

## 1.8 mm와 2.2 mm 동축 소절개와 2.75 mm 절개 백내장 수술의 1년 결과

김태경 · 김만수 · 김은철

가톨릭대학교 의과대학 부천성모병원 안과학교실

**목적:** 1.8, 2.2 mm Microcoaxial cataract surgery (MCCS)과 2.75 mm Conventional cataract surgery (CCS) 후 1년 결과를 비교했다.  
**대상과 방법:** 1.8, 2.2 MCCS, CCS 각 40안을 대상으로 초음파 에너지 양, 초음파 사용시간, Cumulative dissipated energy (CDE) 등을 비교하고 술 후 1일, 1, 2, 6달, 1년 각막내피세포 수, 각막두께, 수술 후 유발된 난시량 등을 비교했다.  
**결과:** LOCS III NO4에서 1.8 MCCS가 타 두 군과 비교하여 큰 초음파 에너지의 양( $p=0.031$ )과 CDE ( $p=0.029$ )를 보였고 술 1병일의 각막 두께 증가율이 유의하게 높았다( $p=0.043$ ). 술 1년 후 시력과 각막내피세포는 세 군에서 차이가 없었으며 1년 후의 수술로 인해 유발된 난시량은 1.8, 2.2 MCCS가 CCS에 비해 유의하게 적었다( $p=0.046$ ).  
**결론:** 술 1년 후의 내피세포, 교정 시력이 모든 핵경화도에서 세 군 간에 유의한 차이를 보이지 않아 1.8, 2.2 MCCS는 CCS와 비슷한 안정성을 보였으며, 수술 후 유발된 난시량이 CCS보다 적었다.  
(대한안과학회지 2012;53(7):960-968)

초음파 유화술의 도입과 접합 인공 수정체가 개발되면서 좀 더 작은 절개창을 통한 백내장 수술이 가능하게 되었다.<sup>1</sup> 절개창이 작아질수록 절개창에 관련된 염증 등의 합병증이 줄고 무봉합 상태로 창상 치유를 할 수 있으며 각막 난시를 최소화하면서 빠른 시력 회복이 기대되어 작은 절개창을 이용하여 술 후 시력의 질을 극대화시키고자 하는 시도들이 계속되고 있다.<sup>2-7</sup> 이러한 노력의 일환으로, 1.5 mm 이하의 절개창을 통해 관류와 흡입을 분리한 양손 수정체유화술을 사용하는 소절개 백내장수술(microincision cataract surgery, MICS)이 도입되었다. 그러나 MICS의 경우 작은 절개창을 만들기 위해 관류와 흡입을 분리했기 때문에, 관류의 양이 제한되고 흡입 속도도 기존 백내장수술에 비해 한계가 있어 수술 시간이 길어질 수 있고, 전방이 불안정해질 수 있다. 그뿐 아니라 1.5 mm 이하의 절개창으로 기존의 인공수정체를 삽입하는 것이 기술적으로 어렵기 때문에, 절개창을 추가로 넓혀야 하며 수술 기술을 습득하는데 시간이 많이 걸린다.<sup>2,8-10</sup>

이에 반해 동축 소절개 백내장수술(microcoaxial cataract surgery, MCCS)은 기존 백내장수술(conventional cataract surgery, CCS)과 마찬가지로 관류와 흡입을 동축(coaxial phacoemulsification)으로 하며 기존의 백내장 기계 및 유화기 첨단부를 그대로 사용할 수 있다. 특히 2.2 mm MCCS의 경우에는 MICS와는 달리 추가로 절개창을 넓히지 않아도 기존의 인공수정체를 삽입할 수 있다는 장점이 있다.<sup>8-10</sup>

