

## 엑시머 레이저를 이용한 근시교정술의 효과

이세엽 · 김기산 · 이우석 · 배언희\* · 오준섭

### = 요 약 =

Excimer Laser에 의한 근시교정술의 효과 및 각막내피세포에 미치는 영향을 알아보기 위하여 중심부 각막절제술을 시행한 126명 158안을 대상으로하여 근시정도와 수술방법에 따라 4군으로 분류하고 (1군 : -2.00D~-6.00D, 2군 : -6.25D~-9.00D, 3군 : ≥-9.25D, 4군 : ≥-6.25D(2 step)), 수술전 후의 시력, 굴절교정의 정도, 각막흔탁, 각막굴절력, 중심각막두께, 안압 및 각막내피세포의 형태학적 변화를 관찰하였다. 술후 12개월의 평균 나안시력은 1군에서 0.9, 2군에서 0.7, 3군에서 0.2, 4군(술 후 9개월)에서는 0.7이었고, 평균 굴절력은 각각 4.1D, 6.3D, 7.1D, 9.2D 감소하였다. 각군의 각 막굴절력의 변화는 4.0D, 4.8D, 5.5D, 4.8D 감소하였고, 중심각막두께는 각각 37.2 $\mu$ m, 50.4 $\mu$ m, 57.0 $\mu$ m, 67.2 $\mu$ m 감소하였다. 각막흔탁은 4군을 제외한 모든 군에서 Grade 0.3이하로 감소하였고 각 막내피세포의 수술 전후의 형태학적 특성은 유의한 변화를 보이지 않았다(한안지 35:1555~1565, 1994).

### = Abstract =

#### Excimer laser Photorefractive Keratectomy for the Correction of Myopia

Se Youp Lee, M.D., Ki-San Kim, M.D., Woo Suk, Lee, M.D.,  
Eun Hee Bae, M.D.\* , Joon Sup Oh, M.D.

To evaluate the effect of excimer laser photorefractive keratectomy on the correction of the myopia and the corneal endothelium, 158 eyes which underwent myopic photorefractive keratectomy with excimer laser(Excimed UV 200, Summit Technology Inc., Waltham, USA were analyzed. Myopic patients were

<접수일 : 1994년 3월 6일, 심사통과일 : 1994년 11월 4일>

계명대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology School of Medicine, Kemyung University, Taegu, Korea

\* 배언희 의원

\* Dr. Bae's Eye Clinic, Taegu, Korea

본 논문의 요지는 1993년 4월 16일 제 70차 안과학회 춘계학술대회에서 구연 발표되었음.  
본 연구는 계명대학교 동산의료원 올종연구비의 보조로 이루어진 것임.

divided into 4 groups according to their refractive errors and operative techniques(group I : -2.00D~-6.00D, group II : -6.25D~-9.00D, group III : ≥-9.25D, group IV : ≥-6.25D and 2 times of irradiation). Refractive error, visual acuity, keratometry, pachometry, IOP, corneal haze and morphology of the corneal endothelium by specular microscopy were examined during the follow up period. Twelve months after surgery, mean uncorrected visual acuities of the group I, II, III and IV(9months after surgery) were 0.9, 0.7, 0.2 and 0.7 respectively. Mean reduction of refractive errors were 4.1D, 6.3D, 7.1D and 9.2D respectively. Correction within ±1.0D were achieved in 93.3%, 60%, 0% and 66.7% respectively. Mean reduction of keratometric diopters were 4.0D, 4.8D, 5.5D and 4.8D and mean reduction of corneal thickness were 37.2 $\mu\text{m}$ , 50.4 $\mu\text{m}$ , 57.0 $\mu\text{m}$  and 67.2 $\mu\text{m}$  respectively. Corneal opacity remained to insignificant degree below grade 0.3. There was no statistically significant change in morphometric changes of the corneal endothelial cells. (J Korean Ophthalmol Soc 35: 1555~1565, 1994).

**Key Words :** Excimer laser, Myopia, Photorefractive keratectomy

각막의 만곡도를 변화시켜 굴절이상을 교정하고자 하는 노력은 1884년 Schiötz<sup>1)</sup>에 의해 술후에 생긴 각막난시를 줄이고자 각막절개를 넣으므로써 시작되었고, 근시교정에 대한 수술방법으로 1949년 Barraquer에 의해 충관 각막 절제술이 시도된 이후 충간각막성형술(Keratomileusis), 상각막렌즈성형술(Epikeratophakia)등이 소개되어 시술되어 왔다. 최근까지는 주변부 각막에 방사상 절개를 넣어 중심각막을 편평하게 만들어 근시를 감소시키고자하는 방사상 각막절개술(Radial keratotomy)이 많이 시행되었으나 합병증으로 각막천공, 부정난시 등이 올 수 있고 또한 결과의 예측도가 문제되어 왔다.

1971년 Beckman等<sup>2)</sup>에 의해 각막에 기계적 접촉 없이 처음으로 CO<sub>2</sub> Laser를 이용하여 근시를 교정하고자 했으나, 조사부위로부터 주위조직으로의 침투범위가 25 $\mu\text{m}$ 까지되어 각막에 손상이 많았다. 이러한 단점을 보완하기 위해 1983년 Trokel等<sup>3)</sup>은 Ar F(Argon-Fluoride)의 원자외선 스펙트럼에서 나오는 193nm의 광장을 지닌 Excimer Laser를 이용하여 소의 눈에 직접 조사하였다. 이들이 밝힌 Excimer Laser에 의한 조직연마 특징은 1 $\mu\text{m}$ 이하의 조직성분을 제거할 수 있으므로 정확한 조직절제가

가능하고, 절제된 조직의 표면은 광학적으로 매우 매끄러우며, 조직침투범위가 0.3 $\mu\text{m}$ 로 주위조직에 손상이 거의 없다는 것이었다.

