두 ITC index와 유의한 관계가 없었다( $p=0.206/0.761$ ). 술 후 전방각 지표(AOD, ARA, TISA, TIA)의 값은 ITC index와 반비례하지 않았다( $p=0.819/0.096/0.170/0.606$ ). 홍채 부피와 ITC index도 유의한 관계는 없었다( $p=0.841$ ). 백내장 수술 전 ITC index는 안압, 전방 부피/깊이, 전방각 지표 모두와 유의한 양 또는 음의 상관관계가 있었으나 술 후에는 모두와 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

## 고 찰

폐쇄각녹내장에 관여하는 요인은 여러 가지가 있다. 폐

쇄각녹내장에서는 짧은 안축장 길이와 두꺼운 수정체로 인하여 전방이 좁아진다.<sup>5</sup> 개방각녹내장보다 폐쇄각녹내장에서 짧은 안축장 길이, 얇은 전방, 보다 두껍고 앞쪽에 위치한 수정체, 작은 각막 곡률 값 등의 특징이 나타난다.<sup>19,20</sup> 짧은 안축장 길이, 얇은 전방, 높은 LV는 전방각 폐쇄에 관여한다.<sup>5</sup>

폐쇄각을 평가하고 진단하는 가장 중요한 검사는 전방각경 검사이다. 직접 안구에 접촉하기 때문에 환자 불편감을 유발하고 검사자의 숙련도와 안구 압박 정도에 따라 판독소견이 달라질 수 있는 단점이 있으나 접촉성 폐쇄와 홍채주변유착을 감별할 수 있는 장점이 있다. SSOCT는 안구를 직접 접촉하지 않고 다루기 쉬우며 검사자 내/검사자 간 재현성이 우수하다는 보고가 있다.<sup>17,18</sup> 전방각경과 SSOCT로 측정한 ITC index를 비교한 연구에서 전방각경 검사상 전방각폐쇄의 정도가 어떠한 전방각 폐쇄를 판독하기 위한 곡선아래면적(area under curve)이 0.83-0.91로 정확도가 높았다.<sup>17</sup> ITC 컷오프 기준을 35% 이상으로 설정했을 때 민감도가 가장 높았고, 70% 이상으로 설정하였을 때 특이도가 가장 높았다.<sup>17</sup> 24안의 만성폐쇄각녹내장을 대상으로 홍채주변유착 위치를 평가하는 데 SSOCT 검사와 전방각경검사를 비교한 연구에서 카파값 0.79의 양호한 결과를 보였다.<sup>21</sup> SSOCT에서 접촉성 폐쇄와 홍채주변유착을 감별하기 위해 밝은 환경과 어두운 환경 모두에서 SSOCT를 촬영하였고, 2명의 검사자에서 홍채주변유착의 위치, 면적 모두 검사자 간 상관관계수 0.99의 높은 유사성을 보였다.<sup>21</sup>

급성폐쇄각녹내장은 관여하는 여러 요인들 중에서 수정체성 요인이 상당히 중요한 부분을 차지한다.<sup>22</sup> 전안부빛간섭단층촬영으로 급성폐쇄각녹내장, 급성폐쇄각녹내장의 반대안, 원발폐쇄각녹내장, 만성폐쇄각녹내장을 대조군과 비교한 연구에서 대조군과 나머지 군 사이에 전방깊이, 전방각 수치, LV 등이 유의한 차이가 있었다.<sup>20</sup> 급성폐쇄각녹내장에서는 그중에서도 특히 LV가 다른 군에 비해서 유의하게 높았다.<sup>20</sup> 수정체성 요인을 대표하는 LV는 수정체의 두께와 위치로 결정된다.<sup>23</sup> LV가 특히 여성에서 나이가 들수록 증가하는데, 이는 수정체 두께의 증가와 함께 섬모체 소대의 이완으로 인해서 발생한다.<sup>5</sup> 수정체 두께의 증가와 LV의 증가는 홍채-수정체의 접촉 면적을 늘리고 홍채 굴곡(iris curvature)을 가파르게 하고, 이러한 변화가 전방각 과밀화와 함께 동공 차단을 유발한다.<sup>5</sup> 본 연구에서는 LV가 높을수록 전방각 과밀화와 전방각 폐쇄를 유발할 것이므로 전방각 수치는 악화되고 ITC index도 비례해서 높을 것으로 가정하였다.

