

난시교정각막절개술과 라식 수술 병합수술의 임상결과

Clinical Outcomes of Combined Procedure of Astigmatic Keratotomy and Laser *in situ* Keratomileusis

김부기 · 문수정 · 이대규 · 정영택

Bu Ki Kim, MD, Su Joung Mun, MD, PhD, Dae Gyu Lee, MD, PhD, Young Taek Chung, MD, PhD

온누리스마일안과의원

Onnuri Smile Eye Clinic, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the clinical outcomes of a combined procedure of astigmatic keratotomy (AK) and laser *in situ* keratomileusis (LASIK) for the correction of high astigmatism.

Methods: Thirty-five eyes of 19 patients who had astigmatic keratotomy were studied. The patients had a secondary procedure, LASIK, to correct the residual refractive error. Follow-up visits were at 1 week, 1 month, 3 months, and 6 months. The outcome measures included uncorrected distance visual acuity, refractive error, efficacy, safety, and predictability. We compared pre-operative and post-AK expected corneal ablation depth using an Amaris Ablation depth table.

Results: After astigmatic keratotomy, astigmatism was reduced by $61.43 \pm 14.62\%$, and after LASIK, astigmatism was reduced by $91.65 \pm 8.68\%$. Expected corneal ablation depth was reduced by $18.72 \pm 11.77\%$ after astigmatic keratotomy. The proportion of eyes with spherical equivalent 0.5 D or less was 85.71% at 6 months after the combined procedure of astigmatic keratotomy and LASIK. No intraoperative or postoperative complications were observed.

Conclusions: This study showed the combined procedure of astigmatic keratotomy and LASIK is effective for visual acuity, refraction, and reduction in corneal ablation depth.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(3):353-360

Keywords: Astigmatic keratotomy, Astigmatism, High astigmatism, Laser *in situ* Keratomileusis (LASIK)

레이저각막절삭가공성형술(laser *in situ* keratomileusis, LASIK; 이하 라식)은 효율성과 안전성이 높으며 술 후 통증이 적고 시력회복이 빨라 가장 보편적으로 시행되는 시력교정술 중 하나이지만, 고도난시와 동반되는 경우 각막절삭량이 증가하여 각막확장증의 위험성이 높아지고, 난시가 저교정되는 경향이 있어서 고도난시 환자에서 라식 수술을 단독으로

시행하기 어려운 경우가 많다.¹⁻³

난시를 교정하는 수술적 방법으로는 난시교정각막절개술, 각막윤부이완절개술, 난시교정용 후방 유수정체 안내렌즈 삽입술, 각막링삽입술, 고주파각막성형술, 각막굴절교정술 등이 있는데, 이 중 난시교정각막절개술은 간편하고, 안전하고, 효과적으로 난시를 교정하는 방법이다.⁴ 그러나 난시교정각막절개술은 수술 예측도가 비교적 부정확하고, 많은 양의 난시는 한 번의 수술로 교정되지 않는 단점이 있다.⁵⁻⁷

이에 저자들은 3디옵터(diopter, D) 이상의 난시를 가지고 있는 환자를 대상으로 난시교정각막절개술을 시행하여 난시를 줄인 뒤 라식 수술을 시행하여 잔여 굴절이상을 교정하였다. 수술 뒤 경과관찰을 하며 나안시력, 최대

■ Received: 2015. 7. 17. ■ Revised: 2015. 12. 3.

■ Accepted: 2016. 2. 16.

■ Address reprint requests to **Young Taek Chung, MD, PhD**
Onnuri Smile Eye Clinic, #1 Gangnam-daero 65-gil, Seocho-gu,
Seoul 06614, Korea
Tel: 82-2-6913-0000, Fax: 82-2-532-5406
E-mail: ytchungc@hanmail.net

교정시력, 굴절력 등을 측정하여 술 전과 비교하였고, 수술 중, 수술 후 합병증 발생 여부를 관찰하여 난시교정각막절개술과 라식 수술 병합수술의 효과 및 안전성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2012년 10월부터 2014년 9월까지 한 명의 술자에 의해 난시교정각막절개술 후 라식 수술을 받은 환자 중 6개월 이상 추적관찰이 가능하였던 환자 19명, 35안을 대상으로 후향적으로 조사하였다. 라식 수술은 4주 이상 굴절력이 안정화되었다면 난시교정각막절개술 뒤 2개월째에 시행하였다. 대상 환자 포함 기준으로는 만 18세 이상, 난시도수 3D 이상, 각막내피세포수 2,000개/mm²로 하였고, 약시, 각막 및 망막 질환 등의 안과적 질환이나 당뇨, 결체조직질환과 같은 전신질환이 있는 경우는 연구에서 제외하였다.

수술 전 검사로 나안시력, 최대교정시력, 세극등현미경검사, 현성굴절검사, 조절마비굴절검사, 안압검사, 안저검사, 각막곡률측정(Topcon KR-8900, Topcon Corp., Tokyo, Japan), 각막내피세포검사(noncon Robo-ca, Konan Medical Inc., Tokyo, Japan), 각막지형도검사(ORB[®] scan Iiz, Baush & Lomb Inc., Rochester, NY, USA) 등을 시행하였고, Schwind eye-tech-solutions에서 제공한 Amaris Ablation depth table을 이용하여 난시교정각막절개술 전후 예상 각막절삭량을 비교하였다.

