

유수정체용 안내렌즈삽입술 후 측정된 생체계측값의 변화

Changes in Ocular Biometrics Measured after Implantation of a Phakic Intraocular Lens

이정후¹ · 류규원² · 박병건¹

Jung Hoo Lee, MD¹, Gyu Won Ryu, MD², Byung Gun Park, MD¹

인제대학교 의과대학 부산백병원 안과학교실¹, 누네빛안과의원²

Department of Ophthalmology, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine¹, Busan, Korea
Nunevit Eye Center², Busan, Korea

Purpose: To measure changes in ocular biometrics required for calculating intraocular lens powers during cataract surgery on phakic eyes undergoing implantation of a collamer lens (AQUA ICL [STAAR Surgical Company, Monrovia, CA, USA] or an Artiflex[®] lens [Ophtec BV, Groningen, Netherlands]) to correct myopia.

Methods: A total of 45 eyes of 23 patients who underwent implantation of iris-fixated or posterior chamber phakic intraocular lenses (pIOLs) for correction of myopia >-7D were evaluated using the euphatic mode of the IOL Master[®] 500 (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany) prior to pIOL implantation. After implantation, the axial length (AL) and anterior chamber depth (ACD) were measured 1 month postoperatively using both the euphatic and pseudophakic modes of the instrument. We compared differences between predicted IOL powers calculated using the Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical (SRK/T) and Haigis formulae.

Results: Seventeen eyes (37.8%) receiving ICL and 28 (62.2%) Artiflex[®] pIOL implants were included in the study. After pIOL implantation, ALs measured by the euphatic and pseudophakic modes of the IOL Master were significantly longer ($p = 0.03$, $p < 0.0001$) and ACDs significantly shorter ($p < 0.0001$, $p < 0.0001$, respectively) than preoperatively. The changes after surgery were less when the euphatic rather than the pseudophakic measurement mode was employed. The postoperative IOL powers predicted by the SRK/T (-0.03D, $p = 0.023$) and Haigis formulae (-0.06D, $p = 0.001$) were significantly lower than the preoperative values. However, the differences were small and did not influence IOL power selection.

Conclusions: After pIOL implantation, AL changes were less when measured using the euphatic rather than the pseudophakic mode of the IOL Master. Although the ACDs differed significantly after pIOL implantation, the changes were too small to influence IOL power calculations. ACD measurements differed significantly from those of AL after IOL implantation. Thus, a pIOL implantation history may affect biometric findings during cataract surgery.

J Korean Ophthalmol Soc 2018;59(3):223-229

Keywords: Anterior chamber depth, Axial length, Phakic intraocular lens

■ Received: 2017. 9. 21. ■ Revised: 2017. 12. 26.

■ Accepted: 2018. 2. 19

■ Address reprint requests to Byung Gun Park, MD
Department of Ophthalmology, Inje University Busan Paik Hospital, #75 Bokji-ro, Busanjin-gu, Busan 47392, Korea
Tel: 82-51-890-6016, Fax: 82-51-890-8722
E-mail: Kkul83@hanmail.net

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

최근 근시교정을 위한 다양한 수술들이 시행되고 있다. 각막의 형태를 변형시켜 교정하는 시술로는 굴절교정레이저각막절제술(photo refractive keratectomy, PRK)과 laser in situ keratomileusis (LASIK), laser subepithelial keratomileusis (LASEK) 등이 정도 및 중등도의 근시 환자에서 활발하게 시행되고 있으나, 고도근시 환자에서는 각막 조직을 안전하게 제거할 수 있는 양이 제한되어 적응증이

되지 못하며 근시퇴행, 각막혼탁, 각막 확장증 등의 합병증 발생이 보고되고 있다.^{1,2}

유수정체 안내렌즈삽입술은 이와 같은 각막병변의 합병증을 피하면서 심한 근시 환자와 각막이 얇은 환자에서도 시행할 수 있는 수술방법으로 안정성과 유효성이 여러 연구를 통해 입증되었다.^{1,3} 하지만 고도근시가 백내장 진행의 위험 요소일 뿐 아니라, 유수정체 안내렌즈삽입술로 인한 백내장 발병도 보고되고 있고,^{4,6} 드물게 각막 내피세포손상을 초래하여 안내렌즈제거와 함께 백내장수술을 고려하게 되는 경우가 있다. 이 경우 유수정체안내렌즈가 들어있는 상태에서의 생체계측을 정확히 하여야 인공수정체 도수계산에 오차를 줄일 수 있을 것이다.

