

부분결합레이저간섭계로 안구생체계측 가능 여부에 따른 백내장수술의 합병증 발생빈도

Incidence of Complications in Cataract Surgery according to the Availability of Partial Coherence Laser Interferometry

최한늬 · 엄영섭 · 강수연 · 송종석 · 김효명

Hannui Choi, MD, Youngsub Eom, MD, PhD, Su-Yeon Kang, MD, PhD,
Jong Suk Song, MD, PhD, Hyo Myung Kim, MD, PhD

고려대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To validate the possibility of IOLMaster measurement as a predictor of intraoperative and postoperative complications during phacoemulsification surgery.

Methods: In this study, 2,107 eyes from 1,456 patients who underwent phacoemulsification with intraocular lens (IOL) implantation were divided into two groups according to the possibility of performing optical biometry with the IOLMaster (measurable group: 1,746 eyes from 1,141 patients, unmeasurable group: 361 eyes from 315 patients). The intraoperative and postoperative complication rates were compared between the two groups.

Results: Three hundred sixty-one eyes (17.1%) could not be measured using optical biometry. Dense posterior subcapsular cataract (56.0%) was the main factor resulting in failed measurements with optical biometry, followed by anterior subcapsular cataract (12.5%). The rates of posterior capsule rupture and radial tear were significantly higher in the unmeasurable group than in the measurable group ($p = 0.001$, $p < 0.001$, respectively). Corneal edema was significantly higher in the unmeasurable group (16.1%) than in the measurable group (5.3%) at postoperative 1 week ($p < 0.001$).

Conclusions: Possibility of optical biometry measurement can be used as a simple predictor of intraoperative and postoperative complications of phacoemulsification surgery. Surgeons should pay close attention to patients who cannot be measured using IOLMaster.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(7):804-810

Keywords: Cataract surgery, Complication, Optical biometry, Phacoemulsification

■ Received: 2017. 4. 27.

■ Revised: 2017. 6. 3.

■ Accepted: 2017. 6. 27.

■ Address reprint requests to **Youngsub Eom, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Korea University Ansan
Hospital, #123 Jeokgeum-ro, Danwon-gu, Ansan 15355, Korea
Tel: 82-31-412-5160, Fax: 82-2-924-6820
E-mail: hippotate@hanmail.net

* This study was supported in part by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (Grant No.: NRF-2016R1D1A1A02937003), by a Korea University Grant (K1625491), and by Alumni of department of ophthalmology, Korea University College of Medicine.

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

최근 들어 백내장수술은 수술 술기의 발전, 보다 정확한 안구생체계측 방법의 등장 및 인공수정체 도수 계산 공식의 정확성 향상으로 인하여 과거에 비하여 수술결과가 우수해졌다. 난시교정인공수정체와 다초점인공수정체와 같은 특수 인공수정체들의 사용이 증가함에 따라, 정확한 굴절률을 예측하는 것이 더욱더 중요해졌다. 안구생체계측으로 얻어진 각막굴절력과 안축장, 인공수정체 도수 계산 공식을 통하여 예측된 유효수정체위치와 계산된 인공수정체 도수는 백내장수술 후 굴절값과 환자의 수술만족도를 결정짓는 요소가 된다.¹⁻⁶

© 2017 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.

