

## 4가지 접촉식 초음파를 이용한 생체계측 시 백내장수술 후 굴절력 예측의 비교

### Comparison of Ocular Biometry Measured Using Four Applanation Ultrasonographic Biometry Devices

임병수<sup>1</sup> · 이상규<sup>2</sup> · 김은철<sup>1</sup>

Byung Su Lim, MD<sup>1</sup>, Sang Kyu Lee, MD<sup>2</sup>, Eun Chul Kim, MD<sup>1</sup>

가톨릭대학교 의과대학 부천성모병원 안과 및 시과학교실<sup>1</sup>, 강남밝은성모안과<sup>2</sup>

Department of Ophthalmology and Visual Science, Bucheon St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea College of Medicine<sup>1</sup>, Bucheon, Korea  
Kangnam St. Mary's LASIK Center<sup>2</sup>, Seoul, Korea

**Purpose:** To compare ocular biometry measured using 4 applanation ultrasonographic biometry devices and evaluate the accuracies of the refractive outcomes after cataract surgery.

**Methods:** A total of 60 eyes in 60 patients who received cataract surgery were included in the present study. The axial length was measured using applanation ultrasonographic biometry devices (Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, P37-II®). Additionally, keratometry was measured using an autokeratometer (Topcon KR 8000) and the SRK/T formula was used to calculate intraocular lens (IOL) power. Two months after cataract surgery, the refractive outcome was determined, and results from the 4 different applanation ultrasonographic biometry devices were compared.

**Results:** Axial lengths were  $23.52 \pm 1.45$  mm,  $23.51 \pm 1.04$  mm,  $23.54 \pm 1.58$  mm, and  $23.52 \pm 1.38$  mm measured using Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, and P37-II®, respectively with no statistically significant differences observed ( $p = 0.92$ ). The mean absolute error (MAE) of the Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, and P37-II® was  $0.41 \pm 0.32$  diopter (D),  $0.40 \pm 0.30$  D,  $0.36 \pm 0.26$  D, and  $0.39 \pm 0.26$  D, respectively. The mean numerical error (MNE) was  $0.39 \pm 0.37$  D,  $0.36 \pm 0.32$  D,  $0.26 \pm 0.29$  D, and  $0.38 \pm 0.32$  D, respectively. The differences between the 4 different applanation ultrasonographic biometry devices were not statistically significant ( $p = 0.90$ ,  $p = 0.81$ ).

**Conclusions:** The ocular biometric measurements and prediction of postoperative refraction using Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, P37-II® showed no significant differences.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(11):1631-1635

**Key Words:** Applanation ultrasonographic biometry, A-scan, Axial length, Refractive error

■ Received: 2014. 2. 21.

■ Revised: 2014. 6. 26.

■ Accepted: 2014. 10. 3.

■ Address reprint requests to Eun Chul Kim, MD  
Department of Ophthalmology, College of Medicine, The  
Catholic University of Korea, Bucheon St. Mary's Hospital,  
#327 Sosa-ro, Wonmi-gu, Bucheon 420-717, Korea  
Tel: 82-32-340-2125, Fax: 82-32-340-2661  
E-mail: eunchol@hanmail.net

\* This work was supported by National Research Foundation of  
Korea Grant funded by the Korean Government  
(2012R1A1A1038648).

백내장 수술 후 굴절상태는 여러 요인들에 의해 영향을 받는데, Olsen은 백내장 수술 후 요구되는 굴절력에 이르지 못하는 이유로 안축장의 측정오차(54%), 수술 후 전방깊이의 예측오차(38%), 각막굴절력의 측정오차(8%) 등이 영향을 준다고 하였고, 안축장 계측 시 0.1 mm의 오차가 생기면 수술 후 굴절력의 오차는 평균 0.28D가 생긴다고 하였다.<sup>1</sup> 이에 백내장 환자에서 정확한 안축장 측정이 필요하며, 보다 정확한 안축장 측정을 위해 여러 가지 방법이 이용되

어왔다.

