

전안부 빛간섭단층촬영을 이용한 백내장 수술 후 앞방깊이와 앞방각의 변화 측정

장동호¹ · 이승찬² · 진경현¹

경희대학교 의과대학 안과학교실¹, 강원대학교 의과대학 안과학교실²

목적: 전안부 빛간섭단층촬영을 이용하여 백내장 수술 후의 앞방내 계측치의 변화를 알아보고, 백내장의 정도에 따라 앞방내 계측치의 변화가 다른지를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 백내장 수술을 시행받은 환자 14명, 19안에서 전안부 빛간섭단층촬영의 방법 중 세극등현미경장치 빛간섭단층촬영을 이용하여 수술 전과 수술 후 1주, 1개월의 최대앞방깊이, 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각을 측정하고, 백내장의 정도(N, C)에 따른 앞방내 계측치의 변화를 분석하였다.

결과: 최대앞방깊이, 앞방각간거리, 앞방각은 수술 후 1주와 1개월에 의미 있게 증가하였다. 수술 전의 최대앞방깊이, 앞방각간거리, 앞방각은 수술 후 1주와 수술 전의 계측치의 차이, 수술 후 1개월과 수술 전의 계측치의 차이와 음의 상관관계가 있었다. 수술 전의 백내장의 정도에 따라 수술 후 1주, 1개월의 최대앞방깊이, 앞방각간거리, 앞방각은 차이는 없었다.

결론: 백내장 수술 후 최대앞방깊이, 앞방각간거리, 앞방각은 의미있게 증가하였으며, 수술 전 최대앞방깊이가 알을수록, 앞방각간거리가 작을수록, 앞방각이 작을수록 수술 후의 최대앞방깊이, 앞방각간거리, 앞방각의 변화가 컸다.

〈대한안과학회지 2008;49(9):1443-1452〉

백내장 수술 후 수술 받은 눈에서 앞방이 깊어지고, 앞방각이 넓어진다는 사실은 여러 연구를 통해 밝혀져 왔다.¹⁻⁵ 또한 수정체의 두께가 두꺼워질수록 앞방각의 밀집현상(angle crowding)으로 상대적인 동공차단(pupillary block)을 일으키므로, 원발폐쇄각녹내장에서 백내장 적출술 후 앞방각이 넓어진다고 알려져 있다.^{6,7} 한편 Shibata et al⁸은 Scheimpflug camera를 이용하여 수정체의 혼탁 정도가 수정체 핵과 겹질의 두께에 영향을 미칠 수 있다고 하였다.

많은 연구자들이 이러한 앞방내의 변화를 생체 계측하고자 다양한 시도를 해왔다. 고전적인 세극등현미경을 이용한 앞방각보개검사는 검사자의 주관적인 측정에 따르므로, 객관성이 떨어지며 정량적인 측정이 가능하

지 않고, 오차가 발생할 소지가 많고 반복 측정시 재현성이 떨어지는 문제점이 많고 검사자의 숙련도가 필요한 검사라는 문제점이 있다. Scheimpflug camera를 이용하는 방법은 세극촬영을 한 후 컴퓨터를 이용하여 화상계측을 함으로써 객관적인 평가가 가능하며, 정확성 및 재현성이 좋다는 장점이 있는 반면에,⁹ 검사방법이 복잡하고 해상도가 떨어지며 약간 확대되어 나오는 단점이 있어 임상적으로 활용도가 높지 못하다.^{9,10} 또한 초음파생체현미경은 좋은 해상도로 실시간으로 정량적인 측정이 가능한 장점이 있지만, 검사시간이 많이 걸리고 침습적 방법이며 안구 움직임에 따른 인공상이 생기는 단점이 있다.¹¹

다른 앞방내 계측치 측정방법으로 빛간섭단층촬영을 이용하는 방법이 제시되었는데, 2005년에 Wirbelauer et al¹²은 앞방내 계측치를 측정하는 방법으로 빛간섭단층촬영과 초음파생체현미경을 비교하였는데 빛간섭단층촬영이 해상도와 재현성에서 초음파생체현미경보다 우수한 방법이라고 보고하였다. Radhakrishnan et al¹³은 전안부 빛간섭단층촬영과 초음파생체현미경이 동일한 재현성과 비슷한 앞방각 계측치의 평균치를 보인다고 하였다. 또한 섬모체의 시각화에는 전안부 빛간섭단층촬영이 초음파생체현미경에서 보

〈접수일 : 2007년 7월 11일, 심사통과일 : 2008년 6월 11일〉

통신저자 : 진 경 현

서울시 동대문구 회기동 1

경희대학교병원 안과

Tel: 02-958-8451, Fax: 02-966-7340

E-mail: khjinmd@khmc.or.kr

* 본 논문의 요지는 2006년 대한안과학회 제96회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

다 불리하지만 공막극의 시각화에는 유리하다고 하였다.

이에 저자들은 백내장 수술을 시행한 후 이에 저자들은 백내장 수술을 시행한 후 전안부 빛간섭단층촬영을 이용하여 앞방내 계측치의 변화를 알아보고 백내장의 정도와의 상관관계를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2006년 6월부터 9월까지 본원 안과에서 소절개백내장적출술 및 뒤방인공수정체삽입술을 시행한 환자 중 무작위로 선택된 14명, 19안을 대상으로 하였다. 남자가 6명(8안), 여자가 8명(11안)이었으며, 연령층은 52세에서 86세로 평균연령은 71.05 ± 10.4 세였다.

수술 전 검사에서 폐쇄각의 소견이나 주변홍채앞유착이 있는 경우, 녹내장이나 안구내수술을 받은 경우, 기타 안질환 치료를 받고 있는 경우를 제외하였다.

백내장 수술은 모두 동일 술자에 의해 시행되었고, 이측 투명각막 절개(3 mm)를 시행하였고, 대개는 무봉합 방법을 사용하였으나 필요한 경우에는 #10-0 Nylon을 이용하여 한 바늘의 봉합을 하고 수술 후 1주에서 1달 사이에 봉합사 제거를 시행하였다. 수술 후 모든 환자에서 0.5% levofloxacin® (Cravit, Santen, Japan)과 0.1% fluorometholone® (Ocume tholone, Sam-il, Korea)을 하루 4회 3주간 점안하게 하였다.

