

레이저 각막 상피 절삭 가공 성형술에서 레이저 조사 반경과 이행부가 광학수차에 미치는 영향

권현석 · 고일환 · 서경률 · 김응권

연세대학교 의과대학 안과학교실, 시기능 개발 연구소

목적 : LASEK에 있어서 larger and blend zone 방법으로 조사하였을 때와 일반적인 방법으로 조사하였을 때 고차광학수차의 변화의 차이를 알아보고자 하였다.

대상과 방법 : 20명의 환자를 대상으로 한쪽 안은 larger and blend zone 방법으로, 다른 안은 일반적인 방법으로 조사하여 LASEK을 시행하고 수술전, 수술 1개월 후, 3개월 후에 WaveScan Wavefront™ system을 이용하여 RMS (root mean square)를 측정하였다.

결과 : 양군에서 LASEK전과 비교하여 수술 1개월 후 RMS는 통계적으로 유의하게 증가하였으며 수술 3개월 후에는 수술 1개월 후보다는 감소하는 경향을 보였다. 수술 3개월 후, larger and blend zone 방법으로 조사한 군에서 일반적인 방법으로 조사한 군보다 RMS의 증가가 통계적으로 유의하게 적었다.

결론 : LASEK 후 술전에 비해 술후 3개월까지 고차광학수차는 증가하였고 larger and blend zone의 방법으로 조사하는 것이 일반적인 방법으로 조사한 것보다 고차광학수차의 증가를 적게 유발하여 시력을 질적으로 향상 시킬 수 있는 방법으로 생각된다.

<한안지 44(3):555-561, 2003>

현재 시행되고 있는 모든 굴절교정수술은 수술 후 시력은 상승하나 시력의 질은 감소하는 한계를 가지고 있다. 레이저를 이용한 굴절교정수술이 구면원주이상의 교정에 초점을 두고 있어 수술의 결과 구면원주이상은 교정되어 시력 20/20의 좋은 결과를 나타내지만 눈부심의 증가, 흐려보임, 대비감도의 감소 등의 불편을 느낄 수 있으며, 이러한 불편의 발생률은 30-40%에 이르는 것으로 알려져 있다.^{1,2}

이러한 시력의 질적 저하는 굴절교정수술로 유발되는 광학수차의 증가로 인한 것인데 특히 광학수차중 coma나 구면수차 등의 고차광학수차(high order aberra-

tion)의 의미 있는 증가를 동반한다.³ Seiler 등⁴은 굴절 교정 레이저 각막 절제술(Photorefractive keratotomy, PRK) 후에 고차광학수차가 증가한다는 것을 증명하였고, Oshika 등³은 PRK와 레이저 각막 절삭 가공 성형술(Laser in situ keratomileusis, LASIK) 후에 모두 고차광학수차가 증가함을 보였다. 이러한 굴절교정수술 후 고차광학수차의 증가는 대비감도의 감소와 눈부심의 증가, 야간 시력저하, 달무리 등 의미 있는 시력의 질적 저하와 관련이 있음이 입증되었다.³⁻⁷

따라서 최근 굴절교정수술시 유발되는 고차광학수차의 증가를 최소화하기 위하여 레이저 조사반경을 크게 하거나 이행부를 만드는 방법(larger ablation zone, peripheral blend zone)의 사용, 레이저 절삭면을 부드럽게 하는 레이저 조사방법(surface smoothing), 중심잡기(centering) 방법의 개발 등이 연구 중이며, 수차 측정기를 이용하여 광학수차를 측정하고 광학수차를 적절한 조사 패턴으로 전이하여 조사하는 wavefront guided 굴절교정수술도 시도되고 있다.^{1,7-14}

레이저 각막 상피 절삭 가공 성형술(Laser epithelial keratomileusis, LASEK)은 1999년에 소개된 굴절교정수술 방법으로, PRK시의 통증과 수술 후 혼탁

<접수일 : 2002년 8월 19일, 심사통과일 : 2003년 1월 23일>

통신저자 : 서 경 률

서울시 서대문구 신촌동 134
연세의대부속 세브란스병원 안과
Tel: 02-361-8450, Fax: 02-312-0541
E-mail: seoky@yumc.yonsei.ac.kr

* 본 연구의 요지는 2001년 대한안과학회 제87회 춘계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

* 본 논문은 2002년도 연세대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

을 줄이고 LASIK으로 인한 감염, 각막돌출 등을 피하고자 개발된 새로운 수술 방법이다.¹⁵⁻¹⁷ PRK와 LASIK 후에 고차광학수차의 변화에 대하여는 연구된 바 있으나 LASEK 후의 고차광학수차의 변화에 대하여는 연구된 바 없다. 본 연구에서는 LASEK에 있어서 수술전과 수술 1개월 후, 수술 3개월 후의 광학수차를 비교하고 larger and blend zone을 이용한 조사 방법과 일반적인 방법으로 조사하였을 때의 고차광학수차의 변화를 비교하고자 한다.

