

백내장 수술에서 2가지 비구면 인공수정체 삽입 후 임상 결과의 비교

이상엽 · 정재림 · 홍진표 · 서경률 · 김응권 · 김태임

연세대학교 의과대학 안과학교실 시기능개발연구소

목적: 미세소절개창을 사용하는 비구면 aberration free 인공수정체 MI60 또는 고식적 백내장 절개창을 사용하는 비구면 aberration free 인공수정체 Akreos AO를 삽입한 환자군 간의 임상결과를 비교하였다.

대상과 방법: 무작위로 분류된 두 환자군에서 술 전, 술 후 1개월, 술 후 3개월의 최대교정시력, 굴절 이상, 각막 난시도, 수술 유발 난시를 비교하였고, 술 후 1개월과 술 후 3개월의 전체 수차, 구면 수차 및 고위 수차를 비교하였다.

결과: MI60을 삽입한 군이 술 후 1개월에 통계적으로 유의하게 낮은 각막 난시($p=0.020$)를 보였다. 수술 유발 난시의 경우 술 후 1개월($p=0.021$)과 술 후 3개월($p=0.043$)에 MI60 삽입군이 통계적으로 유의하게 낮은 값을 보였다. 구면 수차 및 고위 수차, 전체 수차는 술 후 1개월과 3개월에서 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

결론: MI60은 Akreos AO보다 술 후 적은 각막난시 및 수술 유발 난시를 보였고, 고위 수차 및 구면 수차, 전체 수차에서는 두 군 간에 큰 차이를 보이지 않았다.

〈대한안과학회지 2009;50(10):1520-1526〉

백내장 수술은 1970년대부터 실리콘이나 아크릴 등의 새로운 인공수정체 재료의 개발 및 후방인공수정체의 개발과 더불어 초음파유화흡인술 및 소절개창을 이용한 수술과 같은 수술 기법의 발달로 인해 지금까지 꾸준히 발전되어 왔다. 최근에는 환자와 의사에게 수술 전부터 수술 후까지 모든 과정에서의 편의성을 높이고, 수술 결과를 좋게 하기 위한 노력의 결과로 점안 마취제의 사용, 연속원형전낭절개(continuous curvilinear capsulorhexis), 접힘 인공수정체(foldable IOL) 및 말림 인공수정체(rollable IOL)의 사용, 무봉합 수술(no stitch surgery) 등이 시행되고 있다.¹⁻⁴

이런 노력에 힘입어 최근 백내장 수술은 단순 시력 향상에 서 벗어나 굴절 교정 및 시력의 질 향상에 초점이 맞추어 지고 있으며, 이를 위해 미세소절개창을 이용한 수술 방법(MICS: micro incision cataract surgery) 및 난시 교정용 인공수정체, 다초점 인공수정체가 사용되고 있다.

수술 시 각막 절개 길이가 난시에 영향을 줄 수 있다는 연구가 이루어지면서 각막 절개를 최소화하려는 노력이 이루어

져 왔으며, 이를 위해 2.0 mm 이하의 미세각막절개창에 삽입 가능한 인공수정체가 개발되었다. 절개창이 작아질수록 수술 시간의 단축 및 빠른 시력회복, 안내염의 감소, 절개창 관련 합병증의 감소, 수술 유발난시의 감소와 같은 이점이 있다고 알려져 있으며, 이 효과를 극대화 하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다.^{5,6}

