

## 과립형각막이상증에서 굴절교정각막레이저절제술과 백내장 수술 병합 시행 후 임상 결과

### Clinical Outcomes of Combined Photorefractive Keratectomy and Cataract Surgery in Patients with Granular Corneal Dystrophy

류영주<sup>1</sup> · 김미금<sup>1,2</sup> · 위원량<sup>1,2</sup>

Yung Ju Yoo, MD<sup>1</sup>, Mee Kum Kim, MD, PhD<sup>1,2</sup>, Won Ryang Wee, MD<sup>1,2</sup>

서울대학교 의과대학 서울대학교병원 안과학교실<sup>1</sup>, 서울대학교 의과대학 서울대학교병원 의생명연구원<sup>2</sup>

Department of Ophthalmology, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine<sup>1</sup>, Seoul, Korea  
Biomedical Research Institute, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine<sup>2</sup>, Seoul, Korea

**Purpose:** To evaluate the efficacy of combined photorefractive keratectomy (PRK) and cataract surgery in granular corneal dystrophy (GCD) patients with corneal stromal haziness compromising vision and cataract and clinically significant lens opacity.

**Methods:** Medical records of 12 eyes that underwent PRK and cataract surgery between August 2009 and November 2013 in patients with GCD and cataracts were retrospectively evaluated. All PRKs were performed with the VISX S4 IR (VISX, Santa Clara, CA, USA). The double K SRK-T formula or double K Hoffer Q formula and postoperative corrected K were utilized to determine the intraocular lens power in patients with prior PRK. Postoperative best corrected visual acuity (BCVA), spherical equivalent, presence of the central island using topography analysis and recurrence of corneal opacity after combined PRK and cataract surgery were evaluated.

**Results:** In all eyes, the PRK was successful and 3 eyes showed recurrence of corneal opacities without visual impairment during a mean follow-up of 36.6 months. The mean BCVA improved with an average increase of 4.63 lines (minimum 1 line, maximum 9 lines) and no patient showed any BCVA loss. Final spherical equivalent was -0.56 diopter (D) and the corneal central island was reported in only 1 eye. The Maloney method using the double-K formula with the SRK/T formula showed the lowest absolute error of  $0.33 \pm 0.25$  D.

**Conclusions:** Combined PRK and cataract surgery are effective methods for improving BCVA if patients with GCD have both visually significant diffuse corneal haze and clinically significant lens opacity.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(8):1170-1180

**Key Words:** Avellino corneal dystrophy, Cataract, Granular corneal dystrophy, Photorefractive keratectomy

제2형 과립형각막이상증(Granular corneal dystrophy type II; GCD II)은 transforming growth factor (TGF)-beta와 관

련된 transforming growth factor, beta-induced (BIGH3) 유전자의 codon 124에서 arginine이 histidine으로 바뀜으로써 생기는, 우성 유전되는 돌연변이이다.<sup>1,2</sup> 베트남, 일본 그리고 한국에서 가장 흔하게 보고되는 각막 간질 이영양증으로, 한국에서의 유병률은 1/870으로 추정된다.<sup>3</sup> 이형접합자 (heterozygote) GCD II 환자는 시간에 따라 각막 혼탁이 진행하며 각막혼탁은 진행 정도에 따라 3단계로 나눌 수 있다. 초기 소견은 작은, 경계가 명확한 과립상의 침착물이

■ Received: 2014. 11. 21.      ■ Revised: 2015. 3. 31.

■ Accepted: 2015. 6. 25.

■ Address reprint requests to Mee Kum Kim, MD, PhD  
Department of Ophthalmology, Seoul National University Hospital, #101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea  
Tel: 82-2-2072-2665, Fax: 82-2-741-3187  
E-mail: Kmk9@snu.ac.kr

각막상피하 및 각막전기질부 위에 생기다가, 이후 선상 또는 성상의 침착물이 진행되며, 후기에는 전반적인 기질 혼탁을 보인다. 이형접합자의 경우는 연령이 증가함에도 불구하고 좋은 시력을 유지하다가 후기로 진행하여 과립상 침착물 사이의 기질에도 전반적인 각막혼탁이 진행하게 되면 시력에 영향을 미치게 된다.

치료적표면절제술(Phototherapeutic keratectomy; PTK)은 표층 각막 이형성증의 치료로 사용되어 왔다.<sup>4</sup> 비록 GCD II 환자에서 굴절교정 혹은 치료적표면절제술 후 각막혼탁이 재발한 사례가 보고되었지만,<sup>5-7</sup> PTK는 시력저하를 유발하는 전간질의 혼탁이 있는 환자에서 각막이식을 연기할 수 있다.<sup>8</sup>

과립형각막이상증이 동반된 고령의 환자에서 전반적인 중심부 각막기질 혼탁과 백내장이 나타나는 경우, 백내장 단독 수술로는 시력 교정이 어렵다. 엑시머레이저를 이용한 치료적표면절제술을 병합하는 경우 각막 혼탁의 재발이 젊은 연령의 환자보다 노인 환자에서 비교적 늦게, 경도로 나타난다고 알려져 있어,<sup>9,10</sup> 중심부 기질 혼탁이 심한 경우에 백내장 수술과 병합치료를 고려해 볼 수 있겠다.<sup>11</sup> 치료적표면절제술(PTK)을 시행하게 되면, 백내장 수술 시 정확한 인공수정체 도수 예측이 기존의 굴절교정각막레이저절제술(Photorefractive keratectomy; PRK) 후 백내장 수술의 도수 예측보다 어려울 가능성이 있는데, 중심용기가 생길 가능성이 있어, 기존의 근시 교정 각막 굴절 수술 후 백내장 인공수정체 도수 공식으로는 그 오차가 예측하기 어려울 가능성이 있기 때문이다. 그동안 치료적표면절제술을 시행한 환자에서 인공 수정체 도수 측정에 대한 보고는 5예 이하에서의 성적이 보고되는 등 드물게 발표되었으며,<sup>12</sup> 최근 Jung et al<sup>13</sup>이 보고한 GCD II로 진단 받고 치료레이저각막절제술 후 백내장 수술을 시행한 16명 20안 후향 분석에서는 중심 용기(Central island) 유무에 따라 hyperopic or myopic Haigis-L formula를 달리 적용할 수 있으며, IOL Master 각막곡률이 과소 측정될 경우 4.5-mm zone Holladay equivalent keratometry readings (EKR)를 이용한 Haigis-L formula 사용을 고려할 수 있다고 보고하였으나, 아직 확립된 최적 공식은 밝혀지지 않았다.

본 연구에서는 중심 용기를 최소화하기 위해, 굴절교정각막레이저절제술(Photorefractive keratectomy; PRK) 모드를 이용하여 각막 기질의 혼탁을 제거하고자 하였다. PRK 모드를 사용하는 경우 원시는 PTK보다 더 늦게 발생할 것이 예상되었지만 이는 백내장 수술로 교정 가능하다고 판단하였다. 본 연구의 목적은 과립형각막이상증의 기질 혼탁이 심해 백내장 단독 교정이 시력 호전에 제한이 있다고 판단된 환자에서 PRK 모드로 교정 시 중심 용기가 적게 발

생하고 유의하게 시력이 호전됨을 확인하는 것으로, 그동안 중심 용기 발생 정도나 백내장 술 후 사용 공식에 따른 오차 정도 등의 임상경과가 국내에 보고가 없기에, 12예의 장기 임상 결과를 보고하고자 한다.

