

## 두 가지 토릭 인공수정체 삽입 후 임상결과 분석

### Comparison of the Clinical Outcomes of Two Types of Toric Intraocular Lens

양순원 · 이재훈 · 임성아 · 정소향

Soon Won Yang, MD, Jae Hoon Lee, MD, Sung A Lim, MD, So Hyang Chung, MD, PhD

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 안과 및 시과학교실

Department of Ophthalmology and Visual Science, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

**Purpose:** In this study evaluated clinical outcomes and higher-order aberrations in patients with implanted Tecnis ZCT toric intraocular lens (IOL) (Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA) and the Zeiss AT TORBI toric IOL (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany) in eyes with low to moderate corneal astigmatism.

**Methods:** We conducted a retrospective study of 32 consecutive eyes of 26 patients with a visually significant cataract and moderate corneal astigmatism (higher than 1.25 diopter [D] and lower than 4.5 D) undergoing cataract surgery with implantation of the aspheric Tecnis ZCT toric IOL (Abbott Medical Optics Inc.) and the Zeiss AT TORBI toric IOL (Carl Zeiss Meditec AG). Phacoemulsification was performed by the same experienced surgeon using 2.2 mm temporal incision. Visual, refractive and aberrometric changes were evaluated during a 3-month follow-up. Power vector analysis of Cartesian astigmatism (J0) and oblique astigmatism (J45) was performed.

**Results:** At the 3-month follow-up, corrected distance visual acuity (CDVA) and residual astigmatism showed no statistically significant differences between groups ( $p = 0.203$  and  $p = 0.364$ , respectively). Pre- and postoperative J0 were  $0.71 \pm 0.84$  and  $0.05 \pm 0.39$  in the Tecnis Toric group and,  $0.88 \pm 1.27$  and  $-0.02 \pm 0.16$  in the AT TORBI group, respectively, which showed statistically significant differences ( $p = 0.029$  and  $p = 0.032$ , respectively). Pre- and post-operative differences of J0 and J45 were not statistically significant ( $p = 0.234$  and  $p = 0.603$ , respectively). No eye had IOL rotation  $\geq 10^\circ$ . Ocular aberrometry values were statistically significantly different between the groups, except for spherical aberration, which was higher in the AT TORBI group ( $p = 0.0047$ ).

**Conclusions:** Both IOLs showed good postoperative uncorrected distance visual acuity, CDVA and refractive results in this study. Rotational stability was excellent for both IOLs until the 3-month follow-up.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(2):200-207

**Keywords:** Astigmatism, AT TORBI, Intraocular lens, Tecnis, Toric

현대의 백내장 수술은 굴절교정수술로 불릴 만큼 수술

후 안경 없이 생활할 수 있는 정시에 대한 환자의 기대치가 상승되어 있다. 그러나 백내장이 있는 환자들 중 약 35%에서는 1.00디옵터(diopter, D) 이상의 각막 난시가 있고, 약 15-20%에서는 1.5D 이상의 각막 난시가 있는 것으로 보고 되어 있다.<sup>1-3</sup> 난시를 교정하지 않을 경우 디옵터당 시력표 약 1.5줄 정도 시력이 감소되는 것으로 알려져 있으므로<sup>4,5</sup>, 백내장 수술 후 잔여 난시가 있는 경우는 원거리 나안시력을 저하시킬 수 있는 주요 원인들 중 하나이다.

많은 술자들이 난시를 교정하기 위해 백내장 수술 시 각

- Received: 2015. 8. 20.      ■ Revised: 2015. 10. 30.
- Accepted: 2015. 12. 30.
- Address reprint requests to So Hyang Chung, MD, PhD  
Department of Ophthalmology, The Catholic University of  
Korea Seoul St. Mary's Hospital, #222 Banpo-daero, Seocho-gu,  
Seoul 06591, Korea  
Tel: 82-2-2258-6203, Fax: 82-2-599-7405  
E-mail: chungsh@catholic.ac.kr

© 2016 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.

막 윤부나 각막에 이완 절개를 하는 방법을 고안해 왔다.<sup>4,5</sup> 이러한 방법들은 결과 예측이 힘들고 부정확하다는 단점이 제기되어 왔고, 개인의 상처치유 반응 및 술자의 술기에 의존하기 때문에 교정할 수 있는 난시량에 한계가 있다.<sup>6</sup> 또한 과교정이나 저교정, 각막 천공 및 상처 벌어짐 등도 고려되어야 할 문제점이다. 레이저를 이용한 굴절수술로 난시를 교정하는 방법은 비교적 정확한 교정 효과를 보이지만 각막 절편 관련 합병증이나 눈부심, 달무리 같은 문제와 이차 수술로 인한 환자의 불편감 등의 단점이 있다.<sup>6-8</sup> 난시 교정 인공수정체를 이용한 난시교정은 결과에 대한 예측도가 높으며 가역적이라는 장점 외에도 불규칙 난시를 유발하지 않으므로 뛰어난 시력의 질을 보여줄 것으로 기대되어 왔다. 난시교정 인공수정체는 1992년부터 임상적으로 사용되어 왔으며, 초창기에는 약 20%의 환자에서 30도 이상의 렌즈 회전이 관찰되었다.<sup>9</sup> 실제로 난시교정용 인공수정체의 축이 목표 축으로부터 1도씩 벗어날 때마다 인공수정체의 난시교정효과가 약 3%씩 감소한다고 알려져 있으며, 축이 목표치에서 30도 이상 차이가 날 경우, 오히려 난시량이 더 증가할 수 있다.<sup>9-11</sup> 또한 초창기 난시교정용 인공수정체는 수술 시 절개창이 커서 각막 난시 유발 및 정확한 도수 결정에 어려움이 있었다.