전안부 빛간섭단층촬영(anterior segment optical coherence tomography)을 이용한 앞방 내 계측치의 변화는 세극등현미경장착 빛간섭단층촬영(slit-

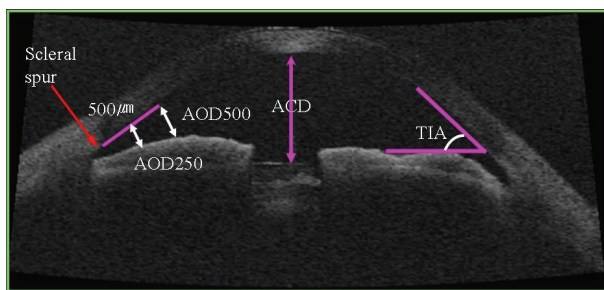


Figure 1. The definition of anterior chamber parameters. The anterior chamber depth (ACD) can be measured between the endothelium and the lens surface. The angle-opening distance was measured on a line perpendicular to the trabecular meshwork at points 250 μ m (AOD250) and 500 μ m (AOD500) from the scleral spur. The trabecular-iris angle was measured with the apex in the iris recess and the arms of the angle passing through a point on the trabecular meshwork 500 μ m from the scleral spur and the point on the iris perpendicularly opposite.

lamp adapted OCT; Heidelberg engineering, Heidelberg, Germany. 1,300 nm SLD light source)을 이용하였다.

피검자는 세극등현미경장착 빛간섭단층촬영기를 장착한 세극등현미경(BD 900, Haag-Streit, Bern, Switzerland)에 턱을 붙이고 전방을 똑바로 주시하게 한 후 스캔 너비는 앞방 중심과 앞방 주변부 전체가 스캔 가능한 15 mm로, 스캔 깊이는 각막에서 수정체 혹은 인공수정체 전체가 스캔 가능한 7 mm로 시행하였으며 200 Hz의 스캔속도로 영상을 촬영하고 저장한 후 caliper 기능을 이용하여 계측치를 측정하였다. 12시에서 6시 방향으로 스캔을 시행했을 경우 눈꺼풀에 의해 앞방 주변부 전체의 스캔이 불가능 했기 때문에 스캔방향은 모든 환자에서 3시에서 9시 방향으로 시행했다.

앞방내 계측치는 Pavlin et al¹¹의 정의에 따른 최대앞방깊이(anterior chamber depth; ACD), 앞

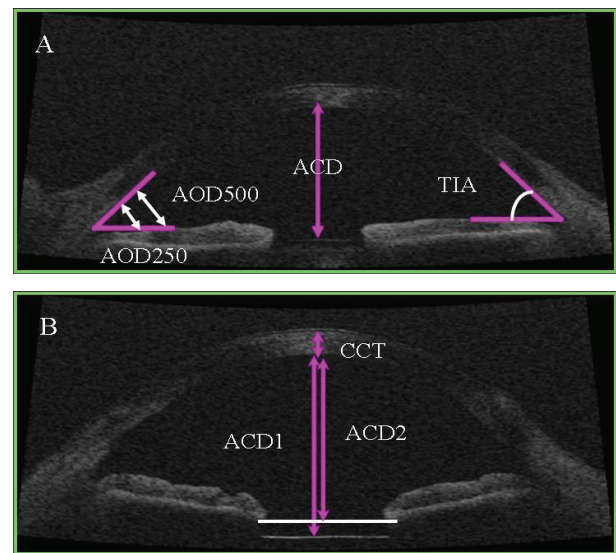


Figure 2. The anterior segment OCT (optical coherence tomography) image by slit-lamp-adapted OCT and anterior chamber parameters of the anterior chamber in phakic eye (A) and pseudophakic eye (B). ACD1, which is measured between the inner corneal surface and the intraocular lens surface, extends into the posterior chamber (Pavlin's original definition). ACD2, which is measured between the inner corneal surface and the plane of the posterior aspect of the iris at pupillary margin, represents the real anterior chamber depth in eyes with pseudophakia. As ACD1 extends into the posterior chamber, it is not the real ACD in pseudophakia. AOD250, which is the angle-opening distance at 250 μ m from the scleral spur. AOD500, which is the angle-opening distance at 500 μ m from the scleral spur. TIA, which is the trabecular-iris angle.

방각간거리(angle-opening distance at 250 μm from scleral spur: AOD250), angle-opening distance at 500 μm from scleral spur: AOD 500), 앞방각(trabecular-iris angle: TIA)을 측정하였다. 최대앞방깊이(ACD)는 각막내측표면으로부터 수정체의 앞쪽 표면까지의 거리로 정의되는데, 인공수정체삽입술 후 Pavlin et al¹¹의 정의에 따른 최대앞방깊이(ACD)는 후방까지 일부 측정값에 포함되는 단점이 있으므로 각막내측표면부터 동공경계부위의 홍채의 뒤쪽 면까지를 최대앞방깊이(ACD)로 정의하여 측정하였다(Fig. 1, 2). AOD500은 공막극에서 500 μm 떨어진 각막내피면에서 수직으로 홍채를 향해 이은 가상의 직선의 길이로 정의하였다. TIA는 공막극에서 500 μm 떨어진 각막내피면에 그은 가상선과 그 선에서 수직으로 홍채를 향해 이은 점이 홍채와 만나는 점을 공막극과 이은 가상선 사이의 각으로 정의하였다(Fig. 1).¹¹ 공막극은 앞방내 계측치의 객관적인 측정을 위한 기준점으로 쓰이는 중요한 해부학적 구조로서 고리모양의 아교질섬유로 구성되어 각막윤부와 평행하게 주행하므로 전안부 빛간섭단층촬영에서 광학 조직신호밀도에 의한 공막과 비슷한 정도의 반사율을 보이는 고반사율의 구조로서, 앞방으로 약간 튀어나와 있는 부분과 섬유주의 후방경계 사이로 정의된다.¹⁴

LOCS III 분류에 따르면 백내장의 정도를 Nuclear opalescence (NO), color (NC), cortical (C), posterior subcapsular opacity (P)로 분류하였는데, 본 연구에서는 NO와 NC는 N으로 분류하고, N2, N3를 1군, N4, N5를 2군으로, C2, C3을 1군, C4, C5를 2군으로 분류하였고, posterior subcapsular opacity는 연구대상에 포함시키지 않았다. 이것은 본 연구에서의 연구대상 숫자가 적었기 때문이며, N1, C1군은 본 연구에서 1안도 수술대상에 포함되지 않았기 때문이다. 또한 posterior subcapsular opacity는 대상 숫자가 적었고 앞방내 계측치의 변화에 영향이 없을 것으로 생각되어 연구대상에 포함시키지 않았다.

