고신대학교 의과대학 학술지 제26권 제1호
Kosin Medical Journal
Vol. 26. No. 1, pp. 42~48, 2011

고등각막표면연마 굴절수술에서 스무딩 병용 수술의 임상성적

이승욱

고신대학교 의과대학 안과학교실

Clinical Outcomes of Advanced Surface Ablation with smoothing

Seung-Uk Lee

Department of Ophthalmology, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

Abstract

Objectives: To investigate the results of AdvancedSurface Ablation (ASA) coupled with "smoothing" to smoothen ablation surface after covering masking fluid.

Methods: ASA was performed in 48 eyes that had myopic refractive error. The case with ablation depth over 100㎛ was assigned into subgroup. Mean refractive error was -5.71±1.25D and mean ablation depth was 101.74±11.15㎛. Smoothing was performed in all patients (mean time 15.59±1.34 seconds, mean diameter 8.60±0.21㎜).

Results: Mean refractive error was -0.16±0.42D, -0.30±0.40D at postoperative 3 and6 months. 92% and 96% of patients had an uncorrected visual acuity (UCVA) of 1.0 or better at postoperative 3 and 6 months, respectively. There was no statistically significant difference in magnitude of high order aberrations at postoperative 6 months. Cornea was maintained clear in the majority.

Conclusions: Excellent results were obtained by ASA coupled with "smoothing" in high myopia patients. And subgroup with ablation depth over 100㎛ was also obtained satisfactory results.

Key words : Advanced surface ablation, Myopia, Smoothing, PTK

서 론

굴절이상을 수술로 치료한다는 생각은 1970년대까지는 실험적인 시도로 받아들여 졌으나, 근시에 대한 굴절교정수술은 현재 안과영역에서 널리 사용되고 있는 술기이며 다양한 방법들이 개발되었고, 또 연구되고 있다. 그 중에서 각막확장증, 중심부융기 등과 같은 합병증의 위험이 낮으면서도 효과적인 굴절교정레이저각막절제술(Photorefractive keratectomy, PRK)이나 레이저각막상피가공성형술 (laser epithelial keratomileusis, LASEK)과 같은 표면연마굴절수술은 개발된지 상당기간이 경과된 술기이나 안정성과 효용성으로 관심이 최근 다시 증가하고 있다.[1,2] -6D (디옵터) 이상의 고도근시에 대한 PRK의 10년 장기 관찰에서도 원추각막의 발생 없이 PRK의 효과가 안정적이었다는 보고가 있지만,[3] 100㎛이상 절삭깊이가 깊은 고도근시환자에 있어 PRK와 같은 표면연마굴절수술은 각막혼탁이나 근시퇴행의 우려가 높다.[4,5] 이를 예방하고자 0.02% 마이토마이신C (MMC)를 수술 중에 많이 사용하고 있지만 장기적인 부작용의 우려 때문에 최근 술 중 MMC의 적용 시간을

Received March 18, 2011
Revised March 28, 2011
Accepted April 22, 2011
교신저자 : 이 승 욱
주소 : 602-702 부산광역시 서구 암남동 34번지
고신대학교 복음병원 안과
TEL: 051) 990-6361 FAX: 051) 990-3026
E-mail: seung28@hanmail.net

줄이는 추세에 있다.[6]

Vinciguerra 등[7,8]은 표면연마굴절수술에서 레이저 각막 절삭을 하는 마지막 단계에서 각막의 절삭면을 매끄럽게 하는 스무딩 (smoothing)을 소개하면서, 근시퇴행과 각막혼탁의 감소를 위한 한 방법으로 스무딩을 했던 눈에서 시력은 더 좋았고 각막혼탁은 더 적었다는 결과를 보고하였다. 이에 저자는 각막혼탁의 우려가 높은 근시를 가진 환자에서 고등각막표면연마 굴절수술시 치료레이저각막절제술 (Phototherapeutic keratectomy, PTK) 모드를 이용하여 절삭면을 부드럽게 해주는 스무딩을 병용한 고등각막표면연마 굴절수술의 임상성적을 조사해 보았다.

