

## 난시용 ICL 삽입술의 회전 안정성

### Rotational Stability after Toric Implantable Collamer Lens Implantation

이담호<sup>1</sup> · 이승재<sup>2</sup> · 경학수<sup>2</sup>

Damho Lee, MD, PhD<sup>1</sup>, Seung Jae Lee, MD<sup>2</sup>, Haksu Kyung, MD, PhD<sup>2</sup>

비전안과의원<sup>1</sup>, 국립중앙의료원 안과<sup>2</sup>

Vision Eye Center<sup>1</sup>, Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, National Medical Center<sup>2</sup>, Seoul, Korea

**Purpose:** To evaluate rotational stability of Toric Implantable Collamer Lens (ICL) implantation to correct myopic astigmatism.

**Methods:** We estimated the degree of Toric ICL rotation together with change in visual acuity and astigmatism in 118 eyes of 66 patients who underwent Toric ICL implantation and had a long-term mean follow-up period of 37 months.

**Results:** After Toric ICL implantation, 107 (91%) out of 118 eyes showed uncorrected visual acuity of 0.8 or better. The mean postoperative astigmatism decreased to  $-0.64 \pm 0.61$  D from a mean preoperative astigmatism of  $-2.96 \pm 1.13$  D. The mean axis change of Toric ICL was  $2.4 \pm 3.8$  degrees during follow-up period. Two (1.7%) out of 118 eyes showed the axis change of more than 10 degrees. These two eyes had a decrease in visual acuity, rotational axis change of 18 degrees and 30 degrees, respectively, and increases in astigmatism of 1.50 D and 1.00 D, respectively. The remaining 116 eyes (98.3%) showed excellent rotational stability without visual acuity decreasing Toric ICL rotation during the follow-up period.

**Conclusions:** Toric ICL implantation to correct high myopia with astigmatism rarely has axis rotation and maintains excellent rotational stability for long-term follow-up.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(4):477-484

**Key Words:** Myopic astigmatism, Rotational stability, Toric ICL

난시를 동반한 근시를 유수정체 상태로 교정하는 수술적 방법에는 각막굴절교정수술과 난시교정용 홍채고정 또는 후방 유수정체 안내렌즈 삽입술 등이 있다. 각막굴절교정 수술은 고도근시 교정에서 많은 양의 각막 절삭으로 인한 각막 확장증,<sup>1</sup> 퇴행<sup>2,3</sup> 등 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하고 효과적으로 난시를 교정할 수 있는

방법 중 하나로 여러 보고<sup>4-8</sup>에서 효과가 입증된 후방 유수정체 인공수정체 삽입술인 Visian spherical Implantable Collamer Lens (ICL) (STAAR Surgical AG, Nidau, Switzerland)의 광학부에 난시교정이 가능하게 난시가 들어간 난시용 ICL이 현재 많이 사용되고 있다.<sup>9</sup>

ICL은 섬모체 고랑에 고정되도록 양측 haptic 부위 4군데 모서리에 지지부가 존재하며, 전방 유수정체 인공수정체에 비해 각막 내피세포를 포함한 전방 구조들의 기계적 손상의 위험이 적다.<sup>10,11</sup> 그러나 후방 유수정체 인공수정체는 홍채와 수정체 사이로 삽입되는 위치적 특성 때문에 렌즈가 본래의 위치를 유지하지 못하고 회전할 수 있다.<sup>12</sup> 특히 난시용 ICL의 경우 목표로 했던 위치를 유지하지 못하고 회전하게 되면 굴절력의 변화를 유발하여 시력 감소를 일으킬 수 있다.<sup>13</sup>

■ Received: 2014. 4. 26.      ■ Revised: 2014. 9. 26.

■ Accepted: 2015. 3. 7.

■ Address reprint requests to Damho Lee, MD, PhD  
Vision Eye Center, #867 Nonhyeon-ro, Gangnam-gu, Seoul  
135-892, Korea  
Tel: 82-2-548-3579, Fax: 82-2-540-1431  
E-mail: damholee@naver.com

\* This study was presented as a narration at the 112th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2014.

© 2015 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이에 저자들은 난시를 동반한 고도근시 환자를 대상으로 난시용 ICL 삽입 후 장기적인 회전 안정성에 대해 알아보 고자 하였다.

## 대상과 방법

2005년 6월부터 2011년 11월까지 한 명의 술자(DL)에 의해 난시용 ICL 삽입술을 시술 받은 고도근시와 난시를 가진 환자 중 3개월 이상 추적관찰이 가능하였던 66명 118 안을 대상으로, 장기간 추적 관찰 시 삽입된 난시용 ICL이 회전하는 빈도와 그 임상 양상에 대해 알아 보고자하였다. 난시용 ICL 삽입술의 적응증은 만 19세 이상, 전방 깊이 2.8 mm 이상, 난시 도수 -1.50D 이상으로 하였다.

수술 전 검사로 나안시력, 최대교정시력, 현성 및 조절마 비 자동굴절검사(Auto ref-keratometer; RK-5, Canon Inc., Tokyo, Japan), 세극등현미경검사, 안압검사, 안저검사, 각막곡률반경검사, 각막지형도검사(Corneal topography, Oculus Inc., St. Louis, MO, USA), 각막두께검사(Corneal pachymeter; SP-3000, Tomey Co., Nagoya, Japan), 각막내피세포 검사(Noncon ROBO Pachy SP-9000; Konan Medical Inc., Tokyo, Japan) 및 Immersion A-scan (Axis II, Quantel medical, Clermont-Ferrand, France)으로 전방깊이 검사 등을 시행하였다. 모든 수술은 V4 type Visian Toric ICL (STAAR Surgical AG, Nidau, Switzerland)을 사용하였고 난시용 ICL의 도수 계산은 제조회사에서 제공하는 프로그램을 이용하여 현성굴절검사 값과 각막곡률반경, 각막지형도검사에 의한 수평각막직경(White to white diameter), 각막두께, 전방 깊이 등의 측정치를 입력하여 산출하였다. 삽입되는 난시용 ICL은 수평경선에서  $\pm 21^\circ$  이내로 회전하여 난시축을 정렬할 수 있는 렌즈가 사용되었다.

