

높거나 낮은 유체 역동학 지표에 따른 백내장수술 후 수정체 후낭혼탁 발생 정도의 비교

Incidence of Posterior Capsular Opacification Based on Low and High Fluid-dynamic Parameters

나윤협 · 신주연 · 이종현 · 김진형 · 이도형

Yun Hyup Na, MD, Joo Youn Shin, MD, Jong Hyun Lee, MD, PhD, Jin Hyoung Kim, MD, PhD,
Do Hyung Lee, MD, PhD

인제대학교 의과대학 일산백병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang, Korea

Purpose: To compare the incidence of posterior capsular opacification (PCO) based on low and high fluid-dynamic parameters during cataract surgery and evaluate the importance of these findings.

Methods: This retrospective study included 125 eyes in 73 patients with senile cataract who received a cataract surgery between September 2013 and March 2014. Patients were divided into 2 groups: those with low (vacuum: 180 mm Hg, aspiration flow: 18 mL/min, bottle height: 55 cm) and high (vacuum: 400 mm Hg, aspiration flow: 22 mL/min, bottle height: 90 cm) fluidic parameters during the nucleus was removal. We measured the total surgery time, ultrasound time, and balanced salt solution consumption during phacoemulsification. Best corrected visual acuity (BCVA), PCO score, PCO percentage and severity were measured at 3, 6 and 12 months postoperatively. Endothelial cell density (ECD) was measured preoperatively and 12 months postoperatively.

Results: The study included 20 eyes of 13 patients with low parameters and 20 eyes of 15 patients with high parameters. There was no statistically significant difference in the mean total surgery time, ultrasound time or fluid consumption between the two groups. BCVA and ECD were not significantly different between the two groups during the postoperative follow-up. PCO score, percentage and severity were higher in the low parameter group at 3, 6 and 12 months postoperatively.

Conclusions: Surgery with low fluid-dynamic parameters is equally effective as with high parameters in terms of surgical time and postoperative BCVA. However, the incidence of PCO was higher in the low fluid-dynamic parameter group up to 12 months. Surgical efforts to reduce remnant lens epithelial cells are needed during low fluidic-dynamic parameter surgery.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(10):1555-1562

Keywords: Cataract, Fluid-dynamic parameters, Phacodynamics, Phacoemulsification, Posterior capsular opacification

1967년 Kelman에 의해 초음파유화술을 이용한 백내장

적출술이 발표된 이후 백내장수술은 많은 발전을 거듭하여 왔다.¹ 또한 인공수정체, 점탄물질 등의 발전으로 보다 효과적이고 안전한 백내장수술을 시행할 수 있게 되었다. 이러한 발전으로 인해 최근에는 수술의 성패보다는 수술 중 조직 손상을 최소화하고 수술 후 더 좋은 시력이 나오는지 가 술자들의 관심사가 되었다. 이에 진공압, 관류 유속 등의 유체 역동학 지표를 낮춰 주변조직들의 손상을 줄이기도 하였고, 유체 역동학 지표를 높여 수술 시간을 줄이거나

■ Received: 2016. 6. 16. ■ Revised: 2016. 8. 16.

■ Accepted: 2016. 9. 28.

■ Address reprint requests to Do Hyung Lee, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Inje University Ilsan Paik
Hospital, #170 Juhwa-ro, Ilsanseo-gu, Goyang 10380, Korea
Tel: 82-31-910-7240, Fax: 82-31-911-7241
E-mail: eyedr0823@hotmail.com

© 2016 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.

초음파 사용량을 줄이기도 하는 등 초음파유화술 기기의 설정을 조절하여 보다 효과적인 수술을 하기 위한 다양한 시도가 있었다.²⁻⁷ 그러나 이러한 백내장수술 기법의 발달에도 불구하고 수정체 후낭혼탁은 여전히 해결되지 않고 남아있는 혼한 합병증 중 하나로 수술 중 후낭 내 남아 있는 잔여 수정체 상피세포의 증식에 의해 발생한다고 알려져 있다.^{8,9} 현재까지 후낭혼탁을 억제하기 위해 백내장수술기법의 개선, 인공수정체의 재질 및 디자인의 변화를 통한 다양한 시도들이 이루어졌으나¹⁰⁻¹⁵ 초음파유화술 중 유체 역동학 지표와 후낭혼탁 발생과의 관계에 대한 연구는 비교적 드물었다. 본 연구에서는 초음파유화술 시행 중 유체 역동학 지표값의 차이와 이에 따른 후낭혼탁 발생 정도를 비교하고자 한다.

