

청색광차단 인공수정체와 자외선차단 인공수정체의 시기능 비교

Intraindividual Comparison of Visual Outcomes between Blue Light-filtering and Ultraviolet Light-filtering Intraocular Lens

이근영 · 김임규 · 유 성 · 이광자 · 이규원 · 박영정

Geun Young Lee, MD, Im Gyu Kim, MD, Sung Yu, MD, Gwang Ja Lee, MD,
Kyoo Won Lee, MD, PhD, Young Jeung Park, MD, PhD

제일안과병원

Cheil Eye Hospital, Daegu, Korea

Purpose: To compare the clinical results of short-term visual acuity and quality of vision after implantation of a yellow-tinted blue light-filtering intraocular lens (IOL) (Acrysof IQ[®] SN60WF) and an clear ultraviolet (UV) light filtering IOL (enVista[™] MX60) in the same patient.

Methods: 44 patients with bilateral cataract received an SN60WF in one eye and an MX60 in the other eye. All eyes were evaluated for refraction power and uncorrected visual acuity (UCVA) at preoperative and 1, 3 months postoperatively. At postoperative 3 months, corrected visual acuity, quality of vision (OQAS II[®]), contrast sensitivity (CGT 2000[®]) and visual field (Humphrey Field Analyzer[®]), and subjective patients' response to the degree of brightness were evaluated. Furthermore, glistening degree, intraocular stability, and posterior capsular opacification were examined.

Results: There were no significant differences in average refractive power or UCVA at 1 and 3 months ($p > 0.05$) between the two groups. At 3 months after cataract surgery, the quality of vision according to OQAS II[®], the contrast sensitivity according to CGT 2000[®] with the glare either on or off, and visual field; showed no difference between the two groups ($p > 0.05$). Both IOLs had no glistening and posterior capsular opacity. The patients' response to the degree of brightness shows that MX60 (48.3%) has a higher degree of satisfaction.

Conclusions: Yellow-tinted blue light-filtering IOL and clear UV light-filtering IOL had no difference in short-term visual acuity and quality of vision. Subjective brightness perception, however, was better with clear UV light-filtering IOL.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(1):34-42

Keywords: Blue light-filtering intraocular lens (IOL), Clear ultraviolet (UV) light-filtering IOL, Glistening, Quality of vision

백내장은 실명의 가장 큰 원인이면서도 치료할 수 있는 질환으로 분류되고 있다. 하지만 나이관련황반변성은 서구에서 노인인구의 실명을 유발하는 대표적인 원인질환으로 알려져 있고 최근 우리나라에서도 인구의 급속한 노령화로 인하

여 유병률이 증가하는 추세이다. Yoon et al¹은 2008-2009년도 국내역학조사에서 우리나라의 60대 이상에서 백내장 유병률은 80.5%로 보고하면서 연령이 증가하면 백내장 유병률도 증가하고 또한 나이관련황반변성의 유병률은 초기 나이관련황반변성 10.9%, 후기 나이관련황반변성 1.1%로 보고하여 우리나라에서도 두 질환이 노령인구의 시력장애의 주요 원인이 됨을 보고하였다. 그런데 이처럼 노령인구에서 가장 높은 시력장애의 원인인 백내장의 수술적 치료는 수술 후 자외선에 의한 나이관련황반변성의 진행에 영향을 줄 수 있다는 실험적 혹은 역학적 연구가 보고되었다.^{2,7} 그

- Received: 2016. 9. 13. ■ Revised: 2016. 11. 1.
- Accepted: 2016. 12. 19.
- Address reprint requests to **Young Jeung Park, MD, PhD**
Cheil Eye Hospital, #1 Ayang-ro, Dong-gu, Daegu 41196, Korea
Tel: 82-53-959-1751, Fax: 82-53-959-1758
E-mail: eyepark9@naver.com

© 2017 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.

래서 백내장 수술 중 사용되는 인공수정체의 재질에 따른 시력의 질에 대한 연구는 꾸준히 있어왔다.⁸⁻¹⁰

200-400 nm 파장의 자외선은 광독성 망막증이나 낭포황반부종을 유발하는 주요한 원인으로 지목되어 1980년대 중반부터 자외선 차단 인공수정체(ultraviolet [UV] light-filtering lens)가 주로 사용되기 시작하였다.⁴ 그러나 이러한 인공수정체는 짧은 파장의 고에너지인 청색광(400-480 nm)으로부터 망막의 광독성을 막지 못하여 나이관련황반변성을 진행시킬 수 있는 원인이 될 수도 있다고 보고되었다.⁵⁻⁷ 인간의 수정체는 젊은 노란색이었다가 나이가 들수록 수정체내의 노란색 발색단(chromophore)이 증가하여 젊은 노란색으로 변한다. 이것은 단파장의 고에너지 빛 투과율을 감소시켜 청색광이 망막에 도달하는 것을 막아준다. 그러나 백내장 수술 후 인공수정체를 삽입하면 빛 투과율이 증가하면서 청색시를 호소하기도 하고, 뿐만 아니라 나이관련 황반변성을 가속화시킬 수 있기 때문에 단파장으로부터 망막을 보호할 수 있는 청색광 차단 인공수정체(blue light-filtering IOL)가 1990년대부터 사용되기 시작하였다.

반짝임 변성(glistening)은 방수의 수성환경에서 인공수정체 안에 나타나는 작은 액체로 채워진 미세공포를 의미한다. 미세공포는 수술 후 1주 이후 초기에 발견될 수도 있지만 대개 6개월 이내에 흔히 발생한다.^{11,12} 그래서 인공수정체의 재질에 따른 반짝임 변성이 시력의 질에 어떤 영향을 주는지는 지속적으로 연구 중이다.¹³⁻¹⁵ 하지만 아직까지 명확하게 규명되지 못하고 논란 중에 있다.