시력의 질을 판단하는데 있어서는 일반적인 시력 측정을 기초로 하여, 최근 연구에서는 wavefront 분석을 통한 고위 수차 및 구면 수차 측정 방법이 사용되고 있다.⁷⁻¹⁰ 안구 전체 뿐만 아니라 각막 및 수정체의 수차를 측정하는 여러 기계들이 개발 되어, 측정된 결과를 바탕으로 굴절교정 수술을 시행하여 수술로 인한 안구 전체나 각막의 수차 변화가 시력의 질에 미치는 영향에 대한 연구들이 진행되고 있다.^{11,12} 기존의 인공수정체는 양의 구면 수차 값을 가져 양의 구면 수차 값을 가진 각막과 함께 전체 안구에 높은 구면 수차값을 유발하여 눈부심 등의 현상을 심화시킬 수 있었는데, 이를 해결하기 위해 음의 구면 수차를 가지는 비구면 인공수정체들이 개발되었다. 최근에는 음의 구면 수차를 가지는 인공수정체 사용시 나타나는 문제점들을 보완 하기 위해 aberration free 인공수정체도 사용되고 있다.¹³ 본 논문에서는 미세소절개창을 사용하는 aberration free 비구면 인공수정체인 MI60 (Bausch & Lomb, Rochester, NY)을 삽입한 환자군과, 미세소절개창용이 아니면서 동일한 aberration free 비구면 인공수정체인 Akreos AO (Bausch & Lomb, Rochester, NY)를 삽입한 환자군의 수술 후 각막 난시와 수술 유발 난시 및 구면 수차, 고위 수차

■ 접수 일: 2009년 2월 25일 ■ 심사통과일: 2009년 7월 7일

■ 책임저자 김 태 임

서울시 서대문구 신촌동 134
연세대학교 신촌세브란스병원 안과
Tel: 02-2228-3570, Fax: 02-312-0541
E-mail: tikim@yuhs.ac

* This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea Government (MEST) (No.M1A1Q19, 2009-0082186)

를 비교하였다.

대상과 방법

본 연구는 2007년 8월부터 2008년 10월까지 본원에서 초음파유화백내장적출술 및 후방인공수정체삽입술을 시행 받은 31명 35안 중 20안의 MI60 삽입군과 15안의 Akreos AO 삽입군을 대상으로 진행하였다. 두 인공수정체는 환자들에게 무작위로 삽입하였으며, 이들 모두는 외상이나 눈 속 수술의 과거력, 염증, 녹내장, 망막이상 및 기타 시력에 영향을 줄 수 있는 안내 질환의 기왕력이 없는 45세에서 85세 사이의 환자로 구성되었다. 수술은 동일한 술자에 의해 진행되었고, 0.5% proparacaine hydrochloride (ALCAINE®, Alcon, Fort Worth, TX)과 4% lidocaine hydrochloride 점안 마취하에 시행되었다. 각막절개도로 투명각막절개를 시행한 후 점탄물질을 전낭에 채워 넣고 26 gauge 바늘을 이용하여 원형전낭절개를 시행하였다. 모두 이측 투명각막절개를 시행하였으나 MI60 사용 시 1.8 mm 크기의 절개창을, Akreos AO 사용 시 3.0 mm 크기

의 절개창을 만들었다. 수력분리술과 수력윤곽술을 시행한 후 초음파유화기로 핵의 수정체유화술과 피질 흡입을 시행하였다. 이후 인공수정체를 injector system으로 삽입 후 관류흡입 장치로 점탄물질을 제거하였고, 투명각막절개는 기질수화를 시행하였으며 봉합은 시행하지 않았다.

Akreos AO는 26% acrylic material로 구성되어 있고, 굴절률은 1.458이며, 광학부는 Biconvex aspheric anterior and posterior로 만들어진 aberration free 인공수정체이다. MI60은 Akreos AO와 동일한 굴절률 및 광학부의 특징을 가지는 aberration free 인공수정체로, 26% hydrophilic acrylic material로 구성되어 있다는 점에서 Akreos와 차이를 보인다. MI60은 렌즈 구성성분의 hydrophilic한 성질로 인해 미세소 절개창을 사용하여 인공수정체를 삽입할 수 있을 만큼의 충분한 유연성을 가지게 된다고 알려져 있다 (Table 1, Fig. 1).

