

초음파와 두 가지 부분결합간섭계를 이용한 안구의 생체 계측 비교

곽주영 · 최시환

충남대학교 의과대학 안과학교실

목적: 백내장안, 인공수정체안, 각막굴절교정수술안에서 OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®], IOL Master[®]로 측정된 생체계측의 재현성, 반복성을 비교하고, 백내장수술 후 굴절력예측의 정확성을 비교하고자 하였다.

대상과 방법: 백내장 45안, 인공수정체 31안, 각막굴절교정수술을 받은 32안을 대상으로 하였다. 각 대상군 별로 세 기기를 이용하여 계측하였다.

결과: 모든 군에서 기기에 따른 유의한 안축장의 차이는 없었고, 재현성 차이는 없었다. 모든 군에서 기기별 상대적 반복성은 모두 1.5% 이하였다. 백내장 수술 후 굴절력예측에서 기기에 따른 유의한 예측오차는 없었다. 수정체혼탁이 심하여 IOL Master[®]로 생체계측이 되지 않은 경우는 LENSTAR[®]로도 계측되지 않았다.

결론: 모든 군에서 세 기기로 측정된 안축장의 재현성과 굴절력예측은 유의한 차이가 없었고 반복성은 초음파를 이용하는 방법이 높았지만 세 기기 모두 좋은 반복성을 보였다. IOL Master[®]보다 긴 파장을 이용하는 LENSTAR[®]도 수정체혼탁이 심한 경우는 생체계측이 불가능하였다.

〈대한안과학회지 2011;52(2):169-174〉

생체계측, 수정체유화술, 인공수정체 도수계산의 발달은 백내장 수술 후 굴절상태에 대한 정확한 예측을 가능하게 하여 수술 후 환자의 만족도를 높일 수 있다.

생체계측은 초음파를 이용해 왔는데, 1999년부터 부분결합간섭계 원리를 이용한 IOL Master[®] (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)가 임상에서 쓰이기 시작하여 백내장과 굴절교정수술 후 생체계측의 정확성을 높였다.¹⁻⁶ 하나의 기기로 안축장, 전방깊이, 각막곡률까지 측정할 수 있으며, 정확한 굴절예측치를 얻을 수 있게 되었다. 최근에는 부분결합간섭계를 이용한 새로운 기기인 LENSTAR[®] (Haag Streit AG, Koeniz, Switzerland)가 개발되었다. LENSTAR[®]는 IOL Master[®]와 달리 각막중심두께, 해부학적 전방깊이, 수정체두께, 망막두께, 동공크기를 측정할 수 있다.^{2,7} IOL Master[®]로 계측된 전방깊이는 각막 전면부터 수정체 전면까지를 말한다. 반면 LENSTAR[®]는 각막중심두께를 측정할 수 있어서 IOL Master[®]와 같은 방식으로 측정된 전방깊이에서 각막중심두께를 제외한 실제 전방깊이를 계측할 수

있고 이를 해부학적 전방깊이라고 한다.

본 연구에서는 백내장안, 인공수정체안, 굴절교정수술안 세 군에서 초음파 계측계인 OcuScan[®]RxP (Alcon, Cleveland, TN, USA)과 부분결합간섭계인 LENSTAR[®], IOL Master[®]로 생체계측을 실시하여 재현성과 반복성을 비교해보고자 하였다. 백내장안에서는 수술 전 굴절력 예상치와 수술 후 구면렌즈 대응치를 비교하여 굴절력예측오차를 비교하고자 하였다. 또한 LENSTAR[®]는 IOL Master[®]보다 긴 파장을 이용할 수 있어 투과력이 좋다. 이에 수정체혼탁 정도에 따라 두 기기 사이의 생체계측 가능여부에 차이가 있는지 비교하고자 하였다.

인공수정체 삽입 후 인공수정체혼탁이나 위치이상 발생한 경우 수술 전 생체계측 정보가 없을 때는 인공수정체가 삽입된 상태에서 생체계측이 필요하다. 이에 인공수정체안을 대상으로 세 가지 기기로 생체계측을 하였다. 또한 엑시머 레이저 각막굴절수술을 받은 환자에서 백내장 발생으로 생체계측할 경우를 예상하여 세 가지 기기를 이용한 생체계측치를 비교하고자 하였다.