최소 수술 1주일 전 아르곤 레이저(Argon laser; Ultima 2000 SE, Lurmenis Inc., Santa Clara, CA, USA)와 Nd:YAG 레이저(Neodymium YAG laser; YC-1300, Nidek, Gamagori, Japan)를 이용하여 1시 방향에 홍채절개술을 한 군데 시행하였으며, 양안 수술을 받는 경우 1일 간격을 두고 한쪽 눈 씩 연이어 수술을 시행하였다. 수술 1일 전부터 0.5% moxifloxacin (Vigamox, Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA)을 하루에 6회씩 점안하였고, 술 전에 0.5% tropicamide/phenylephrine HCL (Mydrin-P, Taejoon, Seoul, Korea)을 10분 간격으로 3회 점안하여 산동시킨 후 0.5% proparacaine (Alcaine, Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA)으로 점안마취하였다. 수술 당일 난시축 표시는 누웠을 때 발생하는 회선운동에 의한 오차를 줄이기 위해 산동 전에 앉은 자세에서 세극등현미경을 이용하여 3시와 9시의 각공

막윤부에 수평경선 방향으로 표시하였다. 투명각막절개를 시행할 부위의 수직방향으로 우측 한 곳에 천자를 하여 1:50,000 epinephrine을 주입하고 난 뒤 점탄물질(Ophthalmic, Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA)을 주입하였다. 현성 굴절력 난시축에 수직 방향으로 2.75 mm 투명각막절개창을 만들고 제조사의 삽입장치(STAAR ICL injector system)에 난시용 ICL을 장착한 뒤 후방으로 난시용 ICL을 삽입하였다. 삽입된 난시용 ICL의 지지부의 발판이 홍채고랑에 위치하게 한 뒤 술 전 각막에 표시한 난시축을 기준으로 Vukich ICL manipulator로 정렬하였다. 점탄물질을 평형 염액(Balanced salt solution; BSS, Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA)으로 제거 후 난시용 ICL의 중심과 축의 정렬을 재확인하고 산동상태로 수술을 끝냈다. 수술 후 1주일 동안 0.5% moxifloxacin (Vigamox, Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA)과 1.0% prednisolone acetate (Pred-Forte, Samil Allergan, Seoul, Korea) 점안액을 1일 4회씩 점안하였다.

경과 관찰은 한 사람(DL)에 의해 술 후 1일, 3일, 1주, 1개월, 3개월, 6개월, 12개월, 그 후 매 6개월마다 시력, 세극등현미경검사, 굴절검사, 안압검사, 안저검사 등을 시행하였다. 경과 관찰 중 산동검사는 수술 당일 수술이 끝난 후 2시간째, 수술 1개월째, 1년째, 그 후 매 일년마다 시행하였고, 산동검사 시에는 난시용 ICL의 축 위치변화, 중심이탈 여부, 중심부 vault (ICL 렌즈 후면부터 수정체 전면까지의 거리), 난시용 ICL 상하 주변부의 수정체 접촉 여부 등을 관찰하였다. 산동검사 시 앉은 자세에서 세극등현미경상 난시용 ICL axis marker의 위치를 확인하여 난시용 ICL axis marker가 위치한 각도를 주관적으로 측정하여 기록하였다. 추적 조사 시 술 후 한 달째 산동 검사 시 삽입축과 비교하여 난시축의 변화를 분석하였다. 마지막 추적 조사 시 까지 관찰된 축의 위치 변화치들 중 제일 다빈도로 측정된 변화치를 택하여 난시용 ICL 회전 변화량으로 데이터 처리하였다. 예를 들어 경과 관찰 중 5도, 3도, 5도, 5도의 축의 변화를 보였다면 세극등 현미경상 빛에 의한 안구 회선 운동 또는 산동에 의한 안구 회선 운동, 그리고 관찰자의 주관적인 측정오차 등으로 인한 측정의 오차를 고려하여 3도는 측정오차로 생각하여 4번 측정의 평균값이 아닌 경과 관찰 중 4번 중 3번 측정된 최다 빈도치인 5도를 축의 변화로 생각하였다. vault는 세극등현미경상 ICL 렌즈 광학부의 중심부 후면과 수정체 전면과의 간격을 중심각막두께와 비교하여 주관적으로 측정하였다.

난시용 ICL 삽입 후 임상적으로 유의한 회전 발생은 경과 관찰 중 한 번이라도 10도 초과회전과 더불어 굴절검사상 난시 굴절 값의 증가가 0.50D 초과, 그리고 주관적인

Table 1. Preoperative profile

Parameter	Number	Mean $\pm$ SD	Range
Patients	66		
Eyes	118		
Sex			
Male	22		
Female	44		
Age (years)		28.5 $\pm$ 7.10	19-50
Refractive sphere (diopter)		-8.47 $\pm$ 2.94	-1.25 ~ -17.5
Refractive cylinder (diopter)		-2.96 $\pm$ 1.13	-1.0 ~ -7.0
Spherical equivalent (diopter)		-9.95 $\pm$ 3.12	-4.0 ~ -19.5
K power (diopter)		44.36 $\pm$ 1.29	41.00-48.35
Axial length (mm)		27.08 $\pm$ 1.31	23.12-30.14
Anterior chamber depth (mm)		3.33 $\pm$ 0.24	2.80-3.91
Horizontal white-to-white diameter (mm)*		11.84 $\pm$ 0.34	11.0-12.9
Corneal thickness ( $\mu$ m)		519 $\pm$ 36	422-598
ICL size (mm)		12.26 $\pm$ 0.32	11.5-13.0
ICL sphere (diopter)		-16.65 $\pm$ 3.88	-8.5 ~ -23.0
ICL cylinder (diopter)		+3.79 $\pm$ 1.21	+1.5 ~ +6.0
Mean follow-up (month)		37.1 $\pm$ 24.1	3-80

K = keratometer; ICL = implantable collamer lens.