난시교정각막절개술

술 전 시행한 검사를 바탕으로 가파른 축을 정하고, 기준을 만들기 위해 0.5% proparacaine hydrochloride (HCL) (Alcaine[®], Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 점안 마취한 후 앉은 자세에서 세극등현미경상 각막윤부의 3시, 6시, 9시, 12시 방향에 26 gauge (G) 주사바늘을 이용하여 표시하였다. 수술 시 누운 자세에서 0.5% proparacaine HCL (Alcaine[®], Alcon)로 점안 마취하고 Ring marker with cross wires를 이용하여 동공중심을 기준으로 직경 7.5 mm 원을 표시한 뒤 술 전 시행한 표시를 기준으로 원 위에 마킹펜으로 표시하였다. 가파른 축이 포함된 사분면을 삼등분하여 표시하고, 가파른 축을 표시한 뒤 2.8 mm 절개도를 이용하여 표시된 원에서 난시도수의 양에 따라 0.5, 1.0, 1.5 mm 뒤쪽으로 전측각막절개를 시행하였는데 경사절개 방식으로 절개창의 길이를 길게 하였다. 난시도수에 따라서 넓은 직경의 절개도를 이용하여 절개너비를 넓혔다(Table 1). Weck-Cel 스펀지를 이용하여 방수누출 여부를 확인한 뒤 세파졸린주

Table 1. Nomogram of the beveled, full thickness astigmatic keratotomy

Distance from corneal marking (mm)	Incision width (mm)	Corrected astigmatism (D)
1.5	2.8	0.75
1.5	4.1	1.25
1.5	5.7	2.5
1.0	2.8	1
1.0	4.1	1.75
1.0	5.7	3
0.5	4.1	2
0.5	5.7	3.5
0	5.7	4.5

(cefazolin sodium, Kukje pharm, Seoul, Korea), 한울솔루다 코르티존(prednisolone sodium succinate, Hanallbiopama Inc., Seoul, Korea), 2% Lidocaine을 2:1:1로 혼합하여 결막하 주사한 뒤 수술을 마쳤다(Fig. 1). 수술 후 술 전 난시에 비해 절반 이상 감소하지 않았거나, 잔여난시가 3D 이상으로 저교정되었을 때는 반대편(counter part)에 같은 방식으로 난시교정각막절개술을 시행하였다.

라식 수술

술 전 0.5% proparacaine HCL (Alcaine[®], Alcon)로 점안 마취하고, 눈과 눈꺼풀을 소독하였다. 수술은 VisuMax 500-kHz 펄스초레이저(Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)로 각막절편을 만들고, 아마리스 750S 엑시머레이저(SCHWIND eye-tech-solutions, Kleinostheim, Germany)를 이용하여 각막절삭을 하였다. VisuMax로 레이저 세팅 500 kHz, 180 nJ laser pulse, 4.5 µm spot spacing으로 하여 각막절편직경이 8.3-9.0 mm, 각막절편두께는 110 µm, 상측 경첩, side cut angle은 90°로 각막절편을 만들었다. 환자가 아마리스 레이저 침대로 옮겨 누운 뒤, 미세등근주걱(thin blunt spatula)을 이용하여 각막절편과 실질 사이를 박리하여 각막절편을 들어올렸다. 광학부 직경은 6.0-6.5 mm로 하여서 각막절삭을 시행한 뒤 평형용액(BSS[®], Alcon, Mississauga, Canada)으로 세척하였다. 각막절편을 다시 제 위치로 복원시킨 뒤 1분 30초간 건조시켜 고정시켰다.

술 후 환자는 점안 항생제 tobramycin (Optimy[®], Reyon Pharm, Seoul, Korea)과 점안 스테로이드 0.1% fluorometholone (Opti V[®], Reyon Pharm, Seoul, Korea)을 하루 4번 점안하도록 하였고, 0.1% sodium hyaluronate (Hyalein[®] Mini 0.1%, Santen Inc., Osaka, Japan)를 수시로 점안하도록 하였다. 환자는 술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월에 외래에 내원해서 나안시력, 최대교정시력, 굴절력, 술 후 합병증 유무 등을 검사하였다.

