

## 엑시머 레이저 각막수술 (Excimer laser corneal surgery)

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 안과학교실  
차 홍 원

### I. 서 론

레이저(Laser)란 light amplification by stimulated emission of radiation의 약자로 여러파장의 광선으로 이루어진 자연광과는 다른 단일파장 광선의 집합체라 할 수 있다. 그러므로 레이저 광선은 그 파장의 광선이 지닌 성질을 극대화 할 수 있다. 이러한 레이저중 최근 들어 안과영역에서 각광을 받고 있는 것이 극초단파인 193nm의 레이저 광선을 발산시키는 아르곤-불소 엑시머 레이저 (Ar-F Excimer laser)이다. 아르곤과 불소의 혼합 기체에 고전압을 하면 193nm 파장의 레이저가 방출되는데 파장이 극히 짧아 투과력은 거의 없지만 고 에너지를 함유하고 있으므로 레이저가 조사되는 물질의 분자 결합을 붕괴시켜 물질 자체를 증발시켜 사라지게 하는 특성을 가지고 있다.

1980년도 후반 처음으로 사람의 각막에 엑시머 레이저를 실험적으로 조사한 이후 레이저기술이 급속하게 발전하여 근시치료에 이용되고 있다. 엑시머 레이저를 이용한 치료는 치료후 각막혼탁이 발생하는 부작용도 보고되었지만 근시 교정에 탁월한 치료 효과가 있다는 것이 입증되어 유럽, 동남아시아, 구미등 전세계에서 널리 행해지고 있다. 아르곤-불소 엑시머레이저는 근시치료이외도 난시치료, 원시치료, 각막혼탁제거등 여러영역에서 쓰이고 있으며 전세계적으로 약 40만명 이상이 엑시머레이저 치료를 받은 것으로 추정되며 국내에서만도 7-8만명이상이 수술 받은 것으로 여겨진다.

### II. 역 사

엑시머레이저는 분자 2개가 쌍(dimer)을 이루는 형태로 된 기체 예를 들면 아르곤 ( $Ar_2$ ), 불소( $F_2$ ) 등의 혼합기체에서 발생하는 초단파 영역의 레이저로 1970년도 후반부터 여러 영역에서 쓰이기 시작하였다. 의학영역에서도 1980년 이후에 엑시머레이저가 사용되기 시작되었다.

1981년 Aero-Space Medical Association meeting에서 John Taboada<sup>1</sup>가 처음으로 아르곤(Ar)-불소(F) 혼합기체에서 생성되는 193nm의 엑시머레이저를 각막에 조사하여 각막상피를 연마한 사실을 발표하였다. 다음 해인 1982년에 Srinivasan<sup>2,3</sup>은 플라스틱에 아르곤-불소 엑시머레이저를 조사하면 열로 인한 주의의 변성없이 아주 정교하게 플라스틱에 작은 표식을 만들 수 있다는 것을 발견하여 이를

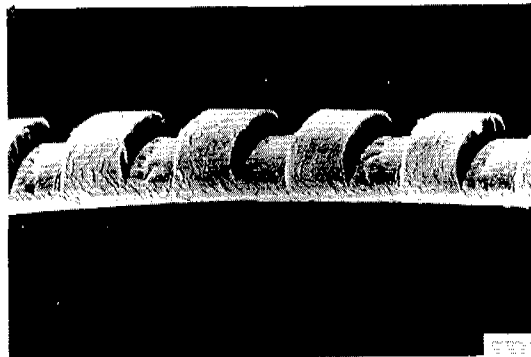


Fig. 1. Repetitive photoablation by excimer laser in human hair.

photoablative decompensation<sup>4</sup>이라 칭하였다. 아울러 머리카갈, 연골같은 생체조직에서도 엑시머레이저를 이용하여 미세한 표식을 만들어 내었다(Fig. 1). 엑시머레이저로 주위의 조직에 손상없이 필요한 부분만 제거할 수 있다는 이러한 발견으로 의학영역에서 이 레이저를 사용이 가속되었다.

L'Esperance와 S.Trokel등은 각막에 엑시머레이저를 조사하여 각막을 자르는 개념을 현실화시켜 돼지 각막을 엑시머레이저로 주위조직의 열 변화없이 깨끗하게 절단할 수 있다는 사실을 발표하였다<sup>5</sup>. 그후 여러 동물실험을 거쳐 1985년 독일의 T.Seiler가 사람의 각막에 처음으로 엑시머레이저 각막수술(excimer laser corneal surgery)을 시도하였다<sup>6</sup>. 당시의 수술은 각막에 엑시머레이저로 절개를 가하는 수술이었다. 그후 엑시머레이저 기계의 급속한 기술적 발달과 치료용 소프트 웨어의 발달로 1987년 각막의 넓은 부위를 연마하여 근시나 원시를 교정시키는 엑시머레이저 굴절교정술(excimer laser photorefractive keratectomy[PRK])이 유럽에서 처음 시도 되었다<sup>7</sup>. 한편 미국에서도 L'Esperance등<sup>8</sup>, Tayer 등<sup>9</sup>, McDonald등<sup>10</sup>이 FDA의 임상실험의 일환으로 1988경에 excimer laser PRK를 시행하였다.