안축장을 측정하는 방법으로 주로 접촉식 초음파를 이용한 방법이 사용되어왔으나, 1999년부터 부분결합간섭(partial coherence interferometry) 원리를 이용한 IOL master<sup>®</sup> (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)가 임상에서 쓰이기 시작하였다. IOL master<sup>®</sup>가 개발된 이후 광학을 이용한 안구생체계측 장비인 Lenstar<sup>®</sup> (Haag Streit AG, Koeniz, Switzerland) 및 AL scan<sup>®</sup> (Nidek, Japan) 등이 임상에 도입되었다.

여러 연구에서 부분결합간섭계를 이용한 백내장 수술 후 굴절 예측치나 안축장, 전방 깊이의 안구 생체계측 측정에 있어 비교적 높은 정확성과 재현성이 보고되었다.<sup>2,3</sup> 하지만 부분결합간섭계를 이용한 계측은 각막 병변이나 후낭하 백내장, 심한 백내장 같이 매체의 혼탁이 심한 경우나 주시가 불가능한 경우 측정이 되지 않고,<sup>4,6</sup> 포괄수가제의 의료 환경에서 장비의 도입은 추가 비용부담이 발생하기 때문에 초음파 방식의 생체계측이 백내장 수술에서 아직도 중요한 역할을 하고 있으나 현재 국내에서 사용 중인 초음파 생체계측 장비들에 대한 비교 연구는 시행된 바가 없다.

이에 본 연구에서는 백내장 수술에서 생체계측 장비로 여전히 중요한 역할을 하고 있는 접촉식 초음파 방식(A-scan) 4가지 생체계측 장비의 계측치를 비교하고, 백내장수술 후 굴절력 예측의 정확성을 비교하고자 하였다.

## 대상과 방법

2012년 6월부터 2012년 11월까지 본원에서 동일 술자에 게 2.2 mm 이측 투명 각막절개를 이용한 수정체유화술을 시행 받고, 인공수정체에 따른 굴절력 오차를 배제하기 위해 동일한 인공수정체(HOYA AF-1<sup>®</sup>, HOYA Corporation, Tokyo, Japan)를 후방 삽입한 60명 60안을 대상으로 전향적으로 조사하였다.

안축장이 22.0-25.0 mm인 경우를 대상으로 하였으며, 각막질환, 녹내장, 당뇨망막병증, 망막앞막, 연령관련황반변성, 포도막염 등 다른 안과적 질환이 합병된 환자나 전층 각막이식술이나 굴절교정수술, 녹내장 수술 등 과거에 안과 수술을 시행 받았던 환자는 본 연구에서 제외되었다. 수술 중 인공수정체의 위치에 영향을 줄 수 있는 전낭손상, 후낭파열, 모양체소대해리 등의 합병증 발생한 경우 및 수정체낭내적출술을 시행한 경우는 대상에서 제외하였다.

접촉식 초음파 방식 4가지 계측 장비, Aviso<sup>®</sup> (Quantel Medical, Inc., Clermont-Ferrand, France), Hi-Scan<sup>®</sup> (OPTIKON 2000, Rome, Italy), UD-6000<sup>®</sup> (Tomey GmbH, Erlangen, Germany), P37-II<sup>®</sup> (Paradigm Medical Industries, Inc., Utah, USA)를 이용하여 안축장을 측정하였다.

