

회절 이중초점 인공수정체와 회절 삼중초점 인공수정체의 임상 결과 비교

Clinical Outcomes of Patients Fitted with Bifocal and Trifocal Diffractive Intraocular Lenses

서정기 · 최문정 · 서경률 · 김응권 · 김태임

Jeong Gi Seo, MD, Moon Jung Choi, MD, Kyoung Yul Seo, MD, PhD, Eung Kweon Kim, MD, PhD,
Tae Im Kim, MD, PhD

연세대학교 의과대학 안과학교실 시기능개발연구소

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

Purpose: We compared the short-term visual outcomes of patients fitted with trifocal diffractive intraocular lenses (IOLs) and bifocal IOLs 3 months after IOL implantation.

Methods: We included 38 eyes undergoing IOL implantation at a single tertiary hospital. In all, 21 eyes received bifocal IOLs (TECNIS® 1 ZLB00; Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA) and 17 received trifocal diffractive IOLs (FineVision® POD F; PhysiOL SA, Liège, Belgium). The primary outcomes were corrected and uncorrected visual acuities at 4 m, 50 cm, and 33 cm on postoperative weeks 1, 4, and 12, and the spherical equivalence values at those times. The secondary outcomes included contrast sensitivity measured using an Optec 6500® instrument (Stereo Optical Co. Inc., Chicago, IL, USA) 4 weeks after surgery, the numbers of total and internal optical aberrations assessed using the iTrace® (Tracey Technologies, Houston, TX, USA) instrument at 12 weeks, symptoms including glare or halo, and the need for spectacles when engaging in daily activity.

Results: One week after surgery, eyes implanted with trifocal IOLs exhibited significantly better uncorrected near vision compared to eyes that had received bifocal IOLs, and at weeks 4 and 12, uncorrected intermediate vision was also better in the former eyes. The mean spherical equivalence did not significantly differ between the two groups, nor did the contrast sensitivity measured on postoperative week 4 or the numbers of optical aberrations evident at postoperative week 12. Eyes fitted with trifocal IOLs appeared to suffer less from glare or halo, but the between-group difference was not significant. The two groups did not significantly differ in terms of the need to wear supplementary spectacles.

Conclusions: Trifocal diffractive IOLs seem to afford superior intermediate vision compared to traditional bifocal IOLs, and may therefore improve visual outcomes at varying distances in patients undergoing cataract surgery.

J Korean Ophthalmol Soc 2018;59(4):325-331

Keywords: Cataract, Diffractive, Intermediate visual acuity, Multifocal, Trifocal

■ Received: 2017. 9. 28. ■ Revised: 2018. 1. 7.

■ Accepted: 2018. 3. 28.

■ Address reprint requests to **Tae Im Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Severance Hospital, #50-1
Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea
Tel: 82-2-2228-3570, Fax: 82-2-312-0541
E-mail: TIKIM@yuhs.ac

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

기존의 백내장수술 시 사용하였던 단초점 인공수정체는 초점거리가 하나이기 때문에 특정 거리에 초점을 맺도록 인공수정체의 도수를 선택하였을 때, 상대적으로 그 외의 거리에서는 충분한 시력을 기대하기 어려우며 이를 보완하기 위해 안경을 통한 교정을 필요로 하는 등의 한계를 가지고 있다.¹ 이를 보완하기 위해 소개된 것이 다초점 인공수정

© 2018 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.

체이며, 빛의 회절을 이용하여 원거리 및 근거리 모두에 초점을 맺을 수 있는 이중초점 인공수정체가 최근 들어 널리 사용되고 있다. 하지만 고령 인구의 적극적인 사회활동 및 현대적 생활패턴에 따라 근거리, 원거리뿐만 아니라 컴퓨터 작업 등의 중간거리 활동이 강조되고 있는 시점에서, 초기의 이러한 다초점 인공수정체의 경우 원거리와 근거리의 이중초점을 제공하여, 환자의 기대를 충족시키지 못하고 있는 실정이다. 이에 기존의 이중초점 인공수정체의 제한점으로 평가되던 중간거리의 시력을 확보하고자 삼중초점 인공수정체가 고안되었다. 회절 삼중초점 인공수정체는 렌즈면에 서로 다른 근거리첨가도수를 가질 수 있도록 고안되어, 두 개의 서로 다른 빛의 회절을 만들어서 두 개의 초점을 만드는 방법을 응용하였으며, 이를 통해 빛의 소실을 줄이는 동시에, 중간거리에도 일정부분 초점을 맺도록 하여 중간거리 시력의 확보에 도움을 줄 수 있게 되었다.^{2,3}