### III. 엑시머레이저 치료술의 원리

각막은 상피, 실질, 내피의 세조직으로 이루어져 있는데 대기에 노출된 부분이 상피조직이다. 엑시머레이저 치료술은 각막상피와 각막실질의 일부분을 레이저로 증발시켜 없애 버리는 것이므로 연마된 부위가 투명하고 규칙적이어야 수술후 빛의 산란이나 투과장애 없이 물체를 깨끗하게 볼 수 있다. 193nm의 엑시머레이저 광선을 이용하면 각막을 상처없이 깨끗하게 연마할 수 있다.

아르곤-불소(Ar-F) 혼합 기체에 고전압의 전류를 흘리면 수만개의 2쌍의 전자 조합(dimer)이 흥분상태(excited state)로 변하고-이러한 상태의 전자를 excited dimer 줄여서 excimer라 칭한다-이 흥분상태에서 정상상태로 돌아오면서 순간적으로 고에너지의 193nm의 레이저 광선이 방출된다. 이 레이저의 방출시간은 10-20ns으로 아주 짧은 시간이지만 130-160mj/cm의 에너지를 가지고 있고, 레이

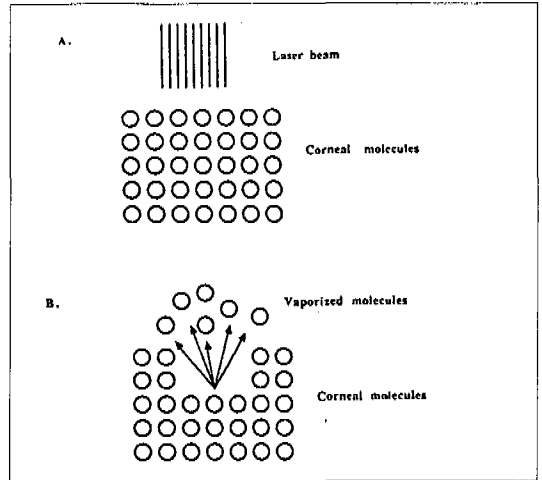


Fig. 2. a) Photorefractive keratectomy with excimer laser is possible because of the high energy of laser beam  
b) The laser results in breakage of intermolecular bonds and the vaporization of molecules.

저 광선 한개의 photon 에너지는 약 6.4eV이다. 그런데 이 에너지는 각막실질 분자결합의 에너지인 3.4eV의 거의 2배에 해당하는 에너지이다. 따라서 이 레이저를 각막실질에 쏘이면 레이저의 에너지에 의해 각막실질의 분자결합이 깨지면서 분자들이 분리되어 약 2000m/sec의 속도로 사방으로 흩어지며 없어진다(Fig. 2). 즉 다시 말해 레이저를 조사받은 부분의 각막이 증발된 것 같이 깨끗한 면을 남기면서 파이게 된다(일종의 광선에 의한 연마, photo-ablation). 이 일련의 사건들이 너무나 짧은 시간(10-20ns)에 일어나므로 주위조직에 열 손상이 전혀 없이 레이저가 조사된 부위만 조직증발이 일어나는 것이다. 한 pulse laser에 의해 약 0.25 $\mu$ m 두께의 각막이 증발하여 사라지는데 1초당 약 5-10개의 pulse가 발사된다. 그러므로 각막두께의 20%인 100 $\mu$ m을 연마하는데는 약 1-2분이면 충분하다.

엑시머레이저 기계는 레이저를 발생시키는 레이저튜브와 레이저튜브에서 발생된 레이저를 각막까지 전달하는 전달체계로 이루어진다. 레이저튜브내부에는 아르곤-불소 혼합기체가 채워져 있고 과도한 열이 발생하지 않도록 액체질소를 냉각수로 사용하고 있다. 전달체계는 넓은 면적 직경(5-6mm)의 레

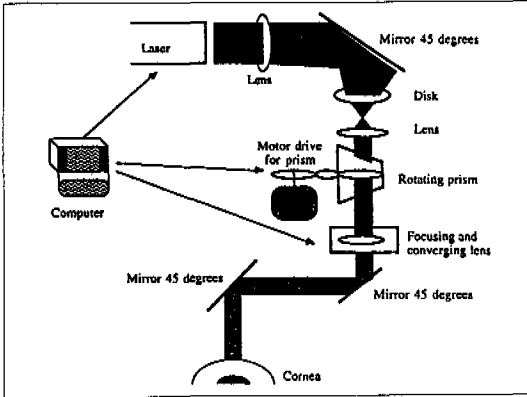


Fig. 3. Internal structure of excimer laser delivery System, Visx 20/20 (Visx, USA).

이제 빛을 균일하게 만들어 주는 homogenizer와 여러 개의 렌즈와 거울로 구성되어 있으며 레이저는 이러한 전달체계를 통과하면서 적절한 에너지를 함유한 균일한 광선이 되어 최종 환자의 눈에 도달하게 된다(Fig. 3).

