

회절성 다초점 인공수정체를 삽입한 백내장 수술안의 시각 및 광학 결과 비교

Clinical Results and Optical Quality of Diffractive Multifocal Intraocular Lens

오정재 · 최진석

Jeong Jae Oh, MD, Jin Seok Choi, MD, PhD

새빛안과병원

Saevit Eye Hospital, Goyang, Korea

Purpose: To compare postoperative clinical outcomes, optical quality, and patient satisfaction between two types of diffractive multifocal intraocular lens (IOL, Acri Lisa 366D and Acrysof ReSTOR +3.00 D).

Methods: In a total of 68 eyes, one of two diffractive multifocal IOL (Acri Lisa 366D and Acrysof ReSTOR +3.00 D) was implanted after cataract extraction. Visual acuity was measured postoperatively at one week, 1 month, and 6 months. Contrast sensitivity, wavefront aberration, and visual function were determined via questionnaire at postoperative 1 month.

Results: Intermediate visual acuity of Acri Lisa 366D and Acrysof ReSTOR at 6 months were 0.31 ± 0.14 , and 0.24 ± 0.11 (log MAR), respectively. At 6 months, near and distant visual acuity results showed no significant differences between the two groups. The photopic contrast sensitivity of Acri Lisa 366D at 6 cycles/degree was 55.36 ± 7.40 and showed significant differences with Acrysof ReSTOR (47.25 ± 9.67). The mesopic contrast sensitivity values of Acri Lisa 366D and Acrysof ReSTOR were 40.26 ± 11.38 and 28.97 ± 10.45 , respectively, and the spherical aberration values were $0.037 \pm 0.039 \mu\text{m}$ and $0.105 \pm 0.066 \mu\text{m}$. The spherical aberration of Acri Lisa 366D was significantly lower than that of Acrysof ReSTOR. Total and high order aberration, coma, and trefoil show no significant differences between the two groups.

Conclusions: The Acri Lisa 366D multifocal IOL showed better contrast sensitivity and spherical aberration compared to Acrysof ReSTOR multifocal IOL, which had an effective intermediate visual acuity.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(12):1867-1873

Key Words: Contrast sensitivity, Multifocal intraocular lens, Patient satisfaction, Spherical aberration

백내장 수술 기법과 인공수정체의 지속적인 발전으로 과거에는 백내장 수술 후 원거리 시력을 회복하고 안경 교정을 통해 근거리 시력을 얻는 것을 목표로 하거나, 반대로 근거리 시력을 얻는 대신 원거리는 안경 교정을 통해 시력

을 얻는 것에서 벗어나, 최근에는 다초점 인공수정체가 개발되어 많이 사용되고 있다. 이는 기존의 단초점 인공수정체가 우수한 시력 회복 결과를 보임에도 대부분의 환자들이 근거리 작업 시 돋보기에 의존해야 했던 단점을 보완해 주는데, 현재까지 다초점 인공수정체는 많은 종류가 개발되어 환자가 원하는 기능을 가진 인공수정체를 선택할 수 있는 정도에 이르렀다. 여러 연구들에서 다초점 인공수정체가 근거리와 원거리 시력을 만족할 만큼 회복시켜 주며, 기존의 단초점 인공수정체에 비해 안경의존도도 줄여주는 장점을 가지고 있다고 알려졌으나, 이와 함께 야간 눈부심이나 달무리와 같은 증상이 생기거나 대비감도가 감소하는

■ Received: 2015. 4. 10. ■ Revised: 2015. 9. 1.

■ Accepted: 2015. 10. 1.

■ Address reprint requests to Jin Seok Choi, MD, PhD

Saevit Eye Hospital, #1065 Jungang-ro, Ilsandong-gu, Goyang 10447, Korea

Tel: 82-31-900-7700, Fax: 82-31-900-7777

E-mail: zenith716@hanmail.net

© 2015 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

등의 부작용도 있다고 보고되고 있다.¹⁻⁸

이러한 다초점 인공수정체는 광학부에 여러 개의 초점거리가 존재하게 되어 안경 없이 원거리와 근거리의 시력을 얻게 되는데, 회절성 다초점 인공수정체는 다초점 인공수정체를 삽입하는 경우 원거리 시력을 대부분 보존하면서 근거리 시력을 동시에 Huygens-Fresnel 원칙에 기반하여, 동심원상의 고리들을 통해 2개의 주초점을 동공 크기와 관계없이 제공한다.⁹ 이러한 광학적 특성으로 원거리와 근거리 시력을 얻을 수 있다. 하지만 단점으로 눈부심이나 후광, 그리고 원치 않는 초점 외 이미지가 발생하여 초점 내 이미지의 대비감도를 저하시킬 수 있다.¹⁰⁻¹² 대표적으로 많이 시술되고 있는 AcrySof ReSTOR (+3.00D) intraocular lens (IOL, Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)뿐만 아니라 Acri Lisa IOL (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)이 국내에 도입되어 사용되고 있는 추세인데, 비대칭의 빛 분산으로 눈부심과 후광을 감소시켰다고 보고되었다.¹³ 하지만 기존 연구들의 경우, 시력의 개선과 같은 객관적인 면에서의 효과를 비교한 것이 대부분이며, 환자의 수술 후 주관적인 만족에 큰 영향을 미칠 수 있는 시기능과 연관된 인공수정체의 특징과 각각의 근거리, 중간거리, 원거리의 시기능 개선을 통한 삶의 질에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이며, 회절성 타입의 다초점 인공수정체의 이러한 시기능과 삶의 질의 개선 효과에 대한 연구는 아직까지 보고된 바가 없는 상태이다. 이에 따라 본 저자들은 회절성 타입의 다초점 인공수정체인 AcrySof ReSTOR (+3.00D) IOL과 Acri Lisa IOL을 비교 분석하여 장단점에 대해 알아보 고자 하였다.

