

## 전안부 빛간섭단층촬영기를 이용한 백내장 절개창의 크기에 따른 창상치유과정의 형태학적 관찰

김진형 · 김태임 · 김응권 · 이형근

연세대학교 의과대학 안과학교실, 시기능개발연구소

**목적:** 백내장 수술 후 절개부위를 전안부 빛간섭단층촬영기로 촬영하여 시간에 따른 창상치유과정의 변화를 관찰하였다.

**대상과 방법:** 백내장 수술을 시행받은 총 34명(44안)을 절개범위에 따라 1군(2.2 mm)과 2군(2.8 mm)으로 분류하고 절개부위를 술 후 1일, 1주일, 1개월째 빛간섭단층촬영기로 기록하여, 시간에 따른 절개각도, 절개길이, 각막상피/내피 결손길이, 각막상피/내피 결손면적, 절개부위의 최대각막두께 등을 측정하고 데스메막박리의 유무를 비교하였다.

**결과:** 수술 후 1개월까지 각막내피결손길이, 각막내피결손면적은 1군에서 2군보다 더 높은 경향을 보였고, 술 후 30일째 차이는 통계학적으로 유의미하였다( $p=0.015, 0.027$ ). 두 절개군 간 절개각도, 절개길이, 절개부위 최대각막두께는 통계학적 유의한 차이는 없었고, 데스메막박리는 절개창 크기에 따른 발생비율의 차이는 없었으나, 연령이 높고 수술 후 안압이 낮을수록 발생이 증가하였다( $p<0.05$ ).

**결론:** 두 절개군 모두 우수한 창상치유과정을 보였으며, 데스메막박리를 줄이기 위해선 고령의 환자일수록 술 중 절개부위 조작과 술 후 안압조절에 더 유의해야 할 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2013;54(6):877-886〉

초음파 유효술의 도입과 수술기법, 인공수정체의 발달로 점점 작은 절개창에 의한 백내장 수술이 가능해지게 되었고, 이러한 작은 절개창 기법은 술 후 상처부위의 빠른 회복과 술 중 발생할 수 있는 각막난시를 최소화할 수 있다는 장점이 있어 시력의 질을 높이고자 하는 시도의 일환으로 널리 선호되고 있다.<sup>1-4</sup> 기존의 2.8 mm 절개창 백내장 수술에 이어 2.2 mm 기법이 많이 사용되고 있고, 절개창 크기가 점점 감소하여 현재는 1.5 mm 이하의 크기를 통한 bimanual technique까지 소개되어 실제 임상에 적용되고 있는 실정이다. 하지만 관류와 흡입을 분리시키는 이 기법은 관류량, 흡입속도의 제한으로 수술시간이 길어지고, 술 중 전방유지의 불안정과 함께 기존의 인공수정체 삽입을 위해선 추가 절개창 연장이 필요하다는 단점이 있으며, 1.5 mm 이하 절개창에 맞게 고안된 인공수정체 삽입시에도 단면(singe plane)을 이용한 절개창에 의해 술 후 지속적인 누출과 치명적인 안내염 발생의 원인이 될 수 있다. 한편 1992

년 Fine<sup>A</sup>에 의해 소개된 무봉합 투명각막절개술(sutureless self-healing clear corneal incisions : CCI)은 절개창 크기 감소로 가능해진 기법으로 수술시간의 단축, 봉합에 의한 난시유발 감소, 빠른 창상회복이 가능하다는 장점이 있지만, 술 후 절개창을 통한 창상유출과 안내염 발생을 증가시킨다는 결과가 여러 논문에 의해 보고된바 있다.<sup>5-11</sup> 무봉합, 작은 크기의 각막절개술로 요약되는 최근 백내장 수술 기법이 여러 장점이 있음에도 불구하고, 안내염 등 중대한 합병증 발생과의 관련성이 있는 것으로 알려졌으며, 최근 전안부 빛간섭단층촬영의 도입으로 쉽고 빠르게 실제 창상부위를 고해상도 영상으로 분석하는 것이 가능해지게 되었다. 시간에 따른 상처부위의 형태학적 변화와 술 후 합병증 발생과의 관련성을 알아보고 이를 임상에 적용함으로써 보다 안전하고 빠른 창상회복에 중요한 역할을 할 것으로 생각한다. 따라서 이에 본 연구에서는 최근 가장 많이 사용되는 2.2 mm 동축 소절개 백내장 수술군(Microcoaxial cataract surgery: MCCS)과 기존의 2.8 mm 백내장 수술군(conventional cataract surgery: CCS)으로 나누어, 술 후 1일, 7일, 30일째 절개부위를 전안부 빛간섭단층촬영기를 통해 촬영하고 두 절개군 간의 절개각도, 절개길이, 절개부위 최대각막두께, 각막상피/내피 결손길이 및 면적, 데스메막박리 유무 등을 관찰하여 시간에 따른 창상치유과정을 비교해보고자 하였다.

■ Received: 2012. 6. 22.      ■ Revised: 2013. 1. 3.

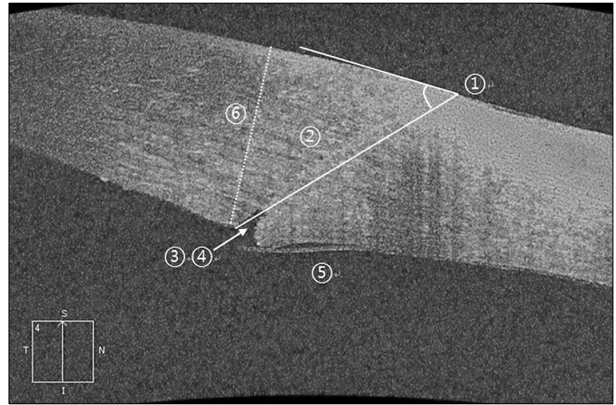
■ Accepted: 2013. 4. 15.