최근에는 미세절개창 백내장 수술을 시행하는 것이 가능해져서 수술 후 난시 유도가 적고,<sup>12</sup> 인공수정체의 디자인 및 재질이 발전하여 그 안정성 및 예측도가 많이 개선되었다. 따라서 난시교정용 인공수정체 삽입이 가장 효과적이고, 안정적으로 각막난시를 줄일 수 있는 방법으로 보고되고 있다.<sup>13-19</sup>

테크니스 난시교정용 인공수정체(TECNIS ZCT Toric IOL; Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA)는 일체형 C loop의 지지대를 가진 형태로 소수성 아크릴 재질이며 -0.27  $\mu\text{m}$ 의 음성 구면수차를 가지고 있다. 또한 인공수정체의 앞면에 난시 교정 효과를 가지고 있는 비구면 렌즈이다. 자이스 AT TORBI 난시교정용 인공수정체(AT TORBI 709M Toric IOL; Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)는 일체형 판형 지지대를 가진 형태로 친수성 아크릴에 소수성 코팅을 한 재질이며 난시 교정 효과가 인공수정체의 전후면 모두에 있는 특징이 있고 구면수차가 0  $\mu\text{m}$ 이다.

테크니스 난시교정용 인공수정체 및 자이스 AT TORBI 난시교정용 인공수정체의 경우 국외 여러 논문에서 그 효과와 안정성이 보고되었으나, 국내에서는 아직까지 보고된 바가 없다. 이에 본 연구에서는 테크니스 난시교정용 인공수정체 및 자이스 AT TORBI 난시교정용 인공수정체의 임상효과를 비교하여 분석해 보고자 한다.

## 대상과 방법

본 연구는 2013년 4월부터 2015년 5월까지 가톨릭대학교 서울성모병원에서 수정체유화술 및 인공수정체 후낭삽입술을 시행 받은 26명 중 32안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였으며, 가톨릭중앙의료원 연구윤리 심의위원회(Institutional Review Board, IRB)로부터 과제번호 KC15RISI0380로 심의 승인을 받았다. 1.00D 이상 4.50D 이하의 규칙 각막난시를 가진 환자들을 대상으로 하였으며, 불규칙 각막난시, 각막 혼탁, 홍채 이상, 시력에 영향을 끼칠 수 있는 안구 질환 등이 있을 경우와 수술 중 후낭 파열 등의 합병증이 발생한 예는 본 연구에서 제외하였다.

### 수술 전 검사

수술 전 검사로는 환자 병력 청취, 나안 시력, 최대교정시력, 현성굴절검사, 세극등 현미경검사, 안저검사, 안축장, 각막곡률측정검사 및 각막지형도 검사(Pentacam, Oculus GmbH, Wetzlar, Germany)를 시행하였다. 안축장은 IOLMaster (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA)로 측정하였고 측정되지 않는 경우 A-scan (Axis II<sup>®</sup>, Quantel Medical, Cedex, France)을 이용하였다. Pentacam에서 각막 전후면을 고려한 total cornea refractive power map (TCRP)의 3 mm 지역의 난시축과 난시량을 바탕으로 인터넷-기반의 난시교정용 인공수정체 도수 계산기(TECNIS Toric Calculator; <http://www.tecnistoriccalc.com>, AT TORBI<sup>®</sup> 709M IOL Calculator; <https://zcalc.meditec.zeiss.com/zcalc>)를 통해 목표굴절치는 정시에 가장 가까운 근사치로 Haigis 공식을 이용하여 난시교정용 인공수정체를 결정하였다. AT TORBI<sup>®</sup> 709M IOL Calculator 사용 시 기록하게 되어 있는 전방 깊이는 IOLMaster (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA) 측정값을 대입하여 계산하였다. 수술 후 유도되는 난시(surgically induced astigmatism, SIA) 값은 0.25D로 산정하였다.

### 수술 방법

수술 3일 전부터 0.5% moxifloxacin (Vigamox, Alcon, TX, USA) 안약을 하루에 4회씩 점안하였다. 술 전에 Mydrin-P<sup>®</sup> (Santen, Osaka, Japan)를 10분 간격으로 3회 점안하여 충분히 산동시킨 후 4% lidocaine을 이용하여 점안마취를 시행하였다. 수술 전 Surgery Guidance<sup>™</sup> SG5000<sup>®</sup> (Sensomotoric Instruments GmbH, Teltow, Germany)을 측정하여 환자의 홍채를 인식한 후 수술 직전 TCRP의 난시축을 입력하고 누운 상태에서 SMI guide하에 난시축을 표시하였다(Fig. 1). 모든 수술은 숙련된 한 술자에 의하여 이루어졌으며 각막 이측에 2.2 mm의 미세 각막 절개를 하고,

Infinity Vision System® (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)과 OZil™ Torsional Handpiece (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)를 이용하여 수정체유화술을 시행하였다. 인공수정체를 후낭에 삽입한 후, 후낭 내에서 완전히 퍼지기 전에 관류 및 흡입을 시행하여 인공수정체 뒤에 남아 있는 점탄 물질을 제거하고 인공수정체를 회전시켜 미리 표시해 둔 표식에 따라 인공수정체의 축을 위치시켰다. 그 후에 인공수정체를 조심스럽게 후방 쪽으로 두드리 주어 전낭절개면이 렌즈의 광학부를 덮을 수 있게 위치시키고 전방의 점탄물질을 제거 후 SMI를 이용하여 인공수정체의 난시 축을 다시 확인하고 수술을 종료하였다. 수술 중 후낭 파열 등의 합병증 및 수술 후 합병증은 발생하지 않았다.

