

# 유리체절제술과 백내장 병합수술에서 공기충전술을 시행한 경우 후낭절제술이 굴절력에 미치는 영향

## Postoperative Refractive Errors after Air Tamponade with Posterior Capsulectomy during Combined Vitrectomy and Cataract Surgery

채수혜<sup>1</sup> · 김상원<sup>2</sup> · 윤희성<sup>1</sup>

Sue Hey Chae, MD<sup>1</sup>, Sang Won Kim, MD<sup>2</sup>, Hee Seong Yoon, MD<sup>1</sup>

성모안과병원<sup>1</sup>, 부평성모안과<sup>2</sup>

Sungmo Eye Hospital<sup>1</sup>, Busan, Korea

Bupyeong St. Mary's Eye Clinic<sup>2</sup>, Incheon, Korea

**Purpose:** To evaluate the postoperative refractive errors after air tamponade with posterior capsulectomy during combined vitrectomy and cataract surgery.

**Methods:** Patients who underwent combined vitrectomy, cataract surgery, and air tamponade with or without posterior capsulectomy were reviewed. All patients were followed for 4 months after surgery. Preoperative characteristics such as anterior chamber depth, axial length, and refractive error were analyzed and refractive errors after the surgery were evaluated. The difference between the target refractions and final refractive errors after the surgery according to the biometry method, and intraocular lens power calculations, were observed.

**Results:** Fourteen eyes of 14 patients who had combined vitrectomy and cataract surgery with posterior capsulectomy and air tamponade were classified as group A, and 10 eyes of 10 patients who had combined vitrectomy and cataract surgery with only air tamponade were classified as group B. The target refraction of group A measured with A-scan biometry using the Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical (SRK/T) calculation was  $-0.21 \pm 0.22$  diopters (D), and the final refractive error at 9.5 ( $\pm 2.20$ ) months after the surgery was  $-0.52 \pm 0.54$  D. The mean difference between the two was  $-0.32 \pm 0.44$  D. The target refraction of group B measured with A-scan biometry using the SRK/T calculation was  $-0.33 \pm 0.29$  D, and the final refractive error at 9.5 ( $\pm 2.20$ ) months after the surgery was  $-0.27 \pm 0.39$  D. The mean difference between the two was  $0.06 \pm 0.53$  D.

**Conclusions:** Posterior capsulectomy during combined vitrectomy and cataract surgery with air tamponade led to myopic shifts compared with no posterior capsulectomy with air tamponade during combined vitrectomy and cataract surgery. Performing posterior capsulectomy with air tamponade during combined vitrectomy and cataract surgery should, therefore, be carefully considered. J Korean Ophthalmol Soc 2018;59(9):819-826

**Keywords:** Air tamponade, Cataract surgery, OA-2000 optical biometry, Posterior capsulectomy, Vitrectomy

■ Received: 2018. 4. 12.      ■ Revised: 2018. 6. 5.

■ Accepted: 2018. 8. 28.

■ Address reprint requests to **Hee Seong Yoon, MD**  
Sungmo Eye Hospital, #409 Haeun-daero, Haeundae-gu, Busan  
48064, Korea  
Tel: 82-51-743-0775, Fax: 82-51-743-0776  
E-mail: heesyoon@dreamwiz.com

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

유리체절제술은 망막질환을 치료하는 중요한 술기인데 유리체절제술 그 자체만으로도 백내장을 발생시키거나 그 진행을 빠르게 만들 수 있다.<sup>1-3</sup> 유리체절제술 후 백내장수술 시 수정체 소대 손상이나 후낭 파열 등 합병증 또한 증가하여 백내장수술 자체의 난이도가 높아지는 것으로 알려져 있다.<sup>4</sup> 이러한 이유들로 유리체망막질환에서 유리체절제술과 백내장을 동시에 수술하는 경우가 많이 있다.

© 2018 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

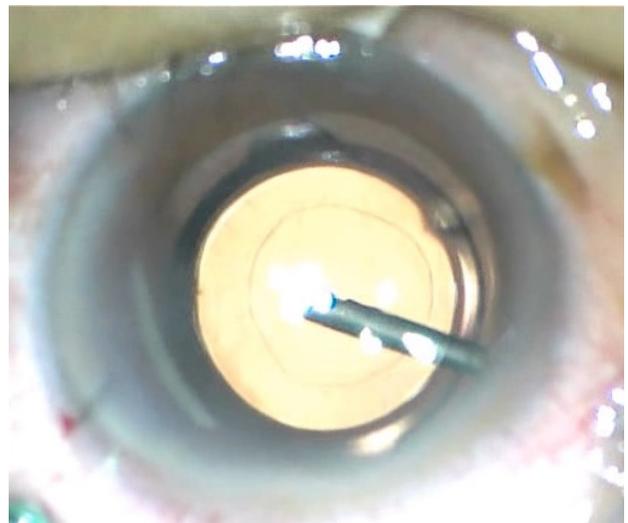
후낭혼탁은 백내장수술 후 발생하는 가장 대표적인 합병증으로 백내장 단독수술과 백내장수술과 유리체절제술을 병행하여 수술한 경우를 비교하여 살펴보면 유리체절제술을 함께 시행한 경우 후낭혼탁의 발생률이 더 높은 것으로 보고되었다.<sup>5</sup> Neodymium:yttrium-aluminum-garnet (Nd:YAG) 레이저후낭절개술(posterior capsulotomy)은 가장 대표적인 치료법으로 많이 시행되고 있는데, 이러한 레이저후낭절개술은 안압 상승, 인공수정체 위치이탈, 황반부종, 망막박리 등의 부작용을 발생시킬 수 있다.<sup>6</sup> 이러한 합병증을 예방하고 술 후 발생하는 후낭혼탁에 의한 시력 저하를 막기 위하여 유리체절제술과 백내장 병합수술 중에 유리체절제기를 이용하여 후낭절제술(posterior capsulectomy)을 시행하기도 한다. 이러한 유리체절제술과 백내장병합수술 중에 시행하는 예방적 후낭절제술이, 수술 후 시행하는 Nd:YAG 레이저후낭절개술과 비교하여도 굴절력 변화 등의 합병증 없이 좋은 치료 효과를 나타냄이 보고된 바 있다.<sup>7</sup>