본 연구에서는 IOL master® (IOL master 500, Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)를 사용하여 수술 전과 수술 후 1개월 시점의 안축장과 전방깊이를 측정하여 유수정체 안내렌즈삽입술에서 시행된 생체계측값의 정확성을 알아보려고 하였다. 또한 수술 전후의 Collamer 재질의 후방유수정체안내렌즈(AQUA ICL, STAAR surgical company, Monrovia, CA, USA)와 소수성의 polysilicone 재질의 홍채고정유수정체안내렌즈(Artiflex, Ophtec BV, Groningen, Netherlands)를 비교하여 렌즈 종류가 생체계측값 측정에 영향을 주는지 알아보려고 하였다.

대상과 방법

본 연구는 누네빛안과의원에서 유수정체 안내렌즈삽입술을 시행받은 평균 -11.3D의 고도근시 환자 23명의 45안의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 의무기록에 대한 연구는 인제대학교 부산백병원 연구윤리심의위원회(institutional review board, IRB)의 승인을 받았다.

유수정체안내렌즈삽입술은 한 명의 술자에 의해 시행되었으며, 14명의 28안에서 Artiflex® lens 삽입술을, 9명의 17안에서 Implantable collamer lens (ICL) 삽입술을 시행하였다. 모든 환자에서 수술 전에 과거병력 조사, 굴절률 검사, 각막곡률검사, 안압검사, 나안시력 및 교정시력, 세극등 현미경 검사, 안저검사, 각막지형도검사(Keratograph: Oculus, Jena, Germany), 각막내피세포검사를 시행하였으며, IOL master®를 이용하여 안축장(axial length)과 전방깊이(anterior chamber depth)를 측정하였다. 녹내장, 각막 질환, 망막의 이상, 안구에 영향을 주는 전신질환 등의 안과적 이상이 동반된 경우는 수술 대상에서 제외하였다. 또한 전방깊이가 3.0 mm 이하인 경우, 각막내피세포(corneal endothelial)가 2,000 cells/mm²보다 적은 경우도 대상에서 제외되었다.

모든 환자에서 수술 후 1달째 IOL master®의 유수정체안 설정과 인공수정체안 설정 두 가지 방법으로 안축장과 전방깊이를 다시 한 번 측정하여 술 전과 술 후 및 측정방법 간의 차이를 비교분석하였다. 또한 실제로 인공수정체도수 계산에 술 전, 술 후의 안축장과 전방깊이 측정의 차이가 주는 영향을 알아보기 위해 Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical (SRK/T)와 Haigis 두 가지 공식을 사용하여 목표 굴절력을 0D로 하여 인공 수정체 도수 예측값을 계산하여 비교분석하였다.

ICL 삽입술 시행군에서는 술 후 발생할 수 있는 동공차단녹내장을 예방하기 위해서 neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd-YAG) 레이저를 사용하여 주변부홍채절개술을 시행하였으며, 시술로 인해 발생할 수 있는 복시, 눈부심을 예방하기 위하여 가능한 주변부에 실시하였고 전안부 염증반응을 고려해서 최소 렌즈삽입술 1주 전에 시행하였다. 수술은 환자의 이측 방향에 3.0 mm의 투명각막절개를 만들고 6시, 12시 방향에 각막천자를 시행한 후 점탄물질을 주입하여 전방을 채운 후 절개창으로 ICL 삽입장치 끝부분을 넣고 ICL을 주입한 뒤 안내갈고리를 삽입하여 ICL의 지지부를 부드럽게 홍채 뒤로 밀어 넣은 후, 후방 내에 수평하게 위치시켰다. ICL 도수계산은 제조사(STAAR®, Surgical AG, Nidau, Switzerland)에서 제공하는 프로그램을 이용하였고 제조사의 삽입장치(STAAR® ICL injector system, Surgical AG, Nidau, Switzerland)에 장착하여 삽입하였다. 기계적 외상을 피하기 위해 평형염액(BSS, Alcon, Fort Worth, TX, USA)을 전방으로 부드럽게 관류하여 점탄물질을 제거하였다. ICL이 적절하게 위치된 것을 확인한 후 절개창은 봉합하지 않고 수술을 마쳤다. 술 후 0.5% moxifloxacin (Vigamox®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)과 0.5% loteprednol (Lotemax®, Bausch & Lomb, Salt Lake City, UT, USA)을 하루 4회씩 점안하였다.

Artiflex® lens 삽입술에서도 수술 후 발생할 수 있는 동공차단녹내장을 예방하기 위해서 최소 수술 1주 전에 Nd-YAG 레이저를 사용하여 주변부홍채절개술을 시행하였다. 상측각막으로 2.8 mm 크기의 절개창을 만들었고, 점탄물질을 주입하여 전방을 채운 후 polysilicone 재질의 Artiflex® lens 삽입한 후, enclavation 바늘과 고정집게(fixation forceps)를 이용하여 렌즈 양측 지지부를 주변부홍채에 고정시켰다. 안구내점탄물질을 제거한 후 10-0나일론으로 절개창을 봉합하였다. 술 후 0.5% moxifloxacin과 0.5% loteprednol을 하루 4회씩 점안하였다.