## 대상과 방법

본 연구는 헬싱키선언을 준수하여 시행되었고, 서울대학교병원 임상시험 심사위원회의 심의 및 후속 승인(No. H-1408-102-605)을 받았다. 2009년 8월부터 2013년 10월까지 서울대학교병원 안과 각막 외래에 내원하여 과립형각막이상증과 백내장을 진단 받은 환자 중 중심각막간질 혼탁이 심하여 단순 백내장 수술만의 시행으로는 시력 교정이 어려울 것으로 판단된 환자에 한해, 백내장 수술 전후로 엑시머 레이저를 이용한 굴절교정각막레이저절제술을 시행하고 최소 8개월 이상 경과 관찰된 7명 12안의 의무기록을 후향 분석하였다. 시축을 침범하는 각막 기질의 혼탁 깊이가 100  $\mu$ m 이상 되는 환자나 수술 전 각막두께가 500  $\mu$ m 이하의 환자, 안축장이 22.5 mm 이하이면서 각막평균 굴절력이 42D 미만의 환자(레이저 시술 후 인공수정체 도수가 너무 높아 인공수정체를 구하기 어려울 가능성이 있음), 망막에 황반 변성 또는 망막전막이 있는 환자, 공막염 또는 포도막염 병력자는 굴절교정각막레이저절제술 대상에서 제외되었다.

세극등검사에서 나타나는 특징적인 과립형 혼탁의 양상을 기준으로 과립형각막이상증으로 진단 받았으며 환자가 동의한 경우 유전자 검사를 통해 5q31 R124H mutation을 확인하여 GCD II를 확진하였다. 수술 전 검사에서 시력은 모두 logMAR 시력표를 사용하였다. 최대 교정 시력, 현성 굴절검사, 자동각막굴절계(KR-7100, Topcon, Tokyo, Japan)를 이용한 굴절검사, 각막지형도(Orb scan IIz, Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA) 검사, IOL Master (IOL MASTER, Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)를 이용하여 안축장(axial length, AXL), anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) (Visante; Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)를 이용하여 기질혼탁이 분포한 위치의 각막 깊이를 확인하였다.

대상 환자에서 PRK는 동일한 수술자(K.M.K.)에 의해 VISX S4 (VISX Inc., Santa Clara, CA, USA)로 시행되었다. 상피는 상피제거회전술(Amoils epithelial scrubber®, Innovative excimer solution Inc., Toronto, ON, Canada)을 이용하여 8.5 mm 지름의 넓이로 기계적 제거하였고, VISX S4 엑시머레이저를 이용하여 각막절제를 시행하였는데, 레이저각막절제량은 수술 전 AS-OCT를 사용하여 측정

**Table 1.** Variable methods to estimate postoperative expected keratometric values (K) shown in this study

Method	Comment
Using Pre-K	
Clinical history <sup>20,27</sup>	$K = K_{PRE} + \Delta SEQ_{CP}$
Speicher (Seitz et al <sup>28,29</sup> , Speicher <sup>30</sup> )	$K = 1.114 \times K_{TPO} - 0.114 \times K_{TPRE}$
Using Refractive change	
Savini et al <sup>31</sup>	$K = ([1.338 + 0.0009856 \times \Delta SEQ_{SP}] - 1) / (K_{POR} / 1,000)$
Camellin and Calossi <sup>32</sup>	$K = ([1.3319 + 0.00113 \times \Delta SEQ_{SP}] - 1) / (K_{POR} / 1,000)$
Jarade and Tabbara <sup>33</sup>	$K = ([1.3375 + 0.0014 \times \Delta SEQ_{CP}] - 1) / (K_{POR} / 1,000)$
Using Post-K	
Orb scan 0 mm total mean power <sup>34</sup>	-
Orb scan 2 mm total optical power <sup>35</sup>	-
Maloney central topography <sup>36</sup>	$K = 1.1141 \times K_{TPO-CTR} - 5.5$
Koch and Wang <sup>37</sup>	$K = 1.1141 \times K_{TPO} - 6.1$
Savini et al <sup>38</sup>	$K = 1.114 \times K_{TPO} - 4.98$
Shammas et al <sup>39</sup> no history	$K = 1.14 \times K_{TPO} - 6.8$

K = keratometry; Pre-K = pre-keratometry;  $K_{PRE}$  = preoperative corneal power (in diopters);  $\Delta SEQ_{CP}$  = spherical equivalent change, converted to corneal plane;  $K_{TPO}$  = postoperative topographic simulated keratometry (Sim-K);  $K_{TPRE}$  = preoperative topographic Sim-K;  $\Delta SEQ_{SP}$  = spherical equivalent change, calculated in spectacle plane;  $K_{POR}$  = average postoperative corneal power (in radius, mm); Post K = post-keratometry;  $K_{TPO-CTR}$  = postoperative central topographic power.

된 과립상 침착물 간 간질 혼탁의 깊이를 목표 절제 깊이 (targeted ablation depth)로 설정하고, 이를 Munnerlyn formula를 이용하여 6.5 mm 지름의 광학부위 및 1D의 blend zone (8.0 mm; 21.3  $\mu$ m)을 병합하여 치료 도수(targeted diopter; D)를 환산하여 근삭값을 입력하였다(예:  $\{(D-1) \times (6.5 \text{ mm})^2\} / 3 + \{1.0 \times (8.0 \text{ mm})^2\} / 3 = \text{targeted ablation depth}$ ). 0.02% 농도의 마이토마이신(Mitomycin C, MMC)을 직경 6 mm의 수술용 스펀지(Medtronic Solan, Jacksonville, FL, USA)에 적셔 각막에 30-60초간 접촉시킨 뒤 평형염액으로 각막표면과 결막낭에 마이토마이신이 남지 않도록 40 mL 이상 충분히 세척하였다. 수술 후 곡률반경이 8.80 mm인 ACUVUE OASYS<sup>®</sup> 880 (Johnson & Johnson Vision Care Inc., Jacksonville, FL, USA)을 치료용 렌즈로 사용하여, 재상피화가 완전히 될 때까지 착용시켰으며, 0.5% levofloxacin 점안액(Cravit<sup>®</sup>, Saten Pharm Co., Osaka, Japan)은 각막상피가 치유될 때까지, 0.18% sodium hyaluronate (Kynex2<sup>®</sup>, Alcon Korea, Seoul, Korea)는 수술 후 2달까지 하루 4번 사용하였다. 각막혼탁 및 퇴행을 억제하기 위해 0.1% fluorometholone (Flarex<sup>®</sup>, Alcon, Fort Worth, TX, USA)을 2달까지 하루 4번 사용하였다.

환자가 각막 창상 치유가 종료되는 6개월 동안 원시 상태로 기다리기 힘들다고 한 경우, 굴절교정레이저 전에 백내장 수술을 진행하였는데, 굴절교정레이저 수술 후 원시가 발생하는 것을 미리 예측하여 근시를 남기거나, 레이저 후 인공수정체 교환술을 시행하였다. 굴절교정레이저 후 백내장 수술을 진행한 경우는 자동각막굴절계(KR-7100, Topcon,

Tokyo, Japan), IOL Master (IOL MASTER, Carl Zeiss Meditec), 그리고 각막지형도검사(Orb scan IIZ, Bausch & Lomb)를 사용하여 안축장, 각막곡률 및 난시를 측정하였다.

삽입할 인공 수정체의 도수는 기존에 제시된 각막 곡률 예측 방법과 인공 수정체 도수 공식(single K SRK/T, double K SRK/T, single K Hoffer Q, double K Hoffer Q)을 조합하여 계산하였다. 인공수정체 계산에는 제조사에서 제시한 A 상수를 사용하였다. 인공수정체 도수를 결정할 때는 각막굴절교정수술 전의 각막곡률과 각막굴절교정수술 후 각막지형도검사로 측정한 2 mm zone의 각막곡률값을 double K SRK/T 공식과 double K Hoffer Q 공식에 대입하여 구한 수술 후 도수 예측값이 원시가 아니면서, single K SRK/T, single K Hoffer Q 공식에 대입하여 구한 수술 후 도수 예측값이 -2.0D보다 근시로 예측되지 않는 인공수정체 도수를 취하였다. 만약 수술 전 각막 곡률값을 알 수 없는 경우에는 Double K 방식의 Pre-keratometry (Pre-K)는 43.5로 사용하였다. Table 1에서는 각 그룹별 각막곡률값 예측 방법과 공식을 보여주고 있다. 결과 분석에서 예측오차(prediction error, PE)는 술 전 인공 수정체 도수 공식으로 계산한 예상 굴절력과 술 후 측정한 실제 굴절력 간의 차이로 측정하였고, 절대오차(Absolute error, AR)는 예측오차의 절대값으로 측정하였다.