모든 환자는 수술 전, 수술 후 1개월, 수술 후 3개월에 각각의 나안시력, 최대교정시력, 안압, 각막난시, 수술 유발 난시 등을 측정하였으며, 세극등을 이용하여 합병증 유무 검사를 시행하였다. 각막난시 측정에는 자동각막곡률계(RK-3, Canon,



Figure 1. The appearance of intraocular lenses.

Table 1. Characteristics of the two IOL in the study

IOL* Characteristics	Akreos AO	MI60
Type	1 piece	1 piece
Optic material	26% Acrylic material	26% Hydrophilic acrylic
Refractive index	1.458	1.458
Optic shape	Biconvex aspheric anterior and posterior	Biconvex aspheric anterior and posterior
Haptics shape	One-piece	One-piece
	10° average angulation	0° average angulation

* Intraocular lens.

Table 2. Preoperative and postoperative visual acuity and refraction, corneal astigmatism, surgically induced astigmatism of Akreos AO

	UCVA*	BCVA†	SE‡	Cor. Astig.§	SIA¶
Pre op.	0.44±0.27	0.56±0.33	0.13±1.87	0.62±0.28	
Post op. 1M	0.66±0.28	0.86±0.22	-0.28±0.43	1.05±0.36	1.06±0.75
Post op. 3M	0.78±0.25	0.94±0.15	-0.33±0.76	0.87±0.44	0.93±0.55
p-value	0.006	0.004	0.262	0.010	0.620

* Uncorrected visual acuity; † Best corrected visual acuity; ‡ Spherical equivalent; § Corneal astigmatism; ¶ Surgically induced astigmatism.

Table 3. Preoperative and postoperative visual acuity and refraction, corneal astigmatism, surgically induced astigmatism of MI60

	UCVA*	BCVA†	SE‡	Cor. Astig.§	SIA¶
Pre op.	0.36±0.25	0.57±0.26	-0.15±1.72	0.67±0.39	
Post op. 1M	0.65±0.16	0.91±0.10	-0.85±0.53	0.63±1.85	0.58±0.33
Post op. 3M	0.58±0.18	0.93±0.08	-0.92±0.64	0.71±0.47	0.59±0.37
p-value	0.000#	0.000#	0.028	0.921	0.970

* Uncorrected visual acuity; † Best corrected visual acuity; ‡ Spherical equivalent; § Corneal astigmatism; ¶ Surgically induced astigmatism; # p<0.05.

Tokyo, Japan)를 이용하였고, 수술유발 난시는 Jaffe's 4-point vector-polar method를 사용하여 분석하였다. 수술 후 1개월, 3개월에서 전체 수차, 고위 수차, 구면 수차, 코마 수차, 트레 포일 수차를 Ray tracing 방법으로 wavefront를 측정하는 i-Trace® (Tracey technologies, Houston, TX)를 사용하여 측정하였다. 동공크기는 모두 6 mm 크기 상태에서 측정하였다.

통계학적 처리는 SPSS 12.0 for Window (SPSS Inc., Chicago, IL)를 이용하였고, Kolmogorov-Smirnov 검정상 정규 분포를 보이지 않아 측정값들의 비교는 Mann-Whitney 검정과 KruskalWallis 검정을 시행하였다. Mann-Whitney 검정의 경우 p<0.05인 경우 통계적으로 유의하다고 보았으며, Kruskal Wallis 검정에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 경우 각각의 집단을 Mann-Whitney 검정을 통해 검사 한 뒤 pairwise comparison이 필요함을 감안하여 p<0.017이 나와야 통계적으로 유의성이 있는 것으로 보았다.