1) 엑시머레이저 근시치료술(myopic excimer laser PRK)의 원리

근시안 물체에서 나온 빛이 망막보다 앞에 초점을 맺는 상태로 물체를 정확하게 보기 위해선 오목렌즈로 망막에 영상이 맺히도록 해주어야 한다(Fig. 4a). 그러므로 엑시머레이저로 근시치료를 하기위해선 각막의 중심부를 주변부 보다 깊게 연마하여 각막이 오목렌즈의 역할을 하도록 하여야 한다(Fig. 4b).

각막의 중심부를 더 연마하기 위해서는 중심부에 엑시머레이저를 더 조사하여야 하는데 이를 위해서는 점점 커지거나 점점 작아지는 원형의 diaphragm을 이용한다. 각막에 엑시머레이저를 조사하면서 작은 diaphragm의 직경을 점점 넓히거나 또는 넓은 diaphragm의 직경을 점점 좁혀가면 각막 중심부에는 주변부보다 상대적으로 많은 엑시머레이저 광선이 조사되어 더 깊게 연마할 수 있다 (Fig. 5). 환자의 근시양에 따라 diaphragm의 직경이 변화하는 속도나 레이저 광선을 조사하는 총시간을 변화시켜 적절한 깊이 만큼 각막을 연마한다.

Diaphragm을 이용하지 않고 각막앞에 레이저로 쉽게 연마가능한 디스크 모양의 마스크(erosible

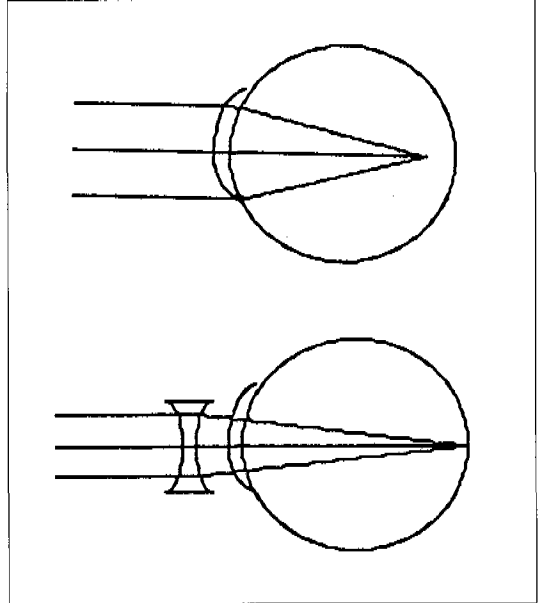


Fig. 4. a) Refractive state of myopia. Light can be focused on the retina by the use of concave(minus) lens located in front of the cornea.

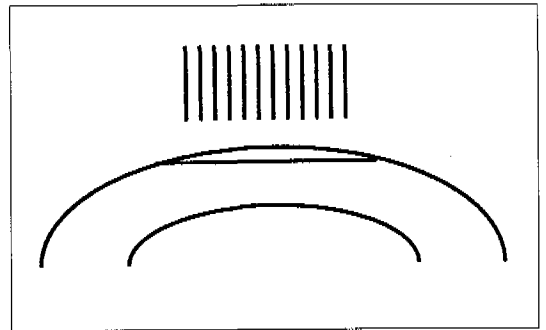


Fig. 4. b) More tissue is removed from the central cornea than the peripheral part to treat myopia.

mask)를 놓고 레이저를 조사하는 방법으로도 근시치료가 가능하다. Fig. 6과 같은 오목렌즈 모양의 마스크를 각막앞에 놓고 레이저를 조사하면 얇은 부분인 마스크의 중심부가 먼저 없어지고 이 부위를 통해서 각막중심부에 엑시머레이저가 먼저 도달하여 각막연마가 시작되고 나중에야 각막주변부가 연마되므로 중심부가 주변부보다 더 깊게 연마되므로 역시 근시 치료효과를 얻을 수 있다. 환자 근시양에 따라

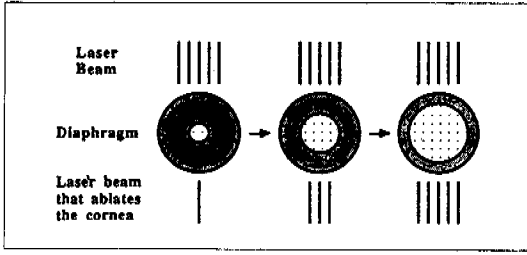


Fig. 5. The position of the diaphragm during myopic excimer laser PRK. The central cornea receives more laser than the peripheral cornea.

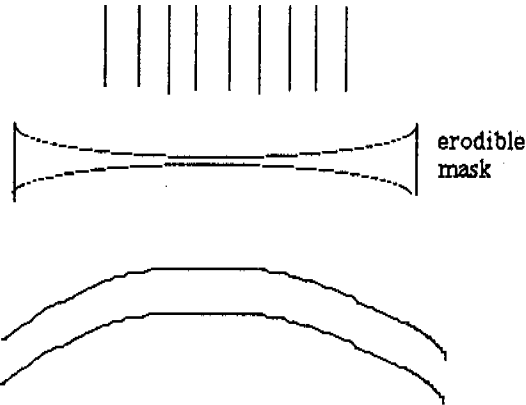


Fig. 6. The central part of the erodible mask is ablated first and the laser beam reaches the central part of cornea earlier the peripheral part.