모든 백내장 수술은 동일한 수술자(K.M.K.)에 의해 표준적인 초음파 수정체유화술 및 후방 인공수정체 삽입술로 시행되었다. ATLAS 9000 각막지형도(Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)를 이용하여 6 mm의 optical zone에서 각

막 구면수차를 확인하였으며, 수술 전 각막수차와 인공수정체의 구면수차를 더하여 계산한 수술 후 예상 구면수차가 가장 0  $\mu\text{m}$ 에 가까운 인공수정체를 선택하였다. 비구면 인공수정체는 백내장 수술 후 각막의 양의 구면수차 값을 상쇄하여 시기능을 향상시키는 효과를 가지고 있다. 수술 전 각막 구면수차가 +0.200  $\mu\text{m}$  미만인 경우, Acrysof SA60AT, +0.200  $\mu\text{m}$  이상인 경우, Acrysof IQ 인공수정체를 선택하는 것을 원칙으로 했다. AcrySof IQ SN60WF 인공수정체는 일체형 형태의 소수성 아크릴 재질로서 후면이 비구면 표면을 가짐으로써 -0.20  $\mu\text{m}$ 의 음의 구면수차 값을 가진다. 백내장 수술 후 최종 최대 교정 시력, 각막지형도검사, 현성 굴절검사, 자동각막굴절계를 이용한 굴절검사, 구면 대응치(Spherical equivalent), 각막지형도상 중심부용기(central island) 유무, 각막 침착물 및 혼탁의 재발 여부를 관찰하였다. 중심부 용기는 각막지형도 검사에서 지름 1 mm 이상인 각막중심부의 각막곡률이 주변 각막보다 1.5D 이상 더 가파른 경우로 정의하였다. 과립형각막이상증의 재발은 세극등 검사를 통해 기존의 과립 이외의 추가 과립이 발생하거나 각막간질의 혼탁이 다시 발생하는 것으로 정의하여 판정하였다.

통계학적인 분석은 술 전과 술 후 logMAR 시력 차이를 비교하기 위하여 Wilcoxon 부호 순위검정(Wilcoxon signed rank test)으로 분석하였고, 인공수정체도수계산공식(SRK/T, Hoffer Q) 간의 예측도를 비교하기 위해 대응표본 t-test (paired-sample t-test)를 사용하였으며 절대오차의 경우는

비모수검정인 Wilcoxon signed rank test를 이용하였다. 통계분석은 SPSS<sup>®</sup> (version 20.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. p값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 의미가 있는 것으로 간주하였다.

## 결 과

총 7명의 대상 환자의 평균연령은  $69.1 \pm 8.1$ 세(범위 51.6-87.3세)였으며 남자 1명 여자 6명이었다(Table 2). 굴절교정각막레이저절제술 후 평균 경과관찰 기간은  $28.0 \pm 14.7$ 개월이었으며, 4명 8안에서 26개월 이상 경과관찰하였고 나머지 3명 4안에서 8개월 이상 경과관찰하였다. 7명 중 4명이 환자의 동의하에 유전자 검사를 통해 5q31 R124H 돌연변이의 이형접합자(Heterozygote)임을 확인하였다. 레이저를 이용한 평균 전간질 제거 깊이는  $77 \pm 17 \mu\text{m}$ 로 목표 굴절 교정량은 평균  $-4.99 \pm 1.05$ 디옵터(D)였다. 12안 모두 수술 전에 비하여 수술 후 최대교정시력이 개선되었으며 술 후 평균 최대 교정시력은 logMAR  $0.20 \pm 0.12$ 로 술 전 교정시력과 비교하여 통계적으로 유의하게 호전되었고 ( $p=0.002$ ), 시력 감소는 없었다(Table 2).

원시교정 안경만족도가 높아 인공수정체 교환술을 시행하지 않은 2예를 제외하고, 최종 구면 대응치는  $-0.56 \pm 1.12$ D였으며, 근시를 남기는 백내장 술 후 레이저를 한 경우( $+1.00 \pm 0.71$ D)가 레이저 시행 후 백내장 수술을 진행한 경우( $-1.17 \pm 0.61$ D)에 비해 원시 경향을 보였다(Table 3). 12

**Table 2.** Demographics, visual outcomes and ablation depth of phototherapeutic keratectomy in patients with granular corneal dystrophy

Patient	Sex	Age (years)	Laterality	BCVA (log MAR)			Visual gain lines	Ablation depths (um)	Laser correction (Diopter)
				Preoperative	Postoperative 1	Postoperative 2			
A	F	73.0	R	0.9	0.5	0.3	4	74	-4.27
A*	F	71.5	L	0.7	0.6	0.2	4	96	-6.03
B	F	71.2	R	1	0.4	0.3	4	75	-5.6
B	F	71.2	L	0.7	0.5	0.4	2	75	-5.6
C	M	64.2	R	0.4	0.2	0	6	66	-3.82
C	M	64.2	L	0.5	0.2	0	7	48	-2.66
D	F	69.4	R	1.2	0.7	0.4	5	96	-6.03
D	F	70.3	L	0.9	0.7	0.3	4	71	-5.47
E†	F	67.6	R	0.9	1	0.1	7	96	-5.6
E†	F	67.6	L	0.5	0.7	0.4	2	90	-5.6
F	F	51.6	L	0.4	0	0	6	88	-5.16
G	F	87.3	R	0.5	0	0.5	0	49	-4.04
Mean		61.1		0.717	0.458	0.183	4.63	77	-4.99
SD		8.1		0.262	0.309		1.75	16.98	1.05

Postoperative 1 means BCVAs after first surgery and Postoperative 2 means BCVAs after second surgery.

BCVA = best-corrected visual acuity; log MAR = logarithm of minimal angle of resolution; F = female; R = right; L = left; M = male; SD = standard deviation.

\*The left eye developed cystoid macular edema after cataract surgery (Irvine-Gass syndrome); †The neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) laser posterior capsulotomy was performed for both eyes on April 21, 2011.

**Table 3.** Ocular biometric parameters and refraction in patients with granular corneal dystrophy

Case	First operation	Preoperative K (D)	AXL (MASTER)	Mean ACD (MASTER)	Preoperative SE	Hyperopic shift	Final SE	IOL power (D)	Kinds of IOL
A*	PE & PCL	44.75	24.3	2.24	0.375	4.75	-1.625	26	SA60AT
A*	PE & PCL	44.00	24.2	-	-0.75	6.25	-1.25	29	SA60AT
B	PE & PCL	45.00	26.4	-	-6.375	5.75	0.125	21	SN60WF
B	PE & PCL	44.38	26.2	-	-7	6.25	1.75	21	SN60WF
C	PE & PCL	42.63	24.1	3.32	1.75	4.5	0.75	26.5	SN60WF
C	PE & PCL	42.87	24.2	3.35	2.5	3.25	1.375	23.5	SN60WF
D	PRK	43.50	24.1	2.67	- <sup>†</sup>	8.125	-0.625	30	SN60WF
D	PRK	43.50	23.9	2.58	- <sup>†</sup>	8.125	-1.875	30	SN60WF
E	PRK	44.25	22.4	-	- <sup>†</sup>	7.25	NA	24	SN60WF
E	PE & PCL	44.63	22.5	-	- <sup>†</sup>	8.125	NA	23.5	SN60WF
F	PE & PCL	44.44	23.1	2.62	- <sup>†</sup>	7.125	-0.75	28.5	SA60AT
G	PRK	45.06	23.2	2.49	0.875	7.125	-0.5	27	SA60AT
Mean		44.08	23.6	2.75	1.08	6.46	-0.56	27.56	
SD		0.80	0.74	0.42	1.84	1.73	1.12	2.24	
The number of patients included in Mean, SD	n = 12	n = 12	n = 10 <sup>‡</sup>	n = 7	n = 5	n = 10 <sup>‡</sup>	n = 8 <sup>§</sup>	n = 8 <sup>§</sup>	

K = keratometry; AXL = axial length; ACD = anterior chamber depth; SE = spherical equivalent; IOL = intra-ocular lens; PE & PCL = phacoemulsification and post chamber lens insertion; PRK = photorefractive keratectomy; NA = not applicable; SD = standard deviation.