대상과 방법

2010년 9월부터 2010년 12월까지 본원 안과에서 백내장으로 진단 받고 백내장 수술을 시행 받은 환자 중 Acri Lisa 366D 다초점 인공수정체 삽입술을 시행 받은 환자 20명 34안과 AcrySof ReSTOR (+3.00D) 다초점 인공수정체 삽입술을 시행 받은 환자 21명 34안을 대상으로 전향적인 연구를 시행하였다. 다초점 인공수정체 삽입 대상자의 적응증으로는 나이는 40-80세 사이의 연령으로 노인성 백내장 진단을 받은 환자들 중 돋보기 착용을 원치 않는 환자들을 대상으로 하였다. 각막 난시는 -1.0디옵터 미만으로 하였고, 시력에 영향을 줄 수 있는 녹내장이나 망막박리, 각막 혼탁, 각막 또는 안내 수술의 기왕력, 홍채 이상, 황반 변성을 포함한 시력에 영향을 줄 수 있는 망막질환과 같은 기저질환이 있거나 각막 굴절수술을 시행 받은 사람은 제외하였다. 또한 직업적인 야간운전이나 금속 세공과 같은 정밀한 근

거리 작업을 요하는 사람이나 중간거리와 근거리를 포함한 모든 다양한 거리를 원거리 시력처럼 선명하게 보기를 원하는, 시력에 대한 기대치가 지나치게 높은 사람은 제외하였다.

수술 전 검사는 IOL master (Carl Zeiss, Jena, Germany)를 이용하여 안축장 및 각막 굴절력을 측정하여 인공수정체 도수를 구하였고 백내장이 심하여 IOL master로 측정이 안 되는 경우 유침 A-scan을 이용하여 측정하였다. 수술 후 굴절이상은 수술 후 구면렌즈 대응치에서 목표 디옵터를 뺀 값으로 정의하였다. 목표 디옵터는 IOL master로 측정 한 안축장, 전방각 깊이 등을 고려하여 수술 후 최대 정시안에 가깝게 되도록 인공수정체 도수를 결정하였다.

수술은 3명의 술자(BNH, PKH, CJS)에 의해 시행되었고 수술 방법은 술 전 0.5% proparacaine hydrochloride 점안액 (Alcaine®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)으로 점안 마취한 후 2.2 mm 투명각막절개술을 시행하고 전방의 중심부에 5 mm 크기의 원형 전방 절개를 시행한 뒤 수정체유화술 및 인공수정체 수정체낭내삽입술을 시행하였다. 안약은 수술 전 1일간 0.3% gatifloxacin을 하루 4회 점안하였고 수술 후 0.3% gatifloxacin 및 0.1% fluorometholone을 하루 4회 4주간 점안하였다.

수술 후 측정된 변수로는 수술 후 1주, 1달, 6달째 각각 추적 관찰하여 환자의 원거리에서 나안 및 최대교정시력을 측정하였고, 근거리는 33 cm, 중간거리는 70 cm에서 측정하였다. 원거리 시력은 100% 대비감도의 Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) 차트(Optec 6500, Stereo Optical Co. Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 명순응 상태(85 candelas [cd]/m²), 4 m에서 측정하였다. 근거리 시력은 Logarithmic Visual Acuity Chart 2000 New ETDRS (Precision Vision)를 이용하여 명순응 상태(85 cd/m²), 33 cm에서 측정하였고, 중간거리 시력은 70 cm에서 근거리, 원거리시력 측정과 동일한 조건으로 측정하였다.

대비감도는 술 후 한 달째에 FACT 차트방식 Optec 6500 R (Stereo Optical Co. Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 원거리에 맞춘 교정시력상태에서 명순응 상태(photopic, 85 cd/m²)와 암순응 상태(mesopic, 3 cd/m²)에서 1.5, 3, 6, 12, 18 cycle/degree마다 측정하였다. 웨이브프론트 수치는 술 후 한 달째에 WaveScan Wavefront™ system (VISX, Santa Clara, CA, USA)을 이용하였다.

기능적인 시력과 일상생활의 시력의 질을 나타내는 시기능 설문조사 결과는 수술 후 1개월째에 한국어판 미국 국립안연구센터 시각기능설문지 25와 부가 질문 39 (NEI-VFQ-25)를 사용하여 총점을 계산하고 세부항목 중 근거리와 원거리

시력, 그리고 운전에 관한 항목을 따로 계산하였다.¹⁴ 총점은 39개 항목에서 좋은 기능을 100점으로 하여 0에서부터 100점으로 나누어 최고점을 3,900점으로 하였다. 세부항목 중 근거리와 원거리, 운전에 관한 각 3개의 항목에 대해 좋은 기능을 100점으로 하여 0부터 100점으로 나누어 최고점을 300점으로 하였다.