시력은 용이한 분석을 위해 logarithm of the minimum

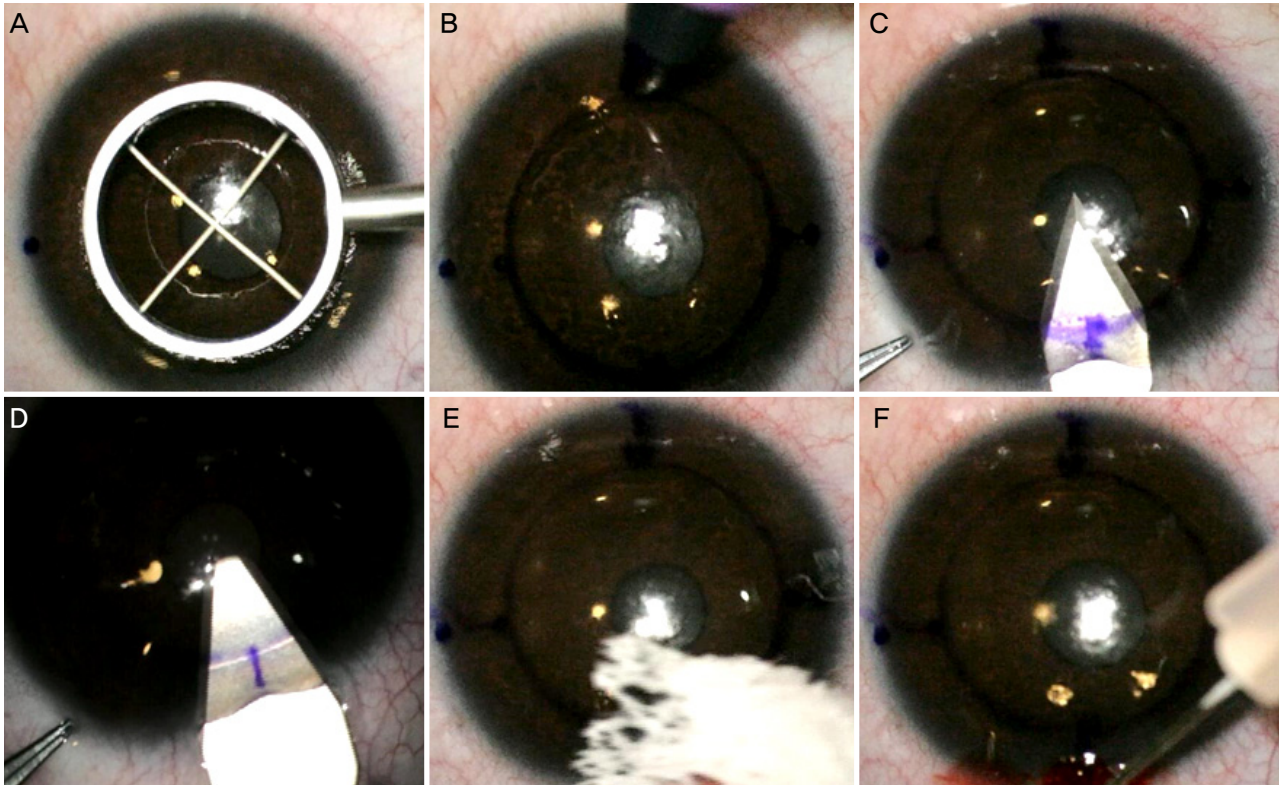


Figure 1. Astigmatic keratotomy. (A) Corneal marking using a ring marker with cross wires (7.5 mm). (B) Marking at the 3, 6, 9, and 12 o'clock directions using a marking pen. (C) Beveled, full thickness cornea incision with a 2.8 mm blade at the steepest axis. (D) Extension of corneal incision with a wider blade. (E) Checking of leakage with a Weck-Cel sponge. (F) Subconjunctival injection with a mixture of antibiotics, steroid, and lidocaine.

Table 2. Demographics of the patients

Characteristics	Data
Eyes (n)	35
Sex (male/female)	17/18
Age (years)	25.05 ± 6.76 (18 ~ 40)
Mean corneal power (diopter)	44.02 ± 2.15 (39.75 ~ 50.0)
UDVA (log MAR)	1.06 ± 0.52 (0.2 ~ 2.0)
CDVA (log MAR)	0.01 ± 0.11 (-0.2 ~ 0.1)
IOP (mm Hg)	14.16 ± 2.39 (10 ~ 18)
Sphere (diopter)	-3.46 ± 2.04 (0 ~ -6.75)
Cylinder (diopter)	-4.07 ± 0.90 (-3.0 ~ -6.0)
Spherical equivalence (diopter)	-5.50 ± 1.87 (-2.50 ~ -9.125)
CCT (μm)	525.46 ± 22.92 (475 ~ 574)
Expected ablation depth (μm)	118.23 ± 24.51 (73 ~ 165)

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

UDVA = uncorrected distance visual acuity; log MAR = logarithm of the minimum angle of resolution; CDVA = corrected distance visual acuity; IOP = intraocular pressure; CCT = central cornea thickness.

angle of resolution (logMAR)으로 환산하였고, 통계학적 분석은 SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며, paired *t*-test를 이용하여 술 전과 경과관찰 시 측정된 시력 및 굴절력을 비교하였다. 유의수준은 *p*-val-

ue 0.05 미만으로 하였다. 환자들에게 수술 전에 수술 과정과 가능한 합병증 등을 충분히 설명하였고 사전동의를 받았다.

결 과

수술 환자는 19명 35안이었고, 남자가 9명, 여자가 10명이었다. 평균 나이는 25.05 ± 6.76세, 수술 전 평균 나안시력(logMAR)은 1.06 ± 0.52, 평균 구면렌즈대응치는 -5.50 ± 1.87D, 평균 예상각막절삭량은 118.23 ± 24.51 μm였다 (Table 2). 나안시력은 난시교정각막절개술 2개월 후 1.07 ± 0.56으로 술 전과 비교해 유의한 차이를 보이지 않았고 (*p*=0.534), 라식 수술 6개월 후에는 0.05 ± 0.07로 유의하게 증가하였다(*p*<0.001, Fig. 2). 라식 수술 6개월 후 나안시력이 20/25 이상인 비율이 85.71%, 20/20 이상인 비율이 71.42%였다.