통계분석은 SPSS 24.0 program (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였으며, Paired t-test를 사용

하여 술 전과 술 후의 생체계측치와 인공수정체 도수의 예측값을 비교 분석하였다. 삽입되는 유수정체안내렌즈 종류에 따른 생체계측치의 차이를 알기 위해 student *t*-test를 사용하여 ICL과 Artiflex® lens를 삽입한 군으로 나누어 비교분석하였다. *p*-value가 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결 과

환자의 나이는 평균 25.48세이며 여자가 16명(32안), 남자가 7명(13안)이었으며, 이들의 평균 굴절오차는 -11.3 D였고 렌즈 종류에 따른 유의한 차이는 없었다(Table 1). 유수정체안내렌즈삽입술 후 유수정체안 설정으로 측정된 안축장은 술 전에 비해 통계적으로 유의하게 길게 측정되었고(+0.011 mm, *p*=0.03), 인공수정체안 설정으로 측정했을 때 역시 안축장이 길게 측정되었다(+0.112 mm, *p*<0.0001). 전방깊이는 술 후 유수정체안 설정에서 유의하게 짧은 것으로 나타났으며(-0.119 mm, *p*<0.0001), 인공수정체안 설정으로 측정하였을 때도 유의하게 짧게 나타났다(-0.140 mm, *p*<0.0001) (Table 2).

생체계측치의 변화량의 술 후 설정방법 간의 비교에서 안축장 측정값의 변화는 유수정체안 설정이 인공수정체안 설정에 비해 유의하게 차이가 적었고(*p*<0.0001), 전방깊이의 측정값의 변화에서도 유수정체안 설정이 인공수정체안 설정에 비해 차이가 적었지만 통계적으로 유의하지는 않았다(*p*=0.228) (Table 2).

유수정체안 설정으로 측정한 생체계측값을 유수정체안 내렌즈 종류에 따라 두 군으로 나누어 분석해 보면, 안축장 측정값은 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며(*p*=0.146, *p*=0.097), 측정값의 변화량의 차이도 통계적으로 유의하지 않았다(*p*=0.23). 전방깊이 측정값은 ICL과 Artiflex® lens 삽입술 후 모두 술 전보다 유의하게 짧게 측정되었으며(*p*<0.0001, *p*=0.01), 측정값의 차이는 ICL (-0.165 mm)이 Artiflex® lens (-0.072 mm)보다 유의하게 크게 측정되었다(*p*=0.01) (Table 3).

수술 전과 수술 후의 측정값을 통한 인공수정체 도수 계산에서 예측값의 차이는 유수정체안설정에서 SRK/T 공식(-0.03D, *p*=0.023)과 Haigis 공식(-0.06D, *p*=0.001) 모두 술 전에 비해 유의하게 작게 계산되었으며, 인공수정체안 설정에서는 SRK/T 공식(-0.34D, *p*<0.001)과 Haigis 공식(-0.38D, *p*<0.001)에서 모두 유의한 변화가 있었을 뿐 아니라 유수정체안 설정에 비교하여 보다 큰 차이를 보였다(Table 4).

고 찰

근시를 교정하기 위해 레이저각막절삭가공성형술(LASIK), 굴절교정레이저각막절제술(PRK) 등 엑시머레이저를 이용한 굴절교정수술들이 경도 및 중등도의 근시 환자에서 좋은 치료 성적을 나타내고 있지만 각막의 형태를 변형시키기 때문에 각막 확장증, 각막의 혼탁 등의 합병증이 나타날 수 있으며, 안전하게 제거할 수 있는 각막 조직의 양

Table 1. Patient characteristics of implantable collamerlens (ICL) and Artiflex® groups

	ICL	Artiflex	<i>p</i> -value
Eyes (n, %)	17 (37.8)	28 (62.2)	
Age (years)	26.13 ± 6.21	22.86 ± 1.44	0.063
Gender (male/female)	2/7	5/9	
SE (D)	-10.86 ± 4.21	-11.91 ± 3.68	0.435

Values are presented as mean ± SD or n (%) unless otherwise indicated. By student *t*-test.

SE = spherical equivalent; D = diopter.