본 연구에 사용된 이중초점 인공수정체 TECNIS® 1 ZLB00 (Abbott Medical Optics Inc, Santa Ana, CA, USA)는 광학부 직경 6 mm에 총 길이는 13 mm에 해당하고, 앞면과 뒷면은 각각 비구면, 회절면으로 제작되어 있다. 또한 광학부 중심에는 근거리 시력을 위하여 +3.25의 근거리첨가도수를 가지고 있다. 삼중초점 인공수정체 FineVision® POD F (PhysIOL SA, Liège, Belgium)는 광학부 직경 6 mm에 총 길이 11.4 mm에 해당하는 비구면 인공수정체이다. 렌즈면에 근거리 시력을 위해 +3.50의 근거리첨가도수를 가지는 회절면을 가지는 동시에, 중간거리 시력을 위한 +1.75의 근거리첨가도수를 가지는 회절면을 가지고 있는 것이 특징이다. 중간거리 시력을 위한 회절면에서 나온 빛은 근거리 시력을 위한 회절면에서 나온 빛과 간섭하게 되고, 이로써 근거리 시력에서의 소실될 수 있는 빛을 최소화하면서 중간거리의 시력을 확보할 수 있도록 고안되었다.⁴

본 연구에서는 백내장수술 후 기존의 회절 이중초점 인공수정체와 회절 삼중초점 인공수정체 삽입을 시행한 경우에서, 환자의 원거리, 중간거리, 근거리의 시력적 임상결과를 기존의 회절 이중초점 인공수정체를 대조군으로 비교하여 평가해 보고자 하였으며, 특히 컴퓨터를 이용한 중간거리 활동에 맞춰, 컴퓨터 모니터와의 적정 거리(50 cm)를 중간거리로 설정하여 비교하였다.⁵

대상과 방법

대상 환자 및 수술 전 검사

본원에서 2014년 1월부터 2015년 9월까지 한 명의 술자에게 백내장 제거 후 회절 이중초점 인공수정체(TECNIS® 1 ZLB00, Abbott Medical Optics Inc.)와 회절 삼중초점 인공수

정체(FineVision® POD F, PhysIOL SA)를 삽입한 환자를 대상으로 후향적인 의무기록 분석을 시행하였으며, 본원 연구윤리 심의위원회의 승인(과제번호 4-2017-0636)을 받았고 헬싱키선언을 준수하여 진행되었다. 모든 환자는 수술 전 나안시력, 현성굴절검사, 안압, 자동굴절 검사기(Topcon KR-8800, Tokyo, Japan)를 이용한 굴절검사, 세극등검사, 안저검사, 각막내피세포검사, IOL Master® (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)를 이용한 안축장검사, Pentacam® (Oculus Inc., Wetzlar, Germany) 검사를 받았다. 백내장수술 후 시력에 영향을 줄 수 있는 각막굴절이상, 각막질환, 시신경질환, 망막질환을 가진 환자는 제외하였으며, 또한 문진상 안과적 병력, 외상력, 수술력, 가족력이 있는 사람들도 제외하였다. 인공수정체 도수의 결정을 위해 Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical (SRK/T) 공식을 이용하였으며 정시안에 가장 가까운 근시를 가지는 굴절치를 목표로 하였다.

수술 후 검사

수술 후 1주, 1개월, 3개월의 원거리, 중간거리, 근거리(4 m, 50 cm, 33 cm) 나안시력, 원거리 교정시력, 구면렌즈대응치를 측정하였다. 원거리 시력은 4 m에서 한천석 시력표를 이용하여 측정하였으며, 근거리(33 cm) 및 중간거리(50 cm)의 시력은 Rosenbaum Pocket Vision Screener (Graham-Field Surgical Co. Inc, New York, NY, USA)를 이용하여 측정하였다. 수술 후 1개월째 Optec 6500® (Stereo Optical Co. Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 명소시(photopic, 85 cd/m²) 및 박명시(mesopic, 3 cd/m²)의 1.5, 3, 6, 12, 18 cycle/degree에 해당하는 대비감도를 측정하였으며, iTrace® (Tracey Technologies, Houston, TX, USA)를 이용하여 안구의 Root mean square (RMS) 수차, 총 고위수차, 코마수차, 구면수차, 세조각수차를 측정하였다. 이때 약물을 통한 산동 유도를 하지 않은 채 시행하였으며, 검사 환경을 어렵게 하여 동공 크기가 4 mm 이상일 때 수차를 측정하였다. 검사 이후 모든 값은 동공 크기가 4 mm를 기준으로 다시 재계산하여 비교하였다. 인공수정체 삽입 후 환자의 만족도 및 시력의 질을 평가하기 위하여 수술 후 3개월 뒤, 눈부심과 달무리 현상 유무에 대하여 평가하였으며, 원거리, 중간거리, 근거리에서의 안경 착용 필요 유무에 대한 설문을 진행하였다.