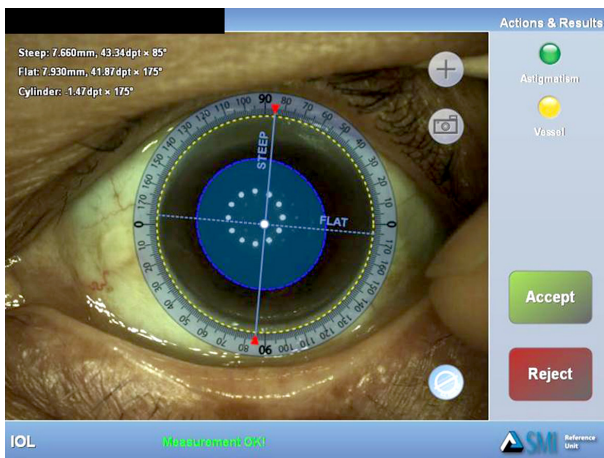


Figure 1. Surgery Guidance™ SG5000® (SMI). IOL = intraocular lens.

Table 1. Patient demographics and clinical information

Parameters	AMO Tecnis® Toric IOL	AT TORBI® 709M IOL	p-value*
Eyes (n)	18	14	
Patients (n)	14	12	
Age (years)	58.33 ± 12.66 (21 ~ 80)	45.70 ± 18.50 (21 ~ 78)	
Male sex (n, %)	5 (35.7)	1 (8)	
Right eyes (n, %)	8 (57.1)	9 (64)	
UDVA (log MAR)	0.75 ± 0.57 (1.7 ~ 0.2)	0.89 ± 0.50 (2.0 ~ 0.1)	0.47
CDVA (log MAR)	0.38 ± 0.43 (1.7 ~ 0)	0.31 ± 0.23 (2.0 ~ 0)	0.27
Sphere (D)	-2.31 ± 3.26 (-9.0 ~ +2.25)	-3.6 ± 3.04 (-8.75 ~ +2.0)	0.39
Cylinder (D)	-2.10 ± 1.14 (-5.25 ~ -0.5)	-3.30 ± 2.23 (-7.75 ~ -0.25)	0.33
Corneal astigmatism (D)	2.10 ± 1.11 (0.75 ~ 4.5)	1.96 ± 0.96 (1.0 ~ 4.5)	0.65
Corneal spherical aberration (μm)	0.35 ± 0.37 (-0.409 ~ +0.352)	0.36 ± 0.31 (+0.035 ~ +0.633)	0.27
IOL power (D)	18.25 ± 3.34 (10.5 ~ 23.0)	S 12.75 ± 0.99 (1 ~ 18) C 2.67 ± 0.99 (1 ~ 4)	
IOL model (n)	ZCT 150 (4), ZCT225 (7), ZCT400 (7)	AT TORBI 709M (14)	

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

IOL = intraocular lens; UDVA = uncorrected distance visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity; S = spherical power; C = cylindrical power.

\*Student t-test.

## 수술 후 검사

수술 후 1일, 1주일, 1달 그리고 3개월에 나안시력, 최대 교정시력, 현성굴절검사, 세극등 현미경 검사를 시행하였다. 수술 후 3개월째 수술한 눈을 산동한 후 세극등 현미경 앞에서 정면을 보도록 한 후 역조명을 비추어 전안부 사진을 촬영하고 SMI로 인공수정체 면에 표시되어 있는 기준 표지자(reference mark)의 축을 측정하여 수술 시 의도하였던 삽입축과 인공수정체가 실제로 삽입된 축의 차이를 분석하였다. 수술 후 3개월째 Wavescan (VISX™, Abbott Laboratories Inc., Santa Ana, CA, USA)을 이용하여 6 mm 동공에서 전체고위수차(total higher order aberration), 구면수차(spherical aberration), 코마수차(coma) 및 트레포일수차(trefoil) 값을 측정하였다.

## 난시 분석 방법

Power vector 방법을 이용해서 Cartesian astigmatism (J0), oblique astigmatism (J45)으로 난시 분석을 시행하였다. 자동굴절 검사 값을 다음과 같은 수식에 대입하여 계산하였다(C는 cylinder 값, α는 cylinder 축을 나타낸다).  $J0 = -(C/2) \cos(2\alpha)$ ,  $J45 = -(C/2) \sin(2\alpha)$ .<sup>20</sup>

## 통계적 분석 방법

모든 데이터는 엑셀 데이터베이스로 정리하였다(Microsoft Excel 2010; Microsoft Inc., Redmond, WA, USA). 모든 통계적 계산은 SPSS for Windows (Version 22.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)로 시행하였다. 수술 전후 차이에 대해서 Paired t-test, 두 군을 비교하기 위하여 Independent t-test

를 사용하였으며 모든 수치는 평균  $\pm$  표준편차의 형식으로 나타내었다.  $p < 0.05$ 인 경우 통계학적으로 유의한 값으로 간주하였다.