1988년 McDonald等<sup>4)</sup>에 의해 정상시력을 가진 근시안에 처음으로 Excimer Laser를 조사하여 근시교정에 유용함을 보여준 이후 Excimer Laser 근시교정술에 대한 많은 보고가 있었다<sup>5~11)</sup>. 저자들은 Excimer laser를 이용하여 각막절제술 후 6개월 이상 경과관찰이 가능했던 126명 근시환자 158안을 대상으로 시력 및 굴절이상 변화, 각막 굴절력의 변화, 중심각막두께의 변화, 각막혼탁정도, 각막내피 세포의 변화 및 수술에 따른 합병증을 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

1992년 5월에서 1993년 8월까지 본원에서 Excimer Laser(Excimed UV 200LA, Summit Technology, Inc., Waltham, USA)를 이용하여 안경이나 콘택트렌즈 착용이 불편해서 또는 미용상 목적으로 수술을 원하는 만 20세 이상의 근시환자 126명 158안을 대상으로 하여 Excimer Laser

— 이세엽 외 : 엑시머 근시교정술 —

Photorefractive Keratectomy(PRK)를 실시하였다(Table 1). 네군의 대상군 즉, 1군은 -2.00D~-6.00D, 2군은 -6.25D~-9.00D, 3군은 -9.25D 이상, 4군은 -6.25D 이상이면서 2 step(1 step : 4.5mm직경으로 -6D연마, 2 step : 5mm직경으로 나머지 굴절이상에 대한 연마)으로 조사한 경우 등으로 나누어 관찰하였다(Table 2).

**Table 1.** Distribution of age and sex of patients

Age	Male	Female	Total
20-29	37(50)	56(68)	93(118)
30-39	15(19)	15(18)	30(37)
40-49	3(3)	0(0)	3(3)
Total	55(72)	71(86)	126(158)

( ) : number of eyes

**Table 2.** Patient groups according to preoperative refractive error and surgical technique

Groups	Diopters*	No. of eyes
I	-2.00~-6.00	77
II	-6.25~-9.00	49
III	≥-9.25	10
IV	≥-6.25 (2 step)	22
Total		158

\* : Range of refractive error : -2.00D~-18.00D

Total average of refractive error : -6.50D

수술전후 검사로는 병력문진, 세극등, 나안 및 최대교정시력, 현성 및 조절마비 굴절이상, 각막 굴절력, 중심각막두께, 안저, 안압 및 경면 혈마경 등의 검사를 하였으며 만 20세이하, 심한 전성안, 안경염 및 토안 등 외안부 질환을 앓고 있는 환자는 대상에서 제외시켰다.

수술은 시술 30분전에 2% pilocarpine으로 축동

시킨 뒤 0.5% proparacaine hydrochloride를 점안하여 Beaver Knife와 Weckcel sponge로 각막 중심부 7mm정도의 상피를 깨끗이 제거한 후 환자로 하여금 초록색 고정광을 보게 한 다음 He-Ne광을 동공의 3시, 9시 지점에 위치시키고, 촛점을 맞춘 후 레이저 광을 조사하였다.

Excimer Laser의 조사직경은 5mm로 하였고 교정량은 1군에서는 자작적 굴절검사를 기준으로 결정하였고 2, 3군에서는 -6D로 연마하였다. 4군인 경우는 -6D까지는 직경 4.5mm로 연마하고 계속해서 남은 굴절이상은 5mm의 직경으로 연마하였다. 절제율은 0.25μm/pulse, 에너지 밀도는 180mJ/cm<sup>2</sup>, 박동간격은 10nsec, 반복률은 10Hz였고, 한번 조사시 가능한 최대 교정량은 -6D이었다.

수술후 즉시 항생제 안연고를 점안하고 약 3일간 암박차폐하면서 매일 경과관찰하였다. 각막상피가 재생된 후에는 0.5% prednisolone점안액을 매 2시간마다 한달까지 점안하고 다음 6개월까지는 서서히 감량하였으나 환자의 굴절상태와 각막흔탁 정도에 따라 점안횟수를 달리하였다.

경과관찰은 술후 1주, 1개월, 3개월, 6개월, 9개월, 12개월에 정기적으로 수술전 검사와 동일하게 시행하였다(Table 3). 각막흔탁 정도는 Fantes분류에 따라 Grade 0~Grade 4로 나누었다(Table 4).

## 결 과

Excimer Laser PRK를 받은 총 126명의 환자 중 성별분포는 남자가 55명(72안), 여자가 71명(86안)이었고, 연령분포는 20대에서 40대사이로 20대가 118안으로 가장 많았다. 술전 굴절이상의 분포는 -2.00D~-18.00D였고, 평균 -6.50D였다(Table 2).