연구대상 과 방법

1. 대상 환자

2009년 5월부터2009년 12월까지 고등각막표면연마 굴절수술 (Advanced Surface Ablation, ASA)을 시행한 근시 환자 중 술 후 6개월 이상 경과 관찰이 가능했던 48안을 대상으로 후향적으로 조사하였다. 평균 나이는 24.1±4.6세였다 (Table 1). 이 중 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 경우를 하위집단으로 분류하였다.

Table 1. Patient demographics according to ablation depth before advanced surface ablation with smoothing.

Characteristics	Total	Subgroup
Number of eyes	48	32
gender(male/female)	16/32	12/20
Age		
mean(years)±SD	24.1±4.6	25.6±5.2
Preoperative spherical equivalent		
mean(D)±SD	-5.71±1.25	-6.76±1.02
range(D)	-3.35～-8.75	-4.63～-8.75
Ablation		
Optical zone size(㎜)±SD	4.84±0.23	4.51±0.29
Transitional zone size(㎜)±SD	8.37±0.27	8.11±0.25
Ablation depth(㎛)±SD	101.74±11.15	112.34±7.32
Ablation range(㎛)	73.20～129.00	100.80～129.00
PTK smoothing		
depth(㎛)±SD	15.59±1.34	17.81±2.74
diameter(㎜)±SD	8.60±0.21	8.76±0.16
Endothelial cell density(cells/㎟)	2948.4±257.9	2861.5±256.2

Subgroup, subject with central ablation depth≥100㎛.

2. 수술 전 검사

수술 전 검사로는 나안시력과 최대교정시력검사, 현성 및 조절마비 굴절검사, 각막곡률측정, 안압검사, 세극등현미경검사, 안저검사, 동공크기검사, 중심각막두께검사를 하였으며 ORB scanⅡz (Bausch&Lomb, USA)와 Pentacam (Oculus, Germany)으로 각막의 전·후 형태를 검사하여 원추각막이 의심되는 환자는 제외하였다. 경면현미경 (Konan SP9000, Japan)으로 각막내피세포검사를 시행하여 중심부 각막내피세포밀도를 측정하였다.

3. 스무딩 방법

각막 절삭면의 미세융기(microirregularity)를 제거하여 절삭면을 매끄럽게 하기 위해 모든 대상안에서 PTK 모드로 스무딩을 시행하였다. 각막을 평형염액으로 세척한 후 masking액의 목적으로 0.3% 히알루론산 (Hyal mini®, Santen Inc.)을 각막에 떨어뜨린 후 구멍이 7개인 25게이지의 관류케뉼라 (irrigation canula: AE 7288, ASICO)을 사용하여 히알루론산을 각막에 고르게 퍼뜨렸다. 과도한 열로 인해 각막이 심하게 달아오르는 것을 피하기 위해 저주파 절삭으로 스무딩을 하였다. 스무딩을 하는 동안 masking액을 계속 첨가했는데, 건조한 부위가 만들어지지 않고 masking액의 얇은 층이 만들어지도록 계속해서 canula로 masking액을 고르게 폈다. 절삭깊이가 100㎛ 이상인 경우에만 0.02% MMC를 10~15초간 접촉하였는데, MMC가 각막의 중심부를 접촉하지 않도록 하기 위해 가운데 구멍을 뚫은 링 모양의 마이크로스폰지를 사용하였다.[9] 각막기질을 차가운 평형염액 30cc로 충분히 세척하였고 치료용 콘택트렌즈를 씌워 수술을 마쳤다.

4. 수술 후 처치

수술 후 moxifloxacin 항생제를 일주일 동안 하루4회 점안하였으며, 보존제가 없는 diclofenac sodium 1㎎/㎖를 3일간 하루 4회 점안하였다. 치료용 콘택트렌즈는 각막상피의 재생이 완료될 때 제거하였고, 이후 0.1% fluorometholone 점안제를 3~6개월간 하루 1～4회 점안하였다. 자가혈청을 하루

4회 점안하였으며, 0.1% 히알루론산을 필요에 따라 점안하였다.

5. 수술 후 검사

술 후 1개월, 3개월, 6개월 나안시력과 굴절검사를 시행하였다. 세극등현미경하 각막혼탁정도를 술 후 3개월과 6개월째에 평가하였는데, 각막혼탁도는 Fantes 등[10] 의 방법을 이용하여 0~4 단계로 분류하였다.