대상과 방법

2013년 9월부터 2014년 3월까지 인제대학교 일산백병원에서 단일 술자(LDH)에 의하여 동일한 기기 및 술기에 의해 초음파유화술 및 인공수정체 삽입술을 받은 노년 백내장 환자

73명, 125안 중에서 Lens Opacities Classification System III (LOCS III) 분류상 3-4등급의 핵 경화도를 가지며, 수술 후 1년 이상 경과관찰이 가능했던 자를 대상으로 후향적으로 분석하였다. 술자는 초음파 유화술을 이용하여 수정체 핵을 제거할 때 2013년 9월부터 2013년 12월까지 모든 환자에게 높은 유체 역동학 지표값(진공값 400 mmHg, 흡입 유속 22 mL/min, 평형염액 높이 90 cm)을 사용하였고, 2014년 1월부터 2014년 3월까지 모든 환자에게 낮은 유체 역동학 지표값(진공값 180 mmHg, 흡입 유속 18 mL/min, 평형염액 높이 55 cm)을 사용하여 수술을 시행한 바 있다. 이외의 모든 지표들은 동일하였다. LOCS III 분류상 5-6등급의 핵 경화도를 가진 환자의 경우 수술 중 합병증 발생 위험이 높고, 수술 시간 및 초음파 사용 시간이 길어질 수 있어 결과 분석에 영향을 미칠 수 있다고 판단되어 환자 선택에서 제외하였다. 또한 수술 전 시력에 영향을 주는 망막 및 각막, 홍채 질환, 녹내장, 안과적 수술력을 가진 환자와 수술 중 인공수정체의 고랑고정, 공막 고정을 시행한 경우, 수술 중 후낭이 파열된 경우는 연구에서 제외하였다. 이 연구는 인제대학교 일산백병원 의학연구윤리심의위원회의 승인하에 진행되었다(2015-05-015).

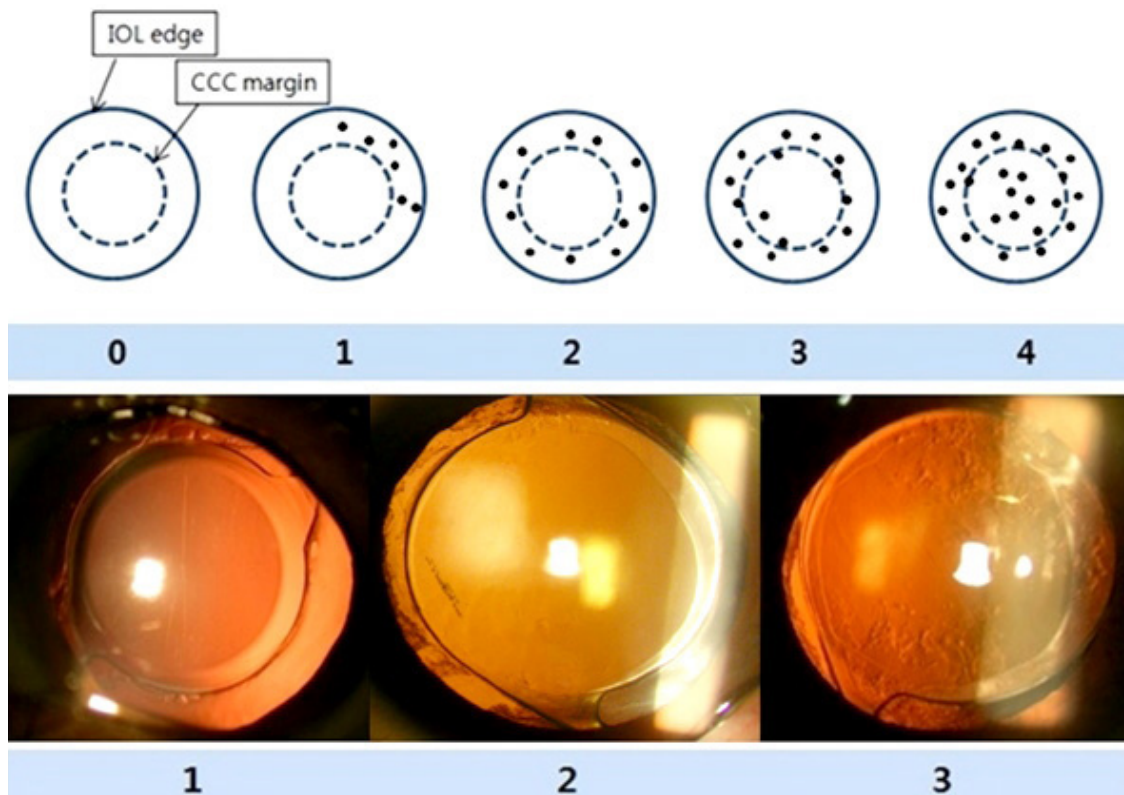


Figure 1. Posterior capsular opacification (PCO) scoring by slit lamp derived reflected light photographs and retroillumination. 'Grade 0' means 'PCO do not intrude the intraocular lens (IOL) edge'. 'Grade 1' means 'PCO intrude less than half of IOL edge area and below the continuous curvilinear capsulorrhexis (CCC) margin'. 'Grade 2' means 'PCO intrude more than half of IOL edge area and below the CCC margin'. 'Grade 3' means 'PCO intrude the CCC margin but do not intrude visual axis', and 'Grade 4' means 'PCO intrude visual axis'. 'Visual axis' means '3 mm from center of pupil'.

