

저간섭성 반사계, 부분 빛간섭계, 접촉식 초음파를 이용한 생체계측과 백내장수술 후 굴절력의 비교

Comparison of Biometric Measurements and Refractive Results among Low-coherence Reflectometry, Partial Interferometry and Applanation Ultrasonography

이성훈 · 이형근

Sung Hoon Lee, MD, Hyung Keun Lee, MD

연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 안과학교실 및 시기능개발연구소

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

Purpose: To compare the measurement results and the accuracy of the predicted refractive error after cataract surgery among 3 ocular biometry devices; OA-2000®, IOL Master® and A-scan ultrasound in posterior subcapsular cataracts.

Methods: Biometry measurements including axial length, anterior chamber depth and the keratometry of 80 cataractous eyes were measured using ultrasonography, OA-2000® and IOL Master®. To calculate the intraocular lens (IOL) power, the SRK/T formula was used and 3 months after cataract surgery, the refractive outcome was compared to the preoperatively predicted refractive error.

Results: The number of eyes measured by the 3 devices (A-scan, IOL Master® and OA-2000®) was 57 (group A) and the number of eyes measured by 2 devices (A-scan and OA-2000®) was 22 (group B). When cataract grading was performed based on the Lens Opacity Classification system III, the severity of posterior subcapsular opacity was significantly different between the 2 groups ($p = 0.001$). Although no difference was observed in the measured biometry values including axial length, anterior chamber depth and keratometry in groups A and B, the predicted refractive error was significantly different in group B; OA-2000® showed a significantly higher accuracy in predicting IOL power than A-scan.

Conclusions: In cataract patients whose posterior subcapsular opacity is not severe, the accuracy for predicting refractive error after cataract surgery was not significantly different among the 3 devices included in our study (A-scan, IOL Master® and OA-2000®). However, in patients with severe posterior subcapsular opacity, OA-2000®, that provides a Fourier domain light source-calculated predicted refractive error of IOL may be more accurate.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(1):43-49

Keywords: A-scan, Intraocular lens, IOL Master, OA-2000, Posterior subcapsular cataract

■ Received: 2016. 8. 25. ■ Revised: 2016. 10. 14.

■ Accepted: 2016. 12. 19.

■ Address reprint requests to **Hyung Keun Lee, MD**
Department of Ophthalmology, Gangnam Severance Hospital,
#211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 06273, Korea
Tel: 82-2-2019-3440, Fax: 82-2-3463-1049
E-mail: shadik@yuhs.ac

* This study was supported by a faculty research grant of Yonsei University College of Medicine for 2010 (6-2010-0111).

백내장 수술은 단순히 혼탁된 수정체를 제거하는 것이 목적이었으나 기계와 술기가 발달함에 따라 수정체 제거 후 인공수정체를 삽입하게 되었고 수술 전 정확한 계산을 통하여 수술 후 굴절률 오차를 최소화하는 것이 중요하게 되었다. 굴절률 오차를 줄이기 위해서는 정확한 생체 계측이 필요하고 정교한 계산을 통해 목표하는 인공수정체 도수를 결정하는 것이 중요하다.

인공수정체 도수를 결정하기 위한 생체 계측은 초음파를

사용한 접촉식 방법(A-scan)이 많이 사용되었으나 이는 국소점안 마취제를 사용하여 환자 각막에 손상을 준다는 단점이 있었으며 무엇보다 검사자의 숙련도에 따라 다른 결과를 보이는 단점이 있어 점차 비접촉식 광학장비를 사용하기 시작하였다. 그중 널리 사용되는 것이 부분간섭성 반사계를 이용한 IOL Master® (Carl Zeiss, Jena, Germany)이며 기존 A-scan의 계측치와도 뛰어난 일치를 보였다.¹⁻³ 그러나 IOL Master®는 후낭하백내장(posterior subcapsular cataract)이 심하거나 백내장이 과숙할 경우, 유리체 혼탁이 있는 경우 측정이 잘 안 된다는 단점이 있다. 이러한 단점들을 보완하기 위해 파장가변광원(swept-source)을 이용한 저간섭성 반사계 OA-2000® (Tomey, Nagoya, Japan)이 개발되었으며 이는 플라시도 링(placido ring)의 반사 이미지를 사용하여 한 번에 수평각막직경, 각막굴절력, 각막두께, 전방깊이, 동공크기 등을 측정할 수 있다.⁴⁻⁶