검사는 한 명의 숙련된 검사자에 의해 시행되었으며, 점안마취제(Alcaine<sup>®</sup>, Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX, USA)로 마취한 후, 원거리 목표를 주시하게 한 후 측정하였다. 검사 중 안구를 압박하지 않도록 주의하면서 측정하였고, 검사는 3차례 반복하여 측정하였으며 검사치 간 차이가 큰 경우는 연구에서 제외하였다. 인공수정체 도수 계산은 SRK/T 공식을 이용하였다. 각막 굴절력은 자동굴절검사(Topcon KR 8000, Topcon Corporation, Tokyo, Japan)를 통해 얻은 값을 사용하였고, 각 기기별 측정된 안축장에 대입하여 기기에 내장된 프로그램을 이용하여 계산하였다. A 상수는 제조사에서 제시한 값(118.7)을 사용하였다. 목표 도수는 예측치를 기준으로 정시에 가장 가까운 근시값으로 정하였다. 술 후 2개월째 현성 굴절검사를 시행하여 얻어진 술 후 실제 굴절력의 구면렌즈 대응치와 각 기기들이 예측한 수술 후 굴절력을 비교하였다.

수술 전 예상 굴절력의 구면렌즈 대응치와 수술 후 실제 굴절력의 구면렌즈 대응치의 차이를 평균 실제오차(Mean Numerical Error, MNE)로 계산하여 음의 값인 경우 술 전 목표보다 원시화된 것으로, 양의 값인 경우 근시화된 것으로 평가하였다. 또한 실제오차의 절대값을 구하고 이를 평균하여 평균 절대오차(Mean Absolute Error, MAE)로 정의하여 인공수정체 도수계산의 정확성을 평가하였다.

자료는 평균(표준편차)과 최소값과 최대값의 범위로 제시하였다. 통계학적인 분석은 SPSS 18.0 version (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 각 기기들 간의 비교는 Repaeated measure ANOVA 및 Kruskal-Wallis test를 이용하였다. *p*값의 유의수준은 0.05 미만으로 하였다.

## 결 과

총 60명, 60안을 대상으로 하였고, 모든 수술은 후낭파열 등의 합병증 없이 시행되었으며, 술 후 각막절개창의 방수 유출은 관찰되지 않았다. 환자의 평균 연령은  $68.3 \pm 10.5$  세(51-89세)였다. 수술 전 측정된 안축장의 평균은 Aviso<sup>®</sup>, Hi-Scan<sup>®</sup>, UD-6000<sup>®</sup>, P37-II<sup>®</sup>에서 각각  $23.52 \pm 1.45$ ,  $23.51 \pm 1.04$ ,  $23.54 \pm 1.58$ ,  $23.52 \pm 1.38$  mm로 측정되었다. 4가지 기기의 안축장 측정치는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Repaeated measure ANOVA,  $p=0.92$ ).

술 후 굴절력의 평균 절대오차(MAE)는 Aviso<sup>®</sup>는  $0.41 \pm 0.32$ D, Hi-Scan<sup>®</sup>는  $0.40 \pm 0.30$ D, UD-6000<sup>®</sup>는  $0.36 \pm 0.26$ D, P37-II<sup>®</sup>는  $0.39 \pm 0.26$ D로 4가지 기기에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.90$ , Table 1). 평균 실제오차(MNE)는 Aviso<sup>®</sup>, Hi-Scan<sup>®</sup>, UD-6000<sup>®</sup>, P37-II<sup>®</sup>에서 각각  $0.39 \pm 0.37$ ,  $0.36 \pm 0.32$ ,  $0.26 \pm 0.29$ ,  $0.38 \pm 0.32$ D로 통계

**Table 1.** The differences between target refraction and refraction after cataract operation

|           | Aviso®      | Hi-scan®    | UD-6000®    | P37-II®     | p-value* |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| MAE       |             |             |             |             | 0.90     |
| Mean ± SD | 0.41 ± 0.32 | 0.40 ± 0.30 | 0.36 ± 0.26 | 0.39 ± 0.26 |          |
| Range     | 0.02-1.22   | 0.03-1.34   | 0.00-1.15   | 0.00-1.30   |          |
| MNE       |             |             |             |             | 0.81     |
| Mean ± SD | 0.39 ± 0.37 | 0.36 ± 0.32 | 0.26 ± 0.29 | 0.38 ± 0.32 |          |
| Range     | -0.56-1.32  | -0.62-1.39  | -0.57-1.33  | -0.59-1.30  |          |

MAE = mean absolute error; MNE = mean numerical error.