LV와 ITC index의 상관관계를 분석한 기존 연구는 없었으나, LV와 전방깊이, 전방각 수치와의 상관관계를 전안부



빛간섭단층촬영을 통해 분석한 연구에서 LV는 전방 깊이, AOD<sub>500</sub>과 음의 상관관계를, 홍채 굴곡(iris curvature), 수정체 두께와 양의 상관관계를 나타냈다.<sup>20</sup> 본 연구에서 백내장 수술 전 LV는 안압 상승과 유의한 상관관계가 있었으나 전방 깊이, 전방 부피, 전방각 수치, ITC index와는 유의한 관계를 보이지 않았다(Table 3). 이는 수정체성 요인을 대표하는 LV 이외에도 전방각 폐쇄에 홍채주변유착이나 홍채 굴곡, 홍채 두께 등이 관여했을 가능성이 있다.

급성폐쇄각녹내장 환자에서 백내장 수술 후 안압 및 전방 깊이, 전방 부피, 전방각 수치는 모두 유의하게 호전되었다. 백내장 수술 전에는 ITC index와 안압, 전방 부피, 전방 깊이, 전방각 수치 등 모든 인자와 유의한 상관관계가 있었으나, 백내장 수술 후에는 전방각이 넓어지면서 ITC index와 안압, 전방 깊이, 전방각 지표와의 상관관계가 소실되었다(Table 4). 수술 후에는 수정체가 제거되므로 주변부 전방각은 넓어지지만 홍채주변유착이 남아있고 홍채요인이 변화하는 것은 아니므로 백내장 수술 후 ITC index와 전방각의 깊이, 전방각 지표가 반드시 일치하는 것은 아닐 수 있다.

최근 새로운 연구들에서 전방각폐쇄에 홍채의 중요성이 강조되는데, 여기에는 홍채 굴곡, 홍채 두께, 홍채 단면적(iris cross-sectional area)이 있다.<sup>19</sup> 홍채가 앞으로 볼록하거나 두껍거나 단면적이 넓다면 결국 전방각의 과밀화로 나타난다.<sup>19,23</sup> 243인의 원발폐쇄각녹내장 환자를 분석한 결과 넓은 홍채 면적이 30%, 높은 LV가 10.7%, 두 가지가 혼합된 유형이 59.3%임을 보고하였다.<sup>24</sup> 초음파생체현미경으로 원발폐쇄각 환자를 분석한 연구에서 원발폐쇄각 환자에서 레이저 홍채절개술 이후에 부가적 전방각폐쇄(appositional angle closure)가 발생하는 이유로 홍채주변유착, 고원홍채, 두껍고 앞으로 위치한 홍채를 원인으로 보았다.<sup>25</sup>

홍채 부피 자체는 기본적으로 개방각녹내장과 폐쇄각녹내장에서 차이가 없으나 산동하면 정상안과 개방각녹내장, 폐쇄각녹내장에서 모두 홍채 부피가 감소하게 되는데, 그 정도가 전방각 부피가 적을수록 덜 감소한다고 하였다.<sup>19</sup> 특히 폐쇄각녹내장에서 덜 감소하고 일부(16.4%)에서는 오히려 더 증가한다고 보고하였다.<sup>19</sup> 홍채주변유착이 있거나 고원홍채 또는 홍채가 두껍고 앞으로 위치한 환자가 산동 과정에서 홍채 부피가 감소하지 않고 오히려 더 증가한다면 급성폐쇄각녹내장이 발생할 것이다. 전방각폐쇄에 홍채주변유착이나 고원홍채 같은 홍채가 미치는 영향이 높다면 본 연구에서처럼 백내장 수술 후 수정체성 요인을 제거하고도 ITC index가 여전히 평균 48.91%로 높은 상태를 유지하고, 백내장 수술 전 LV가 전방 폐쇄를 나타내는 지표들과 상관관계를 보이지 않을 수 있을 것이다.