계측은 한 명의 검사자에 의해 동일한 환자의 자세

로, 동일한 조명하에 시행되었으며, 산동에 따른 계측치의 변화를 배제하기 위해 산동 되지 않은 조건에서 시행하였다. SPSS 13.0 통계 프로그램을 사용하여 측정한 최대앞방깊이(ACD), 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)의 수술 전과 수술 후의 계측치의 차이는 Wilcoxon signed rank test로 유의성을 검정하고 Spearman's rho correlation을 이용하여 상관관계 분석하였다.

수술 전 요소로 백내장의 정도에 따른 수정체의 두께의 차이가 앞방 내 계측치의 변화와 연관되었는지를 알기 위해, 백내장의 정도는 LOCS III 분류에 따른 Nuclear, cortical opacity 정도에 따라 수술전과 수술후의 앞방 내 계측치의 차이가 있는지를 Kolmogorov-Smirnov Z-test로 유의성을 검정하였다.

결 과

수술 전의 최대앞방깊이(ACD), 앞방각간거리(AOD 250, AOD500), 앞방각(TIA)의 평균치는 $2670.32 \pm 653.66 \mu\text{m}$, $342.58 \pm 127.27 \mu\text{m}$, $532.53 \pm 226.22 \mu\text{m}$, $34.92 \pm 13.36^\circ$ 이었고, 수술 후 1주째의 최대앞방깊이(ACD), 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)의 평균치는 $3591.21 \pm 456.91 \mu\text{m}$, $470.11 \pm 123.78 \mu\text{m}$, $725.05 \pm 235.07 \mu\text{m}$, $43.26 \pm 8.66^\circ$ 이었으며, 수술 후 1개월째의 최대앞방깊이(ACD), 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)의 평균치는 $3735.63 \pm 605.34 \mu\text{m}$, $470.16 \pm 113.10 \mu\text{m}$, $768.32 \pm 150.31 \mu\text{m}$, $48.37 \pm 7.92^\circ$ 이었다(Table 1). 수술 전과 수술 후 1주, 1개월의 실제 촬영 영상(Fig. 3)을 보면 홍채가 후방 전위된 것을 관찰할 수 있었다. 최대앞방깊이(ACD)는 수술 후 1주에 1.34배, 1개월에 1.4배, 앞방각간거리(AOD250)는 수술 후 1주와 1개월에 1.37배, 앞방각간거리(AOD500)는 수술 후 1주에 1.36배, 1개월에 1.44배, 앞방각(TIA)는 수술 후 1주에 1.24배, 1개월에 1.39배 증가하였다(Table 1). 최대앞방깊이(ACD), 앞방각간거리(AOD250, AOD

Table 1. The anterior chamber parameters of before and after small-incisional cataract surgery 1week and 1month

Variable	Preoperative	1 week	1 month	1 week difference	1 month difference
ACD (μm)*	2670.32 ± 653.66	3591.21 ± 456.91	3735.63 ± 605.34	920.89 ± 698.45	1065.32 ± 779.79
AOD250 (μm) [†]	342.58 ± 127.27	470.11 ± 123.78	470.16 ± 113.10	127.53 ± 149.33	127.58 ± 154.30
AOD500 (μm) [‡]	532.53 ± 226.22	725.05 ± 235.07	768.32 ± 150.31	192.53 ± 244.09	235.79 ± 244.74
TIA (degrees) [§]	34.92 ± 13.36	43.26 ± 8.66	48.37 ± 7.92	8.34 ± 13.19	13.45 ± 13.01

* ACD=anterior chamber depth; [†] AOD250=angle-opening distance at 250 μm from the scleral spur; [‡] AOD500=angle-opening distance at 500 μm from the scleral spur; [§] TIA=trabecular-iris angle.

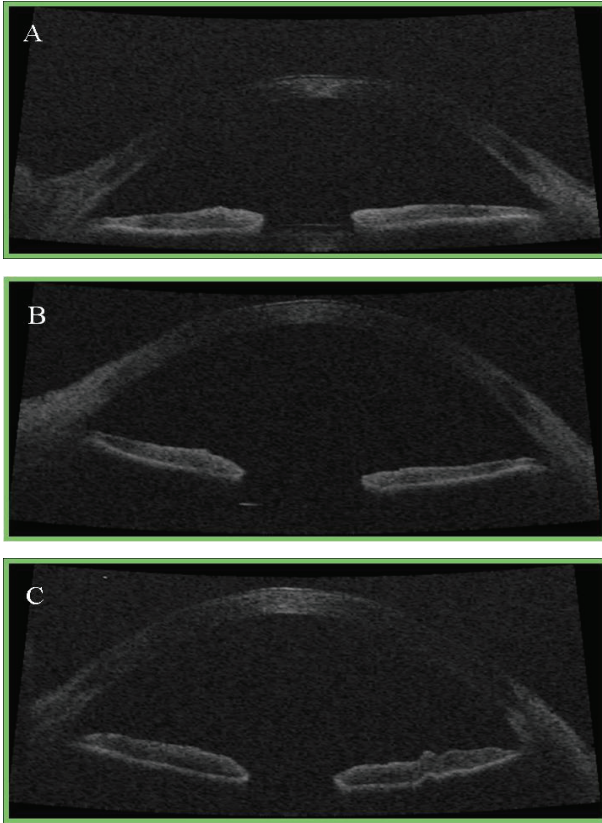


Figure 3. Anterior segment optical coherence tomography (OCT) image before cataract surgery (A), postoperative 1 week (B), postoperative 1 month (C). Note deepening of the anterior chamber depth (ACD), flattening of the convex iris configuration, and widening of the angle after cataract surgery.

500), 앞방각(TIA)은 수술 후 1주($P=0.000, 0.002, 0.005, 0.022$)와 1개월($P=0.000, 0.004, 0.001, 0.002$)에 의미있게 증가하였다(Fig. 4, 5).

수술 전의 최대앞방깊이(ACD), 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)은 수술 후 1주와 수술 전의 계측치의 차이($\gamma=-0.834, -0.591, -0.421, -0.826$), 수술 후 1개월과 수술 전의 계측치의 차이($\gamma=-0.659, -0.700, -0.770, -0.821$)와 음의 상관관계가 있었고, 수술 후 1주와 수술 전의 계측치의 비($\gamma=-0.875, -0.810, -0.638, -0.855$), 수술 후 1개월과 수술 전의 계측치의 비($\gamma=-0.789, -0.792, -0.817, -0.894$)와 음의 상관관계가 있었다(Fig. 6, Table 2).

