

## 특발성망막앞막과 황반원공 환자의 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 굴절값의 예측정확도

### Accuracy of Predictive Refraction in Combined Vitrectomy-Cataract Surgery for Epiretinal Membrane and Macular Hole

임효철<sup>1</sup> · 김경호<sup>1</sup> · 신민규<sup>2</sup> · 박성후<sup>2</sup> · 변익수<sup>1,3</sup> · 이지은<sup>2,4</sup>

Hyo Cheol Lim, MD<sup>1</sup>, Kyung Ho Kim, MD<sup>1</sup>, Min Kyu Shin, MD<sup>2</sup>, Sung Who Park, MD<sup>2</sup>,  
Ik Soo Byon, MD<sup>1,3</sup>, Ji Eun Lee, MD, PhD<sup>2,4</sup>

양산부산대학교병원 안과<sup>1</sup>, 부산대학교병원 안과<sup>2</sup>, 양산부산대학교병원 의생명융합연구소<sup>3</sup>, 부산대학교 의학전문대학원 안과학교실<sup>4</sup>

Department of Ophthalmology, Pusan National University Yangsan Hospital<sup>1</sup>, Yangsan, Korea

Department of Ophthalmology, Pusan National University Hospital<sup>2</sup>, Busan, Korea

Research Institute for Convergence of Biomedical Science and Technology, Pusan National University Yangsan Hospital<sup>3</sup>, Yangsan, Korea

Department of Ophthalmology, Pusan National University School of Medicine<sup>4</sup>, Busan, Korea

**Purpose:** To evaluate the accuracy of predictive refraction and the factors influencing the predictability in combined vitrectomy and cataract surgery.

**Methods:** We retrospectively investigated patients who received combined vitrectomy and cataract surgery for idiopathic epiretinal membrane (ERM) and macular hole (MH), followed up for a minimum of 6 months. Preoperative refraction, target refraction, postoperative refraction, predictive refraction error (target refraction - postoperative refraction), accuracy of predictive refraction error (predictive refraction error was within  $\pm 0.5$  diopter), intraocular pressure, axial length, central macular thickness, and tools that were used for intraocular lens power calculation (A-scan and IOL master) were assessed by analyzing medical records.

**Results:** A total of 176 eyes (including 132 idiopathic ERM cases and 44 MH cases) were included in this study. The accuracy of predictive refraction error was 60.8% at 6 months and there was no difference between the idiopathic epiretinal membrane group (59.8%) and the macular hole group (63.6%). There was no significant difference in predictive refraction error according to axial length and tools (IOL master vs A-scan). Predictive refraction error correlated positively with preoperative refraction ( $r = 0.227$ ;  $p = 0.002$ ). In the ERM group, predictive refraction error correlated negatively with both preoperative central macular thickness and the change in central macular thickness between, before, and 6 months after surgery ( $r = -0.211$ ;  $p = 0.015$  and  $r = -0.241$ ;  $p = 0.005$ ).

**Conclusions:** The accuracy of predictive refraction error was approximately 60% in combined vitrectomy and cataract surgery. Postoperative refraction appeared to be myopia relative to target refraction with higher preoperative myopia and thicker preoperative central macular thickness. Hence, the intraocular lens power should be determined considering the above factors.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(2):219-227

**Key Words:** Accuracy of predictive refraction, Combined vitrectomy and cataract surgery, Predictive refraction error, Refractive error

■ Received: 2014. 3. 28.

■ Revised: 2014. 10. 30.

■ Accepted: 2015. 1. 28.

■ Address reprint requests to Ik Soo Byon, MD

Department of Ophthalmology, Pusan National University  
Yangsan Hospital, #20 Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan  
626-770, Korea

Tel: 82-55-360-2592, Fax: 82-55-360-2161

E-mail: isbyon@naver.com

유리체절제술 후 가장 흔한 합병증은 백내장으로, 특히 50세 이상의 환자에서는 유리체절제술 후 백내장이 의미 있게 진행하여 추가적인 수술이 필요한 경우가 많다는 보고가 있다.<sup>1,2</sup> 유리체절제술 후 추가적인 백내장수술을 시행하는 경우에는 동시수술에 비해 목표굴절값 설정이 쉽고 목표굴절값과 술 후 굴절값과의 오차도 작은 장점이 있으

나, 수술 중 전방깊이의 변동이 심하고 후낭의 불안정성으로 인해 후낭파열의 합병증 발생이 높다.<sup>3,4</sup>

반면, 유리체절제술과 백내장 동시수술은 추가적인 수술이 필요 없고, 비용이 절감되는 장점이 있다.<sup>5</sup> 또한 주변부 유리체의 철저한 제거가 필요한 질환에서는 주변부 유리체에 접근이 쉽고 제거도 용이하다.<sup>6</sup> 하지만, 수술시간이 증가로 인해 각막투명도 유지가 어려울 수 있고, 술 후 염증이 심하며, 수술 술기가 어렵다. 또한 목표굴절값 측정이 정확하지 못하고, 수술 후 눈속 충전물의 사용과 망막상태의 변화에 따라 굴절값이 변하는 경우도 있다.<sup>7-10</sup>

최근에는 수술 장비와 술기의 발달로 인해 유리체절제술과 백내장수술을 함께 시행하는 것이 과거에 비해 용이해져 유리체절제술과 백내장 동시수술이 증가하고 있다.<sup>11,12</sup> 하지만 동시수술을 시행하는 데 앞서 망막질환의 임상적 특징, 눈속충전물의 사용유무 등에 따른 목표굴절값의 설정과 술 후 굴절값의 정확도에 대해 정확하게 알려진 바가 많지 않으며 그에 미치는 요소들에 대한 연구도 부족하다.

이에 저자들은 유리체절제술과 백내장 수술을 동시에 시행 받은 환자들 중에서 굴절값에 대한 망막두께 변화의 영향을 알아보고자 특발성 망막앞막을, 눈속 충전물의 영향을 평가하고자 황반원공을 대상으로 하여 수술 전 설정한 목표굴절값에 대한 술 후굴절값의 정확도를 조사하고 술 후 굴절값에 영향을 줄 수 있는 다른 요소들에 대해서도 알아보고자 하였다.