마스크의 두께를 조절한다.

마지막 근시치료의 방법으로는 Fig. 7과 같은 구멍이 뚫린 쇠로 만든 가리개를 각막앞에 위치시켜 레이저를 조사하면서 가리개를 일정 속도로 회전시킨다(회전가리개사용). 그결과 각막 중심부는 가리개에 구멍이 뚫려 있어 항상 레이저가 조사되지만 각막 주변부는 가리개가 회전함에 따라서 레이저가 조사될 수도 있고 가리개에 막혀 조사되지 않을 수도 있다. 결국 각막중심부는 레이저가 항상 조사되므로 주변부보다 깊게 연마되어 근시 교정효과를 얻을 수 있다.

2) 엑시머레이저 난시 치료술(astigmatic excimer laser PRK)의 원리

난시를 치료하기 위해선 각막을 한 축으로만 깊게

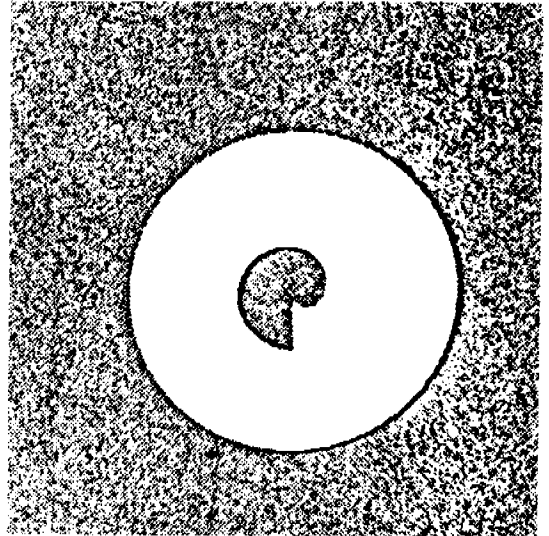


Fig 7. Rotating metal shield for myopic PRK. The central hole of metal shield enables more laser beam to reach the central cornea when its rotation.

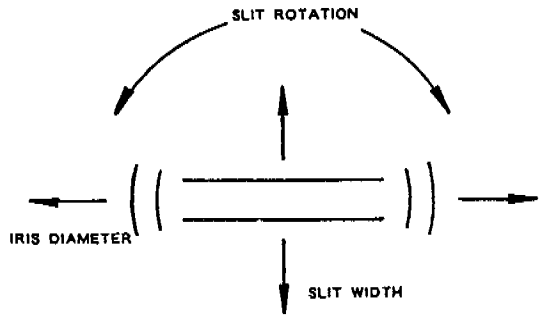


Fig. 8. Schematic illustration of the method of creating cylindric ablations by progressively widening the separation between blades during ablation.

연마하여야 한다. 이를 위해서 한쪽면이 직선인 두 개의 blade를 점차 벌리면서 좁히면서 레이저를 조사하면 그 축으로만 각막이 연마되어 난시교정 효과를 얻을 수 있다 (Fig. 8). 이외에 난시치료용의 특수한 erodible mask를 사용할 수도 있다.

3) 엑시머레이저 원시 치료술(hyperopic excimer laser PRK)의 원리

원시는 물체에서 나온 빛이 망막보다 뒤에 초점을 맺는 상태로 물체를 정확하게 보기 위해선 볼록렌즈

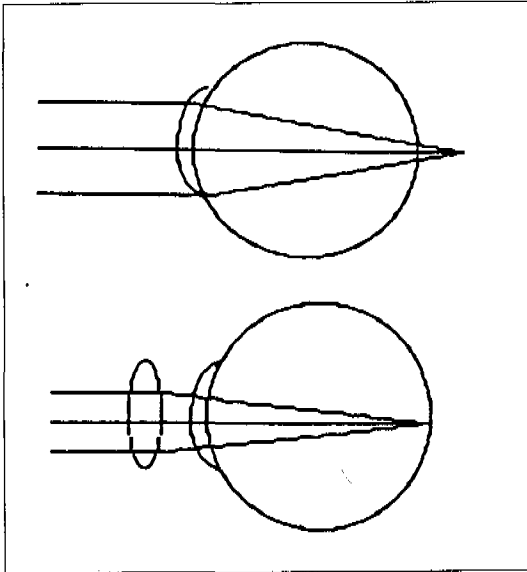


Fig. 9. a) Refractive state of hyperopia. Light can be focused on the retinal by the use of convex(plus) lens located in front of the cornea

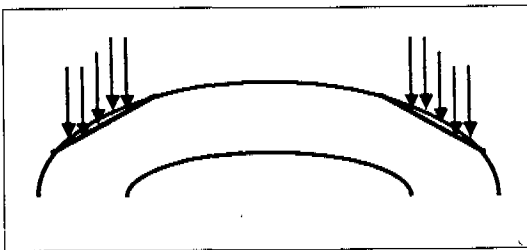


Fig. 9. b) More tissue is removed from the peripheral cornea than the central part to treat hyperopia.