대상과 방법

2001년 9월부터 2002년 2월까지 본원 안과에서 근시로 LASEK을 시행 받은 환자 중 추적관찰이 불가능했던 7명의 환자와 각막상피절편이 박리된 1명의 환자를 제외한 20명(40안)을 대상으로 연구가 진행되었다. 각각의 환자들은 한쪽 눈은 일반적인 조사방법으로, 반대쪽 눈은 larger and blend zone 조사방법으로 LASEK을 시행 받았다. 어느쪽 눈을 일반적인 방법으로 조사할 것인지는 무작위로 정하였다. 양안의 수술 간격은 모두 1주 간격으로 하였다.

모든 환자에서 수술 전 검사로 병력, 나안시력, 세극등 검사등의 일반적인 안과검사 및 안저검사, 검염법에 의한 현성 및 조절마비 굴절 검사, 각막굴절계검사, 각막형태검사, 각막두께검사, 안압 검사, 광학 수차 측정기(aberrometer)를 이용한 파면 분석을 시행하였으며 안과 검사상 약시, 각막질환, 백내장, 녹내장, 망막질환 등의 안과질환이 있거나 당뇨병, 결체조직 질환등의 전신질환이 있는 환자는 수술 대상에서 제외하였다. 모든 예에서 정시를 목표로 하였으며, 3개월의 완전 추적관찰이 가능한 환자만을 연구군에 포함시켰다. 수술 도중이나 수술 후 합병증이 발생한 경우도 연구대상에서 제외하였다.

연령분포는 20세에서 39세로 평균연령은 28.33 (6.09) 세였고 남자는 2명(10%), 여자는 18명(90%)이었다. 수술 전 구면렌즈 대응치는 일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군은 $-4.46 \pm 1.67D$, larger and blend zone으로 조사받은 군은 $-4.49 \pm 1.75D$ 로 양군에서 유의한 차이는 없었다. 일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군과 larger and blend zone으로 조사한 군에서의 수술 전 굴절률을 제외한 high order 만의 Bille aberration maps에서의 RMS를 비교하면 양군에서 통계적으로 유의 있는 차이는 없었다(Table 1).

LASEK은 시술에 앞서 0.5% proparacaine hydrochloride(Alcaine[®]; Alcon)를 점안하여 국소마취하고 개검기를 이용하여 안검을 벌리고 8.0 mm 직

경의 70 μ m의 깊이로 조정된 칼날을 지닌 micro trephine (Janach, J2905, Como, Italy)으로 각막 상피에 pre-incision을 가하였다. trephine은 각막의 12시 방향에 약 80도의 경첩역할을 할 수 있는 부위를 남겨두게 고안되었다. 그 다음 8.5mm의 직경의 알코올 용액 cone (Janach, J2905, Como, Italy)을 각막위에 놓고 증류수로 희석시킨 20% 알코올 용액 0.5 cc를 cone 안에 떨어뜨리고 30초간 기다린다. 이후 평형염액(balanced salt solution)으로 충분히 세척한 후에 epithelial microhoe (Janach, J2905, Como, Italy)를 이용하여 미리 절제된 각막상피의 경계부위를 자른 다음 각막상피를 부드럽게 박리하여 박리된 각막상피절편을 12시 방향쪽으로 접어서 모았다. 정시를 목표로 ablation zone은 6mm 로 엑시머레이저를 조사하였으며, VISX사의 Star S 3 기종을 사용하였다. 각막간질의 표면을 평형염액으로 충분히 세척하였으며 평형염액 세척시 압력을 이용하여 절편을 원위치 시켰다(hydrorepositioning). 필요에 따라서 위치조정 주걱(repositioning spatula, Janach, J2920A, Como, Italy)을 이용하여 각막의 중앙부위 표면을 최대한 퍼주었다. larger and blend zone 조사방법의 경우 6.5mm zone과 8mm blend zone을 포함하는 방식으로 조사하였다. 수술이 끝난 뒤 치료용 콘택트렌즈를 시술한 각막 위에 덮었다.