난시도수는 술 전 -4.07 ± 0.90D에서 난시교정각막절개술 2개월 후 -1.57 ± 0.65D로 유의하게 감소하였고(*p*<0.001), 라식 수술 6개월 후 -0.34 ± 0.33D로 유의하게 감소하였다 (*p*<0.001, Fig. 3). 그리고 난시교정각막절개술 후 저교정에

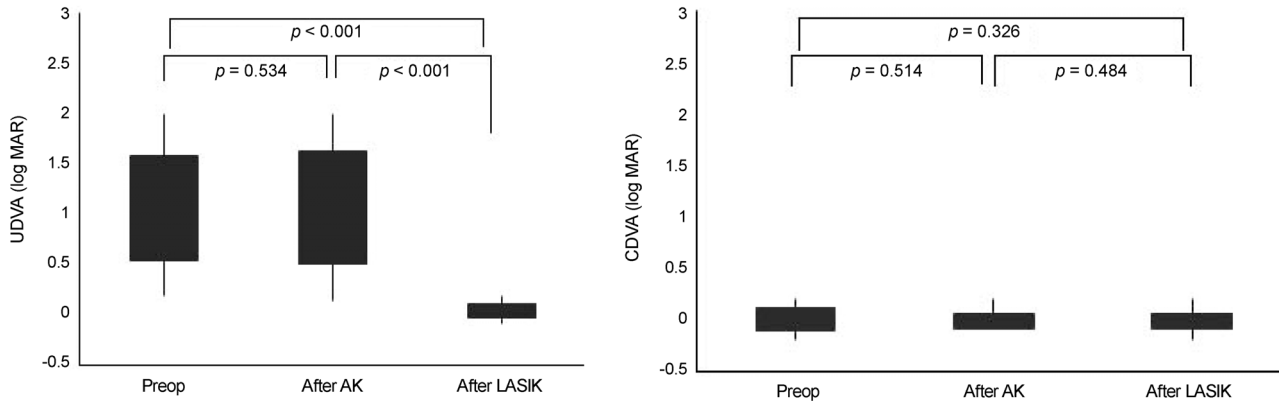


Figure 2. Changes in UDVA and CDVA after astigmatic keratotomy and LASIK. UDVA = uncorrected distance visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity; LASIK = laser *in situ* keratomileusis; Preop = preoperation; AK = astigmatic keratotomy.

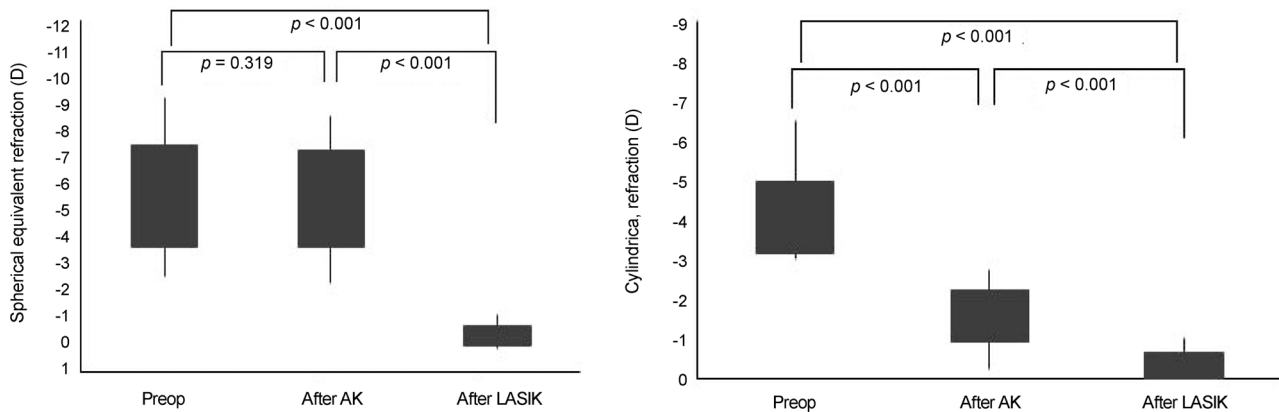


Figure 3. Changes in spherical equivalent and astigmatism after astigmatic keratotomy and LASIK. LASIK = laser *in situ* keratomileusis; Preop = preoperation; AK = astigmatic keratotomy.

의한 재수술은 시행되지 않았다. 술 전에 비해 교정된 난시의 양은 난시교정각막절개술 후 $61.43 \pm 14.62\%$, 라식 수술 후 $91.65 \pm 8.68\%$ 였다. Fig. 4는 난시를 극좌표에 표시한 것으로 술 전 높았던 난시가 난시교정각막절개술 후 감소하였고, 라식 수술 후 0에 가깝게 분포되는 것을 볼 수 있다.

구면렌즈대응치는 술 전 $-5.50 \pm 1.87D$ 에서 난시교정각막절개술 2개월 후 $-5.44 \pm 1.78D$ 로 유의한 차이를 보이지 않았고($p=0.319$), 라식 수술 1주일 후 $0.04 \pm 0.31D$ 로 유의하게 감소하였으며($p<0.001$, Fig. 3), 1개월 후 $-0.09 \pm 0.41D$, 3개월 후 $-0.28 \pm 0.41D$, 6개월 후 $-0.34 \pm 0.37D$ 로 안정적으로 유지되었다(Fig. 5). 예상 각막절삭량은 술 전 $118.23 \pm 24.51 \mu m$ 에서 난시교정각막절개술 후 $96.09 \pm 26.00 \mu m$ 로 $18.72 \pm 11.77\%$ 의 유의한 감소가 있었다($p<0.001$).