■ 접수 일: 2010년 2월 19일 ■ 심사통과일: 2010년 9월 8일
■ 게재허가일: 2011년 1월 17일

■ 책임저자: 최 시 환
대전광역시 중구 대서동 640
충남대학교병원 안과
Tel: 042-280-7609, Fax: 042-255-3745
E-mail: shchoi@cnu.ac.kr

대상과 방법

2009년 7월부터 2009년 9월까지 충남대학교병원 안과에서 백내장으로 진단받고 수정체유화술과 인공수정체삽입술을 받은 45명 45안, 인공수정체안을 가진 31명 31안, 굴절

Table 1. Patient characteristics

	Cataractous eyes	Pseudophakic eyes	Eyes with refractive surgery
Eye number (eyes)	35	31	32
Mean age (yr)	67.18 ± 8.6	67.71 ± 9.3	26.2 ± 2.88
Male : Female	17 : 18	16 : 19	11 : 21

교정수술을 받은 32명 32안을 대상으로 하였다(Table 1).

백내장 45안은 동일 술자에 의한 이측 투명 각막절개를 이용한 수정체유화술 및 인공수정체 내삽술을 받았고, 동일한 인공수정체(Acrysof®, SN60WF, Alcon Laboratories Inc. Fort Worth, TX, USA)를 사용하였다. 백내장 45안 중 10안은 수정체혼탁이 심하여 부분결합간섭계인 LENSTAR®, IOL Master®로 생체계측을 하지 못했다. 인공수정체안은 31안을 대상으로 하였다. OcuScan®RxP은 초음파가 아크릴 재질의 인공수정체를 통과할 때의 속도인 2,120 m/sec로 설정하여 계측하였다. LENSTAR®와 IOL Master®는 아크릴 인공수정체 계측모드를 이용하여 측정하였다. 각막굴절교정수술 32안에는 라식수술을 받은 24안, 라섹수술을 받은 8안이 포함되었다.

각 대상군은 OcuScan®RxP, LENSTAR®, IOL Master®를 이용하여 세 번의 생체계측을 시행하였다. 세 번의 계측 중 두 번은 동일한 검사자에 의해서 시행되었고, 한 번의 검사는 다른 한 명의 검사자에 의해 시행되었다.

검사자간의 재현성은 서로 다른 검사자가 계측한 측정치를 paired *t*-test를 이용하여 비교하였다. 동일한 검사자가 두 번 시행한 계측치 중 무작위로 선택한 한 번의 계측치와 다른 검사자가 시행한 계측치를 비교하였다. 계측기기 사이의 재현성은 변동계수(coefficient of variation: 표준편차/평균 ×100, %)를 이용하여 비교하였다. 변동계수는 서로 다른 평균과 표준편차를 가졌을 때 산포도를 비교하는 수치로 변동계수가 낮을수록 산포도가 낮고, 재현성이 높다.⁸

반복성은 동일한 검사자가 시간을 두고 검사한 두 측정값을 Bland Altman limits of agreement를 이용하여 분석하였다. 95%신뢰도는 측정치의 ±1.96 standard deviation으로 측정되었다. 이 값을 반복계수(COR: coefficient of repeatability)로 표시하였고, 이는 평균값의 영향을 받으므로 비교를 위해서 상대적 반복성(RR: relative repeatability, %, COR×100/mean value)을 구하여 세 기기 간의 측정값을 비교하였다.^{9,10} 상대적 반복성이 낮을수록 반복성은 좋다.

OcuScan®RxP을 이용하여 안축장을 측정할 경우 각막곡률은 manual keratometer (Inami, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. LENSTAR®, IOL Master®로 측정한 군에서는 각 기기에서 측정된 각막굴절력 값을 사용하였다. A 상수는 제조사에서 제시한 값(118.7)을 사용하였다. 인공수정체 도수계산은 SRK/T 공식을 이용하였고, 수술 후 4

주째 외래 추적관찰된 31안은 현성굴절검사를 시행하여 굴절력을 측정하였다.