## 결 과

본 연구는 1.0D 이상 및 4.5D 이하의 규칙각막난시를 동반한 백내장으로 난시교정용 인공수정체를 삽입한 26명의 32안을 대상으로 하였다. 환자군의 연령은 21-80세까지 분포하였으며, 테크니스 군은 14명의 18안, 자이스 AT TORBI 군은 12명의 14안이었다. Table 1은 환자의 수술 전 특징 및 사용한 인공수정체를 기술한 표로써 수술 전 나안시력, 교정시력, 구면치, 굴절난시, 각막난시 및 각막구면수차에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

### 시력 및 굴절

테크니스 난시교정용 인공수정체를 넣은 군과 자이스 AT TORBI를 넣은 군 모두에서 수술 3개월째 나안시력, 최대교정시력, 구면치, 굴절난시 및 구면대응치가 수술 전보다 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 2, 3). 나안시력은 테크니스 군 중 94.5%, AT TORBI 군 중 91.7%에서 0.3 logMAR 시력(스넬렌 시력표 20/40 이상)보다 더 좋은 시

력 수치를 보였고 테크니스 군 중 72.2%, AT TORBI 군 중 75.0%에서 0.0 logMAR 시력(스넬렌 시력표 20/20 이상)보다 더 좋은 시력 수치를 보였다. 최대교정시력은 두 군 모두에서 0.10 logMAR 시력(스넬렌 시력표 20/25 이상)보다 더 좋은 수치를 보였다. 수술 후 구면렌즈 디오프타가  $\pm 0.5D$  범위 내로 측정된 수는 테크니스 군에서 16안(89%), AT TORBI 군에서 12안(86%)이었고, 수술 후  $\pm 1.0D$  범위 내로 측정된 수는 두 군 모두 100%였다. 현성굴절검사상 나타난 굴절난시가  $< 0.50D$ 로 측정된 수는 테크니스 군에서 16안(89%), AT TORBI 군에서 12안(86%)이었으며,  $< 1.00D$ 로 측정된 수는 테크니스 군에서 17안(94%), AT TORBI 군에서 13안(93%)이었다. 수술 후 계산한 구면렌즈 대응치는 수술 전 의도했던 것과 비교하여 볼 때 그 차이가  $\pm 0.5D$  범위 내로 측정된 수는 테크니스 군에서 16안(89%), AT TORBI 군에서 12안(86%)이었고,  $\pm 1.0D$  범위 내로 측정된 수는 두 군 모두 100%였다. 두 군을 비교하였을 때 수술 후 1일, 1주, 1개월 및 3개월째 두 군의 굴절난시 및 구면대응치는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 2).

### 난시 분석

수술 후 3개월째 시행한 현성굴절검사 결과를 토대로 파워 벡터 분석을 시행하였다(Table 4). 테크니스 군에서 J0

**Table 2.** Preoperative and postoperative visual acuity, refraction and in the AMO Tecnis toric intraocular lens

Parameters	Mean $\pm$ SD (range)		p-value*
	Pre op	Post op	
UDVA (log MAR)	0.75 $\pm$ 0.57 (1.7 ~ 0.2)	0.12 $\pm$ 0.16 (0.5 ~ 0)	<0.001
CDVA (log MAR)	0.38 $\pm$ 0.43 (1.7 ~ 0)	0.03 $\pm$ 0.05 (0.1 ~ 0)	<0.001
Sphere (D)	-2.31 $\pm$ 3.26 (-9.0 ~ +2.25)	-0.19 $\pm$ 0.39 (-0.75 ~ +0.5)	0.018
Cylinder (D)	-2.10 $\pm$ 1.14 (-5.25 ~ -0.5)	-0.45 $\pm$ 0.20 (-0.75 ~ -0.25)	0.0006
Spherical equivalent (D)	-3.24 $\pm$ 3.68 (-10.625 ~ +1.375)	-0.15 $\pm$ 0.34 (-0.5 ~ +0.5)	0.0037
Rotation (°)	-	3.2 $\pm$ 2.2 (8 ~ 0)	

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

SD = standard deviation; Pre op = preoperative; Post op = postoperative; UDVA = uncorrected distance visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity.

\*Student *t*-test.

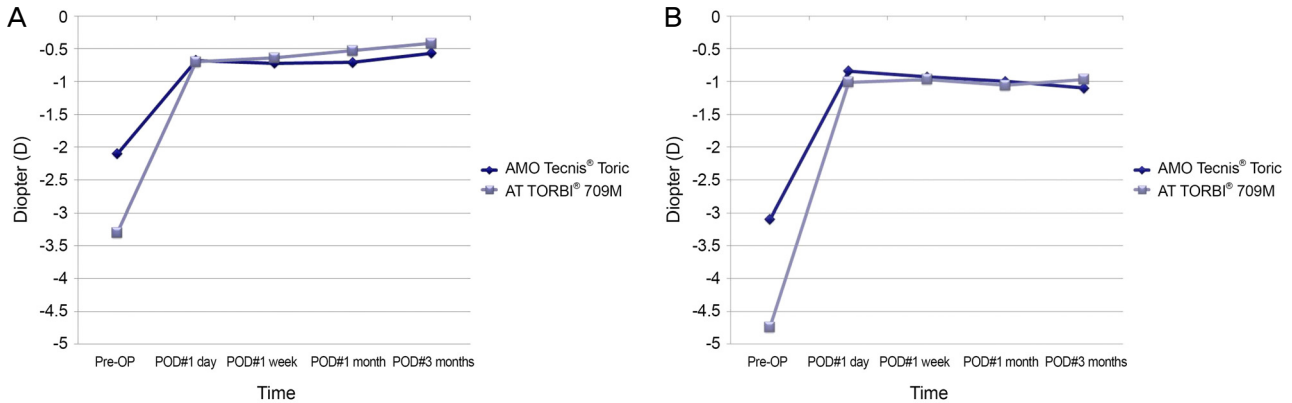
**Table 3.** Preoperative and postoperative visual acuity, refraction and rotation in the Zeiss AT TORBI toric intraocular lens