과거에는 초음파를 이용하여 안축장을 측정하는 것이 안구생체계측의 표준검사였다. 하지만 안구생체계측에서 술 후 굴절 오차의 가장 큰 원인은 초음파를 이용하여 측정되는 안축장의 측정 오차(54%)로 보고되었다.^{7,8} 부분결합간섭(partial coherence interferometry) 원리를 이용하여 백내장수술 전 안축장을 측정하는 광학안구생체계측(optical biometry)이 개발되었으며,⁹ 대표적인 부분결합레이저간섭계 장비로는 IOLMaster (Carl Zeiss Meditech®, Jena, Germany)가 있다. IOLMaster는 기존의 초음파를 이용한 안구생체계측보다 인공수정체 도수 계산의 오차를 크게 향상시켰으며,^{8,10-13} 정확성, 재현성, 비침습성 및 검사시간의 단축 등의 측면에서도 우수함을 보였다.^{10-12,14} 하지만, 이전 연구들에서 4-21%의 저시력안, 실리콘기름충천안, 혹은 낭하백내장이 있는 경우에는 광학안구생체계측을 이용한 안구생체계측이 불가능하다고 보고되어,^{10,15-18} 모든 환자에서 초음파를 이용한 안구생체계측을 부분결합레이저간섭계로 대체할 수는 없다. 부분결합레이저간섭계로 안구생체계측이 불가능할 것으로 예측되는 갈색백내장, 경성백내장, 그리고 후극부백내장 등은 백내장수술의 위험인자로 간주된다.¹⁹⁻²⁴ 따라서 부분결합레이저간섭계로 안구생체계측이 가능한지 여부가 수정체유화술 및 인공수정체삽입술의 수술 중 및 수술 후 합병증 발생의 예측인자로 사용될 수 있을 것이라는 가설을 생각해 볼 수 있다.

이번 연구에서 저자들은 수정체유화술 및 인공수정체삽입술을 시행한 환자들을 대상으로, IOLMaster를 이용한 안구생체계측 가능 여부에 따라 측정가능군과 측정불가능군으로 나누어 수정체유화술 및 인공수정체삽입술의 수술 중 및 수술 후 합병증의 발생 빈도에 대하여 조사하였다. 두 군 간 합병증 발생 빈도에 대한 비교 분석을 통하여, 백내장수술 전 부분결합레이저간섭계로 안구생체계측이 불가능한 것이 수정체유화술 및 인공수정체삽입술의 수술 중 및 수술 후 합병증 발생의 예측인자로 사용될 수 있는지 밝히고자 한다.

대상과 방법

연구 대상

단일기관에서 2008년 4월부터 2015년 2월까지 수정체유화술 및 인공수정체삽입술을 시행 받은 환자 1,456명 2,107안에 대하여 후향적으로 의무기록을 조사하였다. 환자군은 IOLMaster (version 5.02-5.4)를 이용하여 안구생체계측이 가능한 군(측정가능군)과 그렇지 않은 군(측정불가능군)으로 나누었다.

선천백내장, 외상백내장, 술 전 섬모체소대해리가 있는

눈, 거짓비늘증후군, 이전 안과 수술의 기왕력이 있는 눈(각막이식술, 굴절수술, 안내주사, 유리체절제술 등), 산동이 잘 안되어 홍채갈고리를 사용한 경우, 인공수정체 교환술을 시행한 경우는 연구 대상에서 제외하였다. 백내장낭외적출술을 시행 받은 경우 IOLMaster를 이용한 안구생체계측 가능 여부를 확인하는 분석에는 포함하였으나 합병증 발생 빈도를 비교하는 분석에서는 제외하였다. 본 연구는 헬싱키선언을 준수하였으며, 고려대학교 안암병원 연구윤리 심의위원회의 승인을 받아 진행되었다.

안과검사

IOLMaster와 초음파를 이용한 접촉성 A-scan (Allergan Humphrey, San Leandro, CA, USA) 및 자동각막곡률계(420® auto-keratometer; Allergan Humphrey, San Leandro, CA, USA)를 이용하여 술 전 안축장, 각막굴절력을 측정하였다. 각막내피세포수는 비접촉방식의 specular microscope (SP 2000P; Topcon, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 모든 검사는 숙련된 2명의 검사자 중 1명에 의하여 시행되었으며, 모든 안구생체계측은 5회에서 10회 가량 반복 측정하였다.