\*Measured by corneal topography.

시력 저하가 동반된 경우로 정의하였다. 이러한 기준을 정한 것은 축 위치 변화 측정 시 빛 자극 또는 산동에 의한 안구회선운동에 의한 측정오차를 고려하고, 관찰자의 주관적인 난시용 ICL 축 측정오차를 고려하여 10도 초과란 기준을 정하였고, 측정 오차에 의한 축 위치 변화가 아니라면 실제로 난시용 ICL 회전이 발생하였을 경우는 난시 증가와 시력 저하가 동반되므로, 임상적으로 의미를 갖기 위한 다른 부수적인 검사치로 굴절검사상 0.50D 초과하는 난시 증가 발생, 그리고 난시 변화로 인한 시력저하 발생 등의 기준을 추가하였다.

검사를 통한 자료들을 바탕으로 마지막 추적 조사 시까지 관찰된 난시용 ICL의 축 위치 변화를 5도 이하, 5도 초과에서 10도 이하, 10도 초과로 분류하였고, 각각의 경우에 추적 관찰 기간 동안 시력 저하 발생을 호소한 적이 있는지 분석하였고 또한 난시 굴절값의 변화를 분석하여 난시용 ICL의 회전 안정성을 평가하였다.

## 결 과

난시용 ICL 삽입술을 받은 환자는 66명 118안으로 남자 22명, 여자 44명, 평균 나이 28.5  $\pm$  7.1세(범위, 19-50세)였다. 모든 환자는 최소 3개월 이상 경과 관찰하였으며 평균 경과 관찰 기간은 37.1  $\pm$  24.1개월(범위, 3-80개월)이었다. 술 전 평균 근시 도수는 -8.47  $\pm$  2.94D (범위, -1.25~-17.50D)이고, 평균 난시 도수는 -2.96  $\pm$  1.13D (범위, -1.50~-7.00D), 평균 구면 대응치는 -9.95  $\pm$  3.12D (범위, -4.00~-19.50D)였다. 각막지형

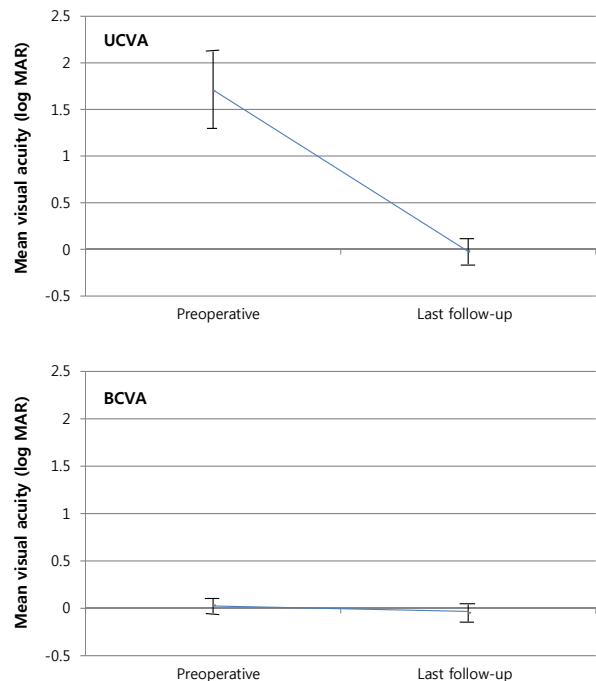


Figure 1. Mean log MAR uncorrected distance visual acuity (UCVA) and log MAR best-corrected distance visual acuity (BCVA) before and after Toric ICL implantation. The preoperative mean log MAR UCVA of +1.71  $\pm$  0.41 changed to -0.02  $\pm$  0.41 at last follow-up. And the preoperative mean log MAR corrected visual acuity of +0.03  $\pm$  0.08 changed to -0.05  $\pm$  0.09 at last follow-up. ICL = implantable collamer lens; BCVA = best-corrected distance visual acuity.

도검사로 측정된 술 전 평균 수평각막직경(horizontal white to white diameter)은 11.84  $\pm$  0.34 mm (범위, 11.0-12.9 mm)

**Table 2.** Cycloplegic refractive spherical equivalent (SE) on 1 month and last follow-up after Toric ICL implantation

Refractive SE (diopter)*	Eyes (n, %)		
	Preoperative	Month 1	Last follow-up
0.0	0	7 (5.9)	13 (11.1)
0.0 < D ≤ 0.5	0	35 (29.7)	66 (55.9)
0.5 < D ≤ 1.0	0	54 (45.8)	29 (24.6)
1.0 < D ≤ 2.0	0	20 (16.9)	9 (7.6)
2.0 < D	118 (100)	2 (1.7)	1 (0.8)
Mean SE ± SD	-9.95 ± 3.12	+0.66 ± 0.57	+0.03 ± 0.66

ICL = implantable collamer lens.

\*Refractive SE is absolute value of SE.

