



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학석사 학위논문

전안부 빛간섭단층촬영을 이용한 백내장
수술을 시행 받은 원발폐쇄각질환에서의
고원홍채 예측

Anterior Segment Optical Coherence Tomography for
Prediction of Plateau iris in Primary Angle Closure
Disease Underwent Phacoemulsification

울산대학교 대학원

의 학 과

송 우 근

전안부 빛간섭단층촬영을 이용한 백내장
수술을 시행 받은 원발폐쇄각질환에서의

고원홍채 예측

지도교수 성 경 림

이 논문을 의학석사 학위논문으로 제출함

2024 년 2 월

울산대학교 대학원

의 학 과

송 우 근

송우근의 의학석사 학위 논문을 인준함

심사위원 김고은 인

심사위원 김윤전 인

심사위원 성경림 인

울산대학교 대학원

2024년 2월

국문요약

목적: 백내장 수술 전, 수술 후 전안부 빛간섭단층촬영 계측치를 이용하여 원발폐쇄각질환 중 고원홍채를 진단 및 예측하고자 하였다.

대상과 방법: 본원에서 백내장 수술을 받았으며 수술 전 초음파생체현미경과 수술 전후 전안부 빛간섭단층촬영 검사를 모두 시행한 총 70명, 70안의 원발폐쇄각질환 환자들을 대상으로 하였다. 백내장 수술 전 초음파생체현미경 기준을 통하여 고원홍채와 비고원홍채군을 분류하였으며, 두 군의 수술 전후 전안부 빛간섭단층촬영 계측치를 포함한 임상적 특성을 비교하였다. 로지스틱 회귀분석을 통하여 고원홍채 예측을 위한 전안부 빛간섭단층촬영 인자들을 분석하고, 고원홍채 예측의 진단적 능력을 평가하기 위해 receiver operating characteristic curve 분석을 시행하였다.

결과: 초음파생체현미경으로 분류한 고원홍채군 32안, 비고원홍채군 38안이었으며, 고원홍채군에서 비고원홍채군보다 백내장 수술 전 유의하게 넓은 전방각 계측치와 높은 trabecular-ciliary process distance (TCPD), trabecular-ciliary process angle (TCA) 수치를 보였다. 또한 고원홍채군에서 비고원홍채군에 비해 백내장 수술 후 더 가파른 홍채곡률, 수술 전후 더 낮은 홍채곡률의 변화량을 보였다. 고원홍채 예측과 유의하게 관련있는 전안부 빛간섭단층촬영 인자는 백내장 수술 후 홍채곡률이었으며, 수술 후 홍채곡률과 수술 전후 홍채곡률의 변화가 폐쇄각분류에 있어 가장 진단력이 높은 전안부 빛간섭단층촬영 계측치들이었다.

결론: 고원홍채 예측에 있어 백내장 수술 후 전안부 빛간섭단층촬영 홍채곡률 계측치가 중요한 인자이며, 임상적으로 백내장 수술을 통한 폐쇄각 해결 후에도 전안부 빛간섭단층촬영을 통한 홍채곡률의 확인과 고원홍채 진단이 중요하다.

차례

국문요약.....	iv
차례.....	v
표 및 그림 목차.....	vi
서론.....	1
연구대상 및 방법.....	3
연구결과.....	8
고찰.....	20
결론.....	25
참고문헌.....	26
영문요약.....	30

표 및 그림 목차

Table 1. Comparison of baseline demographics, ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography parameters before phacoemulsification in the study subjects

Table 2. Comparison of postoperative and change of anterior segment optical coherence tomography parameters before and after phacoemulsification in the study subjects

Table 3. Logistic regression analyses for the determination factors associated with plateau iris diagnosis before and after phacoemulsification

Table 4. Receiver operating characteristic curve analysis for ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography parameters as predictors of plateau iris configuration angle-closure mechanism

FIGURE 1. Receiver operating characteristic curves illustrating the diagnostic performance of ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography parameters before and after phacoemulsification in detecting plateau iris configuration angle-closure mechanism.

FIGURE 2. Representative cases of preoperative UBM and AS-OCT parameters before and 1 month after phacoemulsification with PIC and non-PIC angle-closure mechanisms. Images of vertical AS-OCT (preoperative; top left, postoperative; bottom left) and preoperative UBM scans (superior quadrant; top right, postoperative; bottom right). A. PIC case. B. Non-PIC case.

서론

원발폐쇄각질환(primary angle closure disease)의 주요 발병 기전은 홍채섬유주접촉(iridotrabecular contact)으로 인한 전방각 폐쇄, 그로 인한 방수 유출 장애이다.¹ 원발폐쇄각질환에서 중요한 검사는 전방각경(gonioscopy) 검사로, 이를 통하여 폐쇄각 여부의 진단과 폐쇄각 기전 분류, 치료 반응 확인 등 중요한 임상적 정보를 얻을 수 있다.^{2,3} 하지만 전방각경 검사는 전방각경을 직접 안구에 접촉하며 검사하기 때문에 피검사자의 불편감을 유발할 뿐 아니라 주관적인 검사이며 정량적인 분석이 어렵다는 단점들을 가지고 있다. 따라서 최근 원발폐쇄각질환을 진단하고 연구하기 위해 전안부 빛간섭단층촬영(anterior segment optical coherence tomography)과 초음파생체현미경(ultrasound biomicroscopy)과 같은 검사들이 널리 사용되고 있다.^{4,6}

원발폐쇄각질환은 기전에 따라 동공차단(pupillary block), 고원홍채(plateau iris), 수정체 앞쪽 이동(exaggerated lens vault) 등으로 다양하게 분류된다.^{5,6} 이 중 고원홍채는 치료에 대한 반응이 다른 기전들에 비해 좋지 못한 것으로 알려져 있으며, 레이저홍채절개술(laser peripheral iridotomy) 및 백내장 수술 후 전방각 및 홍채섬유주접촉 호전 정도가 다른 기전들에 비해 적다.⁷⁻¹⁰ 따라서 임상적으로 고원홍채 여부가 예후에 중요하기 때문에 기존 검사들을 통하여 이를 진단하고 예측하고자 하는 시도들이 있어왔다. 초음파생체현미경은 현재 고원홍채의 진단에 있어 표준적인 진단법(gold standard)으로 이용되고 있지만, 전안부 빛간섭단층촬영과는 달리 피검사자의 불편감을 유발할 수 있고 해상도도 낮기 때문에 전안부 빛간섭단층촬영을 이용하여 고원홍채 분류를 간접적으로 예측하고자 한 기존 연구들이 있었으나 연구마다 일관된 결과를 보이지 않았다.¹¹⁻¹³

따라서 본 연구에서는 전안부 빛간섭단층촬영을 이용하여 초음파생체현미경을 통한 표준적인

폐쇄각기전 분류, 특히 고원홍채를 예측할 수 있다면 임상적인 의미가 있을 것으로 생각하였다. 이를 위해 기존 연구들과는 달리 고원홍채의 해부학적 특징을 이용하여 폐쇄각 해결을 위한 백내장 수술을 받은 환자들을 대상으로, 백내장 수술 전후의 전안부 빛간섭단층촬영 계측치들을 통해 원발폐쇄각질환 중 고원홍채를 진단 및 예측하고자 하였다.

연구대상 및 방법

본 연구는 2021년 1월 1일부터 2023년 08월 31일까지 서울아산병원 녹내장 클리닉에 방문한 환자 중 원발폐쇄각질환으로 진단받고 백내장 수술을 시행 받은 환자들을 대상으로 후향적으로 의무기록을 분석한 임상적 코호트 연구(clinical cohort study)이다. 본 연구는 서울아산병원 생명윤리심의위원회(IRB)의 승인을 받았고, 헬싱키 선언을 준수하여 시행되었다.