술 후 6개월째에 경면현미경 (Konan SP 9000, Japan)을 사용하여 각막내피세포의 밀도를 측정하였는데, 각막의 중심부를 2회 검사하여 그 평균값을 측정하였다. 수술에 대한 환자의 만족도 조사는 수술 후 3개월에서 6개월째에 시행하였다. 항목은 원거리 나안시력, 근거리 나안시력, 야간 빛번짐과 눈부심, 주간운전, 야간운전, 건조감, 전체 만족도라는 총 7가지였고, 각 항목마다 아주 좋음을 5, 좋음을 4, 보통을 3, 나쁨을 2, 아주 나쁨을 1점으로 표시하도록 하였다.

6. 통계학적 분석

술 후 3, 6개월째 총고위수차와 총구면수차 및 각막내피밀도를 수술 전과 비교하기 위하여 paired *t*-test를 이용하였다. 자료의 통계분석은 SPSS version 15.0을 이용하였으며 *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계적인 의의가 있는 것으로 간주하였다.

결 과

1. 나안시력의 개선

술 후 1개월째 0.8 이상의 나안시력을 보인 경우가 96%, 1.0 이상의 나안시력을 보인 경우가 88%, 1.2 이상의 나안시력을 보인 경우가 56%였다. 술 후 3개월째 0.8 이상의 나안시력을 보인 경우가 100%, 1.0 이상의 나안시력을 보인 경우가 92%, 1.2 이상의 나안시력을 보인 경우가 65%였다. 술 후 6개월째 0.8 이상의 나안시력을 보인 경우가 100%, 1.0 이상의 나안시력을 보인 경우가 96%, 1.2 이상의 나안시력을 보인 경우가 67%였다 (Fig.1). 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위 집단에서는 술후 1개월째 0.8 이상의 나안시력을 보인 경우가 94%, 1.0 이상의 나안시력을 보인 경우가 78%, 1.2 이상의 나안시력을 보인 경우가 34%였으며 술후 3개월째 0.8 이상의 나안시력을 보인 경우가 100%, 1.0 이상의 나안시력을 보인 경우가 88%, 1.2 이상의 나안시력을 보인 경우가 63%였고, 술후 6개월째 0.8 이상의 나안시력을 보인 경우가 100%, 1.0 이상의 나안시력을 보인 경우가94%, 1.2 이상의 나안시력을 보인 경우가 63%였다 (Fig.2).

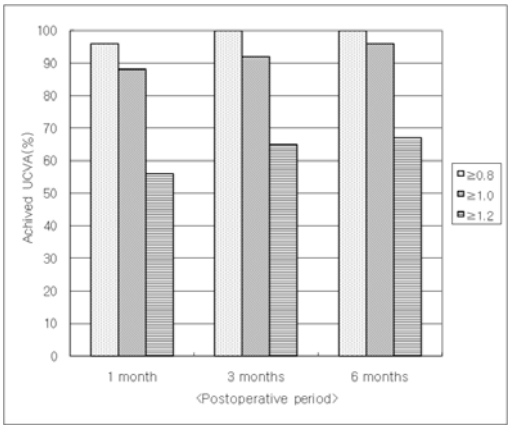

Fig. 1. Distribution of uncorrected visual acuity after advanced surface ablation with smoothing over time.

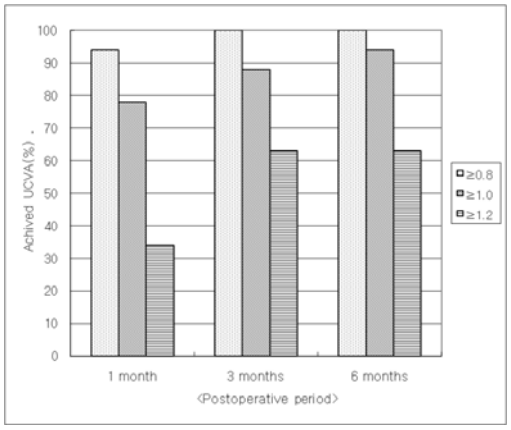

Fig. 2. Distribution of uncorrected visual acuity after advanced surface ablation with smoothing over time in subgroup (central ablation depth≥100㎛).