지금까지 국외에서 청색광 차단 인공수정체와 자외선 차단 투명 인공수정체에 대한 비교연구와 반짝임 변성에 대한 연구가 많이 있어왔고,⁸⁻¹⁵ 최근 국내에서도 인공수정체 재질에 따른 시력 질에 대한 영향¹⁶⁻¹⁹과 반짝임 변성에 대한 시력 질 영향에 대한 연구가 발표되고 있다.^{20,21} 하지만 국내에서 동일 환자에서 두 인공수정체의 시력 질을 비교한 연구는 없었고 또한 반짝임 변성에 대한 비교도 부족한 현실이다.

그래서 저자들은 동일 백내장 수술 환자에서 한쪽 눈에는 자외선 차단 투명 인공수정체 enVista™ MX60 (Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA)을 삽입하고 다른 쪽 눈에는 청색광 차단 황색 착색 인공수정체 AcrySof IQ® SN60WF (Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 삽입한 후 단기간에 걸쳐 시각적 및 광학적 임상결과에 미치는 영향을 비교해 보고자 한다.

대상과 방법

대상 환자

2014년 11월부터 2015년 6월까지 본원에서 동일한 술자

(Y.J. Park)에 의해 양안 모두 1개월 이내에 백내장 초음파 유화술 및 인공수정체 삽입술이 시행된 환자를 대상으로 하였고 한 사람의 각기 다른 눈에 서로 다른 인공수정체를 삽입하였다. 술 후 3개월 이상 추적 관찰이 가능했던 환자를 후향적으로 의무기록을 분석하였고 본원의 기관연구윤리심의위원회(institutional review board, IRB)의 승인을 받았다.

모든 대상 환자는 백내장 수술 전에 세극등검사, 나안 원거리 시력, 안압측정, 자동굴절각막곡률계, 안저검사, 스펙트럼빛간섭단층촬영(Spectralis® OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)을 시행하였다. 인공수정체 도수는 IOL Master® (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)와 A-scan (ECHOSCAN US-3000®, NIDEK, Gamagori, Japan)을 이용하여 측정된 안축장을 사용하였고, 인공수정체 도수는 Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical (SRK/T) 공식에서 정시안(0.0D)에 가까운 도수로 결정하였다. 대상자는 술 후 굴절력 차이에 의한 시기능과 시력 차이를 최소화하기 위해서, 인공수정체 도수가 16.5-24.0D인 경우로 하였고 굴절난시가 2.0D 이하인 경우로 하였다. 또한 스펙트럼빛간섭단층촬영에서 시신경유두와 황반부에 특이소견이 없는 환자를 대상으로 하였고 술 후 시력에 영향을 줄 수 있는 각막질환이나 망막질환, 녹내장, 외상력, 염증이 있는 환자와 술 중 합병증이 생긴 경우는 대상에서 제외하였다.

인공수정체

MX60은 일체형 비구면 인공수정체로 친수성과 소수성의 성질을 모두 지닌 새롭게 개발된 인공수정체이며 hydroxyethyl methacrylate-styrene copolymer로 이루어져 있다. 굴절계수가 1.54이며, 광학부 크기가 6.0 mm이고 전체 길이는 12.5 mm의 판형 지지부를 가진다. 표면 경도(surface hardness)는 11 Mpa로 자외선을 차단하는 투명 인공수정체이다.

SN60WF는 일체형 형태의 소수성 아크릴 재질로서 후면 비구면 표면을 가진 인공수정체이다. 굴절계수는 1.55이고, 광학부 크기는 6.0 mm, 전체 길이가 13.0 mm이며, 표면경도는 0.24 Mpa로 MX60보다 약 46배 작고 자외선과 청색광을 차단하는 황색 착색 인공수정체이다(Fig. 1).

수술

수술은 침공마취(Pinpoint anesthesia)를 이용하였고 이측에 2.75 mm의 미세 투명각막 절개 후 5.0-5.5 mm 크기로 전낭원형절개를 실시하였다. Infinity Vision System® (Alcon Laboratories Inc., Irvine, CA, USA)을 이용하여 초음파유화술을 시행한 후 인공수정체를 후낭에 삽입하였다. 관류 및 흡인을 시행하여 남은 점탄물질을 제거하였다. 모든 대

상 환자는 수술 중 전낭원형절개의 합병증, 후낭 파열 및 수정체 중심 이탈 등의 합병증은 발생하지 않았다.

술 후 검사

두 군에서 술 후 1개월에 자동굴절검사기를 이용한 굴절력, 나안 원거리 시력을 측정하였고, 술 후 3개월에는 굴절력, 나안 원거리 시력, 교정시력을 측정하였다. 술 후 3개월에 시력의 질을 평가하기 위해서 Optical Quality Analysis System II® (OQAS II®, Visiometrics, S.L., Castelldefels, Spain)를 이용하여 objective scatter index (OSI), modulation transfer function (MTF) cut-off value, Strehl ratio, VA100, VA20, VA9를 측정하였다. 대비감도는 자동대비감도 눈부심 측정기인 Contrast glare tester 2000® (CGT 2000®, Takagi, Seiko, Japan)를 사용하여 명소시(photopic), 박명시(mesopic), 암소시(scotopic) 상태에서 눈부심(glare) 유무에 따라서 대비감도 정도를 6.3, 4.0, 2.5, 1.6, 1.0, 0.7

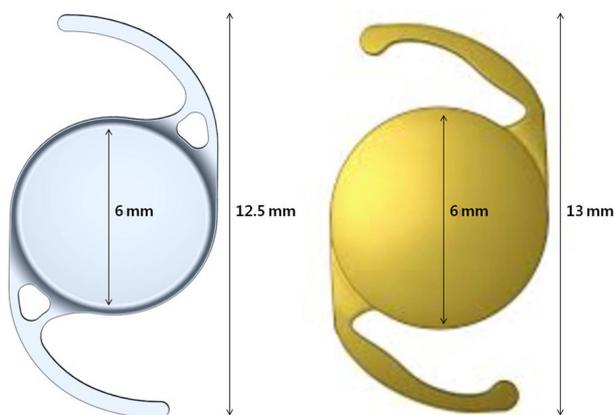


Figure 1. Blue light-filtering intraocular lens and ultraviolet (UV) light-filtering intraocular lens. The left lens is enVista™ MX60 and the right lens is AcrySof IQ® SN60WF.

