

비구면 인공수정체와 구면 인공수정체의 술 후 구면수차, 고위수차 및 대비감도의 비교

김홍석¹ · 김상우² · 허병진³ · 김응권¹ · 김태임¹

연세대학교 의과대학 안과학교실 시기능 개발연구소¹, 울산대학교 의과대학 안과학교실², 실로암 안과병원³

목적: 비구면 인공수정체인 AcrySof IQ와 구면 인공수정체인 AcrySof Natural 삽입시의 술 후 구면수차, 고위수차 및 대비감도의 차이를 비교했다.

대상과 방법: 인공수정체 후방삽입술을 시행받은 환자 75안을 IQ 삽입군(35안)과 Natural 삽입군(40안)으로 구분하여 술 후 1개월과 3개월에 iTrace를 이용하여 구면수차, 고위수차, 전체수차를 측정하였고, Optec 6500을 이용하여 명소시와 박명시의 대비감도를 측정했다.

결과: 술 후 1개월에, IQ 삽입군에서 Natural 삽입군보다 유의하게 더 낮은 값의 구면수차($p<0.001$)와 고위수차($p=0.048$)를 나타내었다. 대비감도는 박명시 1.5와 3 cpd에서 IQ 삽입군이 Natural 삽입군보다 유의하게 더 높은 값을 보였다. 술 후 3개월에도, IQ 삽입군에서 유의하게 더 낮은 값의 구면수차($p<0.001$)와 고위수차($p=0.027$)를 나타내었다. 대비감도는 박명시 3cpd에서 IQ 삽입군이 유의하게 더 높은 값을 보였다.

결론: 비구면 인공수정체인 AcrySof IQ를 삽입했을 때 구면 인공수정체인 AcrySof Natural을 삽입했을 때보다 낮은 구면수차 및 고위수차를 나타내었고, 박명시 높은 대비감도를 나타내었다.

〈한안지 49(8):1256-1262, 2008〉

백내장 수술 기법과 인공수정체의 발전으로 인해, 수술 후 얻게 되는 수치상의 시력 뿐만 아니라 그 질에도 관심이 모아지고 있다. 시력의 질은 Snellen 법의 시력측정만으로는 판단하기 힘들며,¹⁻³ 최근 연구들에서는 wavefront 분석을 통한 고위수차 측정과, 대비감도 측정이 시력의 질을 판단할 수 있는 항목으로 쓰이고 있다.⁴⁻⁶

나이가 들면서 시력의 질이 떨어지는 것은 고위수차, 특히 그 중에서도 구면수차의 증가와 관련이 깊다. 젊을 때 각막은 양의 값을 갖고 수정체가 음의 값을 가져 서로 상쇄되나, 나이가 들면서 수정체의 구면수차값이 증가하여 시력의 질이 떨어지게 된다.⁷

기존의 구면 인공수정체는 양의 구면수차값을 가져

수술 후 높은 구면수차값을 유발하여 눈부심 등의 증상을 일으키는 등 높은 시력의 질을 얻기에 제한이 있었다.^{8,9} 이런 구면 인공수정체의 단점을 보완하기 위해 음의 구면수차값을 갖는 비구면 인공수정체가 개발되었다. AcrySof IQ SN60WF (Alcon, Fort Worth, TX) 인공수정체는 $-0.2 \mu\text{m}$ 의 음의 구면수차값을 가져, 수술 후 젊은 사람과 비슷한 정도의 구면수차값을 갖도록 제작되었으며, 일체형 아크릴 재질의 자외선과 청색광을 차단하는 접합 인공수정체이다(Table 1).

본 연구의 목적은 비구면 인공수정체인 AcrySof IQ와 구면 인공수정체인 AcrySof Natural (Alcon, Fort Worth, TX)을 이용한 백내장 수술 후 구면수차, 고위수차 및 대비감도를 비교해서 시력의 질적 개선여부를 확인하는 데 있다.