통계 프로그램으로는 SPSS 12.0.1 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 독립표본 *t*-test, Spearman correlation analysis, receiver operating characteristic (ROC) curve를 이용하여 두 군 간의 차이를 비교하였고, 통계학적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

총 대상 환자군은 41명의 67안으로 평균 연령은 AT LISA, AcrySof ReSTOR (3.00D) 각각 57.2 ± 13.4 세 62.0

± 10.3 세였다. 수술 전 목표 디옵터는 -0.06 ± 0.17 D, -0.08 ± 0.21 D였고, 수술 전 평균 안축장의 길이는 각각 23.84 ± 0.81 mm, 23.54 ± 0.98 mm였다(Table 1).

AT LISA의 수술 후 1주째 나안시력은 근거리 0.11 ± 0.12 , 중간거리 0.29 ± 0.17 , 원거리 0.09 ± 0.14 였고, 교정시력은 근거리 0.08 ± 0.13 , 원거리 0.08 ± 0.16 (logMAR)이었다. 수술 후 1개월째 나안시력은 근거리 0.09 ± 0.13 , 중간거리 0.27 ± 0.15 , 원거리 0.07 ± 0.12 였고, 교정시력은 근거리 0.08 ± 0.11 , 원거리 0.07 ± 0.11 이었다. 수술 후 6개월째 나안시력은 근거리 0.10 ± 0.11 , 중간거리 0.31 ± 0.14 , 원거리 0.08 ± 0.14 였고, 교정시력은 근거리 0.06 ± 0.14 , 원거리 0.06 ± 0.10 (logMAR)이었다(Table 2).

AcrySof ReSTOR (+3.00D)의 수술 후 1주째 나안시력은 근거리 0.18 ± 0.17 , 중간거리 0.31 ± 0.10 , 원거리 0.11 ± 0.08 이었고, 교정시력은 근거리 0.10 ± 0.11 , 원거리 0.09 ± 0.07 (logMAR)이었다. 수술 후 1개월째 나안시력은 근거리

Table 1. Demographics of the study group

IOL groups	AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR (+3.00 D)	<i>p</i> -value
No. of patients (eyes)	20 (34)	21 (34)	-
Mean age (years, n)	57.2 ± 13.4	62 ± 10.3	-
Target diopter (D)	-0.06 ± 0.17	-0.08 ± 0.21	0.12
IOL power (D)	21.23 ± 1.68	21.36 ± 2.11	0.12
Axial length (mm)	23.84 ± 0.81	23.54 ± 0.98	0.14

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated.

IOL = intraocular lens.

Table 2. Postoperative visual acuity after multifocal IOL implantation (log MAR)

	Postoperative 1 week		Postoperative 1 month		Postoperative 6 months	
	AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR (+3.00 D)	AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR (+3.00 D)	AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR (+3.00 D)
Distance						
UDVA	0.11 ± 0.12	0.18 ± 0.17	0.09 ± 0.13	0.08 ± 0.11	0.10 ± 0.11	0.08 ± 0.10
CDVA	0.08 ± 0.16	0.10 ± 0.11	0.08 ± 0.11	0.07 ± 0.07	0.06 ± 0.14	0.07 ± 0.07
Intermediate						
UIVA	0.29 ± 0.17	0.31 ± 0.10	0.27 ± 0.15	0.31 ± 0.11	0.31 ± 0.14	0.24 ± 0.11
Near						
UNVA	0.09 ± 0.14	0.11 ± 0.08	0.07 ± 0.12	0.06 ± 0.08	0.08 ± 0.14	0.14 ± 0.10
DCNVA	0.08 ± 0.13	0.09 ± 0.07	0.07 ± 0.11	0.06 ± 0.10	0.06 ± 0.10	0.10 ± 0.07

Values are presented as mean \pm SD.

IOL = intraocular lens; UDVA = uncorrected distance visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity; UIVA = uncorrected intermediate visual acuity; UNVA = uncorrected near visual acuity; DCNVA = distance-corrected near visual acuity.

Table 3. Wavefront aberrations (μ m) after intraocular lens implantation

Total RMS		HOA		SA		Coma		Trefoil	
AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR	AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR	AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR	AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR	AT LISA 366D	AcrySof ReSTOR
0.66 ± 0.29	0.57 ± 0.31	0.24 ± 0.08	0.27 ± 0.10	0.037 ± 0.039	0.105 ± 0.066	0.119 ± 0.056	0.107 ± 0.049	0.137 ± 0.056	0.210 ± 0.037

Values are presented as mean \pm SD.

RMS = root-mean-square; HOA = higher-order aberration; SA = spherical aberration.

