

서로 다른 비구면 인공수정체 삽입안에서 술 후 시기능 비교

강인성¹ · 유인찬² · 박영걸¹ · 윤경철¹

전남대학교 의과대학 안과학교실¹, 전북대학교 의과대학 안과학교실²

목적: 백내장 제거술 후 서로 다른 비구면 인공수정체를 삽입하여 시기능을 비교하였다.

대상과 방법: 총 68명 70안(Acrysof IQ, 30안; Tecnis ZA9003, 20안; Akreos Adapt-AO, 20안)에서 술 후 1주, 1개월, 3개월째 시력, 굴절률, 코마, 트레포일, 구면수차, Root-mean-square (RMS) 총합 및 고조도와 저조도에서 대비감도를 측정하였고, 만족도와 눈부심을 전향적으로 조사하였다.

결과: 코마, 트레포일, RMS총합 및 대비감도는 각 군 간에 차이를 보이지 않았으나 술 후 3개월 때 구면수차는 Akreos Adapt-AO군에서 $0.11 \pm 0.03 \mu\text{m}$ 으로 Acrysof IQ군($0.04 \pm 0.05 \mu\text{m}$), Tecnis ZA9003군($0.03 \pm 0.04 \mu\text{m}$)과 의미 있는 차이를 보였다. 술 후 굴절률 예측도는 Acrysof IQ군($0.01 \pm 0.77\text{D}$)과 Tecnis ZA9003군($-0.20 \pm 0.71\text{D}$)에 비하여 Akreos Adapt-AO군($-0.57 \pm 0.22\text{D}$)에서 술 후 근시로의 이동을 보였다($p=0.04$).

결론: 세 가지 비구면 인공수정체 간에 구면수차를 제외한 시기능의 차이는 보이지 않았다.

〈대한안과학회지 2009;50(5):691-697〉

백내장 수술 방법과 인공수정체의 발달에 의해 백내장 제거술 후 인공수정체 삽입이 보편화된 현재 시력뿐만 아니라 시력의 질에 대한 관심이 증가하여 근시, 원시, 난시와 고위수차의 교정에 관심을 갖게 되었다. 사람의 각막은 일반적으로 양의 구면수차 값을 갖고, 이 값은 일생동안 거의 일정한 값으로 유지된다고 알려져 있다.¹ 각막의 양의 구면수차는 수정체가 갖는 음의 구면수차 값을 상쇄시키는 역할을 하게 되고, 연령의 증가에 따라 수정체의 음의 구면수차는 감소하여 결과적으로 나이드 사람에서 전체적인 구면수차의 값은 증가하게 된다.² 지금까지 연구에서 구면수차를 비롯한 고위수차 값을 줄임으로서 시력의 질이 좋아지고, 망막에 맺히는 상의 대비도가 좋아짐으로 인해 공간시력(spatial vision)이 호전되는 것으로 알려져 있다.³ 그러나 기존의 구면 인공수정체를 삽입한 경우 시력은 좋아지나 양의 구면수차 값이 증가하게 되어 대비감도 등의 시력의 질적인 면에서 호전은 크지 않았다.⁴ 구면 인공수정체의 이런 단점을 보완하여 시력의 질적인 호전을 얻기 위한 방법으로 비구면 인공수정체가 개발되었고 현재 Acrysof IQ SN60WF (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA),

Tecnis ZA9003 (Advanced Medical Optics, Santa Ana, CA, USA), Akreos Adapt-AO (Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA) 등이 많이 사용되고 있다. 지금까지 각 비구면 인공수정체와 구면 인공수정체의 비교에 관한 연구는 시행되어져 왔으나, 서로 다른 종류의 비구면 인공수정체를 삽입한 후의 시기능을 비교한 연구는 드문 실정이다.⁵⁻¹⁰

본 연구에서는 서로 다른 세 가지 종류의 비구면 인공수정체를 삽입한 환자의 술 후 시력, 만족도, 굴절률 및 시기능을 비교하고자 하였다.

대상과 방법

2007년 8월부터 2007년 12월까지 본원 안과에서 백내장 제거술 후 비구면 인공수정체를 삽입하고 3개월 이상 추적 관찰이 가능하였던 환자들을 대상으로 전향적으로 조사하였다. 총 68명 70안을 대상으로 세 가지 종류의 비구면 인공수정체[Acrysof IQ 30안; Tecnis ZA9003, 20안; Akreos Adapt-AO 20안]를 단순무작위표본추출(simple random sampling)에 의해 삽입하였다.