\*Patients undergone intraocular lens exchange after PRK; <sup>†</sup>The patients who failed in automatic refraction (AR) and manifest refraction (MR) for poor light streak, preoperatively, exclusion; <sup>‡</sup>Myopia (B); <sup>§</sup>Myopia (B), The patients (who were) not taken IOL exchange operation after inserting IOL (which was) targeted for emmetropia (E).

**Table 4.** Postoperative recovery and complication in patients with granular corneal dystrophy

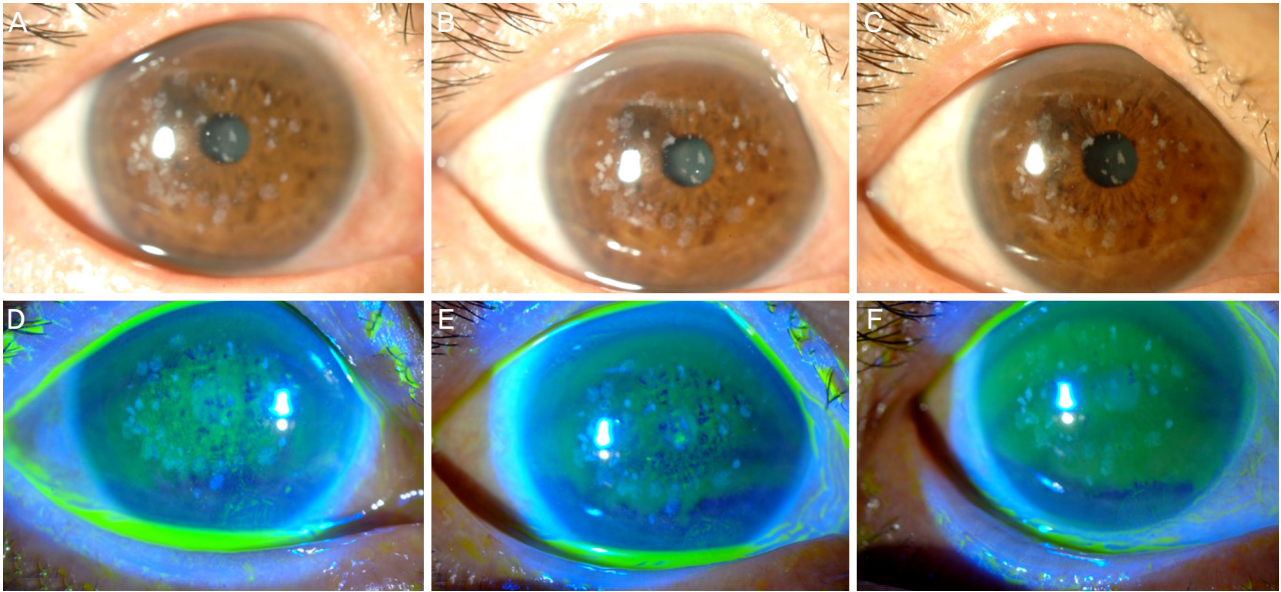
Patients	Epithelial defect* (days)	Epithelial smoothening <sup>†</sup> (days)	Central island <sup>‡</sup>	Cornea opacity recurrence	Duration till Final follow up (days)
A	10	41 <sup>§</sup>	-	-	248
A	10	24	-	-	801
B	10	20	-	-	1,004
B	10	20	-	-	1,004
C	10	-	-	+	1,501
C	10	-	-	+	1,501
D	10	132	-	+	843
D	12	52	-	-	507
E	10	139	-	-	1,328
E	3	132	+	-	1,321
F	4	20	-	-	248
G	10	55	-	-	283
Mean	9.08	66.00	-	-	882.42
SD	2.68	53.00	-	-	476.65

SD = standard deviation.

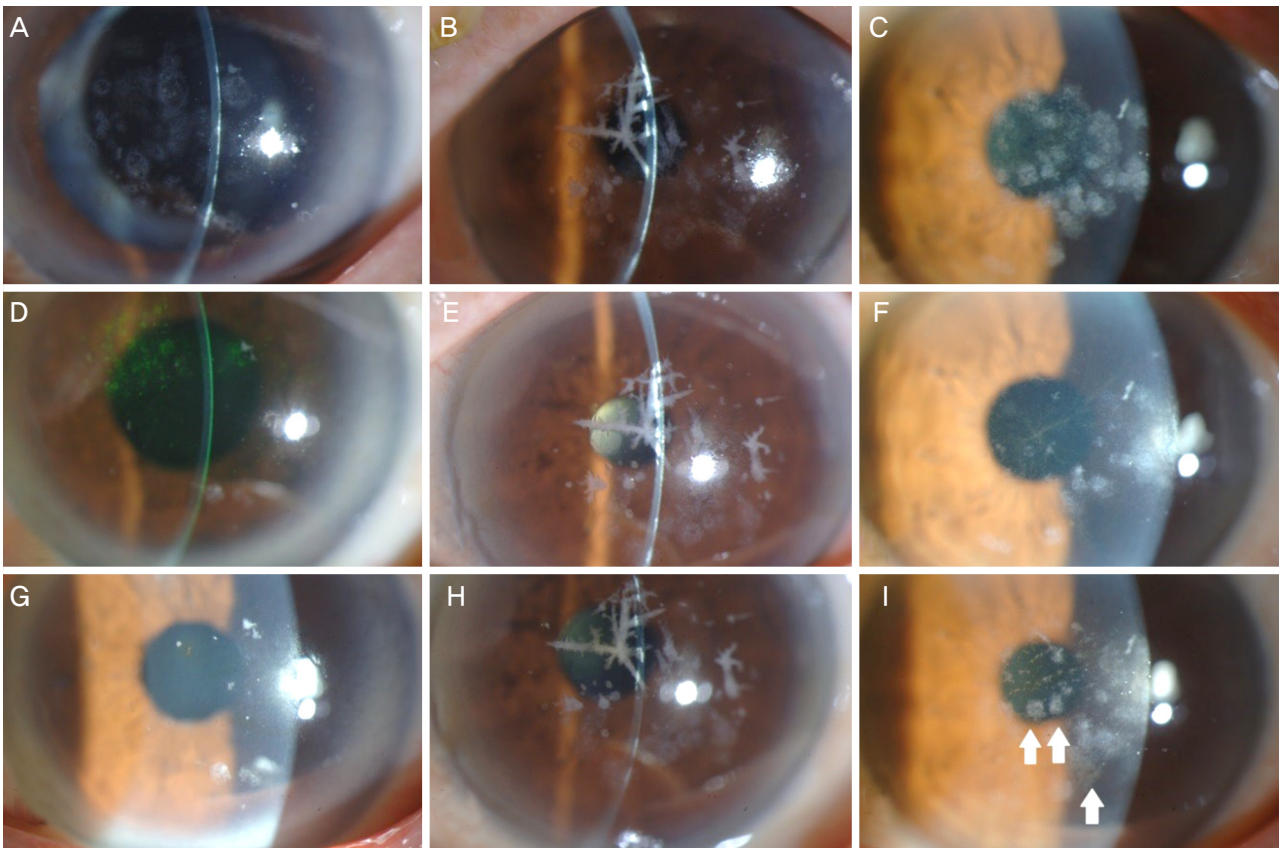
\*The period taken for disappearing of the corneal erosions after laser surgery; <sup>†</sup>The period taken for corneal surface smoothening after laser surgery; <sup>‡</sup>Definition: central area of steeper corneal tissue having increased refractive power, as seen on topography, which is surrounded by a flattened corneal region with reduced refractive power; <sup>§</sup>The infective keratitis developed (or detected) at 28 days after laser surgery and recovered at 41 days after laser surgery.