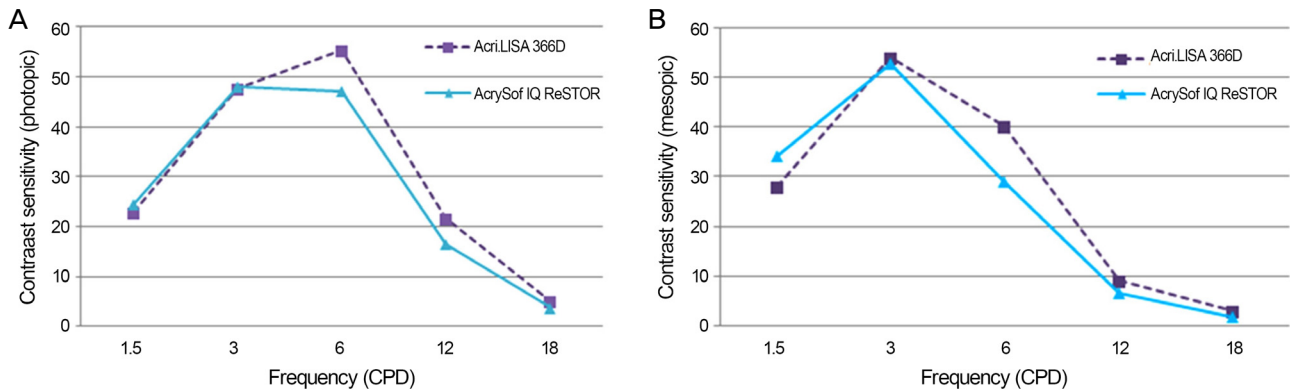


Figure 1. Mean log contrast sensitivity functions in patients implanted with the Acri Lisa 366D and AcrylSof ReSTOR intraocular lenses for different lighting conditions (85 cd/m² and 3 cd/m²) at 1 month. (A) Photopic contrast sensitivity. (B) Mesopic contrast sensitivity. CPD = cycle per degree.

0.08 ± 0.11, 중간거리 0.31 ± 0.11, 원거리 0.11 ± 0.07이었고, 교정시력은 근거리 0.07 ± 0.07, 원거리 0.06 ± 0.10 (logMAR)이었다. 수술 후 6개월째 나안시력은 근거리 0.08 ± 0.10, 중간거리 0.24 ± 0.11, 원거리 0.14 ± 0.10이었고, 교정시력은 근거리 0.07 ± 0.07, 원거리 0.10 ± 0.07 (logMAR)이었다(Table 2). 원근거리 logMAR 시력은 차이가 없었고, 중간거리 시력은 6개월째에 Acri Lisa 366D군에서 0.31 ± 0.14로 AcrySof ReSTOR SN6AD1군의 0.24 ± 0.11에 비해 유의하게 낮았다($p < 0.021$).

웨이브프론트 수차값은 수술 후 1개월째에 안구 전체수차(total root-mean-square [RMS])는 AT LISA가 0.66 ± 0.29 μm였고 고위수차는 0.24 ± 0.08 μm였으며, AcrySof ReSTOR (+3.00D)는 안구전체수차가 0.57 ± 0.31 μm였고, 고위수차는 0.27 ± 0.10 μm였다(Table 3). 전체 및 고위수차와 coma 및 trefoil은 차이가 없었으나, 구면수차는 Acri Lisa 366D군에서 0.037 ± 0.039 μm로 AcrySof ReSTOR SN6AD1군의 0.105 ± 0.066 μm에 비해 유의하게 낮았다($p < 0.014$).

술 후 1달째에 명순응 상태(photopic)에서 측정한 대비감도는 Acri Lisa 366D가 1.5, 3, 6, 12, 18 cycle/degree에서 각각 23.03 ± 2.96, 47.69 ± 4.36, 55.36 ± 7.40, 21.63 ± 3.79, 5.12 ± 0.90이었고, 암순응 상태(mesopic)에서는 각각 28.03 ± 2.85, 54.03 ± 5.20, 40.25 ± 5.47, 9.03 ± 2.04, 2.90 ± 1.53이었고, AcrySof ReSTOR (+3.00D)는 명순응 상태(photopic)에서 각각 23.03 ± 2.96, 47.69 ± 4.36, 55.36 ± 7.40, 21.63 ± 3.79, 5.12 ± 0.90이었고, 암순응 상태(mesopic)에서는 34.17 ± 2.46, 52.80 ± 4.51, 28.97 ± 4.60, 6.48 ± 1.27, 1.73 ± 0.56이었다(Fig. 1). Acri Lisa 366D군은 대비감도 검사상 명순응 상태의 6 cpd에서 55.36 ± 7.40으로 47.25 ± 9.67의 AcrySof ReSTOR SN6AD1군에 비해 유의하게 높았고($p < 0.037$), 암순응 상태의 6 cpd에서도

40.26 ± 11.38로 28.97 ± 10.45의 AcrySof ReSTOR SN6AD1군에 비해 유의하게 높았으며($p < 0.001$), 이외의 대비에서는 유의한 차이가 없었다.

시기능 설문조사 결과는 AT LISA의 경우 수술 후 1개월째에 총점 3,900점 만점 중 3,127점 ± 354 (standard deviation [SD], range 2,541 to 3,682)로 비교적 우수한 시기능을 보였다. 세부항목 중 근거리시력은 300점 만점에 244점 ± 36 (SD, range 233 to 271), 원거리 시력은 256 ± 21 (SD, range 252 to 289)이었고 운전기능은 221 ± 42 (SD, range 187 to 266)였다. AcrySof ReSTOR (+3.00D)는 수술 후 1개월째에 총점 3,900점 만점 중 3,217점 ± 217 (SD, range 2,741 to 3,482)로 비교적 우수한 시기능을 보였다. 세부항목 중 근거리시력은 300점 만점에 251점 ± 27 (SD, range 223 to 281), 원거리 시력은 263 ± 17 (SD, range 251 to 288)이었고 운전기능은 211 ± 12 (SD, range 207 to 266)였다.