〈접수일 : 2007년 12월 20일, 심사통과일 : 2008년 4월 15일〉

통신저자 : 김 태 임

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

* 본 논문의 요지는 2007년 대한안과학회 제98회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

대상과 방법

2007년 1월부터 7월까지 본원에서 노인성 백내장으로 수술 받은 68명 75안을 대상으로 전향적 연구를 시행하였다. 노인성 백내장을 가진 각막 난시가 2.0 diopter를 넘지 않는 환자 중, 각막혼탁, 약시, 녹내장, 시신경병증, 망막이상 등의 다른 이상을 가진 경우

Table 1. Characteristics of the 2 IOLs in the study

IOL* Characteristics	AcrySof IQ	AcrySof Natural
Type	1 piece	1 piece
Overall length (mm)	13.0	13.0
Optic diameters (mm)	6.0	6.0
Optic material	Hydrophobic acrylic	Hydrophobic acrylic
Angle (degrees)	0	0
Refractive index	1.55	1.55
Optic shape	Biconvex, aspherical posterior surface	Biconvex

* IOL=Intraocular lens.

와 수술 중 후낭파열, 인공수정체 이탈, 중심이탈 및 기울임이 발생한 경우는 대상에서 제외하였다.

환자들은 비구면 인공수정체와 구면 인공수정체 중에서 무작위로 선정된 인공수정체를 삽입하였다. 수술은 두 술자에 의해 시행되었다. 각막절개도로 투명각막 절개를 한 후 점탄물질을 전낭에 채워 넣고 26 gauge 바늘을 이용하여 원형전낭절개를 시행하였으며, 수력분리술과 수력윤곽술을 시행한 후 초음파유화기로 핵의 수정체유화술과 피질 흡입을 시행하였다. 이후 인공수정체를 주사기를 이용하여 후낭내 삽입하였고, 후에 점탄물질을 세척/흡입장치로 제거하였고, 최종적으로 평형염액을 이용하여 안구긴장도를 유지하였다.

모든 환자는 수술 전, 수술 후 1개월, 3개월에 각각 나안시력 및 교정시력을 측정하였으며, Ray tracing 방법으로 wavefront를 측정하는 iTrace® (Tracey Technologies, Houston, TX)로 동공 크기 6 mm 상태로 전체수차, 고위수차, 구면수차, 코마수차, 트레포일수차를 측정하였고, Optec 6500® (Stereo Optical Co, Inc. Chicago, IL)로 대비감도 검사를 시행하였다. 대비감도 검사는 현성굴절검사를 통해 얻어낸 굴절이상을 교정한 상태로 시행하였으며, 명소시(photopic condition, 85 cd/m²)와 박명시(mesopic condition, 3 cd/m²)에서 각각 1.5, 3, 6, 12, 18 cpd의 주파수로 측정하였다.

Table 2. Demographics of study groups

IOL groups	AcrySof IQ	AcrySof Natural	p-value
No* of eyes (%)	35	40	
OD	17 (48.6)	20 (50.0)	
OS	18 (51.4)	20 (50.0)	
Gender (M:F)	15:20	15:25	
Mean Age (SD)	68.65 (11.1)	65.83 (10.5)	0.149

* No=number.

두 군(IQ 삽입군과 Natural 삽입군)의 나안시력, 교정시력, 전체수차, 고위수차, 구면수차, 코마수차, 트레포일수차, 명소시와 박명시의 대비감도는 통계프로그램 SPSS (SPSS Inc, Chicago, IL)를 이용하여 독립 T-검정을 통해 각각 비교하였다.

결 과

전체 환자 68명의 75안 중 남자는 27명, 여자는 41명이었으며, 46~85세의 나이분포를 보였고 평균나이는 67.1세였다. 그 중 비구면 인공수정체 삽입군은 35안(남자 15안, 여자 20안)으로 평균연령은 68.65세였으며, 구면 인공수정체 삽입군은 40안(남자 15안, 여자 25안)으로 평균연령은 65.83세였다(Table 2).

Table 3은 수술 후 1개월과 3개월 후의 시력, 최대 교정시력 및 굴절이상(수술 후 구면대응치)을 보여주는 표로 두 군 간의 통계학적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

술 후 1개월 째에 동공 크기를 6 mm로 표준화 시킨 후 시행한 wavefront 분석에서 구면수차는 비구면 인공수정체 삽입군이 $0.02 \pm 0.18 \mu\text{m}$, 구면 인공수정체

Table 3. Postoperative visual acuity and refraction (Mean±Standard deviation)

IOL groups	AcrySof IQ	AcrySof Natural	p-value
UCVA* - 1 month	0.69±0.25	0.65±0.24	0.531
- 3 months	0.72±0.20	0.60±0.27	0.072
BCVA† - 1 month	0.84±0.24	0.90±0.16	0.275
- 3 months	0.90±0.12	0.88±0.21	0.580
SE‡ - 1 month	-0.14±0.44	-0.36±0.54	0.079
- 3 months	-0.11±0.38	-0.27±0.61	0.306

* UCVA=uncorrected visual acuity; † BCVA=best corrected visual acuity; ‡ SE=spherical equivalent.