## 대상과 방법

2004년 1월부터 2013년 6월까지 부산대학교병원 안과와 양산부산대학교병원 안과에서 특발성 망막앞막과 황반원공으로 진단받고 유리체절제술과 백내장 동시수술을 시행 받은 환자 중 술 후 6개월 이상 경과 관찰이 가능했던 환자를 대상으로 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 눈속 수술을 받은 경험이 있는 경우, 외상의 병력이 있는 경우, 유리체 출혈 및 혼탁, 심한 백내장 등의 매체 혼탁으로 자동 굴절측정계의 측정이 어려운 경우, 안구길이측정에 오류가 있는 경우, 실리콘기름을 사용하여 수술 후 굴절값의 측정이 부정확한 경우는 연구대상에서 제외하였다.

대상환자들의 수술 전과 수술 후 3, 6개월에 최대교정시력, 안압, 굴절값을 조사하였다. 최대교정시력은 스넬렌(Snellen) 시력표를 이용하여 측정하였으며, 통계적 분석을 위해 logarithm of the minimum angle of resolution (logMAR)로 변환하였다. 굴절값은 자동각막굴절계(Canon RK-F1 full auto Ref-keratometer, USA)를 이용하여 측정하고 구면대응치(Spherical equivalent)로 환산하였다.

안구길이 측정 및 인공수정체도수결정을 위해 부산대학교병원에서는 2010년 2월까지의 안초음파(A-scan, Aviso UBM plus, Quantel medical, France)를, 2010년 3월부터 부분결합간섭계(IOL master, Carl zeiss, Germany)를 사용하였으며, 양산부산대학교병원에서는 IOL master만을 사용하여 인공수정체 도수의 결정을 하였다.

유리체절제술은 섬모체평면부를 통해 23게이지와 25게이지 유리체절제침을 이용하여 시행하였다. 사용된 유리체절제장치는 부산대학교병원에서는 2004년부터 2010년 10월까지 Associate<sup>®</sup>2500 (DORC, Zuidland, The Netherlands)을, 2010년 10월 이후 Accurus (Alcon Laboratories Inc., Texas, US)를 사용하였으며, 양산부산대학교병원에서는 Accurus만을 사용하였다. 수술은 경험이 풍부한 망막 전문의 4명에 의해 시행되었다. 동시에 시행된 백내장수술은 유리체절제술에 앞서 먼저 시행하였다. 황반원공의 경우에는 술자의 판단에 따라 육플루오로화황(SF<sub>6</sub>)이나 과플루오로프로판(C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>)을 눈속가스로 사용하였다. 삽입관을 제거한 뒤 공막창누출이 있는 경우는 8-0 vicryl로 봉합하였다.

술 후 굴절값과 목표굴절값의 차이(술 후 측정된굴절값에서 목표굴절값을 뺀 값)를 굴절값오차로 정의하고, 굴절값 오차가  $\pm 0.5$  diopter 이내인 경우를 조사하여 굴절값의 예측정확도를 구했다. 술 전 굴절값, 안구길이와 굴절값 오차 사이의 상관관계를 조사하였으며 인공수정체 도수결정에 사용된 장비(A-scan, IOL master)에 따라 술 후 굴절값, 굴절값 오차, 굴절값 예측정확도의 차이도 조사하였다. 망막앞막군은 수술 전 중심망막두께와 수술 후 중심망막두께의 변화에 따른 술 후 굴절값의 변화와 굴절값 오차를 조사하였다. 중심망막두께는 2004년부터 2009년까지 시간영역 빛간섭단층촬영(Time domain optical coherence tomography, stratus OCT, Carl Zeiss meditec, Inc., Dublin, CA, USA)을, 2010년 이후에는 공간영역빛간섭단층촬영(Spectral domain optical coherence tomography, Cirrus OCT, Carl Zeiss meditec, Inc., Dublin, CA, USA)을 이용하여 측정하였으며, 장비 간의 오차를 보정하기 위해 시간영역 빛간섭단층촬영으로 측정한 값은 50  $\mu$ m를 더하여 통계적 분석을 하였다.<sup>13,14</sup>

통계학적분석은 PASW Statistics version 18.0 (IBM, Armonk, New York, USA)을 사용하였다. 망막앞막군과 황반원공군 사이의 굴절값 예측정확도는 Chi-square test를 이용했으며, 망막질환과 굴절값 측정 장비에 따른 굴절값의 예측정확도와 굴절값 오차의 차이는 Mann-Whitney U test를 통해 분석하였다. 굴절값에 영향을 미치는 요소들과 술 후굴절값과의상관성은 Pearson's correlation을 통해 상관관계를 조사하였다. 환자의 나이, 술 전 굴절값, 술 전 중심망

막두께, 안구길이, 술 전 안압이 굴절값 예측정확도에 미치는 영향은 로지스틱 회귀분석으로 조사하였다.  $p$ 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

## 결 과

대상 환자는 176명으로 남성 42명(23.9%), 여성 134명(76.1%)이었다. 평균 나이는  $66.5 \pm 6.96$ 세(43-82세), 평균 안구길이는  $23.4 \pm 1.15$  mm (21.44-29.44 mm)였으며, 평균 굴절값은  $0.08 \pm 1.85$ D (-8.125~+3.5D)이었고, 평균 난시는 평균  $-0.56 \pm 1.02$ D (-3.00~+1.50D)이었고, 평균목표굴절값

**Table 1.** Difference between accuracy of predictive refraction error after combined vitrectomy and cataract surgery

|                | Accuracy of predictive refraction error* (%) |          |
|----------------|--|----------|
|                | 3 months                                     | 6 months |
| Total          | 52.3   | 60.8     |
| Disease        |  |          |
| ERM            | 52.3   | 59.8     |
| MH             | 52.3   | 63.6     |
| $p$ -value*    | 1  | 0.656    |
| Test equipment |  |          |
| IOL master     | 49.5   | 58.3     |
| A-scan         | 56.2   | 64.4     |
| $p$ -value*    | 0.384  | 0.412    |

ERM = epiretinal membrane; MH = macular hole; IOL = intraocular lens.

\*Actual postoperative refraction minus target refraction (spherical equivalent)  $< \pm 0.5$  D, Chi-square test.