결 과

전체 환자 31명 중 남자는 13명, 여자는 18명 이었으며, 총 35안 중 Akreos AO 삽입군은 15안(남자 5안 여자 10안), 평균 나이 62.2세였고, MI60 삽입군은 20안(남자 9안, 여자 11안) 평균 나이 68.5세였다. Akreos AO 삽입군의 수술 전과 수술 후 1개월, 3개월의 시력, 최대 교정시력, 굴절이상(구면 대응치), 각막 난시와 수술 후 1개월, 3개월 간의 수술 유발난시를 살펴보면, 굴절이상과 수술 유발 난시를 제외하고는 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 각막 난시의 경우 수술 후 1개월 이 수술 후 3개월 때 보다 더 큰 값을 보였으며, 수술 유발 난시

도 수술 후 1개월에 더 큰 값을 보였다(Table 2).

Table 3은 동일한 항목에서 MI60 삽입군의 값을 보여주는 것으로, 각막 난시 및 수술 유발난시를 제외하고는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 각막 난시는 술 전과 술 후 큰 차이를 보이지 않았으며, 수술 유발 난시는 술 후 1개월과 3개월에서 큰 차이를 보이지 않았다.

술 후 1개월과 3개월에서 Akreos AO와 MI60 삽입군 간에 각막 난시와 각막 난시도의 차이(술 후 각막 난시에서 술 전 각막 난시를 뺀 값)를 보면, 전체적으로 MI60 삽입군의 값이 Akreos AO 삽입군의 값보다 더 작은 것을 알 수 있다(Table 4). 이 중 수술 후 1개월에 각막 난시, 각막 난시도의 차이, 수술 후 1개월과 수술 후 3개월의 수술 유발 난시 값이 통계적으로 유의하게 MI60 삽입 군에서 낮은 값을 보였다.

동공 크기를 6 mm로 표준화 시킨 후 수술 후 1개월 및 수술 후 3개월에 시행한 Wavefront 분석 결과를 Akreos 삽입군과 MI60 삽입군을 비교하면, 대부분의 값에서 두 군간에 통계적으로 유의한 값을 보이지 않는 것으로 나타났다 (Table 5).

고 찰

백내장 수술 후 시력 예후를 결정하는 인자 중 수술로 발생하는 난시와 고위 수차의 변화는 시력의 질적인 면을 결정하는 중요 요소이다.¹⁴⁻¹⁶

백내장 수술에 의한 난시의 변화는 봉합사의 장력, 봉합의 방법과 봉합사의 종류 등에 영향을 받으며, 절개창의 길이와 폭, 위치에 따라 서로 달라지는 것으로 알려져 있다.¹⁷⁻²⁰ 일반적으로 봉합 시 장력이 약하고, 절개창의 폭이 좁으며, 절개

Table 4. Comparison of postoperative corneal astigmatism, surgically induced astigmatism, difference of corneal astigmatism

	Akreos AO	MI60	p-value
Cor. Astig*			
Post op 1M	1.05±0.36	0.63±0.36	0.020
Post op 3M	0.87±0.44	0.71±0.47	0.254
Cor. Astig Diff.†			
Post op 1M	0.43±0.44	0.06±0.36	0.005
Post op 3M	0.25±0.54	-0.02±0.51	0.314
SIA‡			
Post op 1M	1.06±0.75	0.58±0.33	0.021
Post op 3M	0.93±0.55	0.59±0.37	0.043

* Corneal astigmatism; † Difference of corneal astigmatism (Post op corneal astigmatism - Pre op corneal astigmatism); ‡ Surgically induced astigmatism.