Table 4. Aberrations (μm) of the examined eyes at 1 month (Mean \pm Standard deviation)

IOL groups	RMS* total	HO A [†]	Sph A [‡]	Coma7 A	Coma8 A	Trefoil6 A	Trefoil9 A
IQ	1.88 \pm 0.82	0.96 \pm 0.38	0.02 \pm 0.18	-0.01 \pm 0.30	-0.04 \pm 0.28	0.13 \pm 0.40	-0.17 \pm 0.40
Natural	2.43 \pm 1.36	1.34 \pm 0.94	0.30 \pm 0.35	-0.13 \pm 0.52	-0.09 \pm 0.33	0.02 \pm 0.65	0.10 \pm 0.60
p-value	0.071	0.048 [§]	0.000 [§]	0.258	0.522	0.414	0.058

* RMS=root mean square; [†] HO A=higher-order aberration; [‡] Sph A=spherical aberration; [§] Statistically significant.

Table 5. Aberrations (μm) of the examined eyes at 3 months (Mean \pm Standard deviation)

IOL groups	RMS* total	HO A [†]	Sph A [‡]	Coma7 A	Coma8 A	Trefoil6 A	Trefoil9 A
IQ	1.76 \pm 0.79	0.82 \pm 0.36	0.02 \pm 0.15	0.04 \pm 0.31	0.08 \pm 0.31	0.21 \pm 0.35	-0.18 \pm 0.25
Natural	2.42 \pm 1.25	1.16 \pm 0.54	0.35 \pm 0.32	-0.08 \pm 0.48	-0.03 \pm 0.40	0.16 \pm 0.33	-0.04 \pm 0.27
p-value	0.059	0.027 [§]	0.000 [§]	0.435	0.309	0.636	0.095

* RMS=root mean square; [†] HO A=higher-order aberration; [‡] Sph A=spherical aberration; [§] Statistically significant.

삽입군이 0.30 \pm 0.35 μm 로 비구면 인공수정체 삽입군에서 통계적으로 유의하게 낮은 구면수차값을 보였고, ($p<0.001$) 고위수차도 비구면 인공수정체 삽입군이 0.96 \pm 0.38 μm , 구면 인공수정체 삽입군이 1.34 \pm 0.94 μm 로 IQ 삽입군에서 통계적으로 유의하게 낮은 값을 보였다($p=0.048$). 코마수차, 트레포일수차 및 전체수차는 두 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

술 후 3개월째에 동공 크기를 6 mm로 표준화 시킨 후 시행한 wavefront 분석에서 구면수차는 비구면 인공수정체 삽입군이 0.02 \pm 0.15 μm , 구면 인공수정체 삽입군이 0.35 \pm 0.32 μm 로 비구면 인공수정체 삽입군에서 통계적으로 유의하게 낮은 구면수차 값을 보였고 ($p<0.001$), 고위수차도 비구면 인공수정체 삽입군이 0.82 \pm 0.36 μm , 구면 인공수정체 삽입군이 1.16 \pm 0.54 μm 로 IQ 삽입군에서 통계적으로 유의하게 낮은 값을 보였다($p=0.027$). 코마수차, 트레포일수차 및 전체수차는 두 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

술 후 1개월째 명소시와 박명시에 전반적으로 비구면 인공수정체 삽입군이 구면 인공수정체 삽입군에 비해 높은 대비감도를 보였으나, 통계적으로 유의한 차이를 보였던 것은 박명시의 1.5와($p=0.004$) 3 cpd의 ($p=0.023$) 주파수영역에서였다(Fig. 1).

술 후 3개월째에서도 명소시와 박명시에 전반적으로 비구면 인공수정체 삽입군이 구면 인공수정체 삽입군에 비해 높은 대비감도를 보였으나, 통계적으로 유의한 차이를 보였던 것은 박명시의 3 cpd의($p=0.030$) 주파수영역에서였다(Fig. 2).

