

빛간섭단층촬영을 이용한 2.2 mm 동축 소절개와 2.75 mm 절개 백내장 수술 후 중심황반두께 및 부피의 변화 비교

Change in Central Macular Thickness after 2.2-mm Microincision Coaxial versus 2.75-mm Small Incision Cataract Surgery

안예진 · 김은철

Ye Jin Ahn, MD, Eun Chul Kim, MD, PhD

가톨릭대학교 의과대학 부천성모병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Bucheon St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea College of Medicine, Bucheon, Korea

Purpose: To evaluate the central macular thickness and volume changes after conventional 2.75-mm small incision cataract surgery (SICS) and 2.2-mm microincision coaxial cataract surgery (MICS).

Methods: We performed a retrospective chart review of 48 eyes undergoing uneventful phacoemulsification and divided the subjects into two groups, SICS and MICS. To evaluate the central macular thickness and volume changes after cataract surgery, optical coherence tomography (OCT) was used before and at one day, one week, one month, and two months postoperatively.

Results: No statistically significant difference was found in the intraoperative phacoemulsification power, phaco time, or volume of intraoperative irrigation solution between the two groups ($p > 0.05$). The average central macular thickness increased in the MICS group compared to the SICS group at every postoperative time point, and the difference was statistically significant at postoperative one month ($p = 0.04$). The average central macular volume was elevated in the MICS group; however, the difference was not significant ($p > 0.05$).

Conclusions: Central macular thickness and volume change were greater in the MICS group compared to the SICS group, and the difference in central macular thickness between the two groups was significant at postoperative one month. Careful follow-up examinations should be performed using OCT at this postoperative time point, especially in patients who received cataract surgery with smaller incision size.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(10):1460-1469

Key Words: Central macular thickness, Central macular volume, Microincision coaxial cataract surgery, Optical coherence tomography

■ Received: 2013. 12. 7. ■ Revised: 2014. 6. 10.

■ Accepted: 2014. 9. 17.

■ Address reprint requests to **Eun Chul Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, The Catholic University of
Korea, Bucheon St. Mary's Hospital, #327 Sosa-ro, Wonmi-gu,
Bucheon 420-717, Korea
Tel: 82-32-340-2125, Fax: 82-32-340-2126
E-mail: eunchol@hanmail.net

황반부종은 백내장 수술 후 시력 저하를 유발하는 원인 중 하나로, 임상적으로 유의한 낭포성 황반부종(Clinically significant cystoid macular edema, CME)의 발생빈도는 1-2%, 임상적으로 유의하지 않더라도 형광안저혈관조영에서 나타나는(Subclinical CME) 발생빈도는 9-19%로 다양하게 보고된 바 있다.¹⁻³ 황반부종의 진단은 이전까지 세극등현미경 및 형광안저혈관조영을 통해 이루어졌는데, 이는 황반 두께의 객관적, 정량적인 평가가 어렵고 검사자 간의 결과 해석이 다양할 수 있다는 단점이 있어, 최근에는 빛간섭단

층촬영(Optical coherent tomography, OCT)을 통한 형태적, 정량적인 평가가 이루어지고 있다.^{4,6} Lobo et al⁷은 백내장 수술 전과 수술 후의 OCT를 비교한 결과, 수술 후 6-8.5주 뒤에 27-41%의 환자에서 황반두께가 증가하였고, 소절개 백내장 수술 후 30개월 뒤 22%에서 여전히 황반두께가 증가되어 있음을 보고하였다.

초음파유화술과 접합 인공수정체가 도입됨에 따라, 수술 시 투명각막절개창의 크기를 줄일 수 있게 되었다. 절개창이 작아질수록 절개창으로 인한 합병증이 줄고, 무봉합 상태로 창상 치유를 할 수 있으며, 각막 난시를 최소화하여 수술 후 시력회복에 걸리는 시간을 단축시킬 수 있게 되었다.⁸ 그러나 이러한 여러 장점들에도 불구하고, 절개창이 작을수록 초음파유화술이 어려워지고 난류가 증가하여 수술의 위험성이 높아질 수 있다.⁹⁻¹¹

Kurz et al¹²에 따르면 동측 소절개 백내장 수술 시, 중심황반두께가 술 전 160 μm 에서 수술 8주 후 168 μm ($p=0.018$)로 증가하였고, 중심황반부 평균 부피의 경우 2.43 mm^3 에서 2.57 mm^3 로 증가하였다($p<0.001$). 미세각막절개 양손 백내장 수술 시에는 중심황반두께가 술 전 164 μm 에서 수술 8주 뒤 170 μm ($p=0.082$)로 증가하였으며, 중심황반부의 평균 부피는 2.45 mm^3 에서 2.55 mm^3 로 변화하였다($p<0.001$).

국내의 경우 백내장 절개창의 크기에 따른 수술 후 각막 내피세포, 각막 두께 및 난시도 변화에 관한 연구는 있으나, 아직까지 수술 후 중심황반두께와 부피의 변화를 비교한 연구는 이루어져 있지 않은 실정이다. 절개창 크기의 감소로 인한 수술 중 홍채 등 주변 구조물들에 대한 간접적인 외상 및 열손상이 안구 내 염증반응을 증가시킬 가능성이 있다.¹³ 이러한 안구 내 염증반응의 증가는 수술 후 황반부종 발생률의 증가 그리고 불만족스러운 수술 예후로 이어질 수 있으므로, 저자들은 2.2 mm 동측 소절개 백내장 수술(microincision coaxial cataract surgery, MICS)과 2.75 mm 절개 고전적 백내장 수술(small incision cataract surgery, SICS) 후 빛간섭단층촬영을 시행하여 수술 전 및 수술 후 중심황반두께와 부피에 차이가 있는지 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법

2013년 2월부터 2013년 5월까지 본원 안과에서 백내장으로 진단받고 초음파수정체유화술 및 후방인공수정체삽입술을 시행 받은 환자 48명(48안)에 대하여 후향적인 연구 방법으로 조사하였다.

수술 전에 최대교정시력, 현성굴절검사, 세극등현미경검

사, 안압검사, 안저검사, 초음파 각막두께측정검사, 빛간섭단층촬영을 시행하였고, 고혈압, 당뇨병 등 내과적 기저질환을 지닌 환자 및 기존에 알고 있는 각막질환, 녹내장, 당뇨망막병증, 망막앞막, 연령관련황반변성, 포도막염 등 다른 안과적 질환이 합병된 환자나 전층 각막이식술이나 굴절교정수술, 녹내장 수술 등 과거에 안과 수술을 시행 받았던 환자는 본 연구에서 제외되었다. 또한 수술 전 평가에서 황반부종이 있는 경우, 심한 매체 혼탁으로 안저검사가 불가능했던 경우, 수술 중 후낭파열 등 백내장 수술 후 황반부종의 위험인자로 알려진 합병증이 있었던 경우, 경과관찰 기간 중 황반두께에 영향을 미칠 수 있는 다른 안과적 질환이 생긴 경우 및 수술을 시행한 경우도 대상에서 제외하였다.