과거 수술력이 있는 경우, 외상이나 포도막염으로 인한 이차성 백내장, 원발성 또는 속발성 녹내장, 인공수정체의 고랑고정 또는 공막고정, 수술 중 후낭이 파열된 경우, 인공수정체의 위치가 중심에서 이탈된 경우, 안축장이 22.0 mm 이하이거나 25.0 mm 이상인 경우 등은 대상에서 제외하였다. 모든 환자에서 개개인의 동의를 얻었으며 전남대학교 의과대학의 임상시험윤리위원회(institutional review board,

■ 접 수 일: 2008년 6월 23일 ■ 심사통과일: 2009년 2월 10일

■ 통 신 저 자 윤 경 철

광주시 동구 학동 8

전남대학교병원 안과

Tel: 062-220-6742, Fax: 062-227-1642

E-mail: kcyoon@chonnam.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2008년 대한안과학회 제99회 춘계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

IRB)의 승인을 받았다.

수술 1일 전 현성굴절률, 나안시력, 최대교정시력, 안압, 각막내피세포수를 측정하였고, 각막곡률검사, 각막형태검사, 안축장측정 결과를 바탕으로 SRK-II 공식을 이용하여 인공수정체의 도수를 결정하였다. 수술은 한 명의 술자에 의해 시행되었다.

수술 전 2.5% Phenylephrine과 1% Tropicamide (Mydrin-P®)를 사용하여 산동하였고, 수술은 proparacaine (Alcain®, Alcon, USA)으로 점안마취 후 이측부 각막 윤부에 다이아몬드 칼을 이용하여 투명각막절개창을 만들었다. 점탄물질을 주입한 후 27번 바늘이나 낭절개술용 점자를 이용하여 크기가 5.0~5.5 mm가 되도록 원형 전낭절개술을 시행하였고, 초음파유화술(Millennium, Baush & Lomb, USA)로 백내장을 제거한 후 인공수정체를 낭내에 삽입하였다. 술 중, 술 후 합병증은 발생하지 않았으며, 모든 경우에서 인공수정체는 낭내에 위치하였다.

수술 후 1주, 1개월, 3개월 쯤 구면렌즈대응치, 나안 및 최대교정시력, 안압, 각막내피세포수, Hartmann-Shack wave sensor 방식의 WaveScan Wavefront™ system (VISX, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 6 mm 크기의 동공에서 코마, 트레포일, 구면수차, 3차 이상 수차의 root-mean-square (RMS) 총합을 측정하였고, Functional acuity contrast test (FACT™, Stereo Optical Company, Chicago, IL, USA)를 이용하여 고조도(85 cd/m²)와 저조도(6 cd/m²)에서 1.5, 3, 6, 12, 그리고 18 cycles per degree (cpd)에서 대비감도를 측정하였다. 또한 환자가 느끼는 주관적인 만족도를 불만족일 경우를 0, 약간 불만족인 경우를 1, 대체로 만족할 경우는 2, 매우 만족스러운 경우는 3으로 네 단계로 구분하였고, 인공수정체 삽입 후 눈부심의 여부를 환자에게 설문조사를 통하여 비교분석 하였다.

굴절률 예측도는 술 전 목표하였던 굴절률과 술 후 굴절률의 차이로 하였고, 인공수정체의 축방전위를 알아보기 위하여 초음파생체현미경(UBM 840 Zeiss-Humphrey, San Leandro, CA, USA)을 사용하여 술 후 1주, 1개월, 그리고 3개월에 검사하였다. Gain은 80dB로 시행하였으며, 검사는 표준화된 액침방법을 통해 각막중심에서 축방향으로 영상

을 얻었다. 초음파생체현미경의 계측기능을 이용하여 각막 중심 각막내피의 내측 경계면에서 인공수정체 전면까지의 수직거리와 홍채 후면에서 인공수정체 전면까지의 최단 수직거리를 측정하였다. 모든 환자에서 2회의 영상을 얻어 계측한 다음 평균값을 얻었다.

통계적 분석 방법은 SPSS 14.0에서 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney test를 이용하였고 *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

총 68명 70안을 대상으로 하였고, Acrysof IQ를 삽입한 28명 30안 중 남자가 13명(46.4%), 여자가 15명(53.6%)이었고, Tecnis ZA9003을 삽입한 20명 20안 중 남자와 여자가 각각 10명(50.0%)씩이었으며, Akreos Adapt-AO를 삽입한 20명 20안 중 남자가 11명(55.0%), 여자가 9명(45.0%)이었다. 환자의 평균 나이는 세 군에서 각각 61.2±11.6 (34~79)세, 61.7±9.3 (46~73)세, 63.6±12.6 (51~78)세였다(Table 1).