환자들은 0.3% ofloxacin (오플록사신[®]; 삼일제약)과 0.1% fluorometholon (플루오메토론[®]; 삼일제약)을 수술 후 1달 동안 하루 4차례 점안하였다. 수술 후 1일, 4일, 1주후, 2주후, 1개월 후, 2개월 후, 3개월 후 경과관찰 하였으며 광학수차는 Hartmann-Shark wavefront sensor를 이용한 VISX사의 WaveScan WavefrontTM system을 사용하여 수술 전, 수술 1개월 후, 수술 3개월 후에 각각 측정하고 비교하였다.

광학수차는 왜곡된 파면의 모양을 그려내고 제니케 다항식(Zenike polynomial)을 6차이상 확장 시킴으로 분석하였다. 구면원주굴절오차를 제외한 높은 차수의 수차만을 포함한 Bille aberration maps을 측정 한 후, 이와 이상적인 수차와의 차이를 계산하여 RMS (root mean square)(μ)를 얻는다. 즉, 전체적인 수차의 비교를 위해서 수차의 총량을 나타내는 RMS를 정의하는데, $RMS(\mu) = \sqrt{\sigma^2}$ (σ =분산) 로 이는 재구성된 파면이 기준면과 어떻게 다른가를 표시한다. 동공은 산동 시키지 않았으며 지름 6.0 mm의 생리적으로 자연적인 동공상태에서 파면수차를 측정하였다.

통계처리에는 paired t-test와 상관분석(correlation analysis)을 이용하였으며 P value의 유의수준은 0.05미만으로 하였다.

Table 1. Pre operative spherical equivalent and pre operative RMS* between conventional ablation group and larger zone blend zone ablation group

	Grup 1	Grup 2	P value
Spherical equivalent	-4.46±1.67	-4.49±1.75	P>0.05
Pre operative RMS	0.25±0.10	0.27±0.09	P>0.05

*RMS: root mean square of Belle aberration maps (mean±standard deviation: micron).

Group 1 : conventional ablation group.

Group 2 : larger and blend zone ablation group.

Table 2. Mean refractive data at pre operation, post operation 1 month and post operation 3 months

	S.E*		P value
	Group 1	Group 2	
Pre operation	-4.46±1.67	-4.49±1.75	P>0.05
Post operation 1 month	-0.16±0.62	-0.12±0.91	P>0.05
Post operation 3 month	-0.39±0.78	-0.23±0.79	P>0.05

*S.E.: spherical equivalent (mean±standard deviation: diopter).

Group 1 : conventional ablation group.

Group 2 : larger and blend zone ablation group.

Table 3. Visual acuity at pre operation, post operation 1 month and post operation 3 months

	V. A*		P value
	Group 1	Group 2	
Pre operation (corrected)	0.99±0.03	0.98±0.03	P>0.05
Post operation 1 month (uncorrected)	0.97±0.05	0.96±0.12	P>0.05
Post operation 3 month (uncorrected)	0.96±0.06	0.97±0.06	P>0.05

*V.A.: visual acuity (mean±standard deviation).

Group 1.: conventional ablation group.

Group 2.: larger and blend zone ablation group.

결 과

환자들의 연령분포는 20세에서 39세로 평균연령은 28.33±6.09세였고 총 20명의 환자중 18명(90%)은 여자, 2명(10%)은 남자 였다.

일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군과 larger and blend zone으로 조사한 군에서의 수술 전 평균 구면렌즈 대응치(spherical equivalent)와 수술 전 굴절률을 제외한 high order 만의 Bille aberration maps에서의 RMS를 비교하면 양군에서 통계적으로 유의 있는 차이는 없었다(Table 1).

일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군과 larger

and blend zone으로 조사한 군에서의 수술 전, 수술 1개월 후, 수술 3개월 후 평균 구면렌즈 대응치 (spherical equivalent)를 비교하면 양군에서 통계적으로 유의 있는 차이는 없었다(Table 2). 일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군과 larger and blend zone으로 조사한 군에서의 수술 전 최대교정시력과 수술 1개월 후, 수술 3개월 후의 나안시력을 비교하면 양군에서 통계적으로 유의 있는 차이는 없었다(Table 3).