cycle/degree마다 측정하였다. 시야검사는 Humphrey field analyzer® (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)를 이용한 24-2 Swedish Interactive Thresholding Algorithm (SITA)-fast 검사상의 Mean deviation (MD), Pattern standard deviation (PSD), Fovea threshold를 측정하여 두 군 간에 비교하였다. 또한 원거리 최대교정시력으로 교정한 상태에서 5 m 시표를 주시했을 때 어느 쪽이 더 밝은지 묻는 주관적 밝기에 대한 느낌을 조사하였다. 술 후 3개월째 산동하여 세극등검사로 후낭혼탁의 정도와 반짝임 변성 정도를 관찰하였다. 반짝임 변성 정도는 Colin et al²²이 사용한 주관적 분류를 이용하여 0-2로 표시하여 두 군에서 비교하였다.

통계

통계학적 분석은 PAWS 18.0 version (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며 대응표본 *t*-test를 이용하여 두 군 간의 차이를 비교하였고 *p*<0.05인 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

총 44명의 환자에서 MX60 삽입군은 우안 24안, 좌안 20안이고 SN60WF 삽입군은 우안 20안에 좌안 24안이었다. 환자의 평균나이는 70.0 ± 8.6세였고 MX60 삽입군과 SN60WF 삽입군에서 술 전 나안시력, 굴절력, 안축장 길이, 사용된 인공수정체도수, 스펙트럼빛간섭단층촬영으로 측정된 황반부 두께는 유의한 차이가 없었다(*p*>0.05) (Table 1).

수술 후 1개월째와 3개월째 측정한 나안시력은 두 군에서 큰 유의한 차이는 없었다(*p*>0.05). 3개월째 측정한 교정시력은 MX60 삽입군은 0.96 ± 0.08, SN60WF 삽입군에서 0.94 ± 0.09로 두 군에서 유의한 차이가 없었다(*p*>0.05). 술

Table 1. Patient demographics

	Intraocular lens type		<i>p</i> -value*
	enVista™ MX60	AcrySof IQ® SN60WF	
Number of eyes	44	44	
OD:OS	24:20	20:24	
Sex (male:female)	14:30	14:30	
Mean age (years)	70.0 ± 8.6	70.0 ± 8.6	
Pre OP S.E. (D)	0.55 ± 1.34	0.20 ± 1.94	0.370
UCVA (Snellen)	0.42 ± 0.17	0.46 ± 0.19	0.314
Axial length (mm)	23.23 ± 0.70	23.22 ± 0.66	0.954
Intraocular lens power (D)	21.30 ± 1.80	21.16 ± 1.70	0.716
Foveal thickness measured by OCT (μm)	228.65 ± 24.73	229.29 ± 18.22	0.916

Values are presented as mean ± standard deviation unless otherwise indicated.

Pre OP = preoperative; S.E. = spherical equivalent; D = diopter; UCVA = uncorrected distant visual acuity; OCT = optical coherence tomography.

**p*-value: paired sample *t*-test.

후 자동굴절검사서 구면렌즈대응치는 MX60 삽입군/SN60WF 삽입군에서 1개월째 차이가 없었고, 3개월째 $-0.02 \pm 0.53D/0.07 \pm 0.41D$ 로 측정되어 두 군에서 유의한 차이는 없었다($p>0.05$) (Table 2).

술 후 3개월째 OQAS II[®]를 이용하여 측정한 시기능 검사상 MX60 삽입군/SN60WF 삽입군에서 OSI $1.28 \pm 0.84/1.35 \pm 1.04$, MTF cutoff value $32.15 \pm 9.08/31.98 \pm 10.68$, Strehl ratio $0.17 \pm 0.05/0.16 \pm 0.05$ 로 두 군에서 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 그리고 대비감도에 따른 시력 VA100, VA20, VA9도 두 군에서 유의한 차이가 없었다

($p>0.05$) (Table 3). CGT 2000[®]을 이용한 대비감도 검사상, 원거리(5 m)에서 명소시와 박명시, 암소시에서 glare on 및 off 상태에서 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$) (Fig. 2).

Humphrey field analyzer[®]를 이용한 24-2 SITA-fast 시야 검사상의 MD는 MX60 삽입군/SN60WF 삽입군에서 $-1.69 \pm 0.89/-1.67 \pm 1.08$, PSD는 $2.16 \pm 0.86/2.41 \pm 1.29$, Fovea threshold는 $35.43 \pm 1.96/35.09 \pm 2.07$ 로 두 군 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$) (Table 4).

원거리 최대교정시력으로 교정한 상태에서 5 m 시표를

Table 2. Refractive and visual outcomes at postoperative 1 month and 3 months

		Intraocular lens type		p-value*
		enVista [™] MX60	AcrySof IQ [®] SN60WF	
Postop 1 month	UCVA	0.79 ± 0.17	0.77 ± 0.15	0.427
	S.E. (D)	0.00 ± 0.49	0.09 ± 0.45	0.365
Postop 3 months	UCVA	0.80 ± 0.16	0.78 ± 0.17	0.696
	BCVA	0.96 ± 0.08	0.94 ± 0.09	0.434
	S.E. (D)	-0.02 ± 0.53	0.07 ± 0.41	0.372

Values are presented as mean \pm standard deviation unless otherwise indicated.

Postop = postoperative; UCVA = uncorrected visual acuity (Snellen); S.E. = spherical equivalent; D = diopter; BCVA = best corrected visual acuity.

*p-value: paired sample t-test.