Parameters	Mean $\pm$ SD (range)		p-value*
	Pre op	Post op	
UDVA (log MAR)	0.87 $\pm$ 0.47 (2 ~ 0.1)	0.11 $\pm$ 0.13 (0.2 ~ 0)	<0.001
CDVA (log MAR)	0.31 $\pm$ 0.48 (2 ~ 0)	0.02 $\pm$ 0.05 (0.1 ~ 0)	0.0015
Sphere (D)	-3.6 $\pm$ 3.04 (-8.75 ~ +2.0)	0.05 $\pm$ 0.54 (-0.25 ~ +1.0)	0.02
Cylinder (D)	-3.30 $\pm$ 2.23 (-7.75 ~ -0.25)	-0.34 $\pm$ 0.38 (-1.0 ~ 0)	0.001
Spherical equivalent (D)	-4.74 $\pm$ 2.47 (-10.375 ~ +1.50)	-0.09 $\pm$ 0.59 (-0.625 ~ 0.75)	0.015
Rotation (°)	-	2.4 $\pm$ 2.0 (8 ~ 0)	

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

SD = standard deviation; Pre op = preoperative; Post op = postoperative; UDVA = uncorrected distance visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity.

\*Student *t*-test.



**Figure 2.** Refractive results at 3 months postoperatively. (A) Cylinder. (B) Spherical equivalent. Pre-OP = preoperative; POD = postoperative day.

**Table 4.** Preoperative and postoperative J0 and J45 cylindrical vectors

Refractive astigmatism		Mean $\pm$ SD (range)		p-value*
		Pre op	Post op	
AMO Tecnis Toric IOL	J0 (D)	0.71 $\pm$ 0.84	0.05 $\pm$ 0.39	0.029
	J45 (D)	0.50 $\pm$ 0.46	-0.01 $\pm$ 0.17	0.472
AT TORBI 709M IOL	J0 (D)	0.88 $\pm$ 1.27	-0.02 $\pm$ 0.16	0.032
	J45 (D)	-0.08 $\pm$ 0.91	0.01 $\pm$ 0.25	0.750

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

SD = standard deviation; Pre op = preoperative; Post op = postoperative; IOL = intraocular lens.

\*Student *t*-test.

**Table 5.** Ocular aberrometry analysis at 3 months postoperatively

Parameters	Mean $\pm$ SD (range)		p-value*
	AMO Tecnis Toric IOL	AT TORBI 709M IOL	
Total RMS ( $\mu$ m)	0.39 $\pm$ 0.10 (0.22 ~ 0.5)	0.22 $\pm$ 0.11 (0.15 ~ 0.39)	0.09
Spherical aberration ( $\mu$ m)	0.02 $\pm$ 0.04 (-0.04 ~ 0.05)	0.11 $\pm$ 0.08 (0.041 ~ 0.57)	0.008
Coma ( $\mu$ m)	0.19 $\pm$ 0.14 (0.07 ~ 0.38)	0.11 $\pm$ 0.07 (0.05 ~ 0.21)	0.33
Trefoil ( $\mu$ m)	0.19 $\pm$ 0.06 (0.13 ~ 0.26)	0.11 $\pm$ 0.11 (0.03 ~ 0.27)	0.27

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

SD = standard deviation; IOL = intraocular lens; RMS = root-mean-square.

\*Independent *t*-test.

는 수술 전  $0.71 \pm 0.84$ D에서 수술 후  $0.05 \pm 0.39$ D로 감소하였고 이는 통계학적으로 유의한 결과를 보였다( $p=0.029$ ). AT TORBI 군에서 J0는 수술 전  $0.88 \pm 1.27$ D에서 수술 후  $-0.02 \pm 0.16$ D로 감소하였고 역시 통계학적으로 유의한 결과를 보였다( $p=0.032$ ). J45는 테크니스 군과 AT TORBI 군 모두에서 수술 전후 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. J0의 경우  $\pm 0.5$ D 범위 내로 측정된 수는 테크니스 군에서 18안(100%), AT TORBI 군에서 13안(93%)이었고, J45의 경우 모두  $\pm 0.5$ D 범위 내로 측정되었다. 두 군의 수술 전후 J0 변화량은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

#### 인공수정체 축 회전에 대한 안정성

수술 후 3개월째 각 인공수정체 축 회전의 평균값은 테

크니스 군의 경우  $3.2 \pm 2.2^\circ$  ( $0-8^\circ$ ), AT TORBI 군의 경우  $2.4 \pm 2.0^\circ$  ( $0-8^\circ$ )로 나타났고 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 두 군 모두에서 10도 이상 회전한 경우는 없었다.

#### 고위수차 분석

수술 후 3개월째 두 군의 고위수차를 비교분석하였다 (Table 5). 두 군의 전체 총 고위수차(root mean square, RMS), 코마수차 및 트레포일수차는 두 군 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 구면수차가 테크니스 군에서  $0.03 \pm 0.04 \mu$ m ( $-0.04 \sim 0.06 \mu$ m), AT TORBI 군에서  $0.18 \pm 0.06 \mu$ m ( $0.041 \sim 0.57 \mu$ m)로 측정되었고 AT TORBI 군에서 통계학적으로 유의하게 높은 수치를 보였다( $p=0.008$ ).