Acrysof IQ, Tecnis ZA9003, Akreos Adapt-AO에서 술 전 구면수차 대응치는 -1.47±4.96D, -1.69±2.57D, -1.36±2.12D로 차이를 보이지 않았고(*p*=0.47), 술 후 구면수차 대응치도 -0.47±1.10D, -0.63±0.48D, -0.64±1.19D로 차이는 없었다(*p*=0.57). 나안시력(logMAR)은 술 전 1.26±0.24, 1.36±0.17, 1.47±0.14 (*p*=0.62)와 술 후 0.25±0.31, 0.33±0.37, 0.45±0.42 (*p*=0.81)로 의미 있는 차이는 없었다. 최대 교정시력(logMAR)은 술 전 1.06±0.60, 1.16±0.68, 1.38±0.81(*p*=0.58)과 술 후 0.22±0.31, 0.28±0.39, 0.42±0.49(*p*=0.71)로 의미 있는 차이는 없었다(Table 2). 안압은 각각 술 전 14.86±2.48 mmHg, 15.07±2.22 mmHg, 14.31±2.29 mmHg (*p*=0.40), 술 후 14.38±1.20 mmHg, 14.31±1.65 mmHg, 14.31±1.11 mmHg (*p*=0.73)로 차이는 없었다. 각막내피세포수의 변화는 Acrysof IQ군에서 수술 전 2108±621개/mm²에서 술 후 3개월째 1823±548개/mm²로 감소하였고, Tecnis ZA9003군에서는 2205±537개/mm²에서 1895±756개/mm²로, Akreos Adapt-AO군에서는 2057±589개/mm²에서 1875±609개/mm²로

Table 1. Characteristics of patients in aspheric intraocular lens groups

Variables	Acrysof IQ SN60WF	Tecnis Z9003	Akreos Adapt-AO	<i>p</i> -value
Number of patients/eyes	28/30	20/20	20/20	
Mean age (years)	61.2±11.6	61.7±9.3	63.6±12.6	0.52
Male/Female	13/15	10/10	11/9	0.65
Follow-up period (months)	3.4±0.3	3.5±0.4	3.3±0.2	0.60

Statistical method=Kruskal-Wallis test.

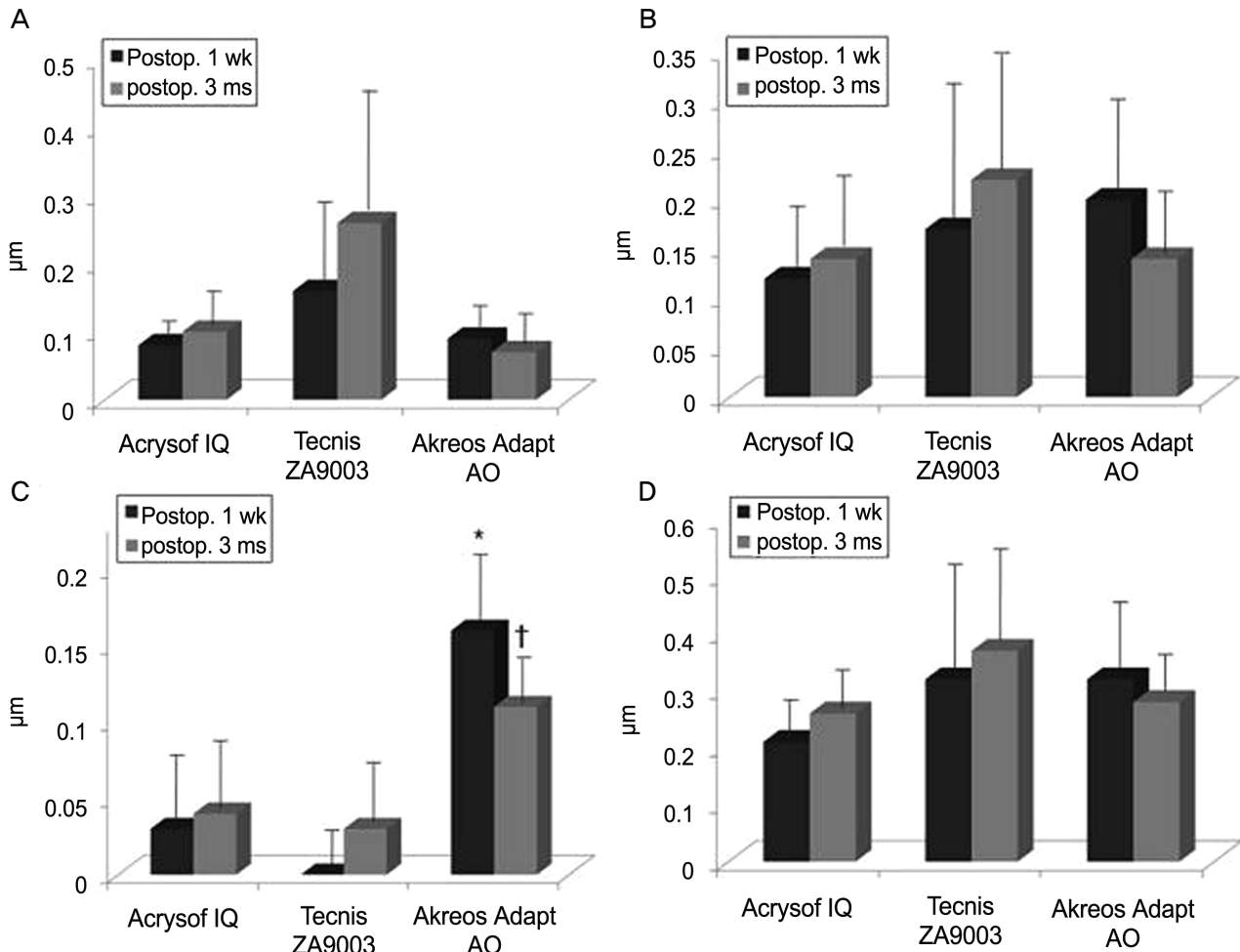


Figure 1. Comparison of coma (A), trefoil (B) spherical aberration (C) and root-mean-square (RMS) (D) among three aspheric intraocular lenses. Preop.=preoperative; Postop.=postoperative; wk=week; ms=month.