눈 속 충전물 주입술은 황반원공, 망막박리 등 유리체망막수술 후 망막 유착이 필요하거나 다량의 망막하액 제거 후 발생할 수 있는 저안압 상태를 해결하는 목적으로도 사용되는데, 유리체절제술과 백내장 병합수술과 후낭절제술을 함께 시행한 후 눈 속 충전물 주입술을 시행하는 경우, 눈 속 충전물을 사용하지 않은 군에 비해 근시의 이행을 보인다는 보고가 있었다.<sup>8</sup> 하지만 충전물로 인하여 생성되는 후방으로부터의 압력이 후방절제술을 시행한 경우와 시행하지 않은 경우 인공수정체의 위치이동에 의한 전방 깊이 변화로 실제 술 후 굴절력에 얼마나 영향을 미치는지에 대하여 비교 연구한 보고는 없었다. 본 연구에서는 유리체절제기를 이용한 후낭절제술 후 시행한 공기주입술이 술 전의 안축장을 이용한 인공수정체 도수계산에 따른 예측 굴절력과 술 후 실제 굴절력 간의 차이에 미치는 영향에 대하여 알아보았다.

## 대상과 방법

2015년 12월부터 2017년 4월까지 망막질환과 백내장을 진단받고 유리체절제술과 백내장수술을 동시에 시행받은 환자들을 대상으로 하였으며 술 중 후낭절제술과 공기충전술을 모두 시행한 14안을 A군, 후낭절제술 없이 공기충전술만을 시행한 10안을 B군으로 분류하고 후향적으로 의무 기록을 분석하였다. 모든 진단과 수술은 동일한 의사에 의해서 시행되었다. 술 후 최소 6개월 이상 경과관찰이 되었던 환자들을 포함시켰으며 이전 각막질환 또는 각막 이식 등의 과거력으로 정확한 인공수정체 도수계산이 어려웠던 환자들, 술 중 필요에 따라 공기충전술 외에 SF6, C3F8 등

의 가스 충전술이나 오일 주입술을 시행한 경우, 섬모체 소대 약화 등의 이유로 섬모체고랑에 인공수정체를 위치시킨 경우, 술 후 최종 경과관찰 기간 이전에 인공수정체의 기계적인 합병증으로 재수술이 필요하였던 경우는 모두 제외하였다. 후낭절제술은 모두 동일하게 4 mm 크기로 시행하였다(Fig. 1). A군은 남자 4명 4안, 여자 10명 10안, B군은 남자 3명 3안, 여자 7명 7안이 포함되었다. A군은 평균 연령이 68세, B군은 65세였다. A군에는 황반원공 5안, 표층황반원공 4안, 망막전막 환자에서 막 제거 중 심한 견인이 발생한 경우 4안, 상부의 망막열공으로 인한 열공망막박리 1안이 포함되었다. B군은 황반원공 3안, 표층황반원공 4안, 망막전막 환자에서 막 제거 중 심한 견인이 발생한 경우 3안이 포함되었다. 수술에는 동일한 인공수정체 enVista™ (Bausch & Lomb, Inc., Rochester, NY, USA)를 사용한 경우만을 포함시켰고, 눈생체계측은 초음파 장비인 Axis Nano™ (Quantel Medical™, Clermont-Ferrand, France) (A-scan)과 OA-2000® (Tomey, Nagoya, Japan)을 이용하여 측정하였고, 기대 술 후 굴절도는 A-scan에 내장되어 있는 Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical (SRK/T) 공식과 OA-2000®에 내장되어 있는 SRK/T 공식과 Haigis 공식을 이용하여 계산하고 비교해 보았다. 굴절검사는 Autorefractor (KR-8900®, Topcon Corp, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 수술 후 1, 2, 4, 6개월째, 그리고 마지막 경과관찰 시점인 평균 9.5 (±2.20)개월째 실제 굴절력과 예측 굴절력의 차이를 계산하였다. 굴절력은 구면렌즈대응치(spherical equivalent, SE)로 계산하였다.