Table 2. Comparison of Ocular biometry measurements and IOL® master mode after phakic intraocular lens implantation

	Preoperative (mm)	IOL® master mode	Postoperative (mm)	Change of biometry	<i>p</i> -value*	<i>p</i> -value†
AL	26.69 ± 0.99	Euphagic	26.70 ± 0.99	+0.01	0.031*	<0.001†
		Pseudophagic	26.80 ± 0.99	+0.11	<0.001*	
ACD	3.81 ± 0.14	Euphagic	3.69 ± 0.35	-0.11	<0.001*	0.228†
		Pseudophagic	3.58 ± 0.15	-0.14	<0.001*	

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Preoperative values measured by euphagic mode. 'Change of ocular biometry' means 'postoperative ocular biometry- preoperative ocular biometry'.

AL = axial length; ACD = anterior chamber depth.

*Statistically significant difference (*p* < 0.05, paired *t*-test). Comparison of between preoperative and postoperative biometry; †Statistically significant difference (*p* < 0.05, paired *t*-test). Comparison of between IOL® master mode (euphagic and pseudophagic).

Table 3. The change of ocular biometry after ICL and Artiflex® lens implantation

	Preoperative (mm)	Postoperative (mm)	p-value
AL			
ICL	26.35 ± 0.99	26.36 ± 0.99	0.146
Artiflex	27.06 ± 0.87	27.08 ± 0.89	0.097
Total	26.69 ± 0.99	26.70 ± 0.99	0.030*
ACD			
ICL	3.74 ± 0.14	3.58 ± 0.15	<0.001*
Artiflex	3.88 ± 0.17	3.81 ± 0.15	0.011*
Total	3.81 ± 0.31	3.69 ± 0.35	<0.001*

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Postoperative values measured by euphatic mode.

AL = axial length; ICL = implantable collamer lens; ACD = anterior chamber depth.

*Statistically significant difference ($p < 0.05$, paired t -test).

Table 4. Comparison of predicted IOL power after phakic intraocular lens implantation

	Preoperative predicted IOL power (D)	IOL®master mode	Postoperative predicted IOL power (D)	Change of predicted IOL power (D)	p-value*	p-value†
SRK/T	11.69 ± 2.72	Euphatic	11.66 ± 2.73	-0.03	0.023*	<0.001†
		Pseudophatic	11.35 ± 2.72	-0.34	<0.001*	
Haigis	11.67 ± 2.72	Euphatic	11.61 ± 2.72	-0.06	0.001*	<0.001†
		Pseudophatic	11.29 ± 2.67	-0.38	<0.001*	

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Preoperative values measured by euphatic mode. 'Change of ocular predicted IOL power' means 'postoperative predicted IOL power - preoperative predicted IOL power'.

SRK/T = Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical; IOL = intraocular lens.

*Statistically significant difference ($p < 0.05$, paired t -test). Comparison of between preoperative and postoperative predicted IOL power;

†Statistically significant difference ($p < 0.05$, paired t -test). Comparison of between IOL® master mode (euphatic and pseudophatic).

이 제한되기 때문에 고도근시 환자에서는 적응증이 되지 못하는 한계점이 있다.⁷

유수정체안내렌즈삽입술은 이와 같은 각막병변의 합병증을 피하면서 심한 고도근시 환자와 각막이 얇은 환자에서도 적응증이 될 수 있어 효과적으로 사용되고 있다. 삽입된 렌즈의 교환이나 제거가 가능하여 가역성이 있으며, 대비감도의 저하가 적고 굴절률의 안정화가 빠르다. 이런 장점을 가지는 유수정체안내렌즈는 고정하는 위치에 따라 ICL과 같은 후방 유수정체안내렌즈와 Phakic 6H® lens와 같은 전방각지렌즈, Artiflex® lens와 Artisan® lens 같은 홍채고정유수정체안내렌즈로 나누어진다. 전방각지렌즈는 광학부를 동공의 중심에 위치시키기 어려운 단점이 있고, 녹내장, 야간 눈부심, 인공수정체 편위 등의 합병증이 나타날 수 있다.^{8,9} 홍채고정유수정체안내렌즈는 안정성이 높아 렌즈의 편위가 적고 광학부를 동공의 중심에 위치시키기도 용이하며 전방각의 구조에 영향을 적게 받는 장점이 있다.^{8,10,11} 위와 같이 전방에 고정하는 렌즈의 경우 각막내피와의 거리가 가깝기 때문에 내피세포에 손상의 위험이 높으나 후방 유수정체안내렌즈는 수정체와의 접촉 가능성으로 인하여 백내장의 발생률이 상대적으로 높으며, 동공차단 녹내장의 발생 빈도가 더 높다.^{12,13}