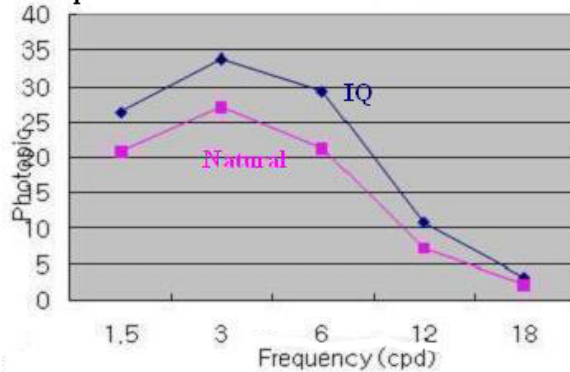
고 찰

나이가 들면서 시력의 질이 떨어지는 것은 고위수차, 특히 그 중에서도 구면수차의 증가와 관련이 깊다. 젊을 때 각막은 양의 값을 갖고 수정체가 음의 값을 가져 서로 상쇄되나, 나이가 들면서 수정체의 구면수차 값이 증가하여 시력의 질이 떨어지게 된다.⁷ 기존의 구면 인공수정체는 양의 구면수차 값을 가져 수술 후 높은 구면수차 값을 유발하여 눈부심 등의 증상을 일으키는 등 높은 시력의 질을 얻기 어려웠다.^{8,9}

이러한 구면 인공수정체의 단점을 보완하기 위해 음의 구면수차값을 갖는 비구면 인공수정체가 개발되었고, 그런 대표적인 비구면 인공수정체 중의 하나가 본 연구에서 쓰인 AcrySof IQ 인공수정체이다. AcrySof IQ 삽입후의 구면수차와 대비감도를 측정한 해외 연구에 의하면, AcrySof IQ 삽입 후가 구면 인공수정체 삽입 후에 비해 유의하게 낮은 구면수차 값을 갖고, 이런 낮은 구면수차 값은 구면 인공수정체에 비해 높은 대비감도로 나타나 시력의 질 개선에 도움이 되는 것으로 알려졌다.¹⁰⁻¹³ 대한안과학회지에는 아직 비구면 인공수정체에 관련된 연구는 실린 적이 없었다. 여러 다른 종류의 아크릴 재질의 구면 인공수정체간의 술 후 고위수차와 대비감도 비교에 대한 연구에서는 고위수차는 유의한 차이가 없었으나, 대비감도는 구면 인공수정체의 디자인에 따라 차이가 날 수 있는 것으로 알려졌다.^{25,26}

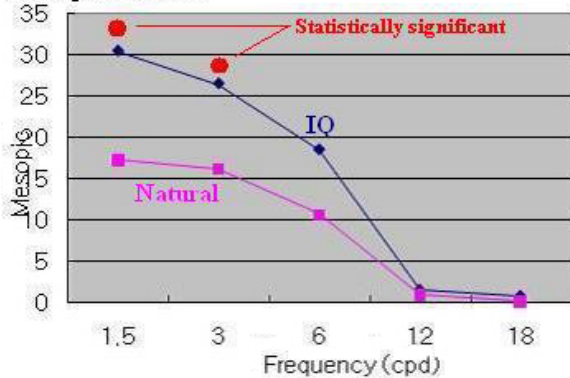
본 연구에서도 술 후 1개월과 3개월 모두에서 비구면 인공수정체인 AcrySof IQ는 구면 인공수정체인 AcrySof Natural에 비해 유의하게 낮은 구면수차와 고위수차를 보였다. 따라서 술 후 높은 구면수차와 관련되었던 눈부심 등의 증상이 비구면 인공수정체의 사용으

Photopic condition



Frequency (cpd*)	IQ	Natural	p-value
Photopic			
1.5	26.50±12.49	20.92±9.68	0.086
3	34.00±15.01	27.20±17.91	0.157
6	29.46±20.24	21.36±20.55	0.171
12	10.92±12.21	7.32±9.49	0.254
18	3.25±4.75	2.28±4.76	0.479