IOLMaster로 안구생체계측이 가능한 눈의 정의는, 최소 1.5 이상의 유효한 신호대잡음비(signal-to-noise ratio, SNR) 값이 3회 이상 측정되면서, 종합 신호대잡음비 값이 2.0 이상일 때로 정의하였다. 접촉성 안과검사가 눈에 미치는 영향을 최소화하기 위하여, 안과검사는 IOLMaster, 자동각막곡률측정, 이후 접촉성 A-scan의 순서로 진행되었다. A-scan 시행 전, 국소마취점안제 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine; Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA)를 1방울 점안하였다.

수술 술기

수정체유화술 및 인공수정체삽입술은 1명의 숙련된 전안부 술자에 의하여 시행되었으며, 점안 마취제를 사용하고 2.2 mm 또는 2.75 mm의 이측 각막절개를 시행하였다. 모든 경우에 Provisc (sodium chondroitin sulfate 1.0%)가 일차 점탄물질(ophthalmic viscosurgical device, OVD)로 사용되었으며, 갈색백내장 또는 각막내피세포수가 적은 경우에는 soft-shell 기법의 시행을 위하여 DisCoVisc (hyaluronic acid 1.6%-chondroitin sulfate 4.0%)가 사용되었다. 인공수정체는 주입기를 통하여 낭내에 삽입하였으며, 후낭파열 또는 전낭절개의 주변부확장으로 낭내에 일체형 인공수정체를 삽입할 수 없는 경우 섬모체고랑에 삼체형 인공수정체를 삽입하였다. 각막 봉합은 술자의 판단에 따라 시행되었다.

유효성 평가 인자

백내장의 정도는 세극등현미경 검사를 통한 Lens Opacities Classification System (LOCS) III를 토대로, 한 명의 검사자에 의하여 기록되었다. 전극부 및 후극부 백내장, 과숙백내장, 갈색백내장, 모르가니백내장, 전낭 및 후낭하백내장 등의 백내장이 있을 경우에는 이 또한 함께 기술하였다. 수정체의 핵경화 정도는 차트의 기록을 검토하였다. 수술 중 후낭파열이 있었거나 수정체낭원형절개 도중 낭내에 일체형 인공수정체를 삽입할 수 없거나 중심잡기에 영향을 줄 정도의 심한 전낭절개의 주변부확장이 있었던 경우에는 수술 기록지에 기록하였다. 수술 중 합병증은 수술기록지의 검토를 통하여 확인하였으며, 수술 후 합병증은 경과기록지를 검토하였다. 술 후 각막부종은 술 후 1주일까지 각막 부종이 지속되었을 경우로 정의하였으며, 안압 상승은 24 mmHg 이상으로 측정되었을 때, 그리고 저안압은 6 mmHg 이하로 측정되었을 때로 정의하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)의 Fisher's exact test 및 independent *t*-test를 사용하였다. *p* 값이 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

이번 연구는 수정체유화술 및 인공수정체삽입술을 시행 받은 1,456명의 2,107안에 대하여 시행되었다. 평균연령은 68.3 ± 9.7 세였고, 남녀 비율은 1:1.4였다. 이 중 361안(17.1%)이 IOLMaster를 이용하여 안구생체계측이 불가능하였고, 1,746안(82.9%)은 IOLMaster를 이용하여 안구생체계측이 가능하였다. 측정불가능군 361안 중, 4안에서는 주시 불가로 IOLMaster를 이용하여 안축장 및 각막굴절력 모두 측정이 불가능하였으며, 나머지 357안에서는 각막굴절력은 측정되었으나 안축장의 측정이 불가능하였다.

Table 1에 IOLMaster를 이용한 안구생체계측이 불가능했던 원인에 대하여 정리하였다. 후낭하백내장(56.0%)이 가장 많은 원인을 차지하였으며, 전낭하백내장(12.5%) 및 전낭 및 후낭하백내장(6.4%)이 다음으로 많은 원인이었다. 14안(3.9%)에서는 후향적 의무기록 분석을 통해서도 원인을 찾을 수 없었다. 측정불가능군에서 전낭하백내장을 제외하고는 성별에 따른 안구생체계측 불가능한 원인에 유의한 차이를 보이지 않았다. 여성(6안)보다 남성(41안)에서 통계적으로 유의하게 전낭하백내장의 유병률이 높았다 ($p<0.001$).