수술은 수술 전 환자의 각막에 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine[®]; Alcon, Fort Worth, TX, USA) 점안 마취를 시행하였고, 수술 중 전방 유지 및 내피세포 보호를 위해 Viscoat[®] (Alcon, Fort Worth, TX, USA)와 Hyal 2000[®] (LG Life Sciences, Seoul, Korea)을 사용하였으며, 평형염액으로 BSS Plus[®] (Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 사용하였다. 각막 이측에 2.2 mm 투명 각막 절개를 통하여 25게이지 주사바늘로 수정체 전방을 천공한 다음 원형전방절개용 포셉을 사용하여 수정체낭 원형절개를 시행하였다. 평형염액을 이용하여 수력분리술과 수력분출술을 시행하고, 초음파유화기(Infiniti System[®]; Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 이용하여 각 군의 미리 설정된 역동학 지표를 유지하며 초음파 유화술을 시행하였다. 초음파유화술 중 시행한 수정체핵 조각내기는 phaco chop의 기법을 이용하였으며, 초음파출력방식에 Ozil을 사용하였다. 전방 및 후방에 남아있는 피질을 깨끗이 제거하고 전방 내 점탄물질을 주입한 후 후방 인공수정체를 삽입하였다. 모든 환자에게는 연성 소수성 인공수정체인 Tecnis IOL (ZCB00; Abbot Medical Optics, Santa Ana, CA, USA)을 사용하였다. 점탄물질을 모두 제거하고 전방을 평형염액으로 유지시킨 후 절개부위에 기질부위 수화를 시행 후 창상의 유출이 없음을 확인하고 수술을 종료하였다.

수술 후 총 수술 시간(투명 각막 절개 시점부터 절개부위 기질 수화까지의 시간), 초음파 사용 시간, 사용된 평형염액의 양을 기록하였다. 수술 후 경과관찰 기간 동안 최대교정시력, 각막내피세포밀도, 후낭혼탁 점수, 백분율 및 심각도를 측정하였다. 후낭혼탁 점수는 세극등 현미경을 이용한 반사광 사진과 역조명 사진을 이용해 그 정도를 측정한 후 기존의 방법¹⁶⁻²⁰을 참고한 새로운 기준으로 0점에서 3점까지 점수를 나누어 기록하였다. 그 기준은 다음과 같다. 0점: 후낭혼탁이 인공수정체의 가장자리를 넘지 않은 경우, 1점:

후낭혼탁이 인공수정체의 가장자리를 침범하였으나 수정체낭 원형절개의 가장자리는 침범하지 않고, 그 면적이 반 이하인 경우, 2점: 후낭혼탁이 인공수정체의 가장자리를 침범하였으나 수정체낭 원형절개의 가장자리는 침범하지 않고, 그 면적이 반 이상인 경우, 3점: 후낭혼탁이 수정체낭 원형절개의 가장자리를 침범하였지만, 시축은 가리지 않은 경우, 4점: 후낭혼탁이 수정체낭 원형절개의 가장자리를 침범하고, 시축도 가리는 경우(동공 중심에서 3 mm 안쪽을 침범하는 경우)로 나누었다(Fig. 1). EAS scheinpflug 카메라(EAS-1000, NIDEK, Aichi, Japan)를 이용해 후낭의 역조명 사진을 촬영하였고, 이를 POCO software (St. Thomas' Hospital and King's College, London, United Kingdom)를 통해 56개의 구역으로 나눈 후 후낭혼탁의 백분율과 심각도를 구하였다. 후낭혼탁 백분율은 전체 56개의 구역 중 후낭혼탁이 차지하는 부분의 비율로 0%에서 100%의 범위를 가지며, 후낭혼탁 심각도는 POCO software의 정해진 공식으로 계산되었으며 완전히 깨끗할 경우 0점, 완전 혼탁할 경우 3점으로 계산하였다. 각막내피세포밀도는 경면 현미경(Noncon Robo-CA; Konan Medical Inc., Hyogo, Japan)을 사용하여 측정하였고, 각막내피세포감소율은 수술 전 각막내피세포밀도에서 수술 후 각막내피세포밀도를 뺀 것을 수술 전 각막내피세포밀도로 나눈 후 100을 곱하여 백분율로 계산하였다. 최대교정시력, 후낭혼탁 점수, 백분율, 심각도는 수술 후 3개월, 6개월, 12개월에 시행하였고, 각막내피세포밀도는 수술 전과 수술 후 12개월에 시행하였으며, 동일한 시험자에 의해 측정되었다.

