

## 구면/비구면 레스토렌즈와 크리스타렌즈를 삽입한 후의 시력, 구면수차, 대비감도의 비교

강익천 · 김응권 · 김태임

연세대학교 의과대학 안과학교실, 시기능개발연구소

**목적:** 구면/비구면 레스토렌즈 혹은 크리스타렌즈를 삽입 받은 환자들의 술 후 시력, 구면수차 및 대비감도를 비교하고자 하였다.  
**대상과 방법:** 양안 백내장 수술을 시행 받고 구면 레스토렌즈(4명), 비구면 레스토렌즈(7명), 혹은 크리스타렌즈(5명)를 삽입한 환자 16명 32안에서 술 후 3개월째 시력, 구면수차 및 대비감도를 측정하였다.  
**결과:** 술 후 3개월째, 원거리 및 중간거리시력은 세 군 간의 차이가 없었으나, 근거리시력은 구면/비구면 레스토렌즈에서 크리스타렌즈보다 통계적으로 우수하였다. 비구면 레스토렌즈가 구면 레스토렌즈 및 크리스타렌즈보다 낮은 구면수차를 보였고, 박명시 대비감도는 크리스타렌즈가 구면/비구면 레스토렌즈보다 3 주파수에서 통계적으로 유의하게 높았다.  
**결론:** 크리스타렌즈를 삽입 받은 경우 구면/비구면 레스토렌즈를 삽입 받은 경우에 비해 근거리시력은 통계적으로 유의하게 낮았으나, 박명시 대비감도는 통계적으로 유의하게 높았다.  
(대한안과학회지 2011;52(11):1275-1280)

백내장 수술 후 단초점 인공 수정체 삽입 후에 원거리 시력은 개선되나 근거리 시력은 돋보기의 도움 없이 개선되지 못한다. 최근 백내장 수술에 대한 환자들의 기대 수준이 높아지면서, 돋보기나 안경의 도움 없이 원거리 시력 및 근거리 시력을 향상시키기 위한 다초점 인공수정체가 개발되었다. 초기의 다초점 인공수정체의 경우, 부정확한 시력교정효과, 빛의 분산으로 인한 대비감도의 저하, 눈부심 및 빛번짐 등이 발생하여<sup>1-8</sup> 점차 진화한 형태의 인공수정체로 발전하였다.

최근 소개된 회절성(diffractive) 다초점 인공수정체인 레스토렌즈(ReSTOR<sup>®</sup>, Alcon laboratories Inc, Ft Worth, TX, USA)는 눈부심이나 빛번짐을 줄이기 위해 아포다이즈드 회절(apodized diffractive)로 만들어졌으며, 직경 6 mm의 광학부의 중심 3.6 mm에 12개의 동심원 모양의 아포다이즈드 회절 영역을 가지고 있어서 +4.00D의 덧셈굴절력을 가져 근거리 시력을 담당하는데, 이는 +3.20D의 안

경 굴절력에 해당된다. 비구면 인공수정체는 구면수차를 감소시켜 기존의 구면 인공수정체에 비해 시력의 질을 향상시킨다고 알려져 있으며<sup>9</sup> 레스토렌즈 역시 비구면 레스토렌즈가 개발되었다. Yun et al<sup>10</sup>에 따르면 전체만족도와 추천도는 비구면 레스토렌즈가 구면 레스토렌즈보다 높은 경향을 보임이 알려졌으나 빛번짐 현상은 차이가 없었다.

조절성(accommodative) 다초점 인공수정체인 크리스타렌즈(CrystaHD<sup>®</sup>, Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA)는 5 mm의 광학부(optic)와 2.75 mm의 폭과 경첩(hinge)을 가지는 지지부 판(haptic plate)으로 구성되어 있으며, 총 직경은 12.0 mm이다. 근거리 주시시 섬모체의 수축으로 크리스타렌즈의 경첩부위가 접히면서 시축에 대해 앞으로 이동하고, 인공수정체가 활모양으로 휘면서 곡률반경이 변하여 굴절력을 변화시켜 근거리 초점을 맞출 수 있게 한다.<sup>11-13</sup>

본 연구의 목적은 회절성 다초점 인공수정체인 구면 혹은 비구면 레스토렌즈와 조절성 다초점 인공수정체인 크리스타렌즈의 술 후 시력, 구면수차, 대비감도를 비교하는 데 있다.