수술전의 백내장과 앞방 내 계측치의 변화를 분석한 결과, Nuclear opacity의 경우 수술 후 1주째의 최대 앞방깊이, 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)의 차는 1군(N2, N3, 10안)의 평균치가 $873.60 \pm 711.48 \mu\text{m}$, $131.76 \pm 126.13 \mu\text{m}$, $157.00 \pm 273.45 \mu\text{m}$, $9.00 \pm 12.97^\circ$ 이었고, 2군(N4, N5, 9안)의 평균치는 $973.44 \pm 722.66 \mu\text{m}$, $122.89 \pm 179.53 \mu\text{m}$, $232.00 \pm 215.87 \mu\text{m}$, $7.61 \pm 14.18^\circ$ 로 의미 있는 차이는 없었다($P=0.959, 0.916, 0.824, 1.000$)(Table 3).

수술 후 1개월째의 최대앞방깊이, 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)의 차는 1군(N2, N3, 10안)의 평균치가 $1129.30 \pm 965.33 \mu\text{m}$, $121.60 \pm 120.22 \mu\text{m}$, $230.10 \pm 195.42 \mu\text{m}$, $14.80 \pm 11.70^\circ$ 이었고, 2군(N4, N5, 9안)의 평균치는 $994.22 \pm 555.88 \mu\text{m}$, $132.22 \pm 192.92 \mu\text{m}$,

Table 2. The correlation coefficients* of differences of anterior chamber parameters before and after small-incisional cataract surgery 1 week and 1 month

Variable	1 week's difference	1 month's difference	1 week's ratio	1 month's ratio
ACD (μm) [†]	-0.834	-0.659	-0.875	-0.789
AOD250 (μm) [‡]	-0.591	-0.700	-0.810	-0.792
AOD500 (μm) [§]	-0.421	-0.770	-0.638	-0.817
TIA (degree)	-0.826	-0.821	-0.855	-0.894

* by Spearman's rho correlation; [†] ACD=anterior chamber depth; [‡] AOD250=angle-opening distance at 250 μm from the scleral spur; [§] AOD500=angle-opening distance at 500 μm from the scleral spur; ^{||} TIA=trabecular-iris angle.

Table 3. The change of the anterior segment parameters and P value at postoperative 1 week according to the nuclear opacity by LOCS III

Variable	Group 1 (N2, N3)	Group 2 (N4, N5)	P value*
ACD (μm) [†]	873.60 ± 711.48	973.44 ± 722.66	0.959
AOD250 (μm) [‡]	131.76 ± 126.13	122.89 ± 179.53	0.916
AOD500 (μm) [§]	157.00 ± 273.45	232.00 ± 215.87	0.824
TIA (degree)	9.00 ± 12.97	7.61 ± 14.18	1.000

* by Kolmogorov-Smirnov Z test; [†] ACD=anterior chamber depth; [‡] AOD250=angle-opening distance at 250 μm from the scleral spur; [§] AOD500=angle-opening distance at 500 μm from the scleral spur; ^{||} TIA=trabecular-iris angle.

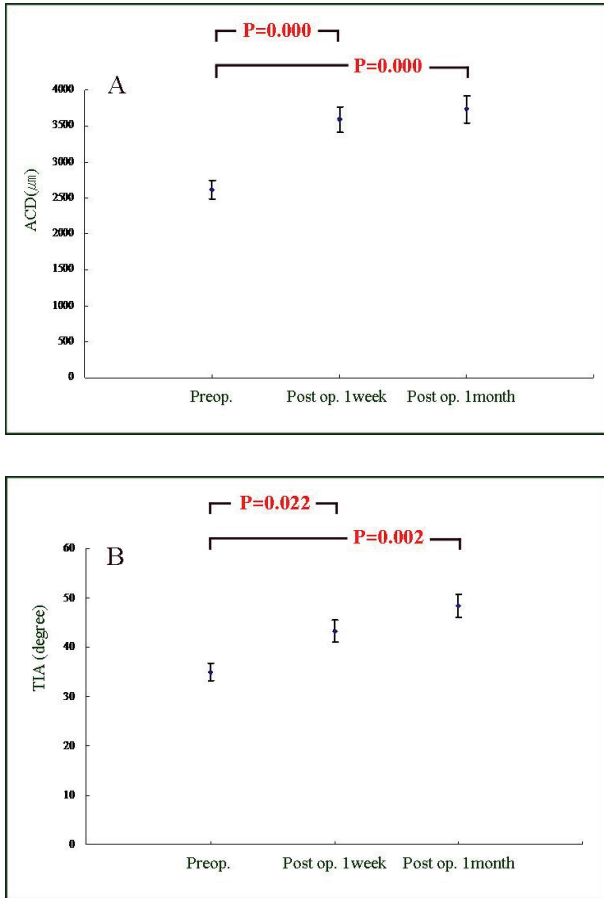


Figure 4. The changes of anterior chamber parameters before and after surgery. (A) ACD change. (B) TIA change. (ACD, anterior chamber depth; TIA, trabecular-iris angle; P, p-value by Wilcoxon sign rank test)