2. 굴절력의 변화

구면렌즈대응치는 술 전 평균 -5.71±1.25D였던 것이 술 후 1개월째 -0.37±0.42D, 3개월째 -0.18±0.52D, 술 후 6개월째 -0.29±0.31D였다. 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위 집단에서는 술 전 평균 -6.76D±1.02였던

것이 술 후 1개월째 -0.42±0.66D, 술 후 3개월째 -0.15±0.53D, 술 후 6개월째 -0.32±0.44D였다 (Fig.3).

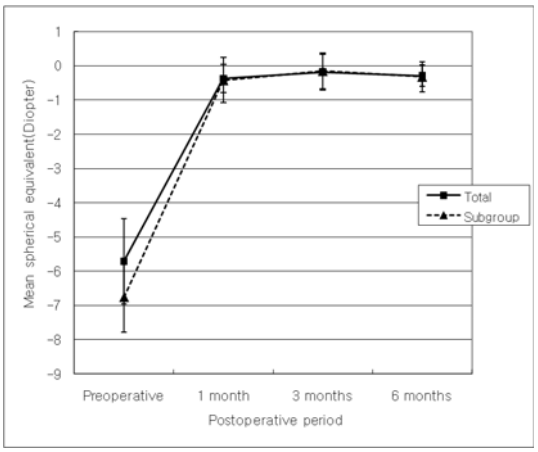

Fig. 3. Mean spherical equivalent following advanced surface ablation with smoothing at different follow-up periods. Subgroup, subject with central ablation depth≥100㎛.

3. 예측도

술 후 구면렌즈대응치가 ±0.5D 이내인 경우가 술 후 1개월째에는 65%, 술 후 3개월째에는 73%, 술 후 6개월째에는 79%였다. 구면렌즈대응치가 ±1.0D 이내인 경우가 술 후 1개월째에는 85%, 술 후 3개월째에는 96%, 술 후 6개월째에는 94%였다 (Fig.4). 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위 집단에서는 ±0.5D 이내인 경우가 술 후 1개월째에는 56%, 술 후 3개월째에는 72%, 술 후 6개월째에는 72%였으며, ±1.0D 이내인 경우는 1개월째에는 84%, 술 후 3개월째에는 97%, 술 후 6개월째에는 94%였다 (Fig.5).

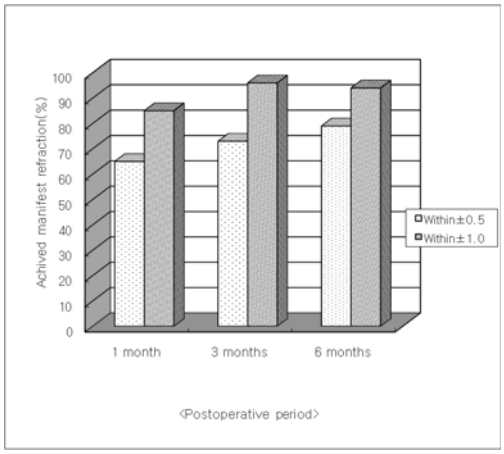

Fig. 4. Distribution of eyes in a given range of emmetropia after advanced surface ablation with smoothing.

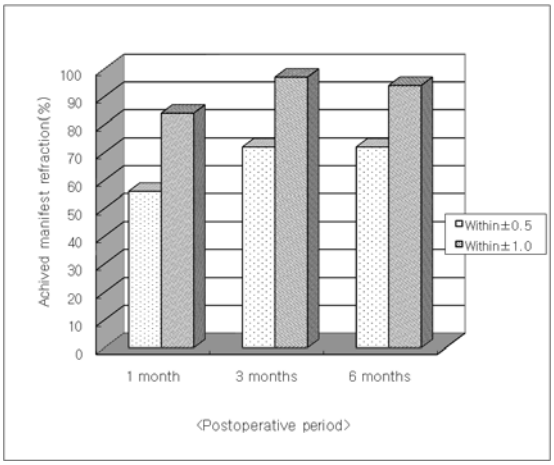

Fig. 5. Distribution of eyes in a given range of emmetropia after advanced surface ablation with smoothing in subgroup (central ablation depth≥100㎛).