MCCS는 절개창을 작게 하여 봉합할 필요성이 적어지고 수술에 의하여 유발되는 각막 난시를 보다 줄일 수 있을 것으로 기대되나 절개창이 작고 유화기가 절개창에 꼭 조이게 됨으로써 수정체낭원형절개나 초음파유화술이 어려워지게 되고 유화기 첨단부나 관류/흡입기 첨단부에 의하여 절개창에 기계적 손상이 유발될 수 있다.<sup>11-13</sup> 또한 CCS 그룹에서는 흡입 동안의 나가는 수량이 들어오는 수량과 동일하지만, MCCS에서는 절개창이 작으므로 나가는 수량이 CCS에 비해 적어서 불균형이 발생할 수 있다. 이로 인해 초음파유화술이 어려워지고 난류가 증가하여 위험성이 높아지며 주변 조직에 보다 손상을 줄 수 있다.<sup>14,15</sup> 따라서 MCCS의 장점을 유지하면서 단점을 최소화할 수 있는 이상적인 절개창 크기를 정립하는 것이 중요한 의미가 있다.

그리고 1.8 mm과 2.2 mm incision MCCS를 시행한 후 6개월 이상의 긴 시간이 경과하였을 때 시력과 각막 내피세포, 각막 두께를 관찰한 연구는 아직 없는 실정이며 이로

■ 접수 일: 2010년 11월 19일 ■ 심사통과일: 2011년 7월 28일  
■ 게재허가일: 2012년 5월 21일

■ 책임저자: 김 은 철

경기도 부천시 원미구 소사로 327  
가톨릭대학교 부천성모병원 안과  
Tel: 032-340-2125, Fax: 032-340-2126  
E-mail: eunchol@hanmail.net

\* 이 논문의 요지는 2010년 대한안과학회 제103회 학술대회에서 포스터로 발표되었음.

인해 MCCS를 시행한 후 장기간 시간이 경과하였을 때의 안정성은 확립되어 있지 않았다. 이에 본 연구에서는 MCCS 시행 후 1년이 경과한 시점에서 시력과 각막 내피세포, 각막 두께 등의 변화를 2.75 mm CCS를 시행한 환자군과 비교 분석하였다. 그리고 환자의 핵 경화도에 따라 수술 시간 및 수술 중 유화기 침단부나 관류/흡입기 침단부를 통해 절개창에 전달되는 힘이 달라지므로 핵 경화도에 따라 적합한 절개창의 크기가 다를 수 있다고 여겨진다.<sup>16</sup> 따라서 절개창의 크기에 따라 이미 분류된 환자군을 다시 LOCS (Lens Opacities Classification System) III 분류에 의해 핵 경화 정도 (nuclear opalescence, NO)에 따라 세분화하여 분석하였다.

## 대상과 방법

2008년 9월부터 2010년 3월까지 백내장 수술을 시행 받은 120안을 대상으로 하였다. 수술 전 연령이 52세에서 84세 사이, 각막 질환이나 안구 내 염증, 녹내장, 그리고 당뇨병성 망막병증의 병력이 없는 환자들을 대상으로 하였고 전층 각막이식술이나 굴절교정수술, 녹내장 수술, 유리체-망막 수술 등을 시행 받은 환자들은 본 연구에서 제외하였다. 120안은 무작위 추출되어 2.75 mm CCS (conventional coaxial phacoemulsification)를 시행 받을 1군(40안), 2.2 mm MCCS (microcoaxial cataract surgery)를 받을 2군(40군), 1.8 mm MCCS (microcoaxial cataract surgery)를 시행할 3군(40안)으로 분류되어 수술을 시행 받았다. 그리고 각각의 군은 LOCS (Lens Opacities Classification System) III 분류에 의해 핵 경화 정도(nuclear opalescence, NO)에 따라 NO2, NO3, NO4의 세 군으로 분류되었다. 1군의 40안은 12안이 NO2, 15안이 NO3, 12안이 NO4로 분류되었고 2군의 40안은 12안이 NO2, 16안이 NO3, 12안이 NO4로 분류되었으며 3군의 40안은 15안이 NO2, 15안이 NO3, 10안이 NO4로 분류되었다. 수술 전 초음파와 각막두께측정계각막두께측정계(SP-3000 Ultrasound, Tomey, Germany)를 이용한 각막두께 측정과 경면현미경(Noncon Robo-CA; Konan Medical Inc., Hyogo, Japan)을 이용한 각막내피세포밀도(corneal endothelial cell density)를 포함한 모든 안과적 검사를 시행하였다. 두 군 모두에서 백내장 수술은 한 명의 숙련된 수술자에 의해 0.5% Proparacaine hydrochloride (Alcaine®, Alcon, USA)와 4% Lidocaine hydrochloride로 점안 마취하에 시행하였다.