■ Address reprint requests to Hyung Keun Lee, MD  
Department of Ophthalmology, Gangnam Severance Hospital,  
#211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea  
Tel: 82-2-2019-3440, Fax: 82-2-3463-1049  
E-mail: shadik@yuhs.ac

\* 이 논문의 요지는 2011년 대한안과학회 제106회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

## 대상과 방법

2011년 5월부터 10월까지 본원 안과에서 노년성(senile cataract) 혹은 노년기 전 백내장(presenile cataract)으로 합병증이 없는 백내장적출술 및 뒤방인공수정체삽입술을 시행한 총 34명, 44안을 대상으로 하여 전향적인 연구를 시행하였다. 모든 환자들에게 설명에 근거한 동의를 받았으며, 이전에 안과적 수술이나 외상을 받았거나 백내장 이외에 안과적 질환을 가진 사람은 본 연구에서 제외하였다. 술 전 시력검사, 안압검사, 굴절검사, 세극등 검사, 안저 검사를 시행하였고 각막내피세포 수 및 LOCS (Lens Opacities Classification System) III 분류에 의한 백내장 진행 정도를 평가하였다. 절개창 범위에 따라 1군(11명, 14안)에서는 2.2 mm 소절개 투명각막 절개하에 술 후 각막 봉합은 하지 않고 자연치유되도록 하였고, 2군(23명, 30안)에서는 기존의 2.8 mm 투명각막 절개를 시행하고, #10-0 Nylon을 이용하여 한 바늘의 봉합시행 후 수술 후 2주째 봉합사 제거를 하였다. 수술은 Alcaine을 이용한 점안마취 및 lidocaine에 의한 테논낭하마취 후 시행되었고 초음파수술기구(Infiniti Vision System®, Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth USA)를 이용하여 초음파유화술을 시행한 후 인공수정체를 삽입하였으며, 수술 후 각막 절개부위를 평형염액(balanced salt solution, BSS®, Alcon, USA)을 이용하여 기질 수화(stromal hydration)를 시행하였다. 술 후에는 Levofloxacin eyedrop (Cravit®)과 Prednisolone acetate eyedrop (Pred Forte®)을 6시간 간격으로 점안하고, 술 후 관찰하면서 전방 염증 정도에 따라서 서서히 용량을 감소시켰다. 백내장 수술을 시행받은 모든 환자들에게 세극등현미경, 시력, 안압, 굴절검사 등의 기본 안과검사와 함께 전안부 OCT (Cirrus OCT, Carl Zeiss Meditec, Germany)를 이용하여 절개창 부위를 고해상도 영상으로 술 후 1일, 1주일, 1개월째 촬영하였다. 검사시 환자로 하여금 기계 안쪽의 지표를 주시하게 한 후 절개부위를 수평축, 수직축을 기준으로 전안부 5-Line Raster 모드로 촬영하였으며, 검사 및 측정(measurement) 모두 동일한 술자가 시행하였다. 한 사람당 3회씩 반복 촬영하여, 그 중 해상도가 우수하고 결손면적이 가장 큰 이미지를 선택하였고, 두 명의 관찰자에 의해 중복으로 검토되었다. 선택된 영상은 Image J (NIH, Bethesda, Maryland) 프로그램을 이용하여, 절개각도(incision angle), 절개길이(incision length), 각막상피/내피결손길이(epithelial/endothelial gap length), 각막상피/내피결손면적(epithelial/endothelial gap area), 절개부위의 최대각막두께(maximal corneal thickness at incision site)를 측정하고 테스메막 박리(Descemet's membrane



**Figure 1.** Anterior segment OCT (optical coherence tomography) image showing a clear corneal incision site postoperatively. The definition of incision site parameters: 1) Incision angle (The angle between the line that joins the epithelial and endothelial ends of the incision and the tangential line on the corneal surface) 2) Incision length (The total length of the main incision measured from the wound entry to its exit point) 3) Epithelial/endothelial gap length (The length that lines inside of the gap, the longer one is selected, if present) 4) Epithelial/endothelial gap area (The area inside of the gap, if present) 5) Descemet's membrane detachment 6) Maximal corneal thickness at the incision site.

detachment)의 유무를 기록하였다. 6개의 측정치에 대한 설명은 다음과 같다(Fig. 1).

1) 절개각도(incision angle): 각막상피의 외측절개선 입구와 각막내피 내측절개선 출구를 연결하는 선과 각막상피 외측절개선 입구의 경계면에 대한 접선이 이루는 각도

2) 절개길이(incision length): 각막상피 외측절개선 입구부터 각막내피 내측절개선 출구까지 실제 절개선의 총 길이

3) 각막상피/내피결손길이(epithelial/endothelial gap length): 각막상피 또는 각막내피 결손이 존재할 경우, 결손부위를 구성하는 내측 길이

4) 각막상피/내피결손면적(epithelial/endothelial gap area): 각막상피 또는 각막내피 결손이 존재할 경우, 결손부위를 구성하는 내측 총 면적

5) 테스메막 박리(Descemet's membrane detachment): 각막기질과 테스메막 간의 분리

6) 절개부위의 최대각막두께(maximal corneal thickness at incision site): 각막 내측절개선 부위 각막두께의 최대치

수술 전 후의 측정치 비교는 independent samples *t*-test, chi-square test를 이용하여 비교하였고, 모든 통계분석은 SPSS (version 18.0, software for Windows; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, *p*-value<0.05를 통

계적으로 의미있다고 취급하였다.

## 결 과

전체 44안에서 2.2 mm (1군) 절개를 시행받은 군은 남자 5안, 여자 9안으로 총 14안이었고 2.8 mm (2군) 절개 군은 남자 14안, 여자 16안으로 총 30안이였다. 환자의 평균연령은 1군에서  $66.1 \pm 8.2$ 세, 2군은  $66.4 \pm 6.8$ 세로 두 군간의 통계학적 차이는 없었으며, 술 전 교정시력, 안압, 난

시, 각막내피세포 수, LOCS (Lens Opacities Classification System) III 분류에 의한 핵경화도에서도 통계학적 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 1). 연구기간 동안 본원에서 백내장 수술을 시행한 모든 경우에서 전낭확장 및 후낭파열, 유리체소실 등의 술 중 합병증은 발생하지 않았고, 안내염, 창상유출을 포함한 중대한 술 후 합병증 역시 발생하지 않았다. 평균초음파사용시간(mean phacoemulsification time), 평균수술시간(mean operation time), 사용된 총 BSS 양 등, 술 중 지표 에서도 두 군간 통계학적 차이는 없었다(Table 2).