**Figure 1.** Clinical intraoperative photograph of the anterior segment showing the center of the posterior capsule removed using vitreous cutter. The posterior capsule was removed curvilinearly and completely.

통계학적 분석은 SPSS ver. 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였고 시력의 경우 logarithm of minimal angle of resolution (logMAR) 값으로 변환하여 분석하였으며, 두 군 간의 나이, 수술 전 굴절력, 수술 전 망막두께 등은 Mann-Whitney test를 이용하여 분석하였다. 각각의 생체계측법과 계산 공식에 따른 측정값의 두 그룹 간의 비교에서는 Mann-Whitney test를 이용하고 동일 그룹에서의 생체계측법에 따른 굴절 오차값의 비교, 계산 공식에 따른 굴절 오차값의 비교에서는 Wilcoxon signed ranks test를 이용하였다. *p*-value가 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다. 본 연구는 헬싱키선언에 입각한 성모안과병원의 연구 윤리 심의위원회(institutional review board, IRB)의 승인하에 진행되었다(승인번호: 2018-BM-01).

## 결 과

유리체절제술과 백내장 병합수술을 시행하고 후낭절제술과 공기충전술을 함께 시행받은 A군의 평균 연령은 67.6세, 평균 경과관찰 기간은 6.37개월이었으며 술 전 최대교정시력은  $0.47 \pm 0.21$  logMAR, 중심망막두께는  $379.7 \pm 79.8$   $\mu$ m였다. 유리체절제술과 백내장 병합수술을 시행하고 후낭절제술 없이 공기충전술만을 시행받은 B군의 평균 연령은 64.9세, 평균 경과관찰 기간은 8.27개월이었으며 술 전 최대교정시력은  $0.43 \pm 0.26$  logMAR, 중심망막두께(central macular thickness, CMT)는  $414.5 \pm 65.1$   $\mu$ m였다. 모든 값에서 두 군 간의 유의한 차이는 없었다(*p*=0.378, *p*=0.349, *p*=0.389, *p*=0.235). 술 전 구면렌즈대응치는 A군

$-0.17 \pm 1.13$ 디옵터(D), B군  $0.62 \pm 1.68$  D로 측정되었으며 두 군 간의 유의한 차이는 없었다(*p*=0.161). 술 전 평균 앞방깊이(anterior chamber depth)는 A군  $3.05 \pm 0.28$  mm, B군  $3.18 \pm 0.42$  mm, 안축장은 A군  $23.53 \pm 0.65$  mm, B군  $23.08 \pm 0.91$  mm로 모두 두 군 간의 유의한 차이는 없었다(*p*=0.364, *p*=0.169) (Table 1). A-scan에 내장된 SRK/T 공식을 이용한 경우, 술 전 예측 굴절력은 A군  $-0.21 \pm 0.22$  D, B군  $-0.33 \pm 0.29$  D, OA-2000® (Tomey)에 내장된 SRK/T를 이용한 경우, 술 전 예측 굴절력은 A군  $-0.12 \pm 0.28$  D, B군  $-0.23 \pm 0.51$  D, OA-2000® (Tomey)에 내장된 Haigis를 이용한 경우, 술 전 예측 굴절력은 A군  $-0.49 \pm 0.32$  D, B군  $-0.35 \pm 0.29$  D로 각각의 경우에 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(*p*=0.151, *p*=0.992, *p*=0.357). 이렇게 예측된 굴절값에 의하여 결정된 인공수정체는 A군에서  $22.2 \pm 1.91$  D, B군에서  $22.5 \pm 1.79$  D였으며 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(*p*=0.563) (Table 2, Fig. 2). 술 후 1, 2, 4, 6개월째 그리고 마지막 경과관찰 시점인 평균 9.5 ( $\pm 2.20$ )개월째 확인된 최종 굴절력은 A군에서 1개월째  $-0.59 \pm 0.54$  D, 2개월째  $-0.41 \pm 0.41$  D, 4개월째  $-0.44 \pm 0.51$  D, 6개월째  $-0.51 \pm 0.67$  D, 최종  $-0.52 \pm 0.54$  D로 나타났으며, B군에서는 1개월째  $-0.28 \pm 0.67$  D, 2개월째  $-0.37 \pm 0.52$  D, 4개월째  $-0.41 \pm 0.39$  D, 6개월째  $-0.31 \pm 0.43$  D, 최종  $-0.27 \pm 0.39$  D로 측정되었다(Table 3). 두 군 간의 술 전, 술 후 CMT를 비교해 본 결과 술 전, 술 후 모두 A군과 B군 간의 CMT는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며(*p*=0.235, *p*=0.084), 각각의 군에서 수술 전과 수술 후의 CMT를 비교해 본 결과 두 군 모두에서 수

**Table 1.** Baseline characteristics of posterior capsulectomy with air tamponade (group A) and only air tamponade (group B)

