

# 난시교정인공수정체 삽입 후 난시교정 평가를 위한 KR-1W 수차계의 유용성

김상원 · 한상엽 · 이경현

성모안과병원

**목적:** 난시교정인공수정체 삽입 후 KR-1W로 측정된 안내난시 및 축을 알아보았다.

**대상과 방법:** 수정체유화술 및 Acrysof Toric IOL 삽입술을 시행 받은 39명(48안)을 대상으로 하였다. 술후 1개월 경과관찰 시점에서 산동 전 KR-1W 안구 수차계로 안내 난시 축을 측정하였고, 산동 후 세극등검사로 난시교정인공수정체의 축을 평가하였다. 삽입된 난시교정인공수정체의 축과 난시도수를 KR-1W 안구 수차계로 측정한 안내난시의 축 및 난시도와 비교하였다.

**결과:** 산동 후 세극등현미경검사로 측정한 인공수정체의 평균 각도는  $86.43 \pm 47.49^\circ$  였고, 안구 수차계에서 측정된 난시축은  $88.93 \pm 41.22^\circ$  로 측정되었으며 상관계수는 0.992로 통계적으로 유의하였다( $p < 0.001$ ). 인공수정체 모델에 따라 SN60T3는  $1.11 \pm 0.47D$ , SN60T4는  $1.71 \pm 0.51D$ , SN60T5는  $3.32 \pm 0.78D$ 로 측정되었다.

**결론:** 산동 후 삽입된 난시교정인공수정체의 축을 직접 확인하지 않아도 KR-1W 안구 수차계를 통해 위치를 평가할 수 있으며, 삽입된 인공수정체에 대한 정보가 없어도 인공수정체 모델을 대략 유추하는 데 도움이 될 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2012;53(11):1603-1608〉

백내장 수술 전부터 있던 각막 난시는 백내장 수술 후에도 여전히 남아 있으며, 백내장 수술 후 더 나은 시력에 대한 환자들의 기대치가 점차 높아짐에 따라 난시 교정용 렌즈가 각광을 받게 되었다. 하지만 후방 내에 삽입된 인공수정체가 회전하게 되면 오히려 난시를 증가시킬 위험이 있다.<sup>1-4</sup> 의도하였던 삽입 축과 인공수정체의 실제 삽입 축이 수술 후 잘 유지되고 있는지를 평가하는 것이 중요한데, 기존의 방법은 산동을 하여 삽입 축을 직접 세극등검사로 확인하는 과정을 거쳐야 했다. 이러한 방법은 시간이 많이 소요되며, 환자에게 불편함을 줄 뿐만 아니라 사진 촬영 시 각도에 따른 오차 가능성이 있다.

이전의 각막형태검사가 각막 전후면에 관한 정보만 제공해 주던 것에 반해 안구 수차계는 각막, 수정체 등을 포함한 눈의 총체적인 굴절 상태에 관한 정보를 제공해 준다. 상용화된 안구 수차계들은 Hartmann Shack,<sup>5,6</sup> Automatic retinoscope,<sup>7</sup> Ray tracing<sup>8,9</sup> 등 측정원리에 따라 나눌 수

있으며 KR-1W (Topcon Corp., Tokyo, Japan), OPD scan<sup>TM</sup> (NIDEK Co.Ltd, Nagoya, Japan), i-Trace (Tracey technology Inc., Houston, USA) 등이 사용되고 있다.

본 연구에서 사용된 KR-1W는 각막 및 안구의 수차 분석, 자동굴절검사, 각막곡률반경검사, 각막지형도검사, 동공크기 측정의 기능이 있으며 Hartmann Shack 방식으로 안구 매체인 각막, 수정체, 초자체를 통과한 후 황반부에서 반사되어 나오는 것을 여러 개의 고체촬영소자로 인식해 편위를 기록하여 수차를 측정하게 된다. 각막 및 안구 전체의 수차 분석을 통하여 간접적으로 안내 수차를 측정할 수 있으며 이를 이용하여 백내장 수술 후 삽입된 난시교정 인공수정체의 난시축을 분석 하고, 산동 후 세극등 현미경으로 촬영된 사진의 난시축과 비교 분석하고자 하였다.

KR-1W로 측정된 안내 난시 정도와 AcrySof Toric IOL의 3가지 모델인 SN60T3, SN60T4, SN60T5의 난시교정 정도를 비교하여 삽입된 인공수정체에 대한 정보가 없더라도 모델을 간접적으로 유추할 수 있는지에 대해 평가해 보고자 하였다.