각막상피는 술후 약 3일(평균 2.77±0.53일)에

**Table 3.** Numbers of the eyes at different follow-up times

Groups	Postoperative					
	1week	1month	3months	6months	9months	12months
I	75	76	77	77	43	17
II	46	47	49	49	25	10
III	10	10	9	10	8	7
IV	22	22	22	22	12	(-)
Total	153	155	157	158	88	34

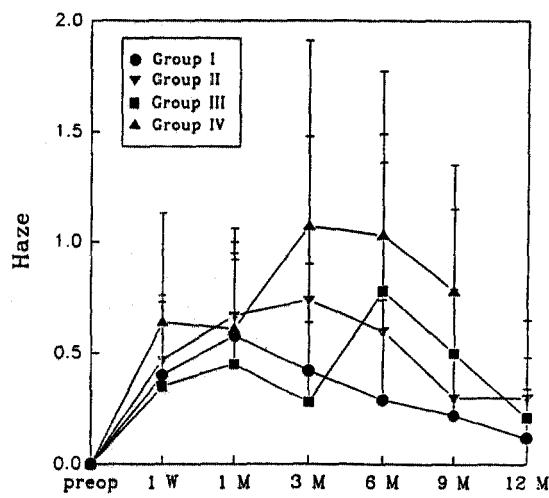
**Table 4.** Criteria for the density of the corneal opacity

Grade
0 : totally clear such that no opacity could be seen by any method of slit-lamp microscopic examination
0.5 : a trace or a faint corneal haze seen only by indirect broad tangential illumination
1 : haze of minimal density seen with difficulty with direct and diffuse illumination
2 : a mild haze easily visible with direct focal slit illumination
3 : a moderately dense opacity that partially obscured the iris details
4 : a severely dense opacity that obscured completely the details of intraocular structures

(Fantes FE et al: Arch Ophthalmol 108 : 665-675, 1990)

재생되었으며 수술부위의 감염이나 지속적인 각막미란은 볼 수 없었다. 술후 각막혼탁은 3 또는 6개월에 가장 심했으며 이후 서서히 감소하여 술후 12개월에 4군을 제외한 모든 군에서 0.3이하로 감소하였다(Fig. 1, Table 5). 4군에서는 술후 3, 6개월에 1.0이상으로 1군과는 유의한 차이를 보였고( $p<0.001$ ) 9개월에는 다소 감소하여 0.78의 혼탁으로 역시 타군에 비해 높았고 이는 2회 연마한 까닭이라고 생각되나 통계학적 의의는 없었다( $p>0.1$ ).

수술전 환자의 전체 평균 나안시력은 0.1이었고, 술후 12개월(이하 4군에서는 9개월)의 평균 나안시력은 0.6이었다. 군 별로 보면 1군은 0.9, 2군 0.7, 3군 0.2, 4군에서는 0.7로서 3군을 제외하고는 평균 나안시력의 개선효과가 있었다( $p<0.001$ ) (Fig. 2, Table 6). 술후6개월의 평균 나안시력이 0.5 또는



**Fig. 1.** Changes in corneal opacity(haze) developed after photorefractive keratectomy (PRK). Corneal opacity gradually diminished over time and remained to insignificant degree at twelve months postoperatively.

0.7이상인 빈도를 보면 1군에서 각각 97.2%, 90.4%, 2군에서 85.1%, 78.7%, 3군에서는 44.4%, 22.2%였고, 4군에서는 61.9%, 52.2%였다(Table 7). 한편 최대 교정시력이 한천식시 시력표에서 2줄 이상 감소된 예는 술후 6개월에 20안, 9개월에 2안, 12개월에 1안으로 시간이 경과하면서 감소되었다(Table 8).

평균 굴절력의 감소는 술후 12개월에 1군에서 4.14D, 2군에서 6.28D, 3군에서 7.10D, 4군에서 9.23D로 4군에서 가장 많은 감소가 있었고( $p<0.001$ ) 2군과 3군에서의 감소량은 통계학적으로 차이는 없었다( $p>0.1$ ) (Fig. 3, Table 9). 술후 12

**Table 5.** Changes of the corneal opacity after photorefractive keratectomy

Groups	Postoperative					
	1 week	1 month	3 months	6 months	9 months	12 months
I	0.40±0.33	0.58±0.48	0.42±0.48	0.29±0.45	0.22±0.28	0.12±0.22
II	0.47±0.29	0.67±0.33	0.74±0.74	0.60±0.76	0.30±0.49	0.30±0.35
III	0.35±0.41	0.45±0.50	0.28±0.36	0.78±0.71	0.50±0.65	0.21±0.27
IV	0.64±0.49	0.61±0.31	1.07±0.84*	1.03±0.74*	0.78±0.57	(-)
Total	0.47±0.38	0.58±0.40	0.63±0.61	0.68±0.67	0.45±0.50	0.21±0.28

Values are given in mean±S.D.

\* :  $p<0.001$  compared to Group I

**Table 6.** Changes of uncorrected visual acuity after photorefractive keratectomy

Groups	Preoperative	Postoperative		
		6months	9months	12months
I	0.11±0.09	0.91±0.17*	0.91±0.19*	0.88±0.19*
II	0.09±0.10	0.81±0.28*	0.81±0.23*	0.72±0.31*
III	0.09±0.08	0.36±0.30	0.23±0.30	0.24±0.20
IV	0.12±0.07	0.63±0.30*	0.69±0.27*	(-)

Values are given in mean±S.D.