예측오차는 백내장 수술 전 SRK/T공식으로 계산한 예상 굴절력과 수술 후 4주째 측정된 실제 굴절력 간의 차이로 정하였다. 평균 예측오차 값을 비교하여 예측치가 실제치에 비하여 전반적으로 높거나 낮게 나타나는 것을 알 수 있다. 하지만 양의 오차와 음의 오차가 상쇄되는 문제가 있어 예측오차 절대값을 비교하였다.¹¹ 각 군에서 세 기기 간의 예측오차의 비교는 평균 예측오차 값과 예측오차의 절대값의 평균을 ANOVA를 이용하여 비교하였다.

세 군에서 OcuScan®RxP, LENSTAR®, IOL Master®로 계측된 안축장의 상관관계는 Pearson 상관계수를 이용하여 분석하였다. *p*값의 유의수준은 0.05미만으로 하였고 통계 분석에는 SPSS version 12.0 for windows (SPSS INC. Chicago, IL, USA)와 MedCalc (MedCalc Software bvba, Mariakerke, Belgium)를 사용하였다.

결 과

백내장안의 경우 OcuScan®RxP, LENSTAR®, IOL Master®로 각각 계측한 값이 23.34 ± 0.94 mm, 23.45 ± 0.92 mm, 23.40 ± 0.93 mm였다. LENSTAR®로 측정할 경우가 가장 길게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(*p*>0.05). 인공수정체안은 OcuScan®RxP, LENSTAR®, IOL Master®로 계측한 결과 23.74 ± 1.62 mm, 23.73 ± 1.57 mm, 23.71 ± 1.61 mm로 측정되었으며, OcuScan®RxP로 측정할 경우가 가장 길게 나왔으나 유의한 차이가 없었다(*p*>0.05). 굴절교정수술안에서는 OcuScan®RxP, LENSTAR®, IOL Master®로 계측한 값이 26.33 ± 1.01 mm, 26.32 ± 0.99 mm, 26.36 ± 1.01 mm였다. IOL Master®로 계측한 경우가 가장 길었으나 유의한 차이는 없었다(*p*>0.05). 백내장안에서 각 기기별(OcuScan®RxP, LENSTAR®, IOL Master®) paired *t*-test를 이용한 두 검사자간의 재현성은 *p*-value가 0.30, 0.41, 0.40으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 변동계수를 구하면 4.02%, 3.92%, 3.97%였다(Fig. 1, Table 2). 인공수정체안에서 각 기기별(OcuScan®RxP, LENSTAR®, IOL Master®) paired *t*-test를 이용한 두 검사자간의 재현성은 *p*-value가 0.10, 0.30, 0.41로 유의한 차이를 보이지 않았다. 세 계측기기로 측정할 변동계수는 6.82%, 6.61%,

Table 2. Comparison of mean axial length between two practitioners (Mean \pm SD, mm)

		Ocuscanrxp [®]	Lenstar [®]	IOL master [®]
Cataractous eyes	Practitioner 1	23.32 \pm 0.94	23.46 \pm 0.97	23.40 \pm 0.94
	Practitioner 2	23.35 \pm 0.95	23.42 \pm 0.94	23.40 \pm 0.93
	<i>p</i> -value	0.30	0.41	0.40
Pseudophakic eyes	Practitioner 1	23.76 \pm 1.61	23.74 \pm 1.65	23.72 \pm 1.63
	Practitioner 2	23.73 \pm 1.62	23.71 \pm 1.65	23.71 \pm 1.63
	<i>p</i> -value	0.10	0.30	0.41
Eyes with refractive surgery	Practitioner 1	26.34 \pm 1.02	26.31 \pm 1.01	26.36 \pm 1.01
	Practitioner 2	26.32 \pm 1.03	26.33 \pm 1.01	26.38 \pm 1.01
	<i>p</i> -value	0.16	0.17	0.47

*Statistical significance were tested by paired *t*-test.