## 대상과 방법

본 연구는 2008년 3월부터 2010년 12월까지 수정체유화술 및 Acrysof Toric IOL 삽입술을 시행 받은 39명 48안을 대상으로 하였다. 모든 환자에서 술 전에 나안시력 및

■ 접수 일: 2011년 11월 8일 ■ 심사통과일: 2012년 6월 5일  
■ 게재허가일: 2012년 10월 8일

■ 책임저자: 한 상 엽

부산광역시 해운대구 해운대로 409-1

성모안과병원

Tel: 051-743-0775, Fax: 051-743-0776

E-mail: medicalhan@hanmail.net

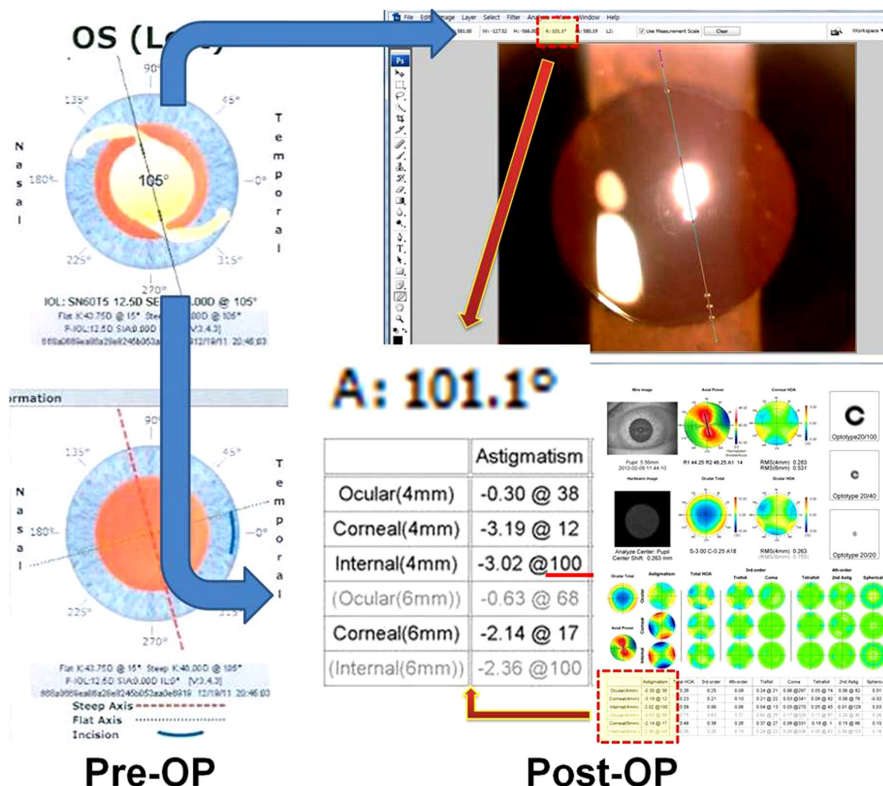
\* 이 논문의 요지는 2011년 대한안과학회 제105회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

최대교정시력, 세극등현미경검사, 현성굴절검사를 실시하였다. 수술 3일 전부터 0.3% ofloxacin, 0.1% diclofenac을 하루에 4회씩 점안하였고, 누운 자세에서는 안구 회전의 가능성이 있어 세극등현미경 앞에 얹혀 정면을 보게 한 후, toric reference corneal marker (ASICO, Illinois, USA)로 각막 윤부의 3시, 6시, 9시 방향에 기준표지자를 표시하였다. 술 전에 Mydrin-P® (Santen, Osaka, Japan)를 10분 간격으로 4회 점안하여 충분히 산동시킨 후 Alcaine® (Alcon, Texas, USA)를 이용한 점안마취를 시행하였다. 환자가 누운 후에는 술전 미리 표시된 지점을 기준으로 하여 환자의 각막 윤부에 Axis ring marker (Surgicaltools, Virginia, USA)를 이용하여 삽입될 난시교정용 인공수정체의 횡축이 위치할 곳을 표시하였다. 국소 마취 후 점탄 물질로 전방을 채우고 투명각막절개를 하였다. 각막 난시를 줄이기 위해 도난시가 있는 40안에 대해 temporal incision, 직난시가 있는 8안에 대해 superior incision으로 Steep axis incision을 시행하였다. 집계를 이용하여 5.5에서 6.0 mm의 연속적 원형전낭절개술(continuous curvilinear capsulorhexis)을 시행하였으며 평형생리식염수(balanced salt solution)를 투입하여 수력분리술과 수력분출술을 시행하였다. Infiniti (Alcon, Texas, USA)를 이용하여 수정체유화술, 피질 흡인을 시행한 후 점탄물질로 전방을 다시 채우고 환자의 난시 정도에 따라 Acrysof Toric IOL의 3가