\* : p<0.001 compared to preoperative visual acuity

**Table 7.** Incidence of postoperative mean uncorrected visual acuity over 0.5 or 0.7 respectively (%)

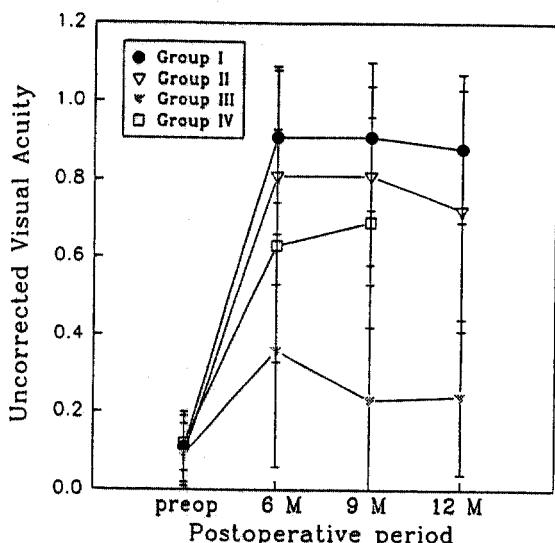
Groups	Postoperative 6 months	
	≥0.5	≥0.7
I	97.2	90.4
II	85.1	78.7
III	44.4	22.2
IV	61.9	52.2

**Table 8.** Incidence of best corrected visual acuity decreased 2 lines or more after PRK (%)

Groups	Postoperative		
	6months	9months	12months
I	7.99(6/77)	0(0/41)	0(0/15)
II	12.24(6/49)	8.33(2/24)	10(1/10)
III	30(3/10)	0(0/8)	0(0/7)
IV	22.73(5/22)	0(0/12)	(-)

( ) : number of eyes

개월에 ±1D 이내로 비교적 정확하게 교정된 경우는 1군에서 93.3%, 2군에서 60%, 3군에서 0%, 4군에



**Fig. 2.** Changes in uncorrected visual acuity after PRK.

서는 66.7%를 나타내었다(Table 10). 1D이상 과교정된 경우는 시간이 지나면서 감소하여 술후 12개월에는 한해도 없었다(Table 11). 1D이상 부족교정된

**Table 9.** Mean reduction of refractive error after PRK

Groups	Postoperative					
	1week	1month	3months	6months	9months	12months
I	6.34±1.74	5.71±1.33	4.87±1.43	4.67±1.37	4.30±1.21	4.14±1.10
II	8.55±1.50*	7.94±1.53*	6.68±1.25*	6.42±1.27*	6.50±1.38*	6.28±1.51*
III	9.30±2.35*	8.55±1.66*	7.58±1.37*	6.65±2.71*	6.28±2.61*	7.10±1.17*
IV	12.27±2.56*	11.07±1.72*	9.32±2.16*	8.55±2.06*	9.23±1.87*,+,-	(-)
Total	9.11±2.04	8.32±1.56	7.11±1.55	6.57±1.85	6.58±1.77	5.84±1.27

Values are given in mean±S.D. of diopter

\* : p<0.05 compared to Group I

+ : p<0.05 compared to Group II

# : p<0.05 compared to Group III

**Table 10.** Incidence of correction within  $\pm 1.0$  Diopter (%)

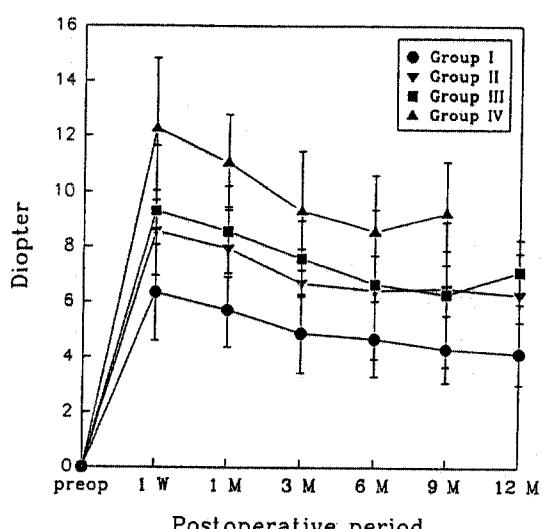
Groups	Postoperative		
	6months	9months	12months
I	80.3	87.2	93.3
II	63.8	69.6	60
III	0	0	0
IV	52.4	66.7	(-)

**Table 11.** Incidence of correction above  $+1.0$  Diopter (%)

Groups	Postoperative		
	6months	9months	12months
I	11.3	2.6	0
II	4.3	4.3	0
III	0	0	0
IV	14.3	8.3	(-)

**Table 12.** Incidence of correction below  $-1.0$  Diopter (%)

Groups	Postoperative		
	6months	9months	12months
I	8.5	10.3	6.7
II	31.9	26.1	40
III	100	100	100
IV	33.3	25	(-)



**Fig. 3.** Changes in mean reduction of refractive error after PRK.

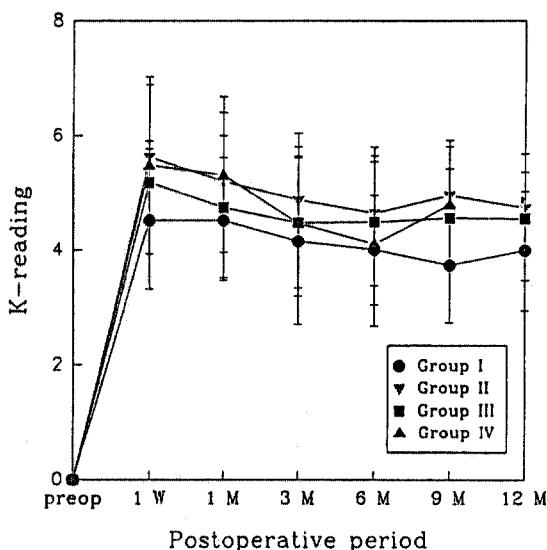
경우는 3군에서는 전례에서, 2군 40%, 1군에서는 6.7%였고 4군에서는 25%였다(Table 12).