연구기간 동안 32명 34안이 백내장낭외적출술을 시행 받았으며, 백내장낭외적출술과 수정체유화술의 선택은 백내장의 정도 및 섬모체소대해리 여부 등에 따라 술자가 결정하였다. 백내장낭외적출술을 시행 받은 34안 중 33안에서 (97.1%) IOLMaster를 이용한 안구생체계측이 불가능했다. 33안 모두는 갈색백내장이거나 흑색백내장이었다. IOLMaster로 측정이 가능했던 1안은 300°의 섬모체소대해리가 동반된 외상백내장이었다.

두 군의 나이, 성별, 방향, 술 전 각막내피세포수 및 백내장 정도는 Table 2와 같다. 두 군 간의 나이, 방향은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 핵경화 정도는 측정가능군(2.4 ± 0.8)에 비하여 측정불가능군(2.7 ± 1.4)에서 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.001$). 측정불가능군에서 측정가능군에 비하여 갈색백내장, 후극부백내장, 과숙백내장 및 모르가니 백내장의 유병률이 통계적으로 유의하게 높았다; 측정불가능군(각각 3.6%, 5.8%, 5.5% 및 1.7%), 측정가능군(각각 0.2%, 0.3%, 0.2% 및 0.0%), (각각 $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$ 및 $p<0.001$).

두 군 사이에 술 전 각막굴절력(각각 측정가능군에서 43.97 ± 1.54 디옵터, 측정불가능군에서 43.86 ± 1.5 디옵터; $p=0.478$; independent *t*-test)과 술 전 안축장(각각 측정가능군에서 23.87 ± 1.46 mm, 측정불가능군에서 23.99 ± 1.63 mm, $p=0.441$; independent *t*-test)에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 반면, 술 전 평균 각막내피세포수는 측정불가능군($2,919 \pm 434/\text{mm}^2$)이 측정가능군($2,868 \pm 422/\text{mm}^2$)에 비하여 통계적으로 유의하게 많았다($p=0.040$).

두 군의 수술 중 합병증 및 수술 후 합병증의 빈도는 Table 3과 같다. 측정불가능군에서 후낭파열과 전낭절개의 주변부확장은 각 8안(2.2%) 및 9안(2.5%)이었다. 측정가능

Table 1. Causes of IOL Master measurement failure (N = 361)

Causes	N (%)
Posterior subcapsular cataract	202 (56.0)
Anterior subcapsular cataract	45 (12.5)
Anterior with posterior subcapsular cataract	23 (6.4)
Posterior polar cataract	21 (5.8)
White cataract	20 (5.5)
Unexplained cases	14 (3.9)
Brunescent cataract	13 (3.6)
Low visual acuity resulted in failed fixation	7 (1.9)
Morgagnian cataract	6 (1.7)
Cortical cataract	5 (1.4)
Corneal opacity	3 (0.8)
Ocular dyskinesia	1 (0.3)
Anterior polar cataract	1 (0.3)

Values are presented as n (%).

N = number of eyes.

Table 2. Preoperative clinical characteristics of the participants and their eyes in each group

	Measurable group (n = 1,746)	Unmeasurable group (n = 361)	p-value*
Age (years) (SD)	67.4 (10.1)	66.9 (12.9)	0.477 [†]
Sex (n, %) [‡]			
Male	687 (39.3)	195 (54.0)	<0.001
Female	1,059 (60.7)	166 (46.0)	
Laterality (n, %) [‡]			
Right eye	862 (49.4)	175 (48.5)	0.812
Left eye	883 (50.6)	186 (51.5)	
Endothelial cell density (cells/mm ²) (SD)	2,868 (422)	2,919 (433)	0.040 [†]
Cataract grade			
Nuclear opalescence (SD)	2.4 (0.8)	2.7 (1.4)	<0.001 [†]
Brunescent (n, %) [‡]	3 (0.2)	13 (3.6)	
Posterior polar (n, %) [‡]	5 (0.3)	21 (5.8)	<0.001
White (n, %) [‡]	3 (0.2)	20 (5.5)	<0.001
Morgagnian (n, %) [‡]	0 (0.0)	6 (1.7)	<0.001

SD = standard deviation.