각막지형도검사상 irregularity index는 3.0 mm에서 술 전 $1.64 \pm 0.44D$ 에서 난시교정각막절개술 후 $1.67 \pm 0.43D$ 로

약간 증가하였으나 유의한 차이는 보이지 않았고($p=0.683$), 5.0 mm에서 술 전 $2.19 \pm 1.03D$ 에서 난시교정각막절개술 후 $2.53 \pm 0.68D$ 로 역시 증가하였으나 유의한 차이는 보이지 않았다($p=0.095$).

예측성(predictability) 면에서 병합수술 6개월째에 구면렌즈대응치가 $\pm 0.5D$ 이내인 경우는 비율이 85.71%, $\pm 1.0D$ 이내인 경우는 94.29%의 비율을 보였고, 교정하고자 했던 구면렌즈대응치와 교정된 구면렌즈대응치가 높은 연관성을 보였다($R^2=0.96$, Fig. 6). 안전성(Safety) 면에서, 최대교정시력(logMAR)이 술 전 0.01 ± 0.11 에서 난시교정각막절개술 2개월 후 0.01 ± 0.08 , 라식 수술 6개월 후 -0.01 ± 0.08 로 모두 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.514$, $p=0.484$; Fig. 2). 술 전과 비교해서 최대교정시력이 1줄 감소한 경우는 20%, 변화가 없는 경우는 51.43%, 1줄의 상승이 있는 경우는 17.14%, 2줄의 상승이 있는 경우는 11.43%였다(Fig. 7).

수술 중과 수술 후 6개월간의 경과관찰에서 수술과 관련

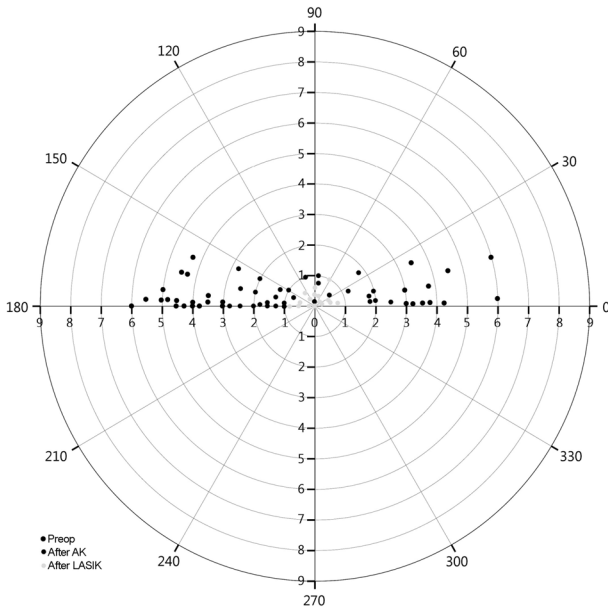


Figure 4. Vector analysis of astigmatism. This polar plot shows the reduction in astigmatism after astigmatic keratotomy and LASIK. Dark gray dots (after AK) are closer to the center compared to black dots (preoperative), and bright gray dots (after LASIK) are more closer to the center. LASIK = laser *in situ* keratomileusis; Preop = preoperation; AK = astigmatic keratotomy.

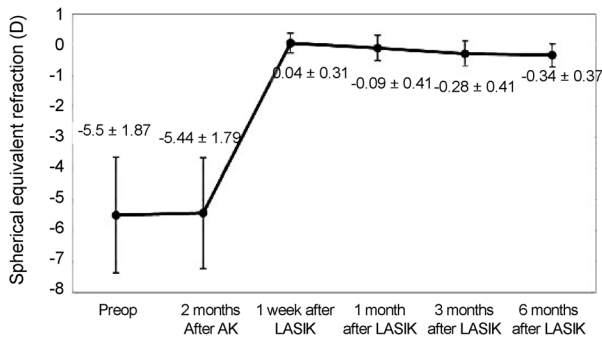


Figure 5. Stability of the combined procedure of astigmatic keratotomy and LASIK. Spherical equivalent refraction after combined procedure is stable for 6 months. LASIK = laser *in situ* keratomileusis; Preop = preoperation; AK = astigmatic keratotomy.

된 합병증은 발생하지 않았다.

고 찰

라식 수술은 중등도 및 고도근시 교정에 있어서 높은 예측성을 보이고, 낮은 도수의 난시의 교정에도 좋은 결과를 보이나 고도난시의 경우는 저교정되는 경향이 있다.³ Ivarsen et al³은 2D 이상의 난시를 가진 환자를 대상으로 라식 수술을

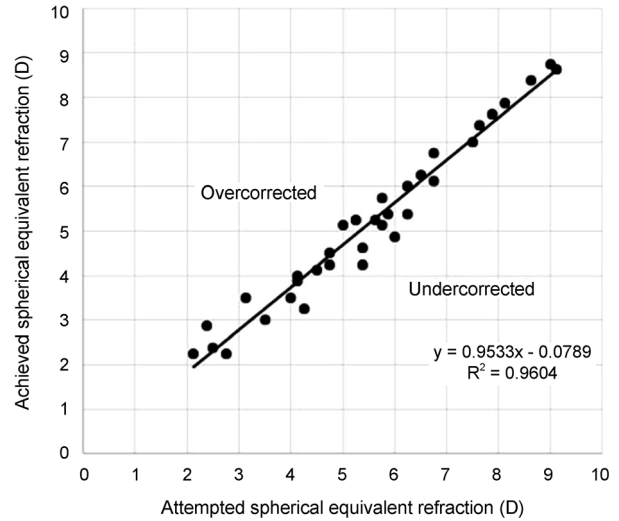


Figure 6. Predictability of the combined procedure of astigmatic keratotomy and LASIK. Scatterplot of the attempted spherical equivalent refractive change plotted against the achieved spherical equivalent change at 6 months. LASIK = laser *in situ* keratomileusis.