## 고 찰

난시교정용 인공수정체(Toric IOL)를 이용하여 백내장 수술을 시행하는 것은 환자의 백내장 및 각막난시를 함께 교정하여 술 후 임상 결과를 잘 예측할 수 있는 방법으로 잘 알려져 있다.<sup>7</sup> 복잡한 절차나 술기를 요구하지 않고, 추가적인 시술로 인해 합병증이 발생할 가능성도 없어 효과적인 난시 교정 방법이라 할 수 있다.

본 연구에서는 서로 다른 디자인과 구면수차를 보이는 테크니스 난시교정용 인공수정체와 AT TORBI 난시교정용 인공수정체를 삽입한 후의 임상 결과에 대해 비교하였다. 국내에서는 Acrysof 난시교정용 인공수정체의 임상결과를 연구한 국내 논문은 있었으나,<sup>21,22</sup> 아직까지 두 가지 난시교정 인공수정체를 직접적으로 비교한 국내 논문은 없었다.

수술 전 난시축 결정을 위해 본 연구에서는 Surgery Guidance™ SG5000® (Sensomotoric Instruments GmbH, Teltow, Germany)을 측정하여 환자의 홍채를 인식한 후 수술 직전 TCRP의 난시축을 입력하고 누운 상태에서 Surgery Guidance™ SG5000® (Sensomotoric Instruments GmbH, Teltow, Germany) guide하에 난시축을 표시하였다. 이는 실시간으로 눈의 이동을 추적하고, 이를 통해 난시교정용 인공수정체가 올바른 위치에 놓일 수 있도록 하는 정확도를 높여줄 수 있는 것으로 보고되어 있다.

Pentacam에서 각막 전후면을 고려한 TCRP의 3 mm 지역의 난시 축과 난시 양을 바탕으로 인공수정체 도수 계산을 시행한 후, 수술을 시행하였다. 다수의 연구에서 각막 후면 난시를 고려하지 않은 경우 부정확한 결과를 초래할 수 있다고 보고하였으며, 특히 각막 전면 난시만 계산하여 수술을 시행할 경우 직난시를 가진 환자는 과교정을, 도난시를 가진 환자는 저교정을 보일 수 있다고 하였다.<sup>23-25</sup> 또한 Pentacam의 경우 각막 전체 또는 후면 난시량에 대한 예측도가 우수하며, 특히 TCRP 방법은 각막의 Profile에 대한 예측의 정확도가 좋은 것으로 보고된 바 있다.<sup>26</sup> 이러한 이유로 본 연구에서는 테크니스 toric calculator 및 자이스 toric calculator를 통한 인공수정체의 도수 계산 시에 둘 다 각막 전후면 난시 모두를 고려하기 위해 TCRP 3 mm 지역의 난시축과 양을 대입하여 계산하였고, 전면난시만을 고려한 IOLMaster의 난시값은 배제하였다. 실제로 본 연구에서 자이스 toric calculator 계산 시 IOLMaster의 난시값을 대입한 경우 및 Pentacam의 TCRP 3 mm 지역의 난시값을 대입한 경우를 비교해 보았을 때, IOLMaster의 난시값으로 계산한 경우 후면 난시로 인한 보정효과가 없어 0.5-1.0D 범위로 직난시를 가진 환자에서 과교정을, 도난시를 가진 환자

에서 저교정을 일으킬 수 있는 렌즈 도수가 계산되었다.

테크니스 Toric IOL 및 AT TORBI Toric IOL은 국외 유수의 논문에서 그 안전성, 시력 교정 효과, 인공수정체 회전에 대한 안정성 및 개인의 만족도 등에 있어서 좋은 결과를 보여왔다.<sup>14,18,27-33</sup> 본 연구에서도 두 가지 인공수정체 모두 시력 교정 효과가 훌륭한 것으로 나타났다. 테크니스 군 중 94.5%, AT TORBI 군 중 91.7%에서 나안시력으로 0.3 logMAR 시력(스넬렌 시력표 20/40 이상)보다 더 좋은 시력 수치를 보였고, 테크니스 군 중 72.2%, AT TORBI 군 중 75.0%에서 0.0 logMAR 시력(스넬렌 시력표 20/20 이상)보다 더 좋은 시력 수치를 보였다. 본 연구에서 수술 후 구면렌즈 디오퍼가  $\pm 0.5D$  범위 내로 측정된 수는 테크니스 군에서 16안(89%), AT TORBI 군에서 12안(86%)이었고,  $\pm 1.0D$  범위 내로 측정된 수는 두 군 모두 100%로 우수한 결과를 보였다. 굴절난시가  $<0.50D$ 로 측정된 수는 테크니스 군에서 16안(89%), AT TORBI 군에서 12안(86%)이었으며,  $<1.00D$ 로 측정된 수는 테크니스 군에서 17안(94%), AT TORBI 군에서 13안(93%)으로 우수한 난시교정 효과를 보였다. Toric IOL을 삽입한 후, 난시값의 변화를 보고한 연구들은 다양하게 있었다.<sup>14,16,21,29,34,35</sup> Sheppard et al<sup>35</sup>은 테크니스 Toric IOL을 이용한 연구에서 술 전 굴절난시값이  $-1.91 \pm 1.07D$ 에서 술 후  $-0.67 \pm 0.54D$ 로 통계학적으로 유의하게 평균 65% 감소하였음을 보고하였고( $p < 0.05$ ), Bascaran et al<sup>29</sup>은 AT TORBI 709M IOL로 시행한 연구에 따르면 굴절난시가 술 전  $-2.23 \pm 1.72D$ 에서 술 후  $-0.43 \pm 0.53D$ 로 통계학적으로 유의하게 평균 80% 감소했음을 보고하였다( $p = 0.00$ ). 본 연구에서는 현성굴절검사상 난시값이 테크니스 군에서는 평균 76.89%, AT TORBI 군에서는 평균 86.96% 감소하여 우수한 난시교정효과를 보였으며, 굴절난시값의 변화는 두 군 간에 차이는 통계학적으로 유의한 결과를 보이지 않았다. 두 렌즈에서 구면렌즈대응치 및 굴절난시의 감소효과는 수술 후 1일에서부터 1주, 1개월 및 3개월까지 유의한 변화를 보이지 않았으며, 두 렌즈 간 비교하였을 때도 각 관찰시기에 구면렌즈대응치 및 굴절난시에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