■ 접수 일: 2010년 12월 20일 ■ 심사통과일: 2011년 5월 24일  
■ 게재허가일: 2011년 9월 27일

■ 책임저자 김 태 임  
서울시 서대문구 연세로 50 (신촌동134)  
세브란스병원 안과  
Tel: 02-2228-3570, Fax: 02-312-0541  
E-mail: taeimkim@gmail.com

### 대상과 방법

#### 대상 환자

2009년 8월부터 2010년 2월까지 양안 백내장으로 진단

\* This work was partially supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MEST No. 2010-0022006).

받은 환자 중, 각막투명절개술과 원형전낭절개를 이용한 초음파유화술을 시행한 후 인공수정체 삽입술을 시행 받은 16명의 환자 32안을 대상으로 4명의 환자 8안은 구면 레스토렌즈(ReSTOR<sup>®</sup>, SA60D3), 7명의 환자 14안은 비구면 레스토렌즈(ReSTOR<sup>®</sup>, SA6AD3), 나머지 5명의 10안은 크리스타렌즈(Crystalens<sup>®</sup> HD)를 삽입하였다. 50세에서 75세까지 노인성백내장 환자 중 수술 전 각막난시가 1D 이내이고, 안축장의 길이가 22 mm에서 24 mm까지인 환자를 대상으로 수술을 시행하였으며, 시력에 영향을 줄 수 있는 눈의 다른 질환이나 수술 과정에서 합병증이 발생한 경우 연구 대상에서 제외하였다. 인공수정체의 도수를 결정하기 위해 숙련된 검사자를 통해 IOL master (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)를 이용하여 안축길이 및 각막굴절력을 측정하였다. 레스토렌즈의 경우 최대한 정시안 혹은 이에 가까운 원시안이 되는 것을 목표로 하였으며, 크리스타렌즈의 경우 최대한 정시안이 되는 것을 목표로 하여 SRK/T 공식을 이용하여 인공수정체 도수를 결정하였다.

다초점 인공수정체의 장점 및 발생 가능한 합병증, 한계에 대해서 환자에게 충분히 설명하고 동의를 얻었다. 모든 환자에서 술 후 3개월째, 나안시력, 구면수차 및 대비감도를 측정하였다.

### 시력

시력은 근거리, 중간거리, 원거리 시력으로 나뉘어 측정하였으며 명소시(photopic condition, 100 cd/m<sup>2</sup>) 조건하에서 평가하였다. 근거리 시력은 36 cm에서 로젠바움(Rosenbaum, Cleveland, OH, USA) 근거리 시력표를 이용하여 측정하였다. 중간거리 시력은 ETDRS 1 m 시력 측정법으로 먼저 측정해보고 이 경우 최대 측정 가능한 시력이 0.5가 되므로 시력이 0.5 이상인 경우는 로젠바움 근거리 시력표를 이용하여 1 m에서 시력을 측정한 뒤 3을 곱하는 방식으로 구했다. 원거리 시력은 6 m에서 스넬렌 시력표를 이용하여 측정하였다.

### 대비감도

대비감도는 원거리 교정시력 하에서 시행하였으며, Optec

6500<sup>®</sup> (Stereo Optical Co, Inc. Chicago, IL, USA)을 이용하여 명소시(photopic condition, 85 cd/m<sup>2</sup>)와 박명시(mesopic condition, 3 cd/m<sup>2</sup>) 조건하에서 각각 1.5, 3, 6, 12, 18 cpd (cycle per degree)의 주파수에 대해 측정하였다.

### 수차

수차는 Mydrin-P (Santen, Osaka, Japan)의 점안하여 6 mm 이상의 동공을 얻어 6 mm의 동공지름을 기준으로 i-Trace (Tracey technology Inc., Houston, TX, USA)를 이용하여 RMS (root mean square)총합, 고위수차, 구면수차, 코마수차, 트레포일수차를 측정하였으며, 전제수차, 각막수차 및 안내수차의 값을 얻어 비교하였다.

### 통계적 분석

자료 분석은 SPSS v 12.0 (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 이용하여 시행하였다. 술 후 시력, 구면수차 및 대비감도는 일원배치 분산분석을 통해 세 군 간의 평균 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있는지 분석하였다.