지 모델 중 적합한 1가지 모델의 인공수정체를 삽입하였다. Acrysof Toric IOL은 SN60T3, SN60T4, SN60T5의 3가지 모델이 있으며 각각 1.03D, 1.55D, 2.06D의 난시를 교정할 수 있다고 알려져 있어 환자의 난시 정도가 0.75D-1.50D인 경우에 SN60T3, 1.50D-2.00D인 경우에 SN60T4, 2.00D 이상인 경우에 SN60T5 모델의 인공수정체를 삽입하였다. 렌즈에 새겨진 난시축(axis marker)을 정확히 맞추기 위해 술 전 난시축표시(axis marking)와 술 중 난시축정렬(axis alignment)을 시행하였다. 삽입된 렌즈의 축을 확인한 후 관류흡인으로 전방에 남아 있는 점탄물질을 제거하였으며 적절한 안압을 확인한 후 각막봉합을 시행하지 않고 기질수화로 창상을 폐쇄하였다. 술 후 점안액은 0.3% Ofloxacin과 0.1% Fluorometholone을 1일 4회씩 사용하였으며 경과관찰 중 점차 사용횟수를 줄이도록 하였다.

수술 전, 술 후 1주, 1개월, 3개월 그리고 술 후 6개월에 나안시력, 교정시력, 현성굴절검사를 시행하였다.

술 후 1개월 경과관찰 시점에서 산동 전 KR-1W 안구 수차계 촬영 및 현성굴절검사로 난시 정도 및 난시축이 평가되었고, 산동 후 세극등검사 및 후낭 내 삽입된 난시교정 인공수정체의 난시축 측정을 위한 사진 촬영이 시행되었다. KR-1W 안구 수차계로 4 mm와 6 mm 동공크기에서 전체 안구난시, 각막난시, 그리고 간접적으로 측정된 안내난시의 계측이 가능하며 본 연구에서는 4 mm 동공크기에서 측정



**Figure 1.** Postoperative estimation of toric intraocular lens (IOL) position using slit lamp and KR-1W. Pictures taken at the slit lamp is analyzed by Photoshop program for axis of toric IOL (Top left). Astigmatism of "internal" value is axis of toric IOL measured by KR-1W (Bottom left).

된 안내난시를 기준으로 평가하였다. 산동 후 세극등 현미경으로 촬영된 사진은 Adobe Photoshop CS3 (Adobe Inc., California, UAS)의 Ruler tool을 이용하여 삽입된 난시교정 인공수정체의 난시축이 평가되었으며 난시교정 인공수정체의 광학부에 표시되어 있는 axis marker 3개와 반대편의 axis marker 3개를 잇는 가상의 선을 그어 Adobe Photoshop CS3 프로그램의 상단에 표시된 A (angle) 값을 기준으로 난시축을 평가하였다(Fig. 1).

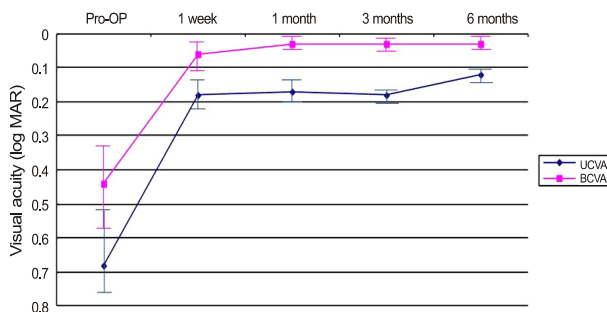
또한 KR-1W로 측정된 안내 난시 정도와 삽입된 AcrySof Toric IOL의 3가지 모델인 SN60T3, SN60T4, SN60T5의 난시교정 정도를 비교 분석하였다.