Table 3. Mean values and reliabilities of each instruments (Mean \pm SD)

	Instruments	Axial length (mm)	Difference (mm)	COR (mm)*	RR (%) [†]
Cataractous eyes	Ocuscanrxp [®]	23.34 \pm 0.94	0.00 \pm 0.03	\pm 0.07	0.41
	Lenstar [®]	23.46 \pm 0.97	0.00 \pm 0.16	\pm 0.34	1.46
	IOL master [®]	23.40 \pm 0.93	0.00 \pm 0.11	\pm 0.23	0.99
Pseudophakic eyes	Ocuscanrxp [®]	23.75 \pm 1.62	0.00 \pm 0.03	\pm 0.09	0.29
	Lenstar [®]	23.72 \pm 1.65	0.00 \pm 0.17	\pm 0.34	1.45
	IOL master [®]	23.71 \pm 1.63	0.00 \pm 0.15	\pm 0.30	1.29
Eyes with refractive surgery	Ocuscanrxp [®]	26.32 \pm 1.03	0.00 \pm 0.01	\pm 0.03	0.13
	Lenstar [®]	26.32 \pm 1.01	0.00 \pm 0.02	\pm 0.05	0.21
	IOL master [®]	26.37 \pm 1.01	0.00 \pm 0.04	\pm 0.07	0.30

*Coefficient of repeatability; [†]Relative repeatability.

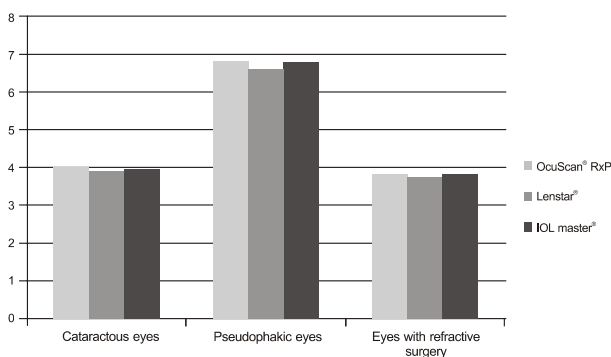


Figure 1. Comparison of coefficients of variation.

6.79%였다(Fig. 1, Table 2). 굴절교정수술안에서 각 기기별 (OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®], IOL Master[®]) paired *t*-test를 이용한 두 검사자간의 재현성은 *p*-value가 0.16, 0.17, 0.47로 유의한 차이를 보이지 않았다. 변동계수는 각 3.83%, 3.76%, 3.83%였다(Fig. 1, Table 2). 세 군에서 LENSTAR[®]가 변동계수가 가장 적어 기기별 재현성이 가장 좋았다(Fig. 1).

상대적 반복성(Relative Repeatability)은 OcuScan[®]RxP가 각 군별로 0.41%, 0.29%, 0.13%로 세 계측 기기 중에서 가장 좋은 반복성을 보였다(Fig. 2, Table 3). 하지만 모든 군에서 부분결합간섭계를 이용한 방법으로 측정 한 상대적 반복성 역시 1.5%를 넘지 않아 반복성이 좋은 것을 알 수 있다. 수술 전 세 기기로 생체계측을 시행하였

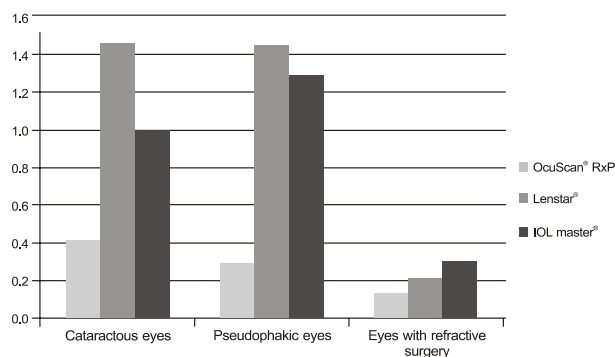


Figure 2. Comparison of relative repeatability (%).

던 백내장 35안 중 현성굴절검사를 시행한 31안을 대상으로 예측오차를 비교하였다. 각 기기별 예측오차는 0.06 \pm 0.29Diopter, 0.05 \pm 0.35Diopter, 0.03 \pm 0.36Diopter로 측정되었다. 각 계측 기기별로 비교한 결과 유의한 차이는 없었다. 절대 예측오차는 각 계측 기기 별로 0.22 \pm 0.19Diopter, 0.27 \pm 0.22Diopter, 0.25 \pm 0.25Diopter로 측정되었고, 절대 예측오차 역시 예측오차와 마찬가지로 유의한 차이가 없었다(Table 4).