유수정체안내렌즈 수술의 경우 심한 고도근시 환자에

서도 적응증이 될 수 있는 장점이 있지만 이런 근시안에서 정상안에 비해 후낭하백내장과 핵백내장의 발생률이 높은 것으로 보고되었다.^{14,15} 또한 여러 연구들에서 ICL과 Artiflex® lens 삽입술 후에 백내장의 진행이 보고되었기 때문에 유수정체안내렌즈를 삽입한 고도근시안에서 백내장성 변화가 가속화될 것으로 추측할 수 있다.^{4,5,15,16} 그 외에도 수술 당시의 연령이 높은 경우 수술 후 홍채섬모체염과 같은 만성염증으로 스테로이드 점안제를 장기간 사용한 경우, 유수정체 안내렌즈와 수정체의 기계적인 접촉이 있는 경우 백내장 발생의 위험을 높일 수 있다. 또 수술 중 외상은 주로 후방 유수정체안내렌즈에서 발생할 수 있으며 초기에 발생하는 백내장의 가장 중요한 원인이 되며, 수술 전 레이저홍채절개술에 의해서도 백내장을 발생시킬 수 있다.¹⁷⁻²¹

또한 유수정체안내렌즈삽입 수술 후 각막내피 손상에 대해서도 여러 임상 연구에서 보고된 바 있다.^{11,22,23} 이러한 원인으로는 수술 중 각막 절개에 의한 직접적인 각막내피세포 손상 등의 외과적인 손상, 수술 후 인공수정체와 각막내피세포 간에 간헐적 혹은 지속적인 접촉에 의한 기계적인 손상, 연령이 증가함에 따라 수정체의 두께가 증가하여 전방깊이가 좁아져 발생하는 손상 등을 생각할 수 있으며,²⁴⁻²⁷ 이 경우에 추가적인 각막내피의 손상을 막기

위해서는 유수정체안내렌즈 제거가 고려되어야 한다.

이러한 원인들로 시력교정의 목적으로, 또는 백내장 치료 목적 등으로 유수정체안내렌즈 제거와 함께 백내장수술을 동시에 시행하는 것을 고려할 수 있을 것이다. 유수정체안내렌즈의 제거와 백내장수술 함께 하였을 경우, 그렇지 않은 경우보다 오차가 발생할 수 있다는 보고가 있어 유수정체 안내렌즈삽입안에서의 생체계측값으로 정확한 인공수정체 도수결정에 어려움이 있을 것으로 예상할 수 있다.⁶

본 연구에서 유수정체안내렌즈삽입술 후 안축장은 술전에 측정한 값보다 유수정체안과 인공수정체안 설정에서 모두 통계적으로 유의하게 길게 측정되었으며 그 안축장 측정값의 변화량은 유수정체안 설정이 인공수정체안 설정보다 유의하게 작았다. IOL master[®]에서는 각막의 정점로부터 망막색소상피까지의 거리로 안축장을 측정하는데, 안축장이 길게 측정되는 원인은 정확히 알 수 없으나, Sanders et al²⁸은 고도근시 환자에서 수술 전 중심와로 기계의 광원을 정확하게 주시하지 못하다가 술 후 정시에 가까운 시력을 가지게 되면서 중심와로 기계의 광원을 정확하게 주시할 수 있게 되어 안축장이 길게 측정되었을 것이라 추정하였다.

인공수정체의 도수 계산에 효과적인 렌즈 위치(effective lens position)의 중요성이 부각되면서 최근 전방깊이를 고려하여 계산하는 Haigis 공식을 포함하여 여러 가지 공식들이 사용되고 있다.²⁹ 기존의 연구결과와 같이 본 연구에서도 전방깊이의 측정값이 수술 전과 유의하게 달라지는 것을 확인할 수 있었고,³⁰ 안축장의 차이보다 큰 차이를 보여 전방깊이를 고려한 인공수정체 계산공식 사용에 영향을 미칠 것으로 생각할 수 있다.

기존 연구에서는 유수정체 안내렌즈삽입안의 A-scan을 이용한 측정보다(-1.07~1.31 mm) IOL master[®]를 이용한 측정(-0.05~0.08 mm)이 정확하다는 보고가 있었다.¹⁶ A-scan은 접촉식으로 검사 과정에서 생기는 각막의 함입으로 비접촉식인 IOL master[®]보다 안축장이 짧게 측정될 수 있고,³¹ 또 안축장 측정원리의 차이로 초음파 방식 생체계측은 기기에 의해 생성된 초음파가 안구를 통과하면서 성질이 다른 조직의 경계면에서 반사되어 이를 탐침자를 이용해 수신하여 측정하는 원리로 각막으로부터 인공수정체까지의 거리를 계산하고³² IOL master[®]는 측부에서 세극등 현미경의 광원을 조사하여 이미지를 분석하는 원리로 각막으로부터 수정체까지의 거리를 계산하기 때문에 A-scan보다 IOL master[®]이 정확히 측정되는 것으로 생각된다.³³ A-scan보다는 정확하지만 Su et al³⁴은 IOL master[®]에서도 IOL의 렌즈 표면에서 light-emitting diode (LED) 관

련 빛 반사로 인해 전방깊이를 각막에서부터 인공수정체표면까지의 거리로 잘못 측정하여 전방깊이가 짧게 측정될 수 있다고 하였다.