Table 5. Comparison of aberrations in each study group

	Akreos AO 1M	MI60 1M	Akreos AO 3M	MI60 3M	p-value (1M/3M)
RMS total*	1.73±0.65	2.41±1.33	1.43±0.62	2.91±1.82	0.117/0.012
Sph A†	0.25±0.21	0.09±0.28	0.17±0.27	-0.07±0.75	0.067/0.117
(entire)					
SphA†	-0.02±0.2	-0.06±0.35	-0.02±0.24	-0.27±0.75	0.789/0.079
(int. optics§)					
SphA†	0.27±0.09	0.25±0.19	0.22±0.11	0.21±0.14	0.509/0.682
(Cornea)					
H0total‡	1.00±0.42	1.05±0.84	0.96±0.51	1.60±1.56	0.682/0.762
Int. optics§					
Trefoil6	0.05±0.49	0.33±0.51	0.15±0.57	0.40±0.56	0.155/0.215
Trefoil9	-0.48±0.47	-0.01±0.37	-0.18±0.47	-0.04±0.56	0.020/0.307
Coma7	0.10±0.45	0.15±0.75	0.02±0.52	-0.16±1.17	0.343/0.929
Coma8	0.08±0.39	0.01±0.20	0.05±0.26	0.12±0.67	0.190/0.682
Entire					
Trefoil6	0.05±0.37	0.22±0.43	0.10±0.35	0.25±0.49	0.290/0.361
Trefoil9	-0.15±0.39	0.03±0.22	-0.02±0.45	-0.07±0.63	0.190/0.762
Coma7	0.08±0.29	0.17±0.57	-0.04±0.27	-0.04±1.12	0.343/0.509
Coma8	0.05±0.38	-0.03±0.18	0.04±0.27	0.07±0.69	0.244/0.762
Cornea					
Trefoil6	0.00±0.18	-0.05±0.27	-0.06±0.29	-0.11±0.21	0.605/0.325
Trefoil9	0.33±0.29	0.15±0.15	0.16±0.21	0.10±0.15	0.062/0.556
Coma7	-0.01±0.21	0.11±0.29	-0.04±0.28	0.10±0.18	0.290/0.202
Coma8	0.05±0.23	0.03±0.18	0.00±0.22	0.00±0.16	0.789/0.762

* Root mean square of total aberrations; † Spherical aberration; ‡ Root mean square of total higher order aberrations (3rd to 6th order); § Internal optics.

길이가 짧고 절개창의 위치가 각막 중심부로부터 뒤에 위치하는 경우에 난시의 발생이 감소하게 된다. 이전 보고에 따르면 절개창의 크기가 1.4 mm 일 때 2.8 mm 절개창을 사용했을 때의 경우 보다 수술 유발 난시가 더 적었다고 하였고,⁶ 3.0 mm 길이의 투명각막절개 후 주사형 실리콘 인공수정체를 삽입한 경우와 3.2 mm 절개창으로 주사형 아크릴 인공수정체를 삽입한 경우, 3.4 mm 절개창으로 접합형 아크릴 인공수정체를 삽입한 경우를 비교하여 3.0 mm 투명각막 절개를 사용하는 경우 난시 안정화가 초기부터 이루어진다고 하였다.²⁰ 하지만 절개창의 크기와 수술 유발 난시에 연관성이 없다는

보고도 있는데, 백내장 수술 시 1.4 mm 절개창과 2.2 mm 절개창을 사용했을 경우 수술 유발 난시의 차이가 없었다고 보고와²¹ 1.5 mm 절개창과 2.75 mm 절개창에서 수술 유발 난시의 차이가 없다고 보고도 있으며,²² Hwang et al¹⁹도 2.8 mm 절개창의 고전적 백내장 수술의 경우와 2.2 mm 절개창의 미세절개 백내장 수술을 비교하였을 때 수술 유발 난시에 차이가 없다고 보고하였다.