일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군에서 LASEK 전과 수술 1개월 후를 비교하면 RMS는 수술 전 0.25±0.10(μ)에서 수술 1개월 후 0.67±0.26(μ)으로 증가하였으며 통계적으로 유의한 증가를 보였다(P<0.05).

Table 4. Optical aberration between pre operation , post operation 1month in conventional ablation group and in larger and blend zone ablation group

		Pre operation	Pre operation 1 month	P value
RMS*	Group 1	0.25±0.10	0.67±0.26	P<0.05
	Group 2	0.27±0.09	0.52±0.13	P<0.05

*RMS: root mean square of Belle aberration maps (mean±standard deviation: micron).

Group 1 : conventional ablation group.

Group 2 : larger and blend zone ablation group.

Table 5. Optical aberration between post operation 1month and post operation 3month in conventional ablation group and in larger and blend zone ablation group

		Pre operation 3 month	Pre operation 1 month	P value
RMS*	Group 1	0.67±0.26	0.61±0.28	P>0.05
	Group 2	0.52±0.13	0.41±0.14	P<0.05

*RMS: root mean square of Belle aberration maps (mean±standard deviation : micron).

Group 1 : conventional ablation group.

Group 2 : larger and blend zone ablation group.

Table 6. Optical aberration between conventional ablation and larger zone blend zone ablation

	RMS*		P value
	Group 1	Group 2	
Pre operation	0.25±0.10	0.27±0.09	P>0.05
Post operation 1 month	0.67±0.26	0.52±0.13	P>0.05
Post operation 3 month	0.61±0.28	0.41±0.14	P<0.05

*RMS: root mean square of Belle aberration maps (mean±standard deviation: micron).

Group 1 : conventional ablation group.

Group 2 : larger and blend zone ablation group.

Larger and blend zone으로 조사한 군에서는 수술 전과 수술 1개월 후를 비교하면 RMS는 수술 전 0.27±0.09(μ)에서 수술 1개월 후 0.52±0.13(μ)으로 증가하였으며 통계적으로 유의한 증가를 보였다 (P<0.05). 양군에서 모두 수술 1개월 후에 고차광학수차값이 증가함을 알 수 있었다(Table 4).

일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군에서 수술 1개월 후와 수술 3개월 후를 비교하면 RMS는 수술 1개월 후 0.67±0.26(μ)에서 수술 3개월 후 0.61±0.28(μ)로 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (p>0.05). Larger and blend zone으로 조사한 군에서는 수술 1개월 후와 3개월 후를 비교하면 RMS는 수술 1개월 후 0.52(0.13(μ)에서 수술 3개월 후 0.41±0.14(μ)으로 감소하였으며 통계적으로 유의한 감소를

보였다(p<0.05). Larger and blend zone으로 조사한 군에서만 고차광학수차가 수술 후 3개월에 수술 후 1개월 보다 감소함을 알 수 있었다(Table 5).

일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군과 larger and blend zone 의 방법으로 조사한 군에서의 RMS를 비교하면 수술 전 RMS와 수술 1개월 후 RMS는 양군에서 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 수술 3개월 후 RMS는 larger and blend zone의 방법으로 조사한 군에서 RMS의 증가가 일반적인 방법으로 조사한 군보다 통계적으로 유의하게 적었다(p<0.05). 양군에서 모두 수술 1개월 후 RMS는 증가하였으며 수술 3개월 후에도 계속 증가되어 있지만 수술 1개월 후보다는 감소하는 경향을 보였다(Table 6).

Larger and blend zone으로 레이저를 조사한 군

에서의 수술 3개월 후의 근시교정 정도와 RMS의 증가 정도의 상관계수는 0.19였으며($P>0.05$), 일반적인 방법으로 조사한 군에서의 상관계수는 0.32였다($P>0.05$). 이를 비교하면 larger and blend zone으로 조사한 군에서 일반적인 방법으로 레이저를 조사한 군보다 근시교정 정도와 RMS 증가 정도의 상관 관계가 더 낮았다는 것을 알 수 있었다(Table 7).

Table 7. Correlation coefficient between spherical equivalent and optical aberration at post operation 3month

	Correlation coefficient	P value
Group 1	0.19	$P>0.05$
Group 2	0.32	$P>0.05$

Group 1 : conventional ablation group.

Group 2 : larger and blend zone ablation group.