## 결 과

구면 레스토렌즈는 총 4명의 환자에서 8안에 삽입하였으며 평균연령은 61.13 ± 2.10세였고, 비구면 레스토렌즈는 총 7명의 환자에서 14안에 삽입하였으며 평균연령은 64.38 ± 2.32세였으며, 크리스타렌즈는 총 5명의 환자에서 10안에 삽입하였으며 평균연령은 63.42 ± 2.25세였다(Table 1). 세 군 간의 연령, 성별에서 유의한 차이는 보이지 않았다.

시력에서 원거리 및 중간거리 시력에서는 세 군 간의 차이를 보이지 않았으나, 근거리 시력은 크리스타렌즈군이 구면/비구면 레스토렌즈군보다 통계적으로 유의하게( $p < 0.01$ ) 낮게 나타났다(Fig. 1).

구면수차에 대해서는 RMS총합(total root mean square)은 비구면 레스토렌즈가 구면 레스토렌즈와 크리스타렌즈에 비해 통계적으로 유의하게 낮았으며, 눈 전체 구면수차(ocular spherical aberration)는 비구면 레스토렌즈가 구면 레스토렌즈보다 통계학적으로 유의하게 낮았으나, Tukey

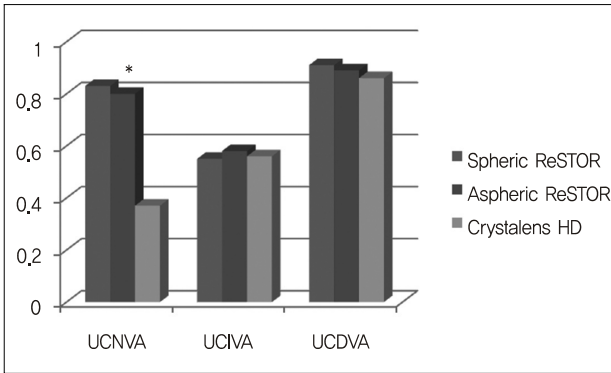
**Table 1.** Baseline characteristics of participants

	Spheric ReSTOR	Aspheric ReSTOR	Crystalens HD
No. of patients	4	7	5
No. of eyes (OD/OS)	8 (4/4)	14 (7/7)	10 (5/5)
Gender (M/F)	2/2	3/4	2/3
Mean ± SD (age)	61.13 ± 2.10	64.38 ± 2.32	63.42 ± 2.25

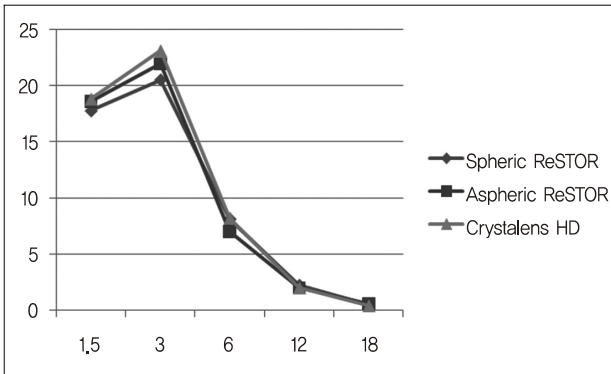
**Table 2.** Postoperative aberrations ( $\mu\text{m}$ ) measured by iTrace aberrometer among 3 groups (mean  $\pm$  standard deviation)

	RMS* total	RMS HOA <sup>†</sup>	SA <sup>‡</sup> (Ocular)	SA (Internal)	SA (Cornea)	Coma 7 A	Coma 8 A	Trefoil 6 A	Trefoil 9 A
Spheric ReSTOR	1.149 $\pm$ 0.452	0.677 $\pm$ 0.439	0.245 $\pm$ 0.229	-0.005 $\pm$ 0.172	0.250 $\pm$ 0.086	0.173 $\pm$ 0.197	-0.107 $\pm$ 0.153	-0.120 $\pm$ 0.102	0.135 $\pm$ 0.225
Aspheric ReSTOR	0.675 $\pm$ 0.267	0.624 $\pm$ 0.444	0.040 $\pm$ 0.141	-0.155 $\pm$ 0.194	0.202 $\pm$ 0.112	0.305 $\pm$ 0.276	-0.035 $\pm$ 0.113	-0.022 $\pm$ 0.185	0.098 $\pm$ 0.148
Crystalens HD	1.021 $\pm$ 0.353	0.359 $\pm$ 0.342	0.215 $\pm$ 0.234	-0.025 $\pm$ 0.233	0.233 $\pm$ 0.074	0.349 $\pm$ 0.376	-0.076 $\pm$ 0.206	0.021 $\pm$ 0.166	0.060 $\pm$ 0.217
<i>p</i> -value	0.008	0.208	0.041	0.292	0.385	0.445	0.573	0.196	0.709