각막굴절력은 술후 12개월에 1군에서 3.99D, 2군에서 4.75D, 3군에서 5.49D, 4군에서는 4.81D의 감소를 보였으나 각 군간의 통계학적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 또한 3군을 제외한 모든 군에서 시간이 지남수록 약간씩 감소량이 회복되는 경향을 보였다( $p<0.05$ ) (Fig. 4, Table 13).

중심 각막두께의 변화는 술후 12개월에 1군에서 37.2 $\mu\text{m}$ , 2군에서 50.4 $\mu\text{m}$ , 3군에서 57.0 $\mu\text{m}$ , 4군에서는 67.2 $\mu\text{m}$ 가 감소하였다. 각 군간의 유의한 차이는 없었고( $p>0.01$ ) 1군에서만 시간이 경과하면서 각막 두께가 서서히 회복되는 경향을 보였다( $p<0.005$ ) (Fig. 5, Table 14).

안압은 술후 3개월에 24안(16.7%)에서 안압상승이 있어서 스테로이드 안약을 후메론(Fluorometholon)안약으로 대치하고 베타차단제를 함께 사용하여 치료하였다. 술후 6개월에는 11안, 9개월에 2안에서 안압상승이 있었고 12개월에는 모든 예에서 안압상승이 없었다(Table 15).

6디옵터이하의 교정을 한 경우에서의 각막 내피세포의 형태학적 특성의 변화는 술후 6개월에의 각막내피세포 면적과 밀도, 내피세포크기의 다양성(polymegathism)을 나타내는 세포면적의 변이계수



**Fig. 4.** Changes in mean reduction of keratometric values after PRK.

**Table 13.** Mean reduction of keratometric diopters after PRK.

Groups	Postoperative					
	1 week	1 month	3 months	6 months	9 months	12 months
I *	4.54±1.22	4.54±1.07	4.16±1.45	4.01±0.96	3.74±1.58	3.99±1.39
II *	5.62±1.27	5.21±1.19	4.89±1.16	4.66±1.13	4.97±0.83	4.75±0.62
III	5.19±0.71	4.76±1.24	4.50±1.30	4.51±1.13	4.58±0.84	5.49±1.74
IV *	5.48±1.55	5.32±1.36	4.49±1.15	4.11±1.43	4.81±1.10	(-)
Total	5.21±1.19	4.96±1.22	4.51±1.27	4.32±1.16	4.81±2.34	5.65±4.25

Values are given in mean±S.D.

\* : p<0.05 (linear regression)

**Table 14.** Mean reduction of central corneal thickness(μm)

Groups	Postoperative					
	1 week	1 month	3 months	6 months	9 months	12 months
I *	48.33±19.62	45.23±21.90	38.04±21.52	37.76±22.03	34.61±18.16	37.21±22.24
II	55.03±28.15	52.15±31.17	46.11±27.69	40.48±22.67	49.79±29.12	50.40±20.71
III	68.89±32.40	57.40±19.35	53.00±16.98	45.78±33.56	57.38±27.69	57.00±11.14
IV	56.64±36.22	52.82±31.41	44.68±30.25	45.90±24.76	67.17±27.76	(-)
Total	57.47±29.10	51.90±25.96	45.46±24.11	42.48±25.76	52.24±25.68	48.20±18.03

Values are given in mean±S.D.

\* : p<0.05 (linear regression)

**Table 15.** Incidence of increased intraocular pressure over 21 mmHg

IOP	Postoperative					
	1 week	1 month	3 months	6 months	9 months	12 months
>21	1/151 (0.66%)	13/155 (8.39%)	24/144 (16.67%)	11/143 (7.69%)	2/77 (2.59%)	0/30 (0%)

**Table 16.** Morphometric changes of corneal endothelial cells

Parameter	Preop	Postop 6 months*
Cell area(μm <sup>2</sup> )	346.46±124.12	314.14±114.01
Density(cell/mm <sup>2</sup> )	2657.87±910.86	3008.25±1316.23
CV	0.27±0.09	0.27±0.11
Hexagonality(%)	61.89±18.60	66.27±22.12

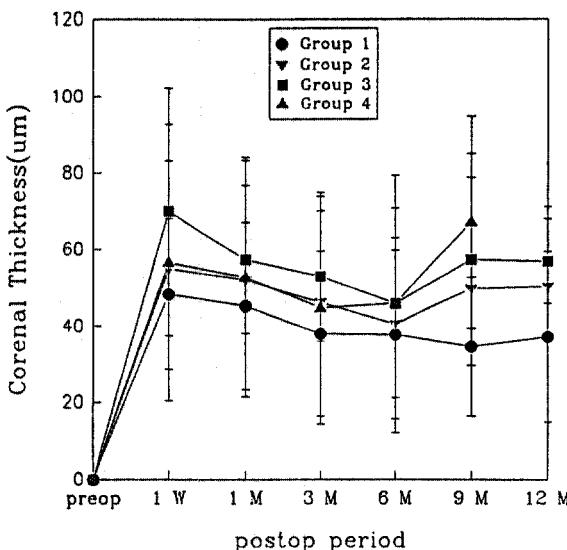
Values are given in mean±S.D.

Data were from the eyes which underwent maximum 6 diopters correction of excimer laser PRK. (N=25)

CV : coefficient of variation of the cell area

\*p>0.05

(coefficient of variation, CV), 내피세포 형태의 다양성(pleomorphism)을 보는 6각형세포의 비율(hexagonality) 등에서 수술전에 비해 통계학적으로 유의한 변화는 보이지 않았다(p>0.05) (Table 16).