**Table 1.** Preoperative patient characteristics

	Group 1 (2.2 mm)	Group 2 (2.8 mm)	p-value
Eyes (n)	14	30	
Sex (Male/Female)	7/7	10/20	0.290 <sup>†</sup>
Laterality (OD/OS)	5/9	14/16	0.495 <sup>†</sup>
Mean age (year)	$66.1 \pm 8.2$	$66.4 \pm 6.8$	0.580 <sup>*</sup>
Mean CDVA (Snellen)	$0.32 \pm 2.22$	$0.48 \pm 0.24$	0.111 <sup>*</sup>
Mean IOP (mm Hg)	$9.57 \pm 2.65$	$11.76 \pm 3.03$	0.187 <sup>*</sup>
Mean astigmatism (D)	$1.56 \pm 1.23$	$1.42 \pm 0.74$	0.649 <sup>*</sup>
Endothelial cell count	$2752.5 \pm 400.5$	$2792.4 \pm 347.3$	0.894 <sup>*</sup>
Cataract hardness (LOCS III)			
Cortical density	$3.07 \pm 1.49$	$2.84 \pm 1.65$	0.660 <sup>*</sup>
Nucleus density	$3.42 \pm 1.55$	$2.83 \pm 0.97$	0.199 <sup>*</sup>
Posterior subcapsular opacity	$2.53 \pm 1.97$	$1.34 \pm 1.11$	0.049 <sup>*</sup>

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

CDVA = corrected distance visual acuity; IOP = intraocular pressure; LOCS = Lens Opacities Classification System.

\*Independent samples *t*-test; <sup>†</sup>Chi-square test.

**Table 2.** Comparison of mean surgical parameters between 2.2-mm and 2.8-mm incision group

	Group 1 (2.2 mm)	Group 2 (2.8 mm)	p-value <sup>*</sup>
Mean phaco time (sec)	$21.14 \pm 8.45$	$21.90 \pm 13.91$	0.891
Mean operation time (min)	$29.78 \pm 4.28$	$27.00 \pm 4.97$	0.078
Mean fluid used (mL)	$103.57 \pm 29.34$	$109.64 \pm 34.27$	0.385

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

\*Independent samples *t*-test.

**Table 3.** Postoperative changes in mean UCVA and IOP and astigmatism by autorefractor

	Group 1 (2.2 mm)	Group 2 (2.8 mm)	p-value <sup>*</sup>
Mean UCVA (Snellen)			
1 day	$0.62 \pm 0.15$	$0.68 \pm 0.26$	0.290
7 days	$0.69 \pm 0.23$	$0.73 \pm 0.23$	0.620
30 days	$0.72 \pm 0.23$	$0.71 \pm 0.21$	0.836
Mean IOP (mm Hg)			
1 day	$9.92 \pm 2.99$	$11.25 \pm 3.65$	0.235
7 days	$9.30 \pm 2.83$	$10.44 \pm 3.22$	0.293
30 days	$9.00 \pm 2.52$	$10.80 \pm 2.83$	0.090
Mean astigmatism (D)			
1 day	$1.07 \pm 0.47$	$1.16 \pm 0.85$	0.767
7 days	$1.05 \pm 0.45$	$1.27 \pm 0.89$	0.459
30 days	$0.75 \pm 0.78$	$1.04 \pm 0.58$	0.219

Values are presented as mean  $\pm$  SD.

UCVA = uncorrected visual acuity; IOP = intraocular pressure; D = diopter.

\*Independent samples *t*-test.

**Table 4.** Results of AS-OCT parameters

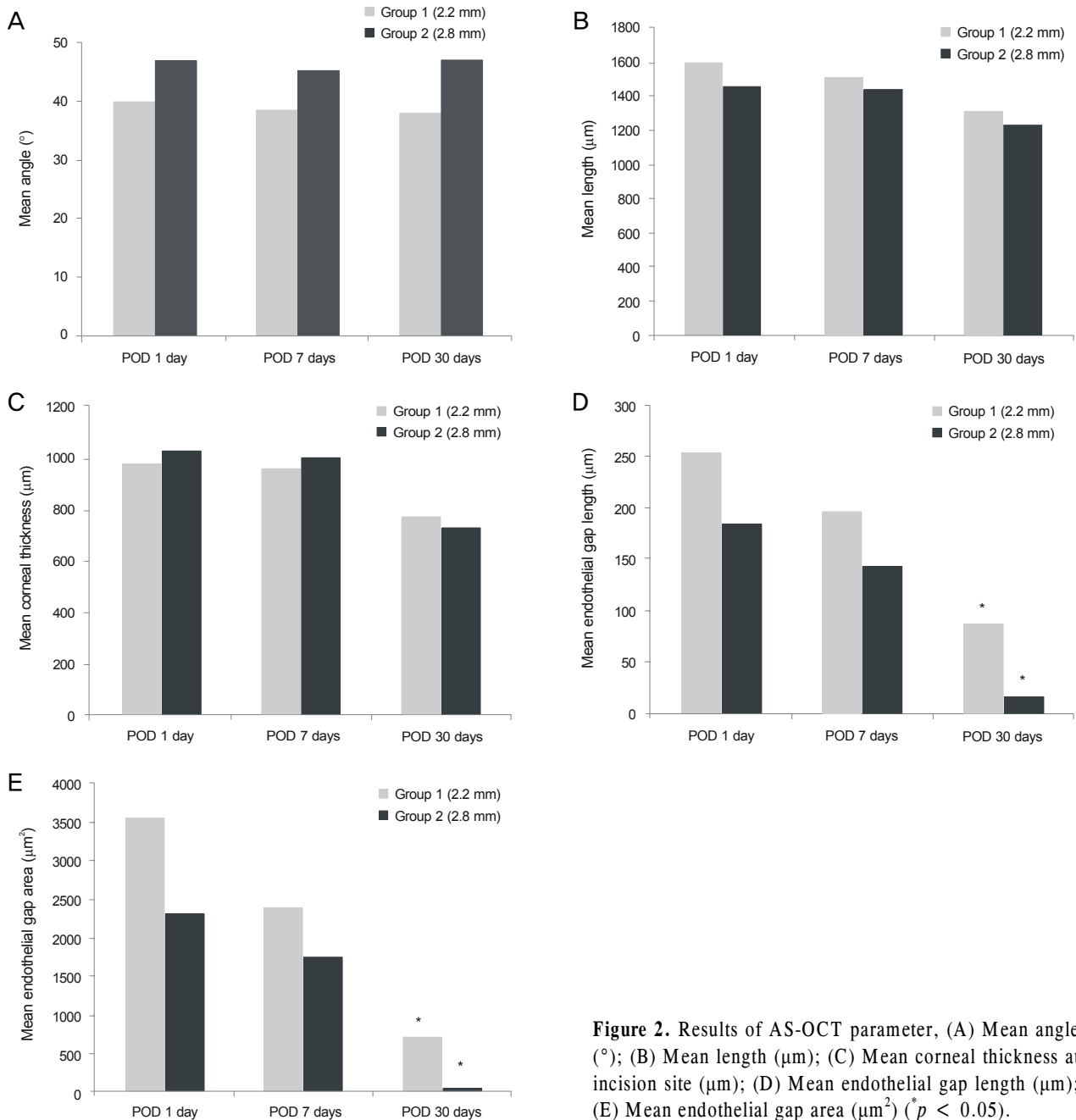
Parameter	All Patients	Group 1 (2.2 mm)	Group 2 (2.8 mm)	p-value
Mean angle (°)				
1 day	45.29 ± 7.0	39.75 ± 7.6	47.00 ± 6.0	0.098*
7 days	42.50 ± 5.0	38.62 ± 5.5	45.08 ± 2.4	0.112*
30 days	40.22 ± 6.3	38.28 ± 5.5	47.00 ± 1.4	0.082*
Mean length (μm)				
1 day	1494.1 ± 295.1	1603.0 ± 319.4	1460.6 ± 285.3	0.239*
7 days	1468.8 ± 243.1	1514.5 ± 258.9	1444.5 ± 239.8	0.524*
30 days	1288.4 ± 212.9	1317.0 ± 216.6	1231.2 ± 216.6	0.483*
Mean maximal CT at incision site (μm)				
1 day	1028.1 ± 70.5	984.0 ± 95.7	1035.4 ± 64.5	0.133*
7 days	998.3 ± 103.0	964.6 ± 138.6	1008.4 ± 91.9	0.373*
30 days	753.3 ± 76.5	769.7 ± 85.5	730.4 ± 63.0	0.406*
Mean endothelial gap length (μm)				
1 day	201.0 ± 104.0	254.0 ± 111.4	184.7 ± 98.1	0.100*
7 days	162.6 ± 90.8	197.0 ± 102.2	144.2 ± 81.8	0.191*
30 days	63.4 ± 55.7	86.8 ± 48.9	16.8 ± 37.5	0.015*
Mean endothelial gap area (μm <sup>2</sup> )				
1 day	2614.4 ± 1741.1	3560.0 ± 1937.5	2323.5 ± 1605.1	0.079*
7 days	1981.3 ± 1224.7	2400.5 ± 1166.2	1757.8 ± 1234.1	0.239*
30 days	508.5 ± 737.5	737.6 ± 815.9	50.4 ± 112.6	0.027*
DM detachment (%)				
1 day	79.4	75.0	80.7	0.089†
7 days	39.1	37.5	40.0	0.785†
30 days	0	0	0	-