백내장 수술은 모두 동일 술자(KRS)에 의해 시행되었으며, 수정체초음파유화술을 시행한 후 수정체낭 내에 인공수정체를 성공적으로 삽입한 경우만을 본 연구에 포함시켰다. 전낭절개시 방사상파열이 있거나 후낭파열로 인공수정체 섬모체고랑삽입술 또는 공막고정술을 시행 받은 경우는 연구 대상에서 제외하였다. 또한 수술 후 창상봉합부위를 통한 방수유출이 의심되거나 전방출혈 등의 합병증이 있는 경우도 본 연구에서 제외하였다.

모든 환자들에게서 세극등현미경검사, 골드만압평안압계(Haag-Streit, Köniz, Switzerland)를 이용한 안압검사, 전방각경검사, 초음파 각막두께측정계를 이용한 중심각막두께(SP-3000® pachymeter, Tomey, Nagoya, Japan), 안축장(IOLMaster; Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA), 시야검사(24-2 Swedish interactive threshold algorithm; Humphrey visual field analyzer, Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA), 안저검사, 빛간섭단층촬영(Cirrus SD-OCT, Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA), 전안부 빛간섭단층촬영(CASIA 2, Tomey, Nagoya, Japan), 초음파생체현미경(ABSolu, Quantel Medical, Clermont-Ferrand, France) 검사를 시행하였으며, 특히 본 연구에서는 백내장 수술 전 같은 날짜에 전안부 빛간섭단층촬영과 초음파생체현미경을 모두 검사한 환자만을 포함하였다.

백내장 수술 전 검사 상 원발폐쇄각질환으로 진단된 환자들 이 본 연구에 포함되었으며,

원발폐쇄각질환에서의 폐쇄가능전방각(occludable angle) 진단에는 세극등현미경검사와 전방각경검사를 이용하였다. 폐쇄가능전방각은 환자가 전방을 주시한 상태에서 전방각경을 누르지 않고 검사하였을 때 전방각 총 360도 중 180도 이상에서 섬유주가 관찰되지 않는 경우로 정의하였으며, 원발폐쇄각질환은 International Society for Geographical and Epidemiological Ophthalmology (ISGEO) 분류에 따라 원발폐쇄각의증(primary angle-closure suspect), 원발폐쇄각(primary angle-closure), 원발폐쇄각녹내장(primary angle-closure glaucoma) 안들이 모두 포함되었다.¹⁴ 전방각에 영향을 줄 수 있는 전신적인 약물이나 안약을 사용하고 있는 경우, 레이저홍채절개술이나 레이저주변홍채성형술과 같은 시술 및 백내장 수술 이외의 다른 안과적 시술/수술을 받은 경우, 신생혈관 혹은 포도막염 등과 연관된 이차성 폐쇄각으로 진단된 경우는 본 연구에서 제외하였다. 한 환자의 양안 모두 본 연구에 적합할 경우, 양안 중 단안만 무작위로 선택하여 포함하였다.

전안부 빛간섭단층촬영

본 연구에 포함된 환자들은 백내장 수술 전, 백내장 수술 1개월 후 전안부 빛간섭단층촬영 검사를 받았으며, 기계에 내장된 소프트웨어를 통하여 전방각을 따라 45도마다 총 8개 이미지의 검사 결과를 얻어 전방각의 정량적, 정성적 분석을 시행하였다. 다만 녹내장 전문의(WKS)의 감독하 중심 주시가 잘 되며, 공막극(scleral spur)이 높은 해상도로 뚜렷하게 확인되고, 눈 움직임으로 인한 인공음영(motion artifact)이 나타나지 않는 좋은 질의 검사로만 분석을 수행하였다. 전안부 빛간섭단층촬영을 통하여 다음과 같은 정량적 계측치들을 얻었으며 이에 대한 설명은 다른 논문들에서 언급된 바 있다: 전방폭(anterior chamber width, ACW), 전방깊이(anterior chamber depth, ACD), 전방면적(anterior chamber area), 수정체원개(lens vault, LV), 홍채 계측치로 홍채두께(iris thickness 750 μ m, IT750)와 홍채곡률(iris

curvature, Icurv), 그리고 전방각 계측치로 angle opening distance at 500 μm (AOD500), angle opening distance at 750 μm (AOD750), angle recess area at 500 μm (ARA500), angle recess area at 750 μm (ARA750), trabeculo-iris space area at 500 μm (TISA500), trabeculo-iris space area at 750 μm (TISA750).^{15,16} 전방각과 홍채 계측치들은 360도에 걸친 총 8개 이미지의 평균값으로 분석에 사용되었다. 정성적인 분석을 위해 홍채섬유주접촉(iridotrabecular contact, ITC) 지수(index)와 면적(area)도 장비에 내장된 반자동 소프트웨어를 통하여 계산되었고, 홍채섬유주접촉지수는 360도 전방각에 걸쳐 공막극보다 높은 위치에서 주변부 홍채와 전방각 사이의 접촉이 관찰되는 비율로, 홍채섬유주접촉면적은 360도 전방각에 걸쳐 접촉을 보이는 총 면적으로 정의하였다.¹⁷

초음파생체현미경

초음파생체현미경은 백내장 수술 전 누운 자세에서 0.5% proparacaine 점안액을 이용한 점안 마취하 어두운 조명 아래 시행되었으며, 검사 반대안을 통하여 천장에 있는 주시점을 주시하게끔 하며 진행하였다. 초음파생체현미경 탐침자(probe)는 안구 표면과 수직으로 위치하며 검사하였고, 상측, 하측, 이측, 비측의 총 4개의 사분면으로 나누어 이미지를 획득하였다. 공막극과 전방각, 홍채 뒤쪽의 섬모체와 섬모체고랑이 잘 관찰되는 질 좋은 검사만 연구에 사용하였다. 초음파생체현미경 검사 결과를 이미지 분석용 소프트웨어(ImageJ software, version 1.54, Wayne Rasband, National Institutes of Health, Rockville, MD, USA)를 이용하여 계측치들을 계산하였다. Trabecular-ciliary process distance (TCPD)는 공막극으로부터 각막내피세포 500 μm 위치에서부터 섬모체까지의 홍채 뒷면에 수직으로 연장한 거리로, trabecular-ciliary process angle (TCA)는 공막극을 꼭지점으로 하여 TCPD 측정 시 사용한 두 점 사이의 각도로, ciliary body thickness 1mm posterior to the scleral spur (CBT1)은 공막극으로부터 1 mm 후방의

섬모체두께로 정의하였다.^{7,10,18}

원발폐쇄각기전 분류

다양한 기존 연구들에서 폐쇄각의 기전을 4가지로 분류하였다: 동공차단, 고원홍채, 수정체 앞쪽 이동, 두꺼운 주변부 홍채 말림.^{5,6} 이 중에서 본 연구에서는 백내장 수술 전 초음파생체현미경 검사를 진단적 기준으로 삼아 고원홍채 폐쇄각기전 여부를 분류하였다. 초음파생체현미경으로 분류한 고원홍채는 앞쪽에 위치한 섬모체돌기, 섬모체고랑의 부재, 각진 주변부 홍채 뿌리와 평평한 중심부 홍채 모양이 관찰될 때로 정의하였으며, 그렇지 않을 경우 비고원홍채로 분류하였다.^{11,19} 총 4개의 사분면 중 2개의 사분면 이상에서 같은 고원홍채 폐쇄각기전을 보일 경우 고원홍채군으로 분류하였으며, 하나의 눈에서 2개의 사분면씩 같은 기전을 보일 경우 녹내장 전문의 2인(WKS, KRS)이 상의하여 우세한 폐쇄각기전군으로 분류하였다. 폐쇄각기전에 따른 분류를 엄격하게 하기 위해, 연구에 참여한 녹내장 전문의 2인(WKS, KRS)이 동일한 폐쇄각기전군으로 분류한 경우만 분석에 포함하였다.

