

경사절개법을 이용한 전충각막절개 난시교정술의 임상성적

Clinical Outcomes of Beveled, Full Thickness Astigmatic Keratotomy

김부기 · 문수정 · 이대규 · 정영택

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

온누리스마일안과

Onnuri Smile Eye Clinic, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the beveled, full thickness astigmatic keratotomy.

Methods: This study included 185 eyes of 112 patients treated with beveled, full thickness astigmatic keratotomy. Treated eyes were divided into 3 groups: beveled, full thickness astigmatic keratotomy after implantable collamer lens (ICL) implantation (group A), beveled, full thickness astigmatic keratotomy after cataract surgery (group B) and beveled, full thickness astigmatic keratotomy alone (group C). Follow-up visits were at 1 week, 1 month, 3 months and 6 months. The outcome measures included uncorrected distance visual acuity, astigmatism, efficacy, safety and predictability.

Results: At 6 months postoperatively, astigmatism was significantly reduced: $68.9 \pm 18.24\%$ in total, $69.24 \pm 20.76\%$, in the group A, $67.84 \pm 17.56\%$ in the group B and $67.82 \pm 13.97\%$ in the group C. The proportion of eyes with astigmatism 1.0 or less was 88.65% in total, 91.49% in the group A, 87.5% in the group B and 70.0% in the group C. Mean improvement in corrected distance visual acuity (CDVA) was 0.56 lines; no eyes lost 2 lines of CDVA after 6 months postoperatively. Postoperative complications were not observed.

Conclusions: This study showed the beveled, full thickness astigmatic keratotomy is effective and safe for correcting astigmatism alone as well as correcting astigmatism after ICL implantation or cataract surgery.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(8):1160-1169

Key Words: Astigmatic keratotomy, Astigmatism, High astigmatism

난시는 나안시력을 떨어뜨리고 시력의 질을 낮추는 주된 원인 중 하나로 안경이나 콘택트렌즈 또는 수술로 교정할 수 있다. 난시를 교정하는 수술적 방법으로는 난시교정각막절개술, 각막윤부이완절개술, 난시교정용 후방 유수정체 안내렌즈 삽입술, 각막링삽입술, 고주파각막성형술, 각막굴절교정술 등이 있다.¹

이 중 난시교정각막절개술은 난시를 교정하는 간편하고,

안전하고, 효과적인 방법으로 각막절제를 하지 않기 때문에 각막확장증의 위험성이 적고, 시축에서 떨어진 주변부 각막에서 수술이 이루어져서 각막중심부에 반흔조직을 형성하거나 불규칙 난시를 유발할 가능성이 낮다는 장점이 있는 좋은 수술법이다.¹ 그러나 수술 예측도가 비교적 부정확하고, 많은 양의 난시는 한 번의 수술로 교정되지 않으며, 시간이 경과함에 따라 난시가 다시 증가하는 경향, 그리고 안내염 등의 수술 부작용 등의 위험성으로 최근에는 많이 시행되고 있지 않다.²⁻⁵ 이에 저자들은 경사절개법을 이용한 전충각막절개를 시행하여 이 같은 일반적인 난시교정각막절개술의 단점을 극복하고자 하였다.

본 연구에서는 1.5D 이상의 난시를 가지고 있는 환자를 대상으로 경사절개법을 이용한 전충각막절개 난시교정술

■ Received: 2014. 11. 21. ■ Revised: 2015. 3. 17.

■ Accepted: 2015. 6. 25.

■ Address reprint requests to **Young Taek Chung, MD, PhD**
Onnuri Smile Eye Clinic, #1 Gangnam-daero 65-gil, Seocho-gu,
Seoul 137-855, Korea
Tel: 82-2-6913-0000, Fax: 82-2-532-5406
E-mail: ytchungc@daum.net

을 시행하였다. 수술 뒤 경과관찰하며 난시도수, 나안시력, 최대교정시력 등을 측정하여 술 전과 비교하였고, 수술 중, 수술 후 합병증 발생 여부를 관찰하여 경사절개법을 이용한 전층각막절개 난시교정술의 효과 및 안전성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2012년 1월부터 2013년 12월까지 한 명의 술자에 의해 경사절개법을 이용한 전층각막절개 난시교정술을 시행 받은 환자 중 6개월 이상 추적관찰이 가능하였던 112명, 185안을 후향적으로 조사하였다. 난시교정술을 단독으로 받은 환자와 안내렌즈삽입술 또는 백내장 수술을 받은 뒤 난시교정술을 받은 환자를 대상으로 하였는데 두 수술은 적어도 2주 이상의 간격을 두었다. 안내렌즈삽입술 후 난시교정술을 받은 환자를 A군, 백내장 수술 뒤 난시교정술을 받은 환자를 B군, 난시교정술만을 받은 환자를 C군으로 나누어 전체적으로, 그리고 각 군마다 술 전과 술 후를 비교하였다. 대상 환자 포함 기준으로는 만 18세 이상, 난시도수 1.5D 이상, 각막내피세포 수 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 시행하였다.

안내렌즈삽입술

수술 2주 전 Argon 레이저와 neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) 레이저를 이용하여 10시와 2시 방향에 주변부 홍채절개술을 시행하였다. 수술 당일 0.5% tropicamide/phenylephrine HCL (Mydrin-P[®], Santen, Osaka, Japan)로 산동시킨 뒤 0.5% proparacaine HCL (Alcaine[®], Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 점안 마취하였다. 렌즈 삽입을 위해 이측 주변부 각막에 2.8 mm 크기의 절개를 하고 점탄물질을 전방에 채운 뒤 삽입장치를 이용하여 implantable collamer lens (ICL)를 후방에 삽입하였다.

백내장수술

0.5% tropicamide/phenylephrine hydrochloride (HCL; Mydrin-P[®], Santen, Osaka, Japan)로 산동시킨 뒤 0.5% proparacaine HCL (Alcaine[®], Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 점안 마취하였다. 이측에 2.8 mm 크기의 투명각막절개를 하고 초음파유화술을 시행하였다. 연성접힘인공수정체를 삽입장치를 이용하여 수정체 낭내로 삽입하였다.