Values are presented as mean ± SD.

\*Independent samples t-test; †Chi-square test.

술 후 시간에 따른 나안시력, 안압, 잔여난시량 변화를 비교해보면 1일, 7일, 30일째 양 군간 통계학적으로 유의한 시력 차이는 보이지 않았고, 안압 및 난시의 경우, 1군이 2군보다 낮은 경향을 나타냈지만 통계적으로 의미있는 차이는 아니었다(Table 3). 전안부 빛간섭단층촬영기를 이용한 수술 후 절개부위 지표의 변화는 다음과 같다(Table 4, Fig. 2). 먼저, 평균절개각도를 보면, 2.2 mm 군은 술 후 1일, 1주일, 1개월째 39.75 ± 7.6°, 38.62 ± 5.5°, 38.28 ± 5.5°, 2.8 mm 군은 47.00 ± 6.0°, 45.08 ± 2.4°, 47.00 ± 1.4°로 두 절개군 간 통계학적 유의한 차이는 보이지 않았다( $p=0.098$ , 0.112, 0.082). 평균절개길이를 측정했을 때, 2.2 mm 군에서 1603.0 ± 319.4 μm, 1514.5 ± 258.9 μm, 1317.0 ± 216.6 μm이고 2.8 mm 군에서 1460.6 ± 285.3 μm, 1444.5 ± 239.8 μm, 1231.2 ± 216.6 μm로 두 군 모두 술 후 1개월까지 감소하는 경향을 보였지만, 수치상 통계학적으로 의미있는 차이는 아니었다( $p=0.239$ , 0.524, 0.483). 한편, 술 후 1개월까지 절개부위의 최대각막두께의 변화를 비교했을 때, 2.2 mm 군에서 984.0 ± 95.7 μm, 964.6 ± 138.6 μm, 769.7 ± 85.5 μm, 2.8 mm 군에서 1035.4 ± 64.5 μm, 1008.4 ± 91.9 μm, 730.4 ± 63.0 μm로 시간에 따라 두 절개군 모두 절개부위 두께가 감소하였

지만, 의미있는 차이는 아니었다( $p=0.405$ , 0.320, 0.695). 본 연구에 포함된 백내장 수술을 시행받은 모든 환자군에서 각막상피결손은 발견되지 않았고, 반면 각막내피결손은 모든 환자군에서 관찰되었다. 술 후 1일, 1주일, 1개월째 각막내피결손길이를 비교하면, 2.2 mm 군에서 254.0 ± 111.4 μm, 197.0 ± 102.2 μm, 86.8 ± 48.9 μm, 2.8 mm 군은 184.7 ± 98.1 μm, 144.2 ± 81.8 μm, 16.8 ± 37.5 μm이고, 각막내피결손면적의 경우, 2.2 mm 군에서 3560.0 ± 1937.5 μm<sup>2</sup>, 2400.5 ± 1166.2 μm<sup>2</sup>, 737.6 ± 815.9 μm<sup>2</sup>, 2.8 mm 군에서 2323.5 ± 1605.1 μm<sup>2</sup>, 1757.8 ± 1234.1 μm<sup>2</sup>, 50.4 ± 112.6 μm<sup>2</sup>이었다. 각막내피결손길이, 각막내피결손면적의 경우, 술 후 1개월까지 2군(2.8 mm)이 1군(2.2 mm)보다 더 낮은 수치를 보였고, 술 후 1개월째 두 절개군 간 내피결손길이, 내피결손면적의 차이는 통계학적으로 유의미한 것이었다( $p=0.015$ , 0.027). 데스메막박리의 경우 2.2 mm와 2.8 mm 군에서, 술 후 1일째 75.0%, 80.7%의 비율로 발생하였고, 1주일째 37.5%, 40.0%에서 관찰되었으며, 술 후 1개월째에는 모든 환자에서 소실되었다. 술 후 1일째 데스메막박리 발생군이 발생하지 않은 군에 비해 평균 연령 67.8 ± 6.5세로 59.8 ± 7.8세에 비해 더 높았고, 수술 후 1일째 평균 안압은 10.4 ± 3.6 mmHg로 데스메막 박리가 없



**Figure 2.** Results of AS-OCT parameter, (A) Mean angle (°); (B) Mean length (μm); (C) Mean corneal thickness at incision site (μm); (D) Mean endothelial gap length (μm); (E) Mean endothelial gap area (μm<sup>2</sup>) (\* $p < 0.05$ ).