고전적 백내장 수술(conventional coaxial phacoemulsification)을 시행 받은 환자들(1군, 40안)은 다이아몬드나 이프를 이용하여 2.75 mm의 이측부 투명각막절개를 가한

뒤 점탄물질을 전낭에 채워 넣고 인공수정체 광학부보다 약간 작은 크기의 원형전낭절개(continuous curvilinear capsulorrhexis)를 점자를 이용하여 시행하였다. 반면에 2.2 mm MCCS를 받은 환자(2군, 40안)들은 2.2 mm의 소절개창을 만들었으며 추가적인 절개창의 확장은 이루어지지 않았고, 1.8 mm MCCS를 시행한 환자들(3군, 40안)은 2.2 mm로 절개창 확장을 시행하였다. 2.75 mm와 2.2 mm incision group에서는 Infinity Vision System (Infiniti Vision System®, Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, USA)을, 1.8 mm incision에서는 Stellaris Vision Enhancement System (Bausch & Lomb Inc., New York, USA)을 각각 사용하였으며 이때 Continuous mode를 채택하였다.

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 피질흡입을 시행하였다. 후방내의 인공수정체 삽입은 Monarch C® injector system (Alcon, USA)을 이용하여 Acrylic 인공수정체(Hoya [YA60-BBR], Hoya Corporation, Tokyo, Japan)를 낭 내에 삽입 후 전낭 내 남아있는 점탄물질은 관류 및 흡입장치(irrigation/aspiration device)로 제거하였다. 술 후 각막봉합으로 인한 난시의 영향을 줄이기 위하여 각막봉합은 시행하지 않았다.

수술 중 눈 안에 전달되는 초음파 에너지의 양을 측정하기 위해서 두 군에서 수정체유화술에 사용된 평균 초음파 에너지의 양(mean ultrasound power), 전체 초음파 사용시간(ultrasound time)을 측정하였으며, 이들 두 값을 곱하여 구한 값인 cumulative dissipated energy (CDE), 그리고 수정체유화술 중에 사용된 관류액의 양 등을 비교하였다. 2.2 mm 군의 경우에는 CDE 값은 초음파기기에 의하여 자동적으로 계산되어 모니터에 표시되었다.

수술 후에는 Levofloxacin (Cravit®, Santen, Japan)과 Fluorometholone (Ocumetholone®, Samil, Seoul, Korea)을 1일당 4회 점안하여 4주간 투여하였다. 또한 수술 후 1개월, 2개월, 6개월, 1년 후 시력을 측정하였으며 술 전과 동일한 기구를 사용하여 각막내피세포밀도(CD)를 측정하였다. 또한 수술 후 1일, 1개월, 6개월, 1년 후의 중심각막두께를 측정하였다.

내피세포 감소율(endothelial cell loss, ECL)은 다음과 같은 공식으로 계산하였다:

$$ECL (\%) = \frac{(\text{수술전 내피세포수} - \text{수술후 내피세포수})}{\text{수술전 내피세포수}} \times 100$$

각막 두께의 변화(central corneal thickness change, CCT change)도 다음과 같은 공식으로 산출하였다:

CCT change(%)=(수술전 각막 두께-수술후 각막 두께)/수술전 각막 두께×100

Cravy 계산법을 이용하여 수술 후 1년 경과한 시점의 수술 후 유발되는 난시(surgically induced astigmatism)를 산출하였다. Cravy 계산법은 수술 전 각막곡률측정치에 의해 결정되는 각막곡률변화의 역동학에 기초를 둔 방법으로 수술 전 직난시 및 도난시 여부에 관계없이 각막절개로 인한 각막난시의 변화량을 측정할 수 있다.<sup>17,18</sup>

세 군 간의 차이를 통계학적으로 비교하기 위하여 SPSS 17.0 for Window (SPSS INC.)의 일원배치분산분석(analysis of variance, ANOVA)를 사용하였으며 사후 검정으로서 Tukey's b법을 사용하였고, *p* 값이 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의하다고 평가하였다.