**Table 3.** Cycloplegic refractive cylinder at 1 month and last follow-up after Toric ICL implantation

Refractive cylinder (diopter)*	Eyes (n, %)		
	Preoperative	Month 1	Last follow-up
0.0	0	32 (27.1)	25 (21.2)
0.0 < D ≤ 0.5	0	40 (33.9)	41 (34.7)
0.5 < D ≤ 1.0	0	34 (28.8)	39 (33.1)
1.0 < D ≤ 2.0	28 (24)	10 (8.5)	8 (6.8)
2.0 < D	90 (76)	2 (1.7)	5 (4.2)
Mean cylinder ± SD	-2.96 ± 1.13	-0.54 ± 0.49	-0.64 ± 0.61

ICL = implantable collamer lens.

\*Refractive cylinder is absolute value of cylindrical diopter.

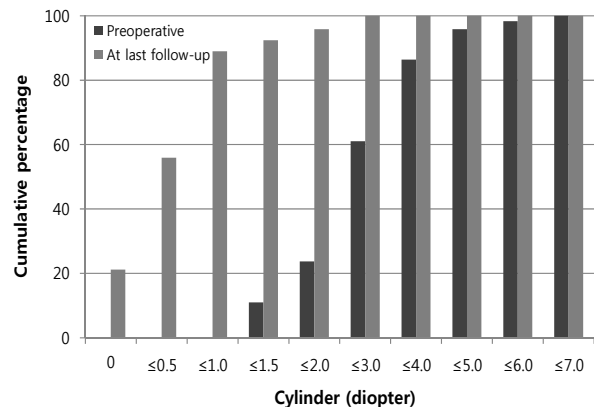
**Table 4.** Toric ICL vault on 1 month and last follow-up after Toric ICL implantation

Vault (CCT)	Eyes (n, %)	
	Month 1	Last follow-up
Vault < 1	0 (0)	0 (0)
1 ≤ vault < 2	22 (18.6)	49 (41.5)
2 ≤ vault < 3	39 (33.1)	29 (24.6)
3 ≤ vault < 4	24 (20.3)	25 (21.2)
4 ≤ vault < 5	20 (17.0)	11 (9.3)
5 ≤ vault	13 (11.0)	4 (3.4)
Mean vaulting ± SD	3.0 ± 1.3	2.4 ± 1.1

ICL = implantable collamer lens; CCT = central corneal thickness.

이고, 초음파로 측정한 평균 전방 깊이는  $3.33 \pm 0.24$  mm (범위, 2.8-3.91 mm)였다. 삽입한 난시용 ICL의 평균 근시 도수는 -16.65D (범위, -8.5~23.0D)이고, 평균 난시 도수는 +3.79D (범위, +1.5~+6.0D)였다(Table 1).

술 전 모든 환자는 나안시력이 logMAR 0.70 이상이었고 평균 나안시력 logMAR  $+1.71 \pm 0.41$ , 평균 교정시력 logMAR  $+0.03 \pm 0.08$ 에서 난시용 ICL 삽입 후 평균 나안시력 logMAR  $-0.02 \pm 0.14$ , 평균 교정시력 logMAR  $-0.05 \pm 0.09$ 로 시력 호전을 보였다(Fig. 1). 그리고 난시용 ICL 삽입술 후 나안시력은 118중 107안(91%)이 0.8 이상의 시력 호전을 보였다. 조절마비 굴절 검사상 평균 구면 대응치는 술 전  $-9.95 \pm 3.12$ D에서 술 후 1개월째  $+0.66 \pm 0.57$ D로 감소하였고, 마지막 경과 관찰 시점에서는  $+0.03 \pm 0.66$ D 소견을 보였다(Table 2). 또한 평균 난시 도수는 술

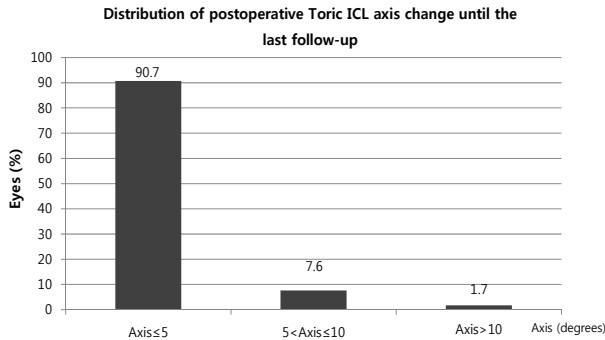


**Figure 2.** Comparison between preoperative cylinder and postoperative last follow-up cylinder after Toric ICL implantation. The postoperative cylinder at last follow-up was within 0.50 D in 66 eyes (56%) and within 1.00 D in 105 eyes (89%). ICL = implantable collamer lens.

전  $-2.96 \pm 1.13$ D에서 술 후 1개월째  $-0.54 \pm 0.49$ D로 난시 값이 82% 줄어들었으며, 마지막 경과 관찰 시점에서는  $-0.64 \pm 0.61$ D로 난시 값이 78%로 줄어들어 수술 후 난시 도수가 0.5D 이하로 감소한 경우는 66안(56%)이었고, 1.00D 이하로 감소한 경우는 105안(89%)으로 난시용 ICL 삽입술이 난시 교정에 있어서 좋은 예측도를 보여주었다 (Table 3, Fig. 2).

술 후 난시용 ICL의 vault는 1 central corneal thickness (CCT)보다 작았던 경우는 한 케이스도 없었으며 술 후 1개

## 고 찰



**Figure 3.** Toric ICL axis change after the surgery. The Toric ICL axis changes until the last follow-up were within 5 degrees in 107 eyes (90.7%), between more than 5 degrees and 10 degrees or less in 9 eyes (7.6%), and over 10 degrees in 2 eyes (1.7%). ICL = implantable collamer lens.