**Fig. 5.** Changes in mean reduction of central corneal thickness after PRK.

## 고 찰

Excimer Laser는 그 매질인 가스-할로겐 분자가 활동상태에서 해리될 때 높은 에너지(광자)를 방출하는데, 매질인 가스-할로겐 분자의 종류에 따라 각각 파장이 다른 에너지를 방출하게 된다. 파장이 193nm보다 짧으면 광학전달장치(Optical delivery system)를 만들기 어렵고, 200nm이상은 절제작용의 효과보다 열작용이 더 크므로 각막근시수술에 적합하지 못하다. 그 중 193nm의 파장을 지닌 Ar F 매질이 가장 정확한 조직절제가 가능하고 주위조직에 영향이 없기 때문에 각막수술에 이용될 수 있다. 이렇게 정확한 조직절제가 가능한 기전은 각막에 흡수된 에너지가 분자내 결합에 직접적으로 작용하여 분자결합만 끊어지게 하고, 주위조직에는 아무런 영향이 없기 때문이다. Srinivasan등은 이러한 과정을 ablative photodecomposition이라 하였다<sup>[13]</sup>.

Excimer Laser로 각막 중심부 절제술을 통한 근시수술을 위해서는 중심각막의 상피세포를 제거하고 각막의 중심부를 연마하여 각막의 곡률반경을 증가시켜 각막의 굴절력을 감소시키는 것이 그 원리인데 절제깊이와 연마직경에 의해 굴절력이 결정된다. 각막의 연마직경을 크게하면 수술후 야간운전시 나타나는 현휘(glare)를 줄이고 수술시 헤이저 광선의 중심을 정확하게 맞추지 않아도 되는 장점은 있으나 더 깊은 연마가 필요한 불편한 점이 있다. Seiler등<sup>[12]</sup>은 3.5mm 연마직경을 사용시 달무리, 야간현휘 등이 많이 발생하였고, 5mm를 연마시 이러한 불편함을 줄일 수 있다고 하였다. 본 저자들도 5mm 연마직경을 사용한 결과 위와 같은 증상을 소수의 환자에서 볼 수 있었는데 시간이 지나면서 감소하였다. Excimer Laser 조사후 시간에 따른 창상의 치유과정과 조직학적 변화를 보면 술후 1일째 창상은 위막(pseudomenbrane)에 덮혀 있으며 상피세포의 재생은 3일에 거의 이루어지는 것으로 보고되고 있다<sup>[13, 14]</sup>. 본 연구에서는 평균 2.77일에 이루어졌으며 지속적인 각막미란은 볼 수 없었다. Trokel등<sup>[15]</sup>에 의하면 술후 1일째 나타나는 위막은 창상 치유시 상피세포가 재형성될 때 근간(template)으로 이용되며, 수분의 이동을 막는 장벽(barrier) 역할을 해서

각막부종을 방지한다고 했다. 술후 1~3주에는 fibronectin이 출현하여 상피세포의 이동과 재생을 돋게 되고, 술후 1개월에는 새로운 기저막과 hemidesmosome이 형성된다. Del pero 등<sup>[16]</sup>에 의하면 약 10주까지 상피세포의 증식이 일어나며 6개월에 상피세포는 정상적인 두께로 돌아온다고 하였다. Waring 등<sup>[17]</sup>에 의하면 술후 3주~6개월까지 앞쪽 실질부는 많은 수의 섬유아세포가 주위 정상조직에서 이동하여 Type IV collagen, keratan sulfate, proteoglycan을 분비하여 임상적으로 각막흔탁이 현저해지는 시기이라 하였고 술후 6개월이 지나면 섬유아세포가 각막세포로 변화되고, Type III, VII collagen이 사라지며 임상적으로 각막흔탁이 소실되고 굴절력의 변화가 안정되는 시기라고 하였다. 본 연구에서도 3 또는 6개월에 각막흔탁에 가장 심했고 이후에는 서서히 감소하여 임상적으로 시력에는 별 영향이 없는 듯 하였다. 각막내피세포의 변화에 대해서는 특별한 영향이 없는 것으로 보고되고 있는데<sup>[18, 19]</sup> 본 연구에서도 술후의 각막내피세포 밀도와 그외 다른 형태학적 특성이 술전에 비하여 유의한 변화는 보이지 않았다.

술후 나안시력은 수술의 효율성을 측정하는데 도움을 준다. Seiler 등<sup>[12]</sup>의 보고에 의하면 술후 1년후의 시력이 0.5 이상은 96%, 1.0 이상은 48%에서 나타났다고 하였는데 본 연구에서도 술후 6개월에 0.5 이상의 나안시력을 보인 경우가 1군에서 97.2%, 2군에서 85.1%, 3군에서 44.4%, 4군에서 61.9%였고 0.7 이상은 1군에서 90.4%, 2군에서 78.7%, 3군에서 22.2%, 4군에서 52.5%여서 -6.0D이하인 1군에서는 위의 보고와 유사하였고, 3군에서는 술전 근시정도가 -9.25D 이상이었기 때문에 시력 교정효과가 가장 낮았다.