* $p < 0.05$ compared with the acrysof IQ and tecnis ZA9003 group at postoperative 1 week; † $p < 0.05$ compared with the acrysof IQ and tecnis ZA9003 group at postoperative 3 months.

감소하였으나 세 군 간의 차이는 없었다.

코마수차는 술 후 1주째 Acrysof IQ군은 $0.08 \pm 0.03 \mu\text{m}$, Tecnis ZA9003군은 $0.16 \pm 0.14 \mu\text{m}$, Akreos Adapt-AO군은 $0.09 \pm 0.05 \mu\text{m}$ ($p=0.22$), 그리고 술 후 3개월째 각각 $0.10 \pm 0.06 \mu\text{m}$, $0.26 \pm 0.20 \mu\text{m}$, $0.07 \pm 0.05 \mu\text{m}$ ($p=0.12$)로 Tecnis ZA9003을 삽입한 군에서 높게 나타났으나 통계학적으로 의미는 보이지 않았다. 트레포일수차는 술 후 1주째 각각 $0.12 \pm 0.08 \mu\text{m}$, $0.17 \pm 0.15 \mu\text{m}$, $0.20 \pm 0.10 \mu\text{m}$ ($p=0.23$), 술 후 3개월째 $0.14 \pm 0.09 \mu\text{m}$, $0.22 \pm 0.13 \mu\text{m}$, $0.14 \pm 0.07 \mu\text{m}$ ($p=0.43$)로 차이는 없었다. 술 후 1주째 구면수차는 Acrysof IQ군에서 $0.03 \pm 0.04 \mu\text{m}$, Tecnis ZA9003군에서 $0.00 \pm 0.03 \mu\text{m}$, 그리고 Akreos Adapt-AO군에서 $0.16 \pm 0.06 \mu\text{m}$ 으로 세 군 간에 의미 있는 차이를 보였고($p < 0.01$), 술 후 3개월째도 각각 $0.04 \pm 0.05 \mu\text{m}$, $0.03 \pm 0.04 \mu\text{m}$, $0.11 \pm 0.03 \mu\text{m}$ 으로 의미 있는 차이가 있었다($p < 0.01$). 술 후 1주째($p=0.45$)와

3개월째($p=0.67$) 고위수차의 RMS 총합은 세 군 간에 차이를 보이지 않았다(Fig. 1).

대비감도 검사에서 고조도와 저조도 환경에서 모두 각 공간주파수(spatial frequencies; 1.5, 3, 6, 12, 18 cpd)에서의 대비감도 평균치가 세 군 간에 의미 있는 차이를 보이지 않았다(Fig. 2). Acrysof IQ를 삽입한 군의 26.7%(8명), Tecnis ZA9003을 삽입한 군의 30.0%(6명), Akreos Adapt-AO를 삽입한 군의 25.0%(5명)에서 눈부심을 호소하였으나 세 군 간의 차이는 없었고($p=0.91$), 인공수정체 삽입 후 환자의 만족도는 각각 2.40 ± 0.74 , 2.63 ± 0.74 , 2.50 ± 0.93 으로 Tecnis ZA9003을 삽입한 군에서 약간 높았으나, 통계학적 의미는 없었다($p=0.37$, Table 2).

굴절예측도는 Acrysof IQ군에서 $0.01 \pm 0.77\text{D}$, Tecnis ZA9003군에서 $-0.20 \pm 0.71\text{D}$, Akreos Adapt-AO군에서 $-0.57 \pm 0.22\text{D}$ 로 Akreos Adapt-AO군에서 술 후 의미 있게