**Table 2.** Predictive refraction error (postoperative refraction minus target refraction) in ERM and MH patients according to test equipment

|             |             | Predictive refraction error (diopter) |                  |
|-------------|-------------|---------------------------------------|------------------|
|             |             | 3 months                              | 6 months         |
| Total       |             | $-0.20 \pm 0.77$                      | $-0.18 \pm 0.77$ |
| ERM         |             | $-0.16 \pm 0.72$                      | $-0.15 \pm 0.76$ |
|             | IOL master  | $-0.24 \pm 0.76$                      | $-0.24 \pm 0.81$ |
|             | A-scan      | $-0.06 \pm 0.67$                      | $-0.03 \pm 0.67$ |
|             | $p$ -value* | 0.274                                 | 0.175            |
| MH          |             | $-0.32 \pm 0.89$                      | $-0.26 \pm 0.83$ |
|             | IOL master  | $-0.34 \pm 0.91$                      | $-0.29 \pm 0.87$ |
|             | A-scan      | $-0.28 \pm 0.87$                      | $-0.23 \pm 0.78$ |
|             | $p$ -value* | 0.751                                 | 0.798            |
| $p$ -value† |             | 0.358                                 | 0.95             |

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

ERM = epiretinal membrane; MH = macular hole; IOL = intraocular lens.

\*Comparison of predictive refraction error between A-scan and IOL master within subgroups by Mann-Whitney  $U$  test; †Comparison of predictive refraction error between ERM group and MH group by Mann-Whitney  $U$  test.

은  $-0.34 \pm 0.39$ D (-2.5~+0.16D)이었다. 망막앞막군은 132안(75%), 황반원공군은 44안(25%)이었으며, IOL master군은 73안(41.5%), A-scan군은 103안(58.5%)이었다. 23게이지 유리체절제술은 망막앞막군 97안(73.5%), 황반원공군 36안(81.8%)에서 시행하였으며, 각각 84안(86.6%), 27안(75%)에서 봉합을 하였다. 25게이지 유리체절제술은 망막앞막군 35안(26.5%), 황반원공군 8안(18.2%)에서 시행하였고, 봉합은 각각 3안(8.6%)과 1안(12.5%)에서 하였다. 두 군 사이에 수술방법과 봉합여부는 차이가 없었다.

전체 대상의 굴절값 예측정확도는 술 후 3개월에 52.3% (92/176명), 6개월에 60.8% (107/176명) 이었다. 망막앞막군에서는 각각 52.3% (69/132명), 59.8% (79/132명)였으며, 황반원공군에서는 52.3% (23/44명), 63.6% (28/44명)이었다. 망막앞막군과 황반원공군 사이에는 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 검사장비에 따른 굴절값 예측정확도는 IOL master군은 각각 49.5% (51/103명), 58.3% (60/103명)였으며, A-scan군은 56.2% (41/73명), 64.4% (47/73명)으로 두 장비 사이에 유의한 차이는 없었다(Table 1). 전체대상의 평균 술 후 굴절값은 3개월  $-0.62 \pm 0.76$ D, 6개월  $-0.59 \pm 0.82$ D이었다. 망막앞막군은 각각  $-0.57 \pm 0.74$ D,  $-0.56 \pm 0.77$ D였으며, 황반원공군은 각각  $-0.75 \pm 0.83$ D,  $-0.70 \pm 0.82$ D로 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

전체 대상의 평균 굴절값 오차는 술 후 3, 6개월에  $-0.20 \pm 0.77$ D,  $-0.18 \pm 0.77$ D이었다. 망막앞막군은  $-0.16 \pm 0.72$ D,  $-0.15 \pm 0.76$ D이었고, 그중에서 IOL master를 이용한 경우에는 각각  $-0.24 \pm 0.76$ D,  $-0.24 \pm 0.81$ D, A-scan을 이용한 경우는  $-0.06 \pm 0.67$ D,  $-0.03 \pm 0.67$ D이었다. 황반원공군의 평균 굴절값 오차는  $-0.32 \pm 0.89$ D,  $-0.26 \pm 0.83$ D이었으며, 그중에서 IOL master를 이용한 경우는  $-0.34 \pm 0.91$ D,  $-0.29 \pm 0.87$ D, A-scan을 이용한 경우는  $-0.28 \pm 0.87$ D,  $-0.23 \pm 0.78$ D이었다. 망막앞막군과 황반원공군 사이에 굴절값 오

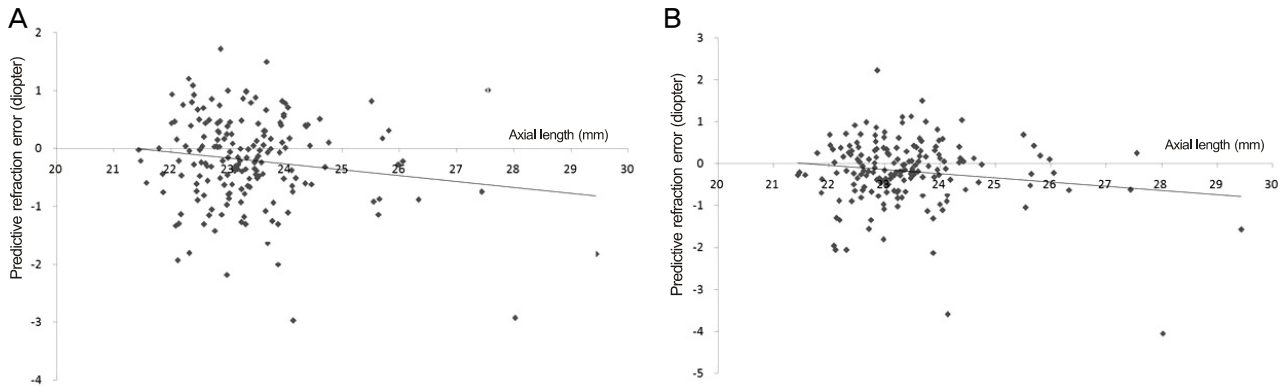
**Table 3.** Predictive refraction error (postoperative refraction minus target refraction) in ERM and MH patients according to surgical procedure

|                | Predictive refraction error (diopter) |                  |
|----------------|---------------------------------------|------------------|
|                | (6 months)                            |                  |
|                | ERM                                   | MH               |
| 23G vitrectomy | $-0.11 \pm 0.80$                      | $-0.26 \pm 0.76$ |
| 25G vitrectomy | $-0.27 \pm 0.63$                      | $-0.15 \pm 0.48$ |
| $p$ -value*    | 0.121                                 | 0.087            |
| Sutured        | $-0.11 \pm 0.76$                      | $-0.38 \pm 0.87$ |
| Sutureless     | $-0.23 \pm 0.75$                      | $-0.24 \pm 0.56$ |
| $p$ -value*    | 0.097                                 | 0.064            |