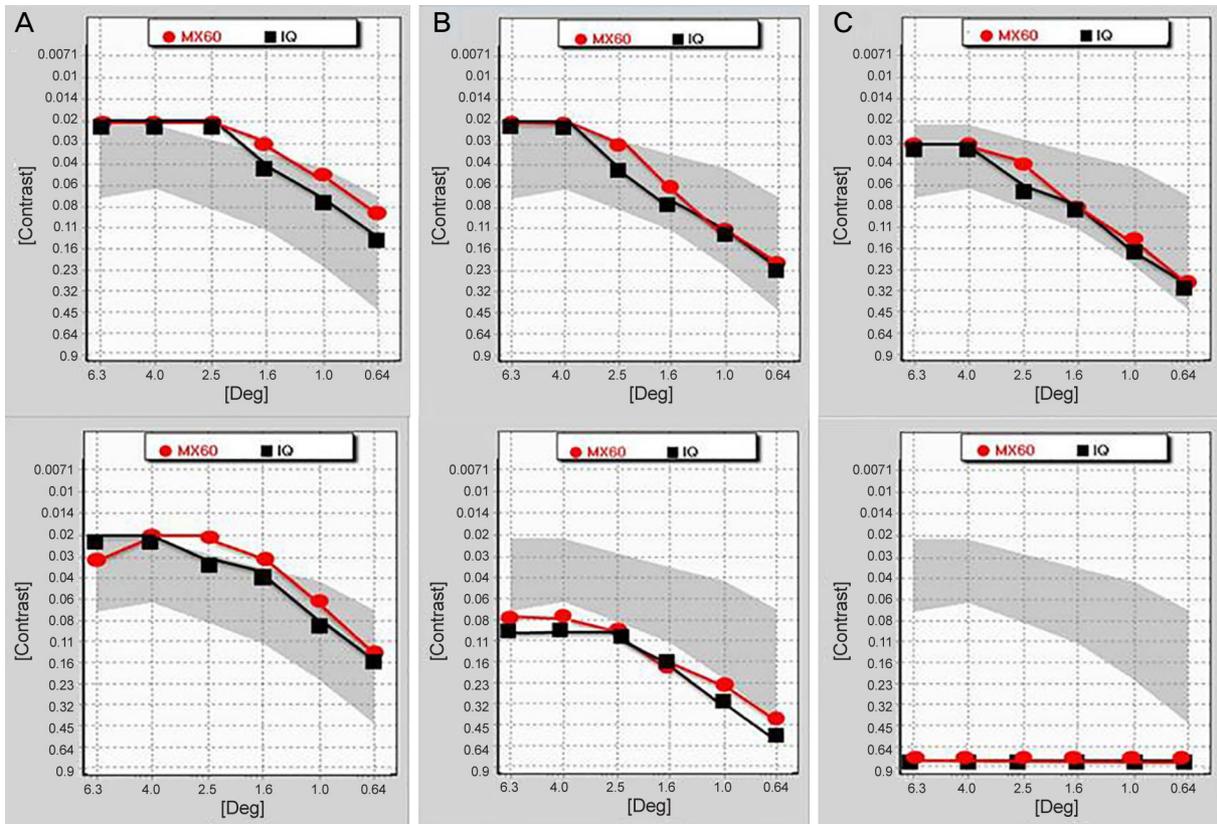


Figure 2. Contrast sensitivity test. The contrast sensitivity measurement using CGT-2000[®] was compared at (A) day, (B) twilight, and (C) night. Superior column tested when glare off, inferior column tested when glare on ($p < 0.05$).

Table 3. Optical quality parameters measured by optical quality analysis system II® (OQAS II®) at postoperative 3 months

	Intraocular lens type		p-value*
	enVista™ MX60	AcrySof IQ® SN60WF	
OSI	1.28 ± 0.84	1.35 ± 1.04	0.727
MTF cut-off value	32.15 ± 9.08	31.98 ± 10.68	0.936
Strehl ratio	0.17 ± 0.05	0.16 ± 0.05	0.507
VA100	1.08 ± 0.31	1.07 ± 0.36	0.322
VA20	0.75 ± 0.25	0.74 ± 0.28	0.869
VA9	0.44 ± 0.15	0.42 ± 0.15	0.539

Values are presented as mean ± standard deviation unless otherwise indicated.

OSI = objective scatter index; MTF = modulation transfer function; VA100 = optical quality of the eye for 100% contrast conditions; VA20 = optical quality of the eye for 20% contrast conditions; VA9 = optical quality of the eye for 9% contrast conditions.

*p-value: paired sample t-test.

Table 4. Visual field parameters measured by Humphrey field analyzer®: 24-2 SITA-Fast at postoperative 3 months

	Intraocular lens type		p-value*
	enVista™ MX60	AcrySof IQ® SN60WF	
MD	-1.69 ± 0.89	-1.67 ± 1.08	0.945
PSD	2.16 ± 0.86	2.41 ± 1.29	0.458
Fovea threshold	35.43 ± 1.96	35.09 ± 2.07	0.596

Values are presented as mean ± standard deviation unless otherwise indicated.

MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation.

*p value: paired sample t-test.

Brightness perception

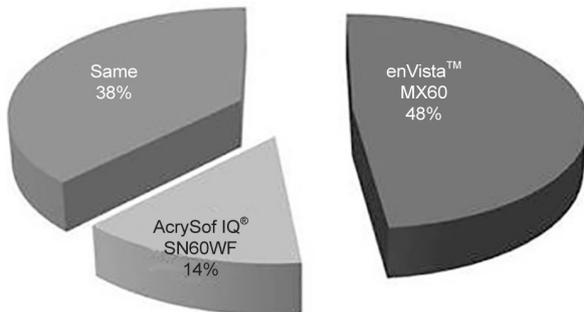


Figure 3. Questionnaire about brightness perception at postoperative 3 months. 29 out of 44 (66%) patients answered the questionnaire.

주시했을 때 어느 쪽이 더 밝은지 묻는 설문에서 44명 중 29명이 조사에 참여하여 66%의 응답률을 보였으며, 이 중 48.3%에서 MX60 삽입군이 더 밝게 보인다고 하였으며, 37.9%는 밝기의 차이가 없으며, 13.8%는 SN60WF 삽입군에서 더 밝게 보인다고 하였다(Fig. 3).