통계적인 분석은 SPSS 17.0 for Windows (SPSS Inc. Chicago, USA)를 이용하였고, 수술 전후 차이를 분석하기 위해 Paired *t*-test, 경과관찰시 변화의 차이를 보기 위해 Repeated-measures ANOVA, KR-1W로 측정된 안내 난시축과 산동 후 세극등현미경검사에서 측정된 난시축의 상관관계는 Spearman rho correlation coefficient, linear regression analysis로 분석하여 통계 처리하였으며, 통계적 유의성은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

대상환자 39명 중 남자는 14명, 여자는 25명이었고 평균 나이는  $58.6 \pm 11.9$ 세였다. 평균경과관찰 기간은  $8.6 \pm 4.2$ 개월(1-33개월), 술 전 난시(cylinder power)는 평균  $-2.13 \pm 0.92$ D로 측정되었다.

환자의 난시 정도에 따라 Acrysof Toric IOL의 3가지 모델 중 적합한 1가지 모델의 인공수정체를 삽입하였고, 48안 중 SN60T3을 삽입한 경우가 20안, SN60T4는 9안,

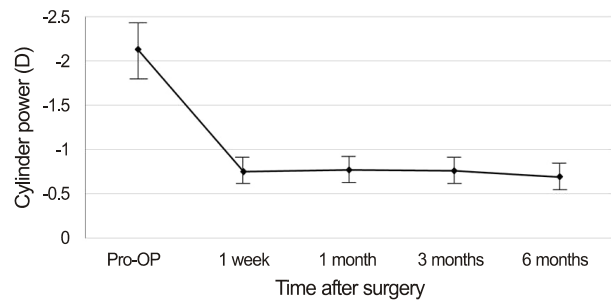


**Figure 2.** Time course of uncorrected visual acuity (UCVA) and best corrected visual acuity (BCVA). Both post-operative UCVA and BCVA were significantly improved when compared with pre-operative values ( $p$ -value  $< 0.001$ , Paired *t*-test) and remained stable, with no significant change for 6 months of follow-up ( $p = 0.362$ ,  $p = 0.417$  by Repeated-measures ANOVA).

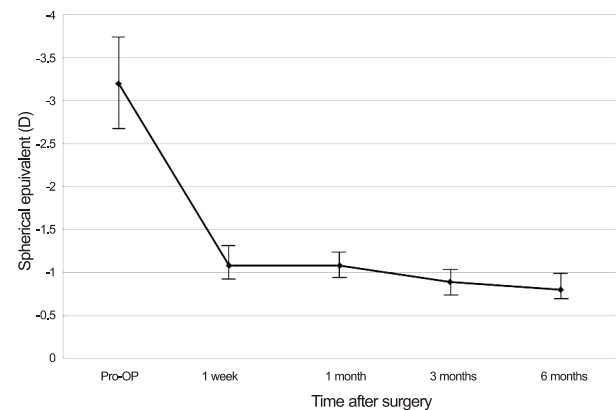
SN60T5 19안이였다.

나안 시력(logMAR)은 술 전 평균  $0.68 \pm 0.47$ 에서 술 후 1주  $0.18 \pm 0.30$ , 술 후 1개월  $0.17 \pm 0.22$ , 술 후 3개월  $0.18 \pm 0.24$ , 그리고 술 후 6개월에  $0.12 \pm 0.12$ 로 유의하게 향상되었고( $p < 0.001$  by Paired *t*-test), 각 경과관찰 기간 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다( $p = 0.362$  by Repeated-measures ANOVA). 최대교정시력(logMAR) 또한 술 전  $0.44 \pm 0.34$ 에서 술 후 1주  $0.06 \pm 0.12$ , 술 후 1개월  $0.03 \pm 0.03$ , 술 후 3개월  $0.03 \pm 0.05$ , 그리고 술 후 6개월에는  $0.03 \pm 0.02$ 로 통계학적으로 유의하게 향상되었고( $p < 0.001$  by Paired *t*-test), 경과관찰 동안 유의한 차이를 보이지 않았다( $p = 0.417$  by Repeated-measures ANOVA)(Fig. 2).