수술은 모두 동일한 술자에 의해 0.5% propacaine hydrochloride (Alcaine[®], Alcon, USA)와 4% Lidocaine hydrochloride로 점안 마취 후 시행되었다. 고전적 백내장 수술을 시행 받은 환자들(SICS군, 25안)은 다이아몬드나이프를 이용하여 2.75 mm의 이측부 투명각막절개를 가한 뒤 점탄물질을 전낭에 채워 넣고, 5-6 mm 직경의 원형전낭절개(continuous curvilinear capsulorhexis)를 시행하였다. 반면에 동측 소절개 백내장 수술을 받은 환자(MICS군, 23안)들은 2.2 mm의 소절개창을 만들었으며, 추가적인 절개창의 확장은 이루어지지 않았다. 관류액(Balanced salt solution, BSS[®], Alcon, USA)을 사용하여 수력분리술과 수력분층술을 시행한 뒤 초음파 유화기(Infiniti Vision System[®], Alcon Laboratories Inc. Fort Worth, USA)로 핵의 수정체유화술과 피질흡인을 시행하였다. 후방내의 인공수정체 삽입은 아크릴 접합인공수정체를 낭 내에 삽입 후 전낭 내 남아있는 점탄물질은 관류 및 흡인장치로 제거하였다. 수술 중 눈 안에 전달되는 초음파 에너지의 양을 측정하기 위해서 두 군에서 수정체 유화술에 사용된 평균 초음파 에너지의 양(phaco power), 초음파 사용시간(ultrasound time, UST)을 측정하였으며, cumulative dissipated energy (CDE) 값, 수술 중 사용된 관류액의 양 등을 비교하였다. 이때 백내장의 딱딱한 정도가 수술 중 사용되는 초음파 파라미터들에 영향을 미칠 가능성을 고려, LOCS III (Lens Opacities Classification System III)에 의거하여 백내장을 핵 경화도에 따라 분류하여 분석하였다.

수술 후 1일, 1주일, 1개월, 2개월에 정기적으로 경과관찰을 하였으며, 이때 최대교정시력과 더불어 빛간섭단층촬영을 이용하여 중심황반두께 및 중심황반부의 부피를 측정하여 비교하였다. 수술에 따른 열손상을 간접적으로 확인하기 위해 수술 후 1주째 중심각막두께를 측정하였다. 빛간섭단층촬영상 황반중심부의 낭포성 변화가 있거나, 술 전

에 비해 중심황반두께가 30% 이상 증가한 환자는 형광안저혈관조영을 시행하여 망막미세혈관의 누출 여부를 확인하였다. 또한 전방 염증을 비교하기 위해 Hogan and Kimura 방법¹⁴에 의거하여 +0에서 +4까지 다섯 단계로 전방 염증을 나누어 수술 후 1주일과 1개월에 조사하였고, 수술 후 1주째 중심각막두께를 측정하였다.

빛간섭단층촬영은 Cirrus HD-OCT[®] (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)를 이용하여 시행하였다. Macular cube 512×128 combination scan은 라스터 스캔(Raster scan)방식으로, 512 A-scans를 구성하는 128개의 horizontal scan lines로 측정하였고, 각 scan 당 깊이 1024 pixels (2 mm), 길이 512 pixels (6 mm)의 해상도를 지니도록 검사하였다. 황반부 검사를 위해 중심와를 기준으로 3 mm 직경 원에 해당하는 부위를 측정범위로 설정하였고, 이 중 중심황반두께는 유리체-망막 경계부에서부터 망막색소상피-브루크막 경계부까지의 거리를 말한다. 모든 경우 신호강도 7 이상인 경우만 결과에 포함시켰다.

통계적인 분석은 SPSS for Windows 19.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. SICS군과 MICS군의 비교에는 Student *t*-test 및 각 시기별 두 군의 중심황반두께, 중심황반부 부피 변화의 분석에는 Repeated measures ANOVA test를 시행하였다. 또한 MICS군과 SICS군에서 중심황반두께 및 중심황반부 부피에 차이가 난 원인적인 분석을 위하여 Pearson correlation analysis를 시행하였다. *p*-value가 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

대상환자 48명(전체 48안) 중 남자는 17안, 여자는 31안이었으며, 평균 연령은 65.94 ± 12.14 세(범위: 41-82세)였다. 수술 전 요인인 대상자의 연령, 성별, 구면대응수치, 중심각막두께, 안압은 SICS군과 MICS군 사이에 유의한 차이가 없었다($p>0.05$) (Table 1).

수술 전 평균 최대교정시력은 SICS군에서 0.40 ± 0.19 (logMAR), MICS군에서 0.37 ± 0.31 (logMAR)였으며, 평균 중심황반두께는 SICS군에서 $251.48 \pm 21.16 \mu\text{m}$, MICS군에서 $254.17 \pm 38.29 \mu\text{m}$, 중심황반부 부피는 SICS군에서 $9.59 \pm 0.35 \text{ mm}^3$, MICS군에서 $9.83 \pm 0.57 \text{ mm}^3$ 로 두 군 간 차이가 없었다($p>0.05$). 모든 환자에서 술 후 1일, 1주일, 1개월, 2개월째 경과관찰을 통해 최대교정시력 측정 및 빛간섭단층촬영을 시행하였으며, 경과관찰 중 황반부종을 유발할 수 있는 유의한 합병증은 발생하지 않았다.

최대교정시력은 1일, 1주일, 1개월, 2개월째의 모든 경과

관찰 시점에서 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 수술 후 모든 시기에서 SICS군에 비해 MICS군에서 평균 중심황반두께가 증가되어 있었다. 두 군 간의 차이는 수술 후 1개월째 가장 컸고, 이는 통계적으로 유의하였다($p=0.04$). 중심황반부의 평균 부피는 중심황반두께와 마찬가지로 수술 후 모든 시기에서 SICS군에 비해 MICS군에서 증가되어 있었으나, 그 차이는 유효하지 않았다($p>0.05$) (Fig. 1, Table 2). SICS와 MICS 두 군 모두에서 수술 후 시간이 경과함에 따라 중심황반두께가 증가하였고(SICS군 $p=0.027$, MICS군 $p=0.012$), 중심황반부 부피 또한 두 군 모두에서 시간에 따라 증가하였다(SICS군 $p=0.048$, MICS군 $p=0.036$) (Fig. 2).