*Fisher's exact test; [†]Independent t-test; [‡]Frequency count.

Table 3. Intraoperative and postoperative complication rate in the two groups

	Measurable group (n = 1,746)	Unmeasurable group (n = 361)	p-value*
Intraoperative complication (n, %)			
Posterior capsule rupture	7 (0.4)	8 (2.2)	0.001
Radial tear	4 (0.2)	9 (2.5)	<0.001
Hyphema	1 (0.1)	0 (0.0)	>0.999
Corneal burn	0 (0.0)	0 (0.0)	-
Tear of descemet's membrane	2 (0.1)	0 (0.0)	>0.999
Postoperative complication (n, %)			
Corneal edema	93 (5.3)	58 (16.1)	<0.001
Increased IOP	49 (2.8)	16 (4.4)	0.130
Hyphema	1 (0.1)	1 (0.3)	0.313

Values are presented as n (%) unless otherwise indicated.

IOP = intraocular pressure.

*Fisher's exact test.

군에서 후낭파열과 전낭절개의 주변부확장은 각 7안(0.4%) 및 4안(0.2%)이었다. 후낭파열 및 전낭절개의 주변부확장 모두 측정불가능군에서 통계적으로 유의하게 높았다(각각 $p=0.001$, $p<0.001$). 수술 중 전방출혈은 두 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 각막화상은 두 군 모두에서 없었으며, 데스메막열상(Descmet membrane tear)은 측정가능군에서 2안(0.1%) 관찰되었다. 술 후 각막부종은 측정불가능군(16.1%)에서 측정가능군(5.3%)에 비하여 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.001$). 안압상승 및 저안압, 그리고 술 후 전방출혈은 두 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

고 찰

IOLMaster는 전통적으로 사용되던 초음파를 이용한 A-scan

보다 더 정확하며 재현성이 높다.^{8,10-12} 하지만, 모든 경우에 IOLMaster가 A-scan을 대체할 수 있는 것은 아니다. IOLMaster를 이용하여 안구생체계측이 가능하기 위해서는 매체 혼탁이 비교적 크지 않아야 하며, 저시력안이나 심한 후극부백내장 등에서는 측정이 제한적이다.^{10,16-18}

본 연구에서 IOLMaster를 이용하여 안구생체계측이 가능했던 경우는 82.9%였다. 이 결과는 이전 연구결과들과 비슷한 수치를 보였다.^{10,16-18} 본 연구에서 외상백내장, 술 전 섬모체소대해리가 보인 경우, 이전 안과 수술의 병력이 있는 경우는 제외되었다. 이 환자들 모두 포함되었다면, IOLMaster로 안구생체계측이 가능했던 눈의 비율이 더 낮았을 것으로 예상할 수 있다. 이전 연구에서는 실리콘기름 충전상태 또는 환자의 측정 거부 등의 이유로 7%의 눈에서 A-scan을 이용한 안구생체계측이 불가능하였다.¹⁶ 본 연구에서는 실리콘기름충전안은 연구 대상에서 제외되었고, 측

정을 거부한 환자는 없었기 때문에 모든 연구 대상에서 A-scan을 이용한 안구생체계측이 가능하였다.

