

## 백내장수술에서 윤부 이완절개법과 난시교정인공수정체의 난시교정효과 비교

### Comparison of Efficacies in Treating Astigmatism between Toric Intraocular Lens Implantation and Limbal Relaxing Incision

박유연 · 김만수 · 김은철

Yooyeon Park, MD, Man Soo Kim, MD, PhD, Eun Chul Kim, MD, PhD

가톨릭대학교 의과대학 부천성모병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Bucheon St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Bucheon, Korea

**Purpose:** To compare the effectiveness of toric intraocular lens (IOL) implantation and monofocal IOL implantation with a limbal relaxing incision (LRI) for correcting astigmatism in the Korean population.

**Methods:** The medical records of 79 patients (100 eyes) with corneal astigmatism over 1.25 diopters (D) who underwent toric IOL implantation (toric group; 54 eyes), monofocal IOL implantation with a concurrent LRI (LRI group; 24 eyes), or monofocal IOL implantation without correcting astigmatism (control group; 22 eyes), were retrospectively reviewed. For subgroup analyses, the three groups were subdivided according to preoperative astigmatic severity under 2.5 D. Visual, refractive, and keratometric outcomes were compared 2 and 6 months postoperatively.

**Results:** The uncorrected distance visual acuity was at least 20/25 (0.1 logMAR) in 64.8%, 41.7%, and 27.3% of the toric, LRI, and control group eyes, respectively at 2 months after surgery. The toric group had the greatest refractive cylindrical error change (toric group,  $-2.48 \pm 1.84$  D to  $-0.98 \pm 0.92$  D; LRI group,  $-2.02 \pm 1.03$  D to  $-1.65 \pm 0.86$  D; control group,  $-1.69 \pm 0.88$  D to  $-1.49 \pm 0.60$  D;  $p < 0.001$ ) and the LRI group showed the greatest mean corneal cylindrical error change (toric group,  $2.40 \pm 1.33$  D to  $2.23 \pm 1.42$  D; LRI group,  $1.86 \pm 0.44$  D to  $1.29 \pm 0.55$  D; control group,  $1.60 \pm 0.39$  D to  $1.35 \pm 0.60$  D;  $p = 0.025$ ). The 85 eyes with moderate corneal astigmatism (between 1.25 D and 2.5 D) were under evaluation. The toric group showed the highest mean refractive cylindrical change ( $0.97 \pm 0.66$  D;  $p < 0.001$ ), followed by the LRI group ( $0.53 \pm 0.87$  D;  $p = 0.046$ ).

**Conclusions:** Both surgical techniques significantly reduced astigmatism and had comparable visual outcomes. Toric IOL implantation was more reliable for correcting astigmatism than monofocal IOL implantation with a concurrent LRI regardless of the preoperative astigmatic severity. Both procedures were effective in reducing astigmatism in eyes with moderate corneal astigmatism.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(11):1225-1233

**Keywords:** Corneal astigmatism, Limbal relaxing incision, Tecnis ZCT toric intraocular lens, Toric intraocular lens implantation

■ Received: 2017. 4. 27.      ■ Revised: 2017. 8. 30.

■ Accepted: 2017. 10. 24.

■ Address reprint requests to Eun Chul Kim, MD, PhD

Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea  
Bucheon St. Mary's Hospital, #327 Sosa-ro, Bucheon 14647, Korea  
Tel: 82-32-340-2125, Fax: 82-32-340-2661  
E-mail: eunchol@hanmail.net

\* This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (2015R1A1A1A05028023).

\* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

백내장수술의 빈도와 환자들의 기대치가 초창기에 비하여 월등히 늘어난 현대, 백내장수술의 치료 목표는 단순히 백내장이라는 병인의 제거에서 수술 후 시력의 질의 향상 및 나아가 일상 생활의 편의 도모로 변화하고 있다. 시력의 질의 향상이라 함은 단지 최대교정시력이 1.0 이상이 나오는 것만을 의미하는 것은 아니며, 나안 시력의 호전을 통한 수술 후 안경 의존도의 감소와 환자 만족도의 증가가 중요한 화두가 되었다. 백내장수술 대상자들의 특성을 분석한 여러 대규모 연구에서 1-3D 이상의 각막난

시를 가진 환자 비율이 15-29%까지도 관찰되었다는 보고가 있다.<sup>1,3</sup> 따라서 나안으로 선명한 초점을 획득하기 위해서는 적절한 인공수정체의 도수선택과 함께 각막 난시의 교정이 필요하나 기존의 고식적인 단초점 인공수정체 삽입만으로는 이를 해결할 수 없다.

현재까지 난시 교정을 위한 여러 수술 기술이 개발되어 왔는데 각막절개 난시교정술, 윤부이완절개술, 펌토 레이저 혹은 엑시머레이저를 이용한 각막절개법, 난시교정인공수정체 삽입술 등이 이에 해당된다. 이 중 현재 임상적으로 가장 흔히 사용되고 있는 방법은 윤부이완절개술 및 난시교정인공수정체 삽입술이다. 윤부이완절개술은 윤부에서 약 0.6 mm의 깊이로 난시 양에 따라 6-9 mm의 이완절개를 가파른 난시축 방향에 시행하는 방법으로 약 0.5-0.9D의 난시교정효과가 있는 것으로 보고되나<sup>4,5</sup> 개인의 상처치유 반응 및 술자의 술기에 의존하기 때문에 과교정 및 저교정 가능성이 있으며 각막 천공 등의 합병증도 염두에 두어야 한다.<sup>6</sup> 난시교정인공수정체 삽입술의 경우 각 인공수정체마다 개발된 고유의 계산기를 이용하여 렌즈의 도수를 선택할 수 있어 난시 교정량의 예측도가 높은 수술법이다. 1992년 임상적으로 사용되기 시작한 이후 미세절개장 백내장수술이 가능해지고 렌즈 재질 및 디자인의 발전을 통해 최근에는 수술 후 인공수정체의 축회전이 평균 3° 이내로 높은 안정성을 보이는 것으로 나타나<sup>7</sup> 현재 각막난시를 줄이는 수술 방법 중 가장 효과적이라는 여러 국외보고가 있었다.<sup>8-14</sup>