\*Kruskal-Wallis test.

**Table 2.** Percentage of cases predicted to within ±0.50 D, ±1.00 D, and ±1.50 D of each groups

| Device       | Eye within* |        |        |        |
|--------------|-------------|--------|--------|--------|
|              | 0.50 D      | 1.00 D | 1.50 D | 2.00 D |
| Aviso® (%)   | 79          | 96     | 100    | 100    |
| Hi-scan® (%) | 79          | 97.5   | 100    | 100    |
| UD-6000® (%) | 75          | 97     | 100    | 100    |
| P37-II® (%)  | 73.5        | 98     | 100    | 100    |

D = diopter.

\*Percentage of eyes within 0.50 D, 1.00 D, 1.50 D, and 2.00 D from intended refraction.

적으로 유의한 차이를 보이지 않았고( $p=0.81$ , Table 1), 네 기기 모두 근시화 경향을 보였다.

각 기기에 따른 결과의 분포를 보면 평균 절대오차(MAE)가 0.50D 미만인 경우는 Aviso® 79%, Hi-Scan® 79%, UD-6000® 75%, P37-II® 73.5%이고, 1.00D 미만은 각각 96%, 97.5%, 97%, 98%이고, 1.50D 미만은 네 기기 모두 100%였다(Table 2).

## 고 찰

백내장 수술에서 인공수정체 도수를 결정하기 위해서는 정확한 안축장 측정이 필요하며, 보다 정확한 안축장 측정을 위해 여러 가지 방법이 개발 및 이용되고 있다.

백내장 수술 시 삽입되는 인공수정체의 도수 값 결정에 있어서 주로 초음파를 이용해 오다가 부분결합간섭(partial coherence interferometry) 원리를 이용한 측정방법이 소개된 후, 현재 임상에서 널리 쓰이고 있다. 초음파를 이용한 안축장 측정 시 종축의 해상력은 150-200  $\mu\text{m}$ 이고, 정확도는 약 100-150  $\mu\text{m}$  정도이지만, 부분결합간섭계를 이용한 방법을 이용한 측정법들은  $\pm 0.02$  mm의 해상도와 30  $\mu\text{m}$ 의 정확성을 보인다.<sup>7,8</sup> 부분결합간섭계를 이용한 방법은 전방 깊이, 각막굴절력, 안축장 등을 측정할 수 있으며, 국소마취제의 점안 없이 비접촉 측정이 가능하여 감염의 위험이 없고, 검사가 쉬운 장점이 있다.<sup>9</sup> 그러나 각막병변, 후낭하 백내장, 백내장 정도가 심한 경우, 심한 백내장 같이 매체의 혼탁이 심한 경우, 주시가 불가능한 경우, 황반부 질환이 있는 경우, 실리콘 기름을 삽입한 경우에는 부분결합간섭

계를 이용한 안축장 측정의 정확도가 떨어지며, 측정을 못하는 경우가 8-10%에 이른다.<sup>4,5</sup> 이러한 이유로 생체계측 장비의 발달에도 아직까지 초음파 방식이 안축장 측정의 가장 기본적인 검사로 이용된다.

초음파 방식(A-scan) 생체계측계는 탐침자의 트랜스듀서에서 생성된 초음파가 안구를 통과하면서 각막 전후면, 수정체 전후면 및 망막의 내경계막 등 음향적 성질이 다른 조직의 경계면에서 반사되어 트랜스듀서를 통해 수신되어 측정된다. 반사파는 1차원의 시간에 따른 초음파의 신호로 표시되는데 X-축에 초음파의 진행시간을, Y-축에 초음파 신호의 진폭크기를 나타낸다. 이를 분석하여 생체계측이 이루어진다. 본 연구에 이용된 접촉식 초음파(A-scan) 방식 4가지 기기, Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, P37-II®의 초음파 원리 및 기기의 특성은 제조사에 따라 의미 있는 차이점이 없었다(Table 3).