본 연구결과 수술 중 합병증의 발생 빈도는 IOLMaster를 이용한 안구생체계측이 불가능한 경우에서 측정 가능한 경우 보다 높았다. 백내장수술 중 수정체낭과 관련된 합병증 발생의 위험인자에는 외상 병력, 과숙백내장, 갈색백내장, 경성백내장, 그리고 수정체떨림 등과 같은 수술 전 인자들과 섬모체소대가 약한 경우, 트리판블루의 사용, 촉동 등과 같은 수술 중 인자들이 있다.²⁴ 특히, 후극부 백내장은 후낭 파열과 관련이 깊다.²⁵ 측정불가능군에서 낭하백내장, 후극 부백내장 및 성숙백내장의 유병률이 높고, 앞서 언급한 종류의 백내장이 백내장수술 중 수정체낭과 관련된 합병증 발생의 위험인자임을 고려했을 때, IOLMaster를 이용하여 안구생체계측이 불가능한 경우 수술 중 및 수술 후 합병증 발생이 높을 것이라고 예측할 수 있다.

IOLMaster를 이용하여 안구생체계측이 불가능한 원인을 확인하지 못한 경우는 14안이었으며, 14안에 대하여 충분한 차트를 검토하였음에도 불구하고 뚜렷한 원인을 밝힐 수 없었다. 이 14안 중 1안에서 술 중 후낭파열이 발생하였고, 1안에서 전낭절개의 심한 주변부확장이 발생하였으며, 2안에서는 술 후 각막부종을 보였다. 저자들이 발견하지 못한 술 전 IOLMaster를 이용한 안구생체계측이 불가능한 원인이 있었을 수도 있고, 알려지지 않은 다른 이유로 측정이 불가능하였을 수도 있을 것이라고 추측된다. 따라서, IOLMaster를 이용하여 안구생체계측이 불가능한 눈에서 백내장수술을 시행하게 된다면, 측정이 불가능한 원인에 상관 없이 술자는 술 중 및 술 후 합병증 발생의 위험성이 있다는 것을 인지하고 수술 중 세심한 주의를 기울이는 것이 필요할 것으로 생각된다.

술 후 각막부종은 측정가능군에 비하여 측정불가능군에서 더 높은 것으로 나타났다. 수정체유화술 후 각막부종은 각막내피세포수, 수술 술기, 합병증 병발 여부, 수술 도구의 기계적 마찰, 그리고 초음파 세기와 시간에 영향을 받는다.²⁶⁻³⁰ 이번 연구에서 각막 관련 병력이 있는 경우는 제외하였으며, 수정체유화술은 숙련된 단독 술자에 의하여 진행되었다. 술 전 각막내피세포수는 측정불가능군이 측정가능군에 비하여 통계적으로 유의하게 많았으나, 술 후 각막 부종은 오히려 측정불가능군에서 더 높았다. 이는 측정불가능군에서 수술 중 각막내피세포에 더 많은 손상이 가해졌다고 생각할 수 있다. 측정불가능군에서 백내장의 핵경화 정도가 더 심하고, 갈색백내장의 비율이 많았기 때문에, 두 군의 술 후 각막부종의 빈도 차이는 더 큰 초음파 세기와 시간을 필요로 하는 심한 백내장이 측정불가능군에서 더 많았기 때문으로 생각해 볼 수 있다.

이번 연구에서 여성 환자의 비율이 더 많았으나, 측정불가능군에서는 남성 환자가 더 많았다. 이전 연구에서 후낭하백내장은 여성보다 남성에서 더 많다고 보고되기도 하였으며,^{31,32} 다른 연구에서는 후낭하백내장의 심한 정도는 성별에 따라 차이가 없다고 보고되었다.³³ 이번 연구에서 후낭하백내장이 부분결합레이저간섭계로 안구생체계측이 불가능한 원인 중 가장 많은 비율을 차지하였으며, 전낭하백내장과 전후낭하백내장이 그 다음으로 많은 원인을 차지하였다. 이 세 종류의 낭하백내장이 본 연구의 측정불가능군의 76.5%를 차지하였다. 측정불가능군에서 남성이 더 많은 이유는 이번 연구 대상에서 전낭하백내장이 남성에서 더 많았기 때문인 것으로 생각된다. 본 연구의 제한점은 의무 기록을 후향적으로 분석하였다는 점과 수정체유화술 중 사용된 초음파 에너지의 세기와 시간이 고려되지 않았다는 점이다.