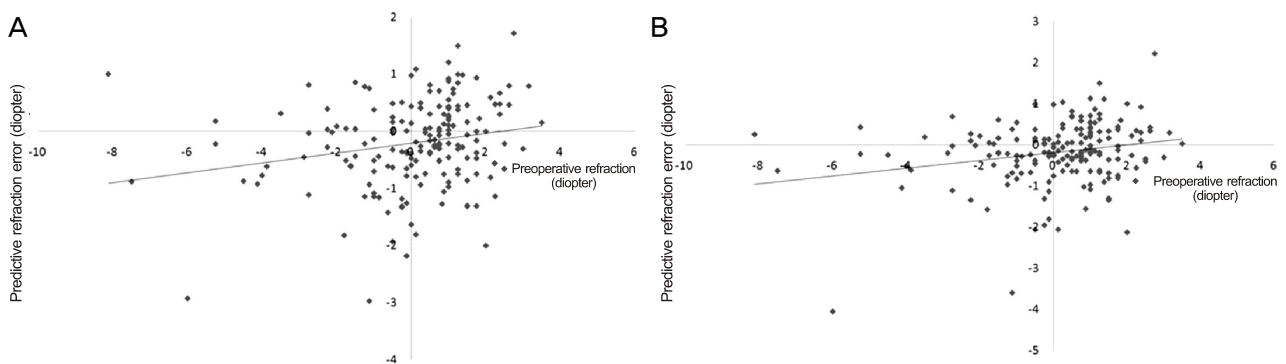
Values are presented as mean  $\pm$  SD.

ERM = epiretinal membrane; MH = macular hole.

\*Comparison of predictive refraction error according to the surgical procedures in ERM group and MH group by Mann-Whitney  $U$  test.



**Figure 1.** Correlation between axial length and predictive refraction error. There was a weak negative correlation 3 months (A) ( $r = -0.153$ ,  $p = 0.042$ ) and 6 months after surgery (B) ( $r = -0.148$ ,  $p = 0.05$ ).



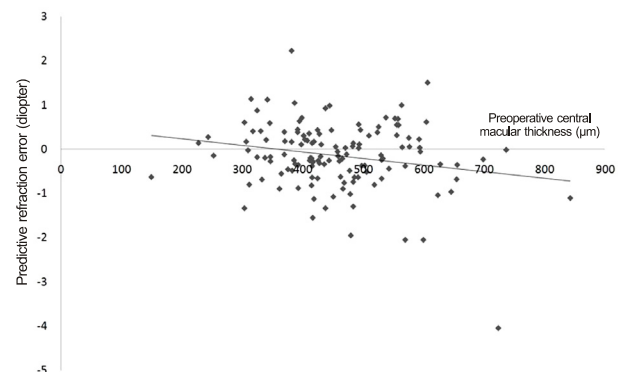
**Figure 2.** Correlation between preoperative refraction and predictive refraction error. There was a positive correlation at 3 months ( $r = 0.208$ ,  $p = 0.006$ ) (A) and 6 months ( $r = 0.227$ ,  $p = 0.002$ ) (B).

차의 차이는 없었으며, 두 군에서 모두 검사장비에 따른 차이도 없었다(Table 2).

23계이지와 25계이지 수술방법에 따른 굴절값 오차는 술 후 6개월에 망막앞막군에서 각각  $-0.11 \pm 0.80D$ ,  $-0.27 \pm 0.63D$ , 황반원공군은 각각  $-0.26 \pm 0.76D$ ,  $-0.15 \pm 0.48D$ 로 수술방법에 따른 차이는 없었다. 봉합여부에 따른 굴절값 오차는 술 후 6개월에 망막앞막의 무봉합군  $-0.23 \pm 0.75D$ , 봉합군  $-0.11 \pm 0.76D$ , 황반원공의 무봉합군  $-0.24 \pm 0.56D$ , 봉합군  $-0.38 \pm 0.87D$ 로 봉합여부에 따른 차이도 없었다(Table 3).

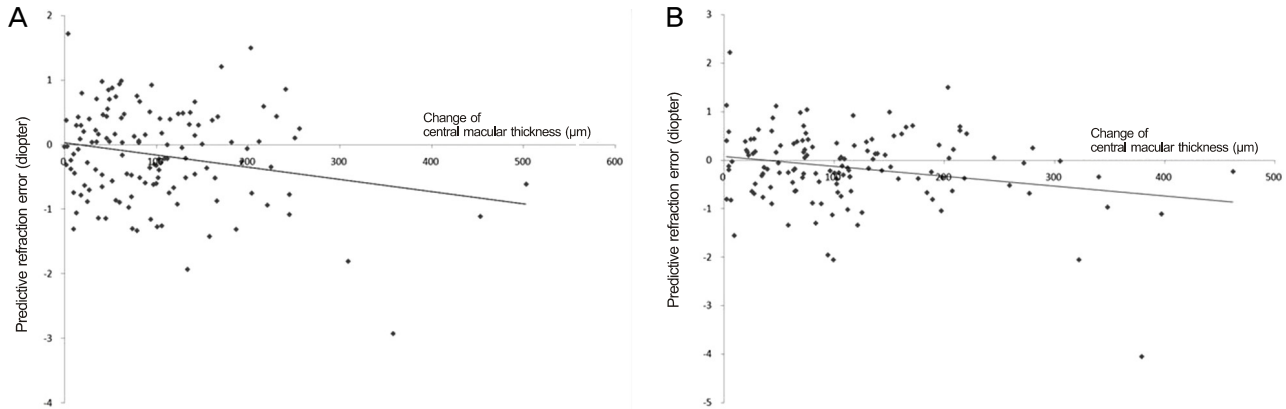
안구길이와 굴절값 오차 사이에는 술 후 3, 6개월에 유의한 근시편위를 보였으나 상관관계( $r=-0.153$ ;  $p=0.04$  and  $r=-0.148$ ;  $p=0.05$ )는 약하였다(Fig. 1). 술 전 근시의 정도와 굴절값오차는 중등도의 양의 상관관계( $r=0.208$ ;  $p=0.006$  and  $r=0.227$ ;  $p=0.002$ )를 보여 술 전 근시가 심할수록 술 후 목표굴절값보다 근시편위가 심하였다(Fig. 2).