통계적 분석은 SPSS ver. 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였고, 두 군 사이의 환자통계 값들의 비교를 위해 Mann-Whitney *U*-test를 시행하였다. *p*값은 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

Table 1. Patient baseline characteristics in low and high fluid-dynamic parameter group

Characteristics	Low Group	High Group	<i>p</i> -value*
Eyes	20	20	
Age (years)	68.71 ± 6.60	69.28 ± 6.25	0.421
Gender (male:female)	9:11	8:12	
Lens opacity			
Nuclear opalescence	3.38 ± 0.72	3.43 ± 0.63	0.392
Nuclear color	3.47 ± 0.68	3.52 ± 0.75	0.434
Cortical	2.68 ± 1.25	2.37 ± 1.35	0.523
Posterior subcapsular	1.52 ± 0.98	1.76 ± 1.12	0.621
BCVA (log MAR)	0.29 ± 0.35	0.20 ± 0.19	0.874
Endothelial cell density (cells/mm ²)	2512.78 ± 281.78	2,538.36 ± 309.69	0.832

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

BCVA = best corrected visual acuity.

*Mann-Whitney *U*-test.

결 과

이 연구에 최종적으로 포함된 환자는 28명, 40안이었으며, 낮은 역동학 지표군이 13명 20안, 높은 유체역동학 지표군이 15명 20안이였다. 양안이 모두 시험에 포함된 환자는 12명이였다. 평균 나이는 낮은 지표군에서 68.71 ± 6.60 세, 높은 지표군에서 69.28 ± 6.25 세였다. 나이와 성별, 수술 전 측정된 수정체 백내장 등급(LOCS III 등급), 수술 전 최대교정시력은 두 군 간 유의한 차이가 없었다(Table 1). 평균 수술 시간은 낮은 지표군에서 495.59초로 높은 지표군의 476.62초보다 길었으나 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.254$). 초음파 사용 시간 또한 낮은 지표군에서 64.31초로 높은 지표군의 56.78초보다 길었으나 유의한 차이는 보이지 않았다($p=0.249$). 초음파유화술 중 사용된 평형염색소모량은 낮은 지표군에서 107.50 mL로 높은 지표군의 117.81 mL보다 적었으나 유의한 차이는 보이지 않았다($p=0.459$) (Table 2). 각 군에서 측정된 수술 전, 수술 후 3개월, 6개월, 12개월의 최대 교정시력은 낮은 지표와 높은 지표의 두 군 간 유의한 통계학적 차이를 보이지 않았다($p>0.05$) (Table 3). 수술 전 평균 각막내피세포밀도는 낮은 지표군에서 $2,512.78 \pm 281.78$ cells/mm², 높은 지표군에서

$2,538.36 \pm 309.69$ cells/mm²였고, 수술 후 12개월에 평균 각막내피세포밀도는 낮은 지표군에서 $2,297.45 \pm 268.87$ cells/mm², 높은 지표군에서 $2,316.87 \pm 287.36$ cells/mm²로 두 군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.785$, $p=0.842$). 낮은 지표군, 높은 지표군 모두 수술 전후를 비교했을 때 수술 후 12개월에 각막내피세포 밀도가 통계적으로 유의하게 감소하였다($p=0.018$, $p=0.012$). 수술 후 12개월에 낮은 지표군과 높은 지표군의 평균 각막내피세포감소율은 각각 $7.79 \pm 5.72\%$, $7.82 \pm 4.89\%$ 였고, 이는 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.674$) (Table 4).

후낭혼탁 점수는 수술 후 각 기간별로 낮은 지표군에서 1.75 ± 0.62 점, 1.82 ± 0.54 점, 2.01 ± 0.55 점이었고 높은 지표군에서 1.00 ± 0.76 점, 1.05 ± 0.91 점, 1.23 ± 0.59 점이었으며, 이는 낮은 지표군에서 통계적으로 유의하게 높았다($p=0.012$, $p=0.035$, $p=0.009$). 후낭혼탁 백분율은 수술 후 각 기간별로 낮은 지표군에서 $28.23 \pm 6.24\%$, $36.82 \pm 5.08\%$, $41.45 \pm 7.30\%$ 였고 높은 지표군에서 $19.90 \pm 6.09\%$, $27.48 \pm 5.99\%$, $36.45 \pm 6.06\%$ 였으며, 낮은 지표군에서 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.001$, $p=0.023$, $p=0.009$). 후낭혼탁 심각도는 수술 후 각 기간별로 낮은 지표군에서 0.29 ± 0.08 점, 0.35 ± 0.06 점, 0.40 ± 0.05 점이었고 높은 지표군에

Table 2. Comparison of intraoperative parameters and outcomes

Exam	Low Group (n = 20)	High Group (n = 20)	p-value*
Surgery time (seconds)	495.59 ± 82.79	476.62 ± 68.52	0.254
Ultrasound time (seconds)	64.31 ± 18.07	56.78 ± 24.85	0.249
Fluid consumption (mL)	107.50 ± 28.21	117.81 ± 35.50	0.459

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

*Mann-Whitney U-test.