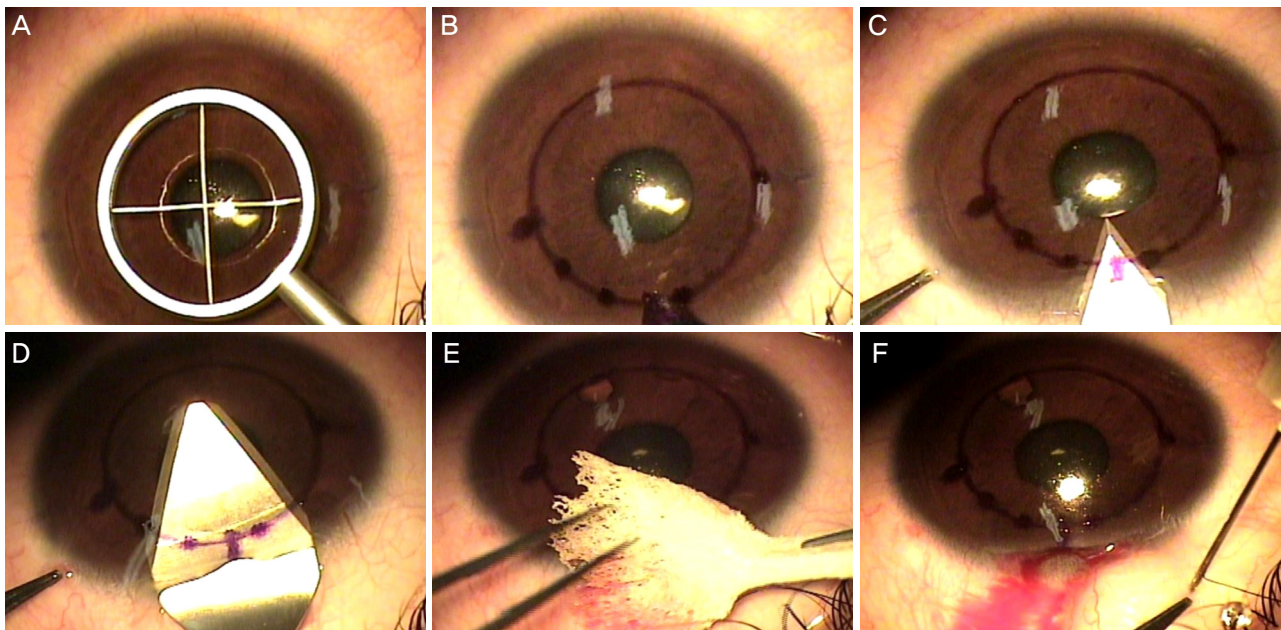


Figure 1. (A) Corneal marking with a ring marker with cross wires (7.5 mm). (B) Making at 3, 9, 12 o'clock direction with marking pen. (C) Beveled, full thickness cornea incision with 2.8 mm blade. (D) Extension of corneal incision with wider blade. (E) Checking the wound with a Weck-Cel sponge if there is any leakage. (F) Subconjunctival injection with mixture of antibiotics, steroid, and lidocaine.

경사절개법을 이용한 전충각막절개 난시교정술

술 전 시행한 검사를 바탕으로 가파른 축을 정하고, 기준으로 하기 위해 0.5% proparacaine HCL (Alcaine[®], Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 점안 마취한 후 앉은 자세에서 세극등현미경상 각막윤부의 3시, 9시, 12시 방향에 26 G 주사바늘을 이용하여 표시를 하였다. 수술 시 누운 자세에서 0.5% proparacaine HCL (Alcaine[®], Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 점안 마취를 하고 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 1.5 mm 뒤쪽으로 전충각막절개를 시행하였는데 경사절개 방식으로 절개창의 길이를 길게 하였다. 난시도수에 따라서 넓은 직경의 절개도를 이용하여 절개너비를 넓혔다. weckcel 스폰지를 이용하여 방수누출여부를 확인한 뒤 cefazolin sodium (Cefazolin Injection[®], Kukje pharm., Seoul, Korea), prednisolone sodium succinate (Hanall Soludacortin Injection[®], Hanallbiopama Inc., Seoul, Korea), 2% Lidocaine 을 2:1:1로 혼합하여 결막하 주사한 뒤 수술을 마쳤다(Fig. 1).

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 (Hyalain[®] Mini 0.1%, Santen Inc., Osaka, Japan)를 수시로 점안하도록 하였다. 환

자는 술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월에 외래에 내원하여 나안시력, 최대교정시력, 굴절력, 술 후 합병증 유무 등을 검사하였다.

시력은 용이한 분석을 위해 log of the minimum 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*-value 0.05 미만으로 하였다. 환자들에게 수술 전에 수술 과정과 가능한 합병증 등을 충분히 설명하였고 사전동의를 받았다.

결 과

수술 환자는 112명 185안으로 A군은 77명 141안, B군은 21명 24안, C군은 14명 20안이였다. 전체적으로 남자 37명, 여자 75명으로 여자의 비율이 높았고, 평균 나이는 A군이 27.1 ± 7.93세, B군이 61.5 ± 10.94세, C군이 39.3 ± 13.01세로 A군이 가장 나이가 적었다. 수술 전 나안시력 (logMAR)은 A군이 0.16 ± 0.13, B군이 0.41 ± 0.37, C군이 0.66 ± 0.57이었고, 난시도수는 A군이 -2.12 ± 0.70D, B군이 -2.6 ± 1.15D, C군이 -3.31 ± 1.65D였다(Table 1).

수술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월에 경과관찰을 하였다. 술 후 나안시력은 전체적으로 1주, 1개월, 3개월, 6개월 각각 0.08 ± 0.31, 0.09 ± 0.30, 0.09 ± 0.30, 0.09 ± 0.31이었고 A군은 -0.02 ± 0.12, -0.01 ± 0.08, -0.01 ± 0.08, -0.01

Table 1. Demographics of patients

Characteristics	Total	Group A	Group B	Group C
Eyes (n)	185	141	24	20
Sex (M/F)	37/75	21/56	7/14	9/5
Age (years)	35.26 ± 16.26 (18-71)	27.1 ± 7.93 (18-43)	61.5 ± 10.94 (47-71)	39.3 ± 13.01 (21-68)
Mean corneal power (D)	43.44 ± 1.54 (40.25-48.5)	43.71 ± 1.22 (40.75-47.75)	43.53 ± 2.34 (40.25-48.5)	43.63 ± 1.61 (40.25-47.25)
UDVA (log MAR)	0.24 ± 0.29 (0-1.0)	0.16 ± 0.13 (0-0.4)	0.41 ± 0.37 (0.1-1.0)	0.66 ± 0.57 (0.1-1.0)
CDVA (log MAR)	-0.06 ± 0.09 (-0.2 ~ 0.1)	-0.09 ± 0.07 (-0.2 ~ 0.1)	0.05 ± 0.11 (-0.2 ~ 0.1)	-0.04 ± 0.06 (-0.2 ~ 0.1)
IOP (mm Hg)	15.07 ± 2.72 (10-19)	15.21 ± 2.62 (11-19)	13.03 ± 2.95 (9-19)	15.65 ± 2.51 (10-19)
Sphere (D)	0.71 ± 1.41 (-5.75 ~ 3.0)	1.03 ± 0.52 (0 ~ 2.0)	0.38 ± 1.16 (-2.25 ~ 1.25)	-1.3 ± 2.76 (-5.75 ~ 3.0)
Cylinder (D)	-2.24 ± 0.98 (-8.5 ~ -2.0)	-2.12 ± 0.70 (-5.25 ~ -1.5)	-2.6 ± 1.15 (-6.5 ~ -1.5)	-3.31 ± 1.65 (-8.5 ~ -2.0)
Spherical equivalence (D)	-0.41 ± 1.41 (-7.75 ~ 1.75)	-0.01 ± 0.48 (-0.75 ~ 0.87)	-0.92 ± 1.01 (-3.75 ~ 0.25)	-2.95 ± 3.02 (-7.75 ~ 1.75)

Values are presented as mean ± SD (range) unless otherwise indicated.