지금까지 난시교정인공수정체와 윤부이완절개술의 효과 및 예측도에 대하여 국외 여러 논문에서 비교된 바 있으나, 국내에서는 아직까지 보고된 바가 없다. 또한 국외 논문에서도 난시교정효과와 나안시력의 호전에 있어 의견이 분분하게 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 술 전 각막난시가 1.25D 이상 존재하여 나안시력의 저하를 초래할 수 있는 환자에서 백내장수술 시에 각막 윤부이완절개술을 동시에 시행한 경우와 난시교정인공수정체를 삽입한 경우의 임상효과를 비교하여 분석해 보고자 한다.

## 대상과 방법

본 연구는 2015년 1월부터 2016년 12월까지 가톨릭대학교 부천성모병원에서 한 명의 술자(E.C.K.)에 의하여 수정체유화술 및 인공수정체후낭삽입술을 시행 받은 79명 100안을 대상으로 하여 후향적 의무기록 분석을 시행하였으며, 가톨릭 중앙의료원 연구윤리 심의위원회의 심의 승인을 받았다.

연구 포함 기준은 1.25D 이상의 규칙 각막난시를 가진

환자들을 대상으로 하였으며, 심한 각막혼탁이나 수정체 혼탁, 불규칙한 각막표면 등의 원인으로 굴절률 및 각막곡률 측정이 불가능한 경우와 시력에 영향을 미칠 수 있는 기저 안과 질환이 있는 경우, 수술 중 후낭파열 등 합병증이 발생한 경우는 본 연구에서 제외하였다.

## 수술 전 검사

수술 전 검사로 환자 병력 청취, 나안 시력 및 최대교정 시력, 자동굴절검사, 세극등현미경검사 및 안저검사, 안축장, 각막지형도검사(Pentacam, Oculus GmbH, Wetzlar, Germany)를 시행하였다. 안축장은 IOL Master (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA)와 A-scan (Aviso™, Quantel Medical, Courmon d'Auvergne, France)을 이용하여 측정하여 SRK/T 공식에 대입하여 인공수정체 도수를 계산하였다.

자동굴절검사와 각막지형도검사서 모두 1.25D 이상의 각막난시가 관찰된 경우 대상에 포함하였으며, 환자의 선호도를 고려하여 윤부이완절개 또는 난시인공수정체 삽입여부를 결정하였다. 대조군은 인공수정체삽입술 외에 윤부이완절개나 난시인공수정체 삽입을 시행하지 않은 환자를 기준으로 잡았다.

난시교정인공수정체는 Tecnis® ZCT toric IOL (Abbott Medical Optics, Santa Ana, CA, USA; A-constant 119.3 by SRK/T)을 이용하였다. 인터넷 기반의 계산프로그램 (<http://www.amoeasy.com/toric2>)을 사용하여 인공수정체 종류와 도수를 선택하였다. 난시의 양과 축은 자동굴절검사기를 이용하여 측정된 결과값을 대입하였고, 각막절개는 난시가 가파른 경선에 시행하는 것으로 계획하였고 수술로 인하여 유발되는 각막 난시(surgically induced astigmatism, SIA)는 0.5로 계산하였다.

윤부이완절개술군 및 대조군의 경우 HOYA iSert® 230 IOL PC-60AD (Hoya Surgical Optics, EMEA, Tokyo, Japan, APAC; A-constant 118.6 by SRK/T)를 이용하였다.

## 수술 방법

### 난시교정인공수정체군

수술 직전 환자를 정위로 앉힌 상태에서 머리가 기울어지지 않았는지 확인 후 정면의 원거리 주시점을 바라본 상태로 Toric reference corneal marker (AE-2793S, ASICO, Westmont, IL, USA)를 이용하여 각막 윤부의 3, 6, 9시 방향에 기준표지자를 표시하였다. 구후마취가 필요한 환자의 경우 마취 직전에 동일한 과정을 시행하였다. 수술 시작 시 환자가 누운 상태에서 기존에 표시한 표지자를 기

준으로 하여 Toric axis marker (K3-7910, Katena, Denville, NJ, USA)를 이용하여 환자의 각막 위에 목표 난시축을 표시하였다. 모든 수술은 한 명의 숙련된 술자(E.C.K)에 의하여 이루어졌으며 난시가 가파른 축의 방향으로 2.75 mm의 투명 각막 절개를 한 후, 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 인공수정체 뒤에 남아있는 점탄 물질을 제거하고 인공수정체를 회전시켜 미리 표시된 위치에 평행하게 인공수정체의 축을 위치시켰다. 각막 봉합술은 시행하지 않고 수술을 종료하였다. 수술 중 후낭 파열 등의 합병증 및 수술 후 합병증은 발생하지 않았다.

### 윤부이완절개술군

윤부이완절개술군의 경우 환자의 술 전 데이터에서 확인한 각막난시 축을 기준으로 하여 난시가 가파른 축의 방향으로 중심각막 두께의 100% 깊이로 각막윤부에 이완절개를 시행하였다. 절개의 길이와 개수는 각막 난시의 정도를 고려하여 Gills nomogram<sup>15</sup>에 따라 결정하였다. 그 후 난시교정인공수정체군과 동일한 방법으로 수정체유화술 및 인공수정체 삽입술을 시행하였다.

수술 후 2달, 6달 경과 시점에 나안 및 최대교정시력, 자동굴절검사, 세극등 현미경 검사를 시행하여 각막 곡률, 굴절을 및 시력의 변화를 확인하였다. 난시교정인공수정체군의 경우 수술한 눈을 산동한 후 세극등 현미경 검사를 통해 수술 시 설정한 축의 변화가 없는지 확인하였다.