고 찰

Oshika 등³은 PRK와 LASIK후에 고차광학수차는 수술 후 약 1개월에 가장 증가하여 최대에 이르고 수술 후 3개월정도까지 많은 감소 양상을 보이며 이후 수술 후 1년까지 점차 감소하는 양상을 보인다고 하였다. 본 연구에서 PRK나 LASIK의 경우와 마찬가지로 LASEK 후에도 수술 1개월 후에 고차광학수차가 증가하였으며 수술 3개월 후에도 계속 고차광학수차는 증가되어 있지만 수술 1개월 후보다는 감소하는 경향을 보였다. 수차의 증가에 관여하는 인자로는 각막의 창상 치유과정이 영향을 미칠 것으로 생각되며 각막의 창상 치유과정은 아직 확실히 규명되지는 않았지만 여러 가지 세포들과 매개물질, 활성인자 등이 관여하는 것으로 알려져 있다.^{3,16} LASEK은 PRK와 달리 상피를 제거하지 않고, 레이저 각막 절삭 후 상피를 다시 덮어주는 수술로, 보존된 상피로 인해 통증과 혼탁이 더 적은 것으로 알려져 있다.^{16,17} 이는 창상 치유 반응이 덜 심한 것을 의미하며 창상 치유로 인한 광학수차의 영향이 적을 것임을 알 수 있다. 상피와 각막실질의 일부를 절편으로 만들어, 수술 후 다시 덮는 LASIK은 창상 치유 반응이 PRK에 비해 적은 것은 사실이나, 절편의 비틀림이나 더 좁은 실제 조사반경으로 인해, 수술 후 더 많은 고차광학수차의 증가를 유발시키는 것으로 알려져 있다.³ PRK와 LASIK 그리고 LASEK에서의 각막의 창상 치유과정에 차이가 있으므로 고차광학수차를 증가 시키는 요소에 차이가 있을 것이며 LASEK은 수술 과정이 PRK의

변형된 형태라고 할 수 있으므로 고차광학수차의 증가 양상도 PRK와 유사했을 것으로 생각된다. Oshika 등³은 PRK나 LASIK 후 1년까지 고차광학수차는 감소하였으나 수술 전 수치까지 감소하지는 않았다고 하였다. 따라서 LASEK후 고차광학수차의 변화에 대한 더욱 장기적인 추적 관찰도 필요하다고 생각하며 퇴행(regression)과 광학 수차와의 관계도 연구할 만한 가치가 있다고 생각한다. 또한 기존의 연구와는 광학수차 측정기의 기종 차이와 고차광학수차의 표현방법이 달라 비교할 수는 없었지만 각막의 창상 치유 과정의 차이 때문에 PRK와 LASIK 그리고 LASEK 에서의 고차광학수차를 증가 시키는 요소에 차이가 있을 것이다. 따라서 PRK, LASIK, LASEK 등 수술 방법에 따른 고차광학수차의 차이에 대한 연구도 필요할 것으로 생각한다.

Michael 등⁸은 PRK시 larger and blend zone방법으로 조사한 후 이의 유용성을 보고하였고 larger and blend zone 조사는 보다 생리적인 각막상태를 유지하도록 해주며 수차의 증가를 수술 전 상태로 돌아가도록 하는데 도움을 준다고 하였다. 본 연구에서 보다 넓은 영역을 조사하고 조사부위의 급격한 차이를 없애는 방법인 larger and blend zone 의 방법으로 조사한 군에서의 고차광학수차의 증가가 일반적인 방법으로 조사한 군에서의 것보다 통계적으로 유의하게 적었다. 따라서 수차의 증가를 최소화하기 위하여 사용한 larger and blend zone 의 조사 방법이 수차 증가의 감소를 가져오고 시력의 질적 향상에 도움을 줄 것으로 생각한다.

Martinez 등⁵은 PRK후의 광학수차의 증가는 근시교정의 정도가 클수록 크다는 연구 결과를 발표하였는데 이번 연구에서도 이와 마찬가지로 수술 전과 수술 3개월 후의 고차광학수차의 변화와 수술시 근시교정 정도는 통계적 의미는 없었지만 양의 상관 관계를 보였다. 따라서 근시교정 정도가 큰 경우 광학수차의 증가정도가 더 크며 시력의 질적저하의 정도도 더 크다는 것을 예상할 수 있다. 하지만 larger and blend zone 조사 방법은 일반적인 방법으로 조사한 것과 비교하여 근시교정 정도와 고차광학수차의 증가 정도의 상관 관계가 더 적었다. 따라서 근시가 심한 환자에 있어서 larger and blend zone 조사방법은 더 유용성이 클 것으로 생각한다.