D = diopters; UDVA = uncorrected distance visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity; log MAR = log of the minimum angle of resolution; IOP = intraocular pressure.

Table 2. Changes in UDVA and cylinder after the beveled, full thickness astigmatic keratotomy

	Preop	POD			
		1 week	1 month	3 months	6 months
UDVA (log MAR)					
Total	0.24 ± 0.29	0.08 ± 0.31 (<i>p</i> < 0.001)	0.09 ± 0.30 (<i>p</i> < 0.001)	0.09 ± 0.30 (<i>p</i> < 0.001)	0.09 ± 0.31 (<i>p</i> < 0.001)
Group A	0.16 ± 0.13	-0.02 ± 0.12 (<i>p</i> < 0.001)	-0.01 ± 0.08 (<i>p</i> < 0.001)	-0.01 ± 0.08 (<i>p</i> < 0.001)	-0.01 ± 0.07 (<i>p</i> < 0.001)
Group B	0.41 ± 0.37	0.27 ± 0.36 (<i>p</i> < 0.001)	0.27 ± 0.38 (<i>p</i> < 0.001)	0.23 ± 0.38 (<i>p</i> < 0.001)	0.22 ± 0.37 (<i>p</i> < 0.001)
Group C	0.66 ± 0.57	0.63 ± 0.60 (<i>p</i> = 0.365)	0.61 ± 0.60 (<i>p</i> = 0.250)	0.60 ± 0.59 (<i>p</i> = 0.110)	0.61 ± 0.59 (<i>p</i> = 0.174)
Cylinder (diopter)					
Total	-2.24 ± 0.98	-0.61 ± 0.58 (<i>p</i> < 0.001)	-0.68 ± 0.59 (<i>p</i> < 0.001)	-0.71 ± 0.51 (<i>p</i> < 0.001)	-0.70 ± 0.48 (<i>p</i> < 0.001)
Group A	-2.12 ± 0.70	-0.54 ± 0.41 (<i>p</i> < 0.001)	-0.64 ± 0.57 (<i>p</i> < 0.001)	-0.69 ± 0.44 (<i>p</i> < 0.001)	-0.64 ± 0.41 (<i>p</i> < 0.001)
Group B	-2.6 ± 1.15	-0.91 ± 0.98 (<i>p</i> < 0.001)	-0.92 ± 0.58 (<i>p</i> < 0.001)	-0.81 ± 0.66 (<i>p</i> < 0.001)	-0.88 ± 0.63 (<i>p</i> < 0.001)
Group C	-3.31 ± 1.65	-0.90 ± 0.79 (<i>p</i> < 0.001)	-0.81 ± 0.66 (<i>p</i> < 0.001)	-0.92 ± 0.69 (<i>p</i> < 0.001)	-1.02 ± 0.58 (<i>p</i> < 0.001)

Values are presented as mean ± SD.

UDVA = uncorrected distance visual acuity; Preop = Preoperation; POD = postoperative day; log MAR = log of the minimum angle of resolution.

Table 3. Amount of corrected astigmatism at 6 months after as the beveled, full thickness astigmatic keratotomy

	Preop astigmatism (D)	Postop astigmatism at 6 months (D)	Amount of corrected astigmatism (%)
Total	-2.24 ± 0.98	-0.70 ± 0.48	68.9 ± 18.24
Group A	-2.12 ± 0.70	-0.64 ± 0.41	69.24 ± 20.76
Group B	-2.6 ± 1.15	-0.88 ± 0.63	67.84 ± 17.56
Group C	-3.31 ± 1.65	-1.02 ± 0.58	67.82 ± 13.97

Values are presented as mean ± SD.

Preop = preoperation; Postop = postoperation; D = diopters.

± 0.07, B군은 0.27 ± 0.36, 0.27 ± 0.38, 0.23 ± 0.38, 0.22 ± 0.37, C군은 0.63 ± 0.60, 0.61 ± 0.60, 0.60 ± 0.59, 0.61 ± 0.59로 술 전에 비해 A, B군에서 술 후 모든 기간에 유의한 차이를 보였다(*p*<0.05). 술 후 난시도수는 전체적으로 1주, 1개월, 3개월, 6개월 각각 -0.61 ± 0.58D, -0.68 ± 0.59D, -0.71 ± 0.51D, -0.70 ± 0.48D였고, A군에서 -0.54 ± 0.41D, -0.64 ± 0.57D, -0.69 ± 0.44D, -0.64 ± 0.41D, B군에서 -0.91 ± 0.98D, -0.92 ± 0.58D, -0.81 ± 0.66D, -0.88 ± 0.63D, C군에서 -0.90 ± 0.79D, -0.81 ± 0.66D, -0.92 ± 0.69D, -1.02 ± 0.58D로 A, B, C군 모두에서 술 후 모든 기간에 술 전에 비해 난시도수의 유의한 감소를 보였다(*p*<0.05) (Table 2). 술 전에 비해 술 후 6개월째 교정된 난시의 양은 전체적으로 68.9 ± 18.24%, A군에서 69.24 ± 20.76%, B군에서 67.84 ± 17.56%, C군에서 67.82 ± 13.97%였다 (Table 3). 평균 난시교정량은 전체적으로 술 후 1주째 73.56 ± 18.64%, 1달째 70.07 ± 22.05%, 3개월째 67.11 ± 20.36%, 6개월째 68.90 ± 18.24%로 술 후 1주째 난시가 유

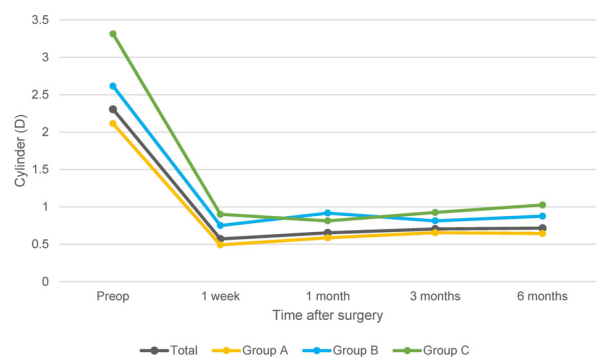


Figure 2. Changes in cylinder after the beveled, full thickness astigmatic keratotomy. Preop = Preoperation.