통계 분석 방법

통계적 분석은 SPSS 통계 프로그램(version 27.0, SPSS Inc, Armonk, NY, USA) 및 R 소프트웨어(version 4.0.3, R Foundation for Statistical Computing, Boston, MA, USA)를 사용하였으며 백내장 수술 전 초음파생체현미경으로 정의한 고원홍채와 비고원홍채 분류군에 따라 두 군의 수술 전후 임상적 특징과 전안부 빛간섭단층촬영, 초음파생체현미경 계측치들을 Student t-test, Pearson's Chi-square test를 이용하여 비교하였다. 로지스틱 회귀분석을 통하여 고원홍채 예측과 관련된 전안부 빛간섭단층촬영 인자들을 분석하였고, 단변량 로지스틱 회귀분석 시 각각 P 값이 0.1 미만인 변수들만을 대상으로 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 다변량 로지스틱 회귀분석 시 TCPD와 TCA의 공선성 문제를 고려하여

TCPD를 포함하고 TCA를 제외한 분석을 다변량 모델 1으로, TCA를 포함하고 TCPD를 제외한 분석을 다변량 모델 2로 세분화하여 시행하였다. 초음파생체현미경 분류를 기준으로 한 고원홍채의 진단력을 평가하기 위해 초음파생체현미경과 전안부 빛간섭단층촬영 계측치들의 receiver operating characteristic (ROC) curve 분석 및 area under the ROC curve (AUROC)를 산출하였으며, DeLong's method를 이용하여 진단력을 서로 비교하였다. P 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

연구결과

총 75명, 75안의 고원홍채와 비고원홍채 기전의 원발폐쇄각질환 환자 중 5안이 두 평가자 사이의 폐쇄각기전 분류 차이로 연구에서 제외되어 총 70명, 70안이 최종적으로 본 연구에 포함되었다. 백내장 수술 전 초음파생체현미경을 기준으로 분류한 고원홍채군은 32안, 비고원홍채군은 38안이었으며, 두 평가자 간 초음파생체현미경 폐쇄각분류 일치도는 93.3%, kappa 값 0.866 이었다.

고원홍채군과 비고원홍채군 사이의 백내장 수술 후의 임상적 특징과 검사 계측치를 서로 비교하였다 (Table 1, 2). 두 군 사이의 원발폐쇄각질환 중증도 분포, 연령 등을 비롯한 전반적인 기저 임상적 인자들의 통계적인 유의한 차이는 없었다. 초음파생체현미경 계측치 중 TCPD는 고원홍채군에서 0.78 ± 0.11 mm로 비고원홍채군의 1.02 ± 0.16 mm에 비해 유의하게 작았으며 ($P < 0.001$), TCA는 고원홍채군에서 $75.91 \pm 9.44^\circ$ 로 비고원홍채군의 $88.09 \pm 8.37^\circ$ 에 비해 유의하게 낮았다 ($P < 0.001$). 백내장 수술 전 전안부 빛간섭단층촬영 계측치 중 전방각 계측치는 고원홍채군에서 비고원홍채군에 비해 큰 수치를 보여 고원홍채군에서 수술 전 전방각이 더 넓음을 확인하였다 (AOD500, AOD750, ARA500, ARA750, TISA500, TISA750, 모두 $P < 0.05$) (Table 1).

백내장 수술 후 전안부 빛간섭단층촬영 계측치 중 전방각 계측치 등은 두 군 간의 유의한 차이가 없었으나, 수술 후 홍채곡률이 고원홍채군에서 비고원홍채군에 비해 높은 수치를 보였다 ($P < 0.001$). 백내장 수술 후의 전안부 빛간섭단층촬영 계측치 변화량은 고원홍채군에서 비고원홍채군에 비해 홍채곡률의 변화가 유의하게 작았으며 ($P < 0.001$), 전방각 계측치 및 홍채섬유주접촉 지수의 변화량 또한 낮았다 (AOD500, AOD750, ARA500, ARA750, TISA500, TISA750, ITC index, 모두 $P < 0.05$) (Table 2).

고원홍채 예측과 유의하게 관련되어 있는 백내장 수술 전, 수술 후 인자들을 로지스틱

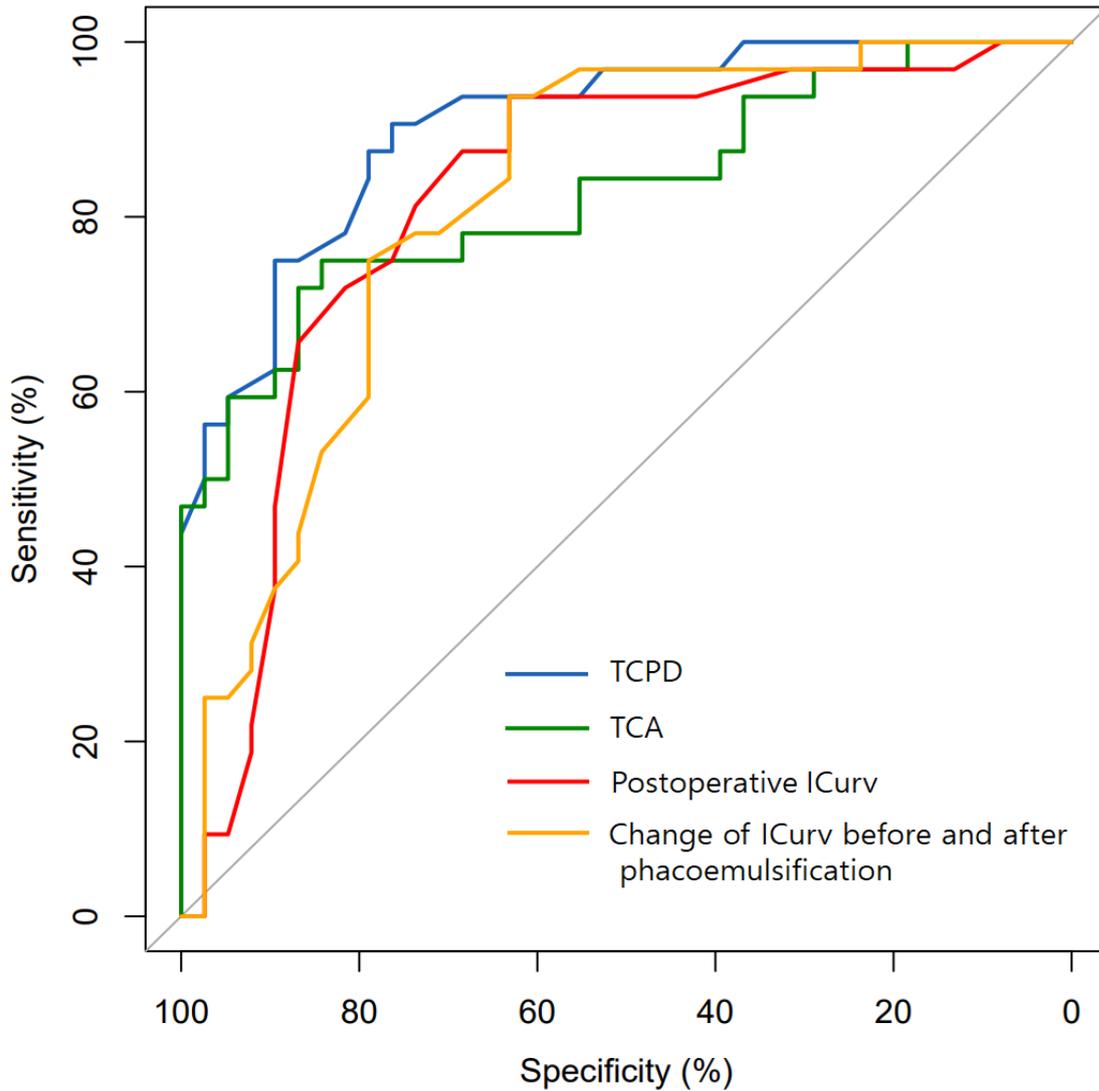
회귀분석을 통하여 분석하였으며, 단변량 로지스틱 회귀분석 상 초음파생체현미경 TCPD, TCA 계측치, 전안부 빛간섭단층촬영 계측치 중에서는 수술 전 AOD500, 수술 후 홍채곡률, 수술 전후 홍채곡률과 홍채섬유주접촉 지수의 변화량이 유의한 연관성을 보였다. 이 중 TCPD와 TCA를 2개의 모델로 따로 구분하여 시행한 다변량 로지스틱 회귀분석에서 최종적으로 고원홍채 예측과 유의하게 관련있었던 인자들은 백내장 수술 전 TCPD와 TCA, 백내장 수술 후 홍채곡률이었다. (TCPD $P=0.001$, TCA $P=0.011$, 수술 후 홍채곡률 model 1 $P=0.024$, model 2 $P=0.046$) (Table 3).