술 후 3개월째 산동 검사하여 인공수정체의 위치와 후낭 혼탁 그리고 반짝임 변성을 조사한 결과 대상안 모두에서 인공수정체는 낭내에 잘 고정되어 있었고, 두 군에서 시력에 영향을 주는 후낭혼탁은 생기지 않았다. 두 군 모두에서 반짝임 변성도 grade 0으로 발생하지 않았다(Fig. 4).

고 찰

인간의 수정체는 나이가 들수록 수정체 안의 노란색 발색단이 증가하여 짙은 노란색으로 변화한다. 이 발색단은 단파장, 고에너지의 빛을 흡수하여 망막에 도달하는 것을 막아준다. 따라서 백내장 수술 후 투명인공수정체가 삽입 되면 망막에 도달하는 고에너지 파장의 빛이 증가하면서 망막의 광독성을 유발할 수 있다는 주장이 제기되었다. 백내장 수술과 관련된 나이관련황반변성의 영향에 대한 연구로, Pollack et al⁵은 양안에 초기 나이관련황반변성이 있는 환자에서 한눈만 수술하고 경과 관찰한 결과 인공수정체안이 대조안에 비해 나이관련황반변성으로 진행할 확률이 4 배 더 크다고 보고하였다. 또한 Klein et al⁶과 Wang et al⁷은 Beaver Dam Eye Study와 Blue Mountains Eye Study를 통한 6,000명 이상의 코호트 역학조사에서 노령인구에서 초기 나이관련황반변성이 존재하는 환자에서 백내장 수술 후 후기 나이관련황반변성으로 진행할 위험이 2-5배 높다고 보고하였다. 하지만 Chew et al²³은 Age-Related Eye Disease Study (AREDS) 역학조사에서 백내장 수술과 나이관련황반변성의 진행과는 상관성이 없다는 상반된 결과를 보고하고 있다. 또한 청색광 차단에 따른 인공수정체의 장점은 광학적 색수차를 감소시키고 청색시를 줄여준다고 보고되었다. 그러나 청색광 차단 인공수정체는 대부분 황색 착색 인공수정체이기 때문에 청색광 인식에 영향을 받을

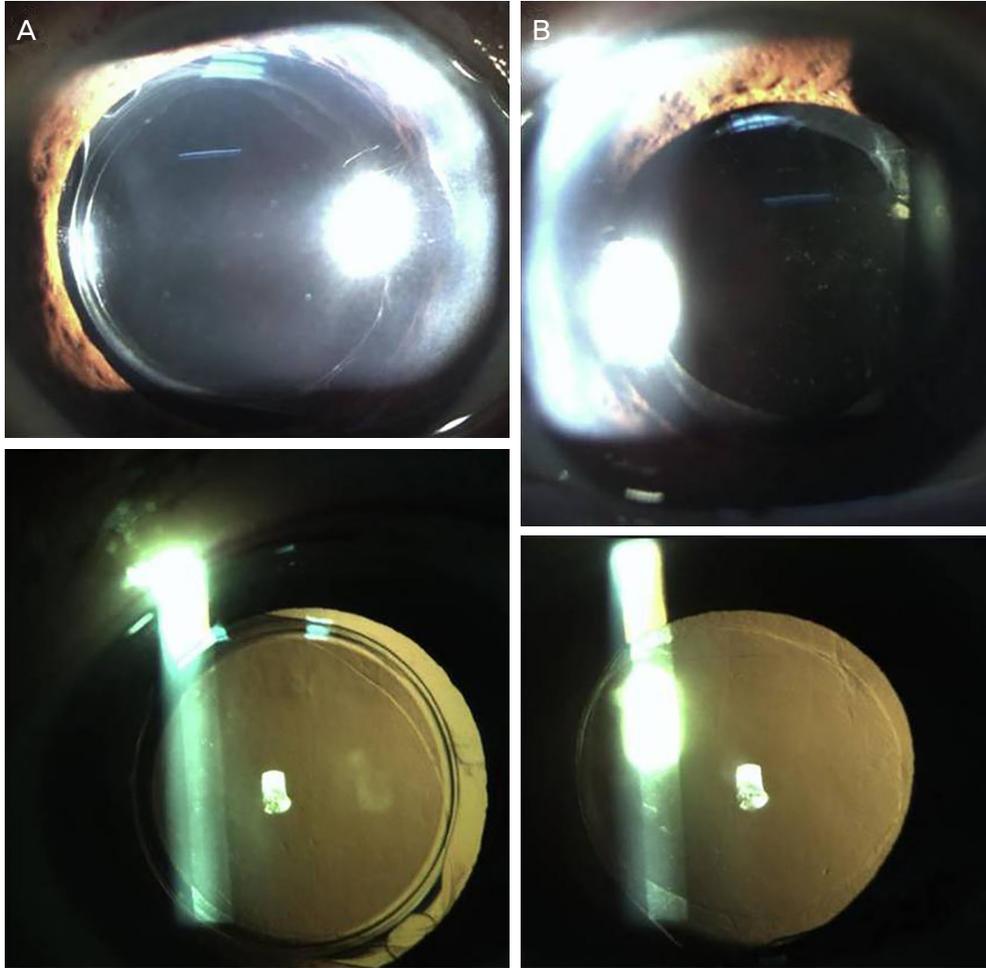


Figure 4. Slit lamp examination at postoperative 3 months. Posterior capsular opacity and glistening did not develop in the (A) enVista™ MX60 (B) AcrySof IQ® SN60WF.

수 있어서 색각과 대비감도의 영향에 대한 연구들이 있는데, 차이가 없다는 연구도 있지만 박명시나 암소시에서는 차이가 날 수 있다는 연구도 있고 일주기 리듬(Circadian rhythm)의 영향으로 불편증을 유발할 수 있다는 연구도 있다.^{10,24} 지금까지 진행된 다양한 연구들은 검사군의 특성과 검사장비가 일치하지 않아 직접적인 검사 결과의 차이를 분석하고 해석하기는 어려운 현실이다.