안의 안축장 길이는 평균  $24.05 \pm 1.19$  mm였으며, 원시교정 안경만족도가 높아 인공수정체 교환술을 시행하지 않은 2안을 제외한 10안에서 인공수정체 도수는 평균  $26.25 \pm 3.23$ D였다.

엑시머 레이저 표면 절제술 시행 후 평균  $9.1 \pm 2.7$ 일 후 각막 표면 미란이 호전되었고, 평균  $66.00 \pm 53.00$ 일 이후 전반적인 각막 표면의 균질성이 회복되었다(Table 4). 2인 3안에서만 레이저 술 이후 불균질해진 각막 표면이 회복되

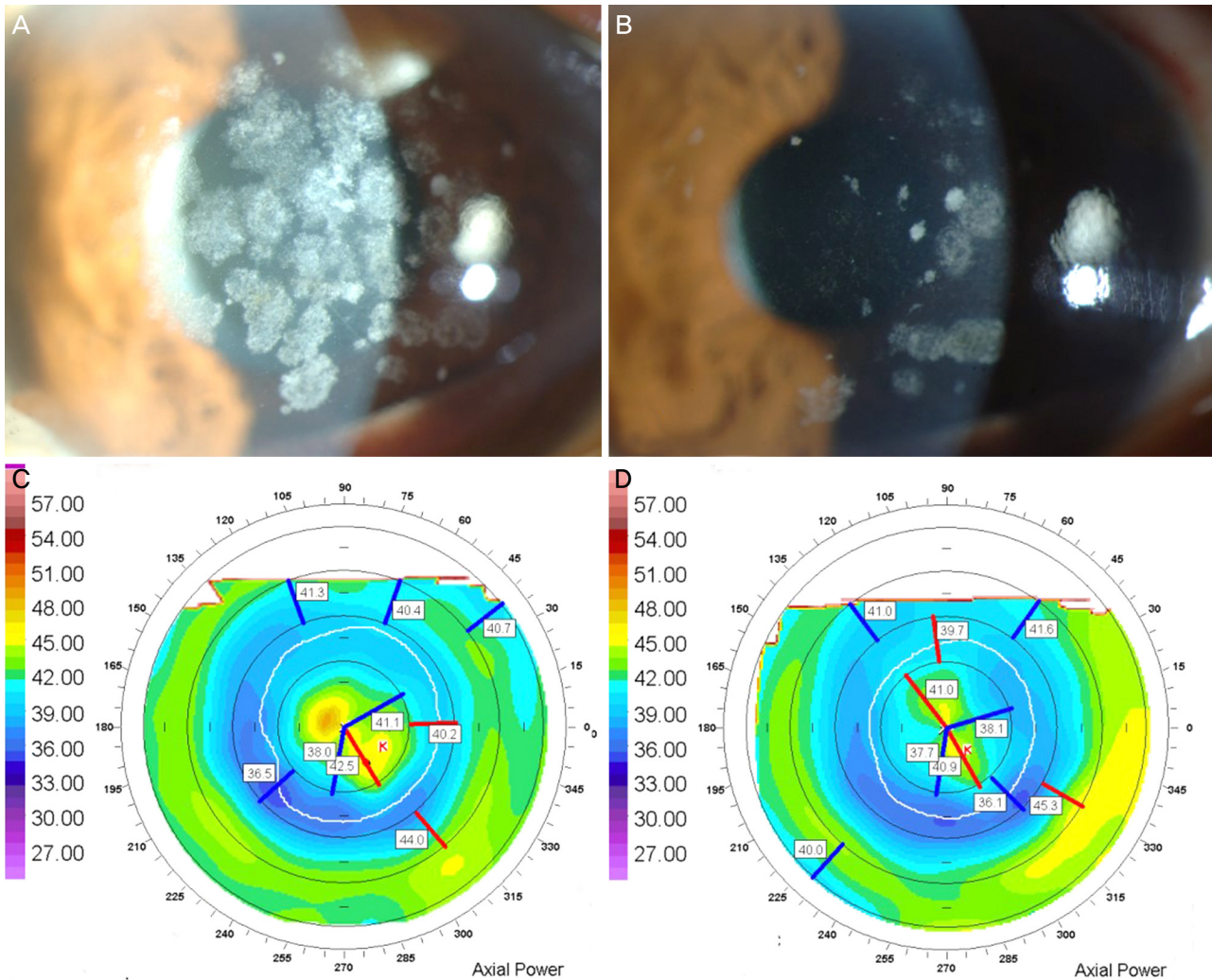


**Figure 1.** Anterior segment photos of delayed wound healing after photorefractive keratectomy (PRK) in a granular corneal dystrophy patient. Slit lamp examination revealed diffuse corneal punctate epithelial erosion (A, D) 10 days after PRK. After applying bandage contact lens, the punctate epithelial erosion much decreased but irregular corneal surface remained (B, E) 1 month after PRK. Using topical fluorometholone 0.1%, antibiotics and artificial tears, corneal surface smoothing (C, F) occurred after 4 months.



**Figure 2.** (A, B, C) The preoperative anterior segment photography. (D, E, F) The postoperative anterior segment photography at day 3. (G, H, I) The postoperative 36-month anterior segment photography. (I) The anterior segment photography showing corneal opacity recurrence (white arrows) after laser surgery. This recurred cornea opacity did not affect the patients' visual acuity.





**Figure 3.** Representative (A) pre- and (B) post-operative photorefractive keratectomy photographs of the eye which showed central island postoperatively. Axial curvature maps after photorefractive keratectomy surgery (C) shows the central island 1 month after surgery. The topography (D) shows decrease of the central island postoperative 35 months. K = keratometry.

기 위해 130일 이상의 시간이 필요하였고, 나머지 9안 모두에서 60일 이내의 시간이 필요하였다(Fig. 1). 인공수정체교환술 시행 후 황반 중심부 부종이 발생하여 어바인-가스 증후군(Irvine Gass syndrome)을 진단 받은 1안 외 수술 후 망막 이상 소견은 관찰되지 않았다. 이 환자에서 황반 중심부 부종은 점안 비스테로이드 항염증제 치료 후 가라앉았다. 수술 후 평균  $28.0 \pm 14.7$ 개월의 추적 관찰 동안 얇은 간질 혼탁의 재발이 2명 3안에서 발견되었다(Table 4, Fig. 2). 평균 발생 시간은  $36.6 \pm 11.2$ 개월이었고, 발생 전후 교정 시력 차이는 없었다. 1안(8.3%)에서 중심부 용기가 발생하였으나 유의한 시력 저하는 발생하지 않았고, 경과 관찰 35개월 이후 용기가 많이 줄어들었다(Fig. 3).

각막굴절교정레이저술 시행 후 백내장 수술을 한 4명 6안에서 인공수정체 계산 공식의 오차를 분석하여 어떤 공식이 예측도가 가장 오차가 적은지 확인하고자 하였다. 6안

의 굴절교정 수술 전 평균 각막 곡률은  $44.21 \pm 0.65$ D, 수술 후 평균 각막 곡률은  $39.52 \pm 2.06$ D, 그리고 평균 안축장의 길이는  $23.80 \pm 0.53$  mm였다.

예측오차는 Maloney method로 구한 각막 굴절력값을 대입한 double K Hoffer Q 공식을 사용한 경우  $-0.07 \pm 0.62$ D (범위  $-0.77, 0.77$ D)로 가장 작은 오차를 보였고, Maloney method로 구한 각막 굴절력값을 대입한 double K SRK/T 공식을 사용한 경우  $-0.14 \pm 0.41$ D (범위  $-0.77, 0.32$ D)로 두 번째로 낮은 오차를 보였다. 절대오차의 경우, Maloney method로 구한 각막굴절력값을 대입한 double K SRK/T 공식을 사용한 경우  $0.33 \pm 0.25$ D (범위  $0.05, 0.77$ D)로 가장 적은 절대오차를 보였고, Wang-Koch-Maloney로 구한 각막 굴절력값을 대입한 single K Hoffer Q 공식을 사용한 경우  $0.49 \pm 0.25$ D (범위  $0.00, 0.68$ D)로 두 번째로 낮은 오차를 보였다(Table 5).