본 연구 결과를 보면 광학적 특성이 동일한 두 인공수정체에 있어서 각막 절개창의 크기가 1.8 mm인 경우가 3.0 mm인 경우보다 수술 유발 난시 및 각막 난시가 더 작은 것으로 나

타났다. 특히 술 후 1개월에서 두 렌즈 사용 군 간의 수술 유발 난시 및 각막 난시의 차이가 술 후 3개월 보다 더 큰 경향을 보였는데(Table 4) 이와 같이 시간이 지남에 따라 난시의 차이가 줄어드는 것으로 보아 인공수정체의 광학적 특성 및 재질이 동일할 경우 절개창의 크기에 의해 발생한 수술 유발 난시 및 각막 난시는 수술 후 시간이 지날수록 줄어든다는 것을 알 수 있다. 이런 경향은 술 후 각막 난시에서 술 전 각막 난시를 뺀 각막 난시 변화 값의 비교에서도 알 수 있다. Table 4를 보면 술 후 1개월의 각막 난시 변화 값이 술 후 3개월의 각막 난시 변화 값보다 더 크고 이런 경향은 본 연구에서 비교한 두 인공수정체에서 공통적으로 나타났다.

나이가 들면서 시력의 질적 측면에 저하가 오는 것은 고위 수차 특히 그 중 구면 수차의 증가와 관련이 깊다. 각막은 양의 구면 수차를 가지고, 수정체는 음의 구면 수차를 가져 젊었을 때는 서로 상쇄되는 값을 가지게 되나 노화가 진행되면서 각막 표면의 구면 수차는 큰 변화가 없는 반면 수정체는 음의 구면 수차를 잃거나 양의 구면 수차를 갖게 되어 전체적인 구면 수차가 증가하게 된다.^{9,23,24} 이와 같은 구면 수차는 눈부심(glare)나 달무리(halo)와 관련이 있음이 알려져 있다.¹² 구면 수차뿐만 아니라 코마 수차는 이중상(double image)과 관련이 있고 고위 수차는 대비감도(contrast sensitivity) 저하와 관련이 있음이 보고 되었다.^{12,25}

본 연구 결과 Akreos AO 인공수정체나 MI60 인공수정체에서 전체 수차와 구면 수차, 고위 수차 및 트레포일 수차 코마 수차에서 대부분 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 다만 MI60 인공수정체를 삽입한 군의 전체 구면 수차 값이 통계적으로 유의하지는 않지만 Akreos AO 인공수정체를 삽입한 군보다 더 작은 결과를 보였는데(Table 6) 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 각막 수차의 경우 구면 수차나 코마 수차, 트레포일 수차에 있어 두 인공수정체에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았는데 각막 절개창의 크기가 이 수차 변화에는 영향을 주지 않은 것으로 사료된다.

비구면 인공수정체는 구면 인공수정체에 비해 수술 후 낮은 구면 수차와 고위 수차를 유도하며, 대비감도를 높여주는 장점을 가진다고 알려져 있다.^{12,27-29} 하지만 이러한 비구면 인공수정체가 술 후 초점심도를 낮게 만들어 가까운 거리를 보는데 불편을 가져온다는 연구결과가 있으며,³⁰ 인공수정체의 기울임이나 중심이탈에 의해 코마 수차와 같은 고위 수차가 증가하여 대비감도 저하 및 눈부심 현상이 나타난다는 보고도 있다.³¹ 기존의 비구면 인공수정체는 노화현상에 의해 나타나는 수정체의 구면 수차 변화를 보정하여 최종적인 전체 구면 수차 값을 0으로 만드는 것을 목적으로 하였다. 이 경우 각각의 안구에 각막의 구면 수차를 정확하게 구할 수 없는 경