4. 그 외 결과

각막혼탁도는 술 후 3개월째 0.5단계가 3안 (6.3%), 술 후 6개월째는 0.5단계가 2안(4.2%), 1단계가 1안 (2.1%)이었다. 절삭 깊이가100㎛ 이상인 하위 집단에서는 3개월째 0.5단계가 1안 (3.1%), 6개월째 0.5단계가 1안 (3.1%)이었다

술 후 6개월째의 각막내피밀도 변화를 보면 술 전 (2948.4±257.9cells/㎟)과 비교하여 술 후 각막내피밀도 (3010.4±247.2cells/㎟)가 약간 증가하는 소견을 보였다 (p<0.05, paired t-test). 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위 집단에서도 술 전 (2861.5±256.2cells/㎟)과 비교하여 술 후 각막내피밀도 (2959.22±223.1cells/㎟)가 약간 증가하는 소견을 보였다(p<0.05, paired t-test).

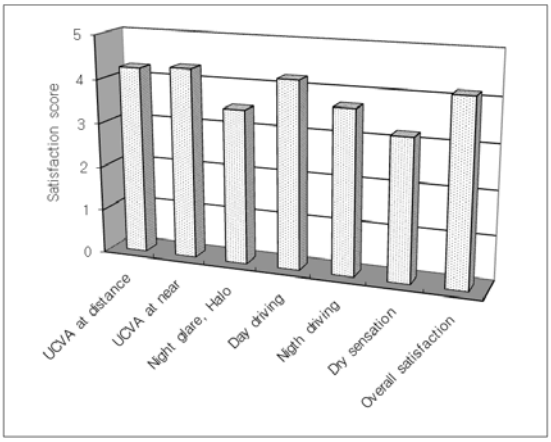

Fig. 6. Patient's satisfaction after advanced surface ablation with smoothing. Score 5, Very good; 4, Good; 3, Fair; 2, Poor; 1, Very poor.

주관적인 만족도 조사에서 총 5점 만점에 원거리 나안시력은 4.25±0.62점, 근거리 나안시력은 4.31±0.50점, 야간 빛번짐과 눈부심은 3.49±0.86점, 주간운전은 4.23±0.61점, 야간운전은 3.71±0.89점, 건조감은 3.20±0.75점, 전체만족도는 4.15±0.72점을 보였다(Fig.6).

고 찰

1990년 Pallikaris 등[11]에 의해 엑시머 레이저 수술과 층판각막굴절수술을 복합하여 소개된 레이저각막절삭가공성형술 (laser in situ keratomileusis, LASIK)은 PRK에서 발생하였던 술 후 통증, 각막혼탁, 상대적으로 늦은 시력회복, 근시퇴행 등의 문제를 해결하여 많은 호응을 받았다. 하지만 각막두께가 충분하지 않은 경우나 절삭량이 많은 경우 LASIK은 수술 후 각막확장증을 유발할 수 있다고 이미 잘 알려져 있으며[12-14] 고도 근시에서 뿐만 아니라 경중등도 근시에서도 그 보고가 증가하고 있어서[13,15,16] 최근 많은 각막을 남겨둘 수 있으며 그 효용성이 입증된 PRK나 LASEK과 같은 표면연마술이 다시 관심을 받고 있다.[1,2]

하지만 근시도수가 높거나 치료 광학부의 크기가 넓어 100㎛ 이상의 더욱 많은 각막을 절삭하게 되는 경우 표면연마굴절수술에서도 각막혼탁과 근시퇴행의 문제가 발생할 수 있다.[4,5] 이런 수술 후 각막혼탁을 예방하기 위해 최근 MMC가 많이 사용되고 있는데, PRK나 LASEK 수술 중에 MMC를 사용하여 술 후 각막혼탁을 방지하였다는 많은 보고들이 있다.[17,18] 그러나 MMC는 안구자극, 각막부종, 비대각막반흔과 같은 부작용을 일으킬 수 있고,[19,20] MMC 사용 후 각막내피세포밀도가 감소하였다는 보고도 있다.[21] Carones 등[17]은 술 중에 0.02% MMC를 2분간 사용하여 각막혼탁이 감소되었고 술 후 시력도 더 좋았다고 보고하였다. 최근에는 MMC의 이점을 이용하면서 부작용을 줄이기 위해 사용시간과 농도를 줄이려는 경향이 있다.[6] 본 연구에서는 각막혼탁의 위험이 높은 절삭 깊이 100㎛ 이상인 경우에만 스무딩과 함께 0.02% MMC를 15초 이내의 짧은 시간만 접촉하였는데, 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위집단에서도 각막내피세포의 손상은 없었으며 각막혼탁도 거의 발생하지 않았다.