**Table 5.** Mean prediction and absolute errors according to IOL power calculation methods in patients undergone cataract surgery after PRK

Calculation method	Methods to estimate postoperative expected K	Prediction error (D)	Absolute error (D)
SRK/T double K	Total mean power 2 mm	-1.13 ± 0.63 (-2.06, -0.29)	1.13 ± 0.63 (0.29, 2.06)
	Wang-Koch-Maloney	-0.75 ± 0.40 (-1.38, -0.30)	0.75 ± 0.41 (0.30, 1.38)
	Shammas and Shammas	-1.27 ± 0.55 (-2.11, -0.45)	1.27 ± 0.55 (0.45, 2.11)
	Seitz	-0.55 ± 0.42 (-1.24, 0.03)	0.56 ± 0.40 (0.03, 1.24)
	Maloney	-0.14 ± 0.41 (-0.77, 0.32)	0.33 ± 0.25 (0.05, 0.77)
	Total mean power 0 mm	-1.57 ± 1.11 (-3.30, -0.47)	1.58 ± 1.11 (0.47, 3.29)
Hoffer Q double K	Total mean power 2 mm	-0.94 ± 0.76 (-2.09, 0.16)	0.99 ± 0.68 (0.16, 2.09)
	Wang-Koch-Maloney	-1.08 ± 0.76 (-2.12, -0.00)	1.08 ± 0.76 (0.04, 2.12)
	Shammas	-0.55 ± 0.61 (-1.38, 0.13)	0.59 ± 0.56 (0.11, 1.38)
	Seitz	-0.35 ± 0.63 (-1.24, 0.49)	0.59 ± 0.36 (0.24, 1.24)
	Maloney	-0.07 ± 0.62 (-0.77, 0.77)	0.53 ± 0.23 (0.15, 0.77)
	Total mean power 0 mm	-1.39 ± 1.23 (-3.34, -0.03)	1.39 ± 1.23 (0.03, 3.34)
Hoffer Q single K	Total mean power 2 mm	-0.31 ± 0.77 (-1.59, 0.71)	0.55 ± 0.59 (0.00, 1.59)
	Wang-Koch-Maloney	+0.05 ± 0.59 (-0.68, 0.63)	0.49 ± 0.25 (0.00, 0.68)
	Shammas	-0.45 ± 0.70 (-1.38, 0.56)	0.67 ± 0.43 (0.10, 1.38)
	Seitz	-0.24 ± 0.59 (-0.55, 1.02)	0.51 ± 0.32 (0.17, 1.02)
	Maloney	+0.62 ± 0.60 (-0.10, 1.22)	0.69 ± 0.51 (0.09, 1.22)
	Total mean power 0 mm	-0.74 ± 1.22 (-2.76, 0.54)	0.92 ± 1.07 (0.07, 2.76)
SRK/T single K	Total mean power 2 mm	+0.87 ± 0.81 (-0.65, 1.49)	1.09 ± 0.39 (0.65, 1.49)
	Wang-Koch-Maloney	+1.17 ± 0.60 (0.15, 1.80)	1.17 ± 0.60 (0.15, 1.80)
	Shammas	+0.75 ± 0.51 (-0.06, 1.22)	0.77 ± 0.47 (0.06, 1.22)
	Seitz	+1.33 ± 0.51 (0.46, 1.84)	1.33 ± 0.51 (0.46, 1.84)
	Maloney	+1.64 ± 0.61 (0.61, 2.28)	1.64 ± 0.61 (0.60, 2.28)
	Total mean power 0 mm	+0.51 ± 1.21 (-1.65, 1.63)	1.07 ± 0.65 (0.03, 1.65)

Values are presented as mean ± SD (range).

IOL = intra-ocular lens; PRK = photorefractive keratectomy; K = keratometry.

인공수정체 도수 계산 공식별 예측오차는 double K SRK/T 공식을 사용한 경우 평균  $-0.90 \pm 0.76D$  (범위  $-3.29, 0.32D$ )로 실제 수술 후 도수보다 근시로 예측되는 경향이 있었고, single K SRK/T 공식은 평균  $1.04 \pm 0.79D$  (범위  $-1.65, 2.28D$ )로 실제 수술 후 도수보다 원시로 예측되는 경향이 있었다. Double K SRK/T 공식의 경우 다른 3가지 측정 공식과 비교하여 유의하게 근시로 예측되는 경향이 있었고, double K Hoffer Q 공식은 Single K SRK/T, Single K Hoffer Q보다 유의하게 근시로 예측되는 경향이 있었다. 각 공식별로 공식별 절대오차를 비교한 비모수검정에서는 Single K Hoffer Q 공식을 사용한 경우  $0.63 \pm 0.56 D$  (범위  $0, 1.59D$ )로 다른 3가지 측정 공식과 비교하여 유의하게 낮은 절대오차를 보였다.

## 고 찰

본 연구는 과립형각막이상증의 간질 혼탁이 심해 백내장 단독 교정이 시력 호전에 제한이 있다고 판단된 환자에서 굴절교정레이저각막절제술모드로 교정 시 중심 음기가 적게 발생하고, 시력 교정효과도 있음을 확인하였다.

과립형각막이상증 환자에서 전반적인 간질의 혼탁과 과립 침착물은 보우만 층 근처에 위치하는 반면, 격자형 침착물은 보우만 층에서  $65.4 \pm 48.0 \mu m$  떨어져 위치하는 것이 보고된 바 있다.<sup>14</sup> 또한 간질혼탁, 과립형 침착물, 그리고 격자형 침착물은 각각  $47.7 \pm 10.2$ ,  $91.3 \pm 39.5$ , 그리고  $313 \pm 71.4 \mu m$ 로 간질혼탁은 세 종류의 침착물 중 가장 표면에 위치하면서 두께가 얇은 것 또한 보고되었다. Jung et al<sup>10</sup>은 전반적인 간질혼탁이 시축을 포함하는 중심부에 분포하므로 과립형각막이상증 환자에서 시력 저하에 중요한 영향력이 있을 것이라 하였다. 본 연구를 통해 전반적인 각막간질의 혼탁은 평균  $80.5 \mu m$  깊이를 굴절교정레이저각막절제술로 절제하여 제거할 수 있고, 깊은 층에 위치하는 과립형 침착물은 완전히 제거되지 않더라도 시축을 막지 않는다면 시력 호전을 제한하지 않는다는 것을 알 수 있었다.

과립형각막이상증 환자에서 라식 후 각막 혼탁이 증가되는 증례가 보고되면서, 굴절교정술은 금기시되어왔다.<sup>5,6,15,16</sup> Awwad et al<sup>16</sup>은 제2형 과립형각막이상증으로 진단된 28세 여자 환자가 라식 후 12개월만에 재발한 사례를 보고하였다. Inoue et al<sup>5</sup>은 이형접합자인 GCD II 환자 4명 7안에서 재발까지  $38.4 \pm 6.2$ 개월이 걸렸다고 보고하였고, 환자들의



나이는 평균 66세였다. 최근 Jung et al<sup>10</sup>은 평균 61.4세 환자 22명 29안에서 평균 43.4 um 깊이로 PTK를 시행하여 6개월에서 40개월의 추적관찰 기간 동안 재발 없이 통계적으로 유의한 시력향상을 유지하는 것을 보고하였다. 본 연구에서도 평균 69.08 ± 8.1세 환자 7명 12안 중 3안에서 재발이 발견되었고(25%), 평균 36.59개월(32.92개월, 49.21개월, 27.64개월) 추적관찰 후 재발이 확인되었다. 이는 발생 기간이나 발생 빈도가 기존의 보고와 유사하며, 장기적인 관찰이 필요한 부분이다. 7명 9안은 평균 24.86개월의 추적관찰 기간 동안 재발 없이 최대교정시력의 유의한 향상이 유지되었으며 12안 모두 추가적인 굴절교정레이저각막절제술이 필요하지 않았다. 즉 기존 연구와 동일하게, 레이저 시술 후의 간질의 혼탁 재발을 예측할 수 있으나 젊은 연령과는 다르게, 백내장 발생하는 고령에서는 재발해도 그 혼탁의 정도가 경미해 현재 추적관찰 시점까지는 시력에 큰 영향을 미치지 않았다. 이러한 점은 젊은 연령에서 치료적 각막절제술이 금기시되는 점과 다르게, 고령에서 백내장 수술이 필요한 환자에서는 치료적 목적으로 엑시머레이저 각막절제술의 사용을 고려해도 되는 근거가 될 수 있다. 그러나 좀 더 장기 추적을 통해 시력을 방해할 정도로 혼탁이 진행할 지를 관찰하여야겠다.