월째 평균  $3.0 \pm 1.3$  CCT, 마지막 경과 관찰 시점에서 평균  $2.4 \pm 1.1$  CCT로 수정체와 충분히 간격이 있었다(Table 4). 또한 세극등 검사에서 뚜렷한 중심부 및 주변부 vaulting이 있으면 category IV로 설정하는데 본 연구의 모든 안은 category IV에 포함되었다.<sup>14</sup> 그리고 술 후 1개월째 난시용 ICL의 중심이탈 또는 난시용 ICL에 의한 주변부 수정체 접촉은 관찰되지 않았다. 술 후 전체 경과 관찰 기간 동안 난시용 ICL의 평균 축 위치 변화는  $2.4 \pm 3.8$ 도(범위, 0-30도)였다. 경과 관찰 기간 동안 107안(90.7%)이 5도 이하의 축 위치 변화를 보였고, 116안(98.3%)이 10도 이하의 축 위치 변화를 보였고, 이 2안은 이번 연구의 난시용 ICL 회전의 정의에 해당하는 경우였다(Fig. 3). 난시용 ICL 회전을 보인 1명 2안의 경우 술 후 9개월째 우안에서 vault는 3 CCT로 충분히 컸지만 상부 주변부 vault가 낮아지면서 아래쪽으로는 약간의 중심이탈과 함께 18도의 축 회전 변화가 있었고 나안시력이 1.0에서 0.4로 떨어지고 난시 값은 1.5D 증가를 보여 크기가 더 큰 난시용 ICL로 교체술을 시행하였다. 반대편 좌안은 술 후 4년째 전좌로 시력 저하를 호소하였고 술 후 7년째 검사상 vault는 3 CCT로 충분히 컸고 난시용 ICL 주변부의 수정체 접촉이나 난시용 ICL의 중심이탈은 없지만, 30도의 축 회전 변화가 있었고 나안시력은 1.0에서 0.7로 저하되었으며 난시 값은 1.0D가 증가된 상태였다. 그런데 환자가 좌안은 교체술을 원치 않아 경과 관찰 중이다. 그 외 모든 대상군에서 수술 중 특별한 합병증이 발생하지 않았고, 수술 후 경과 관찰 중 백내장 발생으로 인해 백내장 수술을 시행한 경우는 없었지만 수술 초기에 동공차단에 의한 안압 상승으로 난시용 ICL을 크기가 더 작은 것으로 교체한 경우는 4건 있었다.

최근 난시용 ICL 삽입술의 임상결과에 대한 연구가 활발히 시행되고 있다. 이전 연구 결과에 따르면 시력 결과 면에서 spherical ICL 삽입술이 각막 굴절 교정 수술과 비교하여 동등하거나 우수한 결과를 보이며,<sup>4,8</sup> 근시성 난시에 대한 난시용 ICL의 FDA 임상연구결과는 근시뿐만 아니라 난시의 교정에 있어서도 난시용 ICL 삽입술의 효과, 예측성, 안정성이 입증되었다.<sup>8</sup>

기존의 spherical ICL 삽입술은 난시를 교정할 수 없는 한계를 가지고 있었다. Chun et al<sup>5</sup>은 83안을 대상으로 spherical ICL 삽입술을 시행하고 3개월간의 임상결과를 보고하였는데 술 전 평균 난시는  $-1.03 \pm 0.93$ D에서 술 후 3개월에  $-0.94 \pm 0.76$ D로 유의한 변화는 줄 수 없었다. 하지만 난시용 ICL의 FDA 연구에서 술 전 평균 난시는  $-1.93$ D에서 술 후  $-0.51$ D로 유의하게 감소하였고,<sup>8</sup> Chang and Lau<sup>15</sup> 연구에서도 술 전 평균 난시가  $-2.64$ D에서 술 후  $-0.59$ D로 유의한 감소를 보였다. 본 연구와 난시 도수 값이  $-1.00$ D에서  $-7.00$ D 사이의 동일한 대상으로 12개월째까지 연구한 Bhikoo et al<sup>16</sup>은 평균 난시가 술 전  $-2.38$ D에서 술 후 12개월째  $-0.44$ D로 감소하여 좋은 효과와 예측도를 보여주었다. 이와 마찬가지로 본 연구에서도 술 전 평균 난시는  $-2.96$ D에서 술 후  $-0.64$ D로 난시 도수가 78% 줄어들어 좋은 예측도를 보여주었다.

이러한 난시용 ICL의 난시 교정 효과를 유지하기 위해서는 난시용 ICL이 회전하지 않고 안정성을 유지해야 한다. 술 후 렌즈 축 위치변화는 spherical ICL의 경우 Jiménez-Alfaro et al<sup>12</sup>은 눈 안에서 회전이 10% 정도로 보고하였고, Lee et al은 6% 회전을 보고하였다(Lee et al, presented at the ARVO Annual Meeting April 2004; Clinical Significance of Implantable Contact Lens Rotation). 난시용 ICL도 spherical ICL과 유사한 구조를 가지고 있어서 회전율이 비슷하리라고 생각한다. 본 연구에서는 수술 직후 렌즈의 정렬이 모두 목표치에서 5도 이내로 안정적이었는데 경과 관찰 중 산동검사 시 안구 회전 및 주관적인 축 위치 측정에 따른 오차 등을 감안할 때 10도 초과하는 축 위치 변화를 보이고 난시 도수가 0.50D 초과하여 증가하고 주관적인 시력 저하가 있는 경우를 임상적으로 유의한 난시용 ICL의 회전으로 보았다. 난시용 ICL이 15도 이상의 렌즈 축 회전이 있을 경우 난시 교정 효과가 50% 이상 감소하고 굴절검사상 난시 축의 변화도 발생하는데, 본 연구에서 마지막 경과 관찰까지 난시용 ICL이 한 번이라도 10도 초과하는 렌즈 축 회전이 있었던 경우는 1명 2안으로 우안에서는 술 후 9개월째 나안 시력이 1.0에서 0.4로 감소하고 난시 도수는 1.50D

증가하고 18도의 축 회전 변화를 보여 난시용 ICL 회전으로 판단하고 직경이 더 큰 난시용 ICL로 교체술을 시행하였다. 좌안의 경우 술 후 4년째 병원을 방문하지 않고 전화상 시력 저하를 호소하였는데 그 때 난시용 ICL 회전이 발생한 것으로 추정된다. 그 후 술 후 7년째 검사상 나안 시력 1.0에서 0.7로 감소, 난시 도수는 1.00D 증가하고 30도의 축 회전 변화를 보였지만 환자가 재수술을 원하지 않아 경과 관찰 중이다.