망막앞막군에서 중심망막두께는 술 전  $454.93 \pm 107.7 \mu m$ 에서 술 후 1, 3, 6개월에  $395.4 \pm 58.7 \mu m$ ,  $372.9 \pm 55.5 \mu m$ ,  $356.6 \pm 45.8 \mu m$ 로 술 후 1개월부터 의미 있는 감소를 보였다( $p=0.017$ ). 술 전 중심망막두께는 굴절값 오차와 술



**Figure 3.** Correlation between preoperative central macular thickness and predictive refraction error. There were negative correlations between preoperative central macular thickness and predictive refraction error ( $r = -0.212$ ;  $p = 0.015$  and  $r = -0.211$ ;  $p = 0.015$ ).

후 3, 6개월에 유의한 음의 상관관계( $r=-0.212$ ;  $p=0.015$  and  $r=-0.211$ ;  $p=0.015$ )를 나타내어, 술 전 중심망막이 두꺼울수록 술 후 굴절값은 목표굴절값에 비해 더욱 근시로 편위되었다(Fig. 3). 술 후 중심망막두께의 변화량도 굴절값 오차와 유의한 음의상관관계 ( $r=-0.222$ ;  $p=0.01$  and  $r=-0.241$ ;



**Figure 4.** Correlation between change of central macular thickness and predictive refraction error. There were negative correlations between change of central macular thickness and predictive refraction error ( $r = -0.222$ ;  $p = 0.01$  and  $r = -0.241$ ;  $p = 0.005$ ) at 3 (A) and 6 (B) months.

$p=0.005$ )를 나타내, 중심망막의 두께감소가 클수록 근시편위가 심하였다(Fig. 4).

전체 대상에서 안압은 술 후 3, 6개월에  $11.9 \pm 2.85$  mmHg,  $12.5 \pm 2.98$  mmHg로 술 전  $13.7 \pm 2.85$  mmHg와 차이는 없었다. 전체 대상의 술 후 안압의 변화량은 3, 6개월에  $-1.8 \pm 3.27$  mmHg,  $-1.2 \pm 3.19$  mmHg이었으며, 망막앞막군은  $-1.9 \pm 3.28$  mmHg,  $-1.2 \pm 3.22$  mmHg, 황반원공군은  $-1.6 \pm 3.26$  mmHg,  $-1.3 \pm 3.13$  mmHg이었다. 두 군 모두 술 후 안압변화량과 굴절값 오차 사이에는 상관관계를 보이지 않았다.

환자의 나이, 술 전 굴절값, 안구길이, 중심망막두께, 술 전 안압이 굴절값 예측정확도에 미치는 영향을, 각각의 변수를 보정하여 다변량로지스틱 회귀분석으로 분석하였으나 영향을 주는 인자는 없었다(교차비: 0.864, 1.106, 0.975, 0.204, 0.103; 95% 신뢰구간: 65.47-67.53, -0.19~0.35, 23.23-23.57, 439.02-470.84, 13.28-14.12, all  $p>0.05$ ).

## 고 찰

유리체절제술과 백내장 동시수술에서 술 후 굴절값에 영향을 주는 요인으로는 불규칙한 각막난시, 심한 근시, 망막박리, 매체혼탁 등 수술 전 정확한 목표굴절값 설정에 영향을 주는 요소와 인공수정체의 위치 변화, 안구길이의 변화, 망막 상태의 변화 등의 수술 후 굴절값에 영향을 주는 요소를 생각해 볼 수 있다. 본 연구에서는 수술 전 목표굴절값의 측정이 어렵거나 오차가 큰 심한 매체혼탁과 망막박리 등을 동반한 환자를 제외하고 목표굴절값 설정에 있어서 백내장 단독수술과 비교적 차이가 작은 특발성 망막앞막과 황반원공 환자들을 대상으로 하여 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 굴절값 예측정확도와 굴절값 오차를 조사하

였다.

본 연구가 수술 전 목표굴절값 설정에 어려움이 없는 환자들을 대상으로 하였음에도 불구하고 굴절값 예측정확도는 술 후 3개월에 52.3%, 6개월에 60.8% (망막앞막군; 52.3%, 59.8%, 황반원공군; 52.3%, 63.6%)로, 일반적인 백내장 단독수술에서의 64.9-84.7%보다 다소 낮았다.<sup>15,16</sup> Lee et al<sup>16</sup>은 백내장 수술과 유리체절제술 및 백내장 동시수술의 굴절값 비교에서 굴절값 오차가  $\pm 0.5D$  이내인 경우가 술 후 6개월에 84.7%와 77.0%로, 백내장 단독수술에서 굴절값 예측정확도가 의미 있게 높았다고 하였다. Falkner-Radler et al<sup>17</sup>도 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 백내장 단독수술보다 굴절값 예측정확도가 낮으며, 이의 원인으로 깊어지는 전방, 인공수정체 위치의 이동, 안구길이의 변화, 각막중심부 굴절값의 변화 등을 제시한 바 있다. 반면 Murphy et al<sup>18</sup>은 백내장 단독수술을 한 경우에서 44.6%의 굴절값 예측정확도를 보고하였는데, 이는 본 연구의 동시수술 굴절값 예측정확도보다 낮은 결과이다. 이 연구에서 백내장 단독수술임에도 불구하고 굴절값 예측정확도가 낮았던 것은 망막색소변성증, 황반변성, 변성근시 등의 백내장과 함께 동반된 망막질환을 가진 환자들이 대상에 포함되었는데, 이로 인해 수술 전 목표굴절값의 정확한 설정이 어려웠고 술 후 굴절값변화가 컸을 수 있다. 이는 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 수술 술기의 차이뿐만 아니라, 당뇨망막증 및 녹내장 등의 동반된 안질환으로 인해 술 후 굴절값의 예측정확도가 낮게 나타날 수 있음을 의미한다.