위 결과들을 토대로 초음파생체현미경과 전안부 빛간섭단층촬영 계측치를 이용하여 초음파생체현미경 분류를 기준으로 한 고원홍채의 진단력을 비교하였다 (Table 4) (Fig. 1). 초음파생체현미경 계측치를 이용한 경우 AUROC가 TCPD에서 가장 높은 0.906 (95% confidence interval [CI], 0.839-0.973)를 보였고, TCA에서 0.830 (95% CI, 0.731-0.929) 이었다. 전안부 빛간섭단층촬영 계측치를 이용한 경우 AUROC 값이 백내장 수술 후 홍채곡률 0.822 (95% CI 0.718-1.000), 수술 전후 홍채곡률 변화 0.818 (95% CI 0.718-918) 이었으며, TCPD 및 TCA의 진단력과 비교했을 때 모두 유의한 차이를 보이지 않았다 (DeLong's test, 모두 $P > 0.05$).

Figure 2A, 2B는 각각 고원홍채와 비고원홍채 기전을 보이는 원발폐쇄각질환 안에서 백내장 수술 전 초음파생체현미경, 수술 전후의 전안부 빛간섭단층촬영 검사를 보여주는 대표적인 예시들이다. 고원홍채 기전을 보이는 눈에서는 술 전 초음파생체현미경 검사 상 앞쪽에 위치한 섬모체돌기, 섬모체고랑의 부재, 각진 주변부 홍채 뿌리 및 평평한 중심부 홍채가 모두 관찰되며, 비고원홍채 안에서는 섬모체고랑이 저명하게 관찰되며 상대적으로 뒤쪽에 위치한 섬모체돌기를 확인할 수 있다. 고원홍채 안에서는 백내장 수술 전에 보였던 주변부의 각진 홍채로 인한 가파른 홍채곡률이 백내장 수술 후에도 유지되는 모습이나,

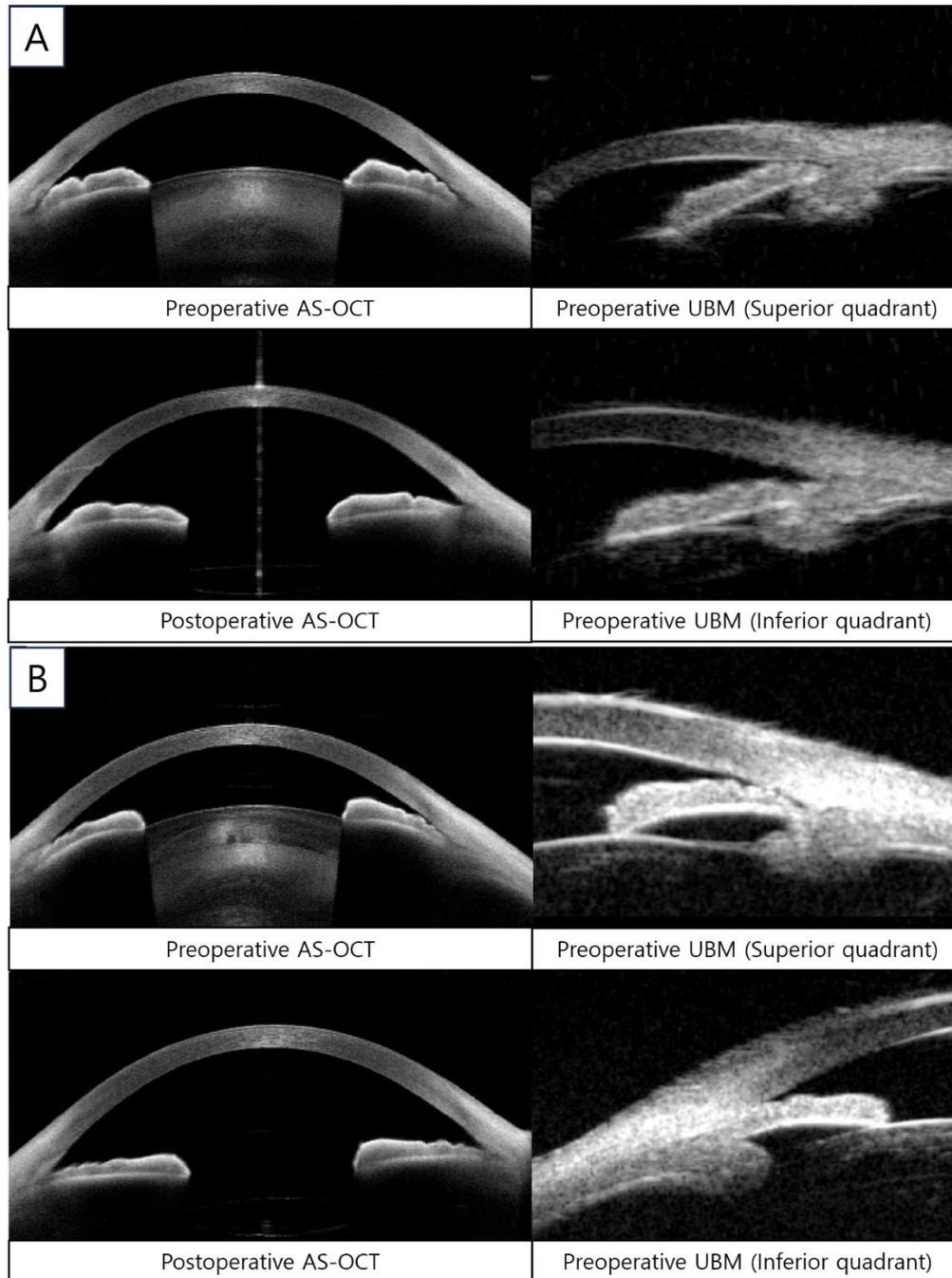
비고원홍채 안에서는 술 후 주변부부터 중심부까지 홍채가 모두 평평하게 되어 홍채곡률이 유의하게 호전되었다.

FIGURE 1. Receiver operating characteristic curves illustrating the diagnostic performance of ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography parameters before and after phacoemulsification in detecting plateau iris configuration angle-closure mechanism.



Abbreviations: TCPD = trabecular-ciliary process distance, TCA = trabecular-ciliary process angle, ICurv = iris curvature.

FIGURE 2. Representative cases of preoperative UBM and AS-OCT parameters before and 1 month after phacoemulsification with PIC and non-PIC angle-closure mechanisms. Images of vertical AS-OCT (preoperative; top left, postoperative; bottom left) and preoperative UBM scans (superior quadrant; top right, postoperative; bottom right). A. PIC case. B. Non-PIC case.



Abbreviations: UBM, ultrasound biomicroscopy; AS-OCT, anterior segment optical coherence tomography; PIC, plateau iris configuration; ICurv = iris curvature; TCPD = trabecular-ciliary process distance; TCA = trabecular-ciliary process angle.