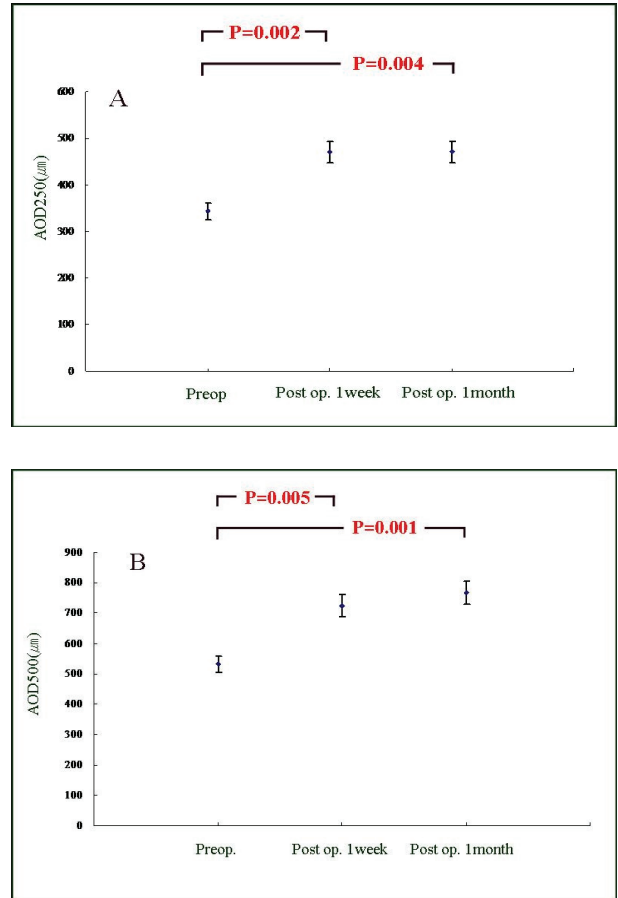


Figure 5. The changes of anterior chamber parameters before and after surgery. (A) AOD250 change. (B) AOD500 change. (AOD250, angle-opening distance at 250 μm from scleral spur; AOD500, angle-opening distance at 500 μm from scleral spur; P, p-value by Wilcoxon sign rank test)

Table 4. The change of the anterior segment parameters and P value at postoperative 1 month according to the nuclear opacity by LOCS III

Variable	Group 1 (N2, N3)	Group 2 (N4, N5)	P value*
ACD (μm) [†]	1129.30±965.33	994.22±555.88	0.858
AOD250 (μm) [‡]	121.60±120.22	134.22±192.92	0.973
AOD500 (μm) [§]	230.10±195.42	242.11±302.86	0.959
TIA (degree)	14.80±11.70	11.94±14.89	0.959

* by Kolmogorov-Smirnov Z test; [†] ACD=anterior chamber depth; [‡] AOD250=angle-opening distance at 250 μm from the scleral spur; [§] AOD500=angle-opening distance at 500 μm from the scleral spur; ^{||} TIA=trabecular-iris angle.

242.11±302.86 μm , 11.94±14.89°로 의미 있는 차이는 없었다($P=0.858$, 0.973, 0.959, 0.959)(Table 4). cortical opacity의 경우 수술 후 1주째의 최대앞방깊이, 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)의 차는 1군(C2, C3. 13안)의 평균치가 916.15±625.20 μm , 123.54±176.17 μm , 179.46 ±286.75

μm , 7.58±15.66°이었고, 2군 (C4, C5. 6안)의 평균치는 931.17±904.39 μm , 136.17±75.21 μm , 220.83±125.44 μm , 9.98±5.76°로 의미 있는 차이는 없었다($P=0.454$, 0.665, 0.578, 0.578)(Table 5). 수술 후 1개월째의 최대앞방깊이, 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)의 차는 1군(C2, C3. 13안)

Table 5. The change of the anterior segment parameters and P value at postoperative 1 week according to the cortical opacity by LOCS III

Variable	Group 1 (C2, C3)	Group 2 (C4, C5)	P value*
ACD (μm) [†]	916.15±625.20	931.17±904.39	0.454
AOD250 (μm) [‡]	123.54±176.17	136.17±75.21	0.665
AOD500 (μm) [§]	179.46±286.75	220.83±125.44	0.578
TIA (degrees)	7.58±15.66	9.98±5.76	0.578

* by Kolmogorov-Smirnov Z test; [†] ACD=anterior chamber depth; [‡] AOD250=angle-opening distance at 250 μm from the scleral spur; [§] AOD500=angle-opening distance at 500 μm from the scleral spur; ^{||} TIA=trabecular-iris angle.

Table 6. The change of the anterior segment parameters and P value at postoperative 1 month according to the cortical opacity by LOCS III

Variable	Group 1 (C2, C3)	Group 2 (C4, C5)	P value*
ACD (μm) [†]	1062.15±859.99	1072.17±643.39	0.999
AOD250 (μm) [‡]	89.38±132.69	210.33±177.34	0.207
AOD500 (μm) [§]	213.69±234.53	283.67±282.15	0.950
TIA (degrees)	12.39±13.48	15.73±12.80	0.981

* by Kolmogorov-Smirnov Z test; [†] ACD=anterior chamber depth; [‡] AOD250=angle-opening distance at 250 μm from the scleral spur; [§] AOD500=angle-opening distance at 500 μm from the scleral spur; ^{||} TIA=trabecular-iris angle.

의 평균치가 1062.15±859.99 μm , 89.38±132.69 μm , 213.69±234.53 μm , 12.39±13.48°이었고, 2군(C4, C5, 6안)의 평균치는 1072.17±643.39 μm , 210.33±177.34 μm , 283.67±282.15 μm , 15.73±12.80°로 의미 있는 차이는 없었다($P=0.999$, 0.207, 0.950, 0.981) (Table 6).

고 찰

본 연구에서 세극등현미경장착 빛간섭단층촬영을 이용하여 앞방 내 계측치를 측정된 결과 백내장적출술 및 뒤방인공수정체삽입술 후 1주째의 앞방의 깊이는 평균 921 μm , 1.34배 증가하였고, 앞방각은 평균 8.34°, 1.24배 증가하였고, 1개월째의 앞방의 깊이는 평균 1065 μm , 1.40배 증가하였고, 앞방각은 평균 13.45°, 1.39배 증가하여 수술 전보다 유의한 증가를 한 것으로 나타났다($P<0.01$, 단 수술 후 1주째의 앞방각의 변화는 $P=0.022$).

1986년에 Murphy¹⁵는 100안에서 백내장낭외적출술과 후방인공수정체 삽입술을 시행한 후 평균 2.4년 후 앞방각보개 검사를 시행한 결과, 44안에서 주변홍채 앞유착이 관찰되었고, 이중 12안은 수술절개창에서 주변부홍채앞유착이 발생하였지만 이로 인한 폐쇄각녹내장은 유발되지 않았다고 보고하였다. Steuhl et al¹은 1992년에 Laser tomographic scanner를 사용하여 앞방각의 크기를 측정된 바에 따르면 백내장낭외적