### 통계 분석 방법

데이터 산출은 SPSS 24.0 (IBM Inc., Armonk, NY, USA) 통계프로그램을 이용하였다. Kolmogorov-Smirnov test를 통해 정규성 검정을 시행하였으며 모든 수치는 평균 ± 표준편차의 형식으로 기술하였다. 세 그룹 사이의 비교 시 one-way analysis of variance (ANOVA) test 시행 후 Bonferroni correction을 통해 사후분석을 하였으며, 수술 전후의 경과 비교분석에 paired t-test를 사용하였다. 정규성을 만족하지 않는 변수의 경우 비모수 검정법인 Kruskal-Wallis test, Wilcoxon signed rank test, repeated measures ANOVA test를 사용하였다. 모든 통계 분석에서 유의도(p-value) 0.05 미만인 경우에 통계적으로 유의하다고 보았다.

난시 분석은 Power vector 방법을 이용하여 Cartesian astigmatism (J0)과 Oblique astigmatism (J45), 구면렌즈대

응치(Spherical equivalent; M), Overall blurring strength (B)를 구하였다. 수술 전과 수술 2달 후의 자동굴절검사 결과 값을 이용하였으며, 다음과 같은 수식에 대입하여 계산하였다(S는 구면치, C는 굴절 난시, α는 굴절 난시의 축을 의미한다).

$$M = S + C/2$$

$$J0 = (-C/2)\cos(2\alpha)$$

$$J45 = (-C/2)\sin(2\alpha)$$

$$B = \sqrt{M^2 + J0^2 + J45^2}$$

## 결 과

총 79명 100안을 대상으로 하였으며, 이 중 난시교정인공수정체군은 54안, 윤부이완절개술군은 24안, 일반 인공수정체를 삽입한 대조군은 22안이었다. 환자의 연령은 37세부터 87세까지 분포하였으며, 세 군에서 연령, 성별분포와 사용된 인공수정체의 도수, 수술 전 구면치, 굴절난시, 각막난시는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

난시교정인공수정체군에서 렌즈 도수를 이용하여 예측된 총 굴절난시 교정량은 평균 2.68D로 예상되었다. 계산 프로그램(<http://www.amoeasy.com/toric2>)을 통하여 산출된 예상 잔여난시량은 0.27D, 예상 구면렌즈대응치는 -0.46D였다.

수술 전과 수술 2개월 및 6개월 경과 시점을 비교하였다. 세 군 모두 술 전에 비하여 수술 후 유의한 나안시력 및 최대교정시력의 호전을 보였다(Fig. 1, 2, Table 2). 난시교정인공수정체군에서 수술 전  $0.65 \pm 0.39 \log\text{MAR}$  시력에서 수술 2개월 후  $0.19 \pm 0.26 \log\text{MAR}$  시력으로 다른 두 군에 비하여 시력 상승폭이 가장 크게 나타났으며, 윤부이완절개술군의  $0.29 \pm 0.25 \log\text{MAR}$  시력, 대조군의  $0.27 \pm 0.19 \log\text{MAR}$  시력과 비교하여 난시교정인공수정체군에서 유의하게 좋은 시력수치를 나타냈다( $p=0.009$ ). 수술 2개월째 나안 시력은 난시교정인공수정체군의 64.8%에서 0.1 logMAR 시력(스넬렌 시력표 20/25)보다 더 좋은 시력을 보였으며, 29.6%에서 0.0 logMAR 시력(스넬렌 시력표 20/20) 이상의 시력 호전을 보였다. 이에 반해 윤부이완절개술군에서는 0.1 logMAR와 0.0 logMAR 시력 이상인 환자의 비율이 각각 41.7%와 8.3%였으며, 대조군에서는 27.3%, 4.5%에 머물렀다. 수술 6개월 경과 후 세 군의 나안시력은 순서대로  $0.21 \pm 0.26 \log\text{MAR}$  시력,  $0.25 \pm 0.24 \log\text{MAR}$  시력,  $0.26 \pm 0.19 \log\text{MAR}$  시력을 보여 난시교정인공수정체군의 시력결과가 가장 우수하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 못하였다( $p=0.095$ ).

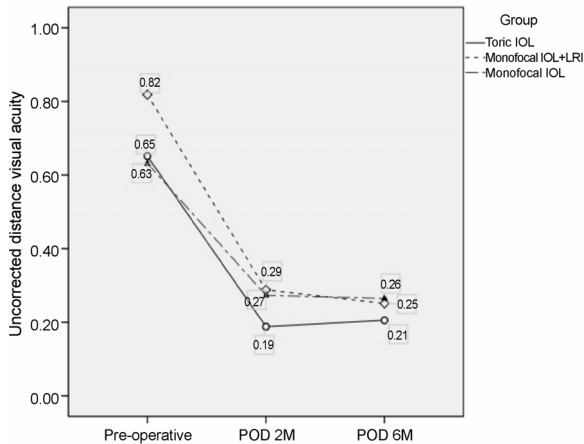
**Table 1.** Preoperative demographic and biometric data of the subjects (n = 100)

Parameter	Group			p-value*
	Toric IOL	Monofocal IOL with LRI	Monofocal IOL	
Eyes (n)	54	24	22	
IOL model	Technis ZCT toric	Hoya PC60AD	Hoya PC60AD	
Sex (male/female) (n)	15/39	11/13	8/14	0.089
Age (years) (average [range])	65.6 (40-83)	68.64 (37-86)	67.49 (37-87)	0.127
Spherical IOL power (D)	19.50 ± 4.64	19.71 ± 6.21	20.43 ± 2.39	0.439
Refractive error (D)				
Sphere	-1.86 ± 4.00	-1.24 ± 6.54	-1.38 ± 4.06	0.385
Cylinder	-2.48 ± 1.84	-2.02 ± 1.03	-1.69 ± 0.88	0.223
Spherical equivalent	-3.10 ± 4.19	-2.25 ± 6.82	-2.22 ± 4.06	0.228
Keratometric value (D)				
Flat K	43.63 ± 1.70	43.38 ± 1.24	43.66 ± 1.63	0.777
Steep K	46.03 ± 1.89	45.24 ± 1.27	45.26 ± 1.55	0.075