고 찰

인공수정체는 백내장 수술 후 무수정체 상태를 교정하는 중요한 장치로 1950년대에 개발된 후부터 디자인과 재질이 끊임없이 발전하여 노안이나 난시를 교정하는 인공수정체가 등장하였고, 최근에는 노안과 난시를 동시에 교정하는 단계로까지 발전되었다.¹⁵ 최근 다초점 인공수정체가 임상에 도입되어 기존의 원거리 교정은 물론이고 근거리 시력까지 동시에 향상시켜 줌으로써 수술 후 돋보기 의존도를 낮추게 되었다. 하지만 시력의 질에 관한 잠재적인 문제가 다초점 인공수정체에서 수술 후 환자들에 대한 결과에서 보고되었고¹⁶ 특히 회절성 다초점 인공수정체에서 수술 후 환자들에서 눈부심이나 달무리 현상과 같은 광각성 현상이 보고되고 있는 상황이다.¹⁰⁻¹² 따라서 본 연구에서 저자들은 Acri Lisa 366D와 AcrySof ReSTOR (+3.00D)라는 회절성

다초점 인공수정체를 연구대상으로 삼아서, 이 렌즈들의 시각 및 광학적 임상결과를 살펴보았다. 이 다초점 렌즈는 빛을 35:65로 각각 근거리와 원거리에 분산시켜 초점을 여러 개로 망막에 대응시킨다.¹⁷

본 연구의 시력에 관한 결과는 6개월째 원거리 나안시력이 Acri Lisa 366D와 AcrySof ReSTOR (+3.00D) 각각 0.08 ± 0.14 , 0.14 ± 0.10 (logMAR)이고 교정시력 0.06 ± 0.10 , 0.10 ± 0.07 이었는데, Acri Lisa 366D에 관한 국외 보고에 의하면 Fernandez-Vega et al¹⁸은 각각 -0.005 ± 0.022 , -0.006 ± 0.024 로 보고하였고, Alfonso et al¹⁹은 각각 -0.048 ± 0.070 , -0.051 ± 0.071 로 보고하였다. 보고자마다 약간 다르긴 하나 모든 결과들이 J1의 비교적 우수한 나안 근거리 및 원거리시력을 보였다. 한편 국내 보고는 Chang et al²⁰이 Tecnis ZM900 (AMO, Santa Ana, CA, USA)에서 술 후 6개월에 원거리 나안시력 0.06 ± 0.07 , 교정시력 0.00 ± 0.00 이었고, 근거리 나안시력 0.09 ± 0.10 , 교정시력 0.06 ± 0.07 로서 본 연구와 비교적 유사한 결과를 보였다. 또한 Yoon et al²¹은 3개월 시력 결과를 보고하였는데 원거리 나안시력 0.07 ± 0.04 , 교정시력 0.03 ± 0.03 이었고 근거리 나안시력 0.10 ± 0.07 , 교정시력 0.06 ± 0.07 로서 본 연구의 1개월 및 6개월 결과와 유사하였다. Lee et al²²은 AcrySof ReSTOR (+3.00D) IOL (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)을 이용하여 3개월 결과를 보고하였는데 원거리 나안시력 0.13 ± 0.10 , 교정시력 0.06 ± 0.21 이었고, 근거리 나안시력 0.25 ± 0.22 , 교정시력 0.15 ± 0.09 로서 근거리 시력이 본 연구 결과보다 조금 낮게 나타났으나 J1-J2 이상의 시력을 보였다.

본 연구에서 시행한 70 cm 중간거리 시력 측정 결과에서는 Acri Lisa 366D와 AcrySof ReSTOR (+3.00D) 각각 술 후 1개월째에 0.27 ± 0.15 , 0.31 ± 0.11 이었고 6개월째에 0.31 ± 0.14 , 0.24 ± 0.11 이었다. 이는 근거리 시력에 비해서는 떨어지나 J3에서 J4 정도의 시력을 얻을 수 있었으며, 수술 후 1주째부터 6개월째까지 비교적 안정적으로 유지됨을 확인할 수 있었다. 다만 1주, 1달, 6달 경과관찰 기간 중 측정한 중간시력의 경우, 술 후 6개월째 Acri Lisa 366D의 중간거리 시력이 AcrySof ReSTOR (+3.00D)에 비해 유의하게 떨어져 있었음을 확인할 수 있었다.