의하게 감소하여 6개월까지 안정적으로 유지되었으나 술 후 3개월까지는 약간 증가하는 소견을 보였고, 이는 유의하지 않았다(*p*=0.142) (Fig. 2).

난시축과 구면렌즈대응치는 전체적, A군, B군, C군 모두에서 술 전에 비해 술 후 유의한 차이는 보이지 않았다

Table 4. Changes in refraction after the beveled, full thickness astigmatic keratotomy

	Astigmatism		SE (D)
	Cylinder (D)	Axis (°)	
Preop			
Total	-2.24 ± 0.98	139.52 ± 62.46	-0.41 ± 1.41
Group A	-2.12 ± 0.70	146.88 ± 62.45	-0.01 ± 0.48
Group B	-2.6 ± 1.15	102.92 ± 49.54	-0.92 ± 1.01
Group C	-3.31 ± 1.65	138.52 ± 63.02	-2.95 ± 3.02
Postop at 6 months			
Total	-0.70 ± 0.48	130.28 ± 61.14	-0.44 ± 1.35
Group A	-0.64 ± 0.41	136.88 ± 61.23	-0.06 ± 0.39
Group B	-0.88 ± 0.63	94.52 ± 51.47	-0.97 ± 1.05
Group C	-1.02 ± 0.58	130.28 ± 59.91	-2.58 ± 3.04

Values are presented as mean ± SD.

D = diopters; SE = spherical equivalence; Preop = preoperation; Postop = postoperation.

Table 5. Changes in irregularity index checked by ORB[®] scan

	3.0 mm zone			5.0 mm zone		
	Preop (D)	Postop (D)	p-value	Preop (D)	Postop (D)	p-value
Total	1.55 ± 0.58	1.55 ± 0.78	0.98	2.09 ± 1.13	2.32 ± 1.24	0.04
Group A	1.51 ± 0.51	1.45 ± 0.59	0.35	1.97 ± 0.95	2.13 ± 0.93	0.14
Group B	2.1 ± 1.42	3.41 ± 1.73	0.18	3.78 ± 2.44	5.08 ± 2.62	0.03
Group C	1.78 ± 0.50	1.77 ± 0.26	0.93	2.78 ± 1.20	3.21 ± 1.42	0.52

Values are presented as mean ± SD.

D = diopters; Preop = preoperation; Postop = postoperation.

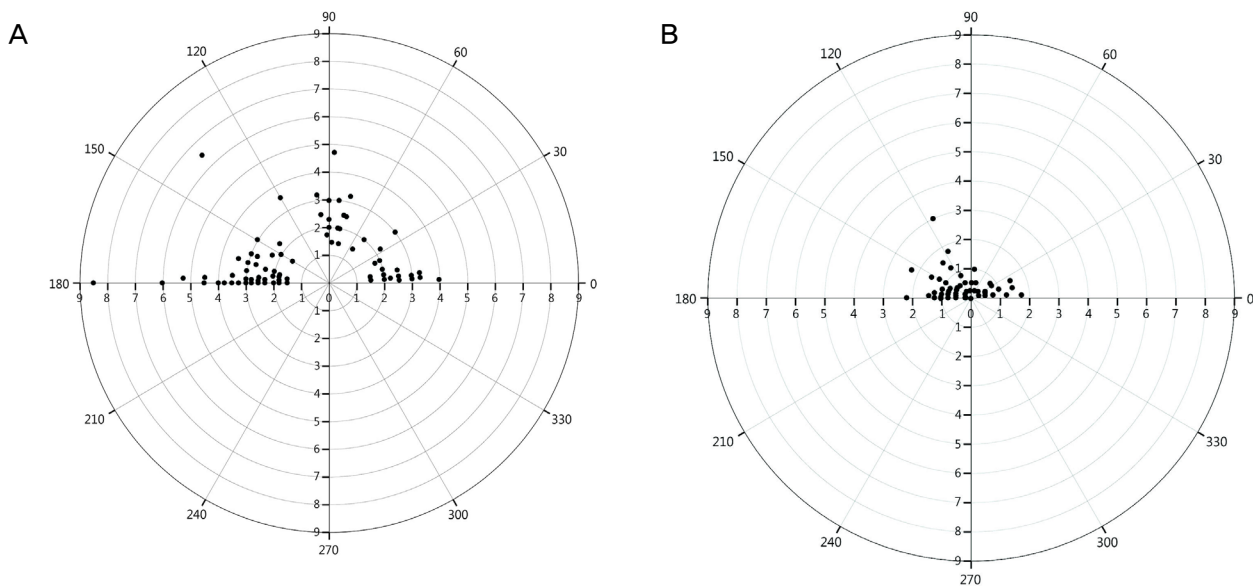


Figure 3. (A) Preoperative astigmatism. (B) Postoperative astigmatism at 6 months.

(Table 4). 그러나 난시축의 변화를 보인 경우도 있었는데 전체적으로 56.76%에서 10° 이내의 변화를 보였고, 19.46%에서 11°-20°의 변화, 8.11%에서 21°-30°의 변화, 15.68%에서 31° 이상의 변화를 보였다(Fig. 3).

각막지형도검사를 이용하여 중심부 3.0 mm와 5.0 mm의 irregularity index를 술 전과 비교하였을 때는 3.0 mm내에서는 전체적, A군, B군, C군 모두에서 술 전에 비해 술 후

에 유의한 차이는 보이지 않았으나, 5.0 mm내에서는 전체적, B군에서 유의하게 증가하였다(Table 5).

예측성(predictability) 면에서 술 후 6개월째에 난시도수가 0.5D 이내인 비율은 전체적으로 60.54%, A군에서 64.54%, B군에서 50.0%, C군에서 45.0%였고, 1.0D 이내인 비율은 전체적으로 88.65%, A군에서 91.49%, B군에서 87.5%, C군에서 70.0%였다(Fig. 4). 술 전 교정하고자 했던 난시와 술 후

Table 6. Changes in CDVA after the beveled, full thickness astigmatic keratotomy and safety index

	Preop CDVA (log MAR)	Postop CDVA at 6 months (log MAR)	p-value	Safety index
Total	-0.06 ± 0.09	-0.11 ± 0.09	<0.01	1.12 ± 0.16
Group A	-0.09 ± 0.07	-0.13 ± 0.06	<0.01	1.11 ± 0.15
Group B	0.05 ± 1.11	0.02 ± 0.10	0.03	1.09 ± 0.18
Group C	-0.04 ± 0.07	-0.12 ± 0.07	<0.01	1.22 ± 0.18

Values are presented as mean ± SD.