백내장의 핵 경화도에 따라 계층별로 분류하여 분석한 결과, 백내장이 더 심하더라도 수술 중 요인 및 수술 후 중심황반두께, 중심황반부의 부피에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다($p>0.05$) (Fig. 3). 그러나 백내장 수술 중 요인들을 비교 분석한 결과, 통계적으로 유의하지는 않으나($p>0.05$), MICS군에서 SICS군에 비해 초음파 시간(UST), CDE 값 및 사용된 관류액의 양이 증가되어 있는 경향을 보였고(Table 1), 이 중 UST와 CDE는 그 값이 증가할수록 수술 후 중심황반두께와 중심황반부 부피가 증가되는 양의 상관관계를 보였다(Fig. 4). 수술 후 1주째 전방염증 정도는

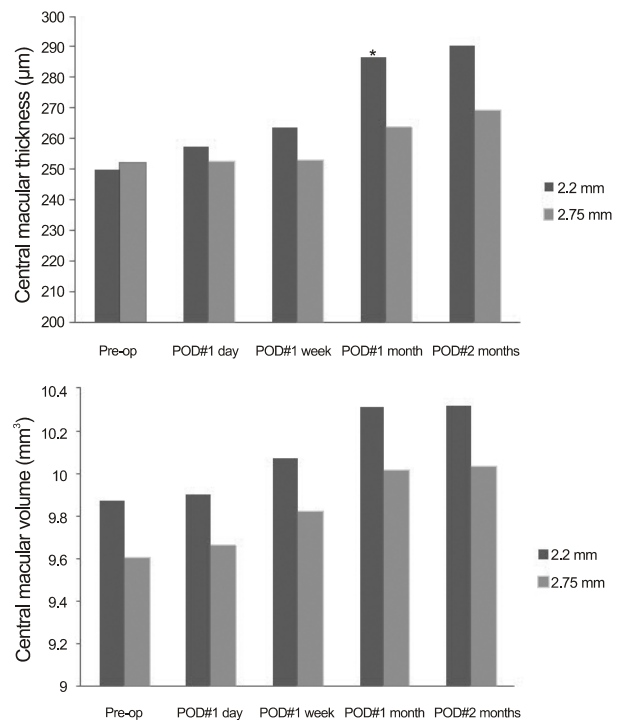


Figure 1. Central macular thickness and central macular volume change at each postoperative time period (student *t*-test $p < 0.05^*$). POD = postoperative date.

Table 1. Preoperative clinical data and intraoperative phaco parameters

	MICS (n = 23)	SICS (n = 25)	p-value*
Preoperative factors			
Age (years)	64.52 ± 10.66	65.88 ± 12.91	0.69
Best corrected visual acuity (log MAR)	0.38 ± 0.22	0.47 ± 0.24	0.16
Spherical equivalent (diopter)	-0.77 ± 1.39	-1.62 ± 3.10	0.29
Intraocular pressure (mm Hg)	15.16 ± 2.66	15.52 ± 2.61	0.64
Preoperative corneal thickness (μm)	546.78 ± 36.92	541.05 ± 32.06	0.60
Nuclear opacity (NO, LOCS III)	3.65 ± 0.71	3.75 ± 0.74	0.65
Intraoperative factors			
UST (sec)	28.42 ± 9.79	24.57 ± 10.41	0.17
CDE	16.71 ± 20.54	15.76 ± 19.99	0.39
BSS (cc)	42.74 ± 14.95	41.11 ± 18.53	0.34

Values are presented as mean ± SD.

MICS = microincision coaxial cataract surgery; SICS = small incision cataract surgery; log MAR = logarithm of the minimum angle of resolution; NO = nuclear opacity; LOCS III = lens opacities classification system III; UST = ultrasound time; CDE = cumulative dissipated energy; BSS = balanced salt solution.

*Student *t*-test.

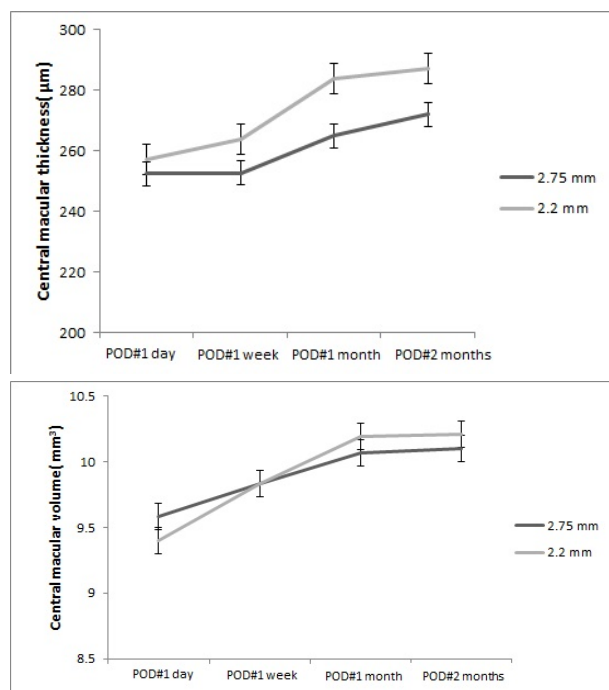


Figure 2. Analysis of central macular thickness and central macular volume change in time course at each postoperative period (repeated measures ANOVA; Central macular thickness; Small incision cataract surgery (SICS) group $p = 0.027$, microincision coaxial cataract surgery (MICS) group $p = 0.012$; Central macular volume; SICS group $p = 0.048$, MICS group $p = 0.036$). POD = postoperative date.

통계적으로 유의하지는 않으나, MICS군에서 SICS군에 비해 증가되어 있었다($p=0.32$). 수술 후 1개월째에는 두 군 사이에 거의 차이를 보이지 않았다($p=0.81$). 수술 후 1주째 평균 중심각막두께는 SICS군에서 $556 \pm 33.00 \mu\text{m}$, MICS군에서 $572 \pm 39.45 \mu\text{m}$ 로 두 군에서 유의한 차이가 있었다

($p=0.02$).

임상적으로 유의한 황반부종(Clinically significant CME), 즉, 빛간섭단층촬영영상에서 술 전과 비교하여 술 후의 중심황반두께가 30% 이상 증가했거나, 황반중심부에 낭포성 병변이 관찰된 경우는 MICS군에서 3안(13.04%)으로, 모두 수술 후 1달째 황반부종이 발생하였다. 당시 3안의 평균 중심황반두께는 $337.67 \pm 31.27 \mu\text{m}$, 중심황반부 평균 부피는 $10.65 \pm 0.44 \text{ mm}^3$, 평균 최대교정시력은 0.43 ± 0.25 (logMAR)였다. SICS군에서는 임상적으로 유의한 황반부종이 발생되지 않았다. 해당 환자들은 내과적, 안과적 기저질환을 동반하고 있지 않았다. 황반부종이 발생한 3안 모두 NSAID (nonsteroidal anti-inflammatory drug) 경구약 및 점안액, 스테로이드 점안액 치료를 시행하였고, 수술 후 2개월째 경과관찰에서 평균 중심황반두께는 $290 \pm 27.28 \mu\text{m}$, 중심황반부 부피는 $10.17 \pm 0.52 \text{ mm}^3$, 평균 최대교정시력 0.24 ± 0.19 (logMAR)로 시력의 호전을 보였다(Fig. 5, 6).