출술과 뒤방인공수정체 삽입시 앞방각의 크기가 술 전 28.0°에서 술 후 37.4°로 9.4°가 넓어졌으며 증가비는 1.3이었고 연령이 증가할수록 수술에 의한 앞방각의 증가가 현저하다고 하였다. 또한 Koo et al²이 1996년에 보고한 바에 따르면 정상 안압의 백내장에서 백내장낭외적출술 및 후방인공수정체 삽입술 시행한 후 1주째에 Scheimpflug camera로 측정하여 앞방의 깊이는 0.22 mm 증가하고, 앞방각의 크기는 2.51° 증가한다고 하였다. 1997년 Kurimoto et al³은 초음파생체현미경을 이용하여 백내장 수술 전과 3개월 후의 cornea center에서의 최대앞방깊이(ACD), 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)을 측정된 결과 앞방은 의미 있게 깊어졌으며 앞방각도 의미 있게 넓어졌다고 하였다. 또한 수술 전의 앞방이 얇을수록 수술 후의 앞방의 변화가 크고, 수술 전의 앞방각이 좁을수록 수술 후의 앞방각의 변화가 크다고 하였다. Lee et al⁴은 1998년에 수정체유화술과 계획적 백내장낭외적출술을 시행하고 뒤방인공수정체를 삽입한 후 Scheimpflug camera를 이용하여 수술 전 및 후의 앞방각 변화를 비교한 결과, 두 군 모두 술 전보다 유의한 증가를 보였으나, 수정체유화술과 백내장낭외적출술에 따른 앞방각의 차이는 없었으며, 앞방각 증가는 수정체의 제거와 인공수정체의 종류 등이 수술 후 앞방각 변화에 영향을 미친 것으로 생각하였다. 또한 2003년 Pereira and Cronemberger⁵는 초음파생체현미경을 이용하여 백내장 수술 전, 수술 후 1개월과 3개월의

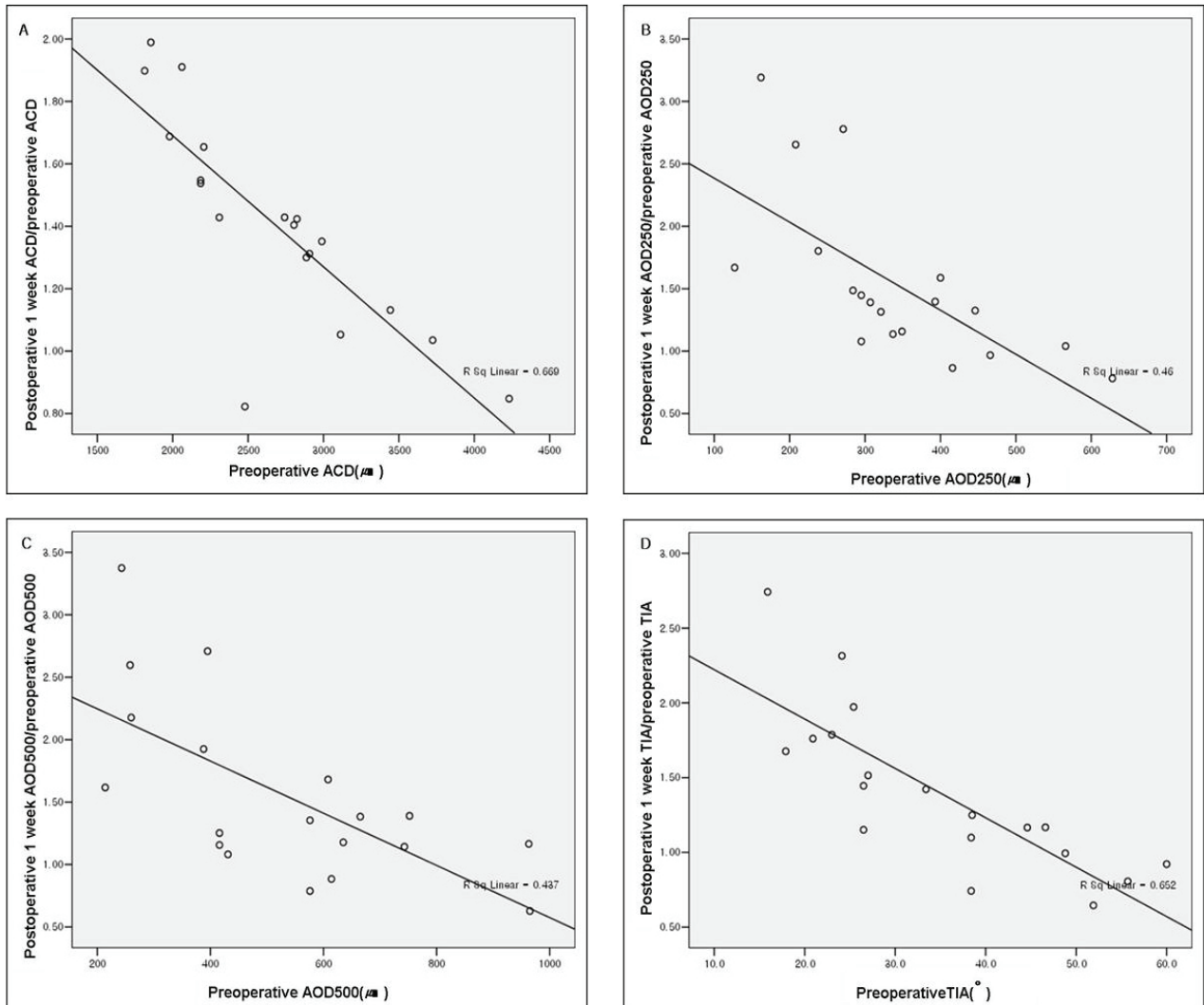


Figure 6. The preoperative anterior chamber parameters and ratio of postoperative 1 week parameters. X-axis: preoperative value, Y-axis: postoperative 1 week value/preoperative value (A) ACD (B) AOD250 (C) AOD500 (D) TIA. (ACD, anterior chamber depth; AOD250, angle-opening distance at 250 μm from scleral spur; AOD500, angle-opening distance at 500 μm from scleral spur, TIA, trabecular-iris angle)

앞방 내 계측치의 변화를 측정하 바에 따르면 앞방의 깊이는 30퍼센트 증가하였고, 앞방각은 10도 증가한다고 하였다.

전안부 빛간섭단층촬영은 기존의 앞방각을 평가하는 다른 방법에 비해 여러 가지 장점을 갖는 생체계측방법으로 알려져 있다.¹⁶ 전안부 빛간섭단층촬영은 초음파 생체현미경에 비해 해상도가 더 높고 비접촉으로 검사가 가능하므로 환자에게 편안하며 비침습적이며 영상의 왜곡이 없고, 비교적 숙련되지 않아도 가능한 검사이다.¹⁷ 그러나 기존에 전안부 빛간섭단층촬영을 이용하여 백내장 수술 후 백내장의 정도에 따른 앞방 내 계측치의 변화를 측정하는 연구는 시행된 바가 없으므로 본 연구를 계획하게 되었다.