수술 방법

모든 수술은 0.5% Proparacaine hydrochloride (Alcaine®, Alcon laboratories, Fort Worth, TX, USA)를 사용하여 점안마취하에 진행되었다. 2.8 mm 크기의 투명각막 절개창을 만들고 이를 통해 전방 내 점탄물질을 주입한 후, 26게이지의 주사침을 사용하여 약 5 mm의 크기로 수정체 전방 원형

절개를 시행하였다. 이후 평형염액을 이용한 수력 분리술로 수정체 핵과 겔질을 분리하였고, 수력 분층술을 시행하여 수정체 핵을 외핵과 내핵으로 분리하였다. 이후 초음파를 이용한 수정체 유화술을 사용하여 수정체 핵을 제거하였으며, 수정체 겔질은 관류흡입기를 이용하여 제거하였다. 남은 수정체 잔류물을 제거한 후, 점탄 물질을 주입하고 카트리지를 사용하여 인공수정체를 낭내에 삽입하였으며, 이후 관류흡입기로 남아있는 점탄 물질을 제거하였다. 수술 절개창은 평형염액으로 절개창의 양쪽 끝에 부종을 일으켜 자체적으로 폐쇄되도록 하였으며, 수술 후 0.5% Moxifloxacin hydrochloride (VIGAMOX[®], Alcon laboratories, Fort Worth, TX, USA)를 점안하였다. 이후 수술 후 4주까지 0.5% levofloxacin (Cravit[®], Santen Pharmaceutical, Osaka, Japan)과 0.1% fluorometholone (Ocumetholon[®], Samil, Seoul, Korea) 안약을 하루 4회 점안하도록 하였다.

통계

통계분석으로 두 군 간의 비교는 독립표본 *t* 검정을 시행하였으며, SPSS 18.0 version (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였다. 이 중 유의확률이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 평가하였다.

결 과

총 38안(25명)을 대상으로 하였으며 이중초점 인공수정체(TECNIS[®] 1 ZLB00, Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA)를 사용한 21안(14명) 및 삼중초점 인공수정체(FineVision[®] POD F, PhysiOL SA)를 사용한 17안(11명)을 대상으로 연구를 진행하였다. 수술 전 원거리 나안시력은 이중초점 인공수정체를 사용한 군에서 0.41 ± 0.35 (logMAR)였고 삼중초점 인공수정체를 사용한 군에서 0.42

± 0.26 (logMAR)으로 차이가 없었으며, 이외 수술 전 구면렌즈대응치, 평균 각막 곡률치, 안축장 길이, 전방길이도 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

수술 후 1주 뒤 원거리 나안시력, 원거리 교정시력, 50 cm 거리 나안시력, 구면렌즈대응치는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 33 cm 거리 나안시력은 이중초점 인공수정체군 및 삼중초점 인공수정체군에서 각각 0.18 ± 0.06 (logMAR), 0.10 ± 0.07 (logMAR)로, 삼중초점 인공수정체군에서 이중초점 인공수정체군보다 유의하게 우수한 결과를 보였다 ($p<0.01$) (Table 2).

수술 후 1개월 뒤, 원거리 나안시력, 원거리 교정시력은 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 50 cm 거리 나안시력은 각각 0.19 ± 0.10 (logMAR), 0.12 ± 0.08 (logMAR)로, 삼중초점 인공수정체군에서 유의하게 우수한 결과를 보였다($p=0.04$). 33 cm 거리 나안시력과 구면렌즈대응치 또한 두 군 간의 유의한 차이가 없었다(Table 2).

수술 3개월 후 결과 역시 50 cm 거리 나안시력은 이중초점 인공수정체군 및 삼중초점 인공수정체군에서 각각 0.18 ± 0.08 (logMAR), 0.08 ± 0.12 (logMAR)로, 이는 삼중초점 인공수정체군에서 유의하게 우수한 결과를 보였으나, 그 외 결과에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

수술 후 1개월 뒤 시행한 대비감도 검사는 명소시에 눈부심 빛조건이 있을 때와 없을 때, 박명시에 눈부심 빛조건이 있을 때와 없을 때의 네 가지 상황으로 나누어 시행되었고, 모든 상황에서 1.5, 3, 6, 12, 18 cycle/degree의 대비감도를 측정하였다. 검사 결과 모든 영역에서 두 군 간의 유의한 차이는 보이지 않았다(Fig. 1). 수술 후 3개월 뒤, 이중초점 인공수정체와 삼중초점 인공수정체의 내부 수차 비교 검사상에서도 RMS 수차, 총 고위수차, 코마수차, 구면수차, 세조각수차 모두에서 두 군 간의 유의한 차이는 관찰되지 않았다(Table 3).