Mesopic condition



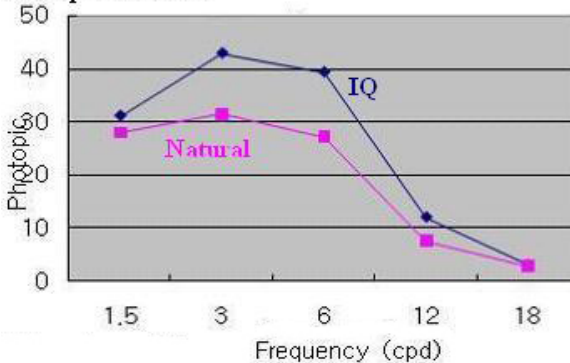
Frequency (cpd*)	IQ	Natural	p-value
Mesopic			
1.5	30.43±15.90	17.35±12.96	0.004 [†]
3	26.48±14.66	16.26±14.72	0.023 [†]
6	18.52±17.28	10.70±13.99	0.098
12	1.61±4.30	0.96±3.17	0.561
18	0.87±2.69	0.17±0.83	0.246

cpd*=cycles per degree

[†]Statistically significant

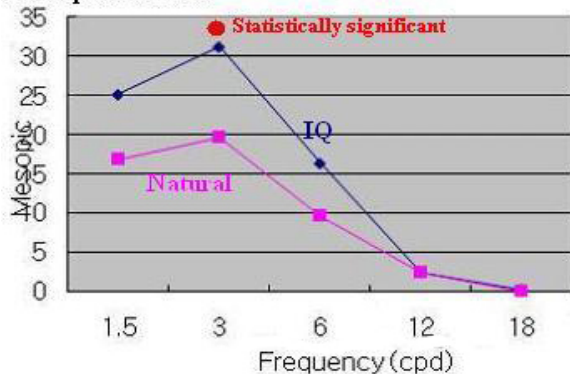
Figure 1. Contrast sensitivity of the examined eyes at 1 month (mean±standard deviation).

Photopic condition



Frequency (cpd*)	IQ	Natural	p-value
Photopic			
1.5	31.11±16.96	27.85±14.97	0.533
3	42.89±24.92	31.35±20.04	0.123
6	39.33±22.25	27.05±20.31	0.084
12	12.00±10.20	7.45±10.46	0.184
18	3.00±4.35	2.70±4.41	0.834

Mesopic condition



Frequency (cpd*)	IQ	Natural	p-value
Mesopic			
1.5	25.15±5.60	16.85±15.06	0.082
3	31.23±9.93	19.70±15.06	0.030 [†]
6	16.38±12.18	9.62±15.08	0.220
12	2.46±3.84	2.38±4.82	0.964
18	0.31±1.11	0.00±0.00	0.337

cpd*=cycles per degree

[†]Statistically significant

Figure 2. Contrast sensitivity of the examined eyes at 3 month (mean±standard deviation).

로 개선되어 시력의 질을 높이는 데에 도움이 되었을 것으로 보인다. 반면에 코마수차나 트레포일수차 등의 다른 항목의 수차에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

단, 특이할 만한 점은 수술 후 얻은 구면수차 값이 AcrySof IQ의 기획단계에서 예상되었던 술 후 구면수차값과 약간의 차이를 보인다는 점이다. Alcon에서는 젊은 사람 눈의 구면수차가 $0.1\ \mu\text{m}$ 정도이고^{14,15} 각막이 가진 구면수차가 $0.3\ \mu\text{m}$ 정도인 것에 착안하여, $-0.2\ \mu\text{m}$ 의 구면수차를 가져 삽입 후 눈 전체의 구면수차가 젊은 사람과 같은 $0.1\ \mu\text{m}$ 정도의 값을 갖게 AcrySof IQ를 제작하였다. 하지만 실제로 본 연구에서는 AcrySof IQ 삽입 후 구면수차가 $0.02\ \mu\text{m}$ (동공 크기 6 mm)로 예상과는 약간의 차이를 보였다. AcrySof IQ 삽입 후 구면수차에 대한 다른 연구에서도 구면수차 값은 다양하였는데, Rocha et al은 술 후 1개월과 3개월 모두 $0.03\ \mu\text{m}$ (동공 크기 5 mm)의 구면수차를 보였고,¹⁰ Caporossi et al은 술 후 2개월에 $0.11\ \mu\text{m}$ (동공 크기 5 mm),¹² Tzelikis et al은 술 후 1개월에 $0.01\ \mu\text{m}$ (동공 크기 5 mm), $0.028\ \mu\text{m}$ (동공 크기 6 mm), 술 후 3개월에 $0.014\ \mu\text{m}$ (동공 크기 5 mm), $0.026\ \mu\text{m}$ (동공 크기 6 mm)의 값을 보였고,¹¹ Awwad et al은 $0.04\ \mu\text{m}$ (동공 크기 4 mm), $0.09\ \mu\text{m}$ (동공 크기 6 mm)의 값을 보였다.¹³ 동공크기가 클 경우 더 크게 측정되는 경향을 보였고 전반적으로는 예상했던 0.1 보다는 작은 값의 구면수차를 보였다.