수술 전, 수술 후 1주, 1개월, 3개월 그리고 6개월째의 난시는 각각  $-2.13 \pm 0.92$ D,  $-0.75 \pm 0.38$ D,  $-0.77 \pm 0.57$ D,  $-0.76 \pm 0.31$ D,  $-0.69 \pm 0.39$ D로 수술 전에 비해 난시가 통계학적으로 유의하게 호전되었고( $p < 0.013$  by



**Figure 3.** The changes of mean astigmatism. Post-operative cylinder power was significantly improved when compared with pre-operative values ( $p < 0.013$  by Paired *t*-test). There were no significant differences in post-operative cylinder power during the follow-up period of 6 months ( $p = 0.269$  by Repeated-measures ANOVA).



**Figure 4.** Refractive outcomes. Mean spherical equivalent significantly improved compared to preoperative values during all follow-up periods. D = diopter.

Paired *t*-test), 술 후 난시가 안정적으로 유지되었다( $p=0.269$  by Repeated-measures ANOVA)(Fig. 3).

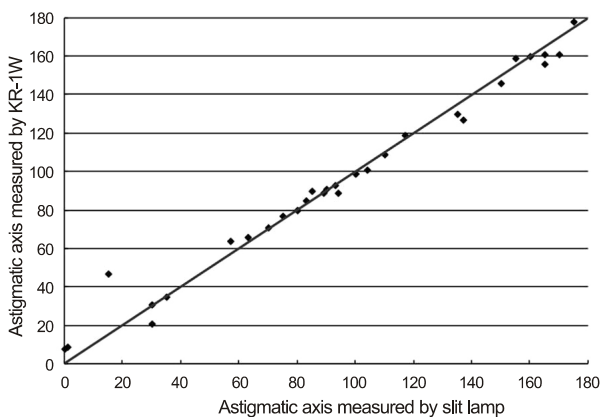
평균 구면 렌즈 대응치는 술 전  $-3.2 \pm 0.92D$ 이었고, 술 후 1주  $-1.08 \pm 0.38D$ , 술 후 1개월  $-1.08 \pm 0.36D$ , 술 후 3개월  $-0.89 \pm 0.36D$ , 술 후 6개월에는  $-0.80 \pm 0.29D$ 로 측정되었으며 술 후 안정적으로 유지되었다(Fig. 4).

Toric IOL 삽입 후 1개월이 지난 시점에서, 난시축 확인 위해 산동 전 KR-1W 안구 수차계 촬영과 산동 후 세극등검사와 동반된 사진 촬영을 시행하였다. KR-1W 안구 수차계에서 측정된 평균 난시축은  $88.93 \pm 41.22^\circ$ 였고, 산동 후 세극등현미경검사로 측정된 인공수정체의 평균 난시축은  $86.43 \pm 47.49^\circ$ 로 측정되었으며 상관계수는 0.992로 통계적으로 유의한 상관관계( $p<0.001$ )를 보였다(Fig. 5). 두 군 간의 관계를 알아보기 위해 선형회귀분석을 시행한 결과 측정된 난시 축이 서로 비례하는 양의 상관관계를 보였으며, 설명력( $R^2$ )은 0.981로 나타났다. 예외적으로 동공 직경이 3.33 mm로 작은 1안에서 KR-1W를 이용하여 측정된 난시축은  $47^\circ$ 로 실제 산동 후 세극등으로 측정된 난시축은  $20^\circ$ 로 오차가 크게 나타났다.

삽입된 난시교정인공수정체의 평균난시는  $1.57 \pm 0.48D$ 였고, KR-1W 안구 수차계에서 측정된 평균난시는  $2.17 \pm 1.08D$ 로 측정되었으며 인공수정체 모델에 따라 SNT3는  $1.11 \pm 0.47D$ , SNT4는  $1.71 \pm 0.51D$ , SNT5는  $3.32 \pm 0.78D$ 로 측정되었다(Fig. 6).

## 고 찰

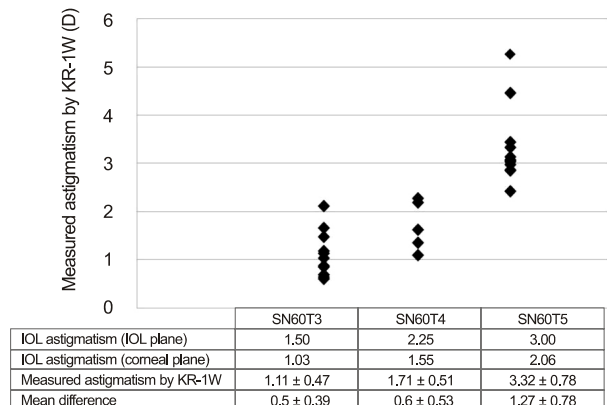
백내장 수술 이전부터 있던 각막난시는 술 후에도 여전



**Figure 5.** Relationship between astigmatic axis measured by slit lamp and astigmatic axis measured by KR-1W. Linear regression model was used to estimate the relationship. The results showed strong positive association between the 2 methods.