## 결 과

수술 전 세 군의 연령, 교정시력, 각막 두께, 각막 내피세포 수, 각막 굴절력, 각막 난시, 안구 장축장 등은 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1). 수술 중 지표들을 비교하는 도표인 Table 2에서 평형염액(balanced salt solution, BSS) 사용량, 사용된 초음파 에너지의 양(Phaco power)은 같은 LOCS III 군에서 세 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 LOCS III NO2, NO3에서 초음파 사용시간(ultrasound time)과 CDE는 유의한 차이를 보이지 않았으나 LOCS III NO4에서 1.8 mm 군이 다른 두 군에 비하여 유의하게 큰 초음파 사용시간(*p*-value=0.031)과 CDE(*p*-value=0.029)값을 보였다(Table 2, Fig. 1, 2).

수술 1개월, 2개월, 6개월, 1년 후 시력과 각막 내피세포,

**Table 1.** Preoperative patient characteristics

	1.8 mm Group	2.2 mm Group	2.75 mm Group	<i>p</i> -value
No. of patients	37	38	38	
No. of eyes	40	40	40	
Gender (M/F)	22/15	24/14	15/23	
Age (yr)	62.42 ± 9.12	59.42 ± 8.54	68 ± 9.42	0.759
BSCVA (log MAR)	0.46 ± 0.13	0.50 ± 0.15	0.47 ± 0.16	0.512
Pachymetry (μm)	530.32 ± 29.81	539.54 ± 37.81	535.41 ± 42.80	0.891
Corneal endothelial cells (cells/mm <sup>2</sup> )	2575.91 ± 388.13	2592.92 ± 359.64	2530.81 ± 364.23	0.636
Corneal power (D)	44.58 ± 1.37	44.93 ± 1.53	43.72 ± 1.21	0.615
Corneal astigmatism (D)	1.04 ± 0.73	1.17 ± 0.90	0.96 ± 0.68	0.450
Axial length (mm)	23.05 ± 4.01	23.62 ± 2.59	22.99 ± 3.77	0.214

Values are presented as number or mean ± SD.

BSCVA = best spectacle-corrected visual acuity.

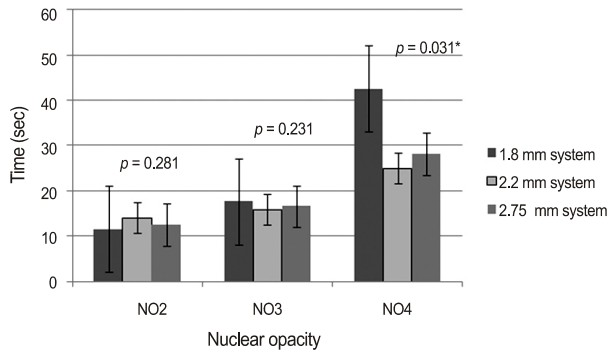
**Table 2.** Intraoperative parameters

	1.8 mm Group	2.2 mm Group	2.75 mm Group	<i>p</i> -value
<b>LOCS III NO2</b>				
BSS use (ml)	62.53 ± 20.67	63.52 ± 13.52	66.42 ± 9.73	0.732
Phaco power	40.01 ± 6.51	41.72 ± 16.81	38.01 ± 5.52	0.230
UST (sec)	11.62 ± 7.31	14.10 ± 8.21	12.61 ± 7.34	0.281
CDE	1.76 ± 1.97	2.31 ± 1.22	1.87 ± 0.34	0.523
<b>LOCS III NO3</b>				
BSS use (ml)	84.52 ± 15.63	88.07 ± 9.82	81.59 ± 13.84	0.562
Phaco power	60.30 ± 2.91	52.12 ± 15.31	51.61 ± 2.13	0.145
UST (sec)	17.72 ± 14.23	15.84 ± 9.21	16.61 ± 8.30	0.231
CDE	4.26 ± 2.36	3.29 ± 1.54	3.42 ± 0.13	0.114
<b>LOCS III NO4</b>				
BSS use (ml)	122.52 ± 18.95	112.82 ± 17.54	124.52 ± 23.67	0.854
Phaco power	78.52 ± 13.77	80.73 ± 18.46	75.13 ± 5.02	0.187
UST (sec)	42.54 ± 14.61	25.08 ± 17.12	28.07 ± 18.25	0.031*
T <sup>†</sup>	a	b	b	
CDE	13.26 ± 11.25	7.23 ± 2.75	8.44 ± 0.57	0.029*
T <sup>†</sup>	a	b	b	