안구 수차를 측정하는 데 있어서 동공의 크기가 산란에 영향을 주므로, 일정한 크기의 동공상태에서 측정하는 것이 수차의 비교에 타당성을 줄 수 있다. 따라서 본 연구에서는 빛이 완전히 차단된 검사실에서 검사기계의 조명에만 반응하는 동공상태였고, 6 mm 동공 직경의 일정한 상태에서 측정하였으며, 웨이브프론트 수차는 Acri Lisa 366D와 AcrySof ReSTOR (+3.00D) 각각 수술 후 1개월째에 안구

전체수차(total RMS) $0.66 \pm 0.29 \mu\text{m}$, $0.57 \pm 0.31 \mu\text{m}$ 였고 고위수차는 $0.24 \pm 0.08 \mu\text{m}$, $0.27 \pm 0.10 \mu\text{m}$ 였다(Table 3). Chang et al²⁰이 Tecnis ZM900을 삽입하고 WASCA analyzer (Carl Zeiss, Jena, Germany)를 이용한 수차 분석 결과는 안구 전체수차 1.27 ± 1.21 , 고위수차 $0.34 \pm 0.22 \mu\text{m}$ 로 본 연구 결과보다 다소 높게 나왔으나, Yoon et al²¹이 i-Trace (Tracy technology Inc., Houston, TX, USA)로 측정한 결과는 안구 전체수차 $0.48 \pm 0.26 \mu\text{m}$, 고위수차 $0.22 \pm 0.09 \mu\text{m}$ 로 본 연구보다 다소 낮거나 유사한 결과를 보여 측정 장비에 따른 변이로 판단되나 고위수차는 세 연구 모두 비슷한 결과를 보였다.

술 후 1달째에 명순응 상태(photopic)에서 측정한 대비 감도는 분석해 보았을 때 6 cpd에서 Acri Lisa가 AcrySof ReSTOR (+3.00D)에 비해 명순응 상태뿐만 아니라 암순응 상태 모두에서 유의미하게 높은 것을 확인할 수 있었고, 이외의 대비에서는 통계상으로 유의미한 차이를 보이지 않고 있었다. 기존의 연구인 Chang et al²⁰이 Tecnis ZM900이라는 회절성 다초점 인공수정체안에서 보고한 바에 의하면 1, 3, 6, 12, 20 cycle/degree에서 각각 명순응 상태 1.36 ± 0.19 , 1.36 ± 0.13 , 1.27 ± 0.20 , 0.95 ± 0.25 , 0.63 ± 0.20 이었고, 암순응 상태 1.33 ± 0.22 , 1.29 ± 0.15 , 1.18 ± 0.16 , 0.88 ± 0.23 , 0.65 ± 0.25 (log)로 보고한 것이 있는데, 이는 본 연구 데이터와 비교했을 때 전체적으로 유사한 결과를 보임을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 설문조사를 이용하여 만족도를 조사하였는데, 보다 객관적이고 표준화된 방법으로 시기능에 대한 설문조사를 측정하기 위해 미국 국립안연구센터 시각기능설문지 25 (National Eye Institute Visual Function Questionnaire, NEI VFQ-25)의 한국어판을 이용하였다.^{23,24} 이는 기존의 설문지에 비해 전반적인 시력 상태에 관한 주관적인 인지와 더불어 세부 항목별로 제작되어 있어 본 연구뿐만 아니라 향후 추가 연구에서도 객관적인 지표로 비교 가능하리라 생각된다. 세부 항목 중 총점은 Acri Lisa 366D와 AcrySof ReSTOR (+3.00D) 모두에서 원거리 시력, 근거리 시력, 운전기능 순으로 점수가 높음을 확인할 수 있었다. 이는 단초점 인공수정체의 경우 초점이 근거리 혹은 원거리 하나에만 맞춰져 되므로 근거리, 원거리 중 하나는 수술 이후에 안경교정 없이는 이를 해결할 수 없어 환자가 생활하는 데 불편함을 호소하며, 수술 전 충분한 상담과 설명이 없는 경우 수술 이후 만족스러운 백내장 제거 수술임에도 불구하고 환자는 큰 불편감과 함께 만족도가 떨어질 수 있는데 반해, 다초점 인공수정체의 경우 근거리, 원거리 모두에 있어서 일정수준 이상의 일상생활이 가능하여 환자의 만족도가 높음을 확인할 수 있었다. 다만 운전기능의 경우 근거리,

원거리에 비해 만족도가 떨어지는 것을 확인할 수 있었는데, 이를 통해 다초점 인공수정체 삽입술 이후 환자가 원거리, 근거리 작업은 어느 정도 수행할 수 있으나 운전, 특히 야간 운전 시 환자가 불편감을 느낄 수 있으므로, 이를 수술 전에 환자에게 충분히 설명하고 이와 같은 기능에 대한 만족도는 떨어질 수 있다고 설명하는 것이 중요함을 확인할 수 있었다. 이러한 운전기능에 대한 만족도가 상대적으로 떨어지는 것은 기존의 연구에서 회절성 다초점 인공수정체에서 보고한 바와 유사한 결과를 보였다.²⁵⁻²⁷ 또한 각각의 다초점 인공수정체 수술 환자에 대한 시기성 설문조사 총점에서 상대적으로 낮은 만족도를 보이는 환자들의 경우, 직업적으로 근거리 작업을 하루 동안 많이 하는 사람들이었다. 따라서 근거리 작업의 정도가 많을수록 다초점 인공수정체 수술에 대한 만족도가 떨어질 수 있어서, 장시간의 근거리 작업이 필요한 환자에서는 다초점 인공수정체를 권하는 것에 신중해야 할 것으로 판단된다.