결론적으로, 이번 연구에서 IOLMaster를 이용해 안구생체계측이 불가능한 경우 IOLMaster를 이용하여 안구생체계측이 가능한 눈에 비해 수정체유화술 및 인공수정체삽입술 수술 중 및 수술 후 합병증 발생의 빈도가 더 높았다. 따라서 IOLMaster로 안축장 또는 각막곡률의 측정이 불가능한 것이 백내장수술에서 합병증 발생의 위험 예측인자로 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 술자는 IOLMaster로 안구생체계측이 불가능한 눈을 수술할 때에는 합병증 발생의 빈도가 높을 수 있다는 것을 알고 수술 중 좀 더 신중함을 기하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Jin GJ, Crandall AS, Jones JJ. Intraocular lens exchange due to incorrect lens power. *Ophthalmology* 2007;114:417-24.
- 2) Kora Y, Shimizu K, Yoshida M, et al. Intraocular lens power calculation for lens exchange. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:543-8.
- 3) Eom Y, Song JS, Kim HM. Spectacle plane add power of multifocal intraocular lenses according to effective lens position. *Can J Ophthalmol* 2017;52:54-60.
- 4) Eom Y, Song JS, Kim HM. Modified Haigis formula effective lens position equation for ciliary sulcus-implanted intraocular lenses. *Am J Ophthalmol* 2016;161:142-9.e1-2.
- 5) Eom Y, Song JS, Kim YY, Kim HM. Comparison of SRK/T and Haigis formulas for predicting corneal astigmatism correction with toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:1650-7.
- 6) Eom Y, Kang SY, Song JS, et al. Effect of effective lens position on cylinder power of toric intraocular lenses. *Can J Ophthalmol* 2015;50:26-32.
- 7) Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 1992;18:125-9.
- 8) Findl O, Drexler W, Menapace R, et al. Improved prediction of intraocular lens power using partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:861-7.