본 연구는 초음파생체현미경으로 시행한 연구가 아니기

때문에, 홍채가 전방각 폐쇄에 미치는 요인을 분석하지는 못하였다. 표본의 수가 적어 상관관계 분석에서 비모수 검정을 했다는 단점이 있다. 수술 전과 수술 후에도 녹내장 점안약물과, 점안 스테로이드제제가 안압에 영향을 미칠 수 있으나 이를 보정하지 못하고 안압의 변화, 안압과 LV, ITC index 등의 상관관계를 분석하였다. 저자들이 아는 한, 급성폐쇄각녹내장 환자에서 백내장 수술 전, 후 ITC index를 분석한 첫 연구로써 의의가 있다.

## REFERENCES

- 1) Lowe RF. Aetiology of the anatomical basis for primary angle-closure glaucoma. Biometrical comparisons between normal eyes and eyes with primary angle-closure glaucoma. Br J Ophthalmol 1970; 54:161-9.
- 2) Lowe RF. Angle-closure, pupil dilatation, and pupil block. Br J Ophthalmol 1966;50:385-9.
- 3) Markowitz SN, Morin JD. The ratio of lens thickness to axial length for biometric standardization in angle-closure glaucoma. Am J Ophthalmol 1985;99:400-2.
- 4) Marchini G, Pagliaruso A, Toscano A, et al. Ultrasound biomicroscopic and conventional ultrasonographic study of ocular dimensions in primary angle-closure glaucoma. Ophthalmology 1998;105:2091-8.
- 5) Nongpiur ME, He M, Amerasinghe N, et al. Lens vault, thickness, and position in Chinese subjects with angle closure. Ophthalmology 2011;118:474-9.
- 6) Foo LL, Nongpiur ME, Allen JC, et al. Determinants of angle width in Chinese Singaporeans. Ophthalmology 2012;119:278-82.
- 7) 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.
- 8) Alsagoff Z, Aung T, Ang LP, Chew PT. Long-term clinical course of primary angle-closure glaucoma in an Asian population. Ophthalmology 2000;107:2300-4.
- 9) Robin AL, Pollack IP. Argon laser peripheral iridotomies in the treatment of primary angle closure glaucoma. Long-term follow-up. Arch Ophthalmol 1982;100:919-23.
- 10) Lam DS, Lai JS, Tham CC, et al. Argon laser peripheral iridoplasty versus conventional systemic medical therapy in treatment of acute primary angle-closure glaucoma: a prospective, randomized, controlled trial. Ophthalmology 2002;109:1591-6.
- 11) Yeung BY, Ng PW, Chiu TY, et al. Prevalence and mechanism of appositional angle closure in acute primary angle closure after iridotomy. Clin Experiment Ophthalmol 2005;33:478-82.
- 12) Lam DS, Leung DY, Tham CC, et al. Randomized trial of early phacoemulsification versus peripheral iridotomy to prevent intraocular pressure rise after acute primary angle closure. Ophthalmology 2008;115:1134-40.
- 13) Aung T, Ang LP, Chan SP, Chew PT. Acute primary angle-closure: long-term intraocular pressure outcome in Asian eyes. Am J Ophthalmol 2001;131:7-12.
- 14) Kim DD, Doyle JW, Smith MF. Intraocular pressure reduction following phacoemulsification cataract extraction with posterior