는 군의 안압  $14.2 \pm 2.4$  mmHg에 비해 더 낮았으며, 앞의 두 항목 모두 통계학적으로 유의미한 차이였다( $p=0.046$ ,  $0.025$ ). 술 후 7일째까지 데스메막 박리가 남아있는 군과 그렇지 않은 군을 비교해 보면, 박리가 남아있는 군이 그렇지 않은 군에 비해 평균연령  $70.8 \pm 4.8$ 세로  $62.0 \pm 6.3$ 세보다 연령이 더 높고, 술 후 안압에서  $8.1 \pm 3.4$  mmHg로 박리소견이 없는 군의 안압인  $10.9 \pm 2.1$  mmHg에 비해 더 낮았으며, 두 절개군 간 연령, 술 후 안압 역시 통계적으로 의미있는 차이였다( $p=0.002$ ,  $0.033$ ) (Table 6). 한편 연령대에 따른 데스메막 박리의 발생비율을 살펴보면, 50대

의 경우, 수술 후 1일째 40%에서 발생하였고, 술 후 7일 이후부터 관찰되지 않은 반면, 60대에서는 술 후 1일째, 85.7%에서 발생하고, 술 후 7일째에는 46.1%로 감소하였으며, 술 후 30일째에는 발견되지 않았다. 70대 이상의 연령대에서는 술 후 7일째까지 모든 환자군에서 데스메막박리 소견이 관찰되었으나, 술 후 30일째에는 모두 소실되었으며, 이 중 연령별에 따른 술 후 1일째 데스메막박리 발생비율의 차이는 통계학적으로 유의미한 것이었다( $p=0.035$ ) (Table 5, Fig. 3).

**Table 5.** The ratio of postoperative Descemet's membrane detachment by age

	50-59 (years)	60-69 (years)	70-79 (years)	80-89 (years)	<i>p</i> -value*
DM detachment (%)					
1 day	40	85.7	100	100	0.035
7 days	0	46.2	100	100	0.337
30 days	0	0	0	0	-

DM = Descemet's membrane.

\*Chi-square test.

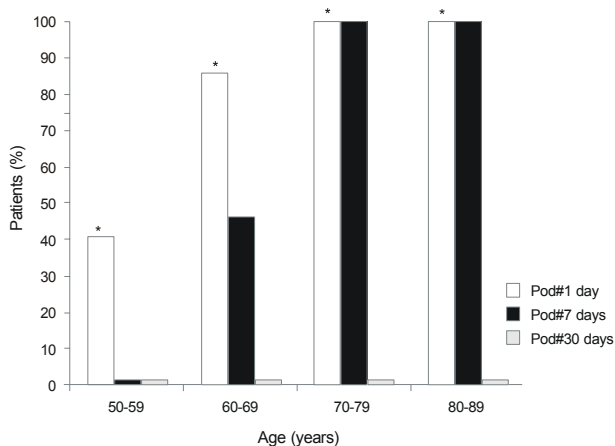
**Table 6.** Parameters of groups with and without Descemet's membrane detachment

	Non-DMD	DMD	<i>p</i> -value*
Mean age (year)			
1 day	59.80 ± 7.75	67.80 ± 6.49	0.025
7 days	62.00 ± 6.29	70.77 ± 4.81	0.002
Mean UCVA (Snellen)			
1 day	0.48 ± 0.29	0.52 ± 0.22	0.713
7 days	0.76 ± 0.26	0.75 ± 0.22	0.919
Mean IOP (mm Hg)			
1 day	14.20 ± 2.38	10.42 ± 3.64	0.039
7 days	10.85 ± 2.07	8.13 ± 3.39	0.033
Endothelial cell count			
1 day	2631.8 ± 146.4	2881.5 ± 354.7	0.141
7 days	2798.7 ± 420.7	2766.0 ± 503.9	0.870
Mean phaco time (sec)			
1 day	28.14 ± 2.81	21.35 ± 15.35	0.070
7 days	21.25 ± 14.71	15.68 ± 11.11	0.427
Mean operation time (min)			
1 day	25.00 ± 2.34	26.85 ± 5.52	0.474
7 days	29.30 ± 4.47	30.33 ± 2.91	0.554
Mean corneal thickness (μm)			
1 day	1052.0 ± 33.7	1285.9 ± 250.1	0.001
7 days	1117.5 ± 181.3	1288.8 ± 214.0	0.056

Values are presented as mean ± SD.

DMD = Descemet's membrane detachment; UCVA = uncorrected visual acuity; IOP = intraocular pressure.

\*Independent samples *t*-test.



**Figure 3.** The ratio of postoperative Descemet's membrane detachment by age (\**p* < 0.05).

## 고 찰

투명각막 절개법은 현재 백내장에서 가장 널리 시행되고 있는 기법으로, Kelman<sup>1</sup>에 의해 초음파 유화술이 도입된 이후 각막난시 변화, 상처관련 합병증, 술 후 안내염증 등을 감소시킬 목적으로 절개창의 크기를 줄이는 방향으로 발전되어 왔다. 절개창 길이가 짧아지면서 무봉합의 창상치유가 가능해지고, 빠른 상처회복을 기대할 수 있으나, 안내염 발생 등 술 후 중대한 합병증이 동반될 수 있다는 결과가 보고된 바 있다. 최근 전안부 빛간섭단층촬영(anterior segment OCT)의 도입으로 술 후 절개부위를 비접촉성(non-contact), 비침습적(non-invasive method)으로 쉽고 빠르게 고해상도 영상의 구현이 가능해졌다. 본 연구에서 사용된 Cirrus OCT는 840 nm의 파장을 이용하여 후안부 영상을 촬영하

는 장치로 개발되었으나, anterior segment mode 소프트웨어가 도입되면서 전방각, 각막에 대한 전안부 평가가 가능해졌다. 전안부 촬영 mode 중 하나인 5-Line Raster는 250  $\mu\text{m}$  간격으로 서로 떨어진 3 mm 길이의 평행한 5개의 선을 기준으로 촬영하고자 하는 전안부 부위를 3-5  $\mu\text{m}$ 의 axial resolution으로 초고해상도 이미지를 촬영하게 된다. 현재 전안부 평가에 널리 사용되고 있는 Visante OCT (Carl Zeiss Meditec, Germany)가 18  $\mu\text{m}$ 의 axial resolution과 60  $\mu\text{m}$ 의 transverse resolution을 가지고 1310 nm 파장의 적외선을 이용하여 촬영한 높은 선명도의 영상을 가지고 안구의 전안부 병리 및 형태학적 연구에 유용한 장점이 있는 반면, Visante OCT 빛의 파장으로 모양체 고랑 같은 홍채 뒤쪽 구조 및 공막돌기 위치를 촬영하기 어렵다는 단점이 있다. 최근 도입된 Cirrus OCT 전안부 mode로 공막돌기, 섬유주, 쉬발베선 등의 전방각 구조뿐 아니라, 각막의 구조적 특징 및 병리적 이상상태를 빠르게 촬영하고, 더 우수한 resolution의 초고해상도 영상을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 이를 이용한 백내장 수술 절개부위와 관련된 형태학적 변화의 파악이 술 후 합병증 예방과 창상 관리에 있어 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