CDVA = corrected distance visual acuity; Preop = preoperation; log MAR = log of the minimum angle of resolution; Postop = postoperation.

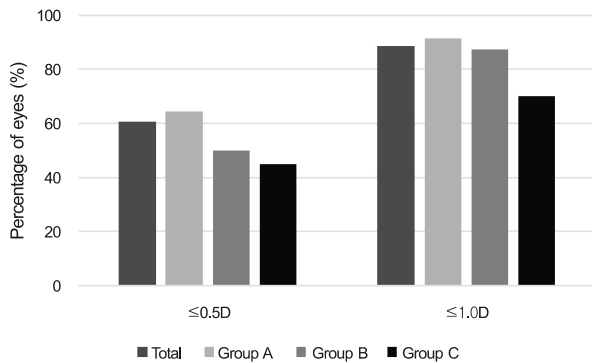


Figure 4. Predictability. Bar graph represents the percentage of eyes within 0.5D and 1.0D of intended correction at 6 months postoperatively. D = diopters.

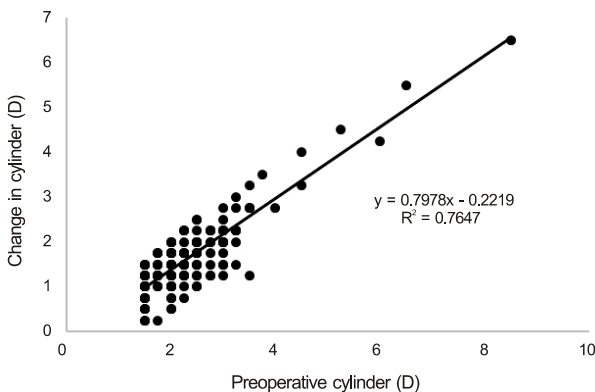


Figure 5. Change in astigmatism from preoperatively. D = diopters.

6개월째 교정된 난시 양은 전반적으로 정비례하였으나, 저교정되는 소견을 보였다(Fig. 5).

안전성(safety) 면에서 최대교정시력이 술 전 전체적으로 -0.06 ± 0.09 에서 술 후 6개월째 -0.11 ± 0.09 로 유의하게 증가하였고, A군은 -0.09 ± 0.07 에서 -0.13 ± 0.06 , B군은 0.05 ± 1.11 에서 0.02 ± 0.10 , C군은 -0.04 ± 0.07 에서 -0.12 ± 0.07 로 모든 군에서 유의하게 술 전에 비해 술 후 6개월째에 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 안전성 지수(safety index = mean postoperative corrected distance visu-

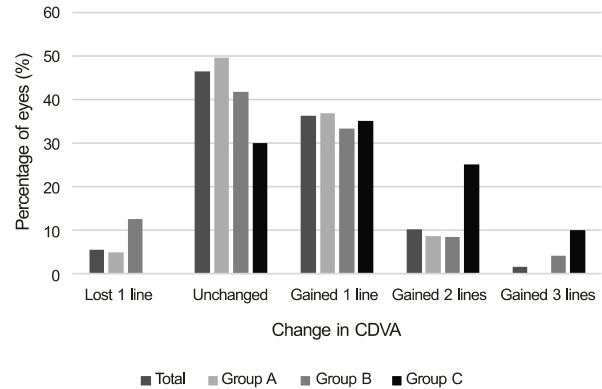


Figure 6. Safety. Gain and loss of CDVA 6 months postoperatively. CDVA = corrected distance visual acuity.

al acuity [CDVA]/mean preoperative CDVA)는 A군 1.11 ± 0.15 , B군 1.09 ± 0.18 , C군 1.22 ± 0.18 , 전체적으로 1.12 ± 0.16 이었다(Table 6). 최대교정시력이 전체적으로 46.49%, A군 49.65%, B군 41.67%, C군 30.0%에서 술 전에 비해 변화가 없었고, 전체적으로 48.1%, A군 45.39%, B군 45.83%, C군 70.0%에서 술 전에 비해 증가하였으며, 전체적으로 5.41%, A군 4.96%, B군 12.5%, C군 0%에서 한 줄의 감소가 있었고, 두 줄 이상의 감소는 없었다(Fig. 6).

수술 중 난시교정각막절개술과 관련된 합병증은 발생하지 않았다. 술 후 초기에 8안(4.32%)에서 눈부심, 15안(8.11%)에서 난시축의 변화에 의한 어지러움, 23안(12.43%)에서 이물감을 호소하였으나, 시간이 지남에 따라 증상이 사라졌다. 재수술은 14안(7.57%)에서 시행되었는데 모두 저교정 때문에 반대편(counter part)으로 재수술을 받은 경우였다. 재수술을 받은 14안은 모두 A군이었고, 술 전 평균 난시가 $-2.71 \pm 0.86D$ 여서 A군의 술 전 평균 난시 $-2.12 \pm 0.70D$ 보다 높았다. 그 외 창상누출, 전방출혈, 안내염, 망막박리 등의 합병증은 관찰되지 않았다.

Figure 7은 안내렌즈삽입술 후 난시교정각막절개술을 받은 환자의 예를 보여주며 안내렌즈삽입술 시 시행된 각막절개창에 비해 난시교정각막절개술 시 시행된 각막절개창이 경사지고 길게 만들어진 것을 볼 수 있다.