우라면 때에 따라서 각막의 구면 수차가 평균치와 다른 경우에 있어서 오히려 비구면 인공수정체를 사용함으로써 구면 수차를 유발할 수 있고, 인공수정체의 기울임이나 중심이탈이 발생하는 경우 고위 수차의 증가를 가져와 시력의 질적인 측면에 저하를 유발할 수 있다. 본 연구에 사용된 두 인공수정체는 aberration free 인공수정체로, 술 후 더 적은 구면 수차를 유도하고, 인공수정체의 중심 이탈에 따라 나타날 수 있는 다른 수차 이상이 더 적게 나타난다고 보고된 바 있다.¹³ 본 연구에서는 초점심도나 대비감도와 같은 다른 시기능 평가 지표들을 이용하지 않았는데, 각막 절개창의 크기가 aberration free 인공수정체 사용 시 대비감도나 초점심도에 미치는 영향에 대해서는 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 백내장 수술 시 미세소절개창을 이용하는 MI60 인공수정체를 사용함으로써 수술 후 유발되는 안구 수차의 변화와 난시를 줄일 수 있으며, 이로 인해 굴절 이상을 최소화하여 시력 교정을 효과적으로 할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Grabow HB. Topical anesthesia for cataract surgery. *Eur J Implant Refractive Surg* 1993;5:20-4.
- 2) Gimbel HV, Neuhann T. Development advantages and methods of the continuous circular capsulorhexis technique. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:31-7.
- 3) Dogru M, Honda R, Omoto M, et al. Early visual results with the rollable ThinOptx intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:558-65.
- 4) Pandey SK, Werner L, Agarwal A, et al. Phakonit: cataract removal through a sub 1.0 mm incision and implantation of the ThinOptx rollable intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1710-3.
- 5) Long DA, Monica ML. A prospective evaluation of corneal curvature change with 3.0 to 3.5mm corneal tunnel phacoemulsification. *Ophthalmology* 1996;103:226-32.
- 6) Alio' JL, Rodriguez-Prats JL, Gala A, Ramzy M. Outcomes of microincision cataract surgery versus coaxial phacoemulsification. *Ophthalmology* 2005;112:1997-2003.
- 7) Mester U, Dillinger P, Anterist N. Impact of a modified optic design on visual function: clinical comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:652-60.
- 8) Rawer R, Stork W, Spraul CW, Lingenfelder C. Imaging quality of intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:1618-31.
- 9) Artal P, Berrio E, Guirao A, Piers P. Contribution of the cornea and internal surface to the change of ocular aberrations with age. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci* 2002;19:137-43.
- 10) Guirao A, Redondo M, Geraghty E, et al. Corneal optical aberrations and retinal image quality in patients in whom monofocal intraocular lenses were implanted. *Arch Ophthalmol* 2002;120:1143-51.
- 11) Applegate RA, Howland HC, Sharp RP, et al. Corneal aberrations and visual performance after keratotomy. *J Refract Surg* 1998;14:397-407.