반짝임 변성은 인공수정체의 재질과 재질 내의 수분 사이의 굴절률 차이에 의해 발생한다고 알려져 있고, 유리이행온도인 18.5℃ 이상의 온도가 순간적으로 상승할 때 온도 차이에 의해 발생한다고 보고되었다.²⁵ 이때 생기는 작은 액체로 이루어진 미세공포로 인해 빛이 반사와 산란되어 미세공포는 반짝임을 나타낸다. 반짝임 변성 발생과 관련된 인자로는 인공수정체 재질과 제조방법, 인공수정체 내의 수분함량의 변화, 온도변화, 제조 기술, 인공수정체 포장 방법, 혈액방수장벽의 파괴, 수술적 요인 등이 있다.^{11,12} Oshika et al¹³과 Park et al²¹의 보고에 따르면 반짝임 변성

이 시력에 영향을 미치지 않는다고 하였으나, Dhaliwal et al¹⁵은 대비감도 저하나 시력저하 등과 연관이 있다고 보고하고 있다. 그러나 반짝임 변성이 시력에 영향을 미치는지는 아직까지 정확하게 규명되고 있지는 않았다.

본 연구에서 사용된 일체형 비구면 인공수정체인 SN60WF는 소수성 아크릴 인공수정체로 생체적합성이 우수할 뿐 아니라 청색광을 흡수하는 발색단을 가져서 나이관련황반변성의 위험이 있는 환자에서 현재 많은 수술자가 선호하는 인공수정체의 하나이다. 그러나 청색광을 차단함으로써 시기능에 영향을 주어 암소시 대비감도나 색각에 영향을 줄 수 있다고 보고되고 있다.¹⁰ 또한 술 후 반짝임 변성이 65-100%의 환자에서 발생하여 반짝임 변성이 가장 많은 인공수정체로 알려져 있다.¹²

본 연구에서 사용된 다른 일체형 비구면 인공수정체인 MX60은 친수성과 소수성의 성질을 모두 지닌 새롭게 개발된 인공수정체로 교차결합중합체(cross-linked polymer) hydroxyethyl methacrylate-styrene copolymer로 이루어져

있다. MX60의 수분 함량은 4%로 다른 소수성 아크릴 인공수정체의 수분함량(0.35-0.5%)에 비하여 높아 다른 소수성 아크릴 인공수정체보다 유연성 및 겹침성을 향상시켰으며 0.9%의 생리식염수에 포장되어 수분확산을 줄여 반짝임 변성의 발생을 낮출 수 있다고 보고되었다.²⁶⁻²⁸ 또한 400 nm 미만 파장의 자외선만 차단하며 400-480 nm의 청색광은 투과되는 투명 인공수정체이다. Packer et al²⁷과 Heiner et al²⁸은 MX60군에서 수술 후 2년째까지 반짝임 변성이 전혀 나타나지 않았다고 보고된 것처럼 MX60은 현재까지 임상적으로 증명된 반짝임 변성 방지 재질로 이루어진 유일한 인공수정체이다.

본 연구에서는 청색광 차단 황색 착색 인공수정체(SN60WF)와 반짝임 방지 처리가 된 투명 인공수정체(MX60)를 동일 환자에서 무작위로 양안에 각각 삽입하여 백내장 수술 후 단기간의 시력 및 시력의 질을 비교하였다. 그래서 동일 환자에서 이루어진 연구 디자인으로 결과 해석에 영향을 줄 수 있는 다양한 변수를 배제할 수 있었으며, 이론적으로는 삽입된 인공수정체의 특성의 차이만 결과에 영향을 주었을 것으로 판단된다.

본 연구 결과에서 MX60과 SN60WF는 수술 후 3개월째 나안시력, 교정시력, 시야, 시력의 질, 대비감도에서 두 렌즈 간 유의한 차이가 없었다. 이것은 저자들의 연구와 같이 동일인을 대상으로 연구한 다른 연구^{8,9}와 일치하는 결과로 보편적인 안과검사에서는 환자들이 차이를 구분하지 못하는 것으로 생각된다. Lee et al¹⁹이 서로 다른 세 가지 비구면 일체형 인공수정체(MX60, SN60WF, TECNIS ZCB00) 삽입 수술 후 결과에서 시력이나 수차 그리고 변조전달기능(modulation transfer function) 차이가 없다는 연구와 Park et al²¹이 서로 다른 환자군에서 두 종류의 일체형 비구면 인공수정체(MX60, SN60WF)에 대해 술 후 1년째 시력, 대비감도 및 주관적인 빛번짐 증상 등 시력의 질적 차이가 없었다는 국내연구와 일치하는 소견을 보였다. 하지만 몇몇 연구자들은 청색광 차단 인공수정체를 자외선만 차단한 인공수정체와 비교한 연구에서 암소시 상태에서 색깔 구분이나 대비감도의 감소를 보고하고 있는데¹⁰ 저자들의 경우는 색깔검사를 하지 못하였고, 대비감도에서 기존 연구와 결과 차이는 인공수정체 선택이 일치하지 않는 점과 대상군의 나이, 검사장비의 차이에서 발생할 수 있다고 생각된다.