이번 연구의 한계점으로는 우선 수술 후 경과관찰 기간이 6개월로 다소 짧았던 것을 들 수 있겠다. 일반적인 백내장 수술의 경우에는 6개월의 경과관찰 기간 동안 대부분의 환자들이 임상적으로 안정상태에 이르게 되어 장기적인 경과관찰이 필요한 경우는 드물다고 할 수 있다. 그러나 다초점 인공수정체를 삽입하는 이번 연구와 같은 경우, 다중 초점거리에 대한 적응이 필요할 수 있는 특수한 상황을 고려한다면, 6개월이라는 기간이 만족도를 평가하기에는 다소 짧을 수도 있다. 또한 장기 경과관찰 기간 동안 발생할 수 있는 후발 백내장이나 수정체낭 수축 등으로 인한 인공수정체의 안정성에 대한 추가적인 관찰이 불가능하였다. 이와 함께 본 연구에서는 3명의 술자에 의해 시행된 결과를 분석한 연구로서, 수술자 요소(surgeon factor)의 영향이 있을 수 있으나 투명각막절개에 따른 낭내 인공수정체 삽입까지 비교적 표준화되고 안전하게 끝난 결과들이므로 결과에 중대한 영향을 미치지 않는 것으로 생각되나 이점은 본 연구의 제한점이라 할 수 있다.

환자의 수술 후 시력과 설문조사를 통한 환자만족도에 낭포성황반부종과 같은 합병증이 결과에 영향을 미칠 수 있으므로, 이에 대한 고려가 필요한데, 본 연구에서는 수술 후 시력과 환자 만족도에 영향을 미칠 수 있는 합병증은 대부분 발생하지 않았으나, 수술 후 1예에서 단안 초기 수정체낭 포획증후군이 발생하였고, 이에 따른 -2.0디오퍼터의 근시화가 보였으나 안압은 높지 않았다. 경과관찰 중 1주일째에 양손 흡입관류법으로 인공수정체 뒤와 수정체낭 사이에 포획되어 있던 점탄물질을 제거하였고, 이후 근시가 곧바로 사라졌다.

또한 이번 연구가 전향적인 연구이긴 하나 수술 후 다양

한 근거리에서 모두 원거리처럼 우수한 시력을 원하는, 수술 후 시력에 대한 기대치가 지나치게 높은 사람은 대상 환자군에서 제외했다. 이는 수술 후 만족도에 대한 평가를 살펴보는 데 있어서 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 하지만 다초점 인공수정체 수술을 결정할 때 환자군을 선택함에 있어, 수술 전 환자의 기대치에 대한 상세한 면담을 통해 환자의 수술에 대한 이해도를 높이고, 환자와의 유대관계를 형성해야 한다. 이후에 수술을 시행하는 것이 환자의 수술 후 시력에 대한 불만을 감소시키는 데 중요하다는 점에서 이는 다초점 인공수정체 삽입술을 시행할 때 중요하게 여겨야 할 사항이라고 판단할 수 있다.

결론적으로 회절성 다초점 인공수정체인 Acri Lisa와 AcrySof ReSTOR (+3.00D)를 비교하여 본 결과, 원거리, 중간거리, 근거리에서 모두 비교적 만족스러운 결과를 보였으나, AcrySof ReSTOR (+3.00D)가 중간거리에서의 시력이 상대적으로 나은 결과를 보였으며, 대비감도와 구면수차의 경우에는 Acri Lisa가 상대적으로 나은 결과를 보였다. 따라서 이와 같은 결과를 실제 백내장 수술 시 다초점 인공수정체를 사용하는 경우 환자와의 면담을 통해서 환자가 수술 후 중요하게 여기는 사항을 파악한 뒤 이에 적당한 다초점 인공수정체를 선택하는 데에 임상적으로 활용할 수 있을 것이라 생각한다.

REFERENCES

- 1) Hofmann T, Zuberbuhler B, Cervino A, et al. Retinal straylight and complaint scores 18 months after implantation of the AcrySof monofocal and ReSTOR diffractive intraocular lenses. *J Refract Surg* 2009;25:485-92.
- 2) Hunkeler JD, Coffman TM, Paugh J, et al. Characterization of visual phenomena with the Array multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1195-204.
- 3) Leyland M, Zinicola E. Multifocal versus monofocal intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review. *Ophthalmology* 2003;110:1789-98.
- 4) Montés-Micó R, Alió JL. Distance and near contrast sensitivity function after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:703-11.
- 5) Pich S, Lackner B, Hanselmayer G, et al. Halo size under distance and near conditions in refractive multifocal intraocular lenses. *Br J Ophthalmol* 2001;85:816-21.
- 6) Steinert RF, Aker BL, Trentacost DJ, et al. A prospective comparative study of the AMO ARRAY zonal-progressive multifocal silicone intraocular lens and a monofocal intraocular lens. *Ophthalmology* 1999;106:1243-55.
- 7) Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:992-7.
- 8) Gwak JY, Choi JS, Pak KH, Baek NH. Visual and optical functions after diffractive multifocal intraocular lens. *J Korean Ophthalmol*