고 찰

지난 수십 년간 백내장 수술은 수술 후 시력 개선에 대한 환자의 만족도를 높이는 방향으로 발전되어 왔다.¹⁵ 특히 백내장 수술 기구의 발달과 수술 절개창의 크기와 관련하여 백내장 수술 방법에 있어서 커다란 변화가 있어왔다. 10.0 mm 각막절개의 수정체낭내제거술(Intracapsular cataract extraction, ICCE)과 8.0 mm 각막절개의 수정체낭외제거술(Extracapsular cataract extraction, ECCE)을 거쳐 1960년대 초음파유화술이 도입되고, 이후로 접합인공수정체가 개발되면서 상대적으로 작은 2.8-3.5 mm의 각막 절개가 가능하게 되었다.¹⁶ 많은 연구를 통해 각막절개창 크기의 감

Table 2. Comparison of best corrected visual acuity (BCVA), central macular thickness (CMT) and central macular volume between 2.2-mm and 2.75-mm incision group

		Pre op	Post op			
			1 day	1 week	1 month	2 months
BCVA (log MAR)	MICS	0.38 ± 0.22	0.09 ± 0.22	0.08 ± 0.18	0.07 ± 0.20	0.06 ± 0.22
	SICS	0.47 ± 0.24	0.16 ± 0.29	0.12 ± 0.23	0.11 ± 0.25	0.09 ± 0.22
	<i>p</i> -value	0.16	0.07	0.12	0.23	0.37
CMT (μm)	MICS	249.90 ± 47.40	257.26 ± 28.26	263.68 ± 29.32	290.36 ± 54.00	290.40 ± 32.13
	SICS	251.84 ± 24.86	252.45 ± 29.47	252.67 ± 20.84	263.73 ± 27.57	269.63 ± 31.07
	<i>p</i> -value	0.87	0.77	0.25	0.04*	0.17
CMV (mm ³)	MICS	9.87 ± 0.53	9.90 ± 0.46	10.07 ± 0.45	10.27 ± 0.50	10.29 ± 0.50
	SICS	9.60 ± 0.83	9.66 ± 0.67	9.82 ± 0.52	10.01 ± 0.43	10.03 ± 0.41
	<i>p</i> -value	0.22	0.31	0.28	0.12	0.33

Values are presented as mean ± SD.

MICS = microincision coaxial cataract surgery; SICS = small incision cataract surgery; CMV = central macular volume.

*Student *t*-test *p* < 0.05.

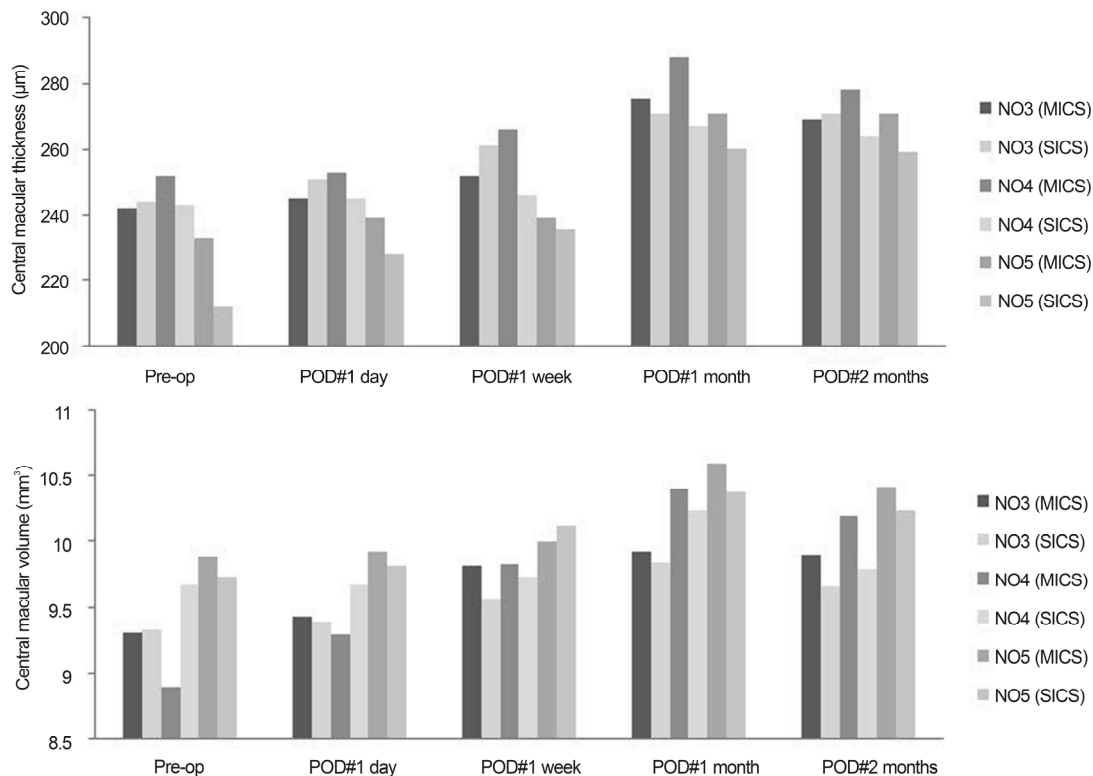


Figure 3. Subset analysis comparing central macular thickness and central macular volume between MICS and SICS group according to cataract grading (nuclear opacity of LOCS III) (student *t*-test *p* < 0.05*). POD = postoperative date; NO = nuclear opacity; SICS = small incision cataract surgery; MICS = microincision coaxial cataract surgery; LOCS III = lens opacities classification system III.

소로 수술 창상 관련 합병증이 줄어들고, 수술유발난시도 (surgically induced astigmatism, SIA) 및 구면수차가 감소 하였으며, 수술 후 시력 회복이 더 빠르고, 교정 시력이 개선됨이 밝혀졌다.¹⁷⁻²⁰ 그러나 절개창 크기가 작아짐에 따라 수술 중 전방이 불안정해질 수 있으며,¹³ 수술의 위험성이 높아짐과 동시에 염증의 증가로 인한 또 다른 문제들이 발생할 가능성이 제기되었다.

본 연구에서는 대상자 선정 시, 백내장 수술 후 낭포성 황반부종(CME)의 위험인자로 기존에 알려진 고혈압, 당뇨병 등의 전신질환이 있는 경우, 다른 안과적 질환이 합병된 경우 및 프로스타글란딘 유사제제를 사용하고 있던 경우를 제외하였다. 이와 더불어 백내장 수술 자체와 관련된 위험 요인이 수술 중 발생했던 경우 역시 대상자에서 제외함으로써 환자의 개별적인 술 전 요인과 수술 중 요인만을 토대