이상적인 굴절교정수술은 환자로 하여금 크고 작은 물체, 높은 대비와 낮은 대비, 그리고 어떠한 조명 조건 하에서도 모든 거리를 불편함 없이 인지 할 수 있게 하는 것이다. Seiler, McDonald 등^{11,13,14}은 wavefront-guided LASIK 의 임상 적용 예를 보고하였는데, Wavefront-guided 굴절교정수술의 결과로 수술

3개월 후 고차광학수차의 증가가 PRK에서는 1.3배, LASIK에서는 1.8배로 보고하였다.^{18,19} 그러나 광학수차 값은 측정시 각 측정시 기간의 변동이 존재하며, 눈의 움직임이 전혀 없는 상태에서야 광학수차 값에 기초한 시술이 정확히 각막에 조사될 수 있고, 환자 각 개인의 창상 치유가 다양하며, 굴절교정수술 후 각막의 생화학적 변화로 절삭효과가 변화되는 등의 제한으로 인해 적용의 한계가 있다. 결국 현재로는 Wavefront-guided 굴절교정수술은 낮은 돛수의 구면원주이상을 가지면서 높은 광학수차를 가진 극히 소수환자에게만 적용이 가능하며, 대다수의 환자에게는 도움이 되지 않는다.^{18,19} 이런 관점에서 살펴보면, larger and blend zone 조사방법은 일반 환자에 있어서 이용될 수 있으므로 유용성이 오히려 Wavefront-guided 굴절교정수술보다 높다고 할 수 있다.

Mrochen 등²⁰은 0.3 mm 정도로 작은 절제영역의 중심이탈(decentration)이 굴절교정수술 후의 고차광학수차의 증가에 큰 영향을 미친다고 하였다. 따라서 고차광학수차를 최소화하기 위해서는 시축을 고려하는 eye tracking system등을 이용하여 조사영역을 중심에 놓는 것이 중요하며 또한 고정틀(EK-fixation device)이나 붙잡음틀(Holder-Global Fixation ring)과 같은 기구의 사용도 고려해 볼 수 있다.²¹

이번 연구에서 LASEK 후 고차광학수차의 증가를 알 수 있었으며 larger and blend zone의 방법으로 조사한 군에서의 고차광학수차의 증가가 일반적인 방법으로 조사한 군에서의 것보다 적은 것을 알 수 있었다. 수술 후 고차광학수차의 증가를 최소화하는 것이 시력의 질과 대비 감도의 보존을 가져올 수 있으므로 수차의 증가를 유발하지 않는 수술 방법과 레이저 조사법에 대한 개발은 시급한 문제이다. 본 연구에서 LASEK을 이용한 larger and blend zone 조사방법이 시력의 질에 영향을 미치지 않는 대안적 시술법으로 시력의 질과 대비 감도의 보존에 적절한 시술인 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- 1) Schwiegerling J. Theoretical limits to visual performance. *Surv Ophthalmol* 2000;45:139-46.
- 2) O'Bratt DPS, Gartry DS, Lohmann CP, et al. Excimer laser photorefractive keratectomy for myopia: comparison of 4.00 and 5.00-millimeter ablation zones. *J Refract Corneal Surg* 1994;10:87-94.
- 3) Oshika T, Klyce S, Applegate RA, et al. Comparison of corneal wavefront aberrations after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 1999; 127:1-7.
- 4) Seiler T, Kaemmeter M, Mierdel P, Krinke HE. Ocular optical aberrations after photorefractive keratectomy for myopia and