실제 인공수정체 도수 계산에서는 SRK/T 공식과 Haigis 공식 모두 작게 측정되었는데, 일반적으로 인공수정체가 0.5D 간격으로 사용되고 있음을 생각해보면 유수정체안 설정에서 보인 0.03~0.06D의 인공수정체 도수 차이는 임상적으로 큰 의미를 가지지 않는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 인공수정체안 설정에서는 그 차이가 0.34~0.38D 정도의 차이를 보여 인공수정체 도수 설정에 충분히 영향을 미칠 수 있으므로 유수정체 안내렌즈삽입안에서의 생체계측값은 유수정체안 설정이 정확하다고 할 수 있겠다.

본 연구에서 실제로 인공수정체 도수의 예측값의 변화량은 SRK/T보다 Haigis 공식에서 통계적으로 유의하게 큰 차이를 보였는데 이는 유수정체안내렌즈 수술 후의 전방깊이의 변화에 의한 것으로 생각된다. 그러나 두 공식간의 차이는 0.027D로 임상적으로 가지는 의미는 크지 않을 것으로 보인다. 다만 예측값의 차이가 SRK/T와 Haigis 공식 모두 유수정체안 설정이 인공수정체안 설정에 비해 유의하게 차이가 적었으므로 유수정체 안내렌즈삽입안에서는 유수정체안 설정으로 측정하는 것이 오차를 줄일 수 있음을 알 수 있었다.

렌즈의 종류에 따른 안축장 측정값은 ICL (+0.01 mm)이 Artiflex[®] lens (+0.02 mm)보다 길게 측정되었으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며($p=0.146$, $p=0.097$) 두 렌즈 간의 차이도 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.23$). 전방깊이 측정값은 ICL과 Artiflex[®] lens 삽입술 후 모두 술 전보다 유의하게 짧게 측정되었으며($p<0.0001$, $p=0.01$), 수술 전후 측정값의 차이는 ICL (-0.165 mm)이 Artiflex[®] lens (-0.072 mm)보다 유의하게 큰 차이를 보였다($p=0.01$) (Table 3). 안축장의 측정에는 렌즈의 종류에 따른 큰 차이가 없었으나 전방깊이에서는 의미있는 차이를 보였다. Hoffer는 렌즈의 재질에 따라 매질을 통과하는 속도의 차이로 생체계측값의 차이가 발생할 수 있다고 하였으나 본 연구에서는 고정 방법과 렌즈 재질이 모두 다른 2개의 렌즈를 비교하였던 것이 제한점이다.

국내의 경우 ICL 삽입술 후 A-scan을 이용하여 안축장을 측정한 연구는 있으나,³⁵ 아직까지 유수정체 안내렌즈삽입술 후 생체계측에 대한 임상적인 보고가 부족하다. 본 연구에서는 홍채고정 및 후방 유수정체안내렌즈삽입술 후 IOL master[®]을 사용하여 수술 전후 및 설정방법 간 안축장과 전방깊이의 차이를 확인하였고 이를 통해 실제 인공수정체 도수 계산에서 그 차이가 가지는 의미를 알 수

있었다.