Characteristics	Group A (n = 14)	Group B (n = 10)	<i>p</i> -value*
Number of eyes	14 eyes	10 eyes	-
Gender (male:female)	4:10	3:7	-
Age (years)	$67.6 \pm 5.8$	$64.9 \pm 5.8$	0.378
Duration of follow-up (months)	$6.37 \pm 1.98$	$8.27 \pm 4.26$	0.349
Preoperative UCVA (logMAR)	$0.56 \pm 0.19$	$0.54 \pm 0.26$	0.662
Preoperative BCVA (logMAR)	$0.47 \pm 0.21$	$0.43 \pm 0.26$	0.389
Central macular thickness ( $\mu$ m)	$379.7 \pm 79.8$	$414.5 \pm 65.1$	0.235
Preoperative sphere (diopter)	$0.35 \pm 1.02$	$1.34 \pm 1.54$	0.051
Preoperative cylinder (diopter)	$-1.07 \pm 0.71$	$-1.43 \pm 0.47$	0.112
Preoperative spherical equivalent (diopter)	$-0.17 \pm 1.13$	$0.62 \pm 1.68$	0.161
K1 (keratometry, diopter)	$44.3 \pm 1.4$	$44.2 \pm 1.8$	0.953
K2 (keratometry, diopter)	$44.4 \pm 1.5$	$43.9 \pm 1.9$	0.428
Corneal astigmatism (diopter)	$-0.86 \pm 0.5$	$-0.81 \pm 0.41$	0.929
Anterior chamber depth (mm)	$3.054 \pm 0.28$	$3.18 \pm 0.42$	0.364
Axial length (mm)	$23.53 \pm 0.65$	$23.08 \pm 0.91$	0.169

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

UCVA = uncorrected visual acuity; BCVA = best corrected visual acuity; K = keratometry.

\*Statistical analysis performed using Mann-Whitney test for categorical variables.

술 전과 수술 후 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ , in both) (Table 4). 최종 관찰시점인 평균 9.5 ( $\pm 2.20$ )개월째 측정된 실제 구면렌즈대응값과 술 전 예측 굴절력과와의 차이를 계산해 보았다. A-scan에 내장된 SRK/T 공식을 이용한 경우, A군은  $-0.32 \pm 0.44$  D로 B군에서 보인  $+0.06 \pm 0.53$  D만큼의 차이에 비해 유의한 근시 이행을 보였다( $p = 0.026$ ). OA-2000® (Tomey)에 내장된 SRK/T를 이용한 경우, A군은  $-0.41 \pm$

$0.42$  D로 B군에서 보인  $-0.06 \pm 0.61$  D만큼의 차이에 비하여 통계학적으로 유의한 근시 이행을 보였다( $p = 0.036$ ). OA-2000® (Tomey)에 내장된 Haigis를 이용한 경우, A군은  $-0.03 \pm 0.52$  D, B군은  $+0.01 \pm 0.55$  D만큼 차이를 보였고 두 군 간의 차이는 통계학적으로 유의한 값은 아니었다( $p = 0.886$ ) (Table 5). A-scan을 사용한 경우와 OA-2000® (Tomey)을 사용한 경우의 예측 굴절력과 실제 굴절력과의 오차를 구

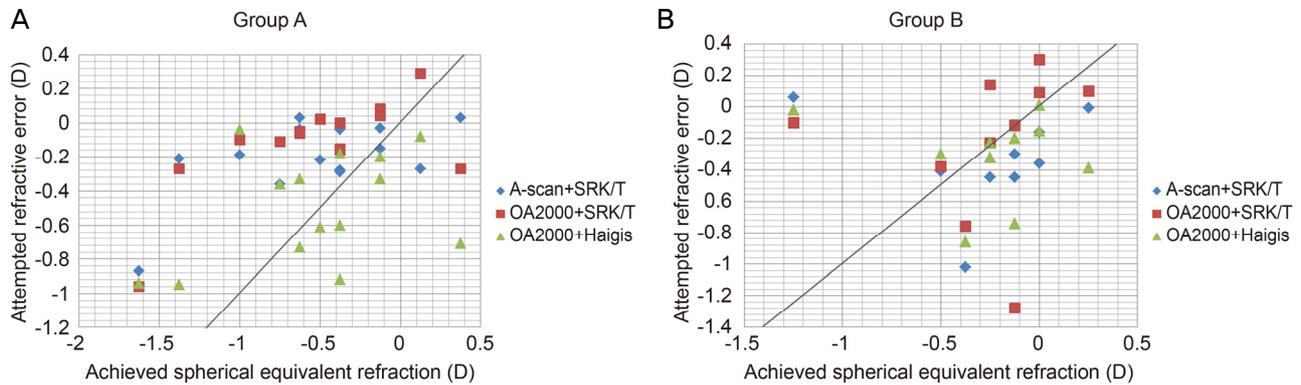
**Table 2.** Predicted postoperative refraction values measuring with different biometry machines and formula, and actual inserted intraocular lens (IOL) power in posterior capsulectomy with air tamponade (group A) and only air tamponade (group B)

	Group A (n = 14)	Group B (n = 10)	p-value*
Preoperative target diopter using A-scan (IOL calculation formula: SRK/T)	$-0.21 \pm 0.22$	$-0.33 \pm 0.29$	0.151
Preoperative target diopter using OA-2000 (IOL calculation formula: SRK/T)	$-0.12 \pm 0.28$	$-0.23 \pm 0.51$	0.992
Preoperative target diopter using OA-2000 (IOL calculation formula: Haigis)	$-0.49 \pm 0.32$	$-0.35 \pm 0.29$	0.357
IOL power (diopter)	$22.2 \pm 1.91$	$22.5 \pm 1.79$	0.563

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

SRK/T = Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical.