난시용 ICL의 회전에 영향을 줄 수 있는 요인 중 Mori et al<sup>17</sup>은 술 중 난시용 ICL의 삽입 축이 수평 경선으로부터 5도 이상인 경우가 5도 미만인 경우보다 5.6배 더 유의하게 회전을 유발할 수 있다고 보고하였다. Mori et al<sup>17</sup>은 난시용 ICL 삽입 시 수평 경선의 직경에 맞춘 ICL을 삽입할 경우, 섬모체고랑사이직경이 수평 축으로 길다면 ICL 4개의 지지부(haptic plates)가 잘 고정되어 있지만 수직 축으로 길다면 수평으로 난시용 ICL이 삽입되었을 때는 여러 원인에 의해 수직 경선인 90도 방향 쪽으로 회전을 유발할 수 있다고 하였다. 하지만 본 연구에서 수평 경선에 삽입축이 5도 미만으로 차이 나는 경우와 5도 이상으로 차이 나는 경우로 나누어 임상적으로 의미 있는 회전이 발생하는 빈도를 비교해 보았을 때 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.505$ , calculated by Fisher's-exact test). Oh et al<sup>18</sup>의 연구에서 초음파생체현미경으로 측정한 섬모체고랑사이직경(sulcus to sulcus diameter)은 수직 직경이 수평 직경보다 평균적으로 길다고 보고하였으며, 이와 반대로 Reinstein et al<sup>19</sup>은 초단파디지털초음파(Very high frequency digital ultrasound)를 이용해 측정한 섬모체고랑사이직경은 수평 직경이 수직 직경보다 평균적으로 길다고 보고하였다. Oh et al<sup>18</sup>과 Reinstein et al<sup>19</sup>의 두 가지 연구 모두 심한 고도 근시를 대상으로 한 것이 아니고 저도 근시나 정상안을 대상으로 한 연구여서 고도 근시에서의 추가적인 연구가 필요하리라 생각되지만, 본 연구 저자들의 수술 방법이 수평 각막직경을 기준으로 각막직경을 측정하였고 난시용 ICL 삽입축도 수평 직경 방향으로 이루어졌는데 난시용 ICL 회전이 거의 발생하지 않은 점으로 미루어 보면 섬모체고랑사이직경은 수평 직경이 수직 직경보다 평균적으로 더 길지 않나 하고 추정한다.

술 후 난시용 ICL의 vaulting은 이전의 연구에 따르면 난시용 ICL의 회전과 관련된 요인으로 생각한다.<sup>12</sup> 난시용 ICL의 길이가 섬모체고랑사이직경보다 크면 높은 vault가 되고, 길이가 작으면 낮은 vault가 되어 더 쉽게 회전을 유발할 수 있다. Sheng et al<sup>20</sup>은 술 후 난시용 ICL의 vault가 렌즈의 회전과 유의한 상관 관계가 있다고 보고하였는데 난시용 ICL의 지지부(foot plates)가 섬모체 고랑에 위치한

경우가 섬모체 고랑 아래에 위치한 경우보다 낮은 vault를 보이고 렌즈의 회전이 더 발생한다고 하였다. 그렇지만 Mori et al<sup>17</sup>은 vaulting이 렌즈의 회전에 영향을 미치지 않았다고 하였다. 본 연구에서 수술 직후 vault가 높아 동공 차단을 일으켜 즉각적인 교체를 시행한 경우가 있었지만 경과 관찰 중 10도 초과 축 위치 변화를 보인 2안을 포함한 모든 안에서 vault가 1 CCT 이상으로 비교적 높게 유지되었다. 그리고 난시용 ICL이 회전한 2안 중 1안을 제외하고는 모든 눈에서 난시용 ICL의 중심이탈이 없었다. 이런 점들은 상대적으로 난시용 ICL 크기가 작지 않고 적절하였다는 점을 보여주고, 따라서 본 연구에서 난시용 ICL 회전의 발생률이 1.7%로 낮았던 것 같다.

Park et al<sup>21</sup>은 난시용 ICL의 도수(spherical power)와 술 후 렌즈 회전과 유의한 상관관계가 있다고 보고하였다. 하지만 다른 연구에서는 난시용 ICL의 도수뿐만 아니라 술 전 구면 대응치, 안축장 등은 렌즈의 회전과 상관 관계가 없다고 보고하였다.<sup>17</sup> 본 연구에서도 2안을 제외한 모든 안에서 축의 안정성을 보여주어 난시용 ICL의 회전은 난시용 ICL의 도수, 술 전 구면대응치, 안축장 등과 상관 관계가 없었다(각각  $p=0.49$ ,  $p=0.38$ ,  $p=0.24$ , calculated by Mann-Whitney test).