한편 1.5 mm 이하의 획기적으로 작은 절개창 기법이 시도되고 있지만, 관류와 흡입의 제한으로 인해 유발되는 수술시간의 연장, 술 중 전방유지의 불안정성, 인공수정체 삽입시 절개창의 연장 등은 오히려 각막절개부위의 손상을 가중시켜 상처관련 합병증을 증가시킬 가능성이 있다. 기존의 2.8 mm 절개창의 백내장 기법과 마찬가지로 관류와 흡입이 하나의 축(coaxial phacoemulsification)으로 진행되는 2.2 mm 절개창 수술은 안정적이고 보다 작은 절개창의 장점을 갖추고 있어, 현재 가장 널리 사용되고 있는 두 기법에 대해 절개창 크기에 따른 술 후 절개부위의 형태학적 변화에 대해 구체적으로 비교해보고자 본 연구를 시행하게 되었다.<sup>12</sup>

백내장 수술 후 전안부 빛간섭단층촬영기를 이용한 절개창의 변화에 대한 논문은 많이 발표되었지만, 술 후 단기 경과관찰인 경우가 많고, 형태학적 분석에 초점이 맞춰져 있으며, 이와 관련된 국내연구는 전무한 상태이다.<sup>13-18</sup> 본 논문은 술 후 절개부위를 촬영한 고해상도 이미지를 통해 절개각도, 절개길이, 절개부위 각막두께를 비롯하여, 실제 상처회복의 지표로 활용될 수 있는 실제각막의 결손길이, 결손면적 등을 Image J (NIH, Bethesda, Maryland) 프로그램을 이용하여 수치화함으로써 시간에 따른 창상치유과정을 정량화시켰다는데 그 의의가 있다고 하겠다.

본 연구의 결과 2.2 mm, 2.8 mm 절개군 모두 창상유출(wound leak), 창상파열(wound rupture), 상피눈속증식

(epithelial downgrowth), 감염성 안내염(endophthalmitis) 등 중대한 합병증은 발생하지 않았다. 두 그룹간 시간에 따른 절개각도, 절개길이, 절개부위 각막두께, 데스메막박리 비율은 통계학적 유의한 차이는 없었다. 한편 두 절개군 모두 절개부위 결손의 뛰어난 회복을 보여주었는데, 내피결손길이, 내피결손면적의 항목에서 2.2 mm 절개군이 2.8 mm 절개군 보다 높은 수치 경향을 나타냈고 술 후 30일째 차이만이 통계적으로 의미가 있었다( $p=0.015, 0.027$ ). 데스메막박리 비율은 절개크기와 관련이 없었으며, 연령이 높고, 술 후 안압이 낮은 환자일수록 그 발생비율이 증가하였다.

수술 후 시력, 안압에 있어 두 절개군 간 통계학적 차이는 없었으며, 잔여난시량의 경우 술 후 1달까지 2.2 mm 군이 2.8 mm 군보다 낮은 경향을 보였지만, 유의한 차이는 없었다. 본 연구에선 2.8 mm 환자군에서 술 후 창상유출 및 안내염 발생을 줄일 목적으로 monofilament nylon 봉합을 시행하고, 창상압박에 의한 난시 발생을 감소시키기 위해 술 후 2주째 봉합발사를 시행한 반면, 2.2 mm 군에서는 무봉합 자연치유과정을 거쳤는데, 이러한 점에 의해 단순 절개창 크기에 따른 잔여 난시량의 비교는 한계가 있었으며, 절개창 크기가 작을수록 술 후 유발되는 각막난시가 작다는 것은 여러 연구에서 밝혀진바 있지만, 본 연구에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않은 것은 이러한 원인에 의한 것으로 보인다.

본 저자는 절개부위가 작아질수록 백내장 수술 중 절개부위의 첨단부(phaco tip) 조작으로 인해 각막절개부위에 대한 열, 기계손상의 위험성이 증가함에 따라 각막내피손상의 가능성이 높아질 것으로 예상하였다. 실제 전안부 빛간섭단층촬영기를 통해 측정된 시간에 따른 평균각막내피결손길이 및 면적을 비교해보면, 술 후 30일까지 두 항목 모두 2.2 mm 절개군이 2.8 mm 군보다 높은 수치를 나타냈다. 술 후 30일째 잔여 내피결손길이, 잔여 내피결손면적을 보면 2.8 mm 절개군에서  $16.8 \pm 37.5 \mu\text{m}$ ,  $50.4 \pm 112.6 \mu\text{m}^2$ 로 술 후 1일째 수치에 대비하여 그 비율이 9.09%, 2.16% 남아있는데 반해 2.2 mm 절개군에서는  $86.8 \pm 48.9 \mu\text{m}$ ,  $737.6 \pm 815.9 \mu\text{m}^2$ 로 남아있는 결손비율이 34.17%, 20.71%로 2군(2.8 mm)보다 높은 비율이었다. 따라서 술 후 1달째 창상부위의 잔여결손비율은 2.8 mm 군보다 2.2 mm 군에서 더 컸으며, 이러한 수치의 차이는 통계학적으로 의미가 있는 것이었다( $p=0.015, 0.027$ ). 이러한 결과는 술 후 회복과정에 있어 소절개 군에서는 무봉합, 기존절개 군에선 봉합 후 발사라는 방식의 차이가 있었던 점을 고려할 때 창상치유과정에 있어 절개범위 크기 자체보다 창상부위 가장자리를 서로 당겨주는 봉합효과의 창상에 대한 안정성을 시사한다고 생각해 볼 수 있다. 하지만

이와 반대로 봉합실이 유발하는 염증으로 인한 상처치유 지연 가능성 또한 배제할 수 없고, 앞으로 절개창 크기, 절개창 단면모양, 술 중 조작 등의 요인을 통제하여 봉합이 창상회복에 미치는 영향과 관련된 연구가 필요할 것으로 생각한다.