본 연구에서 대비감도는 수술 후 1개월과 3개월 모두에서 명소시에는 전반적으로 비구면 인공수정체 삽입군에서 높은 대비감도를 보이긴 하였지만 그 차이가 통계적으로 유의하지는 않았으나, 박명시에는 비구면 인공수정체 삽입군이 구면 인공수정체 삽입군에 비해 통계적으로 유의하게 높은 값을 보였다(술 후 1개월에는 1.5와 3 cpd, 3개월에는 3 cpd). 이렇게 박명시에 비구면 인공수정체 삽입군이 높은 대비감도를 보이는 현상은 이전의 다른 연구들에서도 공통적으로 보인 현상인데, AcrySof IQ 삽입군이 AcrySof Natural과 AMO Sensor 삽입군에 비해 박명시의 3 cpd에서 유의하게 높은 대비감도를 보인다는 보고가 있었고,¹⁰ AcrySof IQ 삽입군이 AcrySof Natural 삽입군에 비해 명소시의 18 cpd와 박명시의 모든 주파수에서 유의하게 높은 대비감도를 보인다고 보고된바 있다.¹¹ Pandita et al도 AcrySof IQ 삽입군이 AcrySof Natural과 AcrySof 삽입군에 비해 명소시의 18 cpd와 박명시의 모든 주파수에서 유의하게 높은 대비감도를 보였다 하였다.¹⁶ 이렇게 명소시에 비해 박명시에서 비구면 인공수정체 삽입군의 대비감도가 높은 것은, 박

명시에 동공 크기가 더 커지면서 인공수정체 주변부를 통과하는 빛까지 망막에 도달하면서 구면수차가 증가하여 생기는 것으로 보인다. 실제로 Tzelikis et al¹¹의 연구에 의하면 AcrySof IQ 삽입군의 구면수차가 동공 크기 5 mm일때 $0.014\ \mu\text{m}$, 6 mm일때 $0.026\ \mu\text{m}$ 로 동공크기가 커지며 증가하는 양상을 보였고, AcrySof Natural 삽입군의 구면수차가 동공크기 5 mm 일때 $0.078\ \mu\text{m}$, 6 mm 일때 $0.19\ \mu\text{m}$ 로 동공크기가 커지며 두 군의 구면수차 차이가 커지는 양상을 보여 동공 크기에 따라 대비감도의 차이가 변화하는 것으로 생각된다. 단, 본 연구에서는 비구면과 구면 인공수정체 삽입군의 명소시와 박명시의 실제 동공크기를 측정하지는 않았는데, 개인마다 동공크기의 차이가 있을 수 있기 때문에 같은 조건에서 두 군의 동공크기의 차이가 없다는 것을 증명하지 않은 것은 본 연구의 제한점이라고 볼 수 있겠다.

이렇게 비구면 인공수정체는 술 후 낮은 구면수차, 고위수차와 높은 대비감도를 유도하는 장점을 가지나, 이러한 장점이 인공수정체의 중심이탈 및 기울임에 의해 약화될 수 있다. 실제로 해외 연구에 의하면 백내장 수술 후 인공수정체의 기울임에 의해 코마수차 등의 고위수차가 늘어나게 되며, 이러한 영향은 대비감도 저하와 눈부심 등의 이상 증상으로 나타날 수 있다.¹⁷ 본 연구에서는 수술 중 인공수정체 이탈이나 심한 중심이탈, 기울임이 일어났을 경우에는 배제하였으나, 정상적인 수술 후에 약간씩 생길 수 있는 중심이탈 및 기울임에 대한 측정 및 통계상의 고려를 하지 않았다.