현재 널리 사용되는 초음파 방식에는 접촉식 방식(contact method)과 침수식 방식(immersion method)이 있는데, 접촉식 방식의 경우 각막에 직접 접촉하면서 검사자가 각막을 누를 수 있어서 비접촉 방식보다 전방 깊이와 안축장이 짧게 측정될 수 있다. 하지만 침수식 방식의 경우, 침수 실린더를 사용하므로 환자의 불편감과 검사시간이 증가하게 되어 사용에 제한이 있다. 침수식 방식으로 측정할 경우, 접촉식 방식에 비해 0.14-0.47 mm 더 길게 측정된다는 보고가 있지만, 계측치의 차이가 없다는 보고도 있다.<sup>10,11</sup> 숙련된 검사자의 경우 각막함입 없이 정확히 측정할 수 있고, 접촉식 초음파에 완충장치를 사용한 경우 가능할 수 있다고 하였다.<sup>12</sup> 본 연구에서도 숙련된 기술자 1인에 의해 검사

**Table 3.** Technical information of Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, P37-II®

| Variable               | Aviso®   | Hi-Scan®  | UD-6000®  | P37-II®  |
|------------------------|--|---|---|--|
| Frequency (MHz)        | 11   | 10  | 10  | 10   |
| Gain (dB)              | 110  | 115   | 80  | 98   |
| Diameter of tip (mm)   | 6  | -   | 5.3   | -  |
| Resolution (mm)        | 0.04   | 0.015   | 0.01  | 0.01   |
| Measuring mode         | Contact, immersion   | Contact, immersion  | Contact, immersion  | Contact, immersion   |
| Biometry accuracy (mm) | ±0.04  | Adjustable  | ±0.1  | ±0.06  |
| Measuring range (mm)   | 10-45  | 1-60  | 15-40   | 15-39  |
| IOL formulas           | SRK-T, SRK II,<br>HOLLADAY,<br>BINKHORST-II,<br>HOFFER-Q, HAIGIS | SRK-T, SRK II,<br>HOLLADAY,<br>HOFFER-Q, HAIGIS,<br>Post-refractive<br>(Camellin-Calossi) | SRK-T, SRK II,<br>HOLLADAY,<br>HOFFER-Q, HAIGIS,<br>Showa | SRK-T, SRK II,<br>HOLLADAY,<br>BINKHORST-II,<br>HOFFER-Q, HAIGIS |
| Velocity               | Adjustable for each<br>segment                                   | Preset for each segment<br>or modified by user  | -   | -  |
| Number of measurement  | 10   | 5   | 10  | 8-10   |

IOL = intraocular lens.

가 수행되었으며, 오차를 줄이기 위해 3차례 반복하여 측정치 간 차이가 큰 경우는 연구에서 제외하였다.

본 연구는 접촉식 초음파 방식의 4가지 기기, Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, P37-II®의 인공수정체 도수 예측의 정확성을 비교하였다. 4가지 기기별 평균 실제오차와 평균 절대오차는 통계적으로 유의한 차이가 보이지 않았다. 이는 인공수정체 도수계산 시 어떤 기기를 사용하여도 도수 예측 정확도에 영향을 미치지 않는다는 것을 뜻한다. 그리고 평균 실제오차에서 4가지 기기 모두에서 근시화 경향을 보였다. 인공수정체의 술 후 위치가 변화하여 근시화되는 현상에 대해서 그 이유를 정확히 밝혀지지 않았지만 Wirtitsch et al<sup>13</sup>은 수정체낭과 인공수정체의 결합과 위축에 의해 인공수정체의 수술 후 위치가 변하며, 특히 다중 지지부를 갖는 인공수정체가 일체형 인공수정체와 비교하여 술 후 위치 변화가 더하다고 보고하였다. 본 연구에 사용된 HOYA AF-1®은 지지부가 모두 PMMA로 이루어진 삼체형 인공수정체로 지지부가 다른 재료의 삼체형 인공수정체와 일체형 인공수정체보다 더 근시화 경향을 보일 것으로 추측된다.