동시수술에서 낮은 굴절값 예측정확도는 술 후 굴절값의 변화가 목표굴절값에 비해보다 근시로 이행하기에 발생한다는 보고들이 있다.<sup>17,19</sup> 본연구에서도 굴절값 오차는 술 후 3, 6개월에  $-0.2 \pm 0.77D$ ,  $-0.18 \pm 0.77D$  (망막앞막군;  $-0.16 \pm 0.72D$ ,  $-0.15 \pm 0.76D$ , 황반원공군;  $-0.31 \pm 0.89D$ ,  $-0.26$

$\pm 0.83D$ )로 목표굴절값에 비해 약간 근시로 이행되는 경향이 있었다. 동시수술에서 목표굴절값보다 근시로 이행되는 원인으로 인공수정체가 예상보다 앞에 위치하게 되는 것이 원인일 수 있다. 특히 눈속가스를 사용하는 동시수술에서는 가스가 인공수정체를 앞으로 밀어 술 후 근시를 유발하게 된다고 보고된 바 있다.<sup>20,22</sup> 본 연구에서도 눈속가스를 사용한 황반원공군은 수술 후 목표굴절값에 비해 근시 이행을 보였다.

인공수정체의 위치이동 외에도 수술 전후의 망막상태의 변화가 술 후 굴절값에 영향을 줄 수 있다. 특히 망막앞막 등의 질환에서 황반부종이 동반된 환자는 수술 후 중심망막두께의 변화가 굴절값의 변화를 야기할 수 있는데, Kovács et al<sup>19</sup>은 술 전 망막앞막이나 황반부종 등의 두꺼운 망막 상태로 인해 안구길이가 실제보다 짧게 측정되고 이로 인해 술후 굴절값이 목표굴절값에 비해 근시성 변화가 나타난다고 하였다. 본 연구에서도 망막앞막군에서 수술 전 평균 중심망막두께가  $433.78 \pm 111.84 \mu m$ 로 두꺼운 상태였으며, 중심망막두께가 두꺼울수록 수술 후 굴절값은 목표굴절값보다 근시편위됨을 확인할 수 있었다. 술 후에는 중심망막두께가 의미 있게 감소하였는데, 중심망막두께의 감소가 클수록 더욱 근시로 이행되었다.

술 후 굴절값에 영향을 주는 요소로 인공수정체 도수 결정을 위해 안구길이 측정에 사용된 장비도 고려해보아야 한다. A-scan은 접촉식 초음파를 이용하여 각막 전면에서 내경계막까지를 안구길이라고 측정하는 반면 IOL master는 760  $\mu m$  파장의 적외선 레이저 광선을 통해 반사되어 오는 간섭 신호를 이용하여 각막전면부터 망막색소상피층까지를 안구길이라고 측정한다.<sup>23,24</sup> A-scan은 측정 시 각막의 함입에 따른 안구길이의 단축 효과가 있을 수 있는데,<sup>25</sup> IOL master를 사용한 경우 A-scan에 비해 0.1-0.5 mm 가량 안구길이가 길게 측정되며,<sup>26-29</sup> 안구길이가 100  $\mu m$  달라질 경우 술 후 굴절값 0.28D 정도의 오차에 해당한다고 하였다.<sup>30</sup> 하지만, 본 연구에서는 측정 장비에 따른 술 후 굴절값의 차이를 보이지는 않았다. Haigis et al<sup>31</sup>도 술 후 굴절값이 목표굴절값보다  $\pm 1.0D$  이내인 경우가 A-scan을 사용한 경우에 86.7%, IOL master를 사용한 경우에 84.7%로 두 장비 간 차이가 없다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 하지만, Drexler et al<sup>30</sup>은 각각 72.9%, 85%로 차이가 있다고 보고하였다. 지금까지의 연구결과를 근거로 검사장비에 따른 술 후 굴절값에 대한 영향에 대해 아직 결론을 내리기엔 이른 것 같다.

유리체절제술 방법과 공막창봉합여부도 술 후 굴절값에 영향을 줄 수 있는 요소로 생각해볼 수 있다. Galway et al<sup>32</sup>과 Okamoto et al<sup>33</sup>은 20계이지 유리체절제술과 25계이지

무봉합유리체절제술에서 20계이지 수술 후 각막난시가 유발되었다고 하였다. Zhang et al<sup>34</sup>도 메타분석연구에서 무봉합 유리체절제술이 수술 후 초기 난시 유발이 작다고 보고한 바 있다. 하지만 Lee et al<sup>35</sup>은 20계이지 유리체절제술이라 하더라도 무봉합 수술에 비해 봉합 수술에서 술 후 1개월에 의미 있는 난시를 보였으나 이후에는 두 군 사이에 차이가 없었다고 하였다. Hikichi et al<sup>36</sup>도 20계이지 봉합 유리체절제술군과 23계이지 무봉합유리체절제술군의 비교 연구에서 술 후 1개월째까지는 23계이지 무봉합유리체절제술군에서 난시가 작았으나, 이후에는 두 군 사이에 차이가 없었다고 하였다. 앞서 보고된 연구들은 구경이 크고 봉합을 하는 유리체절제술은 수술 후 초기 난시를 유발할 수 있으나 시간이 지남에 따라 그 차이가 작아지는 것을 시사한다. 본 연구에서는 23계이지와 25계이지 수술방법과 공막창 봉합여부에 따른 굴절값 오차의 차이는 없었는데, 23계이지와 25계이지는 상대적으로 공막창의 크기가 작고 삽입관을 사용하므로 공막창의 손상이 작아 술 후 난시와 굴절률에 영향이 적었을 가능성이 있으며, 본 연구에서 조사한 6개월에는 봉합에 의한 영향이 거의 사라져 수술방법으로 인한 술 후 굴절률과 난시에는 영향이 적었다고 생각한다.

안구길이의 차이도 술 후 굴절값에 영향을 줄 수 있는데, Lim et al<sup>37</sup>은 안구길이가 굴절값 오차는 음의 상관관계가 있어 안구길이가 길수록 술 후 근시편위가 된다고 보고하였다. Lee et al<sup>38</sup>도 안구길이가 짧은 환자에서는  $0.18 \pm 0.61D$  원시 편위, 정상 범위 안구길이에서는  $-0.15 \pm 0.57D$  근시 편위를 보이며 안구길이가 굴절값 오차는 음의 상관관계가 있다고 하였다. 본 연구에서도 안구길이가 술 후 굴절값 오차는 음의 상관관계를 보이는 것은 있었으나 상관성이 높지는 않았다. 이는 대부분의 환자가 정상범위의 안구길이를 나타내었기 때문으로 생각한다. 한편 Dick et al<sup>39</sup>은 근시 환자에서 수술 후 목표굴절값보다  $-0.15 \pm 0.37D$ 의 근시 이행을 보인다고 하였다. 본 연구에서도 술 전 굴절값과 굴절값 오차는 양의 상관관계를 보여 술 전 근시가 심할수록 술 후 굴절값은 목표굴절값보다 근시로 나타났다.