상용화된 OA-2000®을 이용한 안구생체계측 및 백내장 수술 후 굴절력 예측에 대한 국내의 연구는 아직 많지 않으며, 부분 빛간섭계(IOL Master®)로 계측가능 군과 계측 불가능 군으로 구별하여 비교한 연구는 아직 없었다. 본 연구에서는 부분 빛 간섭계로 계측이 가능한 군에서는 3가지 장비(OA-2000®, IOL Master®, A-scan)를 사용하였고, 계측 불가능 군에서는 OA-2000®과 A-scan (UD-6000®, Tomey GmbH, Erlangen, Germany)을 이용하여 생체 계측을 하였으며 이들 장비의 수술 후 굴절오차의 정확성을 확인해보고자 하였다.

대상과 방법

본 연구는 헬싱키 선언을 준수하였고 강남세브란스병원 윤리 위원회의 승인을 받아(institutional review board [IRB] approval number: 3-2016-0209) 진행하였으며 2015년 9월부터 2016년 5월까지 본원 안과에 방문하여 백내장 적출 및 인공수정체 삽입술을 시행 받은 환자 중, 무작위로 선택된 80명 80안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 환자 대상군은 20세에서 80세 사이의, +3.0디옵터에서 -5.5디옵터까지의 원시 및 근시와 -1.5디옵터 이하의 난시를 가지고 있는, 전신질환이 없는 환자를 대상으로 하였다. 이전에 굴절 교정수술을 받았거나 당뇨병망막병증이나 망막 전막 등의 망막 문제로 인하여 안축장 길이에 영향을 미칠 만한 환자, 시력에 영향을 미칠 만한 각막 질환이나 다른 안 질환이 있는 환자는 본 연구에서 제외하였다.

모든 수술은 한 명의 술자(H.K.L)에 의해 투명각막절개술로 시행되었고 삽입된 인공수정체는 TECNIS ZCB00® (AMO, Santa Ana, CA, USA)와 HOYA i-Sert 250® (HOYA,

Tokyo, Japan)을 사용하였다. 수술 전 검사는 모두 숙련된 한 명의 검사자(M.W.L)에 의해 시행되었으며 검사는 자동각막곡률계(Autokeratometry), 비접촉 생체계측장비(OA-2000®, IOL Master®), A-scan (UD-6000®) 순으로 시행하여 검사과정의 대상안에 미치는 영향을 최소한으로 하였다.

백내장의 혼탁 정도는 렌즈 혼탁 분류 시스템-3 (Lens Opacity Classification system III)⁷에 따라 한 명의 검사자(L.S.H)에 의해 측정되었다. 각막곡률은 가파른 측(steept keratometry), 편평한 측(flat keratometry)의 각막곡률을 측정하였으며 A-scan은 자동각막곡률계(KR-1®, Topcon Corp., Tokyo, Japan)를 값을 사용하여 인공수정체 도수를 계산하였다. 인공 수정체 도수 결정은 Sanders-Retzlaff-Kraff (SRK/T) 공식을 사용하였고⁸ 최종 굴절 오차는 백내장 수술 후 12주 뒤에 시행한 자각적 현성 굴절 검사 값을 측정하였으며 예측 굴절 오차는 최종 굴절력에서 수술 전 예상 굴절력을 뺀 차이로 구하였다.

통계학적 분석은 SPSS 프로그램 version 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며 정규분포를 이루는 것을 Kolmogorov-Smirnov test를 이용하여 확인하였다. IOL Master®로 안축장 측정이 된 그룹과 측정되지 않은 그룹의 백내장 정도를 student *t*-test를 사용하여 분석하였으며 3가지 기기로 측정한 안축장 길이, 각막곡률도, 전방 깊이의 일치를 확인하기 위하여 Pearson correlation coefficient, Analysis of variance (ANOVA) test, paired *t*-test를 이용하여 상관분석 및 평균차이를 계산하였다. IOL Master®로 안축장 측정이 되지 않은 그룹에서는 OA-2000®과 A-scan의 안축장 일치도를 확인하기 위하여 Bland-Altman plot을 이용하였다. *p*-value 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결 과

총 80명의 환자, 80안을 대상으로 하였으며 이 중 남자가 48명 여자가 32명이었고 환자의 평균 나이는 64.5 ± 7.5 세였다. 80안 중 OA-2000®, IOL Master®, A-scan 3가지 장비로 안축장이 측정되었던 눈은 57안(A그룹)이었고 IOL Master®로 측정이 되지 않아 OA-2000®, A-scan으로만 안축장이 측정된 눈은 23안(B그룹)이었으며 A그룹과 B그룹 모두 피험자의 나이, 안축장, 각막곡률은 Kolmogorov-Smirnov test 검정상 정규 분포를 가정할 수 있었다.