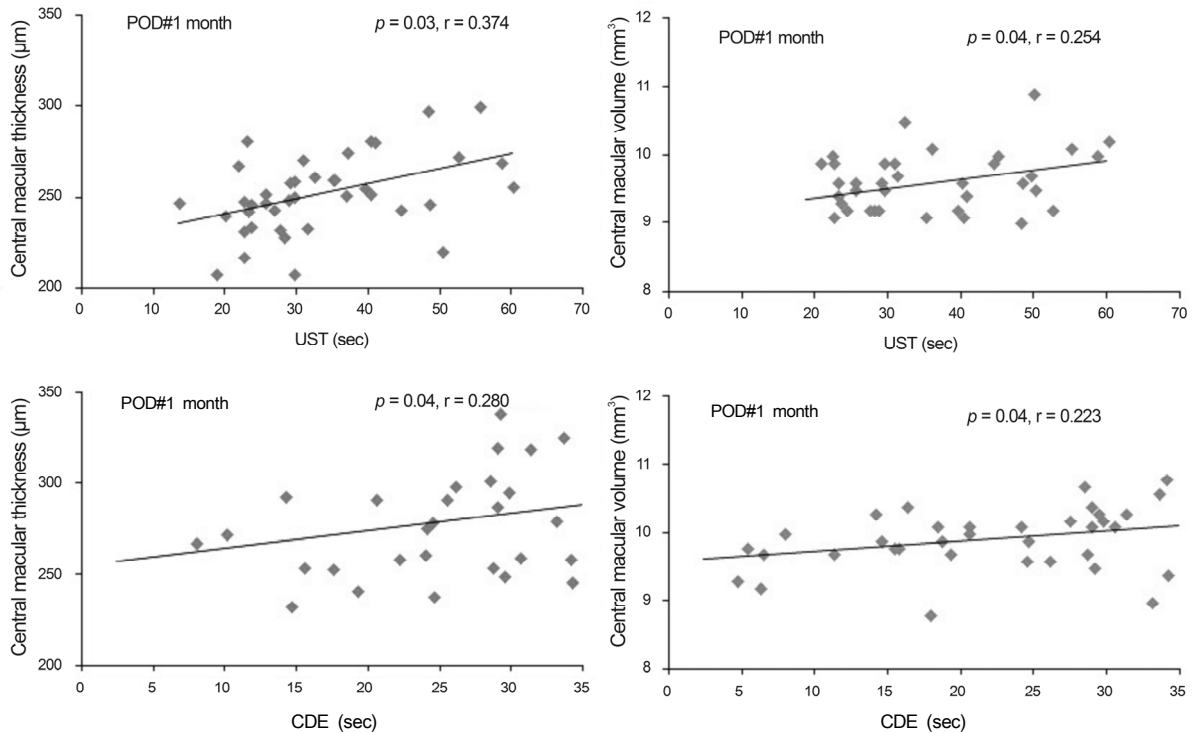


Figure 4. Correlation analysis of intraoperative factors (ultrasound time, cumulative dissipated energy) and central macular thickness, central macular volume, respectively (r = Pearson correlation coefficient). POD = postoperative date; UST = ultrasound time; CDE = cumulative dissipated energy.

로 비교 분석을 시행할 수 있었다.²¹

대상자의 연령, 성별, 구면대응수치, 중심각막두께, 안압 등 환자 개별요인은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$). 백내장의 핵 경화도가 높을수록 딱딱한 핵을 분쇄하는 과정에서 전방이 불안정해지면서, 더 많은 초음파 에너지가 사용될 수 있다는 주장이 있었으나, 최근 수술 기구의 발달에 따라 백내장 수술 후 혈액방수장벽의 파괴는 핵 경화도 자체보다는 절개창의 크기, 수술 기법, 수술 시간 등에 더 영향을 받는다고 밝혀졌다.²² 본 연구에서 백내장의 핵 경화도에 따라 계층별로 분류하여 분석한 결과, 백내장이 더 심하더라도 수술 중 요인 및 수술 후 중심황반두께, 중심황반부의 부피에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

CME는 백내장 수술 후 시력저하를 유발하는 중요한 원인 중 하나로, 백내장 수술 후에 발생한 대부분의 CME는 일시적이고 자연적으로 호전되지만, 몇몇 환자에서 황반의 만성적인 변화와 함께 영구적인 시력 손실을 가져오기도 한다.^{1,23,24} 특히 당뇨병이 있는 환자에서 백내장 수술 후 시력 감소의 가장 주된 원인이 황반부종임은 잘 알려진 사실이다.^{5,25} 그러나 아무런 기저질환이 없는 환자에서도 백내장 수술 후 CME가 0.1-2%의 확률로 발생하며, 여러 연구를 통해 백내장 수술 자체가 황반부종의 발생에 영향을

끼칠 수 있음이 밝혀졌다.²⁶

Ursell et al²⁷은 CME의 발병기전을 밝히려는 연구에서 백내장 수술 자체로 인하여 발생한 염증성 매개체들이 전방 내로 유리되고, 혈액방수장벽의 손상과 연관되어 안구 내에 염증 반응이 일어나게 되면 이러한 반응들이 망막혈관계에 영향을 미쳐 임상적으로 유의한 황반부종을 유발하거나 황반두께의 증가를 가져올 수 있다고 하였다. 이를 뒷받침하는 연구 중 하나로, Ersoy et al²⁸은 laser flare-cell meter로 측정한 전방의 염증 수치가 백내장 수술 후 CME 발생군에서 CME 비발생군에 비해 크다고 보고하였다.

투명 각막절개창의 크기에 있어서 Kim et al²⁹은 2.2 mm 동측 소절개 백내장 수술과 2.75 mm 절개 백내장 수술을 비교한 연구에서 수술 중 UST와 CDE 값이 두 군에서 차이가 없었음에도, 수술 후 초기에 절개부 각막두께가 2.2 mm 절개군에서 더 증가됨을 보고하였고, 그 이유로 절개창의 크기가 작을수록 절개부 주변에 더 큰 열손상이 일어나기 때문이라고 하였다. Osher and Injev³⁰은 실제로 동일한 조건(초음파파워의 크기, 초음파에너지, 흡입관류속도(aspiration flow rate), 관류액병의 높이(bottle height))에서 백내장 수술을 시행했을 때, 각막절개창의 크기가 작을수록 더 큰 절개부의 온도상승을 증명해내어 이를 뒷받침하였다.