ROTATING MASK FOR HYPEROPIA

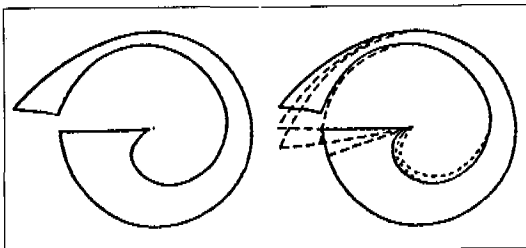


Fig. 10. Rotating metal shield for hyperopic PRK. The hole shape of metal shield enables more laser beam to reach the peripheral cornea when its rotation.

로 망막에 영상이 맺히도록 해주어야 한다(Fig. 9a). 그러므로 엑시머레이저로 원시교정을 하기 위해선 각막의 주변부를 중심부보다 깊게 연마하여 각막이 볼록렌즈의 역할을 하도록 하여야 한다(Fig. 9b). 이를 위해선 주로 회전가리개를 이용한다. 근시치료때 이용하는 회전가리개와는 상반되는 모양(Fig. 10)의 구멍이 뚫려있어 각막중심부는 레이저 조사로 부터 항상 가려지게 되어있고 주변부는 노출되어 각막 주변부가 중심부보다 더 깊게 연마되어 원시치료 효과를 유발한다. 이외에 erodible mask를 이용할 수도 있다.

4) 각막흔탁이나 불규칙한 각막표면 치료술 (excimer laser therapeutic keratectomy)원리

각막에 엑시머레이저를 조사하면 조사받은 부위의 각막이 동시에 일정두께로 연마된다는 사실을 이용하는 것으로 각막흔탁이 각막실질의 앞쪽에 위치한 경우 엑시머레이저를 계속 조사하여 흔탁된 부위를 제거할 수 있다(Fig. 11).

각막표면이 불규칙적으로 울퉁불퉁할 경우는 Fig. 12과 같이 각막이 파인 골짜기에 액체를 채우고 엑시머 레이저를 조사하면 튀어나온 각막은 엑시머레이저에 의해 연마되고 골짜기엔 액체가 고여있어 레이저가 각막에 도달하지 못하므로 각막이 보호된다. 이런 과정은 수회 반복하면 불규칙한 각막을 평평하게 만들 수 있다.

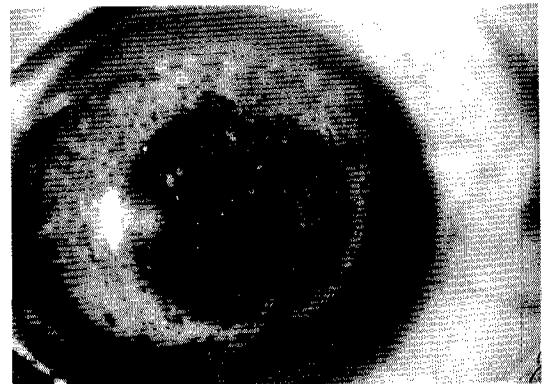


Fig. 11. The central portion of the cornea is cleared up after excimer laser therapeutic keratectomy. Opacity remains in the periphery.

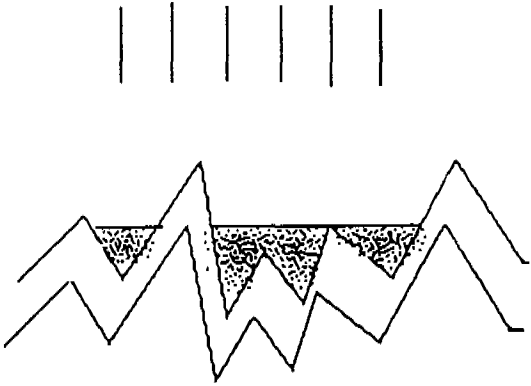


Fig. 12. Excimer laser therapeutic keratectomy. A masking agent is filled in the valley to protect cornea from excimer laser beam.

4. 엑시머레이저 치료술의 결과

1) 근시치료술의 결과

근시치료술은 근시치료량에 따라 다소 결과에 차이가 있다. 6D이내의 근시에선 근시치료술의 효과가 좋지만 근시치료량이 커질수록 치료효과가 감소한다. Gartry<sup>11</sup>, Salz<sup>12</sup>, Tengroth<sup>13</sup>은 1-6D의 근시환자에서 엑시머레이저 PRK를 시행하고 1년반 내지 2년간 경과관찰한 결과 무려 90%에서 0.5이상

의 나안시력을 보였다는 결과를 보고하였다. 또 김<sup>14</sup>, 손<sup>15</sup>도 1-6D의 엑시머레이저 근시치료 수술 6개월-2년후에 환자의 90% 이상에서 0.5이상의 나안시력을 보였고 근시상태가 ±1D이내로 교정된 군이 76-90%로 결과가 양호하다고 보고하였다. 본 교실에서도 123명의 6D이하의 근시환자에서 엑시머레이저 근시치료술 실시후 1년이상 2년까지 추적관찰한 결과 환자의 95%에서 0.5이상의 나안시력을, 76%에서 0.8이상의 나안시력을 얻었다. 또 수술후 근시상태가 ±1D이내의 결과를 보이는 환자도 84-89%이었다(Table 1). 이상과 같이 6D이하의 근시에선 엑시머레이저 근시치료술의 근시치료효과는 기존의 따른 근시치료수술 보다도 월등히 우월하다고 할 수 있다.