요약하면, 우수정체안내렌즈삽입술 후 IOL master[®]를 사용하여 안축장을 측정할 경우 우수정체안 설정이 인공수정체안 설정보다 정확하며, 우수정체안내렌즈로 인한 생체계측의 오류는 임상적으로 큰 의미를 가지지 않는 것으로 보인다. 전방깊이 측정은 안축장 측정에 비해 우수정체안내렌즈삽입술 후 보다 많은 차이를 보였으나 전방깊이를 고려한 인공수정체 계산공식에서도 임상적으로 유의미한 차이는 보이지 않았다. 다만 우수정체안 설정을 사용하면 보다 더 정확한 인공수정체 도수를 계산할 수 있었다. 우수정체 안내렌즈삽입안에서 백내장수술을 계획하고 생체계측을 시행할 때에는 이러한 차이를 유념해야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Dawson DG, Randleman JB, Grossniklaus HE, et al. Corneal ectasia after excimer laser keratorefractive surgery: histopathology, ultrastructure, and pathophysiology. *Ophthalmology* 2008;115: 2181-91.
- 2) Geggel HS, Talley AR. Delayed onset keratectasia following laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:582-6.
- 3) Güell JL, Vázquez M, Gris O. Adjustable refractive surgery: 6-mm Artisan lens plus laser in situ keratomileusis for the correction of high myopia. *Ophthalmology* 2001;108:945-52.
- 4) Fernandes P, González-Méjome JM, Madrid-Costa D, et al. Implantable collamer posterior chamber intraocular lenses: a review of potential complications. *J Refract Surg* 2011;27:765-76.
- 5) Moshirfar M, Mifflin M, Wong G, Chang JC. Cataract surgery following phakic intraocular lens implantation. *Curr Opin Ophthalmol* 2010;21:39-44.
- 6) de Vries NE, Tahzib NG, Budo CJ, et al. Results of cataract surgery after implantation of an iris-fixated phakic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:121-6.
- 7) Schallhorn SC, Amesbury EC, Tanzer DJ. Avoidance, recognition, and management of LASIK complications. *Am J Ophthalmol* 2006;141:733-9.
- 8) Alió JL, de la Hoz F, Pérez-santonja JJ, et al. Phakic anterior chamber lenses for the correction of myopia: a 7-year cumulative analysis of complications in 263 cases. *Ophthalmology* 1999;106:458-66.
- 9) Pérez-Santonja JJ, Alió JL, Jiménez-Alfaro L, Zato MA. Surgical correction of severe myopia with an angle-supported phakic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1288-302.
- 10) Asano-Kato N, Toda I, Hori-Komai Y, et al. Experience with the Artisan phakic intraocular lens in Asian eyes. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:910-5.
- 11) Güell JL, Morral M, Gris O, et al. Five-year follow-up of 399 phakic Artisan-Verisyse implantation for myopia, hyperopia, and/or astigmatism. *Ophthalmology* 2008;115:1002-12.
- 12) Sarikkola AU, Sen HN, Uusitalo RJ, Laatikainen L. Traumatic cataract and other adverse events with the implantable contact lens. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:511-24.
- 13) Kohnen T, Kook D, Morral M, Güell JL. Phakic intraocular lenses: part 2: results and complications. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:2168-94.
- 14) Younan C, Mitchell P, Cumming RG, et al. Myopia and incident cataract and cataract surgery: the blue mountains eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3625-32.
- 15) Chen LJ, Chang YJ, Kuo JC, et al. Metaanalysis of cataract development after phakic intraocular lens surgery. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1181-200.
- 16) Shin JY, Lee JB, Seo KY, et al. Comparison of preoperative and postoperative ocular biometry in eyes with phakic intraocular lens implantations. *Yonsei Med J* 2013;54:1259-65.
- 17) Alió, JL, de la Hoz F, Ruiz-moreno JM, Salem TF. Cataract surgery in highly myopic eyes corrected by phakic anterior chamber angle-supported lenses(1). *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1303-11.
- 18) Leccisotti A. Iridocyclitis associated with angle-supported phakic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1007-10.
- 19) Assetto V, Benedetti S, Pesando P. Collamer intraocular contact lens to correct high myopia. *J Cataract Refract Surg* 1996;22: 551-6.
- 20) Sánchez-Galeana CA, Smith RJ, Sanders DR, et al. Lens opacities after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2003;110:781-5.
- 21) Zadok D, Chayet A. Lens opacity after neodymium: YAG laser iridectomy for phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:592-3.
- 22) Silva RA, Jain A, Manche EE. Prospective long-term evaluation of the efficacy, safety, and stability of the phakic intraocular lens for high myopia. *Arch Ophthalmol* 2008;126:775-81.
- 23) Benedetti S, Casamenti V, Benedetti M. Long-term endothelial changes in phakic eyes after Artisan intraocular lens implantation to correct myopia: five-year study. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:784-90.
- 24) Richdale K, Bullimore MA, Zadnik K. Lens thickness with age and accommodation by optical coherence tomography. *Ophthalmic Physiol Opt* 2008;28:441-7.
- 25) Doors M, Cals DW, Berendschot TT, et al. Influence of anterior chamber morphometrics on endothelial cell changes after phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34: 2110-8.
- 26) Saragoussi JJ, Cotinat J, Renard G, et al. Damage to the corneal endothelium by minus power anterior chamber intraocular lenses. *Refract Corneal Surg* 1991;7:282-5.
- 27) Yee RW, Matsuda M, Schultz RO, Edelhauser HF. Changes in the normal corneal endothelial cellular pattern as a function of age. *Curr Eye Res* 1985;4:671-8.
- 28) Sanders DR, Bernitsky DA, Harton PJ Jr, Rivera RR. The Visian myopic implantable collamer lens does not significantly affect axial length measurement with the IOLMaster. *J Refract Surg* 2008;24:957-9.
- 29) Langenbucher A, Eppig T, Viestenz A, et al. Individualization of IOL constants for two hydrophobic intraocular lenses. SRK II, SRK/T, Hoffer-Q, Holladay 1 and Haigis formula. *Ophthalmologie* 2012;109:468-73.
- 30) Shin JY, Lee JB, Seo KY, et al. Comparison of preoperative and postoperative ocular biometry in eyes with phakic intraocular lens implantations. *Yonsei Med J* 2013;54:1259-65.
- 31) Giers U, Eppler C. Comparison of A-scan device accuracy. *J*