본 연구에서는 백내장 수술 후의 앞방내의 변화를 알아보기 위해 앞방 내 계측치로 최대앞방깊이(anterior chamber depth: ACD), 앞방각간거리(angle-opening distance at 250 μm from scleral spur: AOD250), angle-opening distance at 500 μm from scleral spur: AOD500), 앞방각(trabecular-iris angle: TIA)를 이용하였다. 최대앞방깊이 (ACD)는 각막내측표면(각막내피)로부터 수정체의 앞쪽 표면까지의 거리로 정의하고, 백내장 수술 후는 각막내피로부터 동공경계부위의 홍채의 뒤쪽 표면까지의 거리로 정의하여 측정하였다. Palvin et al¹¹에 의하면 평균치는 $3128 \pm 372 \mu\text{m}$ 이다. 또한 AOD250은 공막극에서 500 μm 떨어진 각막내피면에서 수직으로 홍

체를 향해 이은 가상의 직선의 길이로 정의되며, 이것은 섬유주에 해당된다. 평균치는 $347 \pm 181 \mu\text{m}$ 이다.⁴ AOD500은 공막극에서 $500 \mu\text{m}$ 떨어진 각막내피면에서 수직으로 홍채를 향해 이은 가상의 직선의 길이로 정의되며, 섬유주의 앞쪽에 해당하고 평균치는 $208 \pm 109 \mu\text{m}$ 이다.¹¹ 앞방각(TIA)은 공막극에서 $500 \mu\text{m}$ 떨어진 각막내피면에 그은 가상선과 그 선에서 수직으로 홍채를 향해 이은 점이 홍채와 만나는 점을 공막극과 이은 가상선 사이의 각으로 정의되고 평균치는 $30 \pm 11^\circ$ 이다.¹¹ 최대앞방깊이(ACD)는 앞방의 깊이를 정량적으로 측정하기 위해 앞방 깊이 중 최대거리를 측정하여 앞방 깊이의 변화를 정량적으로 측정하는 계측치로 이용하며, 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)은 앞방각의 변화를 정량적으로 측정하는 계측치로 이용된다.

앞방각의 크기는 수정체의 두께, 홍채의 안구 내 상대적 위치, 각막의 두께, 각막의 직경, 각막의 곡률반경, 홍채의 산동 정도, 홍채의 기시부 위치, 홍채의 굴곡 정도에 따라 결정되며, 또한 성별, 굴절이상, 연령에 따라 변화한다. Lee et al¹⁸은 Scheimpflug camera를 이용하여 정상 성인 64명에서 측정한 앞방각의 크기는 $32.190 \pm 4.58^\circ$ 이었으며, 연령이 젊을수록 컸으며, 남자가 여자보다 크다고 하였다. 본 논문에서 측정된 수술 전 앞방각은 $34.92 \pm 13.36^\circ$ 였으나, 연령, 굴절이상, 성별에 따른 변화는 연구 대상이 적어 검토하지 못했다.

또한 Müller et al¹⁴에 의하면 전안부 빛간섭촬영(anterior segment optical coherence tomography)을 이용한 앞방각의 변화 측정시 한 환자에서의 좌안과 우안의 연관관계가 없다고 하였기 때문에 동일한 환자에서의 좌안 혹은 우안, 혹은 양안에서의 측정을 시행하였고, 한 검사자에 의한 측정이나 두 사람의 검사자에 의한 측정이나 앞방각 계측치의 재현성이 높았기 때문에¹⁴ 동일한 측정자에 의한 측정으로도 계측치의 재현성은 보장되리라 생각되어 한 검사자에 의한 측정을 시행했다. 또한 전안부 빛간섭촬영을 이용한 앞방각의 변화 측정 시 한 환자에서의 3시에서나 9시에서의 연관관계가 없기 때문에¹⁴ 앞방각의 측정은 동일한 환자에서 3시에서 혹은 9시에서의 구별 없이 무작위로 위치를 정하여 측정을 시행하였다.

본 연구에서는 백내장 수술 전의 최대앞방깊이(ACD), 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각(TIA)은 수술 후 1주와 수술 전의 계측치의 차이와 음의 상관관계가 있었고, 또한 수술 후 1개월과 수술 전의 계측치의 차이와도 음의 상관관계가 있었다. 결론적으로 백내장 수술 후 최대앞방깊이, 앞방각간거리, 앞방각은 의

미 있게 증가하였으며, 수술 전 최대앞방깊이가 얇을수록, 앞방각간거리가 작을수록, 앞방각이 작을수록 수술 후의 최대앞방깊이, 앞방각간거리, 앞방각의 변화가 크다고 할 수 있다.

소절개백내장적출술 및 뒤방인공수정체삽입술 후 앞방이 깊어지고, 앞방각이 넓어지는 기전으로 알려진 것은 백내장을 제거한 후 뒤방인공수정체를 삽입하면 뒤방인공수정체가 수정체보다 두께가 얇아서 각막후면으로부터의 거리가 멀어지며, 인공수정체가 앞방으로 굴곡된 지지부에 의하여 후방 전위되어 뒤로 밀리는 효과가 발생하여 백내장 수술 후 앞방깊이가 증가된다고 알려져 있다.^{19,20} 이에 저자들은 백내장의 정도에 따라 수정체 두께가 차이가 날 수 있고, 그에 따른 앞방각의 밀집현상(crowding)으로 앞방깊이나 앞방각의 변화에 영향을 미치므로, 백내장 수술 후 수정체의 제거가 앞방깊이나 앞방각의 변화에도 영향을 미칠 수 있는지에 대한 가설을 세우고, 환자의 수술 전 요소로 LOCS III 분류에 따른 백내장의 정도를 고려하였다.

본 연구에서 수술 전의 백내장의 정도에 따라 수술 후 1주, 1개월의 최대앞방깊이, 앞방각간거리(AOD250, AOD500), 앞방각의 차는 다르지 않았다. 따라서 수술 전의 백내장의 정도는 백내장 수술 후 앞방내 계측치의 변화에 영향을 미치지 않는다고 생각된다.

본 논문은 전안부 빛간섭단층촬영이라는 새로운 기계를 이용하여 백내장의 정도에 따른 앞방내 계측치를 구체적인 수치로 제시한데 의의가 있지만 계측치의 표준변차가 커서 분석의 통계적인 검정의 한계는 있다고 사료된다.