Table 1. Preoperative subject characteristics and demographics in patients implanted bifocal or trifocal intraocular lenses

	Bifocal intraocular lens	Trifocal intraocular lens	<i>p</i> -value*
Number of eyes (patients)	21 (14)	17 (11)	
Right eye:Left eye	12:9	7:10	
Ages (years)	58.53 ± 10.68	63.17 ± 7.36	0.21
UCDVA (logMAR)	0.41 ± 0.35	0.42 ± 0.26	0.94
SE (D)	-0.30 ± 2.30	-0.44 ± 2.56	0.88
Mean K (D)	44.02 ± 0.97	43.82 ± 1.19	0.65
Axial length (mm)	23.75 ± 0.73	23.65 ± 1.02	0.77
ACD (mm)	3.38 ± 0.29	3.23 ± 0.44	0.32
IOL power (D)	20.20 ± 2.08	19.67 ± 2.42	0.54

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

UCDVA = uncorrected distance visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; SE = spherical equivalent; D = diopter; K = keratometry; ACD = anterior chamber depth; IOL = intraocular lens.

*Student *t*-test.

수술 후 인공수정체에 의한 눈부심 및 달무리 현상으로 인해 불편감을 호소하는 환자 수는 이중초점 인공수정체 군 및 삼중초점 인공수정체군 사이에 유의한 차이가 없었다. 원거리 시력교정을 위한 안경 착용의 필요성은 이중초점 인공수정체 및 삼중초점 인공수정체군 모두 1안이었으며, 근거리의 경우, 이중초점 인공수정체군에서 2안이 필요하다고 하였으나, 삼중초점 인공수정체군에서는 아무도 필요로 하지 않았다. 두 군 모두 중간거리 시력교정을 위한 안경은 필요하지 않았다(Table 4).

고 찰

백내장은 노인 인구의 시력저하 및 삶의 질 저하를 일으키는 원인 중 하나로, 최근 고령화 사회로 접어들어 따라 유병률이 증가하며 백내장수술 또한 증가하고 있는 추세이다.^{6,7} 안구 내 삽입 가능한 인공수정체의 개발로 인하여 백내장수술 후 환자의 시력은 매우 효과적으로 회복되었으나, 수정체의 소실로 인한 조절력 상실로 인해 다양한 거리의 시력을 확보하기 위해서 안경착용 등 추가적인 교정이 필요한 불편감은 여전히 남아 있었다. 이를 해결하기 위하여 다초점 인공수정체가 소개되었고, 원거리 시력의 호전 정도는 유지한 채, 일정 정도의 근거리 시력을 확보하게 되었

Table 2. Uncorrected distance, intermittent, near visual acuity, and spherical equivalent for subjects with bifocal or trifocal intraocular lenses

	1 week			1 month			3 months		
	Bifocal intraocular lens	Trifocal intraocular lens	<i>p</i> -value*	Bifocal intraocular lens	Trifocal intraocular lens	<i>p</i> -value*	Bifocal intraocular lens	Trifocal intraocular lens	<i>p</i> -value*
UCDVA (logMAR)	0.09 ± 0.11	0.12 ± 0.11	0.45	0.07 ± 0.08	0.11 ± 0.14	0.36	0.07 ± 0.07	0.07 ± 0.12	0.86
CDVA (logMAR)	0.03 ± 0.05	0.02 ± 0.02	0.22	0.02 ± 0.04	0.03 ± 0.05	0.68	0.02 ± 0.04	0.03 ± 0.06	0.91
UCIVA (logMAR)	0.16 ± 0.10	0.18 ± 0.11	0.58	0.19 ± 0.10	0.12 ± 0.08	0.04	0.18 ± 0.08	0.08 ± 0.12	0.02
UCNVA (logMAR)	0.18 ± 0.06	0.10 ± 0.07	<0.01	0.12 ± 0.09	0.08 ± 0.10	0.26	0.13 ± 0.10	0.08 ± 0.03	0.17
S.E (D)	-0.12 ± 0.33	-0.22 ± 0.40	0.46	-0.28 ± 0.41	-0.22 ± 0.45	0.68	-0.22 ± 0.35	-0.22 ± 0.40	0.99

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

UCDVA = uncorrected distance visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity; UCIVA = uncorrected intermittent visual acuity; UCNVA = uncorrected near visual acuity; S.E = spherical equivalent; D = diopter.