\*Statistical analysis performed using Mann-Whitney test for categorical variables.



**Figure 2.** Comparison of spherical equivalent correction of two different groups. The results of the group A (capsulectomy + air tamponade) (A) and group B (only air tamponade) (B) at last visit (mean postoperative 9.5  $\pm$  2.20) months compared with predictive values from three different biometry devices and formulas combinations. SRK/T = Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical.

**Table 3.** Actual postoperative refraction values measuring at 1,2,4,6 months in phacovitrectomy and posterior capsulectomy with air tamponade (group A) and phacovitrectomy with only air tamponade (group B)

	Group A (n = 14)	Group B (n = 10)	p-value*
Postoperative SE (diopter)			
1 month	$-0.59 \pm 0.54$	$-0.28 \pm 0.67$	0.086
2 months	$-0.41 \pm 0.41$	$-0.37 \pm 0.52$	0.837
4 months	$-0.44 \pm 0.51$	$-0.41 \pm 0.39$	0.993
6 months	$-0.51 \pm 0.67$	$-0.31 \pm 0.43$	0.506
Final	$-0.52 \pm 0.54$	$-0.27 \pm 0.39$	0.141

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

SE = spherical equivalent.

\*Statistical analysis performed using Mann-Whitney test for categorical variables.

해보았으며 A, B 두 군 모두에서 장비에 따른 굴절력의 차이는 보이지 않았다( $p=0.655$ ,  $p=0.653$ ) (Table 6). 또한 인공수정체 도수계산법에 따른 차이를 알아보기 위하여 OA-2000® (Tomey)에 내장된 SRK/T를 이용한 경우와 OA-2000® (Tomey)에 내장된 Haigis의 결과를 비교하였을 때 두 군 간 모두에서 두 공식 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 예측 굴절력 값을 얻을 수 있었다(Table 7).

## 고 찰

유리체절제술과 백내장 동시 수술에서 목표 굴절력을 설정할 때 고려되어야 할 여러 가지 요소들 중 가스 주입술

시행과 수정체 후낭 제거의 동시 시행은 술 후 최종 굴절력에 영향을 미치는 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.<sup>9</sup>

수정체의 후낭은 전방을 후방으로부터 구분시켜 주는 중요한 역할을 한다고 볼 수 있는데 후방에 가스를 넣거나 실리콘 기름을 넣을 때 전방의 침범 없이 깨끗하고도 효과적으로 시행할 수 있는 것은 후낭이 물리적인 장벽 역할을 하기 때문이다.<sup>9</sup> 또한 후낭절제술을 시행하고 나면 방수와 유리체 사이의 장벽이 사라져 혈관내피세포성장인자들이 후방에서 전방으로 이동할 수 있는 경로가 되어 허혈성망막 질환에서는 전방 내 신생혈관형성에 영향을 미칠 가능성도 있다.<sup>10,11</sup> 따라서 유리체절제술과 백내장 병합수술 중 후낭절제술의 시행은 신중하게 고려되어야 한다.

**Table 4.** Preoperative and postoperative mean central macular thickness (CMT) measurements of the patients in two groups

	Group A (n = 14)	Group B (n = 10)	p-value*
preoperative mean CMT (μm)	379.7 ± 79.8	414.5 ± 65.1	0.235
postoperative mean CMT (μm) at 6 months	320.5 ± 70.1	357.8 ± 57.1	0.084
p-value†	0.04	0.028	

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. No significant differences related to the mean CMT value was seen between group A and group B, preoperatively or postoperatively ( $p > 0.05$ , in both). In both groups, the mean CMT was significantly reduced at 6 months visit compared with preoperative values ( $p < 0.05$ , in both).

\*Statistical analysis performed using Mann-Whitney test for categorical variables; †Statistical analysis performed using Wilcoxon signed ranks test for continuous variables.

**Table 5.** Average difference of preoperative target diopter and actual postoperative refraction values (group A) and (group B)

Average difference (diopter)	Group A (n = 14)	Group B (n = 10)	p-value*
Refractive error using A-scan, SRK/T (Postop SE – Target diopter)	-0.32 ± 0.44	0.06 ± 0.52	0.026
Refractive error using OA2000, SRK/T (Postop SE – Target diopter)	-0.41 ± 0.41	-0.06 ± 0.61	0.036
Refractive error using OA2000, Haigis (Postop SE – Target diopter)	-0.03 ± 0.51	0.01 ± 0.55	0.886

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Average difference of preoperative target diopter and actual postoperative refraction values measuring at last visit 9.5 (±2.20) months in phaco-vitrectomy and posterior capsulectomy with air tamponade (group A) and phaco-vitrectomy with only air tamponade (group B).

SRK/T = Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical; SE = spherical equivalent.

\*Statistical analysis performed using Mann-Whitney test for categorical variables.