또한, 굴절교정수술 후 발생하는 각막혼탁과 같은 의도하지 않은 문제들을 초래하는 원인 중의 한가지는 절삭된 각막표면의 불규칙성이다.[7,22,23] 레이저로 연마된 뒤 각막은 각막상피층의형성과 교원질의 침착을 통해 불규칙한 각막 표면을 회복하려고 한다. 이런 교원질의 침착은 술 후 각막혼탁을 일으킬 수 있고 의도하지 않은 굴절이상을 초래할 수 있다.[7,22,23] 각막 표면의 불규칙성은 수차를 야기하기도 하는데, 굴절교정량이 많을수록 절삭량이 많아지므로 더 많은 각막의 불규칙성을 유발하게 되어, 굴절교정의 예측도를 낮추고 고위수차를 증가시키게 된다.[24]
이에 Vinciguerra et al[8]은 불규칙한 각막 표면을 스무딩하여 절삭된 각막 표면을 매끄럽게 함으로써 굴절력의 예측성을 증가시킬 수 있다고 하였다. 본 연구에서 구면렌즈대응치가 술 후 3개월째 -0.18±0.52D, 술 후 6개월째 -0.29±0.31D였고, 술 후 3개월째 ±0.5D의 예측도는 73%, ±1.0D의 예측도는 96% 였으며, 술 후 6개월째 ±0.5D의 예측도는 79%, ±1.0D의 예측도는 94%였다. 나안시력은 술 후 3개월째 1.0 이상의 시력을 보인 경우가 92%였고, 술 후 6개월째 1.0 이상의 시력을 보인 경우가 96%였다. 또한, 상대적 예후가 좋지않을 것으로 예상되는 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위 집단에서도 구면렌즈대응치가 술 후 3개월에 -0.15±0.53D, 술 후 6개월째 -0.32±0.44D였고, 술 후 3개월째 ±0.5D의 예측도는 72%, ±1.0D의 예측도는 97% 였으며, 술 후 6개월째 ±0.5D의 예측도는 72%, ±1.0D의 예측도는 94%이며, 나안시력은 술 후 3개월째 1.0 이상이 88%, 6개월째에 94%였다. 권혁락 등[25]은 중등도와 고도 근시에서 라섹 수술 후 3개월째 나안 시력이 1.0 이상인 경우가 77.1% 였고, 술 후 3개월째 구면렌즈대응치가 -1.02±0.89D 였으며, 술 후 3개월째 ±0.5D의 예측도는 24%, ±1.0D의 예측도는 61% 였다고 보고하였다. 최석규 등[26]은 중등도와 고도 근시에서 라섹 수술 후 3개월째 구면렌즈대응치가 -0.57±0.74D, 술 후 6개월째 구면렌즈대응치가 -0.43±0.43D였다고 보고하였다.

김응석 등[21]은 -5.0D에서 -8.5D의 근시안에서 MMC를 사용한 라섹 후 3개월째 구면렌즈대응치가 -0.40±0.42D, 술 후 6개월째 구면렌즈대응치가 -0.50±0.43D이었고, MMC를 사용하지 않은 라섹 후 3개월째 구면렌즈대응치가 -0.49±0.70D, 술 후 6개월째 구면렌즈대응치가 -0.76±0.84D라고 보고하였다. 따라서 본 연구의 술 후 나안시력과 구면렌즈대응치 및 예측도가 다른 연구들의 결과에 비해 우수함을 확인할 수 있었으며, 상대적으로 예후가 좋지 못할 것으로 예상된 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위 집단에서도 마찬가지로 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