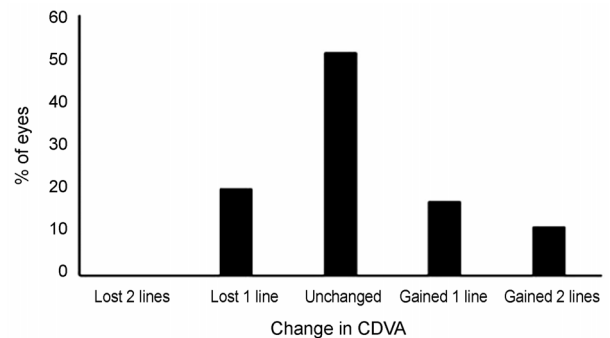


Figure 7. Safety of the combined procedure of astigmatic keratotomy and LASIK. The percentage of eyes in which there was a gain/loss of Snellen visual acuity lines (CDVA). LASIK = laser *in situ* keratomileusis; CDVA = corrected distance visual acuity.

시행하였는데 난시가 21% 저교정되는 결과를 보였다. 그리고 고도난시가 고도근시와 동반된 경우에 각막절삭량의 증가로 수술 후 각막확장증의 위험성이 높아진다.² Tatar et al⁸은 라식 수술 후 발생한 각막확장증 환자의 위험요소를 분석하였는데 각막절삭이 많은 경우가 가장 흔한 위험요소였고, 술 전 자료를 분석한 결과 평균 난시가 $-3.10 \pm 1.59D$ 로 높았다.

난시교정각막절개술은 안전하고 효과적으로 난시를 교정하는 수술 방법이지만, 3D 이상의 고도난시의 경우는 한번에 교정하기 어렵고, 난시도수가 높을수록 예측도가 낮은 단점이 있다.^{5,9} 저자들은 이 같은 난시교정에 대한 한계를 라식 수술과 병합하여 시행함으로써 극복해 보고자 하

였다. 먼저 난시교정각막절개술로 난시를 최대한 줄이고, 남은 굴절이상에 대해서는 라식 수술로 해결하는 방식으로 수술을 설계하였다.

난시교정각막절개술은 가파른 축의 주변부 각막에 절개하여 평편하게 만들어 줌으로써 난시를 교정하는 방법으로 절개깊이, 절개위치, 절개방법, 수술기구 등에 따라서 다양한 방식으로 시행되고, 노모그램도 술자마다 다르다. 저자들은 이전 연구에서 경사절개법을 이용한 전층각막절개 난시교정술에 대해 소개하였는데,¹⁰ 각막표면에 수직방향으로, 부분층으로 절개를 시행하는 기존의 난시교정각막절개술에 비해 높은 효율성을 보였다. 본 연구에서도 경사절개법을 이용한 전층각막절개법의 방법으로 수술을 시행하였고, 한 번의 난시교정각막절개술만으로 $61.43 \pm 14.62\%$ 의 난시교정효과를 보였다.

난시교정각막절개술은 구면렌즈대응치에는 영향을 주지 않는데,¹¹ 난시교정각막절개술 후 감소한 난시의 절반만큼 근시가 증가하기 때문이고, 본 연구에서도 구면렌즈대응치가 술 전 $-5.50 \pm 1.87D$ 에서 난시교정각막절개술 후 $-5.44 \pm 1.78D$ 로 유의한 차이를 보이지 않았다. 엑시머레이저 종류마다, 굴절력마다 다르지만 근시는 1D당 14-18 μm , 난시는 10-18 μm 정도의 각막절삭을 하는데 난시교정각막절개술 후 감소된 난시의 절반만큼 근시가 증가하기 때문에 각막절삭량의 감소효과가 있고, 이 같은 효과는 난시가 심할수록 높아진다. 본 연구에서 라식 수술 시 예상 각막절삭량이 술 전 $118.23 \pm 24.51 \mu m$ 에서 난시교정각막절개술 후 $96.09 \pm 26.00 \mu m$ 로 유의한 감소효과를 보였다.