난시교정용 인공수정체 삽입 후 난시 변화량을 파워 벡터 분석을 통해 나타난 연구들에서도 본 연구와 비슷한 경향을 보였는데, Sheppard et al<sup>35</sup>은 J0가 수술 후 통계학적으로 유의하게 감소하였으며( $p = 0.002$ ), J45는 수술 전후 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다( $p = 0.703$ ). 본 연구에서도 테크니스군과 AT TORBI 군 모두에서 J0는 수술 후 통계학적으로 유의하게 감소하였고( $p = 0.029$ ,  $p = 0.032$ ), J45는 수술 전후 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다( $p = 0.472$ ,  $p = 0.750$ ).

J45의 경우 수술 전후 백터값의 크기가 거의 0에 가깝게 매우 작은 것이 그 원인으로 생각된다.

난시 교정 인공수정체 삽입 후 인공수정체 축 회전의 경우 Waltz et al<sup>27</sup>은 테크니스 Toric IOL을 삽입한 156안에서 술 후 3개월째 평균  $1.79 \pm 2.12^\circ$ 의 축 회전을 보였고, 그중 92.9%에서  $5^\circ$  이내, 98.7%에서  $10^\circ$  이내의 축 회전을 보였다고 보고하였다. Bascaran et al<sup>29</sup>은 AT TORBI 709M IOL을 삽입한 군에서 술 후 평균  $4.42 \pm 4.31^\circ$  ( $0-16^\circ$ )의 축 회전을 보였고, 그중 74.4%에서  $5^\circ$  이내, 86.0%에서  $10^\circ$  이내의 축 회전을 보였다고 보고하였다. 본 연구에서는 술 후 3개월째 각 인공수정체 축 회전의 평균값은 테크니스 군의 경우  $3.2 \pm 2.2^\circ$  ( $0-10^\circ$ ), AT TORBI 군의 경우  $2.4 \pm 2.0^\circ$  ( $0-8^\circ$ )로 나타났고, 두 군 모두에서  $10^\circ$  이상 회전한 경우는 없었다. 그리고 이는 최근에 시행된 기존 연구들의 결과와 비슷한 경향을 보임을 알 수 있었다.

수술 후 안구 고위수차 분석은 VISX™ Customvue WaveScan (Abbott Laboratories Inc., Santa Ana, CA, USA)을 이용하여 시행하였다. 본 연구에서는 수술 후 측정된 총 고위수차 값(RMS), coma 및 trefoil 수차에서 두 난시교정 인공수정체 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 안구구면수차는 AT TORBI Toric 인공수정체 삽입군에서 테크니스 인공수정체 삽입군보다 통계적으로 높은 수치를 보였다( $p=0.047$ ). 수술 전 Pentacam으로 측정된 각막구면수차 값은 테크니스 군에서  $0.32 \pm 0.37D$ , AT TORBI 군에서  $0.36 \pm 0.31D$ 로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 테크니스 Toric 인공수정체는  $-0.27 \mu m$ 의 음성 구면수차를 가지고 있고, AT TORBI Toric 인공수정체는 0의 구면수차를 가지고 있으므로 안구구면수차가 AT TORBI 삽입군에서 높은 것은 두 인공수정체가 렌즈 고유의 비구면 특징을 잘 구현하고 있다고 해석할 수 있다. 결론적으로 테크니스 난시교정용 인공수정체와 자이스 AT TORBI 난시교정용 인공수정체는 두 렌즈 모두 우수한 난시 교정 효과 및 시력 개선 효과를 보였다.