\*RMS = root mean square; <sup>†</sup>RMS HOA = root mean square of higher-order aberration; <sup>‡</sup>SA = spherical aberration.



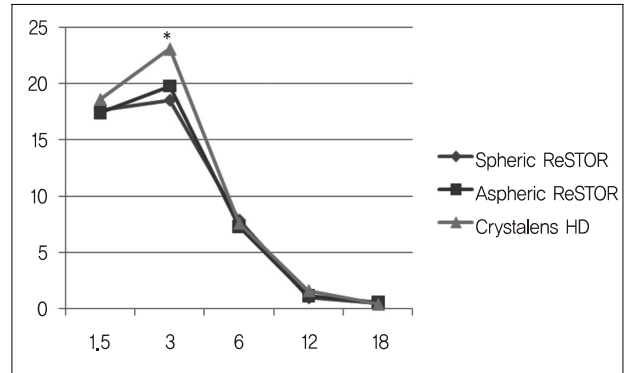
**Figure 1.** Mean postoperative uncorrected visual acuities of the 3 groups. There was significant difference in the uncorrected near visual acuity (UCNVA) ( $p < 0.001$ , ANOVA test). \*UCNVA = uncorrected near visual acuity; UCIVA = uncorrected intermediate visual acuity; UCDVA = uncorrected distant visual acuity. Statistically significant in ANOVA ( $p < 0.05$ ).



**Figure 2.** Contrast sensitivity test of the three groups at photopic condition ( $p < 0.05$ ).

의 B 방법을 통해 사후검정을 시행한 결과 크리스타렌즈는 비구면/구면 렌스토렌즈와 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

대비감도는 명소시에는 세 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 박명시에는 크리스타렌즈가 구면/비구면 렌스토렌즈보다 3 주파수에서 통계적으로 유의하게 대비감



**Figure 3.** Contrast sensitivity test of the three groups under mesopic conditions ( $p < 0.05$ ).

도가 높았다(Fig. 2, 3).

## 고찰

백내장 수술 후 단초점 인공수정체를 삽입하였을 경우 원거리시력의 호전을 얻을 수 있지만, 인체의 수정체가 가지고 있는 조절력을 잃어버리기에, 근거리 및 중간거리시력의 호전은 얻을 수 없다. 현대인의 생활 수준이 높아지면서 백내장 수술 후의 기대 수준 역시 높아지면서, 다초점 인공수정체가 소개되었다. 이전에 발표된 여러 논문들에서 다초점 인공수정체는 단초점 인공수정체보다 근거리시력을 향상시킬 수 있으며 중간거리 및 원거리시력 또한 만족스러워, 안경을 벗고자 하는 환자의 욕구를 충족시켜 환자의 만족도가 높다고 보고하고 있다.<sup>13-20</sup> 그러나 빛이 다초점 인공수정체를 통과하면서 나뉘어져 두 개 이상의 초점에 멩히게 되면, 망막에 도달하는 빛의 효율이 저하되며 이로 인해 선명도에 제한이 생길 수 있다. 또한, +3.20D에 해당하는 안경 굴절력을 가지고 있어, 근거리시력의 호전은 크지만 그에 비해 컴퓨터작업, 요리, 레저생활 등에 중요한 역할을 하는 중간거리시력의 호전은 크지 않은 단점이 있다. Cumming et al<sup>8</sup>에 따르면, 크리스타렌즈의 경우 근거리 및 중간거리시력이 0.5 이상인 군이 단초점 인공수정체에 비

해 통계학적으로 의미 있게 더 많았음이 증명되었다. 크리스탈렌즈가 단초점 인공수정체에 비해 근거리 및 중간거리 시력의 호전이 있음은 증명되었지만, 국내에서 레스토렌즈와 비교하여 근거리 및 중간거리시력의 어떻게 다른지는 아직 발표된 바가 없어 이번 연구를 진행하였다.