난시교정각막절개술 후 라식 수술을 시행할 때까지 2개월을 기다렸는데 그 이유는 라식 수술 시 절개창 누수가 없게 하기 위해 절개부위가 치유되고, 난시도수가 안정화될 때까지 기다리기 위해서였다. 만약 4주 이상 굴절력이 안정화되지 않는다면 라식 수술의 시기를 미루고 관찰을 하려 하였지만 모든 예에서 2개월 이내에 굴절력이 안정화되었다. 기존의 부분층 절개를 이용한 난시교정각막절개술이 시간이 지남에 따라 절개부위가 치유되면서 난시교정효과가 감소한 것에 비해,⁶ 본 연구에서 시행한 경사절개법과 전층각막절개법을 이용한 난시교정각막절개술은 가파른 축의 각막이 절개부위에 따라 sliding되어 위치가 이동하고 절개부위가 치유된 뒤에도 난시퇴행의 정도가 적었으리라 사료되며 기존의 저자들의 연구에서도 술 후 난시의 유의한 증가가 없었다.¹⁰

난시가 높은 경우 난시교정에 대한 굴절교정수술의 한계 때문에 여러 병합수술들이 시도되었다. 난시교정각막절개술과 압박봉합술,¹² 난시교정각막절개술과 굴절교정각막절

제술(photorefractive keratectomy, PRK),¹³ 난시교정각막절개술과 라식 수술.⁵ 난시교정각막절개술과 압박봉합술은 비교적 예측도가 낮고, PRK는 근시퇴행이나 각막혼탁의 위험성 때문에 저자들은 난시교정각막절개술 후 라식 수술로 남은 굴절이상을 해결하고자 하였다. Güell and Vazquez⁵는 고도난시 환자를 대상으로 난시교정각막절개술 후 라식 수술을 시행하였는데 술 전 자연발생난시가 $-4.05 \pm 1.19D$ 에서 난시교정각막절개술 후 $-2.00 \pm 1.35D$ 로 감소하였고, 라식 수술 후 $-1.05 \pm 1.17D$ 로 감소하였다. 난시교정각막절개술의 난시 감소 효과가 50.62%, 라식 수술까지 함께 했을 때 난시 감소 효과가 74.07%였는데 본 연구의 난시교정각막절개술 후 $61.43 \pm 14.62\%$, 라식 수술 후 $91.65 \pm 8.68\%$ 에 비하면 많이 낮은 것을 알 수 있다. 이는 Güell and Vazquez⁵의 연구에서 난시교정각막절개술이 다이나몬드칼을 이용하여 부분층절개를 시행하였고, 연구가 1996년에서 1997년에 시행되어 엑시머레이저의 예측도가 부정확해서 본 연구와 결과가 차이가 난 것이라 생각된다.

난시교정각막절개술은 가파른 축의 주변부 각막에 절개를 해서 편평하게 만들어 주는 수술이기 때문에 중심부각막에 irregularity를 증가시킬 수 있으리라 생각된다. 저자들의 이전 연구에서는 각막지형도검사상 irregularity index가 3.0 mm에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 5.0 mm에서 유의하게 증가하였다.¹⁰ 본 연구에서도 irregularity index가 3.0 mm에서 술 전 $1.64 \pm 0.44D$ 에서 난시교정각막절개술 후 $1.67 \pm 0.43D$, 5.0 mm에서 술 전 $2.19 \pm 1.03D$ 에서 난시교정각막절개술 후 $2.53 \pm 0.68D$ 로 5.0 mm에서 더 많이 증가하였으나 모두 유의한 차이를 보이지 않았다.

난시교정각막절개술 후 안내염은 드문 합병증 중 하나이나,¹⁴ 본 연구에서는 전층각막절개를 사용하였기 때문에 술자 입장에서 걱정이 될 수 있다. 그러나 기존의 수술법이 부분층, 수직절개를 하여서 천공이 일어나는 상황 등에서 쉽게 감염이 일어날 수 있는 것에 비해 본 연구에서는 전층, 경사절개를 사용하여 절개길이를 길게 하였기 때문에 감염에 대해서 오히려 더 안전하리라 사료되고 경과관찰 기간 중 안내염이 발생하지 않았다. 난시도수가 높은 경우는 각막의 중심부로 가까이 난시교정각막절개술을 시행하기 때문에 절개부위가 각막절편에 포함될 수 있고, 드물게 펌프초레이저로 각막절편을 만들 때 기존의 각막절개부위에 공기방울이 들어갈 수 있다. 그러나 본 연구에서는 단 1예에서도 관찰되지 않았고, 발생한다 하더라도 각막의 표면에 국한되고 각막절편의 생성이나 분리에 영향을 주지는 않는다. 그 외의 각막절편전위나 찢김 등의 각막절편 관련 합병증 또한 발생하지 않았다. 이외에 난시교정각막절개술

과 라식 수술에 대한 합병증은 안구천공, 망막박리, 퇴행, 혼탁 등이 보고되고 있으나 발생빈도가 드물거나 시간이 지남에 따라 호전되고,¹⁵⁻¹⁸ 난시교정각막절개술과 라식 수술의 병합수술의 합병증도 드물다고 알려져 있다.⁵ 최근 저자들의 다른 연구에서 술 전 평균 $-5.12 \pm 0.96D$ 의 난시를 가진 환자를 대상으로 경사, 전층 절개를 이용한 난시교정각막절개술과 스마일 수술의 병합수술의 합병증이 6개월의 경과관찰 동안 발생하지 않았다.¹⁹ 본 연구에서 역시 수술 중 또는 수술 후 경과관찰 동안 수술과 관련된 합병증이 발생하지 않았다.