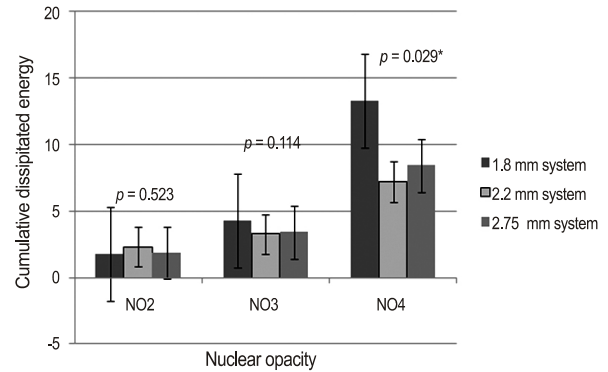
Values are presented as mean ± SD.

UST = ultrasound time; CDE = cumulative dissipated energy.

\*Statistically significant; <sup>†</sup>The same letters indicate non-significant differences between groups based on Tukey's b multiple comparison test.



**Figure 1.** The difference of ultrasound time between 1.8, 2.2 mm MCCS and CCS according to nuclear opacity (LOCS III classification). In LOCS III NO4, 1.8 mm MCCS showed statistically longer ultrasound time compared with other the 2 systems ( $p$ -value = 0.031). \*Statistically significant.



**Figure 2.** The difference of cumulative dissipated energy (CDE) between 1.8, 2.2 mm MCCS and CCS according to nuclear opacity. In LOCS III NO4, 1.8 mm MCCS showed statistically higher cumulative dissipated energy compared with the other 2 systems ( $p$ -value = 0.029). \*Statistically significant.

**Table 3.** Preoperative & postoperative corrected visual acuity

Visual acuity (log MAR)	1.8 mm Group	2.2 mm Group	2.75 mm Group	$p$ -value
LOCS III NO2				
PreOP	0.29 ± 0.36	0.28 ± 0.12	0.27 ± 0.42	0.273
PostOP 1 mon	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.03	0.05 ± 0.04	0.459
PostOP 2 mon	0.05 ± 0.02	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.105
PostOP 6 mon	0.05 ± 0.03	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.606
PostOP 1 yr	0.05 ± 0.04	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.699
LOCS III NO3				
PreOP	0.37 ± 0.13	0.44 ± 0.19	0.39 ± 0.13	0.357
PostOP 1 mon	0.06 ± 0.03	0.05 ± 0.04	0.05 ± 0.03	0.301
PostOP 2 mon	0.06 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.03	0.231
PostOP 6 mon	0.06 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.03	0.402
PostOP 1 yr	0.06 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.03	0.716
LOCS III NO4				
PreOP	0.73 ± 0.36	0.80 ± 0.18	0.77 ± 0.28	0.695
PostOP 1 mon	0.07 ± 0.07	0.05 ± 0.04	0.07 ± 0.05	0.521
PostOP 2 mon	0.04 ± 0.04	0.04 ± 0.05	0.04 ± 0.07	0.312
PostOP 6 mon	0.04 ± 0.05	0.04 ± 0.06	0.04 ± 0.05	0.412
PostOP 1 yr	0.04 ± 0.04	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.273

Values are presented as mean ± SD.

각막 내피세포의 감소율은 세 군이 모든 LOCS III에서 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3, Table 4). 그러나 수술 후 1병일의 각막 두께와 각막 두께의 증가율은 1.8 mm 군이 LOCS III NO4에서 다른 두 군에 비하여 각각 유의하게 큰 값을 가졌으며( $p$ -value=0.039,  $p$ -value=0.043) 그 이후 즉 1개월, 6개월, 1년 후의 각막 두께와 각막 두께의 증가율은 세 군이 모든 LOCS III에서 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5, Fig. 3).