유리체절제술과 백내장 동시수술에서 술 중 발생하는 안압변화와 공막의 탄성변화에 의해 안구길이의 변화를 초래하고 이로 인해 굴절값의 변화가 발생한다는 보고도 있다.<sup>40-42</sup> 하지만, 본 연구에서는 수술 전후의 안압이 의미 있는 변화가 없어 안압변화로 인한 굴절값의 변화를 확인할 수는 없었다.

심한 난시는 술 후 굴절값 예측정확도에 영향을 줄 수 있는 요소이다. 술 전 난시가 작은 경우에는 술 후 굴절값 예측정확도에 미치는 영향이 거의 없으나,<sup>37</sup> 2D이상의 심한 난시는 술 후 굴절값 측정에 영향을 줄 수 있다고 보고된

바 있다.<sup>43</sup> 본 연구에서는 난시가 2D이상인 대상이 5명으로 작아, 심한 난시가 술 후 굴절값의 예측정확도에 미치는 영향을 분석할 수 없었다.

백내장도 술 후 굴절값에 영향을 줄 수 있다. Prinz et al<sup>44</sup>은 수정체 상태를 Lens Opacities Classification System III (LOCS III)로 분류하였을 때, 핵백내장이 평균  $3.5 \pm 0.9$ 인 집단에서 IOL master로 측정된 안구길이는 수술 전후 평균 0.07 mm 차이를 나타내므로, 백내장의 중증도가 술 후 굴절값 예측에 영향을 미친다고 하였다. Freeman and Pesudovs<sup>45</sup>는 LOCSIII 가 3.5 이상의 심한 백내장에서는 IOL master로는 안구길이를 정확히 측정할 수 없다고도 하였다. 본 연구는 심한 백내장으로 IOL master로 정확한 술 전 값이 측정이 되지 않는 대상은 제외하였고, 의무기록에 기록된 백내장 중증도에 대한 등급분류가 체계적이지 못하여 백내장 상태가 술 후 굴절값에 미치는 영향을 확인할 수 없었다.

본 연구는 후향적 연구로서 대상환자가 적고 경과관찰 기간이 짧으며 특발성 망막앞막과 황반원공만을 대상으로 하여 모든 유리체망막질환에서 동시수술 결과를 확인할 수 없는 단점이 있었다. 하지만, 수술 전 목표굴절값 설정에 어려움이 없는 환자들을 대상으로 하였기에 동시수술에서 수술 후 굴절값 변화와 굴절값예측정확도를 평가하고 그에 영향을 주는 요소를 조사하기에는 무리가 없었다.

요약하면 특발성 망막앞막과 황반원공 환자에서 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 술 후 굴절값은 약 60%에서 목표 굴절값과  $\pm 0.5D$  이내의 정확도를 나타내었다. 수술 전 근시가 심할수록, 중심망막두께가 두꺼울수록 목표 굴절값에 비해 근시로 나타나며, 수술 후 중심망막두께의 감소가 클수록 근시 이행이 심하였다. 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 목표굴절값을 설정할 때 이를 고려하여 인공수정체 도수를 결정해야 하겠다.