렌즈 혼탁 분류 시스템-3 (Lens Opacity Classification system III)에 따른 분류결과 A그룹은 피질백내장 정도는 3.4 ± 1.8 , 핵백내장 정도는 3.1 ± 0.9 , 후낭하백내장 정도는 1.1 ± 1.6 으로 측정되었으며 B그룹은 피질백내장 정도는 2.0 ± 1.7 , 핵백내장 정도는 2.8 ± 0.8 , 후낭하백내장 정도는

4.3 ± 1.0으로 측정되었다. 피질백내장과 핵백내장 정도는 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나($p=0.150$, $p=0.546$) 후낭하백내장 정도는 두 군에서 유의한 차이가 있었다($p=0.001$) (Table 1).

A그룹에서 안축장은 IOL Master[®]에서 24.01 ± 0.65 mm, OA-2000[®]에서 24.05 ± 0.61 mm, A-scan에서 23.99 ± 0.62 mm로 측정되었으나 통계적 차이는 없었으며($p=0.823$), B 그룹에서는 OA-2000[®]에서 24.28 ± 1.34 mm, A-scan에서 24.19 ± 1.01 mm로 측정되었고 통계적인 차이는 없었다($p=0.838$) (Table 2). 또한 각막곡률(K1, K2)과 전방 깊이 역시 A군, B군 모두 유의한 차이는 없었다(Table 2).

A그룹에서 안축장의 Pearson 상관계수는 OA-2000[®]과 IOL Master[®]는 $r=0.989$ ($p<0.001$), OA-2000[®]과 A-scan은 $r=0.965$ ($p<0.001$)로 OA-2000[®]과 IOL Master[®]가 더 높은 상관관계를 보였으며 B그룹에서 Pearson 상관계수는 OA-2000[®]과 A-scan에서 $r=0.971$ ($p<0.001$)이었다(Fig. 1).

A그룹에서 각막곡률 평균의 Pearson 상관계수는 OA-2000[®]과 자동각막곡률계는 $r=0.954$ ($p<0.001$), OA-2000[®]과 IOL Master[®]는 $r=0.985$ ($p<0.001$)였으며, B그룹에서 Pearson 상관계수는 OA-2000[®]과 자동각막곡률계에서 $r=0.959$ ($p<0.001$), OA-2000[®]과 IOL Master[®]는 $r=0.973$ ($p<0.001$)였다(Fig. 2).

B그룹에서 OA-2000[®]과 A-scan으로 측정한 안축장의 일치도를 Bland-Altman plot으로 비교하였을 때 측정치 차이의 평균은 -0.034 mm, 95% limit of agreement는 -0.175~+0.108 mm였다(Fig. 3).

OA-2000[®], IOL Master[®], A-scan 세 가지 장비의 수술 3개월 후 예상 굴절력 오차는 A그룹에서는 통계적 차이가 없었으며($p=0.541$) 굴절력 예측 오차의 절대값이 0.25D 이하인 환자의 비율은 각각 46%, 48%, 40%였다. B그룹에서 OA-2000[®], A-scan의 수술 후 예상 굴절력 오차는 두 군에서 통계적으로 유의하게 차이가 났으며($p=0.039$) 수술 후 굴절력 예측 오차의 절대값이 0.25D 이하인 환자의 비율은 각각 44%, 35%였다(Table 3).

고 찰

본 연구는 IOL-Master[®]를 이용하여 안축장이 측정되는 그룹과 후낭하백내장이 심하여 측정되지 않는 그룹을 구별하여 예측 굴절 오차를 분석하였고 기존 연구들과 달리 후낭하백내장이 심한 그룹에서는 기기 간의 예측오차가 달라지는 것을 확인하였다. 후낭하백내장에서 IOL Master[®]의 안축장 계측이 잘 되지 않는 것은 후낭하혼탁이 수정체의

Table 1. Comparison of lens opacity between group A and B

	A group (n = 57)	B group (n = 23)	p-value*
Cataract grade of LOCS III			
Cortical	3.4 ± 1.8	2.0 ± 1.7	0.150
Nuclear	3.1 ± 0.9	2.8 ± 0.8	0.546
Posterior subcapsular	1.1 ± 1.6	4.3 ± 1.0	0.001

Values are presented as mean ± SD.