참고문헌

- 1) Steuhl KP, Marahrens P, Frohn C, Frohn A. Intraocular pressure and anterior chamber depth before and after extracapsular cataract extraction with posterior chamber lens implantation. *Ophthalmic Surg* 1992;23:233-7.
- 2) Koo BS, Chung J, Baek NH. The effect of extracapsular cataract extraction in patients with chronic angle-closure glaucoma combined with cataract. *J Korean Ophthalmol Soc* 1996;37:1045-53.
- 3) Kurimoto Y, Park M, Sakaue H, Kondo T. Changes in the anterior chamber configuration after small-incision cataract surgery with posterior chamber intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol* 1997;124:775-80.
- 4) Lee HJ, Chung SK, Baek NH. Changes of preoperative and postoperative anterior chamber angle in phacoemulsification and planned extracapsular cataract extraction. *J Korean Ophthalmol Soc* 1998;39:1170-5.
- 5) Pereira FA, Cronemberger S. Ultrasound biomicroscopic study

- of anterior segment changes after phacoemulsification and foldable intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2003;110:1799-806.
- 6) Nonaka A, Kondo T, Kikuchi M, et al. Angle widening and alteration of ciliary process configuration after cataract surgery for primary angle closure. *Ophthalmology* 2006;113:437-41.
- 7) Memarzadeh F, Tang M, Li Y, et al. Optical coherence tomography assessment of angle anatomy changes after cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2007;144:464-5.
- 8) Shibata T, Hockwin O, Weigelin E, et al. Biometry of the lens with respect to age and cataract morphology. Evaluation of Scheimpflug photos of the anterior segment. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1984;185:35-42.
- 9) Richard DW, Russell SR, Anderson DR. A method for improved biometry of the anterior chamber with a Scheimpflug technique. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1988;29:1826-35.
- 10) Shibata T, Sazuki K, Skamoto Y, Takahashi N. Quantitative chamber angle measurement utilizing image-processing techniques. *Ophthalmic Res* 1990;22:S81-4.
- 11) Pavlin CJ, Harasiewicz K, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol* 1992;113:381-9.
- 12) Wirbelauer C, Gochmann R, Pham DT. Imaging of the anterior eye chamber with optical coherence tomography. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2005;222:856-62.
- 13) Radhakrishnan S, Goldsmith J, Huang D, et al. Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of narrow anterior chamber angles. *Arch Ophthalmol* 2005;123:1053-9.
- 14) Müller M, Dahmen G, Pörksen E, et al. Anterior chamber angle measurement with optical coherence tomography: Intraobserver and interobserver variability. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1803-8.
- 15) Murphy GE. Long-term gonioscopy follow-up of eyes with posterior lens implants and no iridectomy. *Ophthalmic Surg* 1986;17:227-8.
- 16) Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science* 1991;254:1178-81.
- 17) Radhakrishnan S, Huang D, Smith SD. Optical coherence tomography imaging of anterior chamber angle. *Ophthalmol Clin North Am* 2005;18:375-81.
- 18) Lee JH, Park WC, Rho SH. The effects of pilocarpine on the anterior chamber depth and angle. *J Korean Ophthalmic Soc* 1994;35:572-9.
- 19) Arai M, Ohzuno I, Zako M. Anterior chamber depth after posterior chamber intraocular lens implantation. *Acta Ophthalmol* 1994;72:694-7.
- 20) Yoshida S, Hashiba H, Tsukuda M, Ohara Y. Significance of angle of intraocular lens haptics on anterior chamber depth. *Jpn J Clin Ophthalmol* 1989;43:173-6.

=ABSTRACT=

Changes of Anterior Chamber Depth and Angle After Cataract Surgery Measured by Anterior Segment OCT

Dong Ho Chang, M.D.¹, Seung Chan Lee, M.D.², Kyung Hyun Jin, M.D.¹

Department of Ophthalmology, KyungHee University College of Medicine¹, Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, Kangwon University College of Medicine², Gangwon, Korea

Purpose: To report the change of anterior chamber parameters according to cataract severity after cataract surgery and to determine its relationship to the severity of cataract by using anterior segment optical coherence tomography.

Methods: We measured the anterior chamber parameters in 19 eyes of 14 patients before, 1 week after, and 1 month after cataract surgery by slit lamp-adapted optical coherence tomography (SL-OCT). The measured parameters were as follows : the anterior chamber depth (ACD), the angle-opening distance 250 μ m from the scleral spur (AOD250), the angle-opening distance 500 μ m from the scleral spur (AOD500), and the trabecular-iris angle (TIA). We analyzed the relationship between the severity of cataract and the change of the anterior chamber parameters.

Results: The ACD, AOD250, AOD500, and TIA increased significantly at postoperative 1 week ($P=0.000$, 0.002 , 0.005 , 0.022) and 1 month ($P=0.000$, 0.004 , 0.001 , 0.002). The preoperative parameters were negatively correlated with the differences between the postoperative 1 week and preoperative parameters ($\gamma = -0.834$, -0.591 , -0.421 , -0.826) and between postoperative 1 month and preoperative parameters ($\gamma = -0.659$, -0.700 , -0.770 , -0.821). The change of parameters at postoperative 1 week (by N $P=0.959$, 0.916 , 0.824 , 1.000 , by C $P=0.454$, 0.665 , 0.578 , 0.578) and 1 month (by N $P=0.858$, 0.973 , 0.959 , 0.959 , by C $P=0.999$, 0.207 , 0.950 , 0.981) were not significantly different according to the severity of cataract (N, C).

Conclusions: Our results showed that cataract surgery significantly deepened the anterior chamber and widened its angle. The shallower and narrower the preoperative anterior chamber depth and angle were, respectively, the greater the postoperative changes of anterior chamber depth and angle were.

J Korean Ophthalmol Soc 2008;49(9):1443-1452

Key Words: Anterior chamber depth (ACD), Angle-opening distance 250 (AOD250), Angle-opening distance 500 (AOD500), Slit-lamp adapted optical coherence tomography (SL-OCT), Trabecular-iris angle (TIA)

Address reprint requests to **Kyung Hyun Jin, M.D.**

Department of Ophthalmology, KyungHee University College of Medicine

#1 Hoegi-dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-702, Korea

Tel: 82-2-958-8451, Fax: 82-2-966-7340, E-mail: khjinmd@khmc.or.kr