결론적으로 경사절개법을 이용한 전층각막절개 난시교정술과 라식 수술의 병합수술을 고도난시 환자를 대상으로 시행하였을 때, 효율성, 안전성, 예측성 면에서 좋은 결과를 보였고, 각막절삭량의 감소를 기대할 수 있었다. 다만 난시교정각막절개술이 손으로 이루어지고, 각막절개 크기가 비교적 큰 경우가 많기 때문에 신중히 수술에 임하는 자세가 필요하겠다.

REFERENCES

- 1) Sandoval HP, de Castro LE, Vroman DT, Solomon KD. Refractive Surgery Survey 2004. J Cataract Refract Surg 2005;31:221-33.
- 2) Mohammadpour M, Jabbarvand M. Risk factors for ectasia after LASIK. J Cataract Refract Surg 2008;34:1056.
- 3) Ivarsen A, Næser K, Hjortdal J. Laser in situ keratomileusis for high astigmatism in myopic and hyperopic eyes. J Cataract Refract Surg 2013;39:74-80.
- 4) Pineda R, Jain V. Arcuate keratotomy: an option for astigmatism correction after laser in situ keratomileusis. Cornea 2009;28:1178-80.
- 5) Güell JL, Vazquez M. Correction of high astigmatism with astigmatic keratotomy combined with laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2000;26:960-6.
- 6) Song HB, Choi HJ, Kim MK, Wee WR. The short-term effect of limbal relaxing incision and compression suture on post-penetrating keratoplasty astigmatism. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:1142-9.
- 7) Nubile M, Carpineto P, Lanzini M, et al. Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of high astigmatism after keratoplasty. Ophthalmology 2009;116:1083-92.
- 8) Tatar MG, Aylin Kantarci F, Yildirim A, et al. Risk factors in post-LASIK corneal ectasia. J Ophthalmol 2014;2014:204191.
- 9) Güell JL, Manero F, Müller A. Transverse keratotomy to correct high corneal astigmatism after cataract surgery. J Cataract Refract Surg 1996;22:331-6.
- 10) Kim BK, Mun SJ, Lee DG, Chung YT. Clinical outcomes of beveled, full thickness astigmatic keratotomy. J Korean Ophthalmol Soc 2015;56:1160-9.
- 11) Lindquist TD, Rubenstein JB, Rice SW, et al. Trapezoidal astigmatic keratotomy. Quantification in human cadaver eyes. Arch Ophthalmol 1986;104:1534-9.
- 12) Koffler BH, Smith VM. Corneal topography, arcuate keratotomy, and compression sutures for astigmatism after penetrating keratoplasty. J Refract Surg 1996;12:S306-9.
- 13) Hadden OB, Morris AT, Ring CP. Excimer laser surgery for myopia and myopic astigmatism. Aust N Z J Ophthalmol 1995;23:183-8.
- 14) Erkin EF, Durak I, Feriel S, Maden A. Keratitis complicated by endophthalmitis 3 years after astigmatic keratotomy. J Cataract Refract Surg 1998;24:1280-2.
- 15) Feldman RM, Crapotta JA, Feldman ST, Goldbaum MH. Retinal detachment following radial and astigmatic keratotomy. Refract Corneal Surg 1991;7:252-3.
- 16) Adrean SD, Cochrane R, Reilly CD, Mannis MJ. Infectious keratitis after astigmatic keratotomy in penetrating keratoplasty: review of three cases. Cornea 2005;24:626-8.
- 17) Rosecan LR. Endophthalmitis and cystoid macular edema after astigmatic keratotomy. Ophthalmic Surg 1994;25:481-2.
- 18) Buratto L, Ferrari M, Genisi C. Myopic keratomileusis with the excimer laser: one-year follow up. Refract Corneal Surg 1993;9:12-9.
- 19) Kim BK, Mun SJ, Lee DG, et al. Full-thickness astigmatic keratotomy combined with small-incision lenticule extraction to treat high-level and mixed astigmatism. Cornea 2015;34:1582-7.

= 국문초록 =

난시교정각막절개술과 라식 수술 병합수술의 임상결과

목적: 고도난시 환자를 대상으로 난시교정각막절개술을 통해 난시를 줄인 뒤 라식 수술을 시행하여 임상성적을 평가하고자 하였다.
대상과 방법: 2012년도 10월부터 2014년도 9월까지 19명, 35안을 대상으로 난시교정각막절개술 후 라식 수술을 받은 환자를 대상으로 연구를 시행하였다. Amaris Ablation depth table을 이용하여 난시교정각막절개술 전후 예상 각막절삭량을 비교하였고, 술 전과 술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월에 나안시력, 굴절력, 효율성, 안전성, 예측성 등을 비교하였다.

결과: 난시도수의 양은 난시교정각막절개술 후 $61.43 \pm 14.62\%$ 감소하였고, 라식 수술 후 $91.65 \pm 8.68\%$ 감소하였다. 예상 각막절삭량은 난시교정각막절개술 후 $18.72 \pm 11.77\%$ 의 감소가 있었고, 병합수술 6개월째 85.71%에서 구면렌즈대응치가 $\pm 0.5D$ 로 유지되었으며 수술 중, 수술 후 합병증은 관찰되지 않았다.

결론: 고도난시 환자에서 난시교정각막절개술과 라식 수술 병합수술은 각막절삭량을 감소시키는 데 효과적이고 시력, 굴절력 등 임상 결과에서 좋은 결과를 보였다.

〈대한안과학회지 2016;57(3):353-360〉