- myopic astigmatism. *Arch Ophthalmol* 2000;118:17-21.
- 5) Martinez CE, Applegate RA, Klyce SD, et al. Effect of papillary dilation on corneal optical aberrations after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1998;116: 1053-62.
- 6) Oliver KM, Hemenger R, Corbett MC, et al. Corneal optical aberration induced by photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 1997;13:246-54.
- 7) Applegate RA, Howland HC, Sharp RP, et al. Corneal aberrations, visual performance and refractive keratectomy. *J Refract Surg* 1998;14:397-407.
- 8) Michael J, Carlos E, Martinez, Stephen D, et al. Effect of larger ablation zone and transition zone on corneal optical aberrations after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol* 2001;119:1159-64.
- 9) Hersh PS, Shah SI, Geiger D, Holladay JT. Summit PRK topography study group. Corneal optical irregularity after excimer laser photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:197-204.
- 10) O'Bratt DPS, Lohmann CP, Fitzke FW. Disturbances in night vision excimer laser photorefractive keratectomy. *Eye* 1994;8: 46-51.
- 11) Naoyuki M. Wavefront technology in ophthalmology. *Curr Opin Ophthalmol* 2001;12:294-9.
- 12) Schwiegerling J, Snyder RW. Custom photorefractive keratectomy ablations for the correction of spherical and cylindrical refractive error and higher-order aberration. *J Opt Soc Am* 1998;A15:2572-9.
- 13) Seiler T, Mrochen M, Kaemmerer M. Operative correction of ocular aberrations to improve visual acuity. *J Refract Surg* 2000;16:S619-22.
- 14) Mrochen M, Kaemmerer M, Seiler T. Wavefront - guided laser in situ keratomileusis: early results in three eyes. *J Refract Surg* 2000;16:116-21.
- 15) Stulting RD, Carr JD, Thompson KP, et al. Complications of laser in situ keratomileusis for the correction of myopia. *Ophthalmol* 1999;106:87-94.
- 16) 공하영, 고일환, 이재범. 경도 및 중등도 근시안에서 시행한 한쪽안의 라섹과 반대쪽안의 엑시머레이저각막절제술 비교. *한안지* 2001;42:825-31.
- 17) 저의련, 정성근, 백남호. 굴절교정레이저각막절제술과 레이저각막상피절삭가공성형술을 시행한 환자에서 수술중 및 후의 통증비교. *한안지* 2001;42:563-8.
- 18) MacRae SM, Williams DR. Wavefront guided ablation. *Am J Ophthalmol* 2001;5:915-9.
- 19) Panagopoulou SI, Pallikaris IG. Wavefront customized ablations with the WASCA Asclepion workstation. *J Refract Surg* 2001;17:608-12.
- 20) Mrochen M, Kaemmerer M, Mierdel P, Seiler T. Increased higher order optical aberrations after laser refractive surgery: A problem of subclinical decentration. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:362-9.
- 21) 김철우, 김응권, 주천기. 근시교정술에서의 고정틀과 붙잡음틀의 사용 효과. *한안지* 2001;42:43-9.

=ABSTRACT=

The Effect of Larger and Blend Zone Ablation on Optical Aberrations in Laser Epithelial Keratomileusis (LASEK)

Hyun Seok Kwon, M.D., Il Hwan Koh, M.D.,
Kyoung Yul Seo, M.D., Eung Kwon Kim, M.D.

*The Institute of Vision Research
Department of Ophthalmology, Yonsei University, College of Medicine, Seoul Korea*

Purpose: The purpose of this study is to investigate the postoperative high order aberration after LASEK and to evaluate the effects of LASEK on high order aberration using larger and blend zone ablation.

Methods: Twenty patients out of 28 patients who received treatment were followed up for 3 months. In each case, one eye received conventional ablation LASEK and the other eye received larger and blend zone ablation LASEK. Preoperative and postoperative RMS (root mean square) of Bille aberration maps measurements were made with WaveScan Wavefront™ system (VISX, Santa Clara, U.S.A.).

Results: RMS of Bille aberration maps at post operation 1 month and post operation 3 months displayed a statistically significant increase compared with preoperative value. ($p < 0.05$) In post operation 3 month, larger and blend zone ablation LASEK treated eyes displayed a statistically significant lower post operative RMS compared to those of conventional ablation LASEK. ($p < 0.05$)

Conclusions: High order aberrations at post operation 1 month and post operation 3 months increased compared with preoperative value. High order aberration after LASEK with larger and blend zone ablation are less pronounced compared to those associated with conventional ablation LASEK. By using larger and blend zone ablation it is possible to minimize the high order aberration of the eye and improve visual results for patients undergoing LASEK.

J Korean Ophthalmol Soc 44(3):555-561, 2003

Key Words: High order optical aberration, Larger and blend zone ablation, LASEK, Optical aberration, Wavefront

Address reprint requests to **Kyoung Yul Seo, M.D.**

Department of Ophthalmology, Yonsei University, College of Medicine

#134 Shinchon-dong, Seodaemun-ku, Seoul 120-140, Korea

Tel: 82-361-8450, Fax: 82-2-312-0541, E-mail: seoky@yumc.yonsei.ac.kr