현재까지 20가지 이상의 방법이 굴절교정술을 받은 눈에서 인공수정체 도수 계산의 정확도를 높이기 위해 고안되었다.<sup>17-23</sup> Wang et al<sup>24</sup>은 굴절교정 수술 전 K 값을 사용하지 않고 수술 후 측정값과 굴절도수 변화 값을 사용하여 굴절교정 수술 후 보정 각막 곡률값을 예측하는 여러 방법이 절대오차가 통계적으로 유의하게 낮음을 보여주었다. 또한 Wang et al<sup>22</sup>은 Maloney 방법으로 예측된 각막곡률값을 적용한 Double K (SRK-T, Holladay, Hoffer Q)가 가장 낮은 예측오차를 보이는 방법이라고 제안하였고, Shammas and Shammas<sup>23</sup>는 Shammas method와 Shammas-post-LASIK (PL) formula를 사용하였을 때 가장 작은 평균 예측 오차를 보고하였다. Wang et al<sup>24</sup>의 보고는 Maloney method로 구한 각막 굴절력값을 대입한 double K SRK/T 공식을 사용한 경우 가장 낮은 예측오차와 절대오차를 보인 본 연구의 결과에 부합한다. Lee et al<sup>25</sup>은 평균 27.82 mm의 안구축을 가진 환자들에서 굴절교정술 후 인공수정체도수계산법 간의 예측도를 비교하였을 때 각막곡률산출법은 변형 Maloney 방법보다 정확도를 의미하는 절대예측오차가 가장 작은 값을 보여 예측도가 가장 좋다고 하였다. Yun et al<sup>26</sup>은 굴절교정수술 시행 전 현성굴절검사가 -4.03 ± 1.90D로 중등도의 근시를 보이는 환자를 대상으로 굴절교정수술 전 자료가 없을 경우, IOL Master<sup>®</sup> version 5.02 (Carl Zeiss Meditec)에 포함된 Haigis-L method로 비교적 정확한 인공

수정체 도수를 얻을 수 있다고 보고하였다. 현재까지 각막 굴절교정 수술 후 백내장 수술 진행 시 인공수정체 도수 결정의 standard가 완전히 확립되어 있지는 않으나 위에 제시된 방법들이 비교적 많이 사용하는 방법이다.<sup>27-39</sup> 그리고 본 연구의 결과는 중심부 용기의 발생이 높지 않기 때문에 기존의 엑시머 레이저 굴절 수술 후 백내장 수술 시 일반적으로 사용하는 보정 IOL power 계산식이 굴절교정각막절제술을 시행한 과립형각막이상증 환자 백내장 수술 후에도 인공수정체 도수 결정에도 비슷하게 적용될 수 있음을 보여준다. 한편 Jung et al<sup>13</sup>은 PTK를 시행한 과립형각막이상증 환자를 각막지형도 검사에서 보이는 각막 표면의 형태에 따라 세 그룹으로 나누어 각 그룹별로 평균 절대 오차가 가장 낮은 공식이 다르다는 것을 보여주었다. 치료레이저 각막절제술 후 발생할 수 있는 중심부 용기가 있는 환자는 각막이 중심축 위아래로 길어진 형태(prolate shaped cornea)로 원시 교정 엑시머 레이저 굴절교정술(Hyperopic excimer laser refractive surgery)을 시행한 환자의 각막과 유사한 형태를 보이고, hyperopic Haigis-L formula가 가장 예측도가 뛰어나다고 보고하였다.<sup>13</sup> 이와 다르게 본 연구에서는 중심부 용기 발생이 기존 연구보다 낮으므로(중심부 용기 발생률 8.3%) 근시 교정 라식 수술을 한 환자들에게 통상적으로 적용하는 예측식(Maloney method로 구한 각막 굴절력값을 대입한 double K SRK/T 공식 방법)으로 좋은 예측도를 보여주었다. 따라서 PTK를 시행한 경우보다 PRK로 시행한 경우가 기존 공식으로 좀 더 술 후 예측이 용이하여 덜 복잡할 가능성을 시사한다. 그러나 본 연구에서는 인공수정체 회사에서 제공한 A 상수를 적용한 결과이므로, SRK/T 공식 적용 시 A상수의 영향을 무시할 수 없으므로 각 시술과 수술자에 따라 제조사 A상수 대신에 보정 A상수를 사용한다면 결론이 달라질 수 있다.

본 연구는 연구대상이 백내장과 굴절레이저각막절제술을 모두 시행한 경우로 제한하였기 때문에 환자 수가 적다는 단점이 있고, 이로 인해 인공수정체 계산 공식의 오차를 분석하는 데에 제한점이 있으며, 또 후향적으로 분석하였다는 제한점이 있다. 따라서 과립형각막이상증 환자에서 백내장 수술 시 PRK 또는 PTK의 술 후 인공수정체 예측도에 미치는 영향을 뚜렷하게 확인하기 위해서는 향후 대규모 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또 한 가지 PRK를 이용한 각막교정술은 PTK를 이용한 경우보다 원시가 좀 더 높게 발생하기 때문에 안축장이 너무 짧거나 각막이 너무 편평한 환자의 경우는 차후 고굴절의 인공수정체 도수가 필요하게 되는데, 이 도수가 생산이 안 될 가능성이 있기 때문에 미리 술 전에 이점을 파악하여 짧은 안축장과 편평한 각막의 환자는 시술 대상에서 제외해야 하는 단점

이 있다. 결론적으로 백내장이 동반된 과립형각막이상증 환자에서 각막간질 혼탁이 심해 백내장 단독 수술의 효과가 시력 회복을 도모하기 부족할 것으로 판단되는 경우, 굴절교정각막레이저술의 병합 시행을 고려할 수 있으며, 이는 중심부 용기가 적어 술 후 인공수정체 도수 예측에 교란 변수가 감소하므로, 치료적각막절제술의 대안으로 이용될 수 있다.