Table 1. Comparison of baseline demographics, ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography parameters before phacoemulsification in the study subjects

Parameters	PIC (n = 32)	Non-PIC (n = 38)	P value
Age (years)	66.31 ± 7.34	69.24 ± 5.90	0.069
Sex (male/female) (n)	12/20	8/30	0.211
CCT (µm)	527.44 ± 30.78	523.21 ± 31.97	0.577
AXL (mm)	22.80 ± 1.03	22.94 ± 0.87	0.549
ECC (/mm ²)	2427.59 ± 524.17	2443.82 ± 516.10	0.897
PACS/PAC/PACG (n)	15/3/14	14/9/15	0.276
LogMAR BCVA	0.19 ± 0.24	0.15 ± 0.19	0.496
SE (diopter)	0.55 ± 1.80	-0.14 ± 1.79	0.112
Glaucoma medication (n)	0.95 ± 1.04	0.70 ± 0.99	0.346
Baseline IOP (mmHg)	16.19 ± 3.58	17.61 ± 3.91	0.121
Preoperative UBM parameters			
TCPD (mm)	0.78 ± 0.11	1.02 ± 0.16	< 0.001
TCA (degrees)	75.91 ± 9.44	88.09 ± 8.37	< 0.001
CBT1 (mm)	0.94 ± 0.12	0.98 ± 0.14	0.215
Preoperative AS-OCT parameters			
AOD500 (mm)	0.13 ± 0.07	0.10 ± 0.05	0.013
AOD750 (mm)	0.19 ± 0.10	0.14 ± 0.05	0.010
ARA500 (mm ²)	0.05 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.043
ARA750 (mm ²)	0.10 ± 0.05	0.07 ± 0.03	0.014
TISA500 (mm ²)	0.05 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.035
TISA750 (mm ²)	0.09 ± 0.05	0.07 ± 0.03	0.020
IT750 (mm)	0.38 ± 0.08	0.37 ± 0.08	0.952
ICurv (mm)	0.21 ± 0.10	0.23 ± 0.10	0.593
ITC index (%)	39.45 ± 23.44	48.49 ± 25.14	0.127
ITC area (mm ²)	5.95 ± 5.98	7.07 ± 5.81	0.429

Parameters	PIC (n = 32)	Non-PIC (n = 38)	P value
ACD (mm)	1.96 ± 0.32	1.87 ± 0.24	0.168
LV (mm)	0.84 ± 0.34	0.87 ± 0.30	0.641
ACA (mm ²)	13.30 ± 2.54	12.52 ± 1.94	0.150

Statistically significant values are in bold.

Abbreviations: n = number, CCT = central corneal thickness, AXL = axial length, ECC = endothelial cell count, PACS = primary angle-closure suspect, PAC = primary angle-closure, PACG = primary angle-closure glaucoma, BCVA = best corrected visual acuity, SE = spherical equivalent, IOP = intraocular pressure, UBM = ultrasound biomicroscopy, TCPD = trabecular-ciliary process distance, TCA = trabecular-ciliary process angle, CBT1 = ciliary body thickness 1mm posterior to the scleral spur, AS-OCT = anterior segment optical coherence tomography, AOD = angle opening distance, ARA = angle recess area, TISA = total volume of trabeculo-iris space area, IT = iris thickness, ICurv = iris curvature, ITC = iridotrabecular contact, ACD = anterior chamber depth, LV = lens vault, ACA = anterior chamber area

Table 2. Comparison of postoperative and change of anterior segment optical coherence tomography parameters before and after phacoemulsification in the study subjects

Parameters	PIC (n = 32)	Non-PIC (n = 38)	P value
Postoperative AS-OCT parameters			
AOD500 (mm)	0.35 ± 0.11	0.38 ± 0.09	0.239
AOD750 (mm)	0.52 ± 0.14	0.56 ± 0.12	0.288
ARA500 (mm ²)	0.13 ± 0.04	0.14 ± 0.04	0.555
ARA750 (mm ²)	0.24 ± 0.07	0.25 ± 0.06	0.368
TISA500 (mm ²)	0.12 ± 0.04	0.13 ± 0.03	0.552
TISA750 (mm ²)	0.23 ± 0.07	0.25 ± 0.06	0.350
IT750 (mm)	0.37 ± 0.06	1.43 ± 6.39	0.314
ICurv (mm)	0.12 ± 0.09	-0.05 ± 0.15	< 0.001
ITC index (%)	7.54 ± 10.35	5.27 ± 7.58	0.293
ITC area (mm ²)	0.49 ± 0.78	0.38 ± 0.62	0.527
ACD (mm)	3.32 ± 0.36	3.22 ± 0.34	0.239
LV (mm)	-0.40 ± 0.34	-0.36 ± 0.31	0.618
ACA (mm ²)	23.32 ± 2.50	22.63 ± 2.78	0.289
Change of AS-OCT parameters before and after phacoemulsification			
AOD500 (mm)	0.22 ± 0.11	0.28 ± 0.10	0.007
AOD750 (mm)	0.34 ± 0.15	0.42 ± 0.12	0.012
ARA500 (mm ²)	0.07 ± 0.04	0.09 ± 0.04	0.048
ARA750 (mm ²)	0.14 ± 0.07	0.18 ± 0.06	0.022
TISA500 (mm ²)	0.07 ± 0.04	0.09 ± 0.03	0.017
TISA750 (mm ²)	0.14 ± 0.07	0.18 ± 0.06	0.015
IT750 (mm)	-0.00 ± 0.06	0.01 ± 0.06	0.199
ICurv (mm)	-0.10 ± 0.10	-0.27 ± 0.18	< 0.001
ITC index (%)	31.91 ± 22.59	43.22 ± 23.10	0.043
ITC area (mm ²)	5.46 ± 5.94	6.69 ± 5.73	0.382

Parameters	PIC (n = 32)	Non-PIC (n = 38)	P value
ACD (mm)	-1.36 ± 0.46	-1.35 ± 0.42	0.954
LV (mm)	1.24 ± 0.50	1.24 ± 0.43	0.984
ACA (mm ²)	-10.01 ± 2.61	-10.11 ± 3.04	0.885

Statistically significant values are in bold. Data indicate the mean ± standard deviation.

Abbreviations: PIC = plateau iris configuration, n = number, AS-OCT = anterior segment optical coherence tomography, AOD = angle opening distance, ARA = angle recess area, TISA = total volume of trabeculo-iris space area, IT = iris thickness, ICurv = iris curvature, ITC = iridotrabecular contact, ACD = anterior chamber depth, LV = lens vault, ACA = anterior chamber area

Table 3. Logistic regression analyses for the determination factors associated with plateau iris diagnosis before and after phacoemulsification

Parameters	Univariate		Multivariate I (including TCPD)		Multivariate II (including TCA)	
	OR (95% CI)	<i>P</i> value	OR (95% CI)	<i>P</i> value	OR (95% CI)	<i>P</i> value
Baseline characteristics						
Age	0.93 (0.86-1.00)	0.073	dropped		dropped	
CCT, per mm increase	1.00 (0.99-1.02)	0.571				
AXL, per mm increase	0.85 (0.51-1.42)	0.543				
ECC	1.00 (1.00-1.00)	0.895				
SE, per diopter increase	1.26 (0.96-1.72)	0.119				
Baseline IOP	0.90 (0.77-1.02)	0.128				
LogMAR BCVA	1.08 (0.86-1.36)	0.493				
UBM parameters						
TCPD, per 0.01mm increase	0.86 (0.79-0.91)	<.001	0.84 (0.74-0.92)	0.001		
TCA, per degree increase	0.86 (0.80-0.92)	<.001			0.89 (0.81-0.97)	0.011
Preoperative AS-OCT parameters						
AOD500, per 0.01 mm increase	1.12 (1.03-1.24)	0.015	dropped		dropped	
IT750, per 0.01 mm increase	1.00 (0.94-1.07)	0.919				
ICurv, per 0.01 mm increase	0.99 (0.94-1.04)	0.583				
ITC index	0.98 (0.96-1.00)	0.128				
ACD, per 0.1 mm increase	1.13 (0.95-1.37)	0.166				
LV, per 0.1 mm increase	0.96 (0.83-1.12)	0.632				
Postoperative AS-OCT parameters						
AOD500, per 0.01 mm increase	0.97 (0.92-1.02)	0.221				
IT750, per 0.01 mm increase	0.96 (0.89-1.02)	0.225				
ICurv, per 0.01 mm increase	1.11 (1.06-1.18)	<.001	1.16 (1.03-1.34)	0.024	1.12 (1.02-1.25)	0.046
ITC index	1.03 (0.98-1.09)	0.294				

Parameters	Univariate		Multivariate I (including TCPD)		Multivariate II (including TCA)	
	OR (95% CI)	<i>P</i> value	OR (95% CI)	<i>P</i> value	OR (95% CI)	<i>P</i> value
ACD, per 0.1 mm increase	1.09 (0.95-1.26)	0.233				
LV, per 0.1 mm increase	0.96 (0.83-1.12)	0.620				
Change of AS-OCT parameters before and after phacoemulsification						
AOD500, per 0.01 mm increase	0.93 (0.88-0.98)	0.011	dropped		dropped	
IT750, per 0.01 mm increase	0.94 (0.86-0.99)	0.156				
ICurv, per 0.01 mm increase	1.09 (1.05-1.15)	<.001	dropped		dropped	
ITC index	0.98 (0.96-1.00)	0.047	dropped		dropped	
ACD, per 0.1 mm increase	1.00 (0.89-1.11)	0.953				
LV, per 0.1 mm increase	1.00 (0.90-1.11)	0.985				

Statistically significant values are in bold. Data indicate the mean ± standard deviation.