## REFERENCES

- 1) Cherfan GM, Michels RG, de Bustros S, et al. Nuclear sclerotic cataract after vitrectomy for idiopathic epiretinal membranes causing macular pucker. *Am J Ophthalmol* 1991;111:434-8.
- 2) Melberg NS, Thomas MA. Nuclear sclerotic cataract after vitrectomy in patients younger than 50 years of age. *Ophthalmology* 1995;102:1466-71.
- 3) Pinter SM, Sugar A. Phacoemulsification in eyes with past pars plana vitrectomy: case-control study. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25:556-61.
- 4) Grusha YO, Masket S, Miller KM. Phacoemulsification and lens implantation after pars plana vitrectomy. *Ophthalmology* 1998; 105:287-94.
- 5) Demetriades AM, Gottsch JD, Thomsen R, et al. Combined phacoemulsification, intraocular lens implantation, and vitrectomy for eyes with coexisting cataract and vitreoretinal pathology. *Am J Ophthalmol* 2003;135:291-6.
- 6) Gu BY, Sagong M, Chang WH. Phacovitrectomy versus vitrectomy only for primary rhegmatogenous retinal detachment repair. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:537-43.
- 7) Koenig SB, Mieler WF, Han DP, Abrams GW. Combined phacoemulsification, pars plana vitrectomy, and posterior chamber intraocular lens insertion. *Arch Ophthalmol* 1992;110:1101-4.
- 8) Wensheng L, Wu R, Wang X, et al. Clinical complications of combined phacoemulsification and vitrectomy for eyes with coexisting cataract and vitreoretinal diseases. *Eur J Ophthalmol* 2009;19:37-45.
- 9) Theocharis IP, Alexandridou A, Gili NJ, Tomic Z. Combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy for macular hole treatment. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83:172-5.
- 10) Zheng QX, Wu RH, Zhang YP, et al. Anterior segment complications after phacoemulsification combined vitrectomy and foldable intraocular lens implantation. *Int J Ophthalmol* 2010;3:249-54.
- 11) Schachat AP, Oyakawa RT, Michels RG, Rice TA. Complications of vitreous surgery for diabetic retinopathy. II. Postoperative complications. *Ophthalmology* 1983;90:522-30.
- 12) Hutton WL, Pesicka GA, Fuller DG. Cataract extraction in the diabetic eye after vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 1987;104:1-4.
- 13) Legarreta JE, Gregori G, Punjabi OS, et al. Macular thickness measurements in normal eyes using spectral domain optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2008;39(4 Suppl):S43-9.
- 14) Kakinoki M, Sawada O, Sawada T, et al. Comparison of macular thickness between Cirrus HD-OCT and Stratus OCT. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2009;40:135-40.
- 15) Elder MJ. Predicting the refractive outcome after cataract surgery: the comparison of different IOLs and SRK-II v SRK-T. *Br J Ophthalmol* 2002;86:620-2.
- 16) Lee DK, Lee SJ, You YS. Prediction of refractive error in combined vitrectomy and cataract surgery with one-piece acrylic intraocular lens. *Korean J Ophthalmol* 2008;22:214-9.
- 17) Falkner-Radler CI, Benesch T, Binder S. Accuracy of preoperative biometry in vitrectomy combined with cataract surgery for patients with epiretinal membranes and macular holes: results of a prospective controlled clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34:1754-60.
- 18) Murphy C, Tuft SJ, Minassian DC. Refractive error and visual outcome after cataract extraction. *J Cataract Refract Surg* 2002;28: 62-6.
- 19) Kovács I, Ferencz M, Nemes J, et al. Intraocular lens power calculation for combined cataract surgery, vitrectomy and peeling of epiretinal membranes for macular oedema. *Acta Ophthalmol Scand* 2007;85:88-91.
- 20) Patel D, Rahman R, Kumarasamy M. Accuracy of intraocular lens power estimation in eyes having phacovitrectomy for macular holes. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1760-2.
- 21) Schweitzer KD, Garcia R. Myopic shift after combined phacoemulsification and vitrectomy with gas tamponade. *Can J Ophthalmol* 2008;43:581-3.
- 22) Hwang HS, Jee D. Effects of the intraocular lens type on refractive error following phacovitrectomy with gas tamponade. *Curr Eye Res* 2011;36:1148-52.
- 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) Tehrani M, Krummenauer F, Kumar R, Dick HB. Comparison of biometric measurements using partial coherence interferometry and applanation ultrasound. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:747-52.
- 25) 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.
- 26) 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.
- 27) Kim HJ, Kim HJ, Joo CK. Comparison of IOL master, A-scan and orbscan II for measurement of axial length and anterior chamber depth. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:1519-27.
- 28) Lee JT, Song JS, Kim HM. The accuracy of axial length measurement using partial coherence interferometry. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:812-7.
- 29) Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA. Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. *Eye (Lond)* 2002;16:552-6.
- 30) 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.
- 31) 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.
- 32) Galway G, Drury B, Cronin BG, Bourke RD. A comparison of induced astigmatism in 20- vs 25-gauge vitrectomy procedures. *Eye (Lond)* 2010;24:315-7.
- 33) Okamoto F, Okamoto C, Sakata N, et al. Changes in corneal topography after 25-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy versus after 20-gauge standard vitrectomy. *Ophthalmology* 2007; 114:2138-41.
- 34) Zhang ZH, Liu HY, Wimpissinger B, et al. Transconjunctival sutureless vitrectomy versus 20-gauge vitrectomy for vitreoretinal surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251:681-8.
- 35) Lee JE, Kim KH, Kim IK, et al. Comparison of 20-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy with conventional vitrectomy. *Retina* 2010;30:1496-504.
- 36) Hikichi T, Matsumoto N, Ohtsuka H, et al. Comparison of one-year outcomes between 23- and 20-gauge vitrectomy for preretinal membrane. *Am J Ophthalmol* 2009;147:639-43.e1.
- 37) Lim LH, Lee SY, Ang CL. Factors affecting the predictability of SRK II in patients with normal axial length undergoing phacoemulsification surgery. *Singapore Med J* 2009;50:120-5.
- 38) Lee YE, Choi KR, Jun RM. Accuracy of intraocular lens power calculations according to the formulas and anterior chamber depth in short eyes. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:1338-44.
- 39) Dick HB, Budo C, Malecaze F, et al. Foldable Artiflex phakic intraocular lens for the correction of myopia: two-year follow-up results of a prospective European multicenter study. *Ophthalmology* 2009;116:671-7.
- 40) Shioya M, Ogino N, Shinjo U. Change in postoperative refractive error when vitrectomy is added to intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:1217-20.
- 41) Jeoung JW, Chung H, Yu HG. Factors influencing refractive outcomes after combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy: results of a prospective study. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:108-14.
- 42) Suzuki Y, Sakuraba T, Mizutani H, et al. Postoperative refractive error after simultaneous vitrectomy and cataract surgery. *Ophthalmic Surg Lasers* 2000;31:271-5.
- 43) Kalogeropoulos C, Aspiotis M, Stefanidou M, Psilas K. Factors influencing the accuracy of the SRK formula in the intraocular lens power calculation. *Doc Ophthalmol* 1994;85:223-42.
- 44) Prinz A, Neumayer T, Buehl W, et al. Influence of severity of nuclear cataract on optical biometry. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1161-5.
- 45) Freeman G, Pesudovs K. The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83:439-42.



---

= 국문초록 =

## 특발성망막앞막과 황반원공 환자의 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 굴절값의 예측정확도

**목적:** 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 목표굴절값의 예측정확도와 이에 영향을 주는 요소에 대해 알아보고자 한다.

**대상과 방법:** 유리체절제술과 백내장 동시수술 후 6개월 이상 경과관찰한 특발성 망막앞막과 황반원공환자를 대상으로 술 전굴절값, 목표굴절값, 술 후 굴절값, 굴절값오차(술후측정된 굴절값에서 목표굴절값을 뺀 값), 예측정확도(굴절값오차가  $\pm 0.5$  diopter 이내인 경우), 안압, 안구길이, 중심망막두께, 인공수정체 도수결정에 사용된 장비(A-scan과 IOL master) 등을 의무기록을 이용하여 후향적으로 조사하였다.

**결과:** 대상환자는 총 176안으로 망막앞막 132안, 황반원공 44안이었다. 전체환자에서 목표굴절값의 예측정확도는 6개월에 60.8%이었으며, 망막앞막군은 59.8%, 황반원공군은 63.6%으로 두 군 사이에 차이는 없었다. 안구길이, 사용된 장비(A-scan과 IOL master)에 따른 굴절값예측정확도의 차이는 없었다. 굴절값 오차는 술 전 굴절값과 양의 상관관계를 나타냈다( $r=0.227$ ;  $p=0.002$ ). 망막앞막군에서는 굴절값 오차는 술 전 중심망막두께 및 술 후 중심망막두께 변화량 모두와 음의상관관계( $r=-0.211$ ;  $p=0.015$  and  $r=-0.241$ ;  $p=0.005$ )를 나타내었다.

**결론:** 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 굴절값의 예측정확도는 약 60%였으며, 술 후 굴절값은 술 전 근시가 심할수록, 술 전 중심망막두께가 두꺼울수록 목표 굴절값보다 근시로 나타나므로, 이를 고려하여 인공수정체도수를 결정하는 것이 좋겠다.

〈대한안과학회지 2015;56(2):219-227〉

---