Table 3. Comparison of postoperative BCVA

BCVA	Low Group (n = 20)	High Group (n = 20)	p-value*
Preoperative	0.29 ± 0.35	0.20 ± 0.19	0.873
Postoperative			
3 months	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.954
6 months	0.05 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.932
12 months	0.07 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.826

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

BCVA = best corrected visual acuity (log MAR).

*Mann-Whitney U-test.

Table 4. Preoperative and postoperative ECD and change in ECD

ECD	Low Group (n = 20)	High Group (n = 20)	p-value*
Preoperative (cells/mm ²)	2,512.78 ± 281.78	2,538.36 ± 309.69	0.785
Postoperative 12 months (cells/mm ²)	2,297.45 ± 268.87	2,316.87 ± 287.36	0.842
Mean change (%) [†]	7.79 ± 5.72	7.82 ± 4.89	0.674

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

ECD = endothelial cell density (cells/mm²).

*Mann-Whitney U-test; [†]Comparison of ECD change between groups.

Table 5. Comparison of postoperative PCO score, percentage, and severity

PCO	Low Group (n = 20)	High Group (n = 20)	p-value [§]
PCO score*			
Postop 3 m	1.75 ± 0.62	1.00 ± 0.76	0.012
Postop 6 m	1.82 ± 0.54	1.05 ± 0.91	0.035
Postop 12 m	2.01 ± 0.55	1.23 ± 0.59	0.009
PCO percentage [†]			
Postop 3 m	28.23 ± 6.24	19.90 ± 6.09	<0.001
Postop 6 m	36.82 ± 5.08	27.48 ± 5.99	0.023
Postop 12 m	41.45 ± 7.30	36.45 ± 6.06	0.009
PCO severity [‡]			
Postop 3 m	0.29 ± 0.08	0.22 ± 0.07	0.031
Postop 6 m	0.35 ± 0.06	0.26 ± 0.04	0.048
Postop 12 m	0.40 ± 0.05	0.34 ± 0.04	0.043

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

PCO = posterior capsular opacification; Postop = postoperative; m = months.

*PCO score ranged from 0 to 4; [†]PCO percentage ranged from 0 to 100; [‡]PCO severity ranged from 0 (totally clear) to 3 (total severe opacification);

[§]Mann-Whitney U-test.

서 0.22 ± 0.07 점, 0.26 ± 0.04 점, 0.34 ± 0.04 점이었으며, 낮은 지표군에서 통계적으로 유의하게 높았다($p=0.031$, $p=0.048$, $p=0.043$) (Table 5). 수술 후 3개월, 6개월, 12개월에 시행한 포괄적인 세극등검사, 안저검사, 안압검사에서는 양 군 간 특이사항 및 유의한 차이를 보이지 않았다.

고 찰

초음파유화술을 이용한 백내장수술이 개발된 이후 백내장수술의 장비와 소모품 및 수술 기법 등은 아주 큰 발전을 이루어 왔다.¹ 초음파유화술을 이용한 백내장 적출술 기법의 발전에서 중점이 되어 온 사항은 초음파 전체 사용량의 감소와 각막내피세포손상을 줄이는 것이다. 수술 중 발생하는 각막내피세포손상의 중요한자로는 초음파유화술 시 전방 내에서 사용한 전체 초음파의 사용량과 전방 내 유체의 흐름을 꼽을 수 있다. 이는 초음파와 진공 설정, 흡입 유속, 관류액의 높이 등 초음파유화술 기기의 역동학 지표의 설정을 통해 조절할 수 있는데, 이를 통해 수술 후 좋은 시력결과뿐 아니라 합병증을 줄이며 효율적이고 안전한 수술 결과를 얻기 위한 여러 시도들이 있었다.^{3,7,21-28} Nixon²⁹은 초음파유화술 중 유체 역동학 지표를 조절하여 초음파에너지의 총 양과 시간을 줄일 수 있음을 보고하였고, 수술 장비의 발전으로 인해 Ozil torsional system 같은 방식들이 개발되어 낮은 지표를 사용하여 각막내피세포 손상을 줄이면서도 충분히 핵을 단단하게 고정시키고 분쇄할 수 있는 것에 도움을 주게 되었다.^{2,7} Vasavada et al³⁰은 흡입 유속, 진공압을 낮고 높은 지표로 나누어 초음파유화술을 시행하고, 두 군을 비교하여 낮은 군에서 cumulative dissipated energy, 수술 시간, 수술 중 관류액 소모량이 유의하게 높