이 존재하므로 각막난시가 심한 환자의 경우, 백내장 수술 후 콘택트렌즈 또는 안경 등으로 교정이 필요하였다. 백내장 환자의 15-29%에서 1.50D 이상의 각막난시가 있으며<sup>10,11</sup> 약 2% 정도에서는 4.00D 이상의 각막난시가 있다고 한다.<sup>12</sup>

백내장 수술 중 시행 가능한 난시교정술기는 다양하게 연구되어 왔으며, Amesbury and Miller<sup>13</sup>는 각막난시가 1D 미만인 경우는 각막곡률이 가파른 축에 절개창(steepest axis incision)을 넣고, 1.0-1.5D 사이인 경우에는 주변각막이완절개법(peripheral corneal relaxing incisions), 1.5D 이상인 경우는 난시교정용 인공수정체를 삽입하여 기존의 각막난시를 줄일 것을 권장하였다. 하지만 가파른 축 절개법과 주변각막이완절개법은 난시 변화량이 적으며 술 후 남은 난시 양에 대한 예측이 어렵다. Poll et al<sup>14</sup>은 각막난시를 동반한 백내장 환자에서 백내장 수술시 난시교정용 인공수정체를 삽입한 군과 주변각막이완절개법을 시행한 군으로 나누어 비교 분석하였으며, 난시가 2.25D 미만인 군에서는 두 술식 간에 차이가 없었으나 난시가 2.26D 이상인 군에서는 난시교정용 인공수정체를 삽입한 군에서 난시 교정의 효과가 더 크다고 하였다. Kim et al<sup>15</sup>은 백내장 환자에서 난시교정용 인공수정체(AcrySof Toric IOL)의 삽입이 술 후 단기와 장기간의 경과관찰에서 각막난시를 효과적으로 줄일 수 있으며, 술 후 남은 난시 양에 대한 예측을 할 수 있는 방법이라고 하였다. 따라서 난시교정용 인공수정체를 삽입하는 것은 백내장과 각막난시를 모두 가지고 있는 환자들에게 예측 가능하며, 난시 교정의 효과가 큰 방법이라 할 수 있다. 또한 Pineda et al<sup>16</sup>은 난시를 동반한 백내장 환자에서 난시 교정용 인공수정체를 삽입하는 것은 일반렌즈 삽입 후 시력교정을 위한 안경 또는 콘택트렌즈



**Figure 6.** Comparison of measured astigmatism by KR-1W. The measured astigmatism according to AcrySof Toric Intraocular Lens model were  $1.11 \pm 0.47D$  in SN60T3,  $1.71 \pm 0.51D$  in SN60T4, and  $3.32 \pm 0.78D$  in SN60T5.

작용을 하는 것보다 경제적인 측면에서도 유리하다고 하였다.

난시를 동반한 백내장 환자에서 난시교정용 인공수정체 삽입은 1990년대에 소개되었으며, 현재 난시 교정용 인공수정체로 AcrySof Toric IOL (Alcon, Texas, USA), STAAR toric IOL (STAAR Surgical, California, USA), AT LISA toric IOL (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany) 등 여러 가지 종류가 사용되고 있으며 환자들의 보다 나은 시력의 질 향상을 위해 각광을 받고 있다. 본원에서 삽입된 난시교정용 인공수정체인 AcrySof Toric IOL은 전체 길이 13.0 mm, 광학부 6.0 mm로 single-piece 소수성 아크릴(hydrophobic acrylic) 재질의 modified L-haptics로 이루어져 있으며 2005년 US Food and Drug Administration (FDA) 승인을 받았다.