본 연구에서는 통계적으로 유의하지는 않으나, MICS군

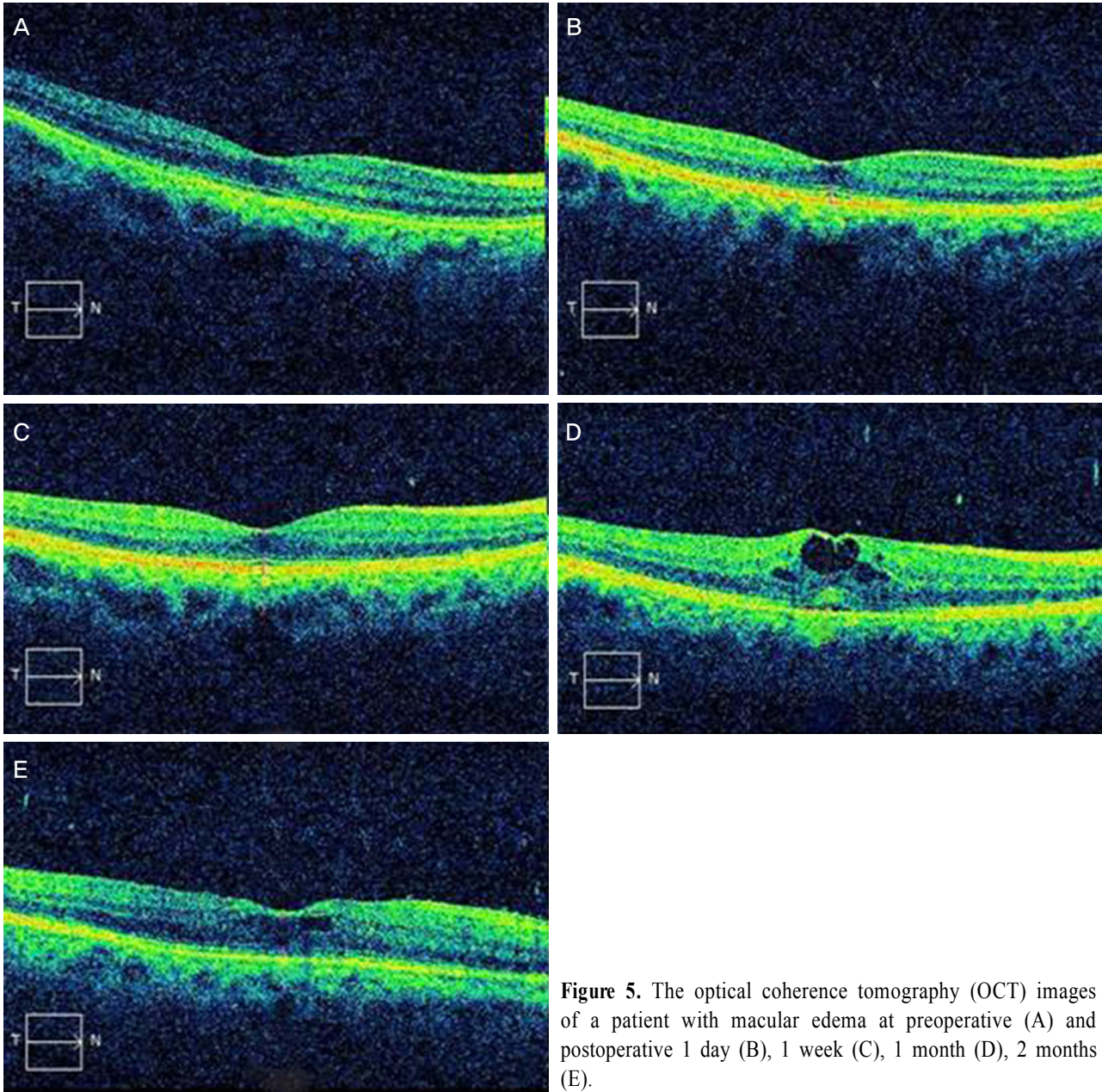


Figure 5. The optical coherence tomography (OCT) images of a patient with macular edema at preoperative (A) and postoperative 1 day (B), 1 week (C), 1 month (D), 2 months (E).

에서 SICS군에 비해 UST와 CDE가 증가되어 있었고, 수술 후 1주째 중심각막두께가 MICS군에서 SICS군에 비해 유의하게 두꺼워져 있었다. 또한 이변량 상관분석 결과, UST, CDE가 증가함에 따라 중심황반두께 및 중심황반부 부피가 증가하는 경향을 보여, 앞서 언급한 연구 결과들과 더불어, 각막절개창 크기가 작을수록 더 많은 열손상이 일어나는 것으로 예상해볼 수 있다. 수술 후 1일, 1주일, 1개월, 2개월째 모든 경과관찰에서 MICS군에서 SICS군에 비해 평균 중심황반두께와 더불어 중심황반부의 부피가 증가되어 있었는데, 이는 좁은 절개창을 통해 초음파유화기가 조이게 됨으로써 주변 조직에 열손상을 일으키고, 염증을 유발, 결과적으로 혈액방수장벽의 손상 및 망막혈관계의 투과성을

증가시켰기 때문이라 여겨진다.^{10,11}

대다수의 경우 임상적으로 유의한 CME의 증상 및 증후는 백내장 수술 후 4-12주 경 나타나고, 그중에서 4-6주 경에 발생 빈도가 가장 높다.²¹ 국내에서도 An et al³¹이 비당뇨환자군과 당뇨병환자군 모두에서 백내장 수술 후 1개월째에 중심황반두께 증가와 CME 발생률이 가장 높은 것으로 보아, 이 시기를 수술 후 염증매개체로 인한 안내 염증성 반응이 최대로 일어나는 시기라고 하였다. 본 연구에서도 SICS군과 MICS군의 평균 중심황반두께의 차이가 수술 후 1개월째 가장 컸고, 이는 통계적으로 유의하였다($p=0.04$). 또한 수술 후 빛간섭단층촬영상 30% 이상의 중심황반두께의 증가가 있거나, 형광안저혈관조영술상 황반부 형광 유