본 연구에서 시력저하를 동반한 축 회전을 보인 2안 중 1안은 중심 이탈이 없고 vault가 3 CCT로 낮지 않았음에도 불구하고 30도의 회전을 보였다. 이는 보편적으로는 난시용 ICL이 섬모체고랑사이직경보다 크기가 작을 때 회전이 발생할 수 있는 것과는 달리 난시용 ICL이 섬모체고랑사이직경에 비해 별로 작지 않지만 조절에 따른 모양체와 모양체 소대의 움직임과 같은 다른 요인으로 vault의 역동적인 변화를 유발하여 회전하는 경우도 있을 것으로 추정된다.<sup>22</sup>

본 연구의 난시용 ICL 회전이 발생한 2안은 축이 회전한 뒤로 그 축 위치에서 계속 같은 축 방향을 유지하면서 추가적인 축 위치 변화가 그 후로는 생기지 않았다. 따라서 저자가 추정하기에는 변화된 축 방향으로의 섬모체고랑사이직경이 원래 처음 수술 후 난시용 ICL이 위치한 섬모체고랑사이직경보다는 약간 더 직경이 크고 실제 그 눈의 가장 긴 축 방향으로 추정했다. 그래서 난시용 ICL 교체술 시에는 그 방향으로 난시용 ICL의 축이 위치하도록 하였다.

저자가 시술하였던 과거의 spherical ICL의 추적 관찰에서 ICL 회전이 유발되려면 대개는 중심이탈이 같이 동반되고 주변부 vault는 위 아래의 크기가 서로 다르게 비대칭이었다. 그런 경우에는 ICL 직경이 섬모체고랑사이직경에 비해 상당히 작다는 것을 바로 추정할 수 있고, 이때는 경과 관찰기간 동안 지속적으로 다양한 방향으로 축의 회전 변화가 있을 수 있다. 즉 섬모체고랑 안에서 ICL이 느슨하게

직경이 작아서 계속 움직이면서 회전한다. 물론 vault가 작은 경우에 중심이탈이 없이 ICL이 회전하는 경우도 있었다. 이때도 ICL이 역시 섬모체고랑사이직경에 비해 비교적 작은 경우로 추정된다. ICL이 일정한 방향의 섬모체고랑사이직경보다 작다면 일정한 각도 안에서만 회전이 일어나지만 360도 전 방향에서 섬모체고랑사이직경보다 상대적으로 작다면 360도 어느 방향으로든 회전이 발생할 수 있을 것이다.

저자는 spherical ICL 회전의 경우 눈 화장을 한다든지, 세밀한 글씨를 본다든지 하는 조절을 과다하게 했던 경우를 발견한 적이 몇 번 있다. 본 논문에서 회전이 발생한 2안에서도 조절이 축 회전의 유발 인자로 작용했을 가능성이 있다고 추정한다. 조절이 원인이 되어 ICL의 움직임을 유발하고 또한 그 결과로 ICL이 회전했을 시 급격한 vault 감소가 동반된 경우라면 산동제를 사용하여 원위치로 회복시킨 뒤 vault가 증가하고 근시성 변화(myopic shift)도 회복된 spherical ICL 사례도 1예 경험한 적이 있다. 이 경우 환자가 거울을 가까이 보면서 코 끝 부위를 볼 때 갑자기 시력 변화가 생겼다고 했다. 병원 방문 시 예전에 1.2 CCT였던 vault가 0.2 CCT로 감소되었고 -1.50D의 근시가 추가로 발생하였으며 spherical ICL의 40도 회전이 발생한 상태였다. 산동제를 점안한 후 vault는 1.2 CCT로 회복되었고 myopic shift가 발생하였던 것도 해소되고 저하되었던 원거리 시력도 회복되었다. 이 환자는 산동제 치료로 회복되고 나서 그 후 회전 재발은 없었다. 그러나 보편적으로는 난시용 ICL 회전이 발생하면 더 큰 직경의 난시용 ICL로 교체 수술을 시행하여야 한다. 그렇지 않고 단순히 원상태로 재위치만 시켜주면 추후 다시 회전이 재발하는 게 흔하다.

이번 연구와는 별도로 저자는 외상으로 인한 난시용 ICL 축 회전을 1명 2안에서 경험한 예도 있었다. 이 경우 양안 난시용 ICL 수술 후 5년 동안 양안 모두 난시용 ICL 축의 위치 변화가 전혀 없이 지냈었는데, 술 후 6년째 될 때 축구 공으로 왼쪽 눈을 부딪쳐서 멍이 들었다고 본원을 방문하였다. 검사상 vault가 우안 2.33 CCT, 좌안 1.33 CCT로 1년 전과 변화가 없고 그날 산동검사를 원하지 않아 1년 뒤 방문 시 산동검사를 실시하였는데 우안 15도, 좌안 20도의 난시용 ICL 축 회전 변화가 관찰되었다. 산동 후 양안 vault도 축 회전이 발생하기 전과 유사하게 적절히 크고 대칭적이었으며 난시용 ICL의 중심이탈도 없었다. 술 전 난시가 우안 -1.75D, 좌안 -1.50D로 작았던 경우여서 상대적으로 회전에 의한 주관적인 시력저하가 적어서 이 경우는 경과 관찰만 하기로 하였다. 이처럼 외상은 좌안에 생겼으나 양안 모두 난시용 ICL 회전이 발생할 수도 있고, 이 경우는 직경이 더 큰 ICL로 교체하는 재수술이 아니라 난시용 ICL 재위치 교정만으로도 치료가 가능할 것이다. 따라서 난시용

ICL 회전의 경우 외상력이 있는지도 확인하는 게 치료 방향 설정에 도움이 될 것이다.