고, 수술 후 중심각막두께 증가는 유의하게 낮았다고 보고하였다. 또한 낮은 지표군에서 수술 후 전방 내 염증소견과 각막 부종의 정도가 유의하게 낮았다고 보고하며 낮은 역동학 지표를 이용한 초음파유화술이 보다 안전하고 전방 조직에 대한 영향이 적다고 보고하였다. 본 연구에서는 평균 수술 시간, 초음파 사용 시간, 수술 중 사용된 평형염액 소모량이 두 군 간 유의한 차이가 없어 낮은 역동학 지표를 이용한 초음파 유화술이 전방조직에 대하여 더욱 안전할 뿐만 아니라, 수술의 효율성 또한 차이가 없음을 보여준다.

기존의 연구에서 보여준 바와 같이 낮은 역동학 지표를 이용한 초음파 유화술은 높은 역동학 지표를 이용한 경우와 비교 시 수술 중 후낭 내 유류의 양, 강도의 차이가 있어 보다 안전하다는 장점이 있지만, 오히려 전방 내 유류가 적게 형성되어 후낭 내 유류의 형성도 적어지기 때문에 후낭 내 잔여 수정체 상피세포의 세척이 줄어들어 잔여 수정체 상피세포는 더 많이 남아있을 수 있다. 백내장수술 후 남아있는 후낭 내의 수정체 상피세포의 증식은 후낭혼탁의 형성에 주요한 인자로 작용한다고 알려져 있는데, 낭내 잔존하는 상피세포의 양을 측정함으로써 후낭혼탁의 발생을 예측해 볼 수 있다.^{8,9} 저자들이 본 연구와 별개로 시행한 돼지 눈을 이용한 실험에서 낮은 지표를 사용한 수술 시 높은 지표를 사용한 수술보다 후낭 내 잔여 수정체 상피세포의 분포가 많은 모습을 관찰할 수 있었는데, 이는 낮은 지표를 사용 시 높은 지표를 사용한 경우보다 후낭 내 세척이 적게 된다는 것을 뒷받침해 준다. 본 연구에서는 이 점에 착안하여 지표값에 따라 수술 후 후낭혼탁 형성 여부에 차이가 있는지를 확인하고자 하였다.

후낭혼탁은 다양한 방법으로 평가할 수 있는데, 세극등 현미경을 이용한 반사광 사진과 역조명 사진을 사용한다면

보다 정확한 평가를 할 수 있다. Camparini et al¹⁸은 후낭혼탁을 관찰할 때 반사광 사진과 역조명 사진을 함께 사용한 경우 후낭혼탁의 심각도를 보다 정확하게 평가할 수 있지만, 역조명 사진 단독으로 사용한 경우는 저평가되는 경우가 많다고 보고하였고, Findl et al¹⁶은 반사광 사진만을 사용한 경우보다 고화질의 역조명 사진을 함께 사용한 경우 후낭혼탁을 평가하는 데 훨씬 높은 정확도를 가진다고 하였다. 또한 후낭혼탁을 보다 객관적으로 평가하기 위해 Bender et al¹⁹은 후낭혼탁의 역조명 사진을 이용하여 컴퓨터의 정해진 방식으로 후낭혼탁의 범위와 정도를 평가할 수 있는 POCO software를 처음 소개하였는데, 후낭혼탁의 정량적 평가에 매우 효과적이라 하였다. Findl et al¹⁷은 POCO software를 사용할 경우 초기 후낭혼탁을 평가할 때 다른 기법들보다 민감도가 높다고 하였는데, 본 연구에서도 후낭혼탁의 정도를 관찰할 때 역조명 사진과 반사광 사진을 함께 이용하여 경계부위를 더욱 정확하게 평가할 수 있었고, 평가 기간이 수술 후 1년으로 초기 후낭혼탁을 평가하기 때문에 POCO software를 사용하여 조금 더 민감하게 측정할 수 있었다.

본 연구에는 두 지표군 간에 수술시간, 초음파 사용시간, 사용한 평형염액량의 차이는 유의하지 않았고 수술 후 시력결과와 각막내피세포 감소율 또한 두 지표군 간 차이가 없었다. 반면 후낭혼탁 점수, 백분율, 심각도는 낮은 지표군에서 모두 높게 나왔는데, 이를 바탕으로 보면 낮은 지표를 사용할 경우 전방 내 조직손상이 적은 장점이 있지만 후낭 내 유류의 형성 또한 적어져 잔여 수정체 상피세포가 더 많이 남아 후낭혼탁이 더 빨리 생길 수 있다는 점을 고려해야 한다.