LOCS III = Lens Opacity Classification system III.

*Analysis of variance (student t-test).

Table 2. Comparison of axial length, anterior chamber depth and keratometry data measured by OA-2000[®], IOL Master[®], A-scan and automated keratometry

	OA-2000 [®]	IOL Master [®]	A-scan	Automated keratometry	p-value
Group A (n = 57)					
Axial length (mm)	24.05 ± 0.61	24.01 ± 0.64	23.99 ± 0.62	-	0.823*
Keratometry (D)					
K1	44.0 ± 0.6	43.9 ± 0.8	-	44.0 ± 0.7	0.995*
K2	44.3 ± 0.6	44.6 ± 0.6	-	44.4 ± 0.8	0.842*
ACD	3.6 ± 0.4	3.9 ± 0.7	3.6 ± 0.6	-	0.522*
Group B (n = 23)					
Axial length (mm)	24.28 ± 1.34	-	24.19 ± 1.01	-	0.838†
Keratometry (D)					
K1	43.2 ± 0.8	-	-	43.1 ± 0.9	0.874†
K2	44.5 ± 0.7	-	-	44.2 ± 0.8	0.677†
ACD	3.4 ± 0.3	-	3.5 ± 0.3	-	0.326†

Values are presented as mean ± SD.

D = diopters; K = keratometry; ACD = anterior chamber depth.

*Analysis of variance (ANOVA); †Analysis of variance (paired t-test).

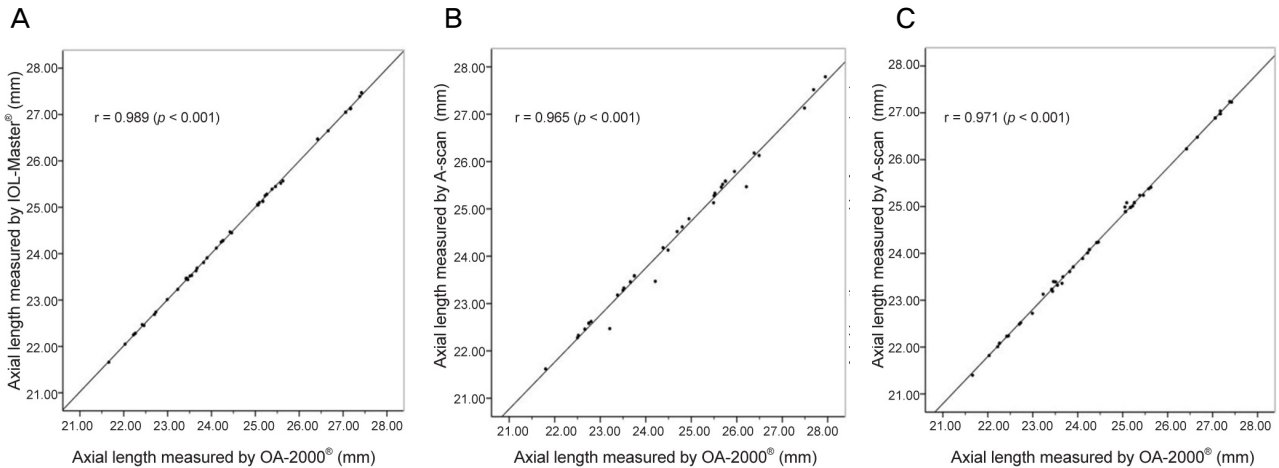


Figure 1. Correlation of measured axial length value between OA-2000® and other devices (Pearson correlation analysis). Axial length measured by OA-2000® and IOL-Master® in Group A (A) OA-2000® and A-scan in Group A (B) OA-2000® and A-scan in Group B (C).