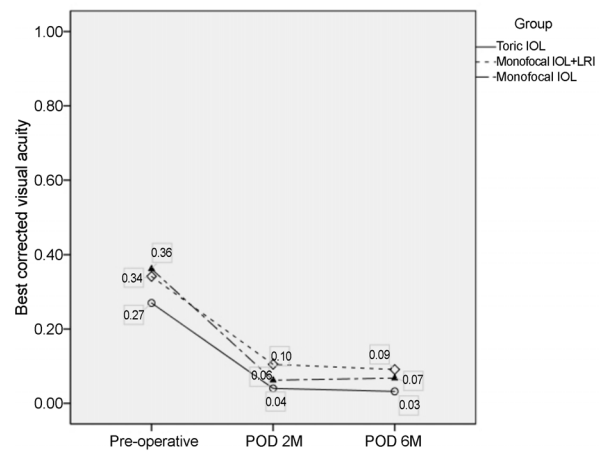
Values are presented as mean ± standard deviation unless otherwise indicated.

IOL = intraocular lens; LRI = limbal relaxing incision; D = diopters.

\*One-way analysis of variance (ANOVA) test for age, Flat K, Steep K and Kruskal Wallis test for spherical IOL power, sphere, cylinder, spherical equivalent, each analyzing method used according to data normality.



**Figure 1.** Pre- and postoperative uncorrected distance visual acuity of treatment groups (logMAR). All group showed significant improvement in uncorrected visual acuity. Toric IOL group showed the most difference compared to the other group. POD = postoperative day; M = months; IOL = intraocular lens; LRI = limbal relaxing incision.



**Figure 2.** Pre- and postoperative best corrected visual acuity of treatment groups (logMAR). All group showed significant improvement in best corrected visual acuity. POD = postoperative day; M = months; IOL = intraocular lens; LRI = limbal relaxing incision.

**Table 2.** Preoperative and postoperative visual acuity (logMAR) according to the treatment groups

Group	Preoperative	Postoperative follow-up		<i>p</i> -value <sup>*</sup>
		2 months	6 months	
UDVA				
Toric IOL	0.65 ± 0.39	0.19 ± 0.26	0.21 ± 0.26	<0.001
Monofocal IOL + LRI	0.82 ± 0.47	0.29 ± 0.25	0.25 ± 0.24	<0.001
Monofocal IOL	0.63 ± 0.38	0.27 ± 0.19	0.26 ± 0.19	<0.001
<i>p</i> -value <sup>†</sup>	0.223	0.009	0.095	
BCVA				
Toric IOL	0.27 ± 0.24	0.04 ± 0.08	0.03 ± 0.06	<0.001
Monofocal IOL + LRI	0.34 ± 0.29	0.10 ± 0.14	0.09 ± 0.13	<0.001
Monofocal IOL	0.36 ± 0.29	0.06 ± 0.09	0.07 ± 0.08	<0.001
<i>p</i> -value <sup>†</sup>	0.380	0.041	0.039	

Values are presented as mean ± standard deviation unless otherwise indicated.

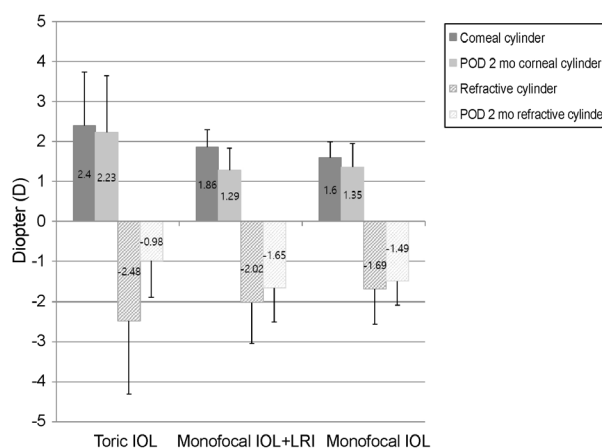
UDVA = uncorrected distance visual acuity; IOL = intraocular lens; LRI = limbal relaxing incision; BCVA = best corrected visual acuity.

\*Repeated measures analysis of variance (ANOVA) test; †Kruskal Wallis test.

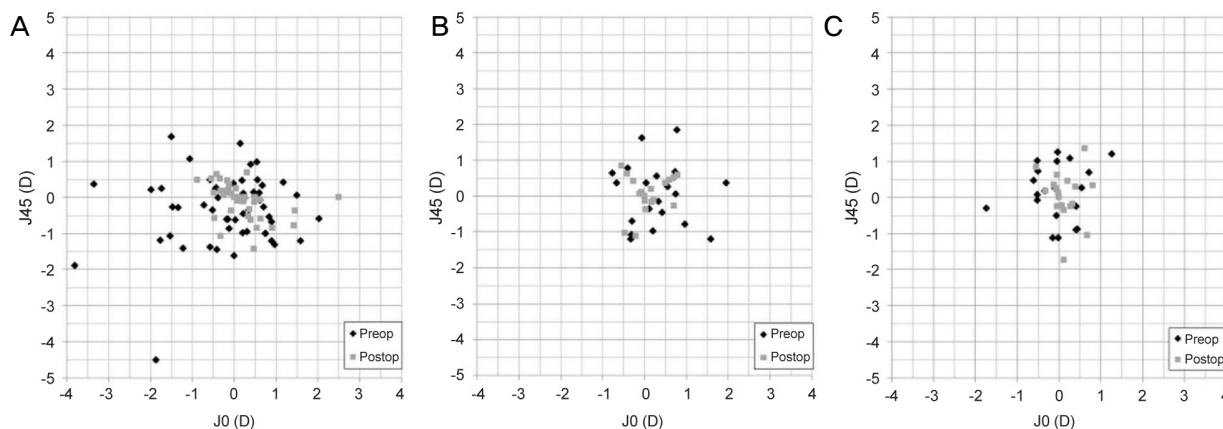
수술 6개월째 0.1 logMAR와 0.0 logMAR 시력을 보인 환자의 비율은 난시교정인공수정체군에서 55.6%와 29.6%, 윤부이완절개술군에서 45.8%와 12.5%, 대조군에서 27.3%와 4.5%로 나타났다. 최대교정시력은 난시교정인공수정체군에서 수술 전  $0.27 \pm 0.24$  logMAR 시력에서 수술 후 2개월째  $0.04 \pm 0.08$  logMAR 시력, 6개월째  $0.03 \pm 0.06$  logMAR 시력이 측정되어 난시교정인공수정체군에서 수술 후 가장 높은 시력호전을 보였고 이는 통계적으로 유의하였다(각,  $p=0.041$ ,  $p=0.039$ ). 해당 군의 수술 2개월째 0.1 logMAR와 0.0 logMAR 시력 이상인 환자의 비율은 87.0%, 70.4%로 측정되었으며 6개월 경과 후 각각 92.6%, 70.4%로 우수한 시력향상을 보였다.