한편 Heitzmann<sup>16</sup>은 고도근시에 대해 엑시머레이저 PRK를 시도하였는데 수술전 평균 -11.83D (±2.29D)의 근시를 치료하여 약 6개월후까지 경과관찰한 결과 -1.09D(±2.08D)의 근시가 남아 있다고 보고하였다. 나안시력이 0.5이상되는 경우는 환자의 52%이었고 환자의 39%만이 굴절상태가 ±1D이내 이었다고 하였다. 본교실에서 50명의 고도근시(-10D이상)에서 엑시머레이저 수술을 실시하고 약 2년간 경과관찰한 결과 수술전 근시의 약 80-85%

Table 1. Results after excimer laser PRK in low myopia (less than 6D). Two year follow-up in Asan Medical center.

	preop(D)	postop 6 months	1 year	2 years
Refractive error	-4.64 ± 0.97	-0.18 ± 0.54	-0.31 ± 0.57	-0.45 ± 0.68
Naked vision	<0.1	0.88 ± 0.17	0.89 ± 0.19	0.84 ± 0.21
% of Naked vision > 0.5			96%	95%
% of Naked vision > 0.8			86%	76%

Table 2. Results of excimer laser PRK in high myopia (over than 10D). Two year follow-up in Asan Medical Center.

	preop(D)	postop 6months	1 year	2 years
Refractive error	-13.02 ± 2.50	-0.99 ± 2.00	-1.71 ± 2.01	-3.37 ± 3.20
Naked vision	< 0.05	0.67 ± 0.29	0.62 ± 0.30	0.46 ± 0.34
% of Naked vision > 0.5			44%	44%
% of Naked vision > 0.8			38%	28%

는 감소시킬 수는 있으나 환자의 44%에서만 0.5 이상의 나안시력을, 28%에서만 0.8이상을 보였다. 또 수술후 근시상태가  $\pm 1D$ 이내의 결과를 보이는 환자는 11%에 불과하였다(Table 2). 또한 수술후 시간이 경과함에 따라 근시가 다시 재발하는 경향이 고도근시에서는 수술후 2년까지도 나타난다. 이로 보아 각막이 안정되어있지 않고 각막상처 치유과정이 2년이 지나서도 아직 멈추지 않고 진행하고 있음을 알 수 있다. 이와같이 고도근시에서는 근시가 적은 중증도 근시보다 엑시머레이저 PRK 치료효과가 훨씬 감소한다.

2) 난시치료술의 결과

현재까지 발표된 엑시머레이저 난시치료술의 결과를 보면 수술전 난시는 수술후 약 50-60% 정도 감소되는 것을 알 수 있다<sup>17,18</sup>. 188명을 대상으로 한 본원의 엑시머레이저 난시치료의 결과도 이와 비슷하다. 1-4D의 난시는 엑시머레이저 치료술후 약 60-70% 감소하였으나 1D이하의 난시는 45%정도 감소하여 사실상 큰 효과는 없었다(Table 3).

Table 3. Percent correction of net cylinder. Two year follow-up in Asan Medical Center.

preop cylinder	% correction
<1D	45.2%
1 ≤ <2D	61.1
2 ≤ <3D	74.1
3 ≤ <4D	74.9
4 ≤ <5.5	65.2
Total	65.5%

대부분의 난시는 근시를 동반하고 있어 난시치료와 동시에 근시치료술도 병행하는데 본원의 결과에 의하면 6D이내의 근시가 난시와 동반되었던 경우에선 수술1년째 나안시력은  $0.85 \pm 0.25$ , 2년째는  $0.73 \pm 0.27$ 로 근시만 치료만 경우에 비해 큰 차이는 없었다. 수술후 2년째에 굴절치가  $\pm 1.0D$ 이내로 된 환자로 81%로 역시 근시만 치료한 경우와 비슷하였다.

3) 원시치료술의 결과

엑시머레이저 원시치료술은 근시치료술이나 난시치료술만큼 많이 시행되지는 않았다. Dausch등<sup>19</sup>은 +2D~+7.5D의 원시에서 엑시머레이저로 이용하여 치료한 결과 환자의 80%에서 수술후 굴절상태가  $\pm 1.0D$  이내 이었고 +11.00D~+16D의 원시에서는 환자의 37%에서 수술후 굴절상태가  $\pm 1.0D$ 이내이었다. 그러나 수술후 각막혼탁으로 20/35이던 수술전 교정시력이 수술후 20/57로 저하되었다고 보고하였다. Anschutz 등<sup>20</sup>도 +2.0~+5.0D에서 원시치료술후 2년간 추적관찰한 결과 +1.5D정도 원시재발이 생겼다고 보고하였고 교정시력 감소가 많이 발생하였다고 하였다.