하지만 난시교정 인공수정체의 삽입은 술 후 렌즈의 회전으로 시력 감소를 야기할 수 있다.<sup>17-20</sup> 교정하고자 했던 난시 축과 실제 삽입된 난시교정용 인공수정체의 난시 축이 1도 어긋날 때 난시 교정 효과가 3%씩 감소하고, 30도 어긋날 경우에는 난시 교정 효과가 완전히 사라지게 된다.<sup>21</sup>

Na et al<sup>22</sup>은 인공수정체를 정확하게 삽입하였다 하더라도, 수정체 삽입 이후에 관류 및 흡입 과정이 과하거나 술 후 시간의 흐름에 따른 낭의 수축으로 야기된 인공수정체의 지지부 압박, 인공수정체의 tilting 및 decentration이 원인이 될 수 있다고 하였다.

의도하였던 삽입 축과 인공수정체의 실제 삽입 축이 술 후 잘 유지되고 있는지를 평가를 위한 기존의 방법은 산동을 하여 삽입 축을 직접 세극등검사로 확인하여야 했다. 하지만 이러한 방법은 시간이 많이 소요되며, 환자에게 불편함을 줄 뿐만 아니라 사진 촬영 시 각도에 따른 오차 가능성이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본원에서는 KR-1W 안구 수차계를 사용하여 산동하지 않은 상태로 난시축 및 난시 정도를 객관적으로 측정하였고 산동 후 시행된 난시축 및 난시 정도와 비교 분석하여 그 유용성을 알아보려고 하였다. 난시를 동반한 백내장 환자에서 난시교정 인공수정체 삽입 후 최소 1개월이 지난 시점에서 KR-1W 안구 수차계로 측정한 난시 축은  $88.93 \pm 41.22^\circ$ 였고, 산동 후 세극등현미경검사로 측정한 난시축은  $86.43 \pm 47.49^\circ$ 로 평균 오차는  $2.90 \pm 2.38^\circ$ 였고, 상관계수는 0.992로 두 방법은 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다( $p < 0.001$ ). 두 군간의 상관관계를 선형회귀분석 하여,  $(KR-1W \text{로 측정한 난시 축}) = 0.93 \times (\text{세극등현미경으로 촬영한 사진상의 난시 축}) - 7.35$ 의 식으로 나타났는데, 이는 측정한 난시 축이 서로 비례하며 양의 상관관계에 있음을 알 수 있었다. 하지만 1안에서 KR-1W 안구 수차계로 측정한 난시 축이  $47^\circ$ 였으

나 실제 산동 후 세극등현미경검사로 확인한 난시축은  $20^\circ$ 로 오차가 크게 나타났으며 이는 동공 직경이 3.33 mm로 작은 경우로 동공이 4 mm 이하로 작은 경우에는 오차에 대해 주의를 하여야 하겠다.

따라서 난시교정용 인공수정체를 삽입한 환자에서 어두운 곳에서 동공이 4 mm 이상으로 확장만 된다면 KR-1W 안구 수차계 촬영으로 난시 축 확인을 할 수 있으며 기존의 불필요한 산동 및 이로 인한 불편감을 감소시킬 수 있을 것이라 생각한다.

또한 실제 삽입된 난시교정인공수정체의 난시 값과 KR-1W를 이용하여 측정한 난시 값과는 차이가 있었다. SN60T3과 SN60T4의 경우, KR-1W로 측정한 안내 난시의 정도가 서로 겹치는 부분이 많아 두 모델을 감별하기 어렵지만 SN60T5의 경우, 안내 난시 값이 분포가 앞의 두 모델과 차이가 있었다. 삽입된 난시교정인공수정체의 모델을 알지 못하더라도 SN60T5의 경우 KR-1W를 이용하여 어느 정도 유추할 수 있는 범위 내에 있었다.

결론적으로 KR-1W 안구 수차계를 통해 삽입된 렌즈 축을 산동하여 직접 확인하지 않아도 위치를 평가할 수 있으며, 삽입된 인공수정체에 대한 정보가 없어도 인공수정체 모델을 대략 유추하는 데 도움이 될 것으로 생각한다.