**Table 6.** Comparison in A-scan ocular biometry and OA2000 of phaco-vitrectomy and posterior capsulectomy with air tamponade (group A) and phaco-vitrectomy with only air tamponade (group B)

Comparison in ocular biometry	Group A (n = 14)	Group B (n = 10)
Refractive error using A-scan, SRK/T (Postop SE – Target diopter)	-0.32 ± 0.44	0.06 ± 0.52
Refractive error using OA2000, SRK/T (Postop SE – Target diopter)	-0.41 ± 0.41	-0.06 ± 0.61
p-value*	0.655	0.653

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

SRK/T = Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical; SE = spherical equivalent

\*Statistical analysis performed using Wilcoxon signed ranks test for continuous variables.

**Table 7.** Comparison in SRK/T and Haigis formula of phacovitrectomy and posterior capsulectomy with air tamponade (group A) and phacovitrectomy with only air tamponade (group B)

Comparison in IOL power calculation formulas	Group A (n = 14)	Group B (n = 10)
Refractive error using OA2000, SRK/T (Postop SE - Target diopter)	-0.41 ± 0.41	-0.06 ± 0.61
Refractive error using OA2000, Haigis (Postop SE - Target diopter)	-0.03 ± 0.51	0.01 ± 0.55
<i>p</i> -value*	0.087	0.787

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

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

\*Statistical analysis performed using Wilcoxon signed ranks test for continuous variables.

후낭 혼탁은 백내장수술 후 시력저하를 일으키는 대표적인 합병증으로 안압 상승, 앞유리체혼탁, 낭포황반부종, 망막박리, 안내염 등의 합병증을 발생시키기도 하며 유리체절제술과 백내장 병합수술 시행 후에는 백내장 단독수술에 비하여 술 후 발생 빈도가 높은 것으로 알려져 있다.<sup>7</sup> 유리체절제술과 백내장 동시수술 시행 중에 유리체절제기를 이용하여 시행하는 후낭절제술은 술 후 발생하는 가장 대표적인 합병증인 후낭혼탁을 사전에 방지할 수 있고 그로 인한 합병증을 미연에 방지할 수 있으며 비교적 간단한 방법으로 제거할 수 있다는 장점이 있다.<sup>7,12-14</sup> Kim et al<sup>7</sup>은 유리체절제술과 백내장 병합수술 중에 후낭절제술을 시행한 결과를 시행하지 않은 군과 비교하여 보았을 때 통계적으로 유의한 수준은 아니었지만 후낭절제술을 함께 시행한 군에서 약간의 근시성 변화를 보이는 경향이 나타났다고 보고하였다. Jeoung et al<sup>15</sup>은 유리체절제술과 백내장 병합수술 후 최종 굴절력에 영향을 미치는 요인들을 알아보기 위한 연구에서 수술 중에 시행한 가스나 오일 유리체주입술은 술 후 굴절력에 의미있는 변화를 미치지 못하였으며 단지 술 전 안축장의 길이가 긴 경우 유의하게 술 후 근시 경향을 많이 보였다고 보고하였다. Wagenfeld et al<sup>16</sup> 역시 유리체절제술과 백내장 병합수술과 함께 시행한 가스 충전술이 술 후 최종 굴절력에 미치는 영향을 평가하기 위한 연구를 시행하였으며 가스 충전의 여부는 술 후 굴절력에 유의한 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. Falkner-Radler et al<sup>17</sup>은 유리체절제술과 백내장 병합수술과 함께 가스 충전술을 시행한 경우 가스 충전술을 시행하지 않은 환자들에 비하여 예측 굴절값보다 좀 더 근시로 이행하는 경향을 보였다고 보고하였다. Suzuki et al<sup>8</sup>은 유리체절제술과 백내장 동시수술 시행 후 굴절력이 백내장 단독수술 후에 비하여 더 근시 변화를 보이는 경향을 나타낸다고 하였고 유리체절제술과 백내장 동시수술을 진행하고 가스 주입술을 함께 시행한 경우와 시행하지 않은 경우를 비교하였을 때는 가스 주입술을 시행한 군에서 더 근시값을 보이는 결과를 나타냈다고 보고하였다. 본 연구에서도 통계학적으로 유의한

차이는 아니었지만 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 후낭절제술과 공기주입술을 함께 시행한 경우에서 후낭절제술을 시행하지 않고 공기주입술을 시행한 군에 비해서 결과적으로 예측 굴절력보다 근시로 이행하는 경향을 보였다.