백내장 수술 후 굴절력 예측오차에 대한 여러 발표 결과를 확인해 보면, Kim et al<sup>14</sup>은 A-scan, IOL master®, AL scan®의 절대 예측오차는  $0.40 \pm 0.30D$ ,  $0.40 \pm 0.34D$ ,  $0.44 \pm 0.35D$ 로 세 가지 검사 방법이 통계적으로 의미 있는 차이를 보이지 않는 것으로 발표하였다. Shin and Chung<sup>15</sup>의 발표에 의하면 A-scan과 IOL master®의 평균 실제오차는  $0.32 \pm 0.23D$ ,  $0.30 \pm 0.51D$ 이고, 절대 예측오차는  $0.53 \pm 0.30D$ ,  $0.55 \pm 0.41D$ 로 굴절력 예측의 정확도가 차이가 없었다. Kwag and Choi<sup>16</sup>에 의하면 OcuScan® RxP, LENSTAR®, IOL Master®의 평균 실제오차는  $0.06 \pm 0.29D$ ,  $0.05 \pm 0.35D$ ,  $0.03 \pm 0.36D$ 이며 절대 예측오차는  $0.22 \pm 0.19D$ ,

$0.27 \pm 0.22D$ ,  $0.25 \pm 0.25D$ 로 각 방식별로 유의한 차이가 없었다. 본 연구에서 Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, P37-II®의 평균 실제오차는  $0.43 \pm 0.37D$ ,  $0.46 \pm 0.37D$ ,  $0.19 \pm 0.20D$ ,  $0.41 \pm 0.26D$ 이고, 절대 예측오차는  $0.48 \pm 0.39D$ ,  $0.50 \pm 0.44D$ ,  $0.36 \pm 0.29D$ ,  $0.49 \pm 0.40D$ 로 측정되었다. 기존 연구들과 직접적인 비교는 한계가 있지만, 본 연구의 결과 역시 기존 연구와 유사한 결과 및 근시화 경향을 보였다.

본 연구에서 4가지 기기 간 측정치는 통계적으로 높은 일치도를 보였다. 이를 통해 접촉식 초음파 기기에 관계없이 비교적 정확하게 인공수정체 도수를 예측한다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 동일한 접촉식 초음파 방식에 의한 생체계측이었음에도 4가지 기기에서 안축장 측정치 및 도수 예측에 차이가 있었다. 이는 기기 고유의 계통오차, 숙련된 검사자가 시행하였지만 초음파 트랜스듀서가 각막에 직접 접촉하는 검사 과정의 오차 등 여러 변수에 의해 오차가 발생할 가능성이 있을 것으로 추정된다. 따라서 술자는 백내장 수술 후 굴절결과는 다양한 변수들이 관여되는 것을 인지하고 인공수정체 도수 산출과 결과에 대하여 수집 및 분석, 주기적인 검사 기기의 보정, 검사자의 숙련도 향상, 인공수정체의 특성 등 변수를 조절하기 위해 노력해야 할 것이다.