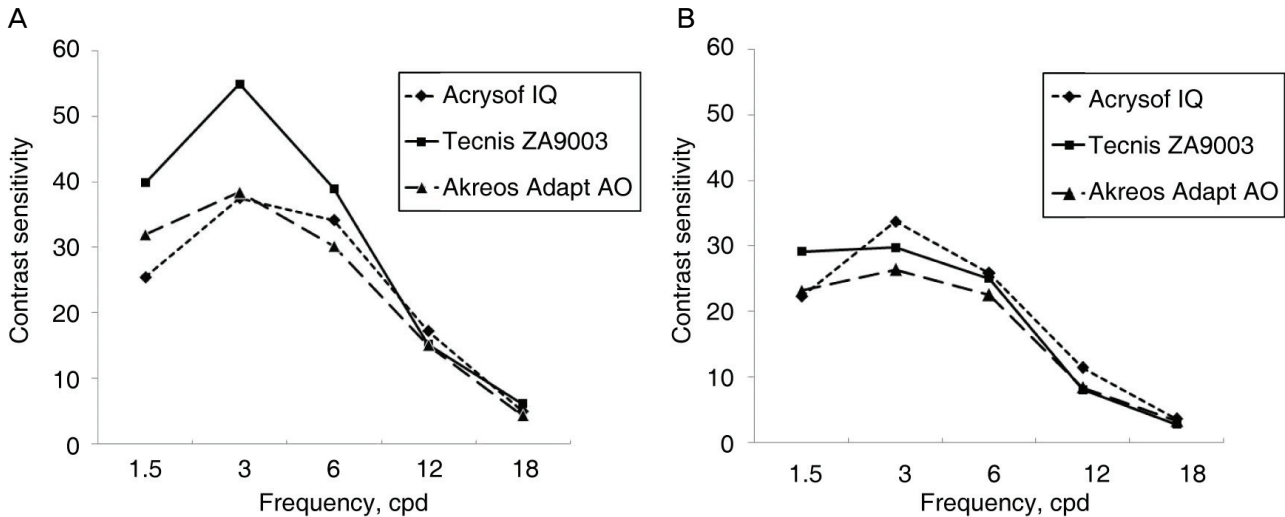


Figure 2. Comparison of contrast sensitivity test under photopic condition (A) and mesopic condition (B) three months postoperatively.

Table 2. Changes of the preoperative and postoperative uncorrected visual acuity (UCVA), best-corrected visual acuity (BCVA) and spherical equivalent among three aspheric intraocular lenses

Variables	Acrysof IQ SN60WF	Tecnis Z9003	Akreos Adapt-AO	p-value
UCVA (logMAR)				
Preop.	1.26±0.24	1.36±0.17	1.47±0.14	0.62
Postop. 3 ms	0.25±0.31	0.33±0.37	0.45±0.42	0.81
BCVA (logMAR)				
Preop. [†]	1.06±0.60	1.16±0.68	1.38±0.81	0.58
Postop. [‡] 3 ms [§]	0.22±0.31	0.28±0.39	0.42±1.09	0.71
Spherical equivalent (D)*				
Preop.	-1.47±4.96	-1.69±2.57	-1.36±2.12	0.47
Postop. 3 ms	-0.47±1.10	-0.63±0.48	-0.64±1.19	0.57

* D=diopeters; [†] Preop.=preoperative; [‡] Postop.=postoperative; [§] ms=months.
Statistical method=Kruskal-Wallis test.

근시로의 이행을 보였다($p=0.04$). 초음파생체현미경을 이용하여 측정한 전방 깊이는 술 후 1주째 각각 3.65 ± 0.55 mm, 3.81 ± 0.51 mm, 3.54 ± 0.36 mm ($p=0.19$)이었고, 술 후 3개월째 각각 3.68 ± 0.65 mm, 3.79 ± 0.42 mm, 3.60 ± 0.62 mm ($p=0.44$)로 의미 있는 차이는 없었다. 인공수정체와 홍채와의 최단 거리도 술 후 1주째($p=0.42$)와 술 후 3개월째($p=0.35$) 각 군 간의 차이는 보이지 않았다(Table 3).

고 찰

본 연구에 사용된 세 가지 비구면 인공수정체의 광학적 특징을 살펴보면, Acrysof IQ SN60WF는 자외선과 청색 파장의 빛을 차단하는 특성을 갖는 일체형의 소수성 아크릴릭 인공수정체로서 굴절계수가 1.55이고, 전체 직경은 13 mm, 광학부 직경은 6 mm이다. 광학부의 후면이 비구면 형태로 인

공수정체안에서 구면수차의 값을 $0.20\ \mu\text{m}$ 줄여준다. Tecnis ZA9003은 광학부가 소수성 아크릴릭 재질로 되어있고, 지지부가 polymethylmethacrylate (PMMA) monofilament로 이루어진 삼체형의 형태로 이루어져 있다. 굴절계수는 1.47이고 광학부의 직경은 6 mm, 전체 직경은 13 mm이며, 인공수정체의 전면이 비구면 형태를 갖음으로써 $-0.27\ \mu\text{m}$ 의 구면수차 값을 지닌다. Akreos Adapt-AO는 굴절계수가 1.458인 친수성 아크릴릭 재질로 이루어진 일체형의 인공수정체로서, 본 연구에서는 광학부의 크기가 6 mm이고 4개의 지지부를 갖는 Adapt형을 사용하였다. 전체 직경은 안축장의 증가에 따라 수정체낭의 직경이 커지는 것을 감안하여 10.5~11.0 mm로 설계되어있고, 광학부의 가장자리는 직사각형으로 각진 형태로 이루어져 있다. 전면부와 후면부가 모두 비구면 형태로 이루어져 있으며, 고위 수차 값이 $0\ \mu\text{m}$ 로 술 후 고위수차의 변화에 영향을 주지 않는다(Table 4).¹¹