술후 굴절이상의 변화에 대한 보고들을 살펴보면 술후 1주에 최고로 원시상태로 되었다가 점차 극화되어, 술후 3~6개월에 안정된다고 하였는데 이렇게 수술 초기에 과교정되는 현상은 술후 초기에 짧게 형성된 각막상피에 의해 각막계 검사상 매우 편평하게 나타나기 때문이라 하였다<sup>[5, 6, 18]</sup>. 본 연구에서 평균 굴절력의 감소는 술후 12개월에 1군에서 4.14D, 2군에서 6.28D, 3군에서 7.10D, 4군에서 9.23D로 나타났으며, 역시 모든 군에서 술후 1

## — 이세엽 외 : 엑시머 근시교정술 —

주에서 가장 많이 교정되었다가 점차로 감소되어 3개월사이에 점차 근시화되는 현상을 Del pero<sup>16)</sup>은 각막의 절제부위가 창상치유조직으로 다시 차게되고, 각막상피하의 섬유조직의 수축력과 술후 앓아진 각막이 앞쪽으로 튀어 나오기 때문이라 하였다. 이러한 근시로의 이행은 술후 국소 corticosteroid 점안을 중지할 때 더 촉진될 수 있다. Seiler<sup>12)</sup>에 의하면 점차 근시로의 이행은 남녀 차이가 없으며, 연령에 따른 차이를 비교할 때 노령층에서 청장년층 보다 근시화가 서서히 일어난다 하였으나 결국 결과는 같다고 하였다. 술전과 술후 기대했던 굴절 교정량을 비교하면 수술의 정확도를 알수 있는데, 술후 12개월뒤 ±1D이내로 교정된 경우는 1군에서 93.3%, 2군에서 60%, 3군에서 0%, 4군에서는 66.7%를 나타냈는데, 이는 Waring<sup>19)</sup>이 -4.50D ~-8.00D사이의 굴절이상 환자를 방사상 각막 절개술을 시행하여 술후 12개월에 ±1D이내로 교정된 경우가 38%인점을 비교할 때 굴절 교정효과가 더 우수함을 알 수 있다. Sher<sup>7)</sup>에 의하면 PRK를 시행하여 술후 6개월 후 68%에서 2D 이내로 교정되었으며, 1D 이내로 교정된 경우는 55%였다. Del pero<sup>16)</sup>도 6D 굴절교정을 목표로 하여 PRK를 시행했을 때 1.6D가 부족 교정되어 73%의 교정효과가 있었다고 보고하였다. 본 저자들의 정확도와 약간의 차이가 있으나 대체로 유사함을 알 수 있었고, 2,3군에서 정확도가 낮은 것은 고도근시에서 술후 근시로의 이행(regression)이 더 잘된다는 사실과 술전 굴절이상이 -6.25D이상이었기 때문이라고 생각된다. 저자들은 이러한 regression현상을 감안하여 각자의 임상적 경험에 의하여 다소 과교정 해주어야 원하는 굴절량을 얻을 수 있다고 생각된다.

중심각막의 두께에 대한 변화를 보면 McDonald 등<sup>6)</sup>은 술후 17주까지 비교적 안정된 각막두께를 유지하다가 17주부터 27주까지 완만한 증가를 보이고 27주부터 50주까지 다소 감소하여 50주경에는 술후 3주째의 두께와 같게 된다고 하였으며 술전보다 앓아진 두께를 유지하였다고 하였다. 본 저자들의 경우도 술후 12개월에 1군에서 37.21μm, 2군에서 50.4μm, 4군에서는 67.17μm정도의 각막두께가 감소함을 보였다. 그러나 Del pero<sup>16)</sup>은 중심각막의 두께는 regression에 의해 술전의 두께와 차이가 없지

만 술후 변화된 각막의 만곡도는 부분적으로만 유지되어 굴절력을 감소시킨다고 하였다.

술후에 생기는 각막흔탁에 대한 보고를 보면 Goodman<sup>20)</sup>은 연마깊이와 관계가 있다고 하여 100μm이상 절제시 생긴다고 하였으며, Sher<sup>7)</sup>은 연마한 각막깊이와 각막흔탁은 반드시 비례하지 않는다고 하였고, Tuft<sup>21)</sup>은 치유과정에서 새로운 교원질이 형성된다는 것을 증명하였는데 이때 창상의 윤곽(profile)과 창상의 깊이(depth)가 각막 실질의 창상 치유과정에 관여하는 두가지 중요한 인자라 하여 창상의 윤곽이 갑작스러울때나 창상의 깊이가 깊을 수록 각막흔탁이 잘 생긴다고 하였다. Seiler 등<sup>12)</sup>의 보고에 의하면 술후 1개월에 G1정도의 각막흔탁이 있다가 술후 3개월까지 G1-G2.5까지 증가하였다가 술후 6개월에 G0.5에서 G1으로 감소하였다. 본 저자들이 경우는 술후 1개월에 4군을 제외한 모든 군에서 G0.5정도의 각막흔탁이 술후 12개월에 G0.3이하로 감소함을 보여 각막흔탁은 시간이 지날 수록 감소되어 임상적으로 거의 문제가 되지 않았고, 4군에서 타군에 비해 각막흔탁이 많은 이유는 연마 깊이와 횟수(2회 연마)가 관계있는 것으로 생각된다. 이러한 각막흔탁은 corticosteroid의 점안으로 감소시킬 수 있는데 corticosteroid가 섬유아세포에 직접 작용하여 섬유아세포의 보충과 증식을 감소시켜 섬유아세포 수와 결체조직의 침착을 줄이기 때문이라고 하였다. 그러나 corticosteroid가 각막상피 세포의 비후(hyperplasia)는 예방하지 못한다고 하였다<sup>21)</sup>. 저자들은 스테로이드 암약을 술후 12개월까지 서서히 감량하면서 사용하였는데, 그 합병증으로 술후 6개월에 11안에서 안압상승이 있어 후메론 암약으로 대처하고, 베타차단제를 사용하여 안압이 정상으로 회복되었다. 최대 교정시력의 2줄 이상 감소는 술후 6개월에 20안에서 있었으나 술후 12개월에 해당된 경우는 없었다. Wilson<sup>22)</sup>에 의하면 이러한 최대 교정시력의 감소는 불규칙한 연마로 인한 부정난시, 연마부위의 위치이탈, 각막흔탁이 원인이라고 하였다.