결론적으로 난시용 ICL 삽입술은 고도 근시와 난시를 동시에 효과적이고 정확하게 교정할 수 있으며 평균 37개월의 장기 경과 관찰 동안 렌즈 축의 회전에 대해 상당히 높은 안정성을 보여 안전한 시력 교정 수술로 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Geggel HS, Talley AR. Delayed onset keratectasia following laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy. *Ophthalmology* 2000;107:640-52.
- 2) Göker S, Er H, Kahvecioglu C. Laser in situ keratomileusis to correct hyperopia from +4.25 to +8.00 diopters. *J Refract Surg* 1998; 14:26-30.
- 3) 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.
- 4) Lee SY, Cheon HJ, Baek TM, Lee KH. Implantable contact lens to correct high myopia (Clinical Study with 24 Months Follow-up). *J Korean Ophthalmol Soc* 2000;41:1515-22.
- 5) Chun YS, Lee JH, Lee JM, et al. Outcomes after implantable contact lens for moderate to high myopia. *J Korean Ophthalmol Soc* 2004;45:480-9.
- 6) Sanders DR, Brown DC, Martin RG, et al. Implantable contact lens for moderate to high myopia: phase 1 FDA clinical study with 6 month follow-up. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:607-11.
- 7) Sanders DR, Vukich JA, Doney K, Gaston M; Implantable Contact Lens in Treatment of Myopia Study Group. U.S. Food and Drug Administration clinical trial of the Implantable Contact Lens for moderate to high myopia. *Ophthalmology* 2003;110:255-66.
- 8) Sanders DR, Schneider D, Martin R, et al. Toric Implantable Collamer Lens for moderate to high myopic astigmatism. *Ophthalmology* 2007;114:54-61.
- 9) Sanders DR, Doney K, Poco M; ICL in Treatment of Myopia Study Group. United States Food and Drug Administration clinical trial of the Implantable Collamer Lens (ICL) for moderate to high myopia: three-year follow-up. *Ophthalmology* 2004;111:1683-92.
- 10) DeJaco-Ruhswurm I, Scholz U, Pieh S, et al. Long-term endothelial changes in phakic eyes with posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1589-93.
- 11) Edelhauser HF, Sanders DR, Azar R, Lamielle H; ICL in Treatment of Myopia Study Group. Corneal endothelial assessment after ICL implantation. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:576-83.
- 12) 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.
- 13) Sanders DR, Grabow HB, Shepherd J, Raanan MR, Staar AA 4203T Toric Silicone IOL. In: Martin RG, Gillis JP, Sanders DR, eds. *Foldable Intraocular Lenses*. Thorofare, NJ: SLACK Inc., 1993; v. 1. chap. 14.
- 14) Han SY, Lee KH. Long term effect of ICL implantation to treat high myopia. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:465-72.

- 15) Chang J, Lau S. Toric Implantable Collamer Lens for high myopic astigmatic Asian eyes. *Ophthalmology* 2009;116:2340-7.
- 16) Bhikoo R, Rayner S, Gray T. Toric implantable collamer lens for patients with moderate to severe myopic astigmatism: 12-month follow-up. *Clin Experiment Ophthalmol* 2010;38:467-74.
- 17) Mori T, Yokoyama S, Kojima T, et al. Factors affecting rotation of a posterior chamber collagen copolymer toric phakic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:568-73.
- 18) Oh J, Shin HH, Kim JH, et al. Direct measurement of the ciliary sulcus diameter by 35-megahertz ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology* 2007;114:1685-8.
- 19) Reinstein DZ, Archer TJ, Silverman RH, et al. Correlation of anterior chamber angle and ciliary sulcus diameters with white-to-white corneal diameter in high myopes using artemis VHF digital ultrasound. *J Refract Surg* 2009;25:185-94.
- 20) Sheng XL, Rong WN, Jia Q, et al. Outcomes and possible risk factors associated with axis alignment and rotational stability after implantation of the Toric implantable collamer lens for high myopic astigmatism. *Int J Ophthalmol* 2012;5:459-65.
- 21) Park SC, Kwun YK, Chung ES, et al. Postoperative astigmatism and axis stability after implantation of the STAAR Toric Implantable Collamer Lens. *J Refract Surg* 2009;25:403-9.
- 22) Bechmann M, Ullrich S, Thiel MJ, et al. Imaging of posterior chamber phakic intraocular lens by optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:360-3.

---

= 국문초록 =

## 난시용 ICL 삽입술의 회전 안정성

**목적:** 난시를 동반한 근시를 교정하기 위해 난시용 Implantable Collamer Lens (ICL)를 삽입 후 렌즈 축의 회전 변화를 평가하고자 하였다.

**대상과 방법:** 난시용 ICL 삽입술을 시행 받은 66명 118안을 대상으로 평균 37개월의 장기간 경과 관찰 시 렌즈 축의 회전 변화와 그에 따른 시력 변화, 난시 도수의 변화를 평가하였다.

**결과:** 난시용 ICL 삽입술 후 나안시력은 118안 중 107안(91%)이 0.8 이상의 시력 호전을 보였다. 난시 도수는 술 전 평균  $-2.96 \pm 1.13D$ 에서 술 후 평균  $-0.64 \pm 0.61D$ 로 줄어 들었으며, 난시용 ICL의 축의 위치 변화는 경과 관찰 기간 동안 평균  $2.4 \pm 3.8$ 도를 보였다. 118안 중 2안(1.7%)이 10도 초과 축의 위치 변화를 보였는데 2안 모두 시력 저하를 동반하였고, 각각 18도, 30도 축의 회전변화, 1.50D, 1.00D의 난시 도수의 증가를 보였다. 나머지 116안(98.3%)은 경과 관찰 기간 동안 시력저하 증상을 유발하는 회전 변화 없이 탁월한 회전 안정성을 보여 주었다.

**결론:** 난시가 동반된 고도 근시 교정을 위한 난시용 ICL 삽입술은 장기적으로 렌즈의 축 변화가 거의 없이 안정적으로 유지된다. (대한안과학회지 2015;56(4):477-484)

---