Abbreviations: OR = odds ratio, CI = confidence interval, TCPD = trabecular-ciliary process distance, TCA = trabecular-ciliary process angle, CCT = central corneal thickness, AXL = axial length, ECC = endothelial cell count, SE = spherical equivalent, IOP = intraocular pressure, BCVA = best corrected visual acuity, UBM = ultrasound biomicroscopy, AS-OCT = anterior segment optical coherence tomography, AOD = angle opening distance, IT = iris thickness, ICurv = iris curvature, ITC = iridotrabecular contact, ACD = anterior chamber depth, LV = lens vault

Table 4. Receiver operating characteristic curve analysis for ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography parameters as predictors of plateau iris configuration angle-closure mechanism\

Parameters	ROC analysis for prediction of PIC		
	AUC	95% CI	<i>P</i> value
UBM parameters			
TCPD (mm)	0.906	0.839-0.973	< 0.001
TCA (degrees)	0.830	0.731-0.929	< 0.001
AS-OCT parameters			
Postoperative ICurv (mm)	0.822	0.718-1.000	< 0.001
Change of ICurv (mm)	0.818	0.718-0.918	< 0.001
Preoperative AOD500 (mm)	0.626	0.493-0.759	0.070
Change of AOD500 (mm)	0.701	0.577-0.825	0.004
Change of ITC index (%)	0.646	0.515-0.777	0.036

Statistically significant values are in bold.

Abbreviations: ROC = receiver operating characteristic, PIC = plateau iris configuration, AUROC = area under the receiver operating characteristic, CI = confidence interval, UBM = ultrasound biomicroscopy, TCPD = trabecular-ciliary process distance, TCA = trabecular-ciliary process angle, AS-OCT = anterior segment optical coherence tomography, ICurv = iris curvature, AOD = angle opening distance, ITC = iridotrabecular contact

고찰

고원홍채의 분류는 다른 폐쇄각기전들과 비교하여 다른 임상적인 특징들을 보이기 때문에 중요하다. 폐쇄각을 해결하기 위한 레이저홍채절개술과 백내장 수술에 대한 치료 반응이 대표적인데, 고원홍채에서는 레이저홍채절개술에 대한 치료 반응이 떨어지며, 시술 후 폐쇄각 호전 정도가 동공차단과 같은 다른 기전에 비해 적을 뿐 아니라, 시술 후 장기적으로 다시 전방각이 좁아지는 경향을 보인다.^{20,21} 따라서 고원홍채에서는 폐쇄각을 해결하기 위해 레이저주변홍채성형술(laser peripheral iridoplasty)과 같은 추가적인 시술이 필요할 수도 있다.²² 또한 백내장 수술 후의 안압 하강 정도도 다른 폐쇄각기전들보다 고원홍채에서 더 낮으며, 고원홍채를 보이는 눈에서 추가적인 안압 하강을 위해 내시경을 이용한 섬모체광응고술(endoscopic cyclophotocoagulation)이 필요했다는 보고도 있다.^{9,23} 또한 고원홍채 안에서 녹내장 수술을 시행할 경우 수술 후 악성 녹내장의 발생 위험성이 더 높았다.²⁴ 이를 종합하면 고원홍채로 인한 폐쇄각의 치료가 더 어려우며 그 예후가 다른 기전들과 다를 수 있기 때문에 고원홍채 질환군의 분류가 임상적으로 중요함을 시사한다.

전안부 빛간섭단층촬영과는 달리 초음파생체현미경 검사만이 홍채 상피세포 후방의 해부학적 구조를 시각적으로 보여줄 수 있다. 고원홍채의 진단에 있어 섬모체의 해부학적 위치가 중요하기 때문에 초음파생체현미경은 폐쇄각기전의 분류, 특히 고원홍채의 진단에 있어 진단적 표준으로 여겨진다.^{10,13} 하지만 전안부 빛간섭단층촬영은 초음파생체현미경과는 달리 비접촉성으로 단시간에 높은 해상도의 이미지를 재현성 있게 제공해주기 때문에 현재 원발폐쇄각질환의 진단적 도구로서 폭넓게 사용되고 있다.^{25,26} 따라서 전안부 빛간섭단층촬영을 통하여 초음파생체현미경을 이용한 폐쇄각기전 분류를 예측하려는 시도들이 있었으나, 결론적으로 다양한 연구들에서 상반된 결과들을 보였다.^{5,6,11,12,27} 이는

현재 고원홍채를 진단 및 분류하는데 있어 전안부 빛간섭단층촬영을 통한 분석으로는 초음파생체현미경을 대체하는데 다소 어려움이 있음을 시사한다.

따라서 본 연구에서는 단면적인 시점에서 전안부 빛간섭단층촬영과 초음파생체현미경 검사들의 계측치만을 다룬 기존 연구들과는 달리, 폐쇄각을 해결하기 위해 시행하는 백내장 수술 후의 계측치를 이용하여 고원홍채를 예측하기 위한 전안부 빛간섭단층촬영의 유용성을 평가해보고자 하였다. 이를 위하여 다른 폐쇄각기전들과 차별되는 고원홍채만의 해부학적, 구조적 측면에서 접근하였고, 고원홍채군에서는 백내장 수술 후에도 홍채-섬모체 접착(irido-ciliary apposition), 즉 홍채 후면과 주름부(pars plicata)의 접착이 지속적으로 유지된다는 점과 그로 인한 홍채의 3차원적 구조 변화에 대한 고찰로 결과를 해석해보았다.

동공차단이나 수정체 요인으로 인한 원발폐쇄각질환에서는 백내장 수술 후 폐쇄각 원인이 해소되기 때문에 효과적으로 전방각과 홍채섬유주접착이 호전되며, 그로 인한 충분한 안압 하강이 동반된다.²⁸ 이 경우 주변홍채앞유착(peripheral anterior synechiae)이 존재하지 않는다면 백내장 수술 후 홍채의 모양은 주변부부터 중심부까지 평평한 모양을 띄며, 홍채곡률은 0에 수렴하거나 심지어 음수 값을 보일 수도 있다. 반면 고원홍채는 상대적으로 앞쪽에 위치한 섬모체와 주름부 구조로 인하여 주변부 홍채 뿌리가 앞쪽으로 밀리게 되어 각진 형태를 보이고, 그로 인하여 특징적인 고원홍채의 홍채 모양과 함께 폐쇄각 및 홍채섬유주접착이 발생한다.²⁹ 고원홍채에서는 다른 기전들과는 달리 백내장 수술 후에도 홍채-섬모체 접착이 유지되어 주변부 홍채와 주름부가 같이 움직이고, 이는 수술 후에도 지속적으로 앞쪽에 위치하는 섬모체돌기와 주변부 홍채의 해부학적 구조를 유발한다.³⁰ 따라서 고원홍채군에서는 백내장 수술 후에도 주변부 홍채가 지속적으로 각지고 구부러진 모양을 보여 홍채곡률이 유지되고,