- 9) Fercher AF, Mengedoht K, Werner W. Eye-length measurement by interferometry with partially coherent light. *Opt Lett* 1988;13: 186-8.
- 10) 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.
- 11) 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.
- 12) Goyal R, North RV, Morgan JE. Comparison of laser interferometry and ultrasound A-scan in the measurement of axial length. *Acta Ophthalmol Scand* 2003;81:331-5.
- 13) Olsen T. Improved accuracy of intraocular lens power calculation with the Zeiss IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand* 2007;85:84-7.
- 14) 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.
- 15) Hitzenberger CK, Drexler W, Dolezal C, et al. Measurement of the axial length of cataract eyes by laser Doppler interferometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993;34:1886-93.
- 16) 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.
- 17) Freeman G, Pesudovs K. The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83:439-42.
- 18) Hirschschall N, Murphy S, Pimenides D, et al. Assessment of a new averaging algorithm to increase the sensitivity of axial eye length measurement with optical biometry in eyes with dense cataract. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:45-9.
- 19) Osher RH, Yu BC, Koch DD. Posterior polar cataracts: a predisposition to intraoperative posterior capsular rupture. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:157-62.
- 20) Brazitikos PD, Tsinopoulos IT, Papadopoulos NT, et al. Ultrasonographic classification and phacoemulsification of white senile cataracts. *Ophthalmology* 1999;106:2178-83.
- 21) Vasavada A, Singh R. Phacoemulsification in eyes with posterior polar cataract. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:238-45.
- 22) Chakrabarti A, Singh S. Phacoemulsification in eyes with white cataract. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1041-7.
- 23) Singh R, Vasavada AR, Janaswamy G. Phacoemulsification of brunescient and black cataracts. *J Cataract Refract Surg* 2001;27: 1762-9.
- 24) Artzén D, Lundström M, Behndig A, et al. Capsule complication during cataract surgery: case-control study of preoperative and intraoperative risk factors: Swedish Capsule Rupture Study Group report 2. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1688-93.
- 25) Langwińska-Wośko E, Szulborski K, Broniek-Kowalik K. The complications during phacoemulsification in patients with posterior polar cataract. *Klin Oczna* 2011;113:16-8.
- 26) Dick HB, Kohnen T, Jacobi FK, Jacobi KW. Long-term endothelial cell loss following phacoemulsification through a temporal clear corneal incision. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:63-71.
- 27) Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1079-84.
- 28) Lundberg B, Jonsson M, Behndig A. Postoperative corneal swelling correlates strongly to corneal endothelial cell loss after phacoemulsification cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2005;139: 1035-41.
- 29) Mencucci R, Ambrosini S, Ponchietti C, et al. Ultrasound thermal damage to rabbit corneas after simulated phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2180-6.
- 30) Mencucci R, Ponchietti C, Virgili G, et al. Corneal endothelial damage after cataract surgery: Microincision versus standard technique. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1351-4.
- 31) Diez-Ajenjo MA, Garcia-Domene MC, Artigas JM, et al. Lens opacities in Valencia, Spain. *Eur J Ophthalmol* 2011;21:715-22.
- 32) Praveen MR, Shah GD, Vasavada AR, et al. A study to explore the risk factors for the early onset of cataract in India. *Eye (Lond)* 2010;24:686-94.
- 33) Xu L, Cui T, Zhang S, et al. Prevalence and risk factors of lens opacities in urban and rural Chinese in Beijing. *Ophthalmology* 2006;113:747-55.

= 국문초록 =

부분결합레이저간섭계로 안구생체계측 가능 여부에 따른 백내장수술의 합병증 발생 빈도

목적: 수술 전 IOLMaster를 이용한 안구생체계측 가능 여부를 수정체유화술 및 인공수정체삽입술의 수술 중 및 수술 후 합병증 발생의 예측인자로 사용 가능한지 확인하고자 한다.

대상과 방법: 이번 연구에서는 수정체유화술 및 인공수정체삽입술을 시행 받은 1,456명 2,107안을 술 전 IOLMaster를 이용한 안구생체계측의 가능 여부에 따라 두 군으로 나누었다(측정가능군: 1,141명 1,746안, 측정불가능군: 315명 361안). 두 군 간에 수술 중 및 수술 후 합병증 발생 빈도를 비교 분석하였다.

결과: 전체 2,107안 중 361안(17.1%)에서 IOLMaster로 안구생체계측을 할 수 없었다. 후낭하백내장(56.0%)이 IOLMaster로 안구생체계측을 할 수 없는 주된 원인이었으며, 그 다음으로 흔한 원인은 전낭하백내장(12.5%)이었다. 수정체유화술 및 인공수정체삽입술 중 후낭파열(posterior capsule rupture) 및 전낭절개의 주변부확장(radial tear)의 빈도는 측정불가능군에서 측정가능군보다 통계적으로 유의하게 높았다(각각 $p=0.001$, $p<0.001$). 술 후 1주일까지 지속된 각막부종(corneal edema) 또한 측정불가능군(16.1%)에서 측정가능군(5.3%)보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.001$).

결론: IOLMaster를 이용하여 술 전 안구생체계측을 할 수 있는지 여부는 수정체유화술 및 인공수정체삽입술 수술 중 및 수술 후 합병증 발생의 예측인자로 사용할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 술자는 IOLMaster를 이용한 안구생체계측이 불가능한 환자들을 수술하게 될 경우, 수술 중 보다 세심한 주의를 기울이는 것이 필요하겠다.

〈대한안과학회지 2017;58(7):804-810〉