수술 2개월째 자동굴절검사를 통하여 각막난시와 굴절난시에 대하여 분석하였다(Fig. 3). 수술 전후 각막난시는 난시교정인공수정체군에서  $2.40 \pm 1.33D$ 에서  $2.23 \pm 1.42D$ , 윤부이완절개술군은  $1.86 \pm 0.44D$ 에서  $1.29 \pm 0.55D$ , 대조군은  $1.60 \pm 0.39D$ 에서  $1.35 \pm 0.60D$ 로 모두 유의한 정도의 각막난시 감소를 보였다(각,  $p=0.007$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.013$ ). 굴절난시의 경우 술 전후 난시교정인공수정체군은  $-2.48 \pm 1.84D$ 에서  $-0.98 \pm 0.92D$ , 윤부이완절개술군은  $-2.02 \pm 1.03D$ 에서  $-1.65 \pm 0.86D$ , 대조군은  $-1.69 \pm 0.88D$ 에서  $-1.49 \pm 0.60D$ 의 변화를 보였으며, 난시교정인공수정체군은 통계적으로 유의한 정도의 굴절난시 변화를 보였으나( $p<0.001$ ) 윤부이완절개술군과 대조군은 유의한 결과를 얻지 못하였다(각,  $p=0.071$ ,  $p=0.304$ ). Power vector 분석을 시행하였을 때(Fig. 4) 난시교정인공수정체군에서 J0는 수술 전  $-0.16 \pm 1.15D$ 에서 수술 후  $0.13 \pm 0.56D$ 로 유의한 변화를 보이지 않았으나( $p=0.571$ ) J45는 수술 전  $-0.34 \pm 0.97D$ 에서 수술 후  $0.08 \pm 0.44D$ 로 감소하였고 이는 통계학적으로 유의한 결과를 보였다( $p=0.004$ ). 윤부이

완절개술군에서는 J0가 수술 전  $0.32 \pm 0.69D$ 에서 수술 후  $0.09 \pm 0.05D$ 로 유의한 감소를 보였으며( $p=0.022$ ), J45는 수술 전후 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 대조군의 경우 J0와 J45 두 변수 모두 수술 전후 통계적으로 유의한 변화를 얻지 못하였다. Overall blurring strength (B)의 경우 수술 전후 난시교정인공수정체군은  $4.13 \pm 3.51D$ 에서  $1.24 \pm 1.16D$ 로, 윤부이완절개술군은  $3.72 \pm 6.22D$ 에서  $1.07 \pm 0.87D$ 로, 대조군은  $3.3 \pm 3.34D$ 에서  $1.37 \pm 1.1D$ 로 감소 추세를 보였으며, 이는 난시교정인공수정체군과 윤부이완절개술군에서 통계적으로 유의하였다(각,  $p=0.032$ ,  $p=0.017$ ,  $p=0.722$ ). J0와 J45가  $\pm 0.5D$  범위 내로 측정된 수는 난시교정인공수정체군에서 41안(75.9%), 윤부이완절개술군에서 18안(61.9%), 대조군에서 13안(59.1%)으로 난시교정인공수정체군에서 가장 우수한 교



**Figure 3.** Pre- and postoperative cylindrical change of treatment groups (n = 100). Positive values represent keratometric astigmatism of each group, and negative values are refractive cylinder. POD = postoperative day; mo = months; IOL = intraocular lens; LRI = limbal relaxing incision.



**Figure 4.** Scatter plots of the J0 and J45 vectors (in diopters [D]), calculated by power vector analysis of (A) toric IOL group, (B) LRI group, and (C) control groups. Black diamonds and gray squares indicate preoperative values and 2-months postoperative values, respectively. Preop = preoperative; Postop = postoperative; IOL = intraocular lens; LRI = limbal relaxing incision.

정효과를 확인하였다.