수술 후 1년 후의 수술에 의해 유발된 난시(surgically induced astigmatism)는 LOCS III NO2, NO3, NO4 모두에서 1.8 mm 군과 2.2 mm 군이 2.75 mm 군과 유의한 차이를 보였다( $p$ -value=0.049,  $p$ -value=0.046,  $p$ -value=0.045)

(Table 6).

## 고 찰

MCCS를 이용하여 절개창이 작아지면 절개창에 관련된 염증 등의 합병증 및 각막 난시를 최소화 할 수 있을 것으로 기대되나 절개창이 작아짐으로써 조작성이 떨어지고 관류압의 불균형이 발생하여 문제가 될 수 있다는 견해도 있다.<sup>15</sup> 따라서 MCCS의 실효성 및 안정성에 대한 연구가 진행되어 왔었고 연구에 따라 MCCS와 CCS는 수술 중 각종 지표들과 수술 후 경과가 차이를 보이고 있다.

그러나 이들 연구들은 대상자의 선정 기준이 일치하지

**Table 4.** Preoperative & postoperative mean endothelial cell density & endothelial cell loss decrement (%) at 1 yr

Corneal endothelial cells (cells/mm <sup>2</sup> )	1.8 mm Group	2.2 mm Group	2.75 mm Group	p-value
<b>LOCS III NO2</b>				
PreOP	2611.36 ± 372.71	2716.76 ± 312.48	2523.40 ± 331.38	0.794
PostOP 1 mon	2373.12 ± 292.51	2322.02 ± 325.21	2319.21 ± 325.15	0.702
PostOP 2 mon	2432.21 ± 432.08	2392.12 ± 412.16	2397.52 ± 333.22	0.652
PostOP 6 mon	2354.14 ± 412.25	2355.25 ± 412.13	2412.31 ± 325.47	0.231
PostOP 1 yr	2321.31 ± 389.26	2297.07 ± 432.11	2350.07 ± 337.32	0.411
ECL 1 yr (%)	11.12 ± 5.45	15.45 ± 5.98	6.87 ± 4.52	0.214
<b>LOCS III NO3</b>				
PreOP	2623.42 ± 361.36	2545.58 ± 372.26	2542.38 ± 353.29	0.521
PostOP 1 mon	2272.37 ± 321.53	2290.23 ± 325.24	2313.31 ± 412.52	0.594
PostOP 2 mon	2311.81 ± 278.19	2170.41 ± 312.34	2422.29 ± 292.22	0.652
PostOP 6 mon	2112.41 ± 312.52	2412.32 ± 325.18	2412.37 ± 325.18	0.534
PostOP 1 yr	2098.21 ± 342.63	2152.32 ± 350.26	2171.76 ± 325.24	0.372
ECL 1 yr (%)	20.02 ± 9.72	15.46 ± 8.35	14.56 ± 5.52	0.158
<b>LOCS III NO4</b>				
PreOP	2492.51 ± 415.62	2513.43 ± 422.58	2525.62 ± 313.47	0.351
PostOP 1 mon	2183.63 ± 311.58	2193.70 ± 355.77	2163.65 ± 503.53	0.366
PostOP 2 mon	2356.91 ± 301.62	2253.18 ± 271.64	2273.77 ± 452.60	0.662
PostOP 6 mon	2083.71 ± 311.48	2283.65 ± 311.63	2183.72 ± 311.58	0.265
PostOP 1 yr	1958.73 ± 359.60	2213.72 ± 278.31	2192.73 ± 263.54	0.421
ECL 1 yr (%)	21.41 ± 5.32	11.92 ± 7.43	13.18 ± 7.32	0.097

Values are presented as mean ± SD.

ECL = endothelial cell loss.