*Student *t*-test.

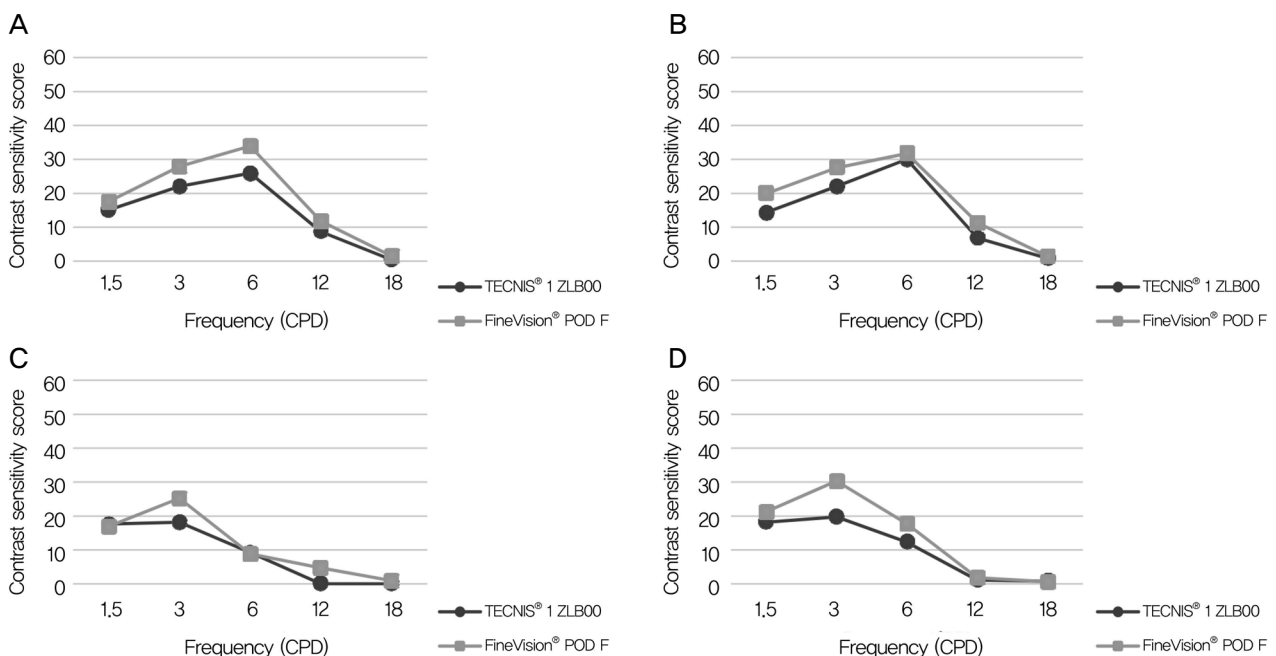


Figure 1. Contrast sensitivity score in patients implanted with the bifocal or trifocal intraocular lenses at different lighting condition (photopic and mesopic) and different glare at 1 month after cataract surgery. (A) Photopic with glare. (B) Photopic without glare. (C) Mesopic with glare. (D) mesopic without glare. CPD = cycle per degree.

Table 3. Internal aberrations of eyes implanted with bifocal or trifocal intraocular lenses

Parameter (μM)	Bifocal intraocular lens	Trifocal intraocular lens	<i>p</i> -value*
RMS total	0.57 \pm 0.27	0.64 \pm 0.29	0.48
Total HOA	0.37 \pm 0.22	0.37 \pm 0.23	0.93
Coma	0.18 \pm 0.12	0.15 \pm 0.09	0.55
Spherical	-0.05 \pm 0.10	-0.06 \pm 0.09	0.71
Trefoil	0.17 \pm 0.12	0.18 \pm 0.12	0.72

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

RMS = root mean square; HOA = high-order aberration.

*Student *t*-test.

Table 4. Response to presence of discomfort due to glare or halo, needs for spectacles 3 months after cataract surgery, for subjects with bifocal or trifocal intraocular lenses

	Bifocal intraocular lens	Trifocal intraocular lens	<i>p</i> -value*
Glare	26.7 (4)	17.6 (3)	0.28
Halo	33.3 (10)	17.6 (3)	0.16
Needs of spectacles			
For near	9.5 (2)	0 (0)	0.20
For intermittent	0 (0)	0 (0)	-
For distance	4.8 (1)	5.9 (1)	0.88

Values are presented as n (%) unless otherwise indicated.

*Student *t*-test.