이와 같은 우수한 결과는 스무딩 술기와 MMC의 사용으로 인한 것으로 생각될 수 있다. Vinciguerra 등[8,27,28]은 스무딩의 효과를 평가하면서 스무딩을 했던 눈에서 각막 혼탁은 더 적었으며 스무딩으로 인해 교원질의 침착이 감소하였다고 보고하였으며, Serrao 등[29]은 PRK 후 스무딩을 하면 각막 표면의 규칙성을 증가시키고 술 후 각막혼탁을 감소시킨다고 하였다. 본 연구에서 각막혼탁도는 술 후 3개월째 0.5단계가 6.3%였으며, 술 후 6개월째 각막혼탁도는0.5단계가 4.2%, 1단계가 2.1%였고 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위 집단에서는 1단계가 없었으며, 3개월째와 6개월째에 모두 0.5단계가 3.1%였다. 다른 연구에서 이형근 등[30]은 라섹 수술 후 6개월에 각막혼탁도가 0.5단계가 48.6%, 1단계가 22%, 2단계가 4.2%라고 보고하였고, 최석규 등[26]은 라섹 수술 후 9.1%에서 각막혼탁이 발생하였다고 하였다. 김응석 등[21]은 -5.0에서 -8.0디옵터의 근시안에서 라섹 후 3개월째 각막혼탁도가 0.38±0.48(MMC를 사용한 군)과 0.79±0.66(MMC를 사용하지 않은 군)이라고 보고하였다. 따라서 스무딩 술기를 사용한 본 연구가 각막혼탁도에있어서 다른 연구들에 비해 본 연구의 결과가 우수함을 알 수 있었고, 특히, 절삭 깊이가 100㎛ 이상인 하위 집단에서 MMC를 사용한 것이 더 절삭 깊이가 많았음에도 불구하고 1단계이상의 각막혼탁이 발생하지 않게 하는 데 도움을 주었으리라 사료된다.

결 론

결론적으로 근시 환자에 대해 거친 절삭면을 부드럽게 해주는 스무딩을 병용한 ASA 수술을 시행하여 큰 합병증 없이 우수한 시력과 굴절상태를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1) Rao SK, Srinivasan B, Sitalakshmi G, Padmanabhan P. Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis to prevent keratectasia after corneal ablation. J Cataract Refract Surg 30:2623-8, 2004
2) Ghadhfan F, Al-Rajhi A, Wagoner MD. Laser in situ keratomileusis versus surface ablation: visual outcomes and complications. J Cataract Refract Surg 33:2041-8, 2007
3) Alió JL, Muftuoglu O, Ortiz D, Artola A, Pérez-Santonja JJ, de Luna GC, Abu-Mustafa SK, Garcia MJ. Ten-year follow-up of photorefractive keratectomy for myopia of more than -6 diopters. Am J Ophthalmol 145:37-45, 2008
4) Carson CA, Taylor HR. Excimer laser treatment for high and extreme myopia. The Melbourne Excimer Laser and Research Group. Arch Ophthalmol 113:431-6, 1995
5) Lin N, Yee SB, Mitra S, Chuang AZ, Yee RW. Prediction of corneal haze using an ablation depth/corneal thickness ratio after laser epithelial keratomileusis. J Refract Surg 20:797-802, 2004
6) Virasch VV, Majmudar PA, Epstein RJ, Vaidya NS, Dennis RF. Reduced application time for prophylactic mitomycin C in photorefractive keratectomy. Ophthalmology 117:885-9, 2010
7) Vinciguerra P, Azzolini M, Radice P, Sborgia M, De Molfetta V. A method for examining surface and interface irregularities after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis: predictor of optical and functional outcomes. J Refract Surg 14:S204-6, 1998
8) Vinciguerra P, Azzolini M, Airahgi P, Radice P, De Molfetta V. Effect of decreasing surface and interface irregularities after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis on optical and functional outcomes. J Refract Surg 14:S199-203, 1998
9) Jain S, McCally RL, Connolly PJ, Azar DT. Mitomycin C reduces corneal light scattering after excimer keratectomy. Cornea 20:45-9, 2001
10) Fantes FE, Hanna KD, Waring GO 3rd, Pouliquen Y, Thompson KP, Savoldelli M. Wound healing after excimer laser keratomileusis (photorefractive keratectomy) in