더불어 본 연구는 백내장 안을 대상으로 하였으며, 위수정체안, 무수정체안을 대상으로 추가 연구 및 안축장에 따른 기기별 생체계측의 정확성에 대한 비교가 추가적으로 필요할 것으로 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. J

- Cataract Refract Surg 1992;18:125-9.
- 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) 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) Freeman G, Pesudovs K. The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOLMaster. Acta Ophthalmol Scand 2005;83:439-42.
  - 5) Tehrani M, Krummenauer F, Blom E, Dick HB. Evaluation of the practicality of optical biometry and applanation ultrasound in 253 eyes. J Cataract Refract Surg 2003;29:741-6.
  - 6) 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.
  - 7) Olsen T. The accuracy of ultrasonic determination of axial length in pseudophakic eyes. Acta Ophthalmol (Copenh) 1989;67:141-4.
  - 8) 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.
  - 9) Kielhorn I, Rajan MS, Tesha PM, et al. Clinical assessment of the Zeiss IOLMaster. J Cataract Refract Surg 2003;29:518-22.
  - 10) Hennessy MP, Franzco, Chan DG. Contact versus immersion biometry of axial length before cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2003;29:2195-8.
  - 11) Rhim JW, Kang SY, Kim HM. Comparative analysis of contact and immersion technique in ultrasonographic biometry. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:1795-9.
  - 12) Binkhorst RD. The accuracy of ultrasonic measurement of the axial length of the eye. Ophthalmic Surg 1981;12:363-5.
  - 13) Wirtitsch MG, Findl O, Menapace R, et al. Effect of haptic design on change in axial lens position after cataract surgery. J Cataract Refract Surg 2004;30:45-51.
  - 14) Kim SI, Kang SJ, Oh TH, et al. Accuracy of ocular biometry and postoperative refraction in cataract patients with AL-Scan®. J Korean Ophthalmol Soc 2013;54:1688-93.
  - 15) Shin JA, Chung SK. Comparison of the refractive results measured by ultrasound and partial coherence interferometers. J Korean Ophthalmol Soc 2013;54:723-7.
  - 16) Kwag JY, Choi SH. Comparison of ocular biometry measured by ultrasound and two kinds of partial coherence interferometers. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:169-74.

## = 국문초록 =

# 4가지 접촉식 초음파를 이용한 생체계측 시 백내장수술 후 굴절력 예측의 비교

**목적:** 4가지 접촉식 초음파 방식(A-scan) 생체계측 장비를 이용하여 얻은 계측치를 비교하고, 백내장수술 후 굴절력 예측의 정확성을 비교하고자 하였다.

**대상과 방법:** 백내장 수술이 계획된 60명 60안을 대상으로 4가지 접촉식 초음파 방식 생체계측계, Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, P37-II®를 이용하여 안축장을 측정하였다. 자동굴절검사(Topcon KR 8000)로 측정된 각막 굴절력을 대입하여 SRK/T 공식을 이용하여 예상 굴절력을 계산하였다. 술 후 2개월째 현성 굴절검사를 시행하여 얻어진 술 후 실제 굴절력의 구면렌즈 대응치와 각 기기들이 예측한 수술 후 굴절력을 비교하였다.

**결과:** 수술 전 측정된 안축장의 평균은 Aviso®, Hi-Scan®, UD-6000®, P37-II®에서 각각  $23.52 \pm 1.45$ ,  $23.51 \pm 1.04$ ,  $23.54 \pm 1.58$ ,  $23.52 \pm 1.38$  mm로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.92$ ). 술 후 굴절력의 평균 절대오차(MAE)는  $0.41 \pm 0.32$ ,  $0.40 \pm 0.30$ ,  $0.36 \pm 0.26$ ,  $0.39 \pm 0.26$ D이고, 평균 실제오차(MNE)는  $0.39 \pm 0.37$ ,  $0.36 \pm 0.32$ ,  $0.26 \pm 0.29$ ,  $0.38 \pm 0.32$ D로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.90$ ,  $p=0.81$ ).

**결론:** 4가지 접촉식 초음파 방식 생체계측계의 측정치는 통계적으로 높은 일치도를 보였고, 술 후 예측오차에서도 통계적으로 차이가 없었다.

〈대한안과학회지 2014;55(11):1631-1635〉