백내장안에서 부분결합간섭계인 IOL Master[®]로 생체계측을 시행하지 못한 10안(성숙백내장 5안, 경도 4이상인 백내장 1안, 후낭하 혼탁 3안, 피질 혼탁 1안)은 LENSTAR[®]도 생체계측을 할 수 없었다. 부분결합간섭계로 계측할 수

Table 4. Refractive results : Comparison of Ocuscanrxp[®], Lenstar[®] and IOL master[®] (Mean \pm SD, Diopters)

	Prediction error			
	Ocuscanrxp [®] (Diopter)	Lenstar [®] (Diopter)	IOL master [®] (Diopter)	p-value [†]
Mean PE (mean \pm SD) [*]	0.06 \pm 0.29	0.05 \pm 0.35	0.03 \pm 0.36	0.950
Abs PE (mean \pm SD) [*]	0.22 \pm 0.19	0.27 \pm 0.22	0.25 \pm 0.25	0.649

^{*}Prediction error; [†]ANOVA; ^{*}Absolute prediction error.

없었던 백내장안 모두에서 초음파를 이용한 측정은 가능하였다. 모든 군에서 각 기기 별로 측정된 안축장은 유의한 상관관계를 보였다(Pearson's correlation coefficient ≥ 0.9 , p -value < 0.05).

고 찰

백내장 수술 후 굴절상태는 환자의 삶의 질에 큰 영향을 미친다. 수술 후 굴절상태는 여러 요인들에 의해 영향을 받는데, Olsen¹²은 안축장의 측정오차, 수술 후 전방깊이의 예측오차, 각막곡률반경의 측정오차 등이 영향을 준다고 하였고, 이 중 안축장 측정오차가 백내장 수술 후 굴절상태 이상의 54%를 차지한다고 하였다. 안축장계측 시 0.1 mm의 오차가 생기면 수술 후 굴절력의 오차는 평균 0.28Diopter가 생긴다. 따라서 백내장 환자에서 정확한 안축장 측정이 필요하며, 보다 정확한 안축장 측정을 위해 여러 가지 방법이 이용되어 왔다.

안축장을 측정하는 방법에는 접촉식 초음파(A-scan)를 이용하는 방법, 침수식(immersion technique) 초음파를 이용하는 방법, 부분결합간섭의 원리를 이용하는 방법이 있다. 접촉식 초음파를 이용하는 방법은 대략 200 μ m 정도의 해상도와 100 μ m 정도의 정확성을 가지고 있다. 하지만 접촉에 의한 불편감, 각막 손상, 접촉성 감염이 생길 수 있는 단점이 있으며 침수식(immersion type)에 비해 0.1-0.3 mm 정도 안축장이 짧게 측정된다.¹³⁻¹⁷ 1990년대 들어 빛 간섭 단층촬영과 비슷한 원리를 이용한 부분결합간섭(partial coherence interferometer)의 원리가 소개되기 시작하였고, 초음파에 비하여 높은 30 μ m의 정확성이 있으며, 이는 초음파를 대신하여 생체계측을 위한 방법이 될 것으로 기대를 받고 있다. 상업적으로 처음 사용된 기기는 IOL Master[®]이다.^{2,18-20}

IOL Master[®]는 적외선 영역(wavelength 780 nm)의 광선을 이용하여 광학적으로 안축장을 측정하며 해상도는 ± 0.02 nm이다.^{21,22-24} 기존의 초음파 기기와는 달리 각막의 굴절력, 전방깊이, 각막의 직경 등의 정보도 얻을 수 있다.^{25,26} 그러나 백내장 정도가 심한 경우, 황반부 질환이 있는 경우, 실리콘 기름을 삽입한 경우에 정확도가 떨어진다.²⁷⁻³⁰

LENSTAR[®]는 IOL Master[®]와 비교하여 각막중심두께,

해부학적 전방깊이, 수정체 두께, 망막 두께, 동공 크기 측정이 가능하다. LENSTAR[®]는 IOL Master[®]가 diode laser 방식을 이용하여 부분결합간섭을 만드는 것과 달리 super luminescence diode laser를 이용해서 부분결합간섭을 만든다. 이를 통해 820 nm의 파장을 이용하여 생체계측을 할 수 있다.³¹ IOL Master[®]보다 긴 파장을 이용하므로 투과력이 좋다. IOL Master[®]와 달리 한 번의 측정으로 모든 계측치를 얻을 수 있으며 20초 내외의 시간이 소요된다. Fercher et al³²에서 연구되던 전기통신용 micrometer 단위의 반사 기술이 적용된 첫 임상적 기기이다.³¹