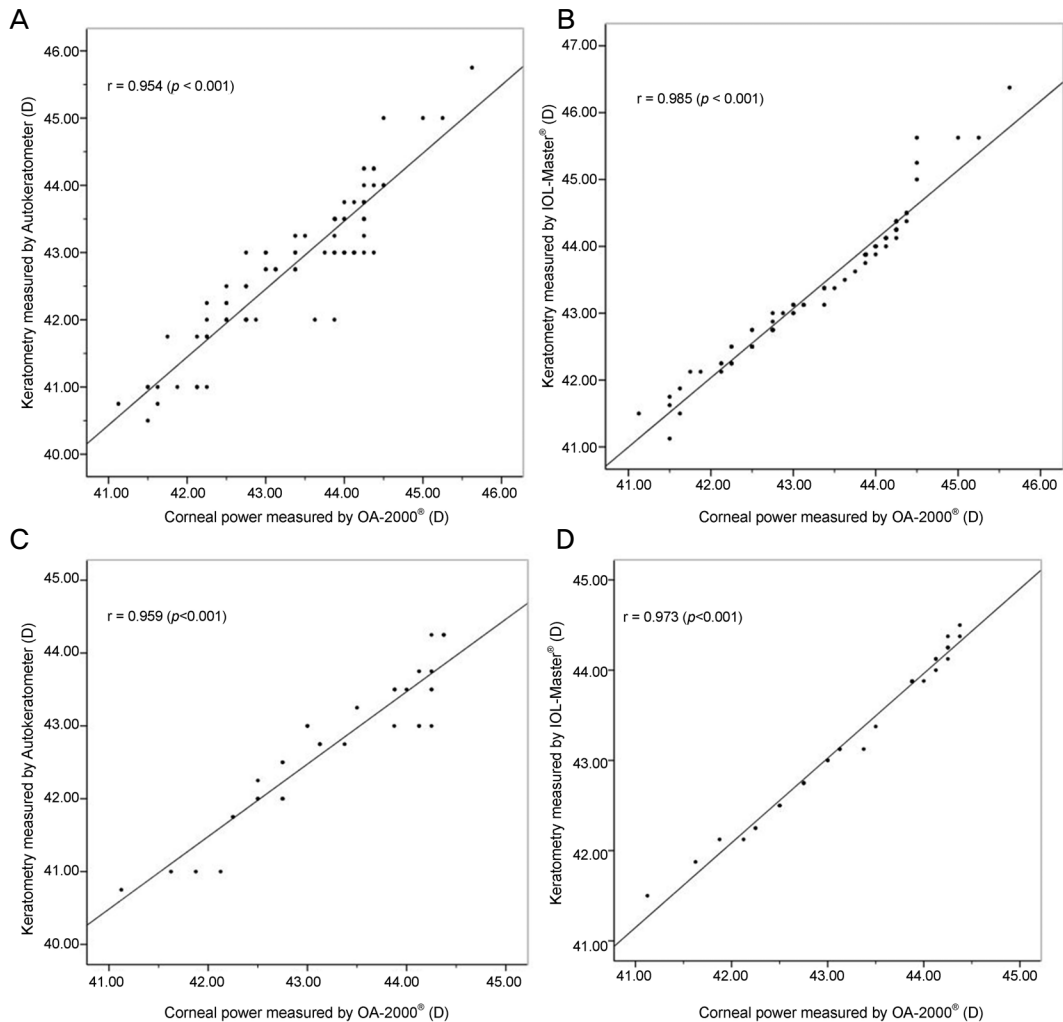


Figure 2. Correlation of measured keratometry power between OA-2000® and other devices (Pearson correlation analysis). Corneal power measured by OA-2000® and autokeratometer in Group A (A) OA-2000® and IOL-Master® in Group A (B) OA-2000® and autokeratometer in Group B (C) OA-2000® and IOL-Master® in Group B (D).

절점(nodal point)에 가깝거나 계측 시 고정(fixation)이 잘 되지 않아서일 수도 있는데, OA-2000[®]은 피질백내장 및 핵 백내장에 비해 후낭하백내장이 심한 경우에서도 안축장이 측정되었으며(Table 2) 이는 두 장비의 측정신호 원리와 사용 파장이 달라서일 것이다. OA-2000[®]은 파장가변광원(swept-source)을 이용한 저간섭성 반사계 장비로서 푸리에 도메인(Fourier-domain) 장비이기에 시간 도메인 장비인 IOL Master[®]보다 신호대잡음비(signal to noise ratio)가 높아 결과적으로 계측 이미지의 질이 좋아지고 세포 투과력이 좋아지기에 백내장 혼탁이 심해도 계측이 잘 된다는 보고가 있다.^{9,10} 또한 OA-2000[®]은 780 nm의 짧은 파장을 사용하는 IOL Master[®]에 비해 긴 1,060 nm의 파장을 이용하기에 수정체 혼탁에 의한 빛의 산란과 감쇠가 줄어들고 더 뛰어난 세포 투과력을 가져 이로 인해 더 정확한 계측이 가능한 보고도 있다.^{11,12} 실제로 Grajciar et al¹³은 실험적으로 고안한 푸리에 도메인 저간섭성 반사계로 사람에서 안축장 계측을 시도하였으며 시간 도메인 장비에 비해 4.5배의 해상력을 보였고 백내장 정도가 심하여 기존의 시간 도메인 광학장비로 측정할 수 없었던 피험자에서 안축장을 측정하였음을 보고하였다. 또한 이후 시행된 연구에서도 IOL Master[®] 장비는 백내장에 의해 생체 계측 실패율이 34.12%에서 38%까지 보고되기도 하였으나 OA-2000[®] 장비는 연구 대상군 모두에서 생체 계측이 가능했었다.¹⁴