예측 굴절력과 술 후 굴절력이 차이를 보이는 데 영향을 주는 요인 중에 한 가지로 인공수정체 도수 결정을 위한 안구길이 측정을 위하여 사용된 장비에 따른 부분을 들 수 있는데, A-scan은 접촉식 초음파를 이용하여 각막 전면에서 내경계막까지를 안구길이라고 측정하는 반면, OA-2000<sup>®</sup> (Tomey)은 적외선 레이저 광선을 통하여 반사되어 오는 간섭 신호를 이용하여 각막전면에서부터 망막색소상피층까지를 안구길이라고 측정한다. 이러한 측정 장비간의 기준차이로 인하여 안구길이 측정의 오차가 0.1-0.5 mm 정도 생길 수 있으며, 안구길이 100 μm 차이가 있을 경우 술 후 굴절력은 0.28 D 정도의 오차를 만들 수 있다고 한다. 그래서 본 연구에서는 A-scan을 사용한 경우와 OA-2000<sup>®</sup> (Tomey)을 사용한 경우의 예측 굴절력과 실제 굴절력과의 오차를 구해보았으며 장비에 따른 굴절력의 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 6). Drexler et al<sup>18</sup>은 A-scan과 IOL master를 이용한 경우의 비교에서 술 후 굴절력의 차이가 유의하게 확인되었다고 보고한 바 있으며 Haigis et al<sup>19</sup>과 Lim et al<sup>20</sup>은 앞선 연구에서 술 후 굴절력은 각각의 장비에서 비교해 본 결과 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다고 보고한 바 있다. 검사 장비에 따른 굴절력의 차이에 대한 뚜렷한 결과는 더 발전된 연구가 필요할 것으로 생각된다.

4세대 Haigis 공식은 술 전 전방 깊이를 실제로 측정된 값을 사용하여 효과적인 렌즈 위치(effective lens position)를 결정하였고, 따라서 더 정확한 인공수정체안 전방 깊이를 얻을 수 있었으며, 더 정확한 인공수정체 도수 결정이 가능하게 되었다. Haigis 공식과 다른 인공수정체 도수계산 공식을 비교한 이전의 연구들을 살펴보면, Haigis<sup>21</sup>는 990명을 대상으로 한 연구에서 Haigis 공식이 SRK-II, SRK/T, Holladay 1, Hoffer Q 공식보다 정확하게 수술 후 굴절력을

예측하고 있다고 보고하였지만, Kim et al<sup>22</sup>은 81명을 대상으로 한 연구에서 술 후 굴절력 예측에 있어서 공식들 간의 유의한 차이는 없다고 보고하였다. Yi et al<sup>23</sup> 연구에서도 전체 환자를 대상으로는 평균 실제 오차 및 평균 절대 오차가 각 공식들 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 본 연구에서는 SRK/T를 이용한 경우와 비교하였을 때 Haigis 공식을 사용한 결과 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없는 예측 굴절력 값을 얻을 수 있었다(Table 5). 하지만 같은 군 내에서 두 공식을 사용한 예측 굴절력과 실제 굴절력과의 오차를 비교해 본 결과 두 군 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 7). 본 연구에서는 전방 깊이의 측정이나 인공수정체 위치 변화에 대한 직접적인 분석이 이루어지지 않았기에 대상 환자에서 보이는 술 후 근시의 이행이 후낭절개와 공기주입술을 시행하여 발생한 후방 압력에 의한 것인지 다른 원인에서 발생된 문제인지 정확하게 파악하는 것이 어려웠다는 한계점이 있다. 또한 대상 환자들이 동일한 진단명에 대하여 시행받은 수술이 아니었으므로 예측 굴절력 역시 중심막망두꺼 등 환자들의 질환별로 나타날 수 있는 특이점들이 모두 배제된 상황이 아니라는 면이 또 다른 한계점이 될 수 있겠다. Lim et al<sup>20</sup>이 발표한 논문에서 특발성망막앞막과 황반원공 환자의 유리체절제술과 백내장 동시수술에서 술 후 굴절값 오차를 비교해 본 결과 유의한 상관관계를 보이지는 않았다는 보고가 있었다.

결론적으로 유리체절제술과 백내장 동시 제거수술을 한 환자들에서 후낭절제술과 공기주입술을 함께 시행한 경우 공기주입술만 시행한 경우에 비하여 근시 이행을 보이는 경향을 나타내었으나 이는 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 각각의 서로 다른 장비로 측정한 결과 A-scan과 OA-2000® (Tomey)은 예측 굴절력과 실제 굴절력과의 차이가 A, B 두 군 모두에서 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다. 인공수정체 도수계산 공식 간의 비교에서는 4세대 Haigis 공식을 사용하였을 때 SRK/T 사이 예측 굴절력과 실제 굴절력과의 차이가 A, B 두 군 모두에서 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났고 공기충전술이 필요한 환자에서 후발백내장 동시 제거를 목표로 하였을 때는 Haigis 공식을 이용하는 것이 효과적일 수 있겠다.

## REFERENCES

- 1) Hsuan JD, Brown NA, Bron AJ, et al. Posterior subcapsular and nuclear cataract after vitrectomy. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:437-44.
- 2) Melberg NS, Thomas MA. Nuclear sclerotic cataract after vitrectomy in patients younger than 50 year of age. *Ophthalmology* 1995;102:1466-71.