여러 연구를 통해 LENSTAR[®]는 기존의 IOL Master[®]와 비슷한 재현성, 반복성, 굴절예측치의 정확성을 지녔다고 보고되었다.^{2,7,31} Cruysberg et al⁷은 건강한 수정체를 가진 100안에 대해서 Visante anterior-segment optical coherence tomography[®], LENSTAR[®], IOL Master[®]를 이용하여 재현성을 비교하였다. 이 연구에서 LENSTAR[®]는 기존에 쓰이던 다른 두 기기와 비교하여 비슷한 정도의 재현성을 보였다. Holzer et al²은 100안의 건강한 수정체안에서 LENSTAR[®], IOL Master[®]로 계측된 값들의 상관관계와 각막굴절도를 비교하였다. 전방깊이는 통계적으로 유의하지 않지만 낮은 상관관계를 보였고 안축장 및 각막 굴절도는 높은 상관관계를 보였다. 이 두 연구는 정상 수정체안을 대상으로 하였다. 이를 통해 기기 간의 재현성과 상관관계를 파악하는데 도움이 되었지만 실제 백내장안을 대상으로 하지는 않았다. Buckhurst et al²⁹은 백내장안을 대상으로 OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®], IOL Master[®]을 이용하여 생체계측을 하였고 임상적으로 의의를 갖지는 못하지만, 안축장과 전방깊이는 유의한 차이가 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 생체계측치 중 인공수정체 도수 결정에 가장 큰 영향을 미치는 안축장을 OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®], IOL Master[®]를 이용하여 계측하였고 모든 군에서 재현성은 유의한 차이를 보이지 않았다. 백내장, 인공수정체안, 각막굴절교정수술안에서 OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®], IOL Master[®]로 안축장계측 시 검사자에 따른 영향이 없음을 알 수 있다. 또한 백내장, 인공수정체안, 각막굴절교정수술안에서 OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®], IOL Master[®]의 변동계수는 LENSTAR[®]가 가장 낮았고, 기기별 재현성의 비교에서 LENSTAR[®]가 가장 좋았다. 백내장안, 인공수정체안, 각

막굴절교정수술안에서 안축장계측 시 반복성은 초음파를 이용한 방법이 부분결합간섭계를 이용하는 방법보다 좋았다. 초음파를 이용하는 방법이 동일한 검사자가 시간을 두고 반복적으로 안축장계측을 했을 때 계측값의 차이가 적음을 의미한다. 하지만 부분결합간섭계를 이용하는 방법 역시 1.5%이하의 상대적 반복성을 보여 세 기기 모두 좋은 반복성을 보인다. 백내장안에서 OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®], IOL Master[®]로 계측된 값으로 기기 별 프로그램을 이용하여 실제 인공수정체 도수를 계산하였고, 수술 후 현성굴절검사와 비교하였다. 기기별 도수 예측의 정확도는 유의한 차이가 없었다. 이는 백내장안에서 인공수정체 도수계산 시 어떤 기기를 사용하여도 도수 예측 정확도에 영향을 미치지 않는다는 것을 뜻한다.

부분결합간섭계를 사용하는 IOL Master[®]로 안축장계측을 하였을 때 수정체혼탁이 심한 경우 정확도가 떨어진다고 보고되었다.^{27,28-30,33} 본 연구에서도 수정체혼탁이 심하여 IOL Master[®]로 생체계측을 시행하지 못한 10안은 LENSTAR[®]로도 생체계측을 할 수 없었다. LENSTAR[®]는 super luminescence diode laser를 이용해서 IOL Master[®]보다 긴 파장을 얻는다. 이로 인해 생체계측 시 더 높은 투과력을 얻을 수 있다. 하지만 본 연구에서는 두 기기의 투과력의 차이로 인해 IOL Master[®]로 생체계측이 되지 않았던 눈에서 LENSTAR[®]로 생체계측을 할 수 있는 경우는 없었다.

OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®], IOL Master[®]로 측정된 안축장은 백내장안, 인공수정체안, 각막굴절교정수술을 받은 눈에서 검사자간의 재현성의 유의한 차이가 없었다. 각 기기를 이용하여 서로 다른 검사자가 생체계측을 하여도 그 결과가 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그 중에서도 LENSTAR[®]는 변동계수가 가장 적어 기기별 재현성이 가장 좋았고, 이는 서로 다른 검사자가 생체계측을 하였을 때 그 차이가 기기들 중 가장 적음을 의미한다. 모든 군에서 반복성은 초음파를 이용하는 방법이 부분결합간섭계를 이용하는 방법보다 좋았다. 초음파를 이용하는 방법이 시간을 두고 같은 검사자에 의해서 생체계측된 값의 차이가 적음을 의미한다. 하지만 부분결합간섭계를 이용하는 기기들의 상대적 반복성 역시 1.5% 이하여서 모든 군에서 세 기기 모두 좋은 반복성을 보인다. 어느 기기로 굴절력예측을 하여도 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

참고문헌

- 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) Holzer MP, Mamusa M, Auffarth GU. Accuracy of a new partial

- coherence interferometry analyser for biometric measurements. Br J Ophthalmol 2009;93:807-10.
- 3) Hitzenberger CK. Optical measurement of the axial eye length by laser Doppler interferometry. Invest Ophthalmol Vis Sci 1991;32: 616-24.
- 4) Gimbel HV, Sun R. Accuracy and predictability of intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2001;27:571-6.
- 5) Holladay JT. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry and intraocular lens power calculations. J Cataract Refract Surg 1997;23:1356-70.
- 6) Doh HJ, Sah WJ, Myong YW, et al. Accuracy of intraocular lens power in cataract patients underwent excimer laser PRK. J Korean Ophthalmol Soc 1999;40:2145-51.
- 7) Cruysberg LP, Doors M, Verbakel F, et al. Evaluation of the LENSTAR LS 900 non-contact biometer. Br J Ophthalmol 2009; 94:106-10.
- 8) Kim HS, Kim JH, Kim HM, Song JS. Comparison of corneal thickness measured by specular, US pachymetry, and Orbscan in post-PRK eyes. J Korean Ophthalmol Soc 2007;48:245-50.
- 9) Altman DG, Bland JM. Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. Statistician 1983;32:307-17.
- 10) Moon SW, Kim ES, Kim YG, et al. The comparison of macular thickness measurements and repeatabilities between time domain and spectral domain OCT. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50: 1050-9.
- 11) Hwang JS, Lee JH. Comparison of the IOL master(R) and A-scan ultrasound : refractive results of 96 consecutive cases. J Korean Ophthalmol Soc 2007;48:27-32.
- 12) Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg 1992;18:125-9.
- 13) Chung JK, Choe CM, You YS, Lee SJ. Biometry with partial coherence interferometry and ultrasoundgraphy in high myopes. J Korean Ophthalmol Soc 2006;47:355-61.
- 14) Hitzenberger CK. Optical measurement of the axial eye length by laser Doppler interferometry. Invest Ophthalmol Vis Sci 1991;32: 616-24.
- 15) Butcher JM, O'Brien C. The reproducibility of biometry and keratometry measurements. Eye 1991;5:708-11.
- 16) Raj PS, Ilango B, Watson A. Measurement of axial length in the calculation of intraocular lens power. Eye 1998;12:227-9.
- 17) Packer M, Fine IH, Hoffman RS, et al. Immersion A-scan compared with partial coherence interferometry: outcomes analysis. J Cataract Refract Surg 2002;28:239-42.
- 18) Hill W, Angeles R, Otani T. Evaluation of a new IOLMaster algorithm to measure axial length. J Cataract Refract Surg 2008;34:920-4.
- 19) Rose LT, Moshegov CN. Comparison of the Zeiss IOLMaster and applanation A-scan ultrasound: biometry for intraocular lens calculation. Clin Experiment Ophthalmol 2003;31:121-4.
- 20) Connors R 3rd, Boseman P 3rd, Olson RJ. Accuracy and reproducibility of biometry using partial coherence interferometry. J Cataract Refract Surg 2002;28:235-8.
- 21) Eleftheriadis H. IOLMaster biometry: refractive results of 100 consecutive cases. Br J Ophthalmol 2003;87:960-3.
- 22) Vogel A, Dick HB, Krummenauer F. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry : intraobserver and interobserver reliability. J Cataract Refract Surg 2001;27:1961-8.
- 23) Kiss B, Findl O, Menapace R, et al. Biometry of cataractous eyes