다.^{8,9} 하지만 일상생활에서 중간거리의 시력을 필요로 하는 활동이 많아짐에 따라, 이에 도움을 주기 위한 삼중초점 인공수정체가 소개되었고, 실제적으로 적용하였을 때, 원거리 및 근거리의 시력을 유지하면서 중간거리 시력에서도 우월한 결과를 보여주는 연구들이 보고되어 왔다.^{3,10-16} 이에 본 연구에서는 백내장 제거 후 비구면 아크릴 제재의 TECNIS® 1 ZLB00 (Abbott Medical Optics Inc.) 이중초점 인공수정체와 FineVision® POD F (PhysIOL SA) 삼중초점 인공수정체를 삽입한 환자에서 수술 후 원거리, 중간거리, 근거리의 시력을 평가하고자 하였다.

그 결과, 수술 후 1개월 및 3개월 뒤 시행한 원거리 나안시력, 33 cm의 근거리 나안시력, 원거리 교정시력, 구면렌즈 대응수치는 각각 모두 유의한 차이는 없었으나, 기대했던 대로 50 cm의 중간거리 나안시력은 1개월 뒤 이중초점 인공수정체군이 0.19 \pm 0.10 (logMAR), 삼중초점 인공수정체군이 0.12 \pm 0.08 (logMAR)이었으며, 3개월 뒤에는 각각 0.18 \pm 0.08 (logMAR), 0.08 \pm 0.12 (logMAR)로 삼중초점 인공수정체가 더 우수하였다. 본 연구에서 수술 후 1주 뒤 측정된 중간거리 나안시력은 이중초점 인공수정체군이 0.16 \pm 0.10 (logMAR), 삼중초점 인공수정체군이 0.18 \pm 0.11 (logMAR)로 두 군 간에 유의한 차이가 없었으며, 오히려 근거리 나안시력은 각각 0.18 \pm 0.06 (logMAR), 0.10 \pm 0.07 (logMAR)로 삼중초점 인공수정체군이 유의하게 높았다. Mojzis et al¹²의 연구에서도 삼중초점 인공수정체의 우수한 근거리 시력을 확인할 수 있었으며, 이를 인공수정체 자체

의 특성으로 설명하고 있다. 본 연구에서도 삼중초점 인공수정체가 근거리 나안시력 측정거리(33 cm)에 조금 더 가까이 초점을 맺는 특성에 의한 영향이 있을 수 있겠다. 뿐만 아니라 유의하지는 않지만 수술 후 1주 뒤의 구면렌즈 대응치가 조금 더 근시에 가까워, 수술 후 1주 뒤의 근거리 나안시력에 차이를 가지고 있을 수 있다. 하지만 이후, 1개월, 3개월 뒤의 근거리 나안시력에 유의한 차이가 없는 것으로 보아, 추가적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

비구면 인공수정체는 각막 구면 수차를 보정함으로써 전체 구면 수차를 줄이고, 이를 통해 빛이 망막의 한 곳에서 초점을 맞추어 이미지의 왜곡을 줄일 수 있도록 고안되었다. 제조사마다 각기 다른 음의 구면수차를 가지고 있도록 고안되어 있으며, 이러한 인공수정체의 내부 수차가 이중초점 인공수정체 및 삼중초점 인공수정체에서 차이가 있는지에 대해 평가하고자 수차계를 이용해 측정하였다. 다초점 인공수정체의 수차 측정 시, 여러 개의 레이저를 이용해 측정하는 Hartmann-Shack 수차계보다는 한 번 검사 시에 단일 레이저를 이용해 검사하는 iTrace® (Tracey Technologies)를 이용하는 것이 더 정확하다고 보고된 바 있다.¹⁷⁻¹⁹ 본 연구에서도 iTrace® (Tracey Technologies)를 이용하여 측정된 결과, 백내장수술 후 두 인공수정체군의 내부 수차는 차이를 보이지 않았다.

백내장수술 및 인공수정체를 삽입하였을 때, 눈부심 및 달무리 현상이 발생하는 것은 흔하게 나타날 수 있는 부작용으로 알려져 있으며, 회절을 이용한 다초점 인공수정체의

경우 광학적 특성상 불가피하게 나타날 수 있는 증상이다.^{20,21} 본 연구에서 삼중초점 인공수정체군에서 눈부심 및 달무리 현상이 조금 더 적게 나타났으며, 이는 Sheppard et al²²의 연구에서도 확인할 수 있듯, 본 연구에 사용된 삼중초점 인공수정체 자체의 디자인 자체가 동공의 크기가 커지면 원거리 초점이 더 우세해지도록 고안되어 상기 증상을 최소화하는 것으로 해석된다. 하지만 본 연구에서 기존의 이중초점 인공수정체와 비교하였을 때, 두 군 간의 유의한 차이를 보이지는 않았으며, 본 연구에서는 대상안이 적다는 한계점이 있어, 추후 전향적 대규모 연구가 필요할 것이다.