Table 3. Changes of the postoperative anterior chamber depth and the distance between posterior surface of iris and anterior surface of intraocular lens (IOL)

	Acrysof IQ	Tecnis ZA9003	Akreos Adapt-AO	p-value
Anterior chamber depth (mm)				
Postop. 1 wk	3.65±0.55	3.81±0.51	3.54±0.36	0.19
Postop. 3 ms	3.68±0.65	3.79 ±0.42	3.60±0.62	0.44
Distance from iris to IOL (mm)				
Postop. 1 wk	0.33±0.19	0.49 ±0.18	0.28±0.12	0.42
Postop. 3 ms	0.34±0.15	0.47±0.17	0.29±0.17	0.35

Statistical method=Kruskal-Wallis test.

Table 4. Characteristics of the three aspheric intraocular lenses

Characteristics	Acrysof IQ SN60WF	Tecnis Z9003	Akreos Adapt-AO
Lens	1-piece	3-piece	1-piece
Optic material	Hydrophobic acrylic	Hydrophobic acrylic	Hydrophilic acrylic
Refractive index	1.55	1.47	1.458
Optic size (mm)	6	6	6
Overall length (mm)	13	13	10.5~11.0
Design	Prolate posterior surface	Prolate anterior surface	Biconcave aspheric anterior and posterior
Haptic angulation	0	5	0
Haptic material	Hydrophobic acrylic	PMMA	Hydrophilic acrylic

시력의 질은 대비감도와 고위수차를 이용하여 비교적 쉽고 효과적으로 평가를 할 수 있다.^{12,13} 그러나 대비감도와 고위수차는 굴절률, 난시, 동공 크기, 중심에서 이탈된 인공수정체의 위치, 연령 등에 의해 영향을 받는다.¹⁴ 본 연구에서는 이러한 인자들에 의한 영향을 줄이기 위해 대상 환자들에서 세 가지 종류의 비구면 인공수정체를 무작위로 선정하여 삽입하였고, 인공수정체가 중심에서 이탈된 경우는 연구 대상에서 제외하였다. Kasper et al¹⁵은 비구면 인공수정체가 구면수차를 줄여 시력의 질을 향상시키는데 도움을 주고, 이는 동공크기가 큰 사람에서 더 중요하다고 하였다. 그리고 동공의 크기가 5 mm 또는 6 mm일 때 비구면 인공수정체를 삽입한 경우 구면 인공수정체를 삽입한 경우에 비하여 대비감도 및 야간 눈부심이 감소하는 효과를 보인다고 하였다.^{16,17} 본 연구에서는 비구면 인공수정체가 더 큰 효과를 나타낸다고 알려진 6 mm 동공 크기를 기준으로 하여 대비감도와 고위수차를 측정하여 비교하였다.¹⁸ Ricci et al⁵과 Tzelikis et al⁶은 비구면 인공수정체가 고조도 및 저조도 환경에서 대비감도를 향상시킴을 보고하였고, Caporossi et al⁷은 기존의 구면 인공수정체를 삽입한 경우에 비하여 비구면 인공수정체를 삽입한 경우 고위수차 값이 감소하고, 고조도와 저조도에서 대비감도가 증가하였다고 하였으나,

Acrysof IQ, Tecnis Z9000, Sofport L161AO의 비구면 인공수정체 간에는 고위수차, 대비감도 등에서 의미 있는 차이를 보이지 않았다고 하였다. Johansson et al⁸은 Akreos Adapt-AO를 삽입한 경우 구면수차가 0.35±0.13 μ m로 Tecnis Z9000를 삽입한 군의 0.05±0.13 μ m에 비하여 의미 있게 크지만, 초점심도는 양의 구면수차 값을 갖는 Akreos Adapt-AO가 오히려 좋았고, Akreos Adapt-AO에 대한 만족도도 더 높아 구면수차를 최대한 줄이는 것이 시력의 질을 최대화시키는 것은 아니라고 하였다. 반면 Franchini⁹는 구면수차와 색수차, 그리고 초점심도가 Acrysof IQ 또는 Sofport를 삽입한 군보다 Tecnis를 삽입한 군에서 의미 있게 더 좋은 값을 보였다고 하였다.