2.5D 이하의 중등도 각막난시를 보인 대상자에 대하여 추가적으로 난시변화에 대한 분석을 시행하였다(Fig. 5). 난시교정인공수정체군 40안, 윤부이완절개술군 23안, 대조군 22안, 총 85안이 포함되었으며 각 군의 술 전 각막난시는  $1.79 \pm 0.36D$  (median 1.75D),  $1.80 \pm 0.33D$  (median 1.75D),  $1.60 \pm 0.39D$  (median 1.50D)로 각 군 간 유의한 차이는 없었다( $p=0.05$ ). 난시교정인공수정체군 및 윤부이완절개술군에서 모두 통계적으로 유의한 구면렌즈대응치의 향상을 관찰할 수 있었다(Table 3). 각막난시의 경우

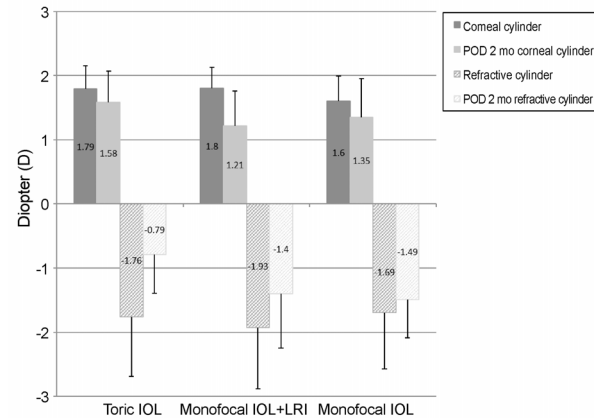
세 군 모두에서 통계적으로 유의한 감소를 보였으나 윤부이완절개술군에서 수술 전  $1.80 \pm 0.33D$ 에서 수술 후  $1.21 \pm 0.55D$ 로  $0.59 \pm 0.51D$  (33%)의 가장 큰 감소율을 보였다( $p<0.001$ ). 굴절난시의 경우 난시교정인공수정체군에서 수술 전  $-1.76 \pm 0.93D$ 에서 수술 후  $-0.79 \pm 0.60D$ 로 세 군 중 가장 큰 변화인  $0.97 \pm 0.66D$  (55.1%)의 굴절난시 감소율을 보였으며 윤부이완절개술군에서  $0.53 \pm 0.87D$ , 대조군의 경우  $0.20 \pm 0.84D$ 의 굴절난시 감소가 확인되었다(각,  $p<0.001$ ,  $p=0.046$ ,  $p=0.304$ ).

## 고 찰

본 연구는 국내 환자를 대상으로 윤부이완절개술과 난시교정인공수정체삽입술 간의 효과를 비교하고자 한 연구로 여러 난시교정 방법들에 대한 국외 비교 연구가 있었으나 국내 환자를 대상으로 두 술기를 비교한 연구는 지금까지 없었다.

이번 연구에서 수술 2개월 경과 후 0.1 logMAR 나안시력 이상의 경과를 보인 환자의 비율은 난시교정인공수정체군에서 64.8%, 윤부이완절개술군에서 41.7%, 대조군에서 27.3%로 관찰되어 난시교정인공수정체 삽입이 가장 시력호전에 우수한 효과를 보임을 알 수 있었다.

기존의 국외 여러 저자들이 난시교정인공수정체삽입술과 윤부이완절개술의 시력 호전 효과에 대한 연구를 시행하였다. Acrysof® IQ toric IOL (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)을 이용한 연구에서 0.1 logMAR 시력(스넬렌 시력 20/25) 이상을 보인 안은 56-72.2%였으



**Figure 5.** Pre- and postoperative cylindrical change of treatment groups with keratometric astigmatism under 2.5 D (n = 85). Positive values represent keratometric astigmatism of each group, and negative values are refractive cylinder. POD = postoperative day; mo = months; IOL = intraocular lens; LRI = limbal relaxing incision.

**Table 3.** Preoperative and postoperative change of biometric data (D) of the treatment groups with keratometric astigmatism under 2.5 D

Group (n = 85)	Preoperative	Postoperative follow-up	<i>p</i> -value*
		2 months	
Keratometric astigmatism			
Toric IOL (n = 40)	1.79 ± 0.36	1.58 ± 0.49	0.008
Monofocal IOL + LRI (n = 23)	1.80 ± 0.33	1.21 ± 0.55	<0.001
Monofocal IOL (n = 22)	1.60 ± 0.39	1.35 ± 0.60	0.013
<i>p</i> value <sup>†</sup>	0.05	0.025	
Refractive cylinder			
Toric IOL	-1.76 ± 0.93	-0.79 ± 0.60	<0.001
Monofocal IOL + LRI	-1.93 ± 0.95	-1.40 ± 0.85	0.046
Monofocal IOL	-1.69 ± 0.88	-1.49 ± 0.60	0.304
<i>p</i> value <sup>†</sup>	0.725	<0.001	
Spherical equivalent			
Toric IOL	-2.24 ± 3.85	-0.53 ± 1.20	0.024
Monofocal IOL + LRI	-1.91 ± 6.69	-0.63 ± 1.30	0.041
Monofocal IOL	-2.22 ± 4.06	-0.66 ± 1.45	0.062
<i>p</i> value <sup>†</sup>	0.489	0.870	

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

IOL = intraocular lens; LRI = limbal relaxing incision.

\*Wilcoxon signed rank test; †Kruskall Wallis test.

며,<sup>7,16,17</sup> Tecnis® ZCT toric IOL (Abbott Medical Optics) 을 분석한 연구에서는 92.6-100%의 안에서 0.3 logMAR 시력(스넬렌 시력 20/40) 이상의 결과를 보였고<sup>7,18-20</sup> Yang et al<sup>7</sup>은 72.2%에서 0.0 logMAR 시력(스넬렌 시력 20/20) 을 보였다고 보고한 바 있다. 또한 Miyata et al<sup>19</sup>은 백내장 수술과 윤부이완절개를 함께 시행한 후 1달 경과 시점에 스넬렌 시력 20/ 20을 40%에서 관찰하였다고 보고하였으며 Ouchi<sup>21</sup>는 2.5D 이상의 각막난시를 가진 57안에 대하여 Acrysof® IQ toric IOL군이 윤부이완절개술군보다 수술 1 달째 나안시력에서 더 호전된 결과를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서도 기존의 연구들과 일치하는 결과가 나타났다.