한편 최근 보고에 따르면 비구면 인공수정체는 먼 거리의 시력의 질은 상승시키는 효과가 있으나, 구면 인공수정체에 비해 술 후 초점심도가 낮아져 가까운 거리를 보는 데에 불편을 일으킬 수 있다.²⁴ 단초점의 인공수정체를 이용한 백내장 수술 후에도 가까운 거리를 어느 정도 볼 수 있으며, 이는 동공 크기, 각막 난시, 인공수정체의 탈구 등과 관련된 것으로 알려져 있다.¹⁸⁻²² 또한 일정량의 고위수차는 초점심도를 높여 위수정체안에서도 조절을 가능하게 할 수 있다.²³ 비구면 인공수정체는 구면수차와 고위수차를 감소시키므로 초점심도를 낮게 하고, 따라서 비구면 인공수정체 삽입 후 가까운 거리의 시력이 떨어질 수 있다. 실제로 AcrySof IQ 삽입군에서 AcrySof Natural과 AMO Sensor 삽입군에 비해 가까운 거리의 시력이 통계적으로 유의하게 떨어진다는 보고가 있다.²⁴ 본 연구에서는 초점심도에 대한 연구는 시행하지 않았으나, 이런 점은 향후 비구면 인공수정체 사용 전에 고려되어질 요소로 볼 수 있다.

각막의 구면수차값은 나이가 들면서 점점 커지는 수정체의 구면수차값에 비해서는 크게 변하는 편은 아니

나, 그 역시 나이가 들면서 점점 커지는 경향이 있으며, 개개인마다 이러한 변화는 약간의 차이를 보일 수 있어 노인성 백내장에 대한 수술을 받게 되는 연령대의 사람이라 해도 각각 각막의 구면수차 값이 다를 수 있다.⁷ 이 때문에 같은 양의 음의 구면수차 값을 더해주는 비구면 인공수정체의 사용에 있어서 술 전에 갖고 있는 각막의 구면수차 값을 고려하는 것이 필요하다. 수술 전에 wavefront 분석을 통해 각막의 구면수차 값이 큰 사람의 경우 비구면 인공수정체의 사용을 적극적으로 고려하고, 각막의 구면수차값이 별로 크지 않은 경우라면 구면 인공수정체나 혹은 음의 값을 가지고 있지 않은 비구면 인공수정체를 선택하는 것 등의 방법으로 적응증을 결정하는 것이 필요할 것이다.

이상에서 비구면 인공수정체인 AcrySof IQ는 구면 인공수정체인 AcrySof Natural에 비해 낮은 수술 후 구면수차와 고위수차를 보이고, 박명시에 높은 대비감도를 보여 구면 인공수정체에 비해 보다 높은 시력의 질을 얻을 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