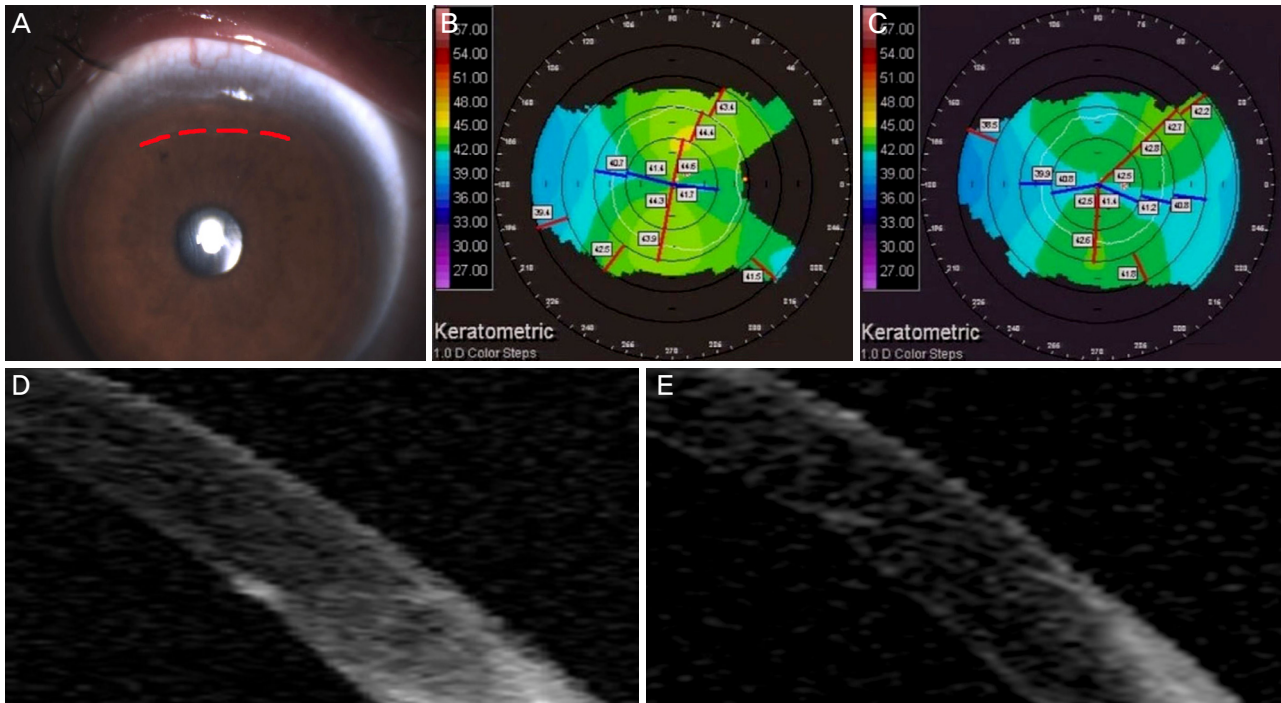


Figure 7. Case example. Beveled full thickness astigmatic keratotomy was performed on the left eye at 12:30 o'clock direction, 5.7-mm width in a patient after ICL implantation. (A) The incision is faintly seen on slit-lamp photography at 1 month postoperatively (dotted line). (B) Kmax was 44.6 D at steep axis on preoperative topography. UCVA was 20/30, CDVA was 20/20, refraction was $+1.5 -2.75 \times 165^\circ$ preoperatively. (C) At the 1 month postoperative visit, UCVA and CDVA were 20/16, refraction was $+0.25 -0.25 \times 170^\circ$. Kmax was 42.5 D at steep axis. (D) Anterior OCT image of the incision site for ICL implantation. Perpendicular incision can be seen. (E) Anterior OCT image of the incision site for astigmatic keratotomy. Beveled, full thickness incision can be seen. ICL = implantable collamer lens; K = keratometry; UCVA = uncorrected visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity; OCT = optical coherence tomography.

고 찰

난시를 교정하는 여러 수술적 방법 중 최근에는 각막굴절교정술과 난시교정용 후방 유수정체 안내렌즈 삽입술이 주로 사용되고 있다.⁶ 그러나 레이저각막절삭성형술(laser-assisted *in-situ* keratomileusis, LASIK)이나 굴절교정레이저 각막절제술(photorefractive keratectomy, PRK) 등 각막굴절교정술은 교정 난시 양이 큰 경우는 저교정되는 경우가 많고, 고도근시와 동반된 경우는 절삭량이 많아 각막확장증, 퇴행, 낮은 시력의 질 등의 여러 문제점이 있다.⁷⁻¹⁰ 최근에는 이런 문제점을 해결하기 위해 난시교정용 유수정체용 인공수정체를 사용하여 좋은 결과를 보고하였지만,⁶ 술 후 눈안에서 인공수정체 회전에 의한 난시교정효과 감소 및 난시축의 변화가 있을 수 있다. 인공수정체가 15° 이상 회전 시 50% 이상의 난시교정효과가 감소되는데 Jiménez-Alfaro et al¹¹의 연구에서 안내렌즈가 30° 이상 회전하는 경우가 10%에서 나타났다고 보고하였다. 그리고 일반 유수정체용 인공수정체 비해 가격이 비싼 단점도 있다.

난시교정각막절개술은 가파른 축의 주변부 각막에 절개

를 하여서 그 부위를 평편하게 만들어 줌으로써 난시를 교정하는 방법으로 자연발생난시뿐만 아니라 각막이식이나 백내장 수술, 라식 수술 등 수술 뒤 발생한 난시 교정에도 효과가 좋다.¹² 수술은 절개 깊이, 절개 위치, 절개 방법, 수술기구, 노모그램 등이 다양해서 술자에 따라 여러 가지 방식으로 시행된다. 난시 교정 효과는 각막절개의 너비와 깊이, 광학부의 직경, 환자의 나이와 성별에 따라 달라진다.¹²⁻¹⁴ 난시교정각막절개술은 일반적으로 부분충절개(40-95%)를 시행하는데,^{3,15,16} 초기에는 다이아몬드칼 등을 이용하여 손으로 시행하였고, 절개의 너비와 깊이를 일정하게 하고자 하는 노력으로 Hanna arcitome을 사용하거나 최근에는 펄스 초레이저를 이용하는 방법이 소개되었다.^{4,17} 본 연구에서는 다양한 너비의 절개도를 이용하여 전충각막절개를 시행하였고 손으로 시행하는 수술의 단점인 절개너비와 깊이가 일정하지 못한 것을 해결하고자 하였다.

술 후 난시도수는 1주째부터 유의하게 감소하여서 6개월 까지 안정적으로 유지되었으나, 술 후 3개월까지는 약간 증가하는 소견을 보였다. 난시교정각막절개술 후 난시 교정 효과는 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보이는데

Song et al³은 전층각막이식을 받은 환자에서 각막윤부 이완절개 및 추가 봉합술 시행 후 1개월째 난시가 유의하게 감소하였으나 6개월째 난시가 증가하여 술 전에 비해 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 술 후 시간이 경과함에 따라 난시도수가 증가하는 것은 각막 절개창의 회복 과정에 따라 가파른 축에 대한 난시교정각막절개술의 효과 감소가 원인이라 생각된다. 그러나 본 연구에서는 3개월까지는 약간의 난시교정효과의 감소가 있었으나 그 양이 적었고 6개월까지 안정적으로 유지되었다. 그 이유는 일반적으로 각막절개를 부분층으로 하는 것에 비해 본 연구에서는 전층각막절개를 시행하였고 가파른 축의 각막이 절개 부위에서 앞쪽으로 위치 이동하여 절개 부위가 완전히 회복된 후에도 난시감소 효과가 유지될 것이라 생각된다.