크리스탈렌즈와 레스토렌즈의 원거리 및 중간거리시력은 통계학적으로 차이가 없었다. 이는 크리스탈렌즈가 조절성을 지니고 있음을 간접적으로 증명한다 할 수 있다. 그러나 근거리시력은 크리스탈렌즈군이 레스토렌즈군보다 통계학적으로 의미있게 낮았다. 이전 연구에 따르면 단초점 인공수정체를 삽입한 군에서는 최대근거리시력을 위한 덧댐 굴절력이 +2.32D인데 반해, 크리스탈렌즈를 삽입한 군에서는 덧댐굴절력이 +1.24D라고 알려져 있다.<sup>8</sup> 이는 크리스탈렌즈를 삽입할 경우에도 적합한 근거리시력을 유지하기 위해서는 일정량의 덧댐굴절력이 필요할 수 있음을 시사하는데, 본 연구의 결과는 이를 반영한다고 할 수 있겠다. 중간거리시력에서 20/32 (J2) 이상의 시력을 갖는 비율은, 구면 레스토렌즈를 삽입한 환자의 50% (4/8), 비구면 레스토렌즈를 삽입한 환자의 43% (6/14), 크리스탈렌즈를 삽입한 환자의 60% (6/10)로 나타났으며, 통계학적으로 유의하지는 않았지만 크리스탈렌즈를 삽입한 군에서 중간거리시력의 호전이 큰 사람의 비율이 구면/비구면 레스토렌즈를 삽입한 군보다 높은 경향성을 나타냄을 알 수 있다.

구면수차 중 RMS총합 및 눈 전체 구면수차에서는 비구면 레스토렌즈가 구면 레스토렌즈보다 통계학적으로 의미 있게 낮았다. 안내 구면수차의 경우 비구면 레스토렌즈가 구면 레스토렌즈보다 낮은 경향을 보였으나 통계학적으로 의미가 있지는 않았다. 비구면 레스토렌즈의 구면수차가 -0.1로 상대적으로 수치가 낮아 통계학적인 의미가 도출되지 않은 것으로 보이며, 보다 많은 수의 환자를 대상으로 연구를 진행할 경우 통계학적으로 의미 있는 결과가 도출될 것으로 예상된다. 이전 연구에 의하면 비구면 레스토렌즈의 경우, 구면 레스토렌즈보다 전체 만족도 및 추천도가 더 높은 경향을 보이며, 특히 55세 미만의 환자 군에서 55세 이상의 환자군보다 통계적으로 유의하게 높은 전체 만족도와 추천도를 보였는데,<sup>10</sup> 본 연구에서 알 수 있듯이 비구면 레스토렌즈가 구면 레스토렌즈보다 광학적 성질이 우수하여 상기 결과가 도출될 수 있음을 시사한다고 하겠다. 크리스탈렌즈는 RMS총합의 경우 비구면 레스토렌즈보다 통계적으로 더 높은 수차를 가졌는데, 크리스탈렌즈 광학부의 비구면 처리가 되지 않아 발생한 것으로 보이며, 비구면 크리스탈렌즈(Crystalens<sup>®</sup> AO)와 구면수차를 비교하는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