- 1) Arden GB. The importance of measuring contrast sensitivity in cases of visual disturbance. *Br J Ophthalmol* 1978;62:198-209.
- 2) Elliott DB. Evaluating visual function in cataract. *Optom Vis Sci* 1993;70:896-902.
- 3) Rubin GS, Adamsons IA, Stark WJ. Comparison of acuity, contrast sensitivity, and disability glare before and after cataract surgery. *Arch Ophthalmol* 1993;111:56-61.
- 4) 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.
- 5) Rawer R, Stork W, Spraul CW, Lingenfelder C. Imaging quality of intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:1618-31.
- 6) 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.
- 7) Guirao A, Redondo M, Artal P. Optical aberrations of the human cornea as a function of age. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2000;17:1697-702.
- 8) Werner L, Mamalis N. Wavefront corrections of intraocular lenses. *Ophthalmol Clin North Am* 2004;17:233-45.
- 9) Chalita MR, Krueger RR. Correlation of aberrations with visual acuity and symptoms. *Ophthalmol Clin North Am* 2004;17:135-42.
- 10) 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.
- 11) Tzelikis P, Akaishi L, Trindade F, Boteon J. Ocular aberrations and contrast sensitivity after cataract surgery with AcrySof IQ intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1918-24.
- 12) 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.
- 13) Awwad ST, Lehmann JD, McCulley JP, Bowman RW. A comparison of higher order aberrations in eyes implanted with AcrySof IQ SN60WF and AcrySof SN60AT intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol* 2007;17:320-6.
- 14) Levy Y, Segal O, Avni I, Zadok D. Ocular higher-order aberrations in eyes with supernormal vision. *Am J Ophthalmol* 2005;139:225-8.
- 15) Legras R, Chateau N, Charman WN. Assessment of Just-noticeable differences for refractive errors and spherical aberration using visual stimulation. *Optom Vis Sci* 2004;81:718-28.
- 16) Pandita D, Raj S, Vasavada V, et al. Contrast sensitivity and glare disability after implantation of AcrySof IQ Natural aspherical intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:603-10.
- 17) 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.
- 18) Wang B, Ciuffreda K. Depth-of-Focus of the Human Eye: Theory and Clinical Implications. *Surv Ophthalmol* 2006;51:75-85.
- 19) Elder MJ, Murphy C, Sanderson GF. Apparent accommodation and depth of field in pseudophakia. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:615-9.
- 20) Datiles MB, Gancayco T. Low myopia with low astigmatic correction gives cataract surgery patients good depth of focus. *Ophthalmology* 1990;97:922-6.
- 21) Sawusch MR, Guyton DL. Optimal astigmatism to enhance depth of focus after cataract surgery. *Ophthalmology* 1991;98:1025-9.
- 22) Hardman Lea SJ, Rubinstein MP, Snead MP, Haworth SM. Pseudophakic accommodation? A study of the stability of capsular bag supported, one piece, rigid tripod, or soft flexible implants. *Br J Ophthalmol* 1990;74:22-5.
- 23) Cheng H, Barnett JK, Vilupuru AS, et al. A population study on changes in wave aberrations with accommodation. *J Vis* 2004;4:272-80.
- 24) Rocha K, Soriano E, Chamon W, et al. Spherical Aberration and Depth of Focus in Eyes Implanted with Aspheric and Spherical Intraocular Lenses. *Ophthalmology* 2007;114:2050-4.
- 25) Choi J, Wee WR, Lee JH, Kim MK. Comparison of high order aberration in pseudophakic eyes with different acrylic intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:33-41.
- 26) Paik JS, Kim MJ, Park SH, Joo CK. Contrast sensitivity and glare of different edge designed intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:259-65.

=ABSTRACT=

Ocular Aberrations and Contrast Sensitivity in Eyes Implanted with Aspheric and Spherical Intraocular Lenses

**Hong Seok Kim, M.D.¹, Sang Woo Kim, M.D.², Byung Jin Ha, M.D.³,
Eung Kweon Kim, M.D.¹, Tae-im Kim, M.D.¹**

Vision Research Institute, Department of Ophthalmology, College of Medicine, Yonsei University¹, Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Ulsan University², Ulsan, Korea

Siloam Eye Hospital³, Seoul, Korea

Purpose: To compare spherical aberration, higher-order aberration, and contrast sensitivity of eyes implanted with aspheric (AcrySof IQ) or spherical (AcrySof Natural) intraocular lenses.

Method: Seventy-five eyes implanted with posterior chamber intraocular lenses were divided into two groups: AcrySof IQ (35 eyes) and AcrySof Natural (40 eyes). Wavefront analysis (spherical, higher-order and total aberration) using iTrace, and contrast sensitivity (under photopic and mesopic condition) using Optec 6500 were performed at 1 month and 3 months postoperatively.

Result: One month after surgery, the IQ IOL (intraocular lens) group had lower values of spherical aberration ($p<0.001$) and higher-order aberration ($p=0.048$) than the Natural IOL group. The IQ IOL group also showed better contrast sensitivities at 1.5- and 3-cpd spatial frequencies in mesopic conditions. Three months after surgery, the IQ IOL group had less spherical aberration ($p<0.001$) and higher-order aberration ($p=0.027$) than the Natural IOL group and showed better contrast sensitivities at the 3-cpd spatial frequency in mesopic conditions.

Conclusions: Aspheric AcrySof IQ IOL induced significantly less higher-order aberration and spherical aberration than AcrySof Natural IOL. The contrast sensitivity was better under mesopic conditions in the AcrySof IQ IOL-implanted group.

J Korean Ophthalmol Soc 49(8):1256-1262, 2008

Key Words: AcrySof IQ, Aspheric intraocular lens, Contrast sensitivity, Spherical aberration

Address reprint requests to **Tae-im Kim, M.D.**

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Yonsei University

#134 Sinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea

Tel: 82-2-2228-3570, Fax: 82-2-312-0541, E-mail: tikim@yumc.yonsei.ac.kr