안축장 측정치는 A그룹에서는 OA-2000[®]이 IOL Master[®]보다 0.04 mm 길게, A-scan보다 0.06 mm 길게 측정되었으며 B군에서는 A-scan보다 0.09 mm 길게 측정되었으나 모

두 통계적으로 의미 있는 차이는 보이지 않았다. 이러한 오차가 나타나는 것은 OA-2000[®]과 IOL Master[®]는 비접촉 광원으로 망막색소상피층까지의 거리를 측정하지만 A-scan은 접촉식 장비로 초음파를 이용하여 망막 내경계막까지의 거리를 측정하기 때문에 OA-2000[®]과 IOL Master[®]에서 안축장이 A-scan에 비해 더 길게 측정되는 것이다.

A그룹, B그룹에서 각막곡률 측정치는 flat K, Steep K 모두 통계적인 차이는 보이지 않았으며 기존 국내 연구에서도 IOL Master, OA-2000[®], A-scan[®]의 평균 각막곡률 측정치의 차이가 없다고 보고되었다.^{15,16} 그러나 본 연구에서는

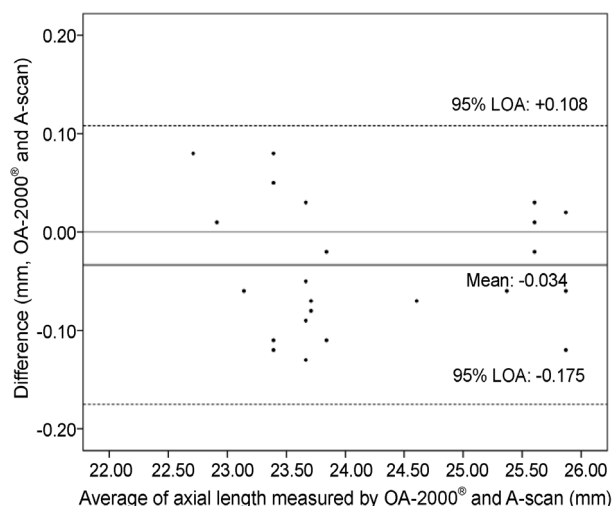


Figure 3. Bland-Altman plot of axial length between OA-2000[®] and A-scan. LOA = limit of agreement.

Table 3. Comparison of PE at 3 month post-operation among OA-2000[®], IOL Master[®] and A-scan

	OA-2000 [®]	IOL Master [®]	A-scan	p-value
Group A (n = 57)				
PE (D)	0.19 ± 0.30	-0.20 ± 0.53	0.25 ± 0.76	0.541*
Range (D)	-0.60 ~ 0.72	-0.80 ~ 0.75	-1.25 ~ 1.00	
Eyes within (%)				
±0.25 D	46	48	40	
±0.5 D	81	76	78	
±1.0 D	96	95	95	
±1.5 D	100	100	100	
Group B (n = 23)				
PE (D)	0.00 ± 0.26	-	0.50 ± 0.88	0.039†
Range (D)	-0.58 ~ 0.41	-	-1.30 ~ 1.23	
Eyes within (%)				
±0.25 D	43	-	35	
±0.5 D	83	-	78	
±1.0 D	96	-	96	
±1.5 D	100	-	100	

Values are presented as mean ± SD.

PE = prediction error; D = diopters.

*Analysis of variance (ANOVA) after absolute value conversion of PE (D); †Analysis of variance (paired t-test) after absolute value conversion of PE (D).

Pearson 상관계수를 확인해보면 A그룹, B그룹 모두에서 OA-2000[®]과 IOL Master[®]의 상관계수가 OA-2000[®]과 자동각막곡률계 간의 상관계수보다 조금 더 높게 측정되었다 (Fig. 2). OA-2000[®]은 2.0 mm 2.5 mm 3.0 mm 구역에서 ring topo 방식으로 각막곡률을 측정하며 IOL Master[®]는 각막의 2.4 mm zone의 6개의 point에서 각막곡률을 측정하며 자동각막곡률계는 각막 중심부 3.0 mm에서 각막곡률을 측정한다. 이러한 측정방법 및 측정 위치의 차이로 인해 OA-2000[®], IOL Master[®], 자동각막곡률계로 측정한 각막곡률 수치 간의 상관계수가 조금씩 차이가 나는 것이다.