회절성 다초점 인공수정체의 경우 빛이 광학부를 통과하

면서 근거리에 41%, 원거리에 41%로 빛을 분산시키며 나머지 18%는 회절(diffraction) 과정에서 소실하게 되는데, 이로 인해 망막에 도달하는 빛의 효율이 저하될 수 있고, 동시에 여러 초점의 상이 망막에 맺히게 되어 선명도가 떨어질 수 있다. Lee et al<sup>13</sup>의 연구에 따르면, 레스토렌즈 삽입술 후 심한 눈부심을 호소하는 경우가 19명 중 2명 (10.2%)이었고, 심한 달무리 현상을 호소하는 경우가 19명 중 1명(5.3%)이 있었다고 하였다. 또한 Kim et al<sup>21</sup>에 따르면 양안 다초점 인공수정체를 삽입 받은 경우에는 10명 중 6명(60%)이 술 후 눈부심을 호소하였다고 한다. 본 연구에서는 명소시 세 군 간의 대비감도의 차이는 보이지 않았으나, 박명시 3 주파수에서 구면/비구면 레스토렌즈군에 비해 크리스탈렌즈군이 통계학적으로 유의하게 대비감도가 높았다. 레스토렌즈를 삽입한 경우 박명시에는 동공의 크기가 커지고 이로 인해 빛의 회절과정에서 빛의 분산 및 소실이 심해져서 대비감도의 감소가 일어나지만 조절성 인공수정체인 크리스탈렌즈는 빛의 회절을 이용하지 않기 때문에 그로 인한 빛의 손실이 없어 박명시의 대비감도가 높을 것으로 생각한다. Cumming et al<sup>8</sup>에 따르면 크리스탈렌즈와 단초점 인공수정체 간의 박명시 대비감도의 차이는 없다고 하였는데 이는 크리스탈렌즈가 박명시의 선명도가 단초점 인공수정체와 비슷할 것이라는 추측을 가능하게 하며 본 연구에서도 크리스탈렌즈가 구면/비구면 레스토렌즈보다 시기능의 주관적인 지표에 해당하는 박명시 대비감도가 우수함을 알 수 있다.

레스토렌즈는 백내장 및 노안 교정의 좋은 대안으로 사용될 수 있지만, 술 후 눈부심, 달무리 현상 및 대비감도의 감소 등의 문제점을 줄이기 위해 적절한 환자 선택이 중요하다. 특히, 동공이 클수록 이러한 증상이 심해지므로 동공이 지나치게 크거나 야간활동이나 야간에 운전을 많이 하는 경우에는 수술에 대해 재고하여야 한다. 크리스탈렌즈의 경우 중간거리 및 원거리시력이 레스토렌즈와 비슷하나, 회절과정에서 발생하는 빛의 분산 및 손실이 적어 동공이 크거나, 야간활동 및 야간 운전이 많은 사람에게도 시술을 고려해 볼 수 있을 것으로 보인다. 그러나 크리스탈렌즈에서 근거리 시력은 레스토렌즈보다 떨어질 수 있어, 생활 패턴 및 개인적인 성향을 고려하여 인공수정체를 결정하여야 할 것이다.

### 참고문헌

- 1) Lane SS, Morris M, Nordan L, et al. Multifocal intraocular lenses. *Ophthalmol Clin North Am* 2006;19:89-105.
- 2) Hütz WW, Eckhardt HB, Röhrig B, Grolmus R. Reading ability with 3 multifocal intraocular lens models. *J Cataract Refract Surg*