monkeys. Arch Ophthalmol 108:665-75, 1990
11) Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Stathi EZ, Frenschock O, Georgiadis A. Laser in situ keratomileusis. Laser Surg Med 10:463-8, 1990
12) Wang Z, Chen J, Yang B. Posterior corneal surface topographic changes after laser in situ keratomileusis are related to residual corneal bed thickness. Ophthalmology 106:406-9, 1999
13) Pallikaris IG, Kymionis GD, Astyrakakis NI. Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 27:1796-802, 2001
14) Miyata K, Tokunaga T, Nakahara M, Ohtani S, Nejima R, Kiuchi T, Kaji Y, Oshika T. Residual bed thickness and corneal forward shift after laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 30:1067-72, 2004
15) Amoils SP, Deist MB, Gous P, Amoils PM. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis for less than -4.0 to -7.0 diopters of myopia. J Cataract Refract Surg 26:967-77, 2000
16) Lifshitz T, Levy J, Klemperer I, Levinger S. Late bilateral keratectasia after LASIK in a low myopic patient. J Refract Surg 21:494-6, 2005
17) Carones F, Vigo L, Scandola E, Vacchini L. Evaluation of the prophylactic use of mitomycin-C to inhibit haze formation after PRK. J Cataract Refract Surg 28:2088-95, 2002
18) Hashemi H, Taheri SM, Fotouhi A, Kheiltash A. Evaluation of the prophylactic use of mitomycin C to inhibit haze formation after photorefractive keratectomy in high myopia: a prospective clinical study. BMC Ophthalmol 14;4-12, 2004
19) Pfister RR. Permanent corneal edema resulting from the treatment of PTK corneal haze with mitomycin: a case report. Cornea 23:744-7, 2004
20) Qazi MA, Johnson TW, Pepose JS. Development of late-onset subepithelial corneal haze after laser-assisted subepithelial keratectomy with prophylactic intraoperative mitomycin-C. J Cataract Refract Surg 32:1573-8, 2006
21) Kim ES, Jin KH. Evaluation of the Prophylactic Use of Mitomycin to Inhibit Haze Formation after LASEK. J Korean Ophthalmol Soc 48:623-9, 2007
22) Huang D, Tang M, Shekhar R. Mathematical model of corneal surface smoothing after refractive surgery. Am J Ophthalmol 135:267-78, 2003
23) Balestrazzi E, De Molfetta V, Spadea L, Vinciguerra P, Palmieri G, Santeusanio G, Spagnoli L. Histological, immunohistochemical, and ultrastructural findings in humans corneas after photorefractive keratectomy. J Refract Surg 11:181-7, 1995
24) Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, Howland HC, El Danasoury MA. Comparison of corneal wavefront aberrations after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. Am J Ophthalmol 127:1-7, 1999
25) Kwon HL, Kim KI, Koo BS, Park HR. Short term clinical results of laser epithelial keratomileusis and epi-laser in situ keratomileusis for moderate and high myopia. J Korean Ophthalmol Soc 46:1711-7, 2005
26) Choi SK, Park HY, Kim YH, Jung SK. Comparison of laser epithelial keratomileusis versus epipolis-laser in situ keratomileusis for moderate to high myopia. J Korean Ophthalmol Soc 48:1196-1201, 2007
27) Vinciguerra P, Camesasca FI, Randazzo A. One-year results of butterfly laser epithelial keratomileusis. J Refract Surg 19:S223-6, 2003
28) Vinciguerra P, Torres I, Camesasca FI. Applications of confocal microscopy in refractive surgery. J Refract Surg 18:S378-81, 2002
29) Serrao S, Lombardo M. One-year results of Photorefractive keratectomy with and without surface smoothing using the Technolas 217C laser. J Refract Surg 20:444-9, 2004
30) Lee HK, Lee KS, Kim JK, Kim HC, Seo KR, Kim EK. Epithelial healing and clinical outcomes in excimer laser photorefractive surgery following three epithelial removal techniques: mechanical, alcohol, and excimer laser. Am J Ophthalmol. 139:56-63, 2005