A그룹에서는 측정된 안축장, 각막곡률 및 3개월 뒤 측정된 현성 굴절 검사 값의 통계학적인 차이는 없었으며 B그룹에서는 측정된 안축장 및 각막곡률의 통계학적 차이는 없었으나 3개월 뒤 측정된 현성 굴절 검사 값은 통계적으로 차이가 났고 OA-2000[®]이 A-scan에 비해 더 정확하게 예측하였다. 이는 여러 가지가 원인이 있을 수 있으며 OA-2000[®]이 안축장 길이와 각막곡률반경을 반복 측정하여 생체계측의 오차를 줄인 것이 원인이 될 수 있다. OA-2000[®]은 푸리에 도메인(Fourier-domain) 장비로 기준거울의 움직임이 없기에 감도 저하 없이 간접 정보를 획득하며 기존 IOL-Master[®] 등의 시간 도메인 광학장비에 비해 향상된 측정속도와 민감도로 계측을 한다. 또한 1초에 시간 도메인 장비가 약 10개의 A-scan 영상을 얻는데 비해 OA-2000[®]은 1초에 약 1,000개의 A-scan 영상을 얻을 수 있기에 OA-2000[®]을 사용한 계측 시 환자유발 오차와 측정 오차를 줄일 수 있다. 실제로 인공수정체 안내 삽입 시 각막 곡률반경과 안축장의 1 mm 오차는 각각 5.7D와 2.7D의 큰 굴절 오차를 유발하기에, 작은 각막 곡률반경과 안축장 측정오차는 통계적으로는 차이는 없으나(Table 2) 안내 삽입된 인공수정체에서는 유의한 예측 굴절 오차를 유발할 수 있다(Table 3). 또한 각 장비마다 측정된 생체계측 값으로 인공수정체 도수 계산 시 서로 다른 공식과 소프트웨어를 사용하는 것도 생체 계측치의 통계적 차이가 없음에도 예상 굴절력 오차의 차이가 나타나는 원인이 될 수 있다.

본 연구에서 예측 굴절 오차는 후낭하백내장이 심하지 않은 A그룹에서는 차이가 없었으나 후낭하백내장이 심한 B군에서 차이가 있었다. 그러나 기존 연구들¹⁶⁻¹⁸에서는 3가지 장비로 측정한 예측 오차를 비교하였을 경우 통계적으로 유의한 차이는 없었다고 보고하였는데 이는 본 연구는 후낭하백내장이 심한 군과 심하지 않은 군으로 구별하였고 앞선 논문들은 구별하지 않은 것이 원인일 수 있다.

본 연구의 한계점은 생체 계측 시 한 명의 환자에게 1회씩만 검사를 시행하였기에 측정오차가 발생하였을 수도 있는 것이다. 여러 번 반복 측정하여 계측을 하였다면 오차를

더 줄일 수 있었을 것이다. 또한 A그룹에 비해 B그룹은 23명으로 대상환자 수가 적어 selection bias를 유발할 수도 있었을 것이다. 추후 대상군의 수를 늘리고 계측을 반복하여 비교한다면 보다 정확한 연구를 할 수 있을 것이다. 결론적으로 후낭하백내장이 심하지 않은 백내장 환자의 경우에는 OA-2000[®], IOL Master[®], A-scan 각 기기 간의 예측 굴절 오차의 차이가 없었으나, 심한 후낭하백내장에서는 파장가변 광원(swept-source)을 이용한 저간섭성 반사계 OA-2000[®]이 A-scan에 비해 더 작은 예측 굴절 오차를 보였다.