## REFERENCES

- Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC, et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:70-5.
- Hoffmann PC, Hütz WW. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23,239 eyes. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1479-85.
- Khan MI, Muhtaseb M. Prevalence of corneal astigmatism in patients having routine cataract surgery at a teaching hospital in the United Kingdom. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1751-5.
- Atchison DA, Guo H, Charman WN, Fisher SW. Blur limits for defocus, astigmatism and trefoil. *Vision Res* 2009;49:2393-403.
- Wolffsohn JS, Bhogal G, Shah S. Effect of uncorrected astigmatism on vision. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:454-60.
- Budak K, Friedman NJ, Koch DD. Limbal relaxing incisions with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:503-8.
- Horn JD. Status of toric intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol* 2007;18:58-61.
- Wang Li, Misra M, Koch DD. Peripheral corneal relaxing incisions combined with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:712-22.
- Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:523-6.
- Ma JJ, Tseng SS. Simple method for accurate alignment in toric phakic and aphakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1631-6.
- Novis C. Astigmatism and toric intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol* 2000;11:47-50.
- Yu JG, Zhao YE, Shi JL, et al. Biaxial microincision cataract surgery versus conventional coaxial cataract surgery: metaanalysis of randomized controlled trials. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:894-901.
- Poll JT, Wang L, Koch DD, Weikert MP. Correction of astigmatism during cataract surgery: toric intraocular lens compared to peripheral corneal relaxing incisions. *J Refract Surg* 2011;27:165-71.
- Ahmed II, Rocha G, Slomovic AR, et al. Visual function and patient experience after bilateral implantation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:609-16.
- Bauer NJ, de Vries NE, Webers CA, et al. Astigmatism management in cataract surgery with the AcrySof toric intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1483-8.
- De Silva DJ, Ramkissoon YD, Bloom PA. Evaluation of a toric intraocular lens with a Z-haptic. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1492-8.
- Entabi M, Harman F, Lee N, Bloom PA. Injectable 1-piece hydrophilic acrylic toric intraocular lens for cataract surgery: efficacy and stability. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:235-40.
- Mendicute J, Irigoyen C, Aramberri J, et al. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:601-7.
- Till JS, Yoder PR Jr, Wilcox TK, Spielman JL. Toric intraocular lens implantation: 100 consecutive cases. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:295-301.
- Thibos LN, Horner D. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:80-5.
- Kim MH, Chung TY, Chung ES. Long-term efficacy and rotational stability of AcrySof toric intraocular lens implantation in cataract surgery. *Korean J Ophthalmol* 2010;24:207-12.
- Na JH, Lee HS, Joo CK. The clinical result of AcrySof Toric intraocular lens implantation. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50: 831-8.
- Tonn B, Klaproth OK, Kohnen T. Anterior surface-based keratometry compared with Scheimpflug tomography-based total corneal astigmatism. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;56:291-8.
- Koch DD, Ali SF, Weikert MP, et al. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:2080-7.
- Savini G, Versaci F, Vestri G, et al. Influence of posterior corneal astigmatism on total corneal astigmatism in eyes with moderate to high astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:1645-53.

- 26) Seo KY, Im CY, Yang H, et al. New equivalent keratometry reading calculation with a rotating Scheimpflug camera for intraocular lens power calculation after myopic corneal surgery. J Cataract Refract Surg 2014;40:1834-42.
- 27) Waltz KL, Featherstone K, Tsai L, Trentacost D. Clinical outcomes of TECNIS toric intraocular lens implantation after cataract removal in patients with corneal astigmatism. Ophthalmology 2015;122:39-47.
- 28) Ferreira TB, Almeida A. Comparison of the visual outcomes and OPD-scan results of AMO Tecnis toric and Alcon AcrySof IQ toric intraocular lenses. J Refract Surg 2012;28:551-5.
- 29) Bascaran L, Mendicute J, Macias-Murelaga B, et al. Efficacy and stability of AT TORBI 709 M toric IOL. J Refract Surg 2013; 29:194-9.
- 30) Scialdone A, Raimondi G, Monaco G. In vivo assessment of higher-order aberrations after AcrySof toric intraocular lens implantation: a comparative study. Eur J Ophthalmol 2012;22:531-40.
- 31) Hoffmann PC, Auel S, Hütz WW. Results of higher power toric intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg 2011;37: 1411-8.
- 32) Koshy JJ, Nishi Y, Hirschall N, et al. Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2010;36:1665-70.
- 33) Shah GD, Praveen MR, Vasavada AR, et al. Rotational stability of a toric intraocular lens: influence of axial length and alignment in the capsular bag. J Cataract Refract Surg 2012;38:54-9.
- 34) Sun XY, Vicary D, Montgomery P, Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. Ophthalmology 2000;107:1776-81; discussion 1781-2.
- 35) Sheppard AL, Wolffsohn JS, Bhatt U, et al. Clinical outcomes after implantation of a new hydrophobic acrylic toric IOL during routine cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2013;39:41-7.

---

## = 국문초록 =

# 두 가지 토릭 인공수정체 삽입 후 임상결과 분석

**목적:** TECNIS Toric 인공수정체(Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA)와 AT TORBI Toric 인공수정체(Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany) 삽입술을 시행한 환자들의 임상결과 및 고위수차를 비교하고자 하였다.

**대상과 방법:** 본 연구는 1.25D 이상 및 4.5D 이하의 각막난시를 동반한 백내장으로 난시교정용 인공수정체를 삽입한 26명의 32안을 대상으로 후향적으로 고찰하였다. 백내장 수술은 동일한 술자에 의해 2.2 mm 이측 절개로 시행하였다. 수술 후 3개월까지 난안 및 교정시력, 굴절력, 잔여난시, 인공수정체 축 회전 및 고위수차를 관찰하였다. 난시는 Cartesian astigmatism (J0) 및 oblique astigmatism (J45)을 이용한 power vector 분석을 이용하였다.

**결과:** 수술 3개월째 최대교정시력 및 잔여난시는 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ). TECNIS Toric 삽입군에서 J0는 수술 전  $0.71 \pm 0.84D$ 에서 수술 후  $0.05 \pm 0.39D$ 로 유의하게 감소하였고( $p=0.029$ ), AT TORBI Toric 삽입군에서 J0는 수술 전  $0.88 \pm 1.27D$ 에서 수술 후  $-0.02 \pm 0.16D$ 로 유의하게 감소하였다( $p=0.032$ ). 고위수차 분석에서 구면수차를 제외하고는 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, AT TORBI Toric 삽입군에서 높은 구면수차를 보였다( $p=0.047$ ).

**결론:** 난시를 동반한 백내장 환자에서 두 가지 난시교정용 인공수정체 삽입술은 우수한 난시교정 및 시력교정 효과를 보였으며 결과는 3개월까지 안정적이었다.

〈대한안과학회지 2016;57(2):200-207〉

---