- Soc 2012;53:396-402.
- 9) Wang J, Wu X, Zhang J. Imaging properties of Fresnel zone plate-like surface plasmon polariton launching lenses. Opt Express 2010;18:6686-92.
 - 10) Montés-Micó R, España E, Bueno I, et al. Visual performance with multifocal intraocular lenses: mesopic contrast sensitivity under distance and near conditions. Ophthalmology 2004;111:85-96.
 - 11) Alfonso JF, Puchades C, Fernández-Vega L, et al. Visual acuity comparison of 2 models of bifocal aspheric intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2009;35:672-6.
 - 12) Montés-Micó R, Alió JL. Distance and near contrast sensitivity function after multifocal intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg 2003;29:703-11.
 - 13) Alió JL, Elkady B, Ortiz D, Bernabeu G. Clinical outcomes and intraocular optical quality of a diffractive multifocal intraocular lens with asymmetrical light distribution. J Cataract Refract Surg 2008;34:942-8.
 - 14) Heo JW, Yoon HS, Shin JP, et al. A validation and reliability study of the Korean version of National Eye Institute visual function questionnaire 25. J Korean Ophthalmol Soc 2010;51:1354-67.
 - 15) Apple DJ, Sims J. Harold Ridley and the invention of the intraocular lens. Surv Ophthalmol 1996;40:279-92.
 - 16) Alió JL, Plaza-Puche AB, Piñero DP, et al. Optical analysis, reading performance, and quality-of-life evaluation after implantation of a diffractive multifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2011;37:27-37.
 - 17) Castillo-Gómez A, Carmona-González D, Martínez-de-la-Casa JM, et al. Evaluation of image quality after implantation of 2 diffractive multifocal intraocular lens models. J Cataract Refract Surg 2009;35:1244-50.
 - 18) Fernandez-Vega L, Madrid-Costa D, Alfonso JF, et al. Bilateral implantation of the Acri.LISA bifocal intraocular lens in myopic eyes. Eur J Ophthalmol 2010;20:83-9.
 - 19) Alfonso JF, Puchades C, Fernández-Vega L, et al. Contrast sensitivity comparison between AcrySof ReSTOR and Acri.LISA aspheric intraocular lenses. J Refract Surg 2010;26:471-7.
 - 20) Chang M, Eom Y, Kang SY, et al. Clinical outcome of diffractive multifocal aspheric intraocular lens. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:529-36.
 - 21) Yoon JU, Chung JL, Hong JP, et al. Comparison of wavefront analysis and visual function between monofocal and multifocal aspheric intraocular lenses. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:195-201.
 - 22) Lee HS, Park SH, Kim MS. Clinical results and some problems of multifocal apodized diffractive intraocular lens implantation. J Korean Ophthalmol Soc 2008;49:1235-41.
 - 23) Mangione CM, Lee PP, Gutierrez PR, et al. Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. Arch Ophthalmol 2001;119:1050-8.
 - 24) Stelmack JA, Stelmack TR, Massof RW. Measuring low-vision rehabilitation outcomes with the NEI VFQ-25. Invest Ophthalmol Vis Sci 2002;43:2859-68.
 - 25) Alió JL, Plaza-Puche AB, Piñero DP, et al. Quality of life evaluation after implantation of 2 multifocal intraocular lens models and a monofocal model. J Cataract Refract Surg 2011;37:638-48.
 - 26) Goes FJ. Refractive lens exchange with the diffractive multifocal Tecnis ZM900 intraocular lens. J Refract Surg 2008;24:243-50.
 - 27) Choi J, Schwiegerling J. Optical performance measurement and night driving simulation of ReSTOR, ReZoom, and Tecnis multifocal intraocular lenses in a model eye. J Refract Surg 2008;24:218-22.

= 국문초록 =

회절성 다초점 인공수정체를 삽입한 백내장 수술안의 시각 및 광학 결과 비교

목적: 두 종류의 회절성 다초점 비구면 인공수정체인 Acri Lisa 366D와 AcrySof ReSTOR (+3.00D)를 삽입한 환자들의 시각 및 광학적 임상결과를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: Acri Lisa 366D 34안과 AcrySof ReSTOR (+3.00D)를 삽입한 34안을 대상으로 수술 후 1주, 1달, 6달째 시력, 대비감도, 고위수차 및 환자만족도에 대해 조사하였다.

결과: 중간거리 logMAR 시력은 6개월째에 Acri Lisa 366D군에서 0.31 ± 0.14 로 AcrySof ReSTOR 3SN6AD1군의 0.24 ± 0.11 에 비해 유의하게 낮았고 원근거리 시력은 차이가 없었다. Acri Lisa 366D군은 대비감도 검사상 명순응 상태의 6 cpd에서 55.36 ± 7.40 으로 47.25 ± 9.67 의 AcrySof ReSTOR SN6AD1군에 비해 유의하게 높았고 암순응 상태의 6 cpd에서도 40.26 ± 11.38 로 28.97 ± 10.45 의 AcrySof ReSTOR SN6AD1군에 비해 유의하게 높았으며 이외의 대비에서는 유의한 차이가 없었다. 구면수차는 Acri Lisa 366D군에서 $0.037 \pm 0.039 \mu\text{m}$ 로 AcrySof ReSTOR SN6AD1군의 $0.105 \pm 0.066 \mu\text{m}$ 에 비해 유의하게 낮았고 전체 및 고위수차와 coma 및 trefoil은 차이가 없었다.

결론: 회절성 다초점 인공수정체 중 Acri Lisa 366D는 대비감도와 구면수차 면에서, 그리고 AcrySof ReSTOR SN6AD1는 중간거리 시력에서 상대적으로 나은 결과를 보였다.

(대한안과학회지 2015;56(12):1867-1873)