수술 이후 시력교정을 위해 안경을 필요로 하는 환자는 이중초점 인공수정체군과 삼중초점 인공수정체군 간에 차이를 보이지는 않았다. 특히 삼중초점 인공수정체군에서 원거리 시력교정 안경을 필요로 하는 환자는 나안시력이 안경을 쓰지 않아도 원거리 시력이 좋았으나, 매우 적은 수치(-0.50디옵터)의 구면도수 교정으로 더 나은 시력의 질을 위하여 안경을 착용하였으며, 두 가지 다초점 인공수정체의 광학적 차이로 인해 나안시력 교정을 위한 안경 착용의 필요성이 달라지지는 않았다. 하지만 중간거리 작업 시의 안경 착용의 필요성도 차이를 보이지는 않았는데, 이는 본 연구에서 대상 환자마다 중간거리의 활동을 할 때의 실제적인 거리에 차이가 있을 수 있음을 보정하지 못한 채, 일상생활에서의 설문을 통해 진행한 것이 한계점으로 판단된다. 이에 대하여 추후 객관적인 거리에 따라 안경 착용의 필요성에 대하여 확인할 수 있는 추가적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 대상 환자, 대상안이 적고, 수술 후 3개월이라는 짧은 기간 동안의 임상적 결과를 비교한 점에서 제한이 있다고 생각한다. 또한 본 연구에서 설정한 근거리(33 cm) 및 중간거리(50 cm)와 각 인공수정체의 근거리점가도수에 해당하는 초점거리와는 차이가 있으며, 컴퓨터 모니터와의 적정거리에서 두 인공수정체의 시력적 임상결과에는 의의가 있으나, 추후 이론상 인공수정체의 중간거리에 해당하는 추가적 연구 또한 필요할 것으로 생각된다. 이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 아직 전 세계적으로 많이 연구되지 않았으며, 국내에서 이전에 비교한 적 없는 삼중초점 인공수정체의 임상적 결과를 보고한다는 점에서 의의를 가지고 있다. 또한 이중초점 인공수정체와의 객관적인 비교가 이루어졌고, 이후의 장기적 비교 및 분석하는 후속 연구의 방향을 제시하는 연구라는 점에서 의의를 가지고 있다고 생각한다.

결론적으로 회절 이중초점 인공수정체인 TECNIS[®] 1 ZLB00 (Abbott Medical Optics Inc, Santa Ana, CA, USA)와

회절 삼중초점 인공수정체인 FineVision[®] POD F (PhysIOL SA)를 비교 분석한 결과, 수술 후 3개월 뒤, 원거리, 근거리에서의 시력은 두 종류의 인공수정체 모두 좋은 성적을 보였다. 특히 회절 삼중초점 인공수정체는 회절 이중초점 인공수정체보다 더 우수한 중간거리 시력을 보여, 본 인공수정체는 백내장수술 후 다양한 거리에서의 시력 호전에 효과적일 것으로 기대된다.

REFERENCES

- 1) de Silva SR, Evans JR, Kirthi V, et al. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;12:CD003169. doi: 10.1002/14651858.CD003169.pub4.
- 2) Kook D, Kampik A, Dextl AK, et al. Advances in lens implant technology. *F1000 Med Rep* 2013;5:3.
- 3) Cochener B, Lafuma A, Khoshnood B, et al. Comparison of outcomes with multifocal intraocular lenses: a meta-analysis. *Clin Ophthalmol* 2011;5:45-56.
- 4) Gatinel D, Pagnoulle C, Houbrechts Y, Gobin L. Design and qualification of a diffractive trifocal optical profile for intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:2060-7.
- 5) Fell-Carlson D. Working Safely in Health Care: a Practical Guide, 1st ed. New York: Delmar Cengage Learning, 2007; 77.
- 6) Evans JR, Fletcher AE, Wormald RP; MRC Trial of Assessment and Management of Older People in the Community. Causes of visual impairment in people aged 75 years and older in Britain: an add-on study to the MRC Trial of Assessment and Management of Older People in the Community. *Br J Ophthalmol* 2004;88:365-70.
- 7) Kim C, Kwon JW, Wee WR, et al. Factors affecting the visual outcome of cataract surgery in the very elderly. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:905-10.
- 8) Allen ED, Burton RL, Webber SK, et al. Comparison of a diffractive bifocal and a monofocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:446-51.
- 9) 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; discussion 860-1.
- 10) Cochener B, Vryghem J, Rozot P, et al. Clinical outcomes with a trifocal intraocular lens: a multicenter study. *J Refract Surg* 2014;30:762-8.
- 11) Postolache C, Postolache O. Comparison of refractive results with bifocal implants AT LISA 809 and trifocal AT LISA TRI839. *Rom J Ophthalmol* 2015;59:100-2.
- 12) Mojzis P, Kukuckova L, Majerova K, et al. Comparative analysis of the visual performance after cataract surgery with implantation of a bifocal or trifocal diffractive IOL. *J Refract Surg* 2014;30:666-72.
- 13) Gatinel D, Houbrechts Y. Comparison of bifocal and trifocal diffractive and refractive intraocular lenses using an optical bench. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:1093-9.
- 14) Mojzis P, Peña-García P, Liehneova I, et al. Outcomes of a new diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:60-9.