- 2006;32:2015-21.
- 3) Kohnen T, Allen D, Boureau C, et al. European multicenter study of the AcrySof ReSTOR apodized diffractive intraocular lens. *Ophthalmology* 2006;113:584.e1.
  - 4) Blaylock JF, Si Z, Vickers C. Visual and refractive status at different focal distances after implantation of the ReSTOR multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1464-73.
  - 5) Chiam PJ, Chan JH, Aggarwal RK, Kasaby S. ReSTOR intraocular lens implantation in cataract surgery: quality of vision. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1459-63.
  - 6) Sallet G. Refractive outcome after bilateral implantation of an apodized diffractive intraocular lens. *Bull Soc Belge Ophtalmol* 2006;299:67-73.
  - 7) Souza CE, Muccioli C, Soriano ES, et al. Visual performance of AcrySof ReSTOR apodized diffractive IOL: a prospective comparative trial. *Am J Ophthalmol* 2006;141:827-32.
  - 8) Cumming JS, Colvard DM, Dell SJ, et al. Clinical evaluation of the Crystalens AT-45 accommodating intraocular lens: results of the U.S. Food and Drug Administration clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:812-25.
  - 9) Barbero S, Marcos S, Jiménez-Alfaro I. Optical aberrations of intraocular lenses measured in vivo and in vitro. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2003;20:1841-51.
  - 10) Yun JH, Ahn K, Lee DH, et al. Spheric, aspheric ReSTOR intraocular lens: three-month results and preoperative clinical factors influencing patient's satisfaction. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:14-21.
  - 11) Pepose JS, Qazi MA, Davies J, et al. Visual performance of patients with bilateral vs combination Crystalens, ReZoom, and ReSTOR intraocular lens implants. *Am J Ophthalmol* 2007;144:347-57.
  - 12) Stachs O, Schneider H, Beck R, Guthoff R. Pharmacological-induced haptic changes and the accommodative performance in patients with the AT-45 accommodative IOL. *J Refract Surg* 2006;22:145-50.
  - 13) Lee HS, Park SH, Kim MS, et al. Clinical results and some problems of multifocal apodized diffractive intraocular lens implantation. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:1235-41.
  - 14) Sen HN, Sarikkola AU, Uusitalo RJ, Laatikainen L. Quality of vision after AMO Array multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2483-93.
  - 15) Steinert RF, Post CT Jr, Brint SF, et al. A prospective, randomized, double-masked comparison of a zonal-progressive multifocal intraocular lens and a monofocal intraocular lens. *Ophthalmology* 1992;99:853-60.
  - 16) Percival SP, Setty SS. Prospectively randomized trial comparing the pseudoaccommodation of the AMO Array multifocal lens and a monofocal lens. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:26-31.
  - 17) Jacobi PC, Konen W. Effect of age and astigmatism on the AMO Array multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 1995;21:556-61.
  - 18) Javitt JC, Wang F, Trentacost DJ, et al. Outcomes of cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: functional status and quality of life. *Ophthalmology* 1997;104:589-99.
  - 19) Javitt JC, Steinert RF. Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: a multinational clinical trial evaluating clinical, functional, and quality-of-life outcomes. *Ophthalmology* 2000;107:2040-8.
  - 20) Jacobi PC, Dietlein TS, Lüke C, Jacobi FK. Multifocal intraocular lens implantation in prepresbyopic patients with unilateral cataract. *Ophthalmology* 2002;109:680-6.
  - 21) Kim JH, Lee JW, Chung JL, et al. Combined implantation of monofocal and multifocal intraocular lenses in senile cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:1632-8.

=ABSTRACT=

## Comparisons of Visual Acuity, Spherical Aberration and Contrast Sensitivity among Spheric, Aspheric ReSTOR<sup>®</sup>, and Crystalens HD<sup>®</sup> Lenses

Eui Chun Kang, MD, Eung Kweon Kim, MD, PhD, Tai-im Kim, MD, PhD

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

**Purpose:** To assess visual acuity, spherical aberration and contrast sensitivity in patients who were implanted with spheric, aspheric ReSTOR<sup>®</sup> or Crystalens HD<sup>®</sup> lenses.

**Methods:** The present study enrolled 16 patients (32 eyes) implanted with bilateral spheric ReSTOR<sup>®</sup> (four patients, spheric ReSTOR group), bilateral aspheric ReSTOR<sup>®</sup> (seven patients, aspheric ReSTOR group) or bilateral Crystalens HD<sup>®</sup> (five patients, Crystalens HD group) lenses. At three months postoperatively, visual acuity, spherical aberration, and contrast sensitivity were evaluated.

**Results:** Three months after surgery, there were no significant differences in uncorrected distant or intermediate visual acuity among the three groups. Uncorrected near visual acuity in the spheric and aspheric ReSTOR groups was superior to that in the Crystalens HD group, and the aspheric ReSTOR group had less spherical aberration. Mesopic contrast sensitivity in the Crystalens HD group was significantly higher at three cycles per degree compared to those in the spheric and aspheric ReSTOR groups.

**Conclusions:** Uncorrected near visual acuity in the Crystalens HD group was inferior to those in the spheric and aspheric ReSTOR groups, but the mesopic contrast sensitivity of the Crystalens HD group at three cycles per degree was superior to those in the spheric and aspheric ReSTOR groups.

J Korean Ophthalmol Soc 2011;52(11):1275-1280

**Key Words:** Accommodative, Aspheric, Diffractive, Multifocal, Spheric

---

Address reprint requests to **Tai-im Kim, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, Severance Hospital  
#50 Yeonse-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea  
Tel: 82-2-2228-3570, Fax: 82-2-312-0541, E-mail: taeimkim@gmail.com