- Cataract Refract Surg 1990;16:235-42.
- 32) Vetrugno M, Cardascia N, Cardia L. Anterior chamber depth measured by two methods in myopic and hyperopic phakic IOL implant. Br J Ophthalmol 2000;84:1113-6.
- 33) Sheng H, Bottjer CA, Bullimore MA. Ocular component measurement using the Zeiss IOLMaster. Optom Vis Sci 2004;81:27-34.
- 34) Su PF, Lo AY, Hu CY, Chang SW. Anterior chamber depth measurement in phakic and pseudophakic eyes. Optom Vis Sci 2008; 85:1193-200.
- 35) Seok JY, Lee D, Kyung H, Kim JM. Axial length change after implantable collamer lens implantation. J Korean Ophthalmol Soc 2013;54:1675-9.

= 국문초록 =

유수정체용 안내렌즈삽입술 후 측정된 생체계측값의 변화

목적: 고도근시 환자의 근시교정을 위해 Implantable collamer lens (AQUA ICL, STAAR surgical company, Monrovia, CA, USA) 및 Artiflex[®] lens (Artiflex, Ophtec BV, Netherlands) 삽입술을 시행받은 눈에서 백내장수술 시 안내렌즈 도수 계산에 있어 필요한 생체계측값의 변화를 알아보고자 한다.

대상과 방법: -7D 이상의 근시 환자의 교정을 위해 후방유수정체 및 홍채고정 안내렌즈삽입술(ICL 또는 Artiflex[®] lens)을 시행받은 환자 23명의 45안구를 대상으로 안내렌즈삽입술 전에 IOL master[®] (IOL master 500, Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)의 유수정체안 설정(euphatic mode)으로 안축장과 전방깊이를 측정한 후, 술 후 한 달째 유수정체안 설정과 인공수정체안 설정(pseudophakic mode)으로 안축장과 전방깊이를 측정하여 수술 전후와 측정 설정 간의 차이를 비교분석하였다. Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical (SRK/T) 공식과 Haigis 공식을 사용하여 측정한 인공수정체 도수 예측치의 차이를 비교 분석하였다.

결과: 45안구 중 17안(37.8%)이 ICL 삽입술을 받았고 28안(62.2%)이 Artiflex[®] lens 삽입술을 받았다. 유수정체 안내렌즈삽입술 후 유수정체안과 인공수정체안 설정 모두 안축장이 술 전에 비해 통계적으로 유의하게 길게 측정되었고($p=0.03$, $p<0.0001$), 전방깊이의 측정에서도 두 가지 설정 모두에서 유의하게 짧은 것으로 나타났다($p<0.0001$, $p<0.0001$). 안축장과 전방깊이의 측정값의 변화는 유수정체안 설정이 인공수정체안 설정에 비해 차이가 적었다. 인공수정체 도수의 예측값(predicted IOL power)은 SRK/T 공식과 ($-0.03D$, $p=0.023$), Haigis 공식($-0.06D$, $p=0.001$) 모두 술 전에 비해 유의하게 작게 계산되었으나, 인공수정체 도수 선택에 영향을 주지 않을 정도로 작은 차이를 보였다.

결론: 유수정체 안내렌즈삽입술 후 생체계측치 측정에 있어 IOL master[®]의 유수정체안 설정이 인공수정체안 설정보다 수술 전과 비슷하게 측정되며 통계적으로 유의미한 차이를 보이나 임상적으로 안내렌즈 도수계산에 영향을 미칠 정도는 아니었다. 전방깊이 측정은 안축장 측정에 비해 안내렌즈삽입술 후 보다 많은 차이를 보였다. 유수정체 안내렌즈삽입안에서 백내장수술 시 생체계측치의 차이가 있을 수 있음을 유념해야 할 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2018;59(3):223-229〉