**Table 5.** Preoperative & postoperative pachymetry

Pachymetry (μm)	1.8 mm Group	2.2 mm Group	2.75 mm Group	p-value
<b>LOCS III NO2</b>				
PreOP	535.53 ± 22.12	545.17 ± 32.54	547.00 ± 29.68	0.527
PostOP 1 day	562.52 ± 53.08	572.03 ± 43.52	562.24 ± 35.72	0.352
PostOP 1 mon	540.51 ± 51.83	559.52 ± 71.53	551.62 ± 52.63	0.543
PostOP 6 mon	542.64 ± 39.42	562.52 ± 37.53	554.16 ± 29.68	0.489
PostOP 1 yr	540.57 ± 52.62	539.63 ± 62.47	550.58 ± 40.54	0.365
<b>LOCS III NO3</b>				
PreOP	518.65 ± 27.51	528.58 ± 37.75	533.61 ± 29.62	0.621
PostOP 1 day	591.10 ± 45.62	572.43 ± 55.84	570.53 ± 62.32	0.112
PostOP 1 mon	562.52 ± 71.63	536.76 ± 68.52	553.53 ± 52.64	0.241
PostOP 6 mon	533.32 ± 32.51	543.58 ± 18.52	552.14 ± 63.44	0.243
PostOP 1 yr	530.66 ± 52.63	540.58 ± 51.24	545.59 ± 45.92	0.623
<b>LOCS III NO4</b>				
PreOP	536.53 ± 50.14	544.23 ± 29.18	525.27 ± 35.28	0.435
PostOP 1 day	630.48 ± 48.48	589.18 ± 61.45	575.63 ± 75.18	0.039*
T <sup>†</sup>	a	b	b	
PostOP 1 mon	593.93 ± 91.38	572.51 ± 58.30	569.29 ± 65.75	0.154
PostOP 6 mon	545.18 ± 38.60	540.72 ± 38.62	530.66 ± 41.68	0.394
PostOP 1 yr	554.29 ± 63.51	540.58 ± 56.48	542.62 ± 59.57	0.531

Values are presented as mean ± SD.

\*Statistically significant; <sup>†</sup>The same letters indicate non-significant differences between groups based on Tukey's b multiple comparison test.

않고 있으며 특히 환자들의 백내장 정도를 연구에 반영하는 방식이 연구마다 다르다. Choi et al<sup>16</sup>의 연구에서는 핵 경화가 심한 백내장 수술에서 생기는 수술 결과의 오차를 없애기 위해 LOCS 분류상 핵 경화(nuclear opalescence, NO) 정도가 2-3인 백내장만을 대상으로 하였고 Can et

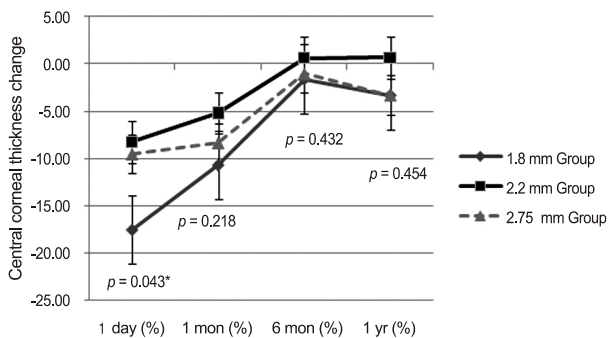
al<sup>15</sup>은 모든 형태 및 정도의 백내장을 포함시켰으나 각각의 종류 및 정도에 따른 분석은 시행하지 않았다. 이에 본 논문에서는 LOCS (Lens Opacities Classification System) III 분류에 의해 핵 경화 정도(nuclear opalescence, NO)에 따라 세분화하여 분석하여 구체적으로 MCCS의 장점과 단

**Table 6.** Preoperative & postoperative surgically induced astigmatism (SIA)

SIA	1.8 mm Group	2.2 mm Group	2.75 mm Group	p-value
LOCS III NO2				
PostOP 1 yr	0.28 ± 0.18	0.32 ± 0.33	0.62 ± 0.42	0.049*
T <sup>†</sup>	a	a	b	
LOCS III NO3				
PostOP 1 yr	0.31 ± 0.22	0.34 ± 0.19	0.52 ± 0.37	0.046*
T <sup>†</sup>	a	a	b	
LOCS III NO4				
PostOP 1 yr	0.33 ± 0.25	0.32 ± 0.23	0.59 ± 0.28	0.045*
T <sup>†</sup>	a	a	b	

Values are presented as mean ± SD.