본 연구에서 LOCS (Lens Opacities Classification System) III 분류에 의한 백내장 정도를 살펴보면, 피질혼탁 및 핵경화는 두 절개군 간 유의한 차이가 없었으나, 후낭하 혼탁이 통계적 유의한 차이로 2.2 mm 절개군에서 더 심하였다. 이처럼 수정체 경화도와 두께가 증가함에 따라, 총 수술시간, 초음파 사용시간, 강도의 증가 및 초음파 기구의 각막내피와의 접촉기회가 증가함에 따라, 열, 기포발생 등으로 인한 각막내피손상이 증가할 수 있다는 점을 감안할 때, 본 연구에서 실제 평균 초음파유화흡인술 시간 및 평균 수술시간에서 두 군간의 통계학적 유의한 차이는 없었으나, 술 중 내피손상에 영향을 줄 수 있는 원인으로 후낭하 혼탁의 차이를 생각해 볼 수 있으며, 이는 본 연구의 한계점이라 할 수 있다.

본 연구의 또 다른 한계점으로 백내장 절개창 평가에 있어 동일 검사자가 전안부 OCT를 이용하여 절개창 부위를 3회 반복 시행하여 얻은 영상 중 최대결손 면적의 이미지를 기준으로 평가하였는데, 이는 2차원적 단면적, 길이를 측정 한 것으로 실제 술 후 발생하는 3차원적 절개창의 부피, 면적을 온전히 반영하지 못한다는 한계점이 있다. 하지만 본 저자는 최대결손 단면적이 실제 결손량과 양의 상관성을 보인다는 가정하에 이를 상처치유과정의 지표로 삼고 연구를 진행하게 되었다.

한편 예전 논문에서 발표된 데이터를 살펴보면, 술 후 1일째 절개부위 각막상피폐쇄율은 100%에 달하였다.<sup>14,19-22</sup> 본 연구에서도 각막상피결손은 발견되지 않았지만, 이에 반해 각막내피결손은 대부분의 경우에서 관찰되었다. McGowan<sup>23</sup>은 술 후 창상회복 과정에서 각막내피세포가 펌프기능을 통해 각막기질 쪽으로 물을 빨아들이거나(suction) 내보내는 힘에 저항하는 각막수화(corneal hydration) 기능으로써 각막기질 수분의 양을 일정하게 유지하려 한다고 하였다. 이러한 내피세포의 흡인작용(suction)의 방향이 각막내피세포결손 폐쇄에는 도움이 되지만, 각막상피결손이 발생한 경우, 창상 가장자리 회복에 반대되는 힘으로 작용해 안내염 발생을 높일 수 있다고 하였으며, 술 후 초기 전안부 빛간섭단층촬영의 도움으로 각막상피결손 여부를 확인하는 것이 창상유출, 감염성 안내염 등 합병증 예방에 중요한 역할을 할 것으로 생각한다. 한편 술 중에 시행되는 기질수화(stromal hydration)는 술 후 내피세포기능 저하에 의한 흡인력을 보상함으로써, 실제 각막내피결손 발생비율을 감소

시킨다는 보고가 있었는데, 본 연구의 두 절개창 군 모두 기질수화를 시행하여, 기질수화가 내피결손길이, 내피결손 크기에 미치는 영향은 확인하지 못하였다.<sup>15,21,24</sup>

Calladine and Tanner<sup>21</sup>은 기질수화를 시행한 군과 시행하지 않은 군에서 데스메막박리 비율이 63%, 25%로 차이가 있다고 하였는데, 이는 기질수화 시 각막기질 층의 팽창하려는 힘과 부종 없이 본 구조를 유지하려는 데스메막의 물리적 특성의 차이에 의한 것이며, 술 후 안압이 높을수록 발생비율이 감소하는데 그 원인으로 안압에 의해 박리된 데스메막이 노출된 각막표면으로 압박되기 때문이라고 하였다.<sup>25</sup> 이는 술 후 1일째 데스메막박리 박리 없는 환자군의 안압이 박리가 관찰된 환자 군보다 통계적으로 유의하게 높게 나타난 본 연구의 결과와 일치하는 것이다.

Xia et al<sup>26</sup>은 3.2 mm 투명각막절개 시행 후 술 후 1일째 전안부 단층촬영 결과 데스메막 박리 비율이 82%이며, 술 전 낮은 안압과 관련성이 있고, 그 외 연령, 술 후 안압, 각막내피세포, 각막두께 등과는 관련이 없다고 하였다. 본 연구에서 시행된 술 후 1일째 데스메막박리 비율은 2.2 mm 군에서 75.0%, 2.8 mm 군에서 80.7%로 Xia et al<sup>26</sup>의 수치와 비슷하였고, 술 후 1, 7일째 데스메막박리는 술 후 낮은 안압과 유의한 관계가 있었다. 본 결과에 따르면, 술 후 낮은 안압이 데스메막 박리와 관련성이 있었고, 연령이 높은 환자일수록 그 발생비율이 높고, 오래 지속되는 경향을 나타냈는데 연령에 따른 데스메막박리 관련성은 통계학적으로 술 후 1일째에만 유의미하였다( $p=0.035$ ).

Can et al<sup>24</sup>은 술 후 안압이 높을수록 데스메막박리 비율과 각막내피결손 비율이 감소한다고 하였는데, 본 연구결과에 따르면 술 후 안압과 각막내피결손의 길이, 면적과의 유의한 관련성은 없었지만 데스메막박리의 비율을 감소시킨다는 점을 볼 때, 술 후 안압이 구조적 창상치유 과정에 영향을 미침을 알 수 있었다.