본 연구 결과에서 술 후 3개월째 두 군에서 시력에 영향을 주는 후낭혼탁은 생기지 않았고 두 군에서의 반짝임 변성 정도는 0이었다. 반짝임 변성은 수술 직후부터 수개월까지 약 30-60%의 빈도로 생길 수 있고, 수술 후 3년까지도 그 정도가 진행되는 것으로 알려져 있다. Park et al²¹은 수

술 후 1년 경과 관찰 시 MX60은 2.6%, SN60WF는 32.6%의 빈도로 반짝임 변성이 발생하여 두 인공수정체 간 유의한 차이가 있었지만, 두 군에서 시력 질에서는 차이가 없었다고 하였다. Kang et al²⁰은 반짝임 변성 방지 처리가 된 MX60에서 수술 후 스트레이라이트 측정기를 이용한 시력의 질 평가에서 기존의 친수성 인공수정체(AKreos MI-60)와 유의한 차이가 없다고 보고하였고, Colin and Orignac¹⁴은 인공수정체에서 반짝임 변성 정도에 따른 대비감도에 대한 검사상 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 하지만 Oshika et al¹³은 미세공포가 40개 이상이 관찰되는 4단계의 반짝임 변성일 경우에 경도에서 중등도의 광학적 질 저하를 초래할 수 있다고 보고하였다. 이처럼 반짝임 변성이 시력질에 영향을 미치는지에 대해서는 아직 의견이 분분하다. 저자들의 경우는 경과 관찰 기간이 3개월로 짧아서 반짝임 변성이 두 군에서 없었다. 하지만 SN60WF의 경우 반짝임 변성이 가장 많이 발생하는 인공수정체로 알려져 있고 또한 경과 관찰이 길어지면 반짝임 변성이 증가되는 것으로 알려져 있어서 본 대상과 같은 동일군을 향후 장기간 경과 관찰해서 두 인공수정체에서 반짝임 변성에 따른 시력 질 영향에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구에서 병적인 상태를 평가할 수 있는 객관적 시기능 검사에서는 두 군의 차이는 없어서 두 인공수정체는 일상적인 생활에는 영향이 없을 것으로 생각된다. 하지만 최대교정시력으로 교정한 상태에서 5 m 시표를 주시했을 때 어느 쪽이 더 밝게 느껴지는가에 대한 주관적 설문에서 질문에 응답한 환자 중 48.3%가 MX60이 더 밝게 보인다고 답하였다. 이것은 보라색과 청색광은 야간의 45%, 멜라놉신(melanopsin)의 67%, 일주기(circadian)의 83% 빛을 제공하는데, 20.0D의 청색광 차단 인공수정체는 400-500 nm의 보라색과 청색광을 43% 차단하며 이러한 빛의 투과도 감소를 환자가 느끼는 차이로 설명할 수 있다.²⁴ Turner and Mainster²⁹는 나이에 따른 일주기 광수용(circadian photoreception)에 관한 연구에서 자외선 차단 인공수정체가 청색광 차단 인공수정체보다 더 많은 빛을 투과시키는데 이것은 상대적으로 약 15-20세 젊은 연령의 광수용을 제공한다고 보고하였다. 그리고 자외선 차단 인공수정체와 청색광 차단 인공수정체 사이의 빛의 투과도 차이는 고령 집단보다 젊은 집단에서 더 차이가 심하다고 보고하였다. 이러한 결과는 고령의 환자에서는 두 인공수정체의 빛의 투과율의 차이를 적게 느끼는 것을 의미하는데 저자들의 연구에서도 대상자의 평균 연령은 비교적 70세로 고령 집단인 관계로 절반 정도에서만 자외선 차단 인공수정체가 밝다고 느낀 이유인 것으로 생각된다. 최근에는 다초점인공수정체나 난시교정용 인공수정체에서도 청색광 차단 인

공수정체가 널리 사용되고 있는데 이러한 시술을 받는 환자들의 연령이 상대적으로 젊은 점을 감안하면 향후 고령 집단이 아닌 젊은 환자에서 두 인공수정체의 차이에 대한 시력과 시기능 및 밝기 차이에 대한 비교 연구가 추가로 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 한계는 첫째, 두 렌즈를 비교함에 있어서 집단의 수가 적었고, 둘째, 망막에 이상이 없는 환자만을 대상으로 하여 청색광차단 인공수정체의 장점인 나이관련황반변성에 대한 영향을 평가할 수 없고 단지 두 렌즈 간의 시기능만을 비교하였다는 점이다. 셋째, 경과관찰이 3개월이라는 단기간 연구라서 반짝임 변성에 대한 영향을 파악할 수 없었다. 또한 대상환자의 연령이 고령이란 점에서 백내장 수술 환자의 전체 연령을 대변할 수 없어서 추후 더 젊은 나이의 백내장 환자에 대해서도 같은 연구가 필요하리라 생각된다. 하지만 저자들의 연구는 국내에서 처음으로 동일한 환자에서 청색광 차단 인공수정체와 자외선차단 인공수정체의 시기능을 비교한 연구로서 의의가 있고 기존의 연구와 달리 주관적인 밝기 차이가 있다는 것을 확인한 것은 본 연구의 의의라고 생각된다. 결론적으로 본 연구에서 청색광 차단 황색 착색 인공수정체(SN60WF)와 자외선 차단 투명 인공수정체(MX60)는 단기간의 시력과 시기능에는 차이가 없었으나 주관적 밝기는 자외선 차단 투명 인공수정체에서 높았다.