전방각이 효과적으로 넓어지지 않으며 불충분한 홍채섬유주접촉의 호전을 보이게 된다.^{9,23}

본 연구에서 고원홍채군에서 백내장 수술 후 높은 홍채곡률을 보이며, 수술 후 홍채곡률의 변화가 적었던 것은 모두 앞서 설명한 고원홍채의 해부학적 구조 변화와 잘 들어맞는 결과라 할 수 있다. 특히 백내장 수술 후 홍채곡률이 고원홍채 예측에 있어 진단적 의미가 높았는데, 다만 동공차단이나 수정체 요인과 같은 다른 기전에서도 주변홍채앞유착이 있다면 마찬가지로 수술 후 주변부 홍채가 각막 후면에 유착되면서 홍채곡률이 가파르게 측정될 수 있고 이는 고원홍채 진단에 있어 혼란을 주는 요인으로 작용할 수 있다.³¹ 그러나 주변홍채앞유착 여부는 대개 전안부 빛간섭단층촬영 검사 상 주변부 홍채와 전방각, 홍채섬유주접촉의 직관적인 모양을 통하여 구분할 수 있으며, 이는 기존 연구들에서도 다뤄진 바 있다.³²⁻³⁴ 따라서 정확한 고원홍채의 예측을 위해서는 백내장 수술 후 전안부 빛간섭단층촬영 시 홍채곡률 수치 이외에도 포괄적인 전방각 전반에 대한 검사를 통한 해석이 동반되어야 한다. 또한 본 연구에서 고원홍채군에서 비고원홍채군에 비해 술 후 전방각과 홍채섬유주접촉의 호전 정도가 적었는데, 이는 고원홍채 기전을 보이는 눈에서 술 후 불충분한 구조적 호전을 유발할 수 있고, 더 나아가 임상적으로 불충분한 안압 하강 정도를 보일 수 있다는 사실을 시사한다. 이에 대해서는 추후 추가 연구를 통한 분석이 필요할 것으로 생각된다.

홍채 계측치 이외에도 초음파생체현미경으로 구분한 고원홍채와 비고원홍채군 사이에는 다양한 계측치들의 차이가 존재하였고, 고원홍채 군에서 비고원홍채군에 비하여 백내장 수술 전 유의하게 더 넓은 전방각, 더 낮은 TCPD와 TCA 수치를 보였다. 이 중에서 두 군을 구분하는데 있어 진단력이 높았던 인자는 초음파생체현미경에서 파생된 TCPD와 TCA 수치였으며, 이는 초음파생체현미경을 기준으로 하여 두 군을 구분했기 때문에 당연한 결과라고 할 수 있다. TCPD와 TCA는 섬모체와 섬모체돌기의

상대적 위치를 나타내는 계측치로서 그 수치가 작은 경우 섬모체돌기가 상대적으로 앞쪽에 위치해 있다는 것을 의미한다. 따라서 고원홍채군에서 보인 수술 전 낮은 TCPD와 TCA 수치는 앞서 설명한 고원홍채의 정의와 부합하는 결과이며, 이는 기존 연구와도 일치하는 부분이다.⁷ 본 연구에서 흥미로운 점은 백내장 수술 후 홍채곡률과 수술 전후 홍채곡률의 변화량도 두 군 사이에 유의한 차이를 보였을 뿐 아니라, 특히 고원홍채 예측에 있어 TCPD, TCA의 진단력과 비교했을 때 모두 의미 있는 차이를 보이지 않았다는 점이다. 따라서 전안부 빛간섭단층촬영의 홍채곡률 계측치는 고원홍채의 진단 뿐 아니라 홍채 후면의 간접적인 해부학적 구조 예측에 있어서도 임상적으로 유용한 지표임을 시사한다.

본 연구의 한계점은 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫번째로 본 연구의 결과는 백내장 수술을 받은 환자들에게만 적용이 가능하다는 중요한 제한점이 있으며, 백내장 수술 여부와 상관없이 술 전 고원홍채를 미리 예측하는 것이 중요하다고 생각될 수 있다. 하지만 백내장 수술을 받은 후에 고원홍채를 인지하는 것도 임상적으로 중요한 이유는, 술 후 고원홍채 안들은 비교적 안압 하강과 전방각 및 홍채섬유주접촉 호전 정도가 낮을 것으로 예상되기 때문에 백내장 수술 후 향후 치료에 대한 반응을 미리 예측하고 적극적인 녹내장 치료를 고려할 수 있는 근거가 되기 때문이다. 또한 적용 범위 측면에서도 원발폐쇄각질환에서 폐쇄각을 해결하는 근본적인 방법은 백내장 수술이기 때문에 그 본 연구의 결과가 비교적 넓은 범위의 원발폐쇄각질환 환자군에 적용될 수 있을 것이다.^{35,36} 두번째로, 초음파생체현미경과 전안부 빛간섭단층촬영의 검사 자세가 다르며, 검사자에 따라 초음파생체현미경 검사 시 발생할 수 있는 안구의 압박이 전방각의 변화와 폐쇄각기전 분류에 영향을 줄 수 있어 부정확한 기전 분류를 유발할 수 있다.¹¹ 세번째로, 실제 원발폐쇄각질환 환자들 중 단일 폐쇄각기전 보다는 다양한 기전들이 혼합되어 있는 경우가 많기 때문에 그 적용 범위가 제한된다는 한계점이 있을 수 있다. 그러나 다양한 기전이 혼합된

경우 백내장 수술 후 동공차단 및 수정체로 인한 효과가 상쇄되고 고원홍채가 폐쇄각에 미치는 영향만 남게 되기 때문에, 오히려 백내장 수술 후 고원홍채 여부를 더 손쉽게 인지할 수 있어 실제 임상에서 유용하게 적용할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 초음파생체현미경 검사 자체의 특징 때문에 전안부 빛간섭단층촬영보다 낮은 해상도의 이미지를 얻을 수밖에 없어 부정확한 계측치 측정과 진단을 유발할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 분석에 영향을 주지 않을 좋은 질의 검사 결과만을 엄격하게 선별하여 이용하였기 때문에 계측치 계산과 분류에 미칠 영향은 미미할 것으로 사료된다. 마지막으로 본 연구에서는 원발폐쇄각질환의 중증도에 따라 세부적으로 분석하지 못하였기 때문에 포괄적인 임상적 유용성이 다소 제한될 수 있으며 상대적으로 작은 연구 참여자 수를 대상으로 하였고, 단일 인종을 대상으로 한 연구라는 점이 추가적인 한계점으로 생각된다.

결론

본 연구에서는 원발폐쇄각질환 중 고원홍채를 예측하는데 있어 백내장 수술 후 전안부 빛간섭단층촬영 홍채곡률 계측치가 중요한 인자이며, 초음파생체현미경 대신 전안부 빛간섭단층촬영 검사를 통하여 간접적인 고원홍채 예측에 유의한 진단적 지표로 활용할 수 있음을 확인하였다. 실제 임상에서 백내장 수술 후 폐쇄각이 해결되었다고 생각하여 전안부 빛간섭단층촬영 검사의 중요성을 간과할 수 있으나, 백내장 수술을 통한 폐쇄각 해결 후에도 전안부 빛간섭단층촬영을 통한 홍채곡률의 확인과 이를 통한 고원홍채의 진단이 향후 치료와 장기적인 예후 예측에 있어 중요함을 유념해야겠다.