본 연구에서 구면수차는 Tecnis ZA9003을 삽입한 경우에서 가장 많이 감소하였고, 술 후 1주째와 3개월째 모두에서 세 가지 비구면 인공수정체간의 차이를 보였다. 이와 같은 결과는 Acrysof IQ는 인공수정체의 후면이 비구면 형태이고, Tecnis ZA9003은 인공수정체의 전면이 비구면 형태로 되어 각각 -0.20 μ m 과 -0.27 μ m의 음의 구면수차 값을 갖지만, Akreos Adapt-AO는 구면수차 값이 0 μ m이므로 고위수차에 영향을 주지 않으므로 Acrysof IQ와 Tecnis ZA9003에 비하여 Akreos Adapt-AO가 더 큰 구면수차 값을 나타내는

것으로 생각된다. 비록 세 가지 서로 다른 비구면 인공수정체를 삽입한 그룹 간 고위수차 값이 차이가 있음에도 불구하고 세 군의 환자들이 느끼는 만족도의 차이가 없었던 것은, Johansson et al과 Mester et al이 보고한 바와 같이 구면수차를 줄이는 것이 시력의 질을 높이지만, 양의 구면수차는 초점 심도를 유지하는 데 장점이 있기 때문으로 생각된다.^{8,10}

본 연구에서 대비감도는 고조도 상태에서 1.5, 3, 6 cpd에서 Tecnis ZA9003을 삽입한 군에서 가장 좋은 값을 나타냈으나 통계학적 의미는 없었고, 저조도 상태에서는 Tecnis군이 1.5 cpd에서 우세하였고, 3 cpd에서는 Acrysof IQ군이 약간 우세하였으나 세 가지 비구면 인공수정체간 의미 있는 정도의 차이는 없었다.

수술 후 인공수정체의 축방전위에는 광학부와 지지부의 모양과 재질, 광학부와 지지부가 이루는 각도 등이 영향을 미친다고 알려져 있다.¹⁹ 본 연구에서 사용된 세 가지 비구면 인공수정체중 Acrysof IQ와 Akreos Adapt-AO는 일체형 구조를 가지는 반면, Tecnis ZA9003은 삼체형 구조를 갖는다. 초음파생체현미경을 이용해 측정한 인공수정체와 각막내피간의 거리 및 인공수정체와 홍채간의 최단거리는, 삼체형 구조를 갖고 인공수정체의 광학부와 지지부가 5°의 경사를 갖는 Tecnis ZA9003이 기존의 일체형과 삼체형 구조를 갖는 구면 인공수정체에서와 비슷하게 다른 두 가지 비구면 인공수정체와 비교하여 더 큰 값을 나타냈지만, 의미 있는 차이는 보이지 않았다.²⁰

술 전 목표하였던 굴절률에 비하여 술 후 굴절률의 차이를 비교한 굴절률 예측도는 세 군 간에 의미 있는 차이를 보였고, 다른 두 군에 비하여 Akreos Adapt-AO군에서 더 큰 시로의 이동을 보여, 기존의 구면 인공수정체인 Akreos와 Acrysof 간에 비교하였던 결과와 같이 Akreos Adapt-AO는 지지부 경사가 없고 강도가 약하여 수정체내에서 위치의 변동이 상대적으로 많이 발생했기 때문으로 생각된다.²¹

따라서 굴절률 예측도의 차이는 비구면 인공수정체의 특징이라기보다는 인공수정체의 형태 및 재질 등에 의한 수정체내에서 위치변동으로 인해 생긴 차이로 생각되며, 실제 임상에서 인공수정체 도수를 결정하는 데 있어 고려해야 할 점으로 사료된다. 그러나 술 전 구면렌즈대응치가 세 군에서 모두 유사하고, 굴절예측도의 경우는 통계적으로 Akreos Adapt-AO군에서 크지만 표준편차는 오히려 다른 두 가지 종류의 인공수정체에 비하여 적으므로 근시로의 이행을 감안한다면 더 정확한 인공수정체 도수의 결정이 가능할 것으로 보인다.

본 연구의 제한점으로는 서로 다른 비구면 인공수정체가 후낭혼탁 등 합병증의 발생에 미치는 영향에 대한 것과, 구면수차를 비롯한 고위수차가 초점심도에 미치는 영향에 대