본 연구에서 백내장 수술 후 절개창의 변화를 전안부 빛간섭단층촬영을 통해 관찰한 결과, 2.2 mm, 2.8 mm 절개군 모두 중대한 합병증 발생없이 우수한 창상치유과정을 보여주었다. 본 논문에서 소개된 절개창 부위의 결손길이, 결손면적, 데스메막박리 항목은 앞으로 백내장 술 후 창상치유과정의 기준지표로 활용되어 합병증 예방과 창상부위 안정화에 기여할 것으로 기대된다. 본 연구에서 관찰되지는 않았지만, 창상유출과 관련성이 높은 각막상피결손이 관찰될 경우, 술 후 창상관리에 각별히 유의해야 하며, 술 후 정기적으로 실제각막결손의 길이, 면적을 관찰, 측정함으로써 창상회복 정도를 파악할 수 있을 것으로 생각한다. 본 연구를 통해 데스메막박리의 경우, 절개범위와 관계없이 연령, 술 후 안압과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있었고, 데스메

막박리의 소실이 창상부위의 해부학적 회복을 시사한다고 볼 때, 60대 이상 고령 군 및 술 후 안압이 10 mmHg 이하의 환자군에서 술 후 창상관리에 더 유의해야 할 것으로 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Kelman CD. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am J Ophthalmol* 1967;64:23-35.
- 2) Crema AS, Walsh A, Yamane Y, Nosé W. Comparative study of coaxial phacoemulsification and microincision cataract surgery. One-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1014-8.
- 3) Ku HC, Kim HJ, Joo CK. The comparison of astigmatism according to the incision size in small incision cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:416-21.
- 4) Jee DH, Lee PY, Joo CK. The comparison of astigmatism according to the incision size in cataract operation. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:594-8.
- 5) Nagaki Y, Hayasaka S, Kadoi C, et al. Bacterial endophthalmitis after small-incision cataract surgery: effect of incision placement and intraocular lens type. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:20-6.
- 6) Eifrig CW, Flynn HW Jr, Scott IU, Newton J. Acute-onset postoperative endophthalmitis: review of incidence and visual outcomes (1995-2001). *Ophthalmic Surg Lasers* 2002;33:373-8.
- 7) Taban M, Behrens A, Newcomb RL, et al. Acute endophthalmitis following cataract surgery: a systematic review of the literature. *Arch Ophthalmol* 2005;123:613-20.
- 8) Miller JJ, Scott IU, Flynn HW Jr, et al. Acute-onset endophthalmitis after cataract surgery (2000-2004): incidence, clinical settings, and visual acuity outcomes after treatment. *Am J Ophthalmol* 2005;139:983-7.
- 9) Monica ML, Long DA. Nine-year safety with self-sealing corneal tunnel incision in clear cornea cataract surgery. *Ophthalmology* 2005;112:985-6.
- 10) Masket S. Is there a relationship between clear corneal cataract incisions and endophthalmitis? *J Cataract Refract Surg* 2005;31:643-5.
- 11) Wallin T, Parker J, Jin Y, et al. Cohort study of 27 cases of endophthalmitis at a single institution. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:735-41.
- 12) Choi JA, Chung SK, Kim HS. Comparative study of microcoaxial cataract surgery and conventional cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:904-10.
- 13) Taban M, Rao B, Reznik J, et al. Dynamic morphology of sutureless cataract wounds--effect of incision angle and location. *Surv Ophthalmol* 2004;49 Suppl 2:S62-72.
- 14) Torres LF, Saez-Espinola F, Colina JM, et al. In vivo architectural analysis of 3.2 mm clear corneal incisions for phacoemulsification using optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1820-6.
- 15) Fine IH, Hoffman RS, Packer M. Profile of clear corneal cataract incisions demonstrated by ocular coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:94-7.
- 16) Vasavada V, Vasavada V, Raj SM, Vasavada AR. Intraoperative performance and postoperative outcomes of microcoaxial phacoemulsification. Observational study. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1019-24.
- 17) Osher RH, Injev VP. Microcoaxial phacoemulsification: Part 1: laboratory studies. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:401-7.
- 18) Cavallini GM, Pupino A, Masini C, et al. Bimanual microphacoemulsification and Acri. Smart intraocular lens implantation combined with vitreoretinal surgery. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1253-8.
- 19) Schallhorn JM, Tang M, Li Y, et al. Optical coherence tomography of clear corneal incisions for cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1561-5.
- 20) Dupont-Monod S, Labbé A, Fayol N, et al. In vivo architectural analysis of clear corneal incisions using anterior segment optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:444-50.
- 21) Calladine D, Tanner V. Optical coherence tomography of the effects of stromal hydration on clear corneal incision architecture. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1367-71.
- 22) Elkady B, Piñero D, Alió JL. Corneal incision quality: Microincision cataract surgery versus microcoaxial phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:466-74.
- 23) McGowan BL. Mechanism for development of endophthalmitis. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:111.
- 24) Can I, Bayhan HA, Celik H, Bostancı Ceran B. Anterior segment optical coherence tomography evaluation and comparison of main clear corneal incisions in microcoaxial and biaxial cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:490-500.
- 25) Can I, Takmaz T, Genç I. Half-moon supracapsular nucleofractis phacoemulsification: Safety, efficacy, and functionality. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1958-65.
- 26) Xia Y, Liu X, Luo L, et al. Early changes in clear cornea incision after phacoemulsification: an anterior segment optical coherence tomography study. *Acta Ophthalmol* 2009;87:764-8.

=ABSTRACT=

## The Morphological Changes in Main Corneal Incision (2.2 mm vs. 2.8 mm) Evaluated Using Anterior Segment Optical Coherence Tomography

Jin Hyung Kim, MD, Tae Im Kim, MD, PhD, Eung Kweon Kim, MD, PhD, Hyung Keun Lee, MD

*The Institute of Vision Research, Department of Ophthalmology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** To investigate wound characteristics and ultrastructural changes in the 2.2-mm and 2.8-mm main corneal incisions.

**Methods:** Forty-four eyes of 34 patients undergoing cataract surgery were randomized to receive a 2.2-mm or 2.8-mm main corneal incision. All incisions were evaluated 1, 7, and 30 days postoperatively using anterior segment optical coherence tomography. The angle, length, maximal thickness of the incision, and if present, corneal gap length and incision gap area were calculated. The existence of Descemet's membrane detachment was recorded.

**Results:** The mean endothelial gap length and gap area of the 2.2-mm wound were larger than the 2.8-mm, with the only statistically significant difference observed on postoperative day 30 ( $p = 0.015$  and  $0.027$ , respectively). There was no difference in the mean incision angle, length, and corneal thickness between the 2 incision sizes. The ratio of Descemet's membrane detachment increased with older age and low postoperative IOP, but not associated with incision size ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions:** Both the 2.2-mm and 2.8-mm main corneal incisions showed excellent wound healing outcome without significant postoperative complications. Older patients with low postoperative IOP required a more careful wound care management. The incision parameters in the present study can be used as an indicator of the healing process to reduce wound-related complications.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(6):877-886

**Key Words:** Anterior segment optical coherence tomography, Main corneal incision, Morphology, Phacoemulsification

---

Address reprint requests to **Hyung Keun Lee, MD**  
Department of Ophthalmology, Gangnam Severance Hospital  
#211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea  
Tel: 82-2-2019-3440, Fax: 82-2-3463-1049, E-mail: shadik@yuhs.ac