- 3) Thompson JT. The role of patient age and intraocular gas use in cataract progression after vitrectomy for macular holes and epiretinal membranes. *Am J Ophthalmol* 2004;137:250-7.
- 4) Grusha YO, Masket S, Miller KM. Phacoemulsification and lens implantation after pars plana vitrectomy. *Ophthalmology* 1998;105:287-94.
- 5) Toda J, Kato S, Oshika T, Sugita G. Posterior capsule opacification after combined cataract surgery and vitrectomy. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:104-7.
- 6) Bhargava R, Kumar P, Phogat H, Chaudhary KP. Neodymium-yttrium aluminium garnet laser capsulotomy energy levels for posterior capsule opacification. *J Ophthalmic Vis Res* 2015;10:37-42.
- 7) Kim JH, Han SB, Lee SJ, Kim MS. Postoperative refractive errors after posterior capsulectomy during combined vitrectomy and cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:709-14.
- 8) Suzuki Y, Sakuraba T, Mizutani H, et al. Postoperative refractive error after simultaneous vitrectomy and cataract surgery. *Ophthalmic Surg Lasers* 2000;31:271-5.
- 9) Ohrloff C, Schalnus R, Rothe R, Spitznas M. Role of the posterior capsule in the aqueous-vitreous barrier in aphakic and pseudophakic eyes. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:198-201.
- 10) Weinreb RN, Wasserstrom JP, Parker W. Neovascular glaucoma following neodymium-YAG laser posterior capsulotomy. *Arch Ophthalmol* 1986;104:730-1.
- 11) Poliner LS, Christianson DJ, Escoffery RF, et al. Neovascular glaucoma after intracapsular and extracapsular cataract extraction in diabetic patients. *Am J Ophthalmol* 1985;100:637-43.
- 12) Gimbel HV, Neuhann T. Development, advantages, and methods of the continuous circular capsulorhexis technique. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:31-7.
- 13) Gimbel HV. Posterior continuous curvilinear capsulorhexis and optic capture of the intraocular lens to prevent secondary opacification in pediatric cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1997;23 Suppl 1:652-6.
- 14) Galand A, van Cauwenberge F, Moosavi J. Posterior capsulorhexis in adult eyes with intact and clear capsules. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:458-61.
- 15) 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.
- 16) Wagenfeld L, Hermsdorf K, Stemplewitz B, et al. Refractive predictability in eyes with intraocular gas tamponade - results of a prospective controlled clinical trial. *Clinical Ophthalmology* 2017;11:993-8.
- 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) 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.
- 19) 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.
- 20) Lim HC, Kim KH, Shin MK, et al. Accuracy of predictive refraction in combined vitrectomy-cataract surgery for epiretinal membrane and macular hole. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:219-27.

21) Haigis W. Intraocular lens power calculations. Thorofare: Slack Inc., 2003; 41-57.  
 22) Kim DY, Kim MJ, Kim JY, Tchah H. Comparison of formulas for intraocular lens power calculation installed in a partial coherence

interferometer. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:523-8.  
 23) Yi CH, Choi SH, Chung ES, Chung TY. Accuracy of the Haigis formula based on axial length and anterior chamber depth. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:175-81.

= 국문초록 =

## 유리체절제술과 백내장 병합수술에서 공기충전술을 시행한 경우 후낭절제술이 굴절력에 미치는 영향

**목적:** 유리체절제술과 백내장 병합수술에서 공기충전술을 시행한 경우 후낭절제술이 술 후 굴절력에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** 유리체절제술과 백내장 병합수술에서 공기충전술과 후낭절제술을 받고 6개월 이상 경과관찰이 가능하였던 환자들을 대상으로 하였다. 대조군으로 후낭절제술 없이 공기충전술을 시행받은 환자들도 포함되었다. 술 전 인자들 중 전방깊이, 안축장, 술 전 굴절력, 목표굴절력을 알아보고 술 후 최종 경과관찰 시 굴절력을 알아보았다. 생체계측법에 따른 측정값과 인공수정체 도수 결정을 위하여 사용한 계산 공식에 따른 측정값을 최종 굴절력과 비교하였다.

**결과:** 술 중 후낭절제술과 공기충전술을 모두 시행한 14명, 14안 A군을 후낭절제술을 시행하지 않고 공기충전술을 시행한 환자 10명, 10안 B군과 비교해 본 결과, 접촉식 초음파장비 A-scan에서 Sanders-Retzlaff-Kraff/Theoretical (SRK/T) 공식을 이용한 경우, 후낭절제술을 시행한 A군에서 목표 굴절력은  $-0.21 \pm 0.22$  D, 최종 경과관찰 시점인 9.5 ( $\pm 2.20$ )개월째 술 후 굴절력은  $-0.52 \pm 0.54$  D였고, 평균 오차는  $-0.32 \pm 0.44$  D였다. 후낭절제술을 시행하지 않은 B군에서 목표 굴절력은  $-0.33 \pm 0.29$  D, 최종 경과관찰 시점인 9.5 ( $\pm 2.20$ )개월째 술 후 굴절력은  $-0.27 \pm 0.39$  D였고, 평균 오차는  $0.06 \pm 0.53$  D였다. 두 군 간의 평균 오차는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=0.026$ ).

**결론:** 유리체절제술과 백내장 병합수술에서 공기충전술을 시행한 경우, 후낭절제술을 시행하지 않은 군과 비교하여 후낭절제술을 시행한 군에서 통계학적으로 유의한 근시이행을 보였고, 공기충전술을 계획한 수술에서 후낭절제술 시에 이에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

<대한안과학회지 2018;59(9):819-826>

채수혜 / Sue Hey Chae

성모안과병원  
Sungmo Eye Hospital