- 12) Chalita MR, Chavala S, Xu M, Krueger RR. Wavefront analysis in post-LASIK eyes and its correlation with visual symptoms, refraction, and topography. *Ophthalmology* 2004;111:447-53.
- 13) Altmann GE, Nichamin LD, Lane SS, Pepose JS. Optical performance of 3 intraocular lens designs in the presence of decentration. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:574-85.
- 14) Holladay JT. Optical quality and refractive surgery. *Int Ophthalmol Clin* 2003;43:119-36.
- 15) Jiang Y, Le Q, Yang J, Lu Y. Change in corneal astigmatism and higher order aberrations after clear corneal tunnel phacoemulsification guided by corneal topography. *J Refract Surg* 2006;22:S1083-8.
- 16) Steiner GA, Binder PS, Parker WT, Perl T. The natural and modified course of post-cataract astigmatism. *Ophthalmic Surg* 1982;13:822-7.
- 17) Hu YJ, Lee KH, Joo CK. Comparison of surgically induced astigmatism between superior and temporal clear corneal incision in sutureless cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 1998;39:495-500.
- 18) Simsek S, Yasar T, Demirok A, et al. Effect of superior and temporal clear corneal incision on astigmatism after sutureless phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:515-8.
- 19) Hwang SJ, Choi SK, Oh SH, et al. Surgically induced astigmatism and corneal higher order aberrations in microcoaxial and conventional cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:1597-602.
- 20) Ku HC, Kim HJ, Joo CK. The comparison of astigmatism according to the incision size in small incision cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:416-21.
- 21) Cavallini GM, Campi L, Masini C, et al. Bimanual micro phacoemulsification versus coaxial mini phacoemulsification: prospective study. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:387-92.
- 22) Kurz S, Krummenauer F, Gabriel P, et al. Biaxial microincision versus coaxial small-incision clear corneal cataract surgery. *Ophthalmology* 2006;113:1818-26.
- 23) Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, Howland HC. Changes in corneal wavefront aberrations with aging. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:1351-5.
- 24) Artal P, Guirao A, Berrio E, Williams DR. Compensation of corneal aberrations by the internal optics in the human eye. *J Vis* 2001;1:1-8.
- 25) Applegate RA, Howland HC, Sharp RP, et al. Corneal aberrations and visual performance after radial keratotomy. *J Refract Surg* 1998;14:397-407.
- 26) Rocha K, Soriano E, Chalita M, et al. Wavefront analysis and contrast sensitivity of aspheric and spherical intraocular lenses. *Am J Ophthalmol* 2006;142:750-6.
- 27) Tzelikis P, Akaishi L, Trindade F, Boteon JE. Ocular aberration and contrast sensitivity after cataract surgery with AcrySof IQ intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1918-24.
- 28) Caporossi A, Martone G, Casprini F, Rapisarda L. Prospective randomized study of clinical performance of 3 aspheric and 2 spherical intraocular lenses in 250 eyes. *J Refract Surg* 2007;23:639-48.
- 29) Kim HS, Kim SW, Ha BJ, et al. Ocular aberrations and contrast sensitivity in eyes implanted with aspheric and spherical intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:1256-62.
- 30) Rocha K, Soriano E, Chamon W, et al. Spherical aberration and depth of focus in eyes implanted with aspherical and spherical intraocular lenses. *Ophthalmology* 2007;114:2050-4.
- 31) Oshika T, Kawana K, Hiraoka T, et al. Ocular higher-order wavefront aberration caused by major tilting of intraocular lens. *Am J Ophthalmol* 2005;140:744-6.

=ABSTRACT=

Comparative Study of Two Aspheric, Aberration-Free Intraocular Lenses in Cataract Surgery

Sang Yeop Lee, MD, Jae Lim Chung, MD, Jin Pyo Hong, MD,
Kyoung Yul Seo, MD, Eung Kweon Kim, MD, PhD, Tae Im Kim, MD

The Institute of Vision Research, Department of Ophthalmology, Yonsei University, College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To compare clinical outcomes of aberration-free MI60 intraocular lens (IOL) in microincision cataract surgery and an aberration-free intraocular lens, Akreos AO in conventional cataract surgery.

Methods: Patients were randomly assigned to two IOL groups, and were examined preoperatively, and at one and three months postoperatively. The performed ophthalmologic evaluation included best corrected visual acuity (BCVA), measurement of refractive error, corneal astigmatism, and surgically induced astigmatism. The spherical, total, and higher-order aberration analysis of the two groups were assessed at one month and three months after operation.

Results: MI60 IOL group provided significantly less corneal astigmatism ($p=0.020$) one month after operation, compared to Akreos AO group. The MI60 group also showed significantly less surgically-induced astigmatism at one month ($p=0.021$) and three months postoperatively ($p=0.043$). There was no statistically significant difference in the spherical, higher-order, and total aberration between the two groups at one and three months after operation.

Conclusions: MI60 IOL group resulted in less corneal astigmatism and surgically induced corneal astigmatism than the Akreos AO IOL group. There was no statistically significant difference in spherical, higher-order, and total aberrations between the two groups. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(10):1520-1526

Key Words: Aberration free intraocular lens, Corneal astigmatism, MI60, Spherical aberration, Surgically induced astigmatism

Address reprint requests to **Tae Im Kim, MD**
Department of Ophthalmology, Yonsei University College of Medicine
#134 Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel: 82-2-2228-3570, Fax: 82-2-312-0541, E-mail: tikim@yuhs.ac