- chamber lens implantation in glaucoma patients. *Ophthalmic Surg Lasers* 1999;30:37-40.
- 15) Yun YM, Yim JH, Kim CS. Clinical factors that influence intra-ocular pressure change after cataract surgery in primary open-angle glaucoma and angle-closure glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:85-96.
- 16) Sakata LM, Lavanya R, Friedman DS, et al. Comparison of gonioscopy and anterior segment ocular coherence tomography in detecting angle closure in different quadrants of the anterior chamber angle. *Ophthalmology* 2008;115:769-74.
- 17) Baskaran M, Ho SW, Tun TA, et al. Assessment of circumferential angle-closure by the iris-trabecular contact index with swept-source optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2013;120:2226-31.
- 18) Ho SW, Baskaran M, Zheng C, Tun TA. Swept source optical coherence tomography measurement of the iris-trabecular contact (ITC) index: a new parameter for angle closure. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251:1205-11.
- 19) Mak H, Xu G, Leung CK. Imaging the iris with swept-source optical coherence tomography: relationship between iris volume and primary angle closure. *Ophthalmology* 2013;120:2517-24.
- 20) Moghimi S, Vahedian Z, Fakhraie G, et al. Ocular biometry in the subtypes of angle closure: an anterior segment optical coherence tomography study. *Am J Ophthalmol* 2013;155:664-73, 673.e1.
- 21) Lai I, Mak H, Lai G, et al. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: measuring peripheral anterior synechia in glaucoma. *Ophthalmology* 2013;120:1144-9.
- 22) Lim MC, Lim LS, Gazzard G, et al. Lens opacity, thickness, and position in subjects with acute primary angle closure. *J Glaucoma* 2006;15:260-3.
- 23) Kim YK, Yoo BW, Kim HC, et al. Relative lens vault in subjects with angle closure. *BMC Ophthalmol* 2014;14:93.
- 24) Nongpiur ME, Gong T, Lee HK, et al. Subgrouping of primary angle-closure suspects based on anterior segment optical coherence tomography parameters. *Ophthalmology* 2013;120:2525-31.
- 25) Yan YJ, Wu LL, Wang X, Xiao GG. Appositional angle closure in Chinese with primary angle closure and primary angle closure glaucoma after laser peripheral iridotomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55:8506-12.

---

= 국문초록 =

## 급성폐쇄각녹내장에서 백내장 술 후 홍채섬유주접촉지표 변화

**목적:** 급성폐쇄각녹내장 환자에서 백내장 술 후 홍채섬유주접촉지표(iris-trabecular contact index, ITC index)의 변화를 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** 급성폐쇄각녹내장 기왕력이 있는 12명 17안에서 백내장 수술 전후에 파장 가변 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 수정체아치높이(lens vault, LV), ITC index와 안압, 전방 깊이, 전방 부피, 전방각 수치의 상관관계를 백내장 수술 전후로 분석하였다.

**결과:** 백내장 수술 후 안압( $p=0.007$ ), 전방 깊이( $p<0.001$ ), 전방 부피( $p<0.001$ ), 전방각 지표( $p=0.001$ )와 ITC index ( $p=0.012$ )는 모두 유의하게 호전되었다. ITC index는 백내장 수술 전  $88.42 \pm 23.59\%$ 에서 수술 후  $48.91 \pm 35.13\%$ 로 감소되었다( $p=0.012$ ). 수술 전 LV는 전방 깊이( $p=0.075$ ), 전방 부피( $p=0.864$ ), 전방각 수치( $p=0.112-0.707$ ), ITC index ( $p=0.288$ )와 유의한 상관관계를 보이지 않았다. ITC index는 수술 전 안압( $p=0.021$ ), 전방 깊이( $p=0.002$ ), 전방 부피( $p<0.001$ ), 전방각 수치( $p=0.001-0.030$ )와 유의한 상관관계를 보였으나 수술 후에는 이들 지표와 유의한 상관관계가 없었다( $p=0.223/0.206/0.761/0.096-0.819$ ).

**결론:** 급성폐쇄각녹내장 환자에서 백내장 술 후 ITC index는 유의하게 호전되었으나, 전방각 폐쇄는 일부 남아 있었다.

(대한안과학회지 2016;57(9):1400-1406)

---