다만 수술 후 최대교정시력은 난시교정인공수정체군에서 가장 좋은 경과를 보였으나 수술 2개월 후와 비교하여 6개월 후 난시교정인공수정체군에서 나안시력이 다소 감소하여 윤부이완절개술군에 비하여 유의한 호전을 보이지 못하였는데, 향후 이와 관련하여 더 많은 대상자를 선정하여 재분석해 볼 수 있겠으며, 또한 미세한 난시교정인공수정체의 축 변화 또는 다른 두 군에 비하여 낭 내 조작이 많으므로 후낭혼탁이 더 잘 생길 가능성, 각막 고위수차 등의 변수를 고려하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

윤부이완절개술은 각막난시의 교정을 통해 총 굴절난시의 감소를 기대하는 수술 방법이며, 난시교정인공수정체삽입술은 인공수정체 자체의 난시 도수를 통하여 각막난시를 상쇄하여 총 굴절난시의 감소를 얻고자 하는 방법이다. 본 연구에서 수술 2개월째 각막난시의 감소율은 윤부이완절개술군에서 0.57D (30.6%)로 세 군 중 가장 큰 폭의 호전량을 보였고 난시교정인공수정체군과 대조군은 비슷한 결과를 보였다(각, 0.17D, 0.25D). 총 굴절난시의 변화는 난시교정인공수정체군에서 1.5D (60%)의 통계적으로 유의한 호전을 보였고 윤부이완절개술군에서는 0.37D로 대조군의 0.2D 결과보다는 큰 변화량을 보였다. 난시교정인공수정체군의 최종 굴절난시 값은  $-0.98 \pm 0.92D$ , 구면렌즈대응치는  $-0.73 \pm 1.37D$ 로 술 전 계산프로그램을 통해 예상했던  $-0.45D$ ,  $-0.26D$ 와 근사한 수치를 보였다. Power vector 분석에서는 난시교정인공수정체군과 윤부이완절개술군에서 두 군 모두 유의한 정도의 J0, J45 감소가 확인되었으나  $\pm 0.5D$  범위 내로 측정된 경우가 윤부이완절개술군이 난시교정인공수정체군에 비하여 적은 비율을 보여 저교정의 가능성을 시사하는 결과를 보였다. 이는 기존 연구결과들과도 일치하는데, Budak et al<sup>22</sup>은 22안에 대하여 Gills nomogram에 따라 윤부이완절개술 시 각막난시가 44% 감소하였다고 보고하였으며 Zare et al<sup>5</sup>은 윤

부이완절개술 후 각막난시가 술 전  $1.9 \pm 0.83D$ 에서 수술 6개월 후  $1.40 \pm 0.92D$ 로 유의한 감소를 보였으나 벡터분석에서 저교정의 경향성이 있다고 보고하였다.

일반적으로 난시 교정 방법에 대하여 고려할 때 고도의 각막난시를 가진 경우에는 윤부이완절개술의 정확도나 교정 정도에 한계가 있어 난시교정인공수정체보다 효과가 떨어진다는 연구결과들이 있어 왔다.<sup>21,23</sup> 하지만 적은 양의 난시에서 두 군 간의 효용성에 대하여 비교한 연구는 국내외에서 거의 없었는데, 본 연구에서 2.5D 이내의 중등도의 각막난시를 가진 대상자를 선별하여 추가적으로 비교하여 보았을 때 난시교정인공수정체군의 총 굴절난시 감소량은 0.97D, 윤부이완절개술군의 각막난시 감소량은 0.51D, 총 굴절난시 감소량은 0.47D로 나타나 대조군 굴절난시감소량인 0.20D에 비하여 두 군 모두 유의한 향상으로 보였다( $p < 0.001$ ). 이를 통해 윤부이완절개술이 각막난시를 충분히 해소할 수 있지만 여전히 난시교정인공수정체가 그 효용성에서 우수하다는 것을 확인할 수 있었다. Lam et al<sup>24</sup>은 술 전 각막난시가 3D 이하인 환자를 대상으로 하여 29안에 대해 윤부이완절개술을 시행하고, 31안에 대하여 Tecnis® ZCT toric IOL (Abbott Medical Optics)을 삽입한 후 수술 3개월 경과 시 난시변화에 대하여 벡터 분석을 시행하였다. 윤부이완절개술군에서 각막난시는  $1.19 \pm 0.45D$ 에서  $0.81 \pm 0.50D$ , 총 굴절난시는  $1.53 \pm 0.28D$ 에서  $0.99 \pm 0.59D$ 로 변화하였고, 난시교정인공수정체군에서는 각막난시는  $1.43 \pm 0.67D$ 에서  $1.43 \pm 0.63D$ , 총 굴절난시는  $1.65 \pm 0.47D$ 에서  $0.76 \pm 0.52D$ 로 변화하였다. Lam et al<sup>24</sup>은 이 연구를 통하여 윤부이완절개와 난시교정인공수정체 삽입이 둘 다 효과적인 난시 교정이 가능하나 벡터분석 시 난시교정인공수정체군에 비하여 윤부이완절개술군이 저교정 경향이 있어 예측도 면에서는 난시교정인공수정체 삽입술이 더 유용하다고 밝혔다.

결론적으로, 백내장수술에서 난시의 교정 및 시력향상에 대하여 난시의 양에 관계없이 난시교정인공수정체삽입이 가장 교정효과가 좋았으나, 2.5D 이하의 중등도의 난시에서 윤부이완절개술을 통하여도 유의한 양의 난시교정효과를 얻을 수 있어 경제적인 문제로 난시교정인공수정체 삽입을 꺼려하는 환자에게 유용한 수술이라고 사료된다.

## REFERENCES

- 1) Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataract eyes. Am J Ophthalmol 1980;90:360-8.
- 2) Mohammad-Rabei H, Mohammad-Rabei E, Espandar G, et al. Three methods for correction of astigmatism during phacoemulsification.