## REFERENCES

- 1) Klintworth GK. Advances in the molecular genetics of corneal dystrophies. *Am J Ophthalmol* 1999;128:747-54.
- 2) Ferry AP, Benson WH, Weinberg RS. Combined granular-lattice ('Avellino') corneal dystrophy. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1997; 95:61-77.
- 3) Lee JH, Cristol SM, Kim WC, et al. Prevalence of granular corneal dystrophy type 2 (Avellino corneal dystrophy) in the Korean population. *Ophthalmic Epidemiol* 2010;17:160-5.
- 4) Rapuano CJ. Excimer laser phototherapeutic keratectomy. *Int Ophthalmol Clin* 1996;36:127-36.
- 5) Inoue T, Watanabe H, Yamamoto S, et al. Recurrence of corneal dystrophy resulting from an R124H Big-h3 mutation after phototherapeutic keratectomy. *Cornea* 2002;21:570-3.
- 6) Lee JH, Stulting RD, Lee DH, et al. Exacerbation of granular corneal dystrophy type II (Avellino corneal dystrophy) after LASEK. *J Refract Surg* 2008;24:39-45.
- 7) Yi JH, Ha BJ, Kim SW, et al. The number of cases, cause and treatment of avellino corneal dystrophy exacerbated after LASIK. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:1415-24.
- 8) Kim EK. PTK in corneal dystrophy. *Cornea* 2004;23:323-4.
- 9) Reddy JC, Rapuano CJ, Nagra PK, Hammersmith KM. Excimer laser phototherapeutic keratectomy in eyes with corneal stromal dystrophies with and without a corneal graft. *Am J Ophthalmol* 2013; 155:1111-8.e2.
- 10) Jung SH, Han KE, Stulting RD, et al. Phototherapeutic keratectomy in diffuse stromal haze in granular corneal dystrophy type 2. *Cornea* 2013;32:296-300.
- 11) Ishikawa T, Hirano A, Inoue J, et al. Trial for new intraocular lens power calculation following phototherapeutic keratectomy. *Jpn J Ophthalmol* 2000;44:400-6.
- 12) Ishikawa T, Hirano A, Murai K, et al. Intraocular lens calculation for cataract treated with photorefractive keratectomy using ray tracing method. *Jpn J Ophthalmol* 2000;44:575.
- 13) Jung SH, Han KE, Sgrignoli B, et al. Intraocular lens power calculations for cataract surgery after phototherapeutic keratectomy in granular corneal dystrophy type 2. *J Refract Surg* 2012;28:714-24.
- 14) Hong JP, Kim TI, Chung JL, et al. Analysis of deposit depth and morphology in granular corneal dystrophy type 2 using fourier domain optical coherence tomography. *Cornea* 2011;30:729-38.
- 15) Lee WB, Himmel KS, Hamilton SM, et al. Excimer laser exacerbation of Avellino corneal dystrophy. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:133-8.
- 16) Awwad ST, Di Pascuale MA, Hogan RN, et al. Avellino corneal dystrophy worsening after laser in situ keratomileusis: further clinicopathologic observations and proposed pathogenesis. *Am J Ophthalmol* 2008;145:656-61.
- 17) Walter KA, Gagnon MR, Hoopes PC Jr, Dickinson PJ. Accurate intraocular lens power calculation after myopic laser in situ keratomileusis, bypassing corneal power. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:425-9.
- 18) Masket S, Masket SE. Simple regression formula for intraocular lens power adjustment in eyes requiring cataract surgery after excimer laser photoablation. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:430-4.
- 19) Holladay JT, Hill WE, Steinmueller A. Corneal power measurements using scheimpflug imaging in eyes with prior corneal refractive surgery. *J Refract Surg* 2009;25:862-8.
- 20) Hoffer KJ. Intraocular lens power calculation for eyes after refractive keratotomy. *J Refract Surg* 1995;11:490-3.
- 21) Feiz V, Mannis MJ, Garcia-Ferrer F, et al. Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis for myopia and hyperopia: a standardized approach. *Cornea* 2001;20:792-7.
- 22) Wang L, Booth MA, Koch DD. Comparison of intraocular lens power calculation methods in eyes that have undergone LASIK. *Ophthalmology* 2004;111:1825-31.
- 23) Shammas HJ, Shammas MC. No-history method of intraocular lens power calculation for cataract surgery after myopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:31-6.
- 24) Wang L, Hill WE, Koch DD. Evaluation of intraocular lens power prediction methods using the American Society of Cataract and Refractive Surgeons Post-Keratorefractive Intraocular Lens Power Calculator. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1466-73.
- 25) Lee MO, Chung TY, Chung ES, Kee CW. Comparison of intraocular lens power calculation methods for cataract surgery after refractive surgery: a retrospective surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:180-7.
- 26) Yun YJ, Kwang JY, Choi SH. Intraocular lens power calculation using Haigis-L method after corneal refractive surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:664-9.
- 27) Holladay JT. Consultations in refract surgery. *Refract Corneal Surg* 1989;5:202-3.
- 28) Seitz B, Langenbucher A. Intraocular lens power calculation in eyes after corneal refractive surgery. *J Refract Surg* 2000;16:349-61.
- 29) Seitz B, Langenbucher A, Nguyen NX, et al. Underestimation of intraocular lens power for cataract surgery after myopic photorefractive keratectomy. *Ophthalmology* 1999;106:693-702.
- 30) Speicher L. Intra-ocular lens calculation status after corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2001;12:17-29.
- 31) Savini G, Barboni P, Zanini M. Intraocular lens power calculation after myopic refractive surgery: theoretical comparison of different methods. *Ophthalmology* 2006;113:1271-82.
- 32) Camellin M, Calossi A. A new formula for intraocular lens power calculation after refractive corneal surgery. *J Refract Surg* 2006;22:187-99.
- 33) Jarade EF, Tabbara KF. New formula for calculating intraocular lens power after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1711-15.
- 34) Arce CG, Soriano ES, Weisenthal RW, et al. Calculation of intraocular lens power using Orbscan II quantitative area topography after corneal refractive surgery. *J Refract Surg* 2009;25:1061-74.
- 35) Qazi MA, Cua IY, Roberts CJ, Pepose JS. Determining corneal power using Orbscan II videokeratography for intraocular lens calculation after excimer laser surgery for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:21-30.

- 36) Smith RJ, Chan WK, Maloney RK. The prediction of surgically induced refractive change from corneal topography. Am J Ophthalmol 1998;125:44-53.
- 37) Koch DD, Wang L. Calculating IOL power in eyes that have had refractive surgery. J Cataract Refract Surg 2003;29:2039-42.
- 38) Savini G, Barboni P, Zanini M. Correlation between attempted correction and keratometric refractive index of the cornea after myopic excimer laser surgery. J Refract Surg 2007;23:461-6.
- 39) Shammas HJ, Shammas MC, Garabet A, et al. Correcting the corneal power measurements for intraocular lens power calculations after myopic laser in situ keratomileusis. Am J Ophthalmol 2003;136:426-32.

---

= 국문초록 =

## 과립형각막이상증에서 굴절교정각막레이저절제술과 백내장 수술 병합 시행 후 임상 결과

**목적:** 백내장이 합병된 과립형각막이상증 환자 중 각막침착물 사이의 간질이 혼탁하여 백내장 수술만으로는 시력 교정이 어려운 환자에서, 굴절교정각막레이저절제술을 병합 시행한 12예의 임상 효과를 보고하고자 한다.

**대상과 방법:** 과립형각막이상증과 백내장을 진단 받은 환자 중 간질 혼탁이 심해 백내장 수술만으로 교정이 어려운 환자에서 굴절교정각막레이저절제술을 시행하고 전후로 백내장 수술을 병합한 7명 12안의 의무기록을 후향 분석하였다. VISX S4 IR (VISX, Santa Clara, CA, USA)을 이용하여, 전간질을 제거하였다. 레이저 후에 백내장 수술을 시행한 경우는 보정 각막곡률값(keratometry, K)과 double K SRK/T 또는 double K Hoffer Q 공식을 이용하여 인공수정체 도수를 결정 삽입하였다. 최종 시력 증가, 구면대응치값, 각막지형도상 중심부 용기 유무, 혼탁의 재발을 분석하였다. 사용한 보정각막굴절력값과 수정체공식의 예측오차 및 절대오차를 분석하였다.

**결과:** 평균 36.6개월의 추적 관찰 동안 3안에서 시력에 영향을 미치지 않는 각막간질혼탁이 재발하였다. 술 후 평균 최대 교정시력은 logMAR 0.18로 술전 교정시력에 비해 평균 4.63줄의 호전이 있었고, 시력 감소는 없었다. 최종 구면대응치는 -0.56디옵터(D)였다. Maloney method로 구한 각막굴절력값을 대입한 double K SRK/T 공식을 사용한 경우  $0.33 \pm 0.25D$ 로 가장 적은 절대오차를 보였다.

**결론:** 백내장이 동반된 과립형각막이상증 환자에서 각막간질 혼탁이 심한 경우, 치료적 목적의 엑시머레이저 굴절교정각막레이저절제술 병합 시행은 도움이 될 수 있음을 시사하였다.

〈대한안과학회지 2015;56(8):1170-1180〉

---