기존의 대부분의 난시교정각막절개술이 수직으로 절개를 시행한 것에 비해 본 연구에서는 경사절개를 시행하였는데 이 또한 좋은 수술 결과에 영향을 주었을 것이라 생각된다. Cleary et al¹⁷은 펌토초레이저를 이용하여 65-75%의 깊이로 135° 경사 절개로 난시교정각막절개술을 시행하여 54%의 난시 감소 효과를 보고하였다. 이는 펌토초레이저를 이용하여 80-90%의 깊이로 수직 절개를 시행하여 시행한 Buzzonetti et al¹⁸의 연구에서 47%, Kumar et al¹⁹의 연구에서 36%의 결과보다 더 좋은 결과였다. 수직절개를 하는 경우 절개 부위가 벌어져서 상피가 절개 부위를 채우는 반면 경사절개를 시행하는 경우 경사면을 따라 앞쪽 각막이 이동하여 각막난시 감소 효과가 더 좋기 때문인데,¹⁷ 본 연구에서는 경사절개를 이용하여 전층각막절개를 시행하였기 때문에 난시감소 효과가 68.9%로 기존의 연구보다 더욱 좋은 결과를 보였으리라 생각된다. Cleary et al¹⁷의 연구에서도 난시교정각막절개술 후 난시가 감소하였다가 시간의 경과에 따라 약간 증가하였으나 유의한 증가는 관찰되지 않았는데 경사절개가 난시의 퇴행을 억제하는 효과도 있으리라 생각된다.

일반적으로 난시도수가 0.5D-1.0D일 때 안경교정을 요하게 되고, 1.0D-2.0D일 때 나안시력이 20/30-20/50, 2.0D-3.0D 이상일 때는 나안시력이 20/70-20/100으로 저하된다.²⁰ 그리고 난시가 심한 경우 안경으로 교정하더라도 상의 뒤를림이나 양안시 기능저하가 나타날 수 있고, 콘택트렌즈 착용에 어려움이 있다.²¹ 그래서 본 연구에서 A군의 수술 목표는 안경교정 없이 불편함이 없는 잔여난시 0.5D 이내, B군과 C군의 수술 목표는 안경이나 콘택트렌즈 착용에 문제가 없는 잔여난시 1.0D 이내로 하였고, A군 64.54%, B군 87.5%, C군 70.0%에서 수술 목표를 달성하였다. 재수술 14안 모두가 A군에서 이루어진 것은 이처럼 잔여난시를 A군에서 더욱 엄격하게 적게 남기도록 하기 위해서였다. 그러

나 재수술 여부는 잔여난시 정도만으로 결정하지 않았고 환자의 불편감의 정도도 함께 고려하여 판단하였다. A군의 수술 목표 달성이 65.54%로 상대적으로 낮아 보이나 나안시력에 만족하면 재수술을 시행하지 않았기 때문에 수술에 대한 만족도는 훨씬 더 높으리라 생각된다.

나안시력의 상승은 A군과 B군에서 관찰되었는데 C군에서는 술 전과 비교하여 차이가 없었다. 그 이유는 A군과 B군은 난시교정각막절개술 전에 안내렌즈삽입술, 백내장 수술을 통해 구면렌즈대응치를 A군 $-0.01 \pm 0.48D$, B군 $-0.92 \pm 1.01D$ 로 정시에 가깝게 맞춰 냈었고, C군은 동시에 존재하는 굴절이상으로 구면렌즈대응치가 $-2.95 \pm 3.02D$ 였는데 난시교정각막절개술은 구면렌즈대응치에 영향을 주지 않으므로 C군에서는 난시를 교정해도 시력 상승이 없었으리라 생각된다.²²

Hoffart et al¹⁵은 Hanna arcitome을 이용하여 각막이식안을 대상으로 난시교정각막절개술을 시행한 뒤 난시축에서 유의한 차이를 보였고, 77.5%에서 10° 이상의 변화, 67.5%에서 20° 이상의 변화를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서는 유의하지는 않았지만 난시축의 변화가 있었고 56.76%에서 10° 이내의 변화, 19.46%에서 11°-20°의 변화, 8.11%에서 21°-30°의 변화, 15.68%에서 31° 이상의 변화를 보였다. Hoffart et al¹⁵의 연구가 각막이식안을 대상으로 시행되었고, 양쪽 대칭적으로 각막절개가 시행된 점이 본 연구와의 차이점이며 이 때문에 차이가 발생하였다고 생각된다. 본 연구에서 6안(3.24%)이 술 전 정난시에서 술 후 도난시로 변화되었고, 8.11%에서 난시축의 변화로 인한 어지러움 등의 불편감을 호소하였지만 1개월 내에 회복되었다.

난시교정각막절개술은 술 후 불규칙난시의 증가를 일으킬 수 있다.²³ 본 연구에서는 각막지형도검사를 이용하여 중심 3.0 mm와 5.0 mm 부위의 irregularity index를 수술 전후 비교해서 불규칙난시의 유발 정도를 알아보았는데, 3.0 mm 내에서는 전체적, A군, B군, C군 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았으나, 5.0 mm 내에서는 전체적, B군에서 유의한 증가를 보였다. 난시교정각막절개술이 가파른 축의 주변부 각막에 절개를 해서 각막을 퍼주기 때문에 3.0 mm 내보다 5.0 mm 내의 각막에 영향을 더욱 미쳤기 때문이라고 생각된다. 이 때문에 큰 교정시력의 저하나 불편감을 호소한 예는 없었으나 이는 시력의 질과 관련이 있을 수 있을 거라 생각되고, 수술 대상을 선정할 때 동공크기를 고려해야 하겠으며, 고위수치를 포함한 추가적 연구가 필요하리라 사료된다.

난시교정각막절개술 후 안내염, 망막박리, 감염성 각막염 등의 합병증이 보고되었다.^{5,24,25} 보통의 난시교정각막절개술이 부분층절개 방식으로 시행하나 수술 중 또는 수술 후

에 절개 부위에 천공이 일어날 때 이 같은 합병증이 발생위험이 높는데, 본 연구에서처럼 전층각막절개술을 시행하는 경우 술자 입장에서 합병증에 대해 걱정될 수 있다. 그러나 본 연구에서는 경사절개를 이용하여 각막절개의 길이를 길게 하여 각막절개를 하였고, 수술 후 창상누출이 단 1예에서도 관찰되지 않았다. 그리고 위의 합병증 또한 관찰되지 않았다.

한편, 이 연구의 한계점으로는 경과관찰 기간이 6개월로 짧은 것, 그리고 수술 방법 중 절개위치를 술 전에 파악한 각막의 가파른 축을 각막에 표시할 때 별도의 장비를 사용하지 않고 눈과 마킹펜으로만 표시하여 비교적 정밀하지 않게 수술 부위를 결정한 것이 있다.