후낭혼탁 백분율은 기존의 연구 결과에 비해 높은 값을 보였지만,³¹ 임상적으로 시력에 영향을 미칠 정도는 아니었고, 레이저 후낭 절개술이 필요할 정도의 후낭혼탁은 없었다. Cheng et al³²에 의하면 후낭혼탁이 발생하기까지 섬유화 형태는 평균 9.5개월, 진주형 형태는 평균 26.8개월이 걸려 섬유화 형태의 후낭혼탁이 더 빨리 발생하는 모습을 보였지만, 시력과 대비감도는 진주형 형태가 섬유화 형태에 비해 더 많이 저하시켰다고 보고하였다. 결과에서 기술하지는 않았지만, 본 연구에서도 대부분의 환자(낮은 지표군 18안, 높은 지표군 17안)가 진주형 형태보다는 섬유화 형태였다. 이는 후낭혼탁에 의한 시력저하는 후낭혼탁의 백분율뿐 아니라 심각도나 후낭혼탁의 형태에서 영향을 받기 때문으로 해석할 수 있다.

이상의 결과로 보아, 낮은 역동학 지표로 수술을 하면 높은 역동학 지표를 사용한 경우와 비교 시 수술 시간이나 초음파 사용 시간, 소모된 관류액 등의 측면에서 충분히 효과

적이며 안전하지만 그만큼 후낭 내 유류의 형성이 적어 잔여 수정체 상피세포가 더 많이 남아 후낭혼탁이 더 잘 생길 수 있다는 것을 알 수 있다. 후낭혼탁은 백내장수술 후 발생하는 피할 수 없는 과정 중 하나이다. 하지만 수술의 기법, 환자 개인의 의학적 특성에 따라 발생 시기와 정도는 다양하게 나타날 수 있다. 같은 조건, 기법으로 수술을 하였을 때 후낭혼탁이 조금이라도 더 적게 발생할 수 있도록 수술 중 더 효과적인 후낭 세척 방법을 개발하는 등의 노력이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 후낭혼탁을 평가할 때 단일 연구자가 분석을 하더라도 manual POCO software를 사용하였기 때문에 연구자의 주관적인 판단이 일정부분 개입되어 결과분석에서 다른 연구와의 차이가 있을 수 있다는 점이다. 또한 경과관찰 기간이 1년으로 시축을 가릴 정도의 후낭혼탁이 발생한 환자는 없어 시력과 후낭혼탁과의 관계에 대한 추가적인 분석이 힘들었다. 추후 경과관찰 기간을 늘린 연구에서 추가적인 논의가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Kelman CD. The history and development of phacoemulsification. *Int Ophthalmol Clin* 1994;34:1-12.
- 2) Fine IH, Packer M, Hoffman RS. Power modulations in new phacoemulsification technology: improved outcomes. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1014-9.
- 3) Vasavada AR, Raj S. Step-down technique. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1077-9.
- 4) Ward MS, Georgescu D, Olson RJ. Effect of bottle height and aspiration rate on postocclusion surge in Infiniti and Millennium peristaltic phacoemulsification machines. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1400-2.
- 5) Heo WJ, Lee JY, Kim HK. Comparison of clinical outcomes between high and low fluid-dynamic parameters during phacoemulsification. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:1860-6.
- 6) Oh TH, Lee SJ, Kim HS. Clinical outcomes of cataract surgery using torsional mode phacoemulsification and soft shell technique. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:1313-8.
- 7) Lee JE, Choi SH. Comparison of clinical results between ellips and ozil modes in phacoemulsification. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:1161-6.
- 8) Awasthi N, Guo S, Wagner BJ. Posterior capsular opacification: a problem reduced but not yet eradicated. *Arch Ophthalmol* 2009;127:555-62.
- 9) Apple DJ, Peng Q, Visessook N, et al. Eradication of posterior capsule opacification: documentation of a marked decrease in Nd:YAG laser posterior capsulotomy rates noted in an analysis of 5416 pseudophakic human eyes obtained postmortem. *Ophthalmology* 2001;108:505-18.
- 10) Nishi O, Nishi K, Sakka Y, et al. Intercapsular cataract surgery with