원시치료술은 근시치료술이나 난시치료술 보다는 효과가 떨어지는 듯하며 아주 기술적으로 더 보완되어야 한 문제성들이 많다. 현재 미국에서 FDA phase I 실험으로 연구중이다.

V. 부 작용<sup>21</sup>

1) 수술중 부작용

수술중 환자가 눈을 움직이면 각막중심부에 엑시머레이저가 조사되지 않아 각막연마가 한쪽으로 치우치는 치우침 (decentering)현상이 발생한다.

2) 수술후 초기 부작용

• 통증-이는 각막상피가 벗겨진 부위에 각막지각신경이 노출되어 나타나는 현상으로 각막상피가 회복되는 1-2일간 지속된다. 최근에는 diclofenac sodium 0.1%를 점안하거나 치료용 콘택트렌즈 착용으로 통증을 감소시키고 있다<sup>22,23</sup>.

• 각막상피회복 지연

수술 2-3일후에 각막상피의 회복이 이루어지지 않는 경우로 흔하지는 않으나 간혹 발생한다.

• 각막침윤

비감염성 각막침윤이 수술부위에 나타나는 경우가 있는데 빈도는 약 0.4%로 생각된다. 대개는 스테로이드 점안으로 예방 및 치료가 된다.

• 스테로이드 사용에 따른 부작용

장기간 스테로이드 사용으로 인한 안압상승의 위험이 있는데 수술후 dexamethasone점안약을 사용하

면 약 50%의 환자에서 일시적 안압상승이 있으나<sup>24</sup> fluorometholone 0.1%의 사용으로 빈도를 감소시킬 수 있다. 기타 herpes virus로 인한 각막감염, 안검하수등이 발생할 수 있다.

• 굴절이상과 관계된 부작용

- 과교정

수술직후 대개 +0.5~+1.0D의 과교정은 정상적인 것이며 시간이 경과하면 정시안으로 변한다. 그러므로 영구적인 과교정은 상당히 드물다. 만일 수술 2-3주에 +2D이상의 과교정을 보인다면 스테로이드 점안을 중단하는 것이 좋다.

- 저교정

저교정은 비교적 흔한 경우로 고도근시 치료후에는 발생빈도가 더 높다.

- 중심부 용기

엑시머레이저 각막수술후에 각막중심부에 +1D 미만의 직경 2-4mm의 작은 용기가 보이는 경우가 많은데 이는 시간이 경과하면 사라지며 시력과도 큰 관계는 없다<sup>25</sup>.

- 치우침 (decentration)

치우침현상이 생기면 glare가 심해질 수 있다.

3) 수술후 말기 부작용

• 각막혼탁

수술후 각막이 혼탁하여 지는 경우가 있는데 이는 각막세포(keratocyte), 섬유아세포등에서 새로운 교원섬유질을 합성하여 이 교원섬유의 침착으로 인해 발생한다. 대부분의 각막혼탁은 아주 작은 격자모양을 하고 있으며 시력에도 영향을 주지 않으며 시간이 경과함에 따라 6-12개월후엔 점차 감소한다. 그러나 가끔 심각한 각막혼탁으로 시력이 저하될 수 있다. 고도근시의 경우 상대적으로 각막혼탁이 심한 것을 알 수 있다(Table 4). 각막혼탁의 발생에 영향을 주는 다른 인자들을 레이저 빔의 질(quality), stepping ablation technique, 각막수확정도, 건성안유무, 인종에 다른 차이 등이 있다.

• 근시나 원시의 재발

고도근시나 원시의 치료후에는 재발이 보다 흔하게 발생한다. 대개 스테로이드 점안약은 증가시켜 재발속도를 늦추거나 억제한다.

• 기타 자각증상

Table 4. Corneal opacity score after excimer laser PRK. Two year follow-up in Asan Medical Center.

Group	postop 6 months	1 year	2 years
less than 6D	0.25 ± 0.38	0.22 ± 0.50	0.06 ± 0.13
more than 10D	0.70 ± 0.71	0.62 ± 0.79	0.47 ± 0.50

건조감, 눈부심등이 있을 수 있다.

• 교정시력의 저하

각막혼탁이나 치후침현상 또는 기타 원인으로 수술후 교정시력이 저하되는 경우가 약 1-2%에서 발생한다.

VI. 맺음말

엑시머레이저를 이용한 굴절이상의 치료는 비교적 그 결과가 양호하다고 할 수 있다. 특히 6D이하의 중중도근시에선 90%에서 0.5이상의 나안시력을 얻을 수 있으며 부작용도 크지 않고, 수술후에 대부분의 환자는 결과에 만족한다. 그러나 모든 환자가 만족하는 것은 아니며 불만족하는 환자의 대부분은 수술후에도 굴절이상(근시, 난시등) 상태가 계속되어 불편하거나 시력이 저하된 경우이다. 모든 수술이 그러하듯이 이 엑시머레이저 수술도 부작용이 없는 것이 아니므로 적절한 환자의 선택과 수술중 또는 수술후 치료에 소홀함이 없이 만전을 기하여야 함은 더 이상 언급할 필요가 없을 것이다. 고도근시, 원시에서는 치료효과가 중중도근시보다는 떨어지는데 향후 좀더 새로운 기계의 개발, 치료 소프트웨어의 개발로 더 좋은 결과를 얻을 수 있는 것으로 생각된다. 아울러 하루가 다르게 발전하는 안과 레이저 치료분야에서 보다 좋은 치료결과를 얻기위해선 새로운 기술의 도입과 함께 연구하는 자세도 필요하리라 생각된다.