한 연구를 시행하지 못한 것이고, 향후 보다 장기간의 경과 관찰을 통한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 비구면 인공수정체의 재질 및 굴절계수, 동공 크기에 따른 차이가 미치는 영향에 대한 연구가 보다 많은 수의 환자를 대상으로 추가로 시행되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Bellucci R, Morselli S, Piers P. Comparison of wavefront aberrations and optical quality of eyes implanted with five different intraocular lenses. *J Refract Surg* 2004;20:297-306.
- 2) Guirao A, Gonzalez C, Redondo M, et al. Average optical performance of the human eye as a function of age in a normal population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:203-13.
- 3) Yoon G, Jeong TM, Cox IG, Williams DR. Vision improvement by correcting higher-order aberrations with phase plates in normal eyes. *J Refract Surg* 2004;20:S523-7.
- 4) Guirao A, Renondo 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.
- 5) Ricci F, Scuderi G, Missiroli F, et al. Low contrast visual acuity in pseudophakic patients implanted with an anterior surface modified prolate intraocular lens. *Acta Ophthalmol Scand* 2004;82:718-22.
- 6) Tzelikis PF, Akaishi L, Trindade FC, Boteon JE. Spherical aberration and contrast sensitivity in eyes implanted with aspheric and spherical intraocular lenses: a comparative study. *Am J Ophthalmol* 2008;145:827-33.
- 7) 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.
- 8) Johansson B, Sundelin S, Wikberg-Matsson A, et al. Visual and optical performance of the Akreos Adapt Advanced Optics and Tecnis Z9000 intraocular lenses: Swedish multicenter study. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1565-72.
- 9) Franchini A. Compromise between spherical and chromatic aberration and depth of focus in aspheric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:497-509.
- 10) 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.
- 11) Packer M, Fine IH, Hoffman RS. Aspheric intraocular lens selection: the evolution of refractive cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:1-4.
- 12) Piers PA, Weeber HA, Artal P, Norrby S. Theoretical comparison of aberration-correcting customized and aspheric intraocular lenses. *J Refract Surg* 2007;23:374-84.
- 13) Nin YK, Jansonius NM, Geraghty E, et al. Effect of intraocular lens implantation on visual acuity, contrast sensitivity, and depth of focus. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2073-81.
- 14) Pandita D, Raj SM, Vasavada VA, et al. Contrast sensitivity and glare disability after implantation of acrysof IQ natural aspheric intraocular lens: prospective randomized masked clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:603-10.

- 15) Kasper T, Bühren J, Kohnen T. Intraindividual comparison of higher-order aberrations after implantation of aspherical and spherical intraocular lenses as a function of pupil diameter. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:78-84.
- 16) Bellucci R, Morselli S, Piers P. Comparison of wavefront aberrations and optical quality of eyes implanted with five different intraocular lenses. *J Refract Surg* 2004;20:297-306.
- 17) Casprini F, Balestrazzi A, Tosi GM, et al. Glare disability and spherical aberration with five foldable intraocular lenses: a prospective randomized study. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83:20-5.
- 18) Tzelikis PF, Akaishi L, Trindade FC, Boteon JE. Spherical aberration and contrast sensitivity in eyes implanted with aspheric and spherical intraocular lenses: a comparative study. *Am J Ophthalmol* 2008;145:827-33.
- 19) Petternel V, Menapace R, Findl O, et al. Effect of optic edge design and haptic angulation on postoperative intraocular lens position change. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:52-7.
- 20) Heo H, Kim HG, Yoon KC, Park YG. Comparison of long-term results between one-piece and three-piece acrylate intraocular lens. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:245-52.
- 21) Ji YS, Lee KH, Park YG, Yoon KC. Clinical results of implantation of hydrophilic acrylic intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:1065-71.

=ABSTRACT=

Comparison of Visual Function Among Aspheric Intraocular Lenses

In Seong Kang, MD¹, In Cheon You, MD, PhD², Yeoung Geol Park, MD, PhD¹, Kyung Chul Yoon, MD, PhD¹

Department of Ophthalmology, Chonnam National University and Hospital,¹ Gwangju, Korea
Department of Ophthalmology, Chonbuk National University, College of Medicine,² Jeonju, Korea

Purpose: To compare the visual function among 3 aspheric intraocular lenses (IOLs) after cataract surgery.

Methods: A prospective analysis among 70 eyes of 68 patients who had undergone phacoemulsification and implantation of aspheric IOLs (Acrysof IQ, 30 eyes; Tecnis ZA9003, 20 eyes; Akreos Adapt-AO, 20 eyes) was performed. The best corrected visual acuity (BCVA), refraction, coma, trefoil, spherical aberration, root-mean-square (RMS), contrast sensitivity test, satisfaction and glare was evaluated during the follow-up period of 3 months.

Results: There were no significant differences in BCVA, satisfaction, glare, coma, trefoil, RMS and contrast sensitivity test among the 3 aspheric IOLs. Spherical aberration in Akreos Adapt-AO ($0.04 \pm 0.05 \mu\text{m}$) was higher compared with Acrysof IQ ($0.03 \pm 0.04 \mu\text{m}$) and Tecnis ZA9003 ($0.11 \pm 0.03 \mu\text{m}$) ($p < 0.01$). The predictability of postoperative spherical equivalent in the Akreos Adapt-AO group ($-0.57 \pm 0.22\text{D}$) represented a statistically significant myopic refractive error compared with the Acrysof IQ ($0.01 \pm 0.77\text{D}$) and the Tecnis ZA9003 ($-0.20 \pm 0.71\text{D}$) groups ($p = 0.04$).

Conclusions: There were no significant differences in visual function except spherical aberration, which was highest in the Akreos Adapt-AO group.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(5):691-697

Key Words: Aspheric intraocular lens, Contrast sensitivity test, Spherical aberration, Spherical equivalent

Address reprint requests to **Kyung-Chul Yoon, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chonnam National University Medical School & Hospital
#8 Hak-dong, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea
Tel: 82-62-220-6742, Fax: 82-62-227-1642, E-mail: kcyoon@chonnam.ac.kr