REFERENCES

- 1) Drexler W, Findl O, Menapace R, et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 1998;126:524-34.
- 2) Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238:765-73.
- 3) Lam AK, Chan R, Pang PC. The repeatability and accuracy of axial length and anterior chamber depth measurements from the IOLMaster. *Ophthalmic Physiol Opt* 2001;21:477-83.
- 4) Wylegala E, Teper S, Nowińska AK, et al. Anterior segment imaging: Fourier-domain optical coherence tomography versus time-domain optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1410-4.
- 5) Tang M, Wang L, Koch DD, et al. Intraocular lens power calculation after previous myopic laser vision correction based on corneal power measured by Fourier-domain optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:589-94.
- 6) Moon JS, Shin JA, Bae GH, Chung SK. Comparison of biometric measurements and refractive results between applanation ultrasonography and three different interferometries. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:1720-7.
- 7) Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, et al. The lens opacities classification system III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol* 1993;111:831-6.
- 8) Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:333-40.
- 9) Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P, Loket S. Clinical comparison of a new swept-source optical coherence tomography-based optical biometer and a time-domain optical coherence tomography-based optical biometer. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:2224-32.
- 10) Telenkov SA, Mandelis A. Fourier-domain biophotonic surface depth selective amplitude and phase imaging of turbid phantoms and biological tissue. *J Biomed Opt* 2006;11:044006.
- 11) Povazay B, Hermann B, Unterhuber A, et al. Three-dimensional optical coherence tomography at 1050 nm versus 800 nm in retinal pathologies: enhanced performance and choroidal penetration in cataract patients. *J Biomed Opt* 2007;12:041211.
- 12) Grulkowski I, Liu JJ, Zhang JY, et al. Reproducibility of a long-range swept-source optical coherence tomography ocular

- biometry system and comparison with clinical biometers. Ophthalmology 2013;120:2184-90.
- 13) Grajciar B, Pircher M, Hitzengerger CK, et al. High sensitive measurement of the human axial eye length in vivo with Fourier domain low coherence interferometry. Opt Express 2008;16:2405-14.
- 14) McAlinden C, Wang Q, Pesudovs K, et al. Axial length measurement failure rates with the IOLMaster and Lenstar LS 900 in eyes with cataract. PLoS One 2015;10:e0128929.
- 15) Kim SI, Kang SJ, Oh TH, et al. Accuracy of ocular biometry and postoperative refraction in cataract patients with AL-Scan(R). J Korean Ophthalmol Soc 2013;54:1688-93.
- 16) Shin JW, Seong M, Kang MH, et al. Comparison of ocular biometry and postoperative refraction in cataract patients between Lenstar(R) and IOL Master(R). J Korean Ophthalmol Soc 2012;53:833-8.
- 17) Hoffer KJ, Shammas HJ, Savini G. Comparison of 2 laser instruments for measuring axial length. J Cataract Refract Surg 2010;36:644-8.
- 18) Stattin M, Zehetner C, Bechrakis NE, Speicher L. Comparison of IOL-Master 500 vs. Lenstar LS900 concerning the calculation of target refraction: A retrospective analysis. Ophthalmologie 2015;112:444-50.

= 국문초록 =

저간섭성 반사계, 부분 빛간섭계, 접촉식 초음파를 이용한 생체계측과 백내장수술 후 굴절력의 비교

목적: 백내장 수술 전 검사로서 OA-2000[®], IOL Master[®], A-scan을 이용한 생체 계측치를 비교하고, 후낭하백내장 군에서 수술 후 예측 굴절 오차를 비교하고자 한다.

대상과 방법: 백내장수술 대상자를 OA-2000[®], IOL Master[®], A-scan을 이용하여 전방 깊이, 각막굴절력, 안축장을 측정하였고 SRK/T 공식으로 인공수정체 도수를 결정했다. 예상 굴절력과 백내장수술 3개월 후의 실제 굴절력 간의 오차를 비교하였다.

결과: 80명의 환자, 80안을 대상으로 하였고 이 중 OA-2000[®], IOL Master[®], A-scan 3가지 장비로 안축장이 측정되었던 눈은 57안(A그룹)이었으며 IOL Master[®]로 측정이 되지 않아 OA-2000[®], A-scan만으로 측정된 눈이 23안(B그룹)이었다. A그룹과 B그룹은 후낭하백내장 정도의 차이가 있었고($p=0.001$) 측정된 안축장, 각막굴절력, 전방 깊이는 3가지 장비에서 A그룹, B그룹 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 수술 3개월 후 측정된 굴절력 예측 오차는 B그룹에서는 OA-2000[®]이 더 정확한 굴절력 예측치를 보였다($p=0.041$).

결론: 후낭하백내장이 심하지 않은 경우에는 OA-2000[®], IOL Master[®], A-scan으로 계산한 굴절력 예측 오차의 차이가 없었으나, 심한 후낭하백내장에서는 OA-2000[®]이 A-scan보다 더 정확하게 예측 굴절치를 계산하였다.

〈대한안과학회지 2017;58(1):43-49〉