- using partial coherence interferometry: clinical feasibility study of a commercial prototype I. J Cataract Refract Surg 2002;28:224-9.
- 24) 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.
- 25) Kielhorn I, Rajan MS, Tesha PM, et al. Clinical assessment of the Zeiss IOLMaster. J Cataract Refract Surg 2003;29:518-22.
- 26) Choi JH, Roh GH. The reproducibility and accuracy of biometry parameter measurement from IOL Master (R). J Korean Ophthalmol Soc 2004;45:1665-73.
- 27) Németh J, Fekete O, Pesztenlehrer N. Optical and ultrasound measurement of axial length and anterior chamber depth for intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg 2003;29:85-8.
- 28) Tehrani M, Krummenauer F, Blom E, Dick HB. Evaluation of the practicality of opticalbiometry and applanation ultrasound in 253 eyes. J Cataract Refract Surg 2003;29:741-6.
- 29) Freeman G, Pesudovs K. The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOLMaster. Acta Ophthalmol Scand 2005;83:439-42.
- 30) Parravano M, Oddone F, Sampalmieri M, Gazzaniga D. Reliability of the IOLMaster in axial length evaluation in silicone oil-filled eyes. Eye 2007;21:909-11.
- 31) Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Shah S, et al. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. Br J Ophthalmol 2009;93:949-53.
- 32) Fercher AF, Mengedocht K, Werner W. Eye-length measurement by interferometry with partial coherent light. Opt Lett 1988;13:186-8.
- 33) Song BY, Yang KJ, Yoon KC. Accuracy of partial coherence interferometry in intraocular lens power calculation. J Korean Ophthalmol Soc 2005;46:775-80.

=ABSTRACT=

Comparison of Ocular Biometry Measured by Ultrasound and Two Kinds of Partial Coherence Interferometers

Joo Young Kwag, MD, Si Hwan Choi, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Chungnam National University College of Medicine, Daejeon, Korea

Purpose: To evaluate the reproducibility and repeatability of biometry in cataractous eyes, pseudophakic eyes and eyes having undergone refractive surgery. The OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®] and IOL Master[®] instruments were compared, as were. The accuracies of the refractive results after cataract surgery.

Methods: The biometries of 45 cataractous eyes, 31 pseudophakic eyes, and 32 eyes having undergone refractive surgery were measured by two practitioners using OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®] and IOL Master[®] instruments. The paired *t*-test was used to compare the reproducibilities in the three groups.

Results: There were no differences in axial length among the groups when using any of the instruments. There was no significant difference in the repeatability regardless of the instrument used, although. In the cataractous eyes, pseudophakic eyes and eyes with refractive surgery, OcuScan[®]RxP showed the highest repeatability. However, we knew that all three instruments were excellent in the repeatability because the difference was less than 1.5%. The Prediction error of the instruments with regard to refractive results could not be determined after cataract surgery. In some patients with severe cataract, measurement was impossible for both the LENSTAR[®] and IOL Master[®] instruments.

Conclusions: In all groups, OcuScan[®]RxP, LENSTAR[®] and IOL Master[®] showed no significant differences with regard to reproducibility or prediction of refractive power after surgery. Among three groups, the repeatability was rather high in the existing ultrasound method than in the partial coherence interferometers. In some patients with severe cataract, measurement was impossible for both the LENSTAR[®] and IOL Master[®] instruments.

J Korean Ophthalmol Soc 2011;52(2):169-174

Key Words: Biometry, IOL Master[®], LENSTAR[®], Partial coherence interferometers

Address reprint requests to **Si Hwan Choi, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chungnam National University Hospital
#640 Daesa-dong, Jung-gu, Daejeon 301-721, Korea
Tel: 82-42-280-7609, Fax: 82-42-255-3745, E-mail: shchoi@cnu.ac.kr