- 15) Vryghem JC, Heireman S. Visual performance after the implantation of a new trifocal intraocular lens. Clin Ophthalmol 2013;7:1957-65.
- 16) Jonker SM, Bauer NJ, Makhotkina NY, et al. Comparison of a trifocal intraocular lens with a +3.0 D bifocal IOL: results of a prospective randomized clinical trial. J Cataract Refract Surg 2015; 41:1631-40.
- 17) Lee H, Lee K, Ahn JM, et al. Evaluation of optical quality parameters and ocular aberrations in multifocal intraocular lens implanted eyes. Yonsei Med J 2014;55:1413-20.
- 18) Jun I, Choi YJ, Kim EK, et al. Internal spherical aberration by ray tracing-type aberrometry in multifocal pseudophakic eyes. Eye (Lond) 2012;26:1243-8.
- 19) Kim JS, Jung JW, Lee JM, et al. Clinical outcomes following implantation of diffractive multifocal intraocular lenses with varying add powers. Am J Ophthalmol 2015;160:702-9.e1.
- 20) Dick HB, Krummenauer F, Schwenn O, et al. Objective and subjective evaluation of photic phenomena after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. Ophthalmology 1999;106: 1878-86.
- 21) Woodward MA, Randleman JB, Stulting RD. Dissatisfaction after multifocal intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg 2009;35:992-7.
- 22) Sheppard AL, Shah S, Bhatt, et al. Visual outcomes and subjective experience after bilateral implantation of a new diffractive trifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2013;39:343-9.

= 국문초록 =

회절 이중초점 인공수정체와 회절 삼중초점 인공수정체의 임상 결과 비교

목적: 최근 소개된 회절 삼중초점 인공수정체의 단기간의 안전성과 유효성을 평가하기 위하여 회절 이중초점 인공수정체와 수술 후 3개월까지의 임상 결과를 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법: 회절 이중초점 인공수정체(TECNIS® 1 ZLB00, Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA) 및 회절 삼중초점 인공수정체(FineVision® POD F, PhysiOL SA, Liège, Belgium) 삽입술을 시행받은 각 21안, 17안을 대상으로 수술 후 1주, 1개월, 3개월간의 원거리, 중간거리, 근거리(4 m, 50 cm, 33 cm) 나안시력, 원거리 교정시력, 구면렌즈대응치를 측정하였다. 수술 후 1개월 뒤 Optec 6500® (Stereo Optical Co. Inc., Chicago, IL, USA)를 이용한 대비감도를 비교하였으며, 수술 후 3개월 뒤 iTrace® (Tracey Technologies, Houston, TX, USA)를 이용한 내부 수차를 비교하였다. 수술 후 눈부심과 달무리 증상에 대하여 설문하였으며, 안경의 필요 유무에 대하여 조사하였다.

결과: 수술 후 1주 뒤, 이중초점 인공수정체군보다 삼중초점 인공수정체군에서 근거리 나안시력(33 cm)이 유의하게 높았으며, 수술 후 1개월, 3개월 뒤에는 중간거리 나안시력(50 cm)이 유의하게 높았다. 두 군 간 구면렌즈대응치, 대비감도, 내부수차의 유의한 차이는 없었다. 수술 후 눈부심 및 달무리 증상은 삼중초점 인공수정체군에서 조금 더 적게 나타났으나 유의한 차이를 보이지는 않았으며, 안경 착용의 필요성도 두 군 간 유의한 차이가 없었다.

결론: 회절 삼중초점 인공수정체는 회절 이중초점 인공수정체보다 우수한 중간거리 시력을 보여, 백내장수술 후 환자의 다양한 거리에서의 시력 호전에 효과적일 것으로 기대된다.

〈대한안과학회지 2018;59(4):325-331〉