참고 문헌

1. Taboada J, Archibald CJ: An extreme sensitivity in the corneal epithelium to far UV-ArF excimer laser pulses. In Proceedings of



- the Aero-Space Medical Association, 52nd Annual Meeting. Washington, DC, Aerospace Medical Association, 1981, pp 8-9.
2. Srinivasan R, Mayne-Banton V : Self-developing photoetching of poly(ethylene terephthalate) films by far-ultraviolet excimer laser radiation. *Appl Phys Lett* 1982 ; 41 : 576-578.
  3. Srinivasan R, Leigh WJ : Ablative photodecomposition : Action of far-ultraviolet (193 nm) laser radiation on poly(ethylene terephthalate) films. *J Am Chem Soc* 1982 ; 104 : 6784.
  4. Linsker R, Srinivasan R, Wynne JJ, et al : Far-ultraviolet laser ablation of etherosclerotic lesions. *Lasers Surg Med* 1984 ; 4 : 201-206.
  5. Trokel SL, Srinivasan R, Braren B : Excimer laser surgery of the cornea. *Am J Ophthalmol* 1983 ; 96 : 710-715.
  6. Seiler T, Bende T, Wollensak J, et al : Excimer laser keratectomy for correction of astigmatism. *Am J Ophthalmol* 1988 ; 105 : 117.
  7. Seiler T, Kable G, Kriegerowski M : Excimer laser (193 nm) myopic keratomileusis in sighted and blind human eyes. *Refract Corneal Surg* 1990 ; 6 : 165.
  8. L'Esperance FA, Warner JW, Telfair WB, et al : Excimer laser instrumentation and technique for human corneal surgery. *Arch Ophthalmol* 1988 ; 107 : 131-139.
  9. Taylor DM, L'Esperance FA, Warner JW, et al : Experimental corneal studies with the excimer laser. *J Cataract Refract Surg* 1989 ; 15 : 384.
  10. McDonald MB, Frantz JM, Klyce SD, et al : Central photorefractive keratectomy for myopia : The blind eye study. *Arch Ophthalmol* 1990 ; 108 : 799.
  11. Gartry DS, Kerr-Muir MG, Marshall J, Excimer laser photorefractive keratectomy : 18-month follow-up. *Ophthalmology* 1992 ; 99 (8) : 1209-1219.
  12. Salz JJ, Maguen E, Nesburn AB, et al. A two-year experience with excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. *Ophthalmology* 1993 ; 10(3) : 873-882.
  13. Tengroth B, Epstein D, Fagerholm P, et al. *Ophthalmology* 1993 ; 100 : 739-745.
  14. Kim JH, Hahn TW, Lee YC, Sah WJ. Excimer laser photorefractive keratectomy for myopia : two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 1994 ; 20(suppl) : 229-233.
  15. 손준홍, 차홍원, 김용제 : 엑시머레이저 굴절이상 교정술의 결과 ; 다병원연구. *한안지* 1993 ; 34 : 1208-1212.
  16. Heitzmann J, Binder PS, Kassab BS, Nordan LT. The correction of high myopia using the excimer laser. *Arch Ophthalmol* 1993 ; 111 : 1627-1634.
  17. McDonnell PJ, Moreira H, Garbus J, et al. Photorefractive keratectomy to create toric ablations for correction of astigmatism. *Arch Ophthalmology* 1991 ; 109 : 710-713.
  18. Taylor HR, Kelly P, Alpíns N. Excimer laser correction of myopic astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 1994 ; 20(suppl) : 243-251.
  19. Dausch D, Klein R, Landes M, Schroder E. Photorefractive keratectomy to correct astigmatism with myopia or hyperopia. *J Cataract Refract Surg* 1994 ; 20(suppl) : 252-257.
  20. Anshute, Till. *Ophthalmology Times* April, 1994 ; 19 : 7.
  21. Stein MA, Cheskes A, Stein RM. The excimer, Slack Inc. 1995.
  22. 차홍원, 이정구 ; 가토를 이용한 엑시머 수술후 각막상피 창상치료와 조직학적 비교. *한안지* 1995 ; 36 : 733-730.
  23. 이정구, 차홍원 : 엑시머 근시교정수술후 각막상

엑시머 레이저 각막수술

- 피 창상치료. 한안지 1995 ; 36 : 386-391.
24. 광철혁, 김용제 : 엑시머 레이저 굴절수술후 스테로이드 점안의 효과. 한안지 1994 ; 35 : 1424-1430.
25. 박현준, 차홍원, 김용제 : 엑시머레이저 근시교정술후 각막지형도에 나타나는 중심부용기. 한안지 1995 ; 36 : 559-565.