이상의 결과로 보아 Excimer Laser를 이용한 근시수술은 근시를 교정하는데 다른 수술방법에 비해 용이하고, 회복이 빠르며, 정확도가 우수하며, 비교적 안정된 굴절연마 효과를 가져다 줄 것으로 사료

된다. 그러나 창상치유과정에서 굴절력의 감소와 각개체간의 생물학적 차이점에 좀더 장기적인 관찰과 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Schiötz H : *Ein Fall von hochgradigem Hornhautstigmatismus nach Staar extraction.* Arch Augenheilkd 15 : 178-181, 1885.
- 2) Beckmann H, Rota A, Barraco R, Sugar H, Gaynes E : *Limbecotomies, keratectomies and keratotomies performed with a rapid-pulsed carbon dioxide laser.* Am J Ophthalmol 71 : 1277-1283, 1971.
- 3) Trokel SL, Srinivasan R, Braren B : *Excimer laser surgery of the cornea.* Am J Ophthalmol 96 : 710-715, 1983.
- 4) McDonald MB, Frantz JM, Klyce SD, Beuerman RW, Varnell R, Munnerlyn CR, Clapham T, Salmeron B, Kaufman HE : *Central photorefractive keratectomy for myopia.* Arch Ophthalmol 108 : 799-808, 1990.
- 5) Seiler T, Kahle G, Kriegerowski M : *Excimer Laser(193nm) myopic keratomileusis in sighted and blind human eyes.* Refractive and Corneal Surgery 6 : 165-173, 1990.
- 6) McDonald MB, Frantz JM, Klyce SO, Salmeron B, Beuerman RW, Munnerlyn CR, Clapham TN, Koons SJ, Kaufman HE : *One-year refractive results of central photorefractive keratectomy for myopia in the non human primate cornea.* Arch Ophthalmol 108 : 40-47, 1990.
- 7) Sher NA, Chen V : *The use of the 193nm Excimer laser for myopic photorefractive keratectomy in sighted eyes.* Arch Ophthalmol 109 : 1525-1530, 1991.
- 8) 최경배, 이하범, 이선희 : *Excimer laser를 이용한 central photorefractive keratectomy의 근시 교정효과.* 한안지 33 : 102-108, 1992.
- 9) 이동기, 구광립, 송기영, 이해영 : *Excimer laser를 이용한 근시의 수술적 교정효과.* 한안지 34 : 1213-1220, 1993.
- 10) Shimizu K, Amano S, Tanaka S : *Photorefractive keratectomy for myopia : one-year follow-up in 97 eyes.* J Refract Corneal Surg 10 : s178-s187, 1994.
- 11) Orssaud C, Ganem S, Binaghi M, Patarin D, Puttermann M, Viens-Bitker C, Boye A, Dufier JL : *Photorefractive keratectomy in 176 eyes : one year follow-up.* J Refract Corneal Surg 10 : s199-s205, 1994.
- 12) Seiler T, Wollensak T : *Myopic photorefractive keratectomy with excimer laser.* Ophthalmology 98 : 1156-1163, 1991.
- 13) Taylor DM, L'Esperance FA, Del Pero RA : *Humen excimer laser lamellar keratectomy : A clinical study.* Ophthalmology 96 : 654-664, 1989.
- 14) Hanna KO, Pouliquen Y, Waring GO III, Savoldelli M, Cotter J, Morton K, Menasche M : *Corneal stromal wound healing in rabbit after 193nm Excimer Laser surface ablation.* Arch Ophthalmol 107 : 895-901, 1989.
- 15) Trokel S : *Evolution of excimer laser corneal surgery.* J Cataract Refract Surg 15 : 373-383, 1989.
- 16) Del Pero RA, Gigstad JE, Roberts AD, Klintworth GK, Martin CA, L'Esperance FA, Taylor DM : *A refractive and histopathologic study of excimer laser keratectomy in primates.* Am J Ophthalmol 109 : 419-429, 1990.
- 17) Waring GO, Hanna K, Fantes F, Thompson K : *Wound healing after excimer laser photorefractive keratectomy.* Dev Ophthalmol 22 : 150-153, 1991.
- 18) Fantes FE, Hann KD, Waring GO III : *Wound healing after excimer laser keratomileusis in monkeys.* Arch Ophthalmol 108 : 665-675, 1990.
- 19) Waring GO III, Lynn MJ, Gelender H, Laibson P, Lindstrom RL, Meyers WD, Obstbaum SA, Rowsey JJ, McDonald MB, Schanz in DJ : *Results of the prospective evaluation of radial keratotomy(PERK) study one year after surgery.* Ophthalmology 92 : 177-198, 1985.
- 20) Goodman GL, Trokel SL, Stark WI, Munnerlyn CR, Green WR : *Corneal healing following laser*

— 이세엽 외 : 엑시머 근시교정술 —

- refractive keratectomy. *Arch Ophthalmol* 107 : 1799-1803, 1989.
- 21) Tuft SJ, Zable RW, Marshall J : Corneal repair following keratectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 30 : 1769-1777, 1989.
- 22) Wilson SE, Klyce SD, McDonald MB, Lin JC, Kaufman HE : Changes in corneal topography after excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. *Ophthalmology* 98 : 1338-1347, 1991.