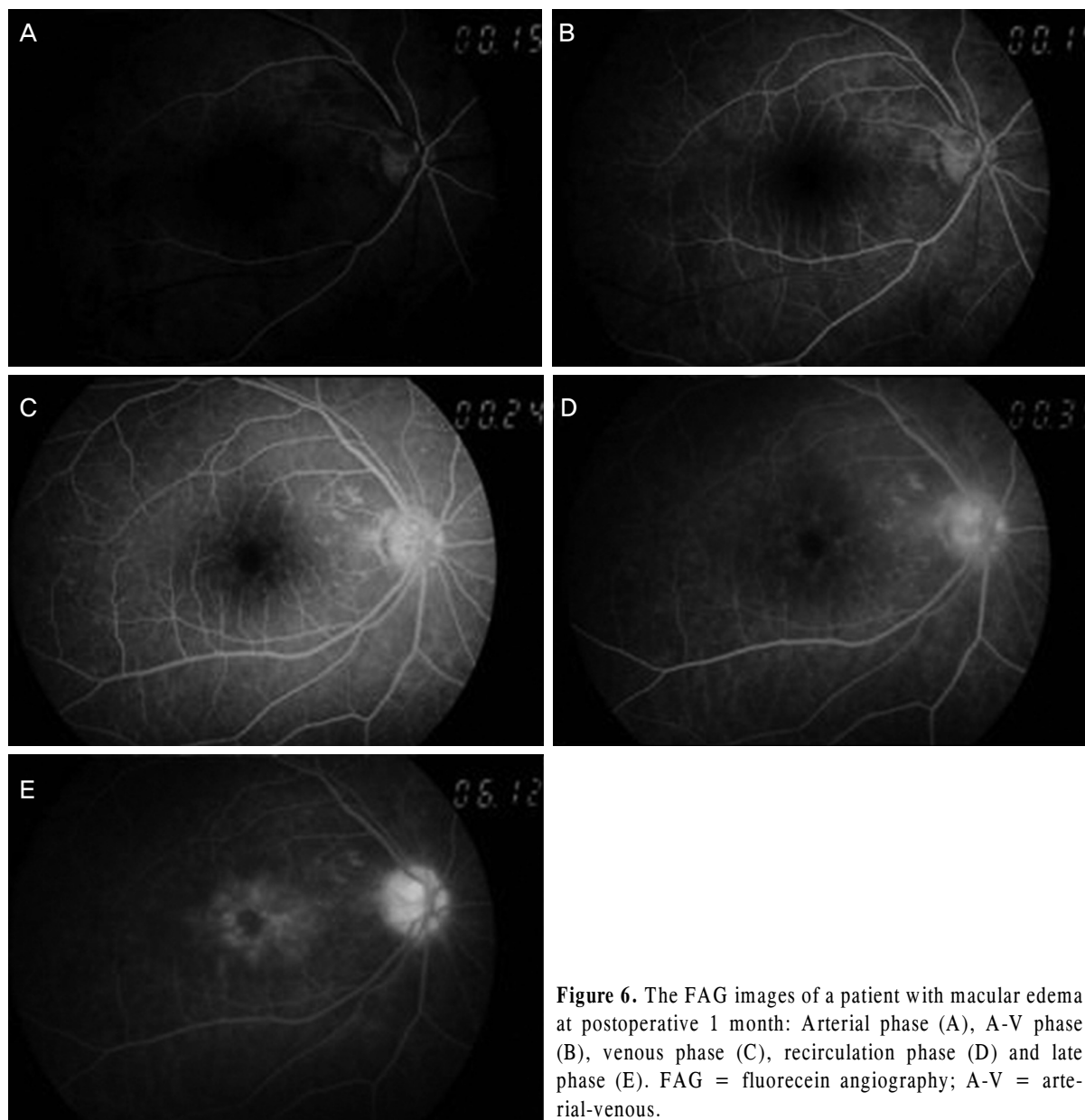


Figure 6. The FAG images of a patient with macular edema at postoperative 1 month: Arterial phase (A), A-V phase (B), venous phase (C), recirculation phase (D) and late phase (E). FAG = fluorescein angiography; A-V = arterial-venous.

출이 관찰되었던 3안(13.04%) 모두 MICS군에 속한 환자들로, 수술 후 1개월째 황반부종이 발생하였다. OCT를 이용하여 합병증 없이 종료된 백내장 수술 환자의 황반두께 변화를 분석한 몇몇 연구에서 수술 후 4-6주에 황반두께가 가장 증가되어 있음을 보고하였고,²¹ 이러한 황반두께의 증가는 지역적인 차이를 보여 중심부에서 가장 저명하다고 하였다.³² 또한 환자들을 대상으로 형광안저혈관조영술을 시행한 결과, OCT와 상응하는 중심황반 지역에서의 형광 누출이 확인되어, 백내장 수술로 인해 증가한 염증매개체들이 손상된 혈액방수장벽을 통과해 혈액망막장벽에도 영향을 미치는데, 수술 후 1개월째 최대 손상이 일어나는 것으로 여겨진다.^{7,32} 임상적으로 유의한 황반부종의 발생률이

13.04%로 기존에 알려진 발생률(0.1-2%)보다 높은 것은, 이전에 이루어진 연구들이 대부분 백내장 수술 시 3 mm 크기로 각막절개를 시행하였기 때문이라 생각한다.^{21,33,34} 1.5 mm 미세각막절개 양손백내장 수술과 2.75 mm 각막절개 백내장 수술 후 중심황반두께를 비교한 결과, 두 군 간 차이가 없다는 보고가 있었으나, 백내장 핵경화도와 수술 중 사용된 초음파 에너지에 관한 분석은 없어 이로 인한 영향을 배제하기 어렵다.¹²

빛간섭단층촬영은 중심황반두께를 객관적이고 정량적으로 측정함으로써 황반부종의 발생 및 변화양상을 추적할 수 있게 해준다. 본 연구에서는 30% 이상의 중심황반부 두께 증가를 황반부종의 기준으로 정하였으나, 아직까지 빛

간섭단층촬영 결과로 황반부종을 정의하는 명확한 기준이 확립되어 있지 않고, 보고자들마다 다른 기준을 제시하고 있어 추후 객관적인 평가를 위해 이에 대한 논의가 필요할 것이다. 또한 경과관찰 기간이 2개월로 짧았고, 임상적으로 유의한 황반부종이 발생했던 환자들에 대해서도 좀 더 장기적인 빛간섭단층촬영은 시행하지 않아 황반부종이 실제로 병적인 것이었는지 감별하기 어려운 점은 본 논문의 한계라고 할 수 있겠다.