난시교정각막절개술은 간편하고, 효과적으로 난시를 교정할 수 있는 방법이나, 노모그램이 다양하고 술 후 예측도가 비교적 낮으며 시간이 경과하면서 퇴행하는 경향, 그리고 각막을 절개해서 수술하여 합병증에 대한 부담감으로 현재는 널리 사용되지 않고 있다. 그러나 본 연구에서 소개한 경사절개법을 이용한 전층각막절개 난시교정술은 단독으로 시행하였을 때뿐만 아니라 안내렌즈삽입술 또는 백내장 수술과 병합하여 시행하여도 안전하고 효과적으로 난시를 줄여줄 수 있고, 추가적인 기구나 장비를 사용하지 않기 때문에 환자와 의사에게 경제적 부담이 적은 장점 또한 있겠다. 다만 수술 술기가 손으로 이루어지기 때문에 술자가 숙련되기 전까지 수술 결과가 일정하지 않을 수 있으므로 신중히 수술에 임하는 자세가 필요하다.

REFERENCES

- 1) Pineda R, Jain V. Arcuate keratotomy: an option for astigmatism correction after laser in situ keratomileusis. *Cornea* 2009;28:1178-80.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Rosecan LR. Endophthalmitis and cystoid macular edema after astigmatic keratotomy. *Ophthalmic Surg* 1994;25:481-2.
- 6) Yoon JM, Moon SJ, Lee KH. Clinical outcomes of toric implantable collamer lens implantation. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:839-51.
- 7) 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.
- 8) Binder PS. Analysis of ectasia after laser in situ keratomileusis: risk factors. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1530-8.
- 9) Nagy ZZ, Munkácsy G, Popper M. Photorefractive keratectomy using the meditec MEL 70 G-scan laser for hyperopia and hyperopic astigmatism. *J Refract Surg* 2002;18:542-50.
- 10) Holladay JT, Dudeja DR, Chang J. Functional vision and corneal changes after laser in situ keratomileusis determined by contrast sensitivity, glare testing, and corneal topography. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:663-9.
- 11) Jiménez-Alfaro I, Benítez del Castillo JM, García-Feijóo J, et al. Safety of posterior chamber phakic intraocular lenses for the correction of high myopia: anterior segment changes after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2001;108:90-9.
- 12) Akura J, Matsuura K, Hatta S, et al. Experimental study using pig eyes for realizing ideal astigmatic keratotomy. *Cornea* 2001;20:325-8.
- 13) Duffey RJ, Jain VN, Tchah H, et al. Paired arcuate keratotomy. A surgical approach to mixed and myopic astigmatism. *Arch Ophthalmol* 1988;106:1130-5.
- 14) Akura J, Matsuura K, Hatta S, et al. Clinical application of full-arc, depth-dependent, astigmatic keratotomy. *Cornea* 2001;20:839-43.
- 15) Hoffart L, Touzeau O, Borderie V, Laroche L. Mechanized astigmatic arcuate keratotomy with the Hanna arcitome for astigmatism after keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:862-8.
- 16) Poole TR, Ficker LA. Astigmatic keratotomy for post-keratoplasty astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1175-9.
- 17) Cleary C, Tang M, Ahmed H, et al. Beveled femtosecond laser astigmatic keratotomy for the treatment of high astigmatism post-penetrating keratoplasty. *Cornea* 2013;32:54-62.
- 18) Buzzonetti L, Petrocelli G, Laborante A, et al. Arcuate keratotomy for high postoperative keratoplasty astigmatism performed with the intralase femtosecond laser. *J Refract Surg* 2009;25:709-14.
- 19) Kumar NL, Kaiserman I, Shehadeh-Mashor R, et al. IntraLase-enabled astigmatic keratotomy for post-keratoplasty astigmatism: on-axis vector analysis. *Ophthalmology* 2010;117:1228-35.
- 20) Tsioulas G, Droutsas D, Moschos M, et al. Arcuate relaxing incisions with a 5.00-mm optical zone for the correction of high post-cataract astigmatism. *Ophthalmologica* 2000;214:385-9.
- 21) Guyton DL. Prescribing cylinders: the problem of distortion. *Surv Ophthalmol* 1977;22:177-88.
- 22) Lindquist TD, Rubenstein JB, Rice SW, et al. Trapezoidal astigmatic keratotomy. Quantification in human cadaver eyes. *Arch Ophthalmol* 1986;104:1534-9.
- 23) Akura J, Matsuura K, Hatta S, et al. Clinical application of full-arc, depth-dependent, astigmatic keratotomy. *Cornea* 2001;20:839-43.
- 24) Feldman RM, Crapotta JA, Feldman ST, Goldbaum MH. Retinal detachment following radial and astigmatic keratotomy. *Refract Corneal Surg* 1991;7:252-3.
- 25) 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.

= 국문초록 =

경사절개법을 이용한 전충각막절개 난시교정술의 임상성적

목적: 경사절개법을 이용한 전충각막절개 난시교정술의 임상성적을 평가하고자 한다.

대상과 방법: 경사절개법을 이용한 전충각막절개 난시교정술을 받고 6개월간 경과관찰이 가능하였던 112명(185안)을 안내렌즈삽입술 후 난시교정술을 받은 환자를 A군, 백내장 수술 뒤 난시교정술을 받은 환자를 B군, 난시교정술만을 받은 환자를 C군으로 나누고 술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월에 나안시력, 난시도수를 측정하여 술 전과 비교하였고, 효율성, 안전성, 예측성을 평가하였다.

결과: 술 후 6개월째 교정된 난시의 양은 전체적으로 $68.9 \pm 18.24\%$, A군에서 $69.24 \pm 20.76\%$, B군에서 $67.84 \pm 17.56\%$, C군에서 $67.82 \pm 13.97\%$ 로 술 전에 비해 유의하게 감소하였고, 잔여난시가 1.0D 이내인 비율은 전체적으로 88.65%, A군에서 91.49%, B군에서 87.5%, C군에서 70.0%였다. 최대교정시력은 평균 0.56줄의 증가를 보였고, 2줄 이상의 감소를 보인 경우는 없었다. 수술 후 합병증은 관찰되지 않았다.

결론: 경사절개법을 이용한 전충각막절개 난시교정술은 효과적이고 안전한 방법으로, 단독으로 시행했을 때뿐만 아니라 안내렌즈삽입술 또는 백내장 수술과 병합하여 시행했을 때도 좋은 결과를 보였다.

〈대한안과학회지 2015;56(8):1160-1169〉