- lens epithelial cell removal. Part IV: Capsular fibrosis induced by poly(methyl methacrylate). *J Cataract Refract Surg* 1991;17:471-7.
- 11) Sterling S, Wood TO. Effect of intraocular lens convexity on posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 1986;12:655-7.
- 12) Born CP, Ryan DK. Effect of intraocular lens optic design on posterior capsular opacification. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:188-92.
- 13) Legler UF, Apple DJ, Assia EI, et al. Inhibition of posterior capsule opacification: the effect of colchicine in a sustained drug delivery system. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:462-70.
- 14) Power WJ, Neylan D, Collum LM. Daunomycin as an inhibitor of human lens epithelial cell proliferation in culture. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:287-90.
- 15) Kim NE, Lee SJ, Park JM. Risk factors for development of posterior capsule opacification after cataract surgery or combined vitreoretinal surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55:1132-8.
- 16) Findl O, Buehl W, Siegl H, Pinz A. Removal of reflections in the photographic assessment of PCO by fusion of digital retroillumination images. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:275-80.
- 17) Findl O, Buehl W, Menapace R, et al. Comparison of 4 methods for quantifying posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:106-11.
- 18) Camparini M, Macaluso C, Reggiani L, Maraini G. Retroillumination versus reflected-light images in the photographic assessment of posterior capsule opacification. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:3074-9.
- 19) Bender L, Spalton DJ, Uyanonvara B, et al. POComan: new system for quantifying posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2058-63.
- 20) Barman SA, Hollick EJ, Boyce JF, et al. Quantification of posterior capsular opacification in digital images after cataract surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:3882-92.
- 21) Wong T, Hingorani M, Lee V. Phacoemulsification time and power requirements in phaco chop and divide and conquer nucleofractis techniques. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1374-8.
- 22) Verges C, Cazal J, Lavin C. Surgical strategies in patients with cataract and glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16:44-52.
- 23) Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1079-84.
- 24) Faramarzi A, Javadi MA, Karimian F, et al. Corneal endothelial cell loss during phacoemulsification: bevel-up versus bevel-down phaco tip. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1971-6.
- 25) Osher RH. Slow motion phacoemulsification approach. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:667.
- 26) Hayashi K, Yoshida M, Manabe S, Hirata A. Cataract surgery in eyes with low corneal endothelial cell density. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1419-25.
- 27) Wong MM, Shukla AN, Munir WM. Correlation of corneal thickness and volume with intraoperative phacoemulsification parameters using Scheimpflug imaging and optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:2067-75.
- 28) Walkow T, Anders N, Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:727-32.
- 29) Nixon DR. Preoperative cataract grading by Scheimpflug imaging and effect on operative fluidics and phacoemulsification energy. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:242-6.
- 30) Vasavada AR, Praveen MR, Vasavada VA, et al. Impact of high and low aspiration parameters on postoperative outcomes of phacoemulsification: randomized clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:588-93.
- 31) Cleary G, Spalton DJ, Hancox J, et al. Randomized intraindividual comparison of posterior capsule opacification between a microincision intraocular lens and a conventional intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:265-72.
- 32) Cheng CY, Yen MY, Chen SJ, et al. Visual acuity and contrast sensitivity in different types of posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1055-60.

= 국문초록 =

높거나 낮은 유체 역동학 지표에 따른 백내장수술 후 수정체 후낭혼탁 발생 정도의 비교

목적: 유체 역동학 지표의 설정값 차이에 따른 백내장수술 후 수정체 후낭혼탁의 발생 정도의 차이를 비교 평가하고자 한다.

대상과 방법: 2013년 9월부터 2014년 3월까지 노년 백내장으로 진단 받고 백내장수술을 한 환자 73명, 125안 중 수정체 핵 제거 시 유체 역동학 지표가 낮은 군(진공값 180 mmHg, 흡입 유속 18 mL/min, 평형염액 높이 55 cm)과 높은 군(진공값 400 mmHg, 흡입 유속 22 mL/min, 평형염액 높이 90 cm) 두 군으로 나누어 후향적으로 비교 관찰하였다. 수술 중 수술 시간, 초음파 사용 시간, 평형염액 사용량을 비교하였으며 수술 후 3개월, 6개월, 12개월에 최대교정시력, 수정체 후낭혼탁 점수, 백분율 및 심각도를 각각 비교 분석하였다. 수술 전과 수술 후 12개월에는 각막내피세포밀도를 측정하였다.

결과: 최종 포함된 대상자는 낮은 지표군 13명 20안, 높은 지표군 15명 20안이었다. 초음파유화술 중 총 수술시간, 초음파 사용시간, 평형염액 사용량은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 수술 후 3개월, 6개월, 12개월에 측정한 최대교정시력은 두 군 간에 유의한 차이가 없었고, 수술 후 12개월에 두 군 간의 각막내피세포 감소율은 차이가 없었다. 수정체 후낭혼탁 점수, 백분율 및 심각도는 낮은 유체 역동학 지표군에서 유의하게 높았다.

결론: 낮은 유체 역동학 지표를 이용한 초음파유화술은 높은 유체 역동학 지표를 이용한 그룹과 비교 시 수술 후 시력결과나 수술 시간적인 면에서 충분히 효과적이다. 하지만 1년까지의 경과관찰 기간 중 수정체 후낭혼탁이 더 빨리 생기는 모습을 보이기 때문에 수술 중 이를 줄이기 위한 노력이 필요하다.

〈대한안과학회지 2016;57(10):1555-1562〉