본 연구를 통해 저자들은 합병증 없이 종료된 2.2 mm 동축 소절개 백내장 수술과 2.75 mm 고전적 절개방식의 백내장 수술 후 중심황반두께 및 부피의 변화를 빛간섭단층촬영을 통해 정량적으로 측정하여 그 결과를 보고하는 바이며, 현재까지 국내에 이루어진 동일한 연구는 없다. 2.2 mm 동축 소절개 백내장 수술 시, 수술 중 각막절개창 주변부에서 일어나는 열손상이 전달되어 이로 인한 혈액방수장벽의 파괴가 염증매개체 분비를 증가시킴으로써, 결과적으로 망막혈관계의 투과성을 증가시킬 수 있다. 본 연구에서 실제로, 수술 후 1일, 1주일, 1개월, 2개월째 경과관찰 시기에 MICS군에서 SICS군에 비해 평균 중심황반두께 및 중심황반부의 평균 부피가 증가되어 있었고, 특히 수술 후 1개월에 평균 중심황반두께의 유의한 차이를 보였다. 그러나 대부분의 경우 수술 후 황반두께 및 황반부 부피는 저절로 정상화되었고, 황반부종이 발생하더라도 치료에 잘 반응하였으므로, 백내장 수술 및 수술 후 경과관찰 시 시력 저하 등 증상이 있는 환자에 한해 OCT 및 안저검사를 시행한다면 2.2 mm 동축 소절개 백내장 수술의 예후를 더욱 좋게 할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Rossetti L, Autelitano A. Cystoid macular edema following cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2000;11:65-72.
- Rossetti L, Chaudhuri J, Dickersin K. Medical prophylaxis and treatment of cystoid macular edema after cataract surgery. The results of a meta-analysis. *Ophthalmology* 1998;105:397-405.
- Norregaard JC, Bernth-Petersen P, Bellan L, et al. Intraoperative clinical practice and risk of early complications after cataract extraction in the United States, Canada, Denmark, and Spain. *Ophthalmology* 1999;106:42-8.
- Flesner P, Sander B, Henning V, et al. Cataract surgery on diabetic patients. A prospective evaluation of risk factors and complications. *Acta Ophthalmol Scand* 2002;80:19-24.
- Hayashi K, Igarashi C, Hirata A, Hayashi H. Changes in diabetic macular oedema after phacoemulsification surgery. *Eye (Lond)* 2009;23:389-96.
- Kim SJ, Equi R, Bressler NM. Analysis of macular edema after cataract surgery in patients with diabetes using optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2007;114:881-9.
- Lobo CL, Faria PM, Soares MA, et al. Macular alterations after small-incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:752-60.
- Shepherd JR. Induced astigmatism in small incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1989;15:85-8.
- Dosso AA, Cottet L, Burgener ND, Di Nardo S. Outcomes of coaxial microincision cataract surgery versus conventional coaxial cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:284-8.
- Kim HJ, Kim JH, Lee DH. Endothelial cell damage in microincision cataract surgery and coaxial phacoemulsification. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:19-26.
- Can I, Takmaz T, Yildiz Y, et al. Coaxial, microcoaxial, and biaxial microincision cataract surgery: prospective comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:740-6.
- Kurz S, Krummenauer F, Thieme H, Dick HB. Optical coherence tomography of macular thickness after biaxial vs coaxial microincision clear corneal cataract surgery. *Eur J Ophthalmol* 2009;19:990-7.
- Findl O, Amon M, Petternel V, Kruger A. Early objective assessment of intraocular inflammation after phacoemulsification cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2143-7.
- HOGAN MJ, KIMURA SJ, THYGESON P. Signs and symptoms of uveitis. I. Anterior uveitis. *Am J Ophthalmol* 1959;47:155-70.
- Kelman CD. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am J Ophthalmol* 1967;64:23-35.
- Dick HB. Controlled clinical trial comparing biaxial microincision with coaxial small incision for cataract surgery. *Eur J Ophthalmol* 2012;22:739-50.
- Linebarger EJ, Hardten DR, Shah GK, Lindstrom RL. Phacoemulsification and modern cataract surgery. *Surv Ophthalmol* 1999;44:123-47.
- Steinert RF, Brint SF, White SM, Fine IH. Astigmatism after small incision cataract surgery. A prospective, randomized, multicenter comparison of 4- and 6.5-mm incisions. *Ophthalmology* 1991;98:417-23; discussion 423-4.
- Kohnen T, Dick B, Jacobi KW. Comparison of the induced astigmatism after temporal clear corneal tunnel incisions of different sizes. *J Cataract Refract Surg* 1995;21:417-24.
- Masket S, Wang L, Belani S. Induced astigmatism with 2.2- and 3.0-mm coaxial phacoemulsification incisions. *J Refract Surg* 2009;25:21-4.
- Lobo C. Pseudophakic cystoid macular edema. *Ophthalmologica* 2012;227:61-7.
- Ursell PG, Spalton DJ, Tilling K. Relation between postoperative blood-aqueous barrier damage and LOCS III cataract gradings following routine phacoemulsification surgery. *Br J Ophthalmol* 1997;81:544-7.
- Ray S, D'Amico DJ. Pseudophakic cystoid macular edema. *Semin Ophthalmol* 2002;17:167-80.
- Ruiz RS, Saatci OA. Visual outcome in pseudophakic eyes with clinical cystoid macular edema. *Ophthalmic Surg* 1991;22:190-3.
- Kim JY, Song MH, Chung SK. Analysis of postoperative macular edema in cataract patients with diabetes using optical coherence tomography. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:340-6.
- Mentes J, Erakgun T, Afrashi F, Kerici G. Incidence of cystoid macular edema after uncomplicated phacoemulsification. *Ophthalmologica* 2003;217:408-12.
- Ursell PG, Spalton DJ, Whitcup SM, Nussenblatt RB. Cystoid

- macular edema after phacoemulsification: relationship to blood-aqueous barrier damage and visual acuity. J Cataract Refract Surg 1999;25:1492-7.
- 28) Ersoy L, Caramoy A, Ristau T, et al. Aqueous flare is increased in patients with clinically significant cystoid macular oedema after cataract surgery. Br J Ophthalmol 2013;97:862-5.
- 29) Kim EC, Byun YS, Kim MS. Microincision versus small-incision coaxial cataract surgery using different power modes for hard nuclear cataract. J Cataract Refract Surg 2011;37:1799-805.
- 30) Osher RH, Injev VP. Thermal study of bare tips with various system parameters and incision sizes. J Cataract Refract Surg 2006;32:867-72.
- 31) An TS, Park IW, Kwon SI. The changes in central macular thickness after cataract surgery in patients with diabetic retinopathy. J Korean Ophthalmol Soc 2012;53:1472-9.
- 32) Gharbiya M, Cruciani F, Cuzzo G, et al. Macular thickness changes evaluated with spectral domain optical coherence tomography after uncomplicated phacoemulsification. Eye (Lond) 2013;27:605-11.
- 33) Kusbeci T, Eryigit L, Yavas G, Inan UU. Evaluation of cystoid macular edema using optical coherence tomography and fundus fluorescein angiography after uncomplicated phacoemulsification surgery. Curr Eye Res 2012;37:327-33.
- 34) Sahin M, Cingü AK, Gözü N. Evaluation of cystoid macular edema using optical coherence tomography and fundus autofluorescence after uncomplicated phacoemulsification surgery. J Ophthalmol 2013;2013:376013.

= 국문초록 =

빛간섭단층촬영을 이용한 2.2 mm 동축 소절개와 2.75 mm 절개 백내장 수술 후 중심황반두께 및 부피의 변화 비교

목적: 2.2 mm 동축 소절개 백내장 수술 후 중심황반두께 및 부피의 변화를 고전적인 2.75 mm 절개 백내장 수술과 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법: 본 연구는 후향적 연구로서, 합병증 없이 종료된 백내장 수술 환자 48안을 대상으로, 고전적인 백내장 수술을 시행 받은 군(SICS군)과, 동축 소절개 백내장 수술을 받은 군(MICS군)으로 분류하였다. 각 수술 방법에 따른 중심황반두께 및 부피의 변화 정도를 알아보기 위해 수술 전과 수술 후 1일, 1주일, 1개월과 2개월의 빛간섭단층촬영을 추적 관찰하였다.

결과: 두 군 간에 수술 중 사용된 초음파에너지의 양과 초음파 시간, 관류액의 양이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 수술 후 1일, 1주일, 1개월과 2개월의 경과관찰에서 SICS군에 비해 MICS군의 평균 중심황반두께가 증가되어 있었고, 특히 수술 후 1개월째 두 군 간 유의한 차이를 보였다($p=0.04$). 중심황반부의 평균 부피의 경우에는 MICS군에서 더 증가되어 있는 경향을 보였으나, 두 군 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$).

결론: 합병증 없이 종료된 2.2 mm 동축 소절개 백내장 수술과 2.75 mm 절개 고전적 백내장 수술을 비교해 보았을 때 각막 절개창의 크기가 작을 경우 중심황반두께 및 황반부의 평균 부피가 증가하는 양상을 보이고, 수술 후 1개월째에 통계적으로 유의한 중심황반두께 증가를 나타냈다.

〈대한안과학회지 2014;55(10):1460-1469〉