참고문헌

1. Nongpiur ME, Ku JY, Aung T. Angle closure glaucoma: a mechanistic review. *Current opinion in ophthalmology*. 2011;22(2):96-101.
2. Dellaporta A. Historical notes on gonioscopy. *Survey of ophthalmology*. 1975;20(2):137-149.
3. Forbes M. Gonioscopy with corneal indentation: a method for distinguishing between appositional closure and synechial closure. *Archives of Ophthalmology*. 1966;76(4):488-492.
4. Pavlin CJ, Harasiewicz K, Sherar MD, Foster FS. Clinical use of ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology*. 1991;98(3):287-295.
5. Moghimi S, Zandvakil N, Vahedian Z, et al. Acute angle closure: qualitative and quantitative evaluation of the anterior segment using anterior segment optical coherence tomography. *Clinical & experimental ophthalmology*. 2014;42(7):615-622.
6. Shabana N, Aquino MC, See J, et al. Quantitative evaluation of anterior chamber parameters using anterior segment optical coherence tomography in primary angle closure mechanisms. *Clinical & experimental ophthalmology*. 2012;40(8):792-801.
7. Kwon J, Sung KR, Han S, Moon YJ, Shin JW. Subclassification of primary angle closure using anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopic parameters. *Ophthalmology*. 2017;124(7):1039-1047.
8. Han S, Sung KR, Lee KS, Hong JW. Outcomes of laser peripheral iridotomy in angle closure subgroups according to anterior segment optical coherence tomography parameters. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2014;55(10):6795-6801.
9. Hollander DA, Pennesi ME, Alvarado JA. Management of plateau iris syndrome with cataract extraction and endoscopic cyclophotocoagulation. *Experimental Eye Research*. 2017;158:190-194.
10. Kumar RS, Baskaran M, Chew PT, et al. Prevalence of plateau iris in primary angle closure suspects: an ultrasound biomicroscopy study. *Ophthalmology*. 2008;115(3):430-434.

11. Wanichwecharungruang B, Pattanapongpaiboon W, Kongsomboon K, Parivisutt N, Annopawong K, Seresirikachorn K. Diagnostic performance of anterior segment optical coherence tomography in detecting plateau iris. *BMJ Open Ophthalmology*. 2022;7(1):e000931.
12. Zhang Y, Li SZ, Li L, He MG, Thomas R, Wang NL. Quantitative analysis of iris changes following mydriasis in subjects with different mechanisms of angle closure. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2015;56(1):563-570.
13. Kumar RS, Tantisevi V, Wong MH, et al. Plateau iris in Asian subjects with primary angle closure glaucoma. *Archives of Ophthalmology*. 2009;127(10):1269-1272.
14. Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, Johnson GJ. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *British journal of ophthalmology*. 2002;86(2):238-242.
15. Baskaran M, Ho S-W, Tun TA, et al. Assessment of circumferential angle-closure by the iris-trabecular contact index with swept-source optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2013;120(11):2226-2231.
16. Song WK, Sung KR, Kim KE. Assessment of iridotrabecular contact and its association with intraocular pressure after phacoemulsification in primary angle closure. *American Journal of Ophthalmology*. 2022;
17. Porporato N, Chong R, Xu BY, et al. Angle closure extent, anterior segment dimensions and intraocular pressure. *British Journal of Ophthalmology*. 2022;
18. He M, Friedman DS, Ge J, et al. Laser peripheral iridotomy in eyes with narrow drainage angles: ultrasound biomicroscopy outcomes. The Liwan Eye Study. *Ophthalmology*. 2007;114(8):1513-1519.
19. Crowell EL, Chuang AZ, Bell NP, Blieden LS, Feldman RM. Using anterior segment optical coherence tomography (asoct) parameters to determine pupillary block versus plateau iris configuration. *Journal of Glaucoma*. 2020;29(11):1036-1042.
20. Kwon J, Sung KR, Han S. Long-term changes in anterior segment characteristics of eyes with different primary angle-closure mechanisms. *American Journal of Ophthalmology*. 2018;191:54-

- 63.
21. Lee KS, Sung KR, Shon K, Sun JH, Lee JR. Longitudinal changes in anterior segment parameters after laser peripheral iridotomy assessed by anterior segment optical coherence tomography. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2013;54(5):3166-3170.
 22. Ritch R, Tham CC, Lam DS. Long-term success of argon laser peripheral iridoplasty in the management of plateau iris syndrome. *Ophthalmology*. 2004;111(1):104-108.
 23. Francis BA, Pouw A, Jenkins D, et al. Endoscopic cycloplasty (ECPL) and lens extraction in the treatment of severe plateau iris syndrome. *Journal of glaucoma*. 2016;25(3):e128-e133.
 24. Prata TS, Dorairaj S, De Moraes CG, et al. Is preoperative ciliary body and iris anatomical configuration a predictor of malignant glaucoma development? *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2013;41(6):541-545.
 25. Bell NP, Nagi KS, Cumba RJ, et al. Age and positional effect on the anterior chamber angle: assessment by ultrasound biomicroscopy. *International Scholarly Research Notices*. 2013;2013
 26. Wang D, Pekmezci M, Basham RP, He M, Seider MI, Lin SC. Comparison of different modes in optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy in anterior chamber angle assessment. *Journal of glaucoma*. 2009;18(6):472-478.
 27. Parc C, Laloum J, Bergès O. Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of plateau iris. *Journal Francais d'Ophtalmologie*. 2010;33(4):266. e1-3.
 28. Kubota T, Toguri I, Onizuka N, Matsuura T. Phacoemulsification and intraocular lens implantation for angle closure glaucoma after the relief of pupillary block. *Ophthalmologica*. 2003;217(5):325-328.
 29. Ritch R. Plateau iris is caused by abnormally positioned ciliary processes. *J Glaucoma*. 1992;1(1):23-6.
 30. Tran HV, Liebmann JM, Ritch R. Iridociliary apposition in plateau iris syndrome persists after cataract extraction. *American journal of ophthalmology*. 2003;135(1):40-43.

31. Liu L. Deconstructing the mechanisms of angle closure with anterior segment optical coherence tomography. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2011;39(7):614-622.
32. Lai I, Mak H, Lai G, Yu M, Lam DS, Leung CK. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: measuring peripheral anterior synechia in glaucoma. *Ophthalmology*. 2013;120(6):1144-1149.
33. Dai Y, Zhang S, Shen M, et al. Identification of peripheral anterior synechia with anterior segment optical coherence tomography. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2021;259(9):2753-2759.
34. Hao H, Zhao Y, Yan Q, et al. Angle-closure assessment in anterior segment OCT images via deep learning. *Medical Image Analysis*. 2021;69:101956.
35. 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(7):1134-1140.
36. Alsaigoff Z, Aung T, Ang LP, Chew PT. Long-term clinical course of primary angle-closure glaucoma in an Asian population. *Ophthalmology*. 2000;107(12):2300-2304.

영문 요약

Anterior Segment Optical Coherence Tomography for Prediction of Plateau iris in Primary Angle Closure Disease Underwent Phacoemulsification

Purpose: To predict the plateau iris configuration (PIC) in eyes with primary angle-closure disease (PACD) using anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) measurements before and after phacoemulsification.

Methods: This study enrolled a cohort of 70 eyes from 70 PACD patients who underwent cataract surgery. Both preoperative ultrasound biomicroscopy (UBM) and pre- and postoperative AS-OCT examinations were performed. Subjects were classified into PIC and non-PIC groups based on the preoperative UBM criteria. Clinical characteristics, including AS-OCT measurements, were compared between the two groups before and after phacoemulsification. Logistic regression analysis was employed to identify AS-OCT factors for predicting PIC, and receiver operating characteristic curve analysis was conducted to evaluate the diagnostic performance of predicting PIC.

Results: A total of 32 eyes were categorized into the PIC group, while 38 eyes were designated as the non-PIC group based on the preoperative UBM criteria. Preoperatively, the PIC group showed significantly wider anterior chamber angle, higher trabecular-ciliary process distance and trabecular-ciliary process angle compared to the non-PIC group. In addition, the PIC group showed a steeper preoperative iris curvature (IC) and a smaller reduction in IC before and after surgery than the non-PIC group. Among the various AS-OCT parameters, postoperative IC and the change in IC before

and after surgery were identified as the most significant parameters for the classification of PIC angle-closure mechanism.

Conclusions: The measurement of IC using AS-OCT after cataract surgery is essential for predicting PIC. The assessment of IC parameter and the diagnosis of PIC remain crucial, even after the resolution of angle closure with phacoemulsification.