## 참고문헌

- 1) Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:523-6.
- 2) Werblin TP. Do three-piece PMMA IOLs rotate after implantation in the capsular bag? *J Refract Surg* 1995;11:468-71.
- 3) Gills JP, Martin RG, Sanders DR. Sutureless Cataract Surgery: An Evolution toward Minimally Invasive Technique. Thorofare, NJ: Slack Inc, 1992;183-97.
- 4) Gills JP, Martin RG, Thornton SP, Sanders DR. Surgical Treatment of Astigmatism. Thorofare, NJ: Slack Inc, 1994;159-64.
- 5) Liang J, Grimm B, Goelz S, Bille JF. Objective measurement of wave aberrations of the human eye with the use of a Hartmann-Shack wave-front sensor. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 1994;11:1949-57.
- 6) Thibos LN. Principles of Hartmann-Shack aberrometry. *J Refract Surg* 2000;16:S563-5.
- 7) MacRae S, Fujieda M. Slit skiascopic-guided ablation using the Nidek laser. *J Refract Surg* 2000;16:S576-80.
- 8) Molebny VV, Pallikaris IG, Naoumidis LP, et al. Retina ray-tracing technique for eye-refraction mapping. *SPIE Proc* 1997;2971:175-83.
- 9) Navarro R, Moreno-Barriuso E. Laser ray-tracing method for optical testing. *Opt Lett* 1999;24:951-3.
- 10) Ninn-Pedersen K, Stenevi U, Ehinger B. Cataract patients in a defined Swedish population 1986-1990. II. Preoperative observations. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1994;72:10-5.



- 11) Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. Am J Ophthalmol 1980;90:360-8.
- 12) Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. Am J Ophthalmol 1980;90:360-8.
- 13) Amesbury EC, Miller KM. Correction of astigmatism at the time of cataract surgery. Curr Opin Ophthalmol 2009;20:19-24.
- 14) 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.
- 15) 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.
- 16) Pineda R, Denevich S, Lee WC, et al. Economic evaluation of toric intraocular lens: a short- and long-term decision analytic model. Arch Ophthalmol 2010;128:834-40.
- 17) Nguyen TM, Miller KM. Digital overlay technique for documenting toric intraocular lens axis orientation. J Cataract Refract Surg 2000;26:1496-504.
- 18) Sun XY, Vicary D, Montgomery P, Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. Ophthalmology 2000;107:1776-81.
- 19) Chang DF. Early rotational stability of the longer Staar toric intraocular lens: fifty consecutive cases. J Cataract Refract Surg 2003;29:935-40.
- 20) Novis C. Astigmatism and toric intraocular lenses. Curr Opin Ophthalmol 2000;11:47-50.
- 21) 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.
- 22) Na JH, Lee HS, Joo CK. The clinical result of acrysof toric intraocular lens implantation. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:831-8.

**=ABSTRACT=**

## The Efficacy of KR-1W Aberrometer in Assessing the Astigmatism after Toric Intraocular Lens Implantation

Sang Won Kim, MD, Sang Youp Han, MD, Kyung Hun Lee, MD

*Sungmo Eye Hospital, Busan, Korea*

**Purpose:** To evaluate the efficacy of the KR-1W aberrometer in assessing the astigmatism and the achieved axis after AcrySof Toric intraocular lens (IOL) implantation.

**Methods:** Thirty-nine patients (48 eyes) that had undergone phacoemulsification and AcrySof Toric IOL implantation were included in the present study. At postoperative 1 month, ocular aberrations of all the eyes were measured using the KR-1W aberrometer before mydriasis and the achieved axis of AcrySof Toric IOL was measured by slit lamp examination after mydriasis. The achieved axis measured by slit lamp examination and the astigmatism of the implanted AcrySof Toric IOL were compared with the KR-1W.

**Results:** The mean achieved lens axis after mydriasis measured by slit lamp examination and KR-1W was  $86.43 \pm 47.49$  degrees and  $88.93 \pm 41.22$  degrees, respectively. The correlation coefficient of the 2 methods was 0.992 ( $p < 0.001$ ). The measured astigmatism according to the AcrySof Toric IOL model was  $1.11 \pm 0.47$ D in SN60T3,  $1.71 \pm 0.51$ D in SN60T4, and  $3.32 \pm 0.78$ D in SN60T5.

**Conclusions:** Without the need to directly evaluate the axis of implanted Toric IOL after mydriasis, the achieved lens axis can be measured by the KR-1W without mydriasis. The AcrySof Toric IOL model could be assessed by the KR-1W without information about the AcrySof Toric IOL model.

J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(11):1603-1608

**Key Words:** Aberrometer, AcrySof, Astigmatism, KR-1W, Toric Intraocular Lens

---

Address reprint requests to **Sang Youp Han, MD**  
Sungmo Eye Hospital  
#409-1 Haeun-daero, Haeundae-gu, Busan 612-823, Korea  
Tel: 82-51-743-0775, Fax: 82-51-743-0776, E-mail: medicalhan@hanmail.net