REFERENCES

- 1) Yoon KC, Mun GH, Kim SD, et al. Prevalence of eye diseases in South Korea: data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008-2009. *Korean J Ophthalmol* 2011;25:421-33.
- 2) Putting BJ, van Best JA, Zweyffening RC, et al. Spectral sensitivity of the blood-retinal barrier at the pigment epithelium for blue light in the 400-500 nm range. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1993;231:600-6.
- 3) Sparrow JR, Miller AS, Zhou J. Blue light-absorbing intraocular lens and retinal pigment epithelium protection in vitro. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:873-8.
- 4) Ham WT Jr, Mueller HA, Sliney DH. Retinal sensitivity to damage from short wavelength light. *Nature* 1976;260:153-5.
- 5) Pollack A, Marcovich A, Bukelman A, Oliver M. Age-related macular degeneration after extracapsular cataract extraction with intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 1996;103:1546-54.
- 6) Klein R, Klein BE, Wong TY, et al. The association of cataract and cataract surgery with the long-term incidence of age-related maculopathy: the Beaver Dam eye study. *Arch Ophthalmol* 2002;120:1551-8.
- 7) Wang JJ, Klein R, Smith W, et al. Cataract surgery and the 5-year incidence of late-stage age-related maculopathy: pooled findings from the Beaver Dam and Blue Mountains eye studies. *Ophthalmology* 2003;110:1960-7.
- 8) Mester U, Holz F, Kohnen T, et al. Intra-individual comparison of a blue-light filter on visual function: AF-1 (UY) versus AF-1 (UV) intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:608-15.
- 9) Schmack I, Schimpf M, Stolzenberg A, et al. Visual quality assessment in patients with orange-tinted blue light-filtering and clear ultraviolet light-filtering intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:823-32.
- 10) Zhu XF, Zou HD, Yu YF, et al. Comparison of blue light-filtering IOLs and UV light-filtering IOLs for cataract surgery: a meta-analysis. *PLoS One* 2012;7:e33013.
- 11) Werner L. Glistenings and surface light scattering in intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1398-420.
- 12) Colin J, Praud D, Touboul D, Schweitzer C. Incidence of glistenings with the latest generation of yellow-tinted hydrophobic acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1140-6.
- 13) Oshika T, Shiokawa Y, Amano S, Mitomo K. Influence of glistenings on the optical quality of acrylic foldable intraocular lens. *Br J Ophthalmol* 2001;85:1034-7.
- 14) Colin J, Orignac I. Glistenings on intraocular lenses in healthy eyes: effects and associations. *J Refract Surg* 2011;27:869-75.
- 15) Dhaliwal DK, Mamalis N, Olson RJ, et al. Visual significance of glistenings seen in the AcrySof intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:452-7.
- 16) Bae HW, Kim EK, Kim TI. Spherical aberration, contrast sensitivity and depth of focus with three aspherical intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:1639-44.
- 17) Kang IS, You IC, Park YG, Yoon KC. Comparison of visual function among aspheric intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:691-7.
- 18) Mun GH, Im SK, Park HY, Yoon KC. Comparison of visual function between two aspheric intraocular lenses after microcoaxial cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:333-9.
- 19) Lee KH, Yoon MH, Seo KY, et al. Comparisons of clinical results after implantation of three aspheric intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1213-8.
- 20) Kang MJ, Hwang HB, Chung SK. Effect of glistening-free intraocular lens on intraocular straylight. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55:1001-6.
- 21) Park YS, Ji YS, Yoon KC. Comparison of clinical long-term outcomes with two types of one-piece aspheric intraocular lenses after cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:221-7.
- 22) Colin J, Orignac I, Touboul D. Glistenings in a large series of hydrophobic acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:2121-6.
- 23) Chew EY, Sperduto RD, Milton RC, et al. Risk of advanced age-related macular degeneration after cataract surgery in the Age-Related Eye Disease Study: AREDS report 25. *Ophthalmology* 2009;116:297-303.
- 24) Mainster MA, Turner PL. Blue-blocking IOLs decrease photoreception without providing significant photoprotection. *Surv Ophthalmol* 2010;55:272-89.
- 25) Apple DJ, Mamalis N, Olson RJ, Kincaid MC. Intraocular lenses: evolution, designs, complications, and pathology, 1st ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1989; 11-41.
- 26) Packer M, Rajan M, Ligabue E, Heiner P. Clinical properties of a novel, glistening-free, single-piece, hydrophobic acrylic IOL. *Clin Ophthalmol* 2014;8:421-7.
- 27) Packer M, Fry L, Lavery KT, et al. Safety and effectiveness of a

glistering-free single-piece hydrophobic acrylic intraocular lens (enVista). Clin Ophthalmol 2013;7:1905-12.
28) Heiner P, Ligabue E, Fan A, Lam D. Safety and effectiveness of a single-piece hydrophobic acrylic intraocular lens (enVista[R]) - results of a European and Asian-Pacific study. Clin Ophthalmol

2014;8:629-35.
29) Turner PL, Mainster MA. Circadian photoreception: ageing and the eye's important role in systemic health. Br J Ophthalmol 2008;92:1439-44.

= 국문초록 =

청색광차단 인공수정체와 자외선차단 인공수정체의 시기능 비교

목적: 백내장 수술을 받은 동일 환자에서 청색광 차단 황색 착색 인공수정체(Acrysof IQ[®] SN60WF)와 자외선 차단 투명 인공수정체 (enVista[™] MX60)를 삽입 후 단기간 시력 및 시기능 결과를 비교하고자 한다.

대상과 방법: 양안 백내장 수술을 진행한 44명 환자를 대상으로 한 눈에는 SN60WF를 다른 눈에는 MX60을 삽입하였다. 대상환자는 술 전, 술 후 1, 3개월에 굴절력, 난안시력을 측정하였다. 수술 후 3개월째 교정시력, OQAS II[®]를 이용한 시력의 질 측정, CGT 2000[®]을 통한 대비감도 검사, 자동시야검사를 하여 두 눈에서 시력과 시기능을 비교하였고 두 눈에서 주관적 밝기를 평가하였다. 또한 인공수정체의 반짝임 변성 정도, 인공수정체의 낭내 안정성과 후낭혼탁을 검사하였다.

결과: 술 후 두 군에서 모두 1개월, 3개월째 평균 굴절력과 난안시력, 교정시력은 차이가 없었다($p>0.05$). 술 후 3개월째 OQAS II[®]를 이용한 시력의 질, CGT 2000[®]을 이용한 glare on 또는 off 상태의 대비감도, 시야검사결과 비교는 두 군에서 차이가 없었으며 ($p>0.05$), 두 군 모두 반짝임 변성이 없었고, 후낭혼탁이 발생하지 않았다. 밝기를 묻는 설문에서는 48.3%에서 MX60군이 더 밝게 보인다고 답하였다.

결론: 청색광 차단 황색 착색 인공수정체와 자외선 차단 투명 인공수정체는 단기간의 시력과 시기능에 차이가 없었으나 주관적 밝기는 자외선 차단 투명 인공수정체에서 높았다.

〈대한안과학회지 2017;58(1):34-42〉