- J Ophthalmic Vis Res 2016;11:162-7.
- 3) Steinert R. Cataract Surgery: Technique, Complications, and Management, 2nd ed. Philadelphia: Saunders, 2003; 372.
- 4) Carvalho MJ, Suzuki SH, Freitas LL, et al. Limbal relaxing incisions to correct corneal astigmatism during phacoemulsification. J Refract Surg 2007;23:499-504.
- 5) Zare MA, Tehrani MH, Gohari M, et al. Management of corneal astigmatism by limbal relaxing incisions during cataract surgery. Iranian Journal of Ophthalmology 2010;22:15-20.
- 6) Budak K, Friedman NJ, Koch DD. Limbal relaxing incisions with cataract surgery. J Cataract Refract Surg 1998;24:503-8.
- 7) Yang SW, Lee JH, Lim SA, Chung SH. Comparison of the clinical outcomes of two types of toric intraocular lens. J Korean Ophthalmol Soc 2016;57:200-7.
- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 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.
- 14) Till JS, Yoder PR Jr, Wilcox TK, Spielman JL. Toric intraocular lens implantation: 100 consecutive cases. J Cataract Refract Surg 2002;28:295-301.
- 15) Nichamin LD. Management of astigmatism in conjunction with clear corneal phaco surgery. In: Gills JP, ed. A Complete Surgical Guide for Correcting Astigmatism: An Ophthalmic Manifesto, 1st ed. Thorofare: Slack, Inc., 2003; 41-7.
- 16) Na JH, Lee HS, Joo CK. The clinical result of AcrySof toric intraocular lens implantation. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:831-8.
- 17) Kawahara A, Takayanagi Y. Vector analysis investigation of toric intraocular lens with no deviation from the intended axis. Clin Ophthalmol 2016;10:2199-203. eCollection 2016.
- 18) 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.
- 19) Miyata K, Miyai T, Minami K, et al. Limbal relaxing incisions using a reference point and corneal topography for intraoperative identification of the steepest meridian. J Refract Surg 2011;27:339-44.
- 20) Cha YJ, Kim MK, Wee WR. Effect of toric intraocular lens implantation on astigmatism in cataract surgery. J Korean Ophthalmol Soc 2015;56:1544-51.
- 21) Ouchi M. High-cylinder toric intraocular lens implantation versus combined surgery of low-cylinder intraocular lens implantation and limbal relaxing incision for high-astigmatism eyes. Clin Ophthalmol 2014;8:661-7.
- 22) Budak K, Yilmaz G, Aslan BS, Duman S. Limbal relaxing incisions in congenital astigmatism: 6 month follow-up. J Cataract Refract Surg 2001;27:715-9.
- 23) Lee J, Lee H, Kang DS, et al. Comparison of toric foldable iris-fixated phakic intraocular lens implantation and limbal relaxing incisions for moderate-to-high myopic astigmatism. Yonsei Med J 2016;57:1475-81.
- 24) Lam DK, Chow VW, Ye C, et al. Comparative evaluation of aspheric toric intraocular lens implantation and limbal relaxing incisions in eyes with cataracts and  $\leq 3$  dioptres of astigmatism. Br J Ophthalmol 2016;100:258-62.



---

= 국문초록 =

## 백내장수술에서 윤부 이완절개법과 난시교정인공수정체의 난시교정효과 비교

**목적:** 한국인 백내장 환자에서 난시교정인공수정체와 윤부이완절개술의 효과를 비교하고자 하였다.

**대상과 방법:** 1.25D 이상의 각막난시를 보인 79명 100안에 대하여 후향적으로 고찰하였다. 난시교정인공수정체군(54안)과 윤부이완절개술군(24안), 일반인공수정체 삽입군(대조군, 22안)으로 나누어 수술 후 2, 6개월 경과 후 나안과 교정시력, 각막난시, 굴절난시를 비교분석하였다. 또한 대상자 중 2.5D 이하의 각막난시군을 따로 중등도 난시군으로 분류하여 추가 분석을 실시하였다.

**결과:** 수술 2개월 후 난시교정인공수정체군의 64.8%, 윤부이완절개술군의 41.7%, 대조군의 27.3%에서 0.1 logMAR 이상 나안시력을 보였다. 각막난시의 경우 술 전후 난시교정인공수정체군은  $2.40 \pm 1.33D$ 에서  $2.23 \pm 1.42D$ , 윤부이완절개술군은  $1.86 \pm 0.44D$ 에서  $1.29 \pm 0.55D$ , 대조군은  $1.60 \pm 0.39D$ 에서  $1.35 \pm 0.60D$ 로 윤부이완절개술군에서 가장 유의한 호전을 보였다( $p=0.025$ ). 굴절난시에서 난시교정인공수정체군은  $-2.48 \pm 1.84D$ 에서  $-0.98 \pm 0.92D$ , 윤부이완절개술군은  $-2.02 \pm 1.03D$ 에서  $-1.65 \pm 0.86D$ , 대조군은  $-1.69 \pm 0.88D$ 에서  $-1.49 \pm 0.60D$ 의 변화를 보였으며, 변화량은 난시교정인공수정체군에서만 유의하였다( $p<0.001$ ). 2.5D 이하의 각막난시를 보인 85안 중 굴절난시는 난시교정인공수정체군에서  $0.97 \pm 0.66D$  (55.1%)의 가장 높은 호전을 보였고( $p<0.001$ ), 윤부이완절개술군에서도  $0.53 \pm 0.87D$ 의 유의한 변화를 보였다( $p=0.046$ ).

**결론:** 두 군 모두 대조군에 비하여 월등한 시력호전 및 난시 교정 결과를 보였으나 술 전 난시의 양에 관계없이 난시교정인공수정체 삽입술에서 가장 큰 호전을 나타냈다. 중등도 난시를 가진 환자에서는 윤부이완절개법을 통하여도 유의한 양의 난시 및 시력 교정효과를 얻을 수 있어 경제적인 문제로 난시교정인공수정체 삽입을 꺼려하는 환자에게 유용한 수술이라고 사료된다.

〈대한안과학회지 2017;58(11):1225-1233〉

---