\*Statistically significant; <sup>†</sup>The same letters indicate non-significant differences between groups based on Tukey's b multiple comparison test.



**Figure 3.** Central corneal thickness change (CCT change) in LOCS III NO4. Postoperative 1 day corneal thickness increased in all groups, and the increase of postoperative 1 day corneal thickness was significantly higher in 1.8 mm MCCS ( $p$ -value = 0.043) compared with the other 2 groups. \*Statistically significant.

점이 부각되는 상황을 파악하고 각각의 상황에서 최적화된 절개창의 크기를 알고자 하였다.

Can et al<sup>15</sup>에 따르면 CCS, 2.2 mm MCCS 군에서 초음파 에너지 양, 전체 수술 시간이 유의한 차이를 보이지 않아 본 연구와 유사한 결과를 보였다. Choi et al<sup>16</sup>도 술 전, 술 후 1일, 1주일, 1달, 2달째 술 후 평균초음파사용시간 및 전체초음파사용비율, CDE가 2.2 mm MCCS 군과 CCS 군 사이에서 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서도 2.2 mm MCCS 군은 핵 경화도와 상관 없이 CCS 군과 초음파 에너지의 양과 초음파 사용시간, CDE가 유의한 차이를 보이지 않아 핵 경화도가 높은 환자에서도 2.2 mm MCCS는 문제가 되지 않는 것으로 여겨진다.

그러나 LOCS III NO4에서 1.8 mm 군이 다른 두 군에 비하여 유의하게 큰 평균 초음파 에너지의 양과( $p$ -value = 0.031) CDE ( $p$ -value = 0.029)값을 보였다(Table 2, Fig. 1, 2). 1.8 mm MCCS를 연구에 포함한 Lee et al<sup>11</sup>도 1.8 mm 미세 절개 백내장을 시행한 군은 상대적으로 핵경화도가 높은 LOCS III NO3에서 초음파 사용시간과 CDE가 유

의하게 길었으며 각막 내피세포의 손실률이 높다고 보고하여 본 연구와 비슷한 결과를 보이고 있다. 핵 백내장이 심한 증례에서는 경화도가 낮은 백내장에 비하여 초음파의 사용량이 많아질 수 있다. 특히 절개창이 작은 1.8 mm MCCS의 경우 다른 두 군에 비하여 핵 백내장이 심한 증례에서 상대적으로 단단한 백내장을 작은 직경의 초음파 기구로 분쇄하는 것이 용이하지 않기 때문에 다른 두 군에 비하여 큰 평균 초음파 사용 시간과 CDE를 보인 것으로 보인다.

MCCS와 CCS의 수술 후 경과를 비교한 기존의 연구들은 연구마다 다소 차이는 있으나 전반적으로 두 수술법에서의 수술 후 경과가 차이가 없다고 보고하고 있다. 2.2 mm MCCS의 임상 결과를 분석한 Choi et al<sup>16</sup>에 따르면 술 전, 술 후 1병일, 1주일, 1달, 2달째 술 후 시력, 각막 두께, 각막 내피 세포수의 변화 등에서 MCCS 군과 CCS 군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 MCCS 를 다시 1.8 mm 소절개와 2.2 mm 소절개로 구분하여 분석한 Lee et al<sup>11</sup>은 수술 2개월 후 시력, 각막두께, 각막 내피세포수의 변화는 유의한 차이를 보이지 않았다고 밝혔다. 그러나 Can et al<sup>15</sup>은 2.2 mm MCCS 환자군에서 CCS 환자군에 비하여 술 후 1병일의 각막 두께가 유의하게 높으며 시력 재활에 걸리는 기간이 상대적으로 길다고 보고하였고 그들의 연구에는 각막 내피 세포수의 변화는 포함되어 있지 않았다. 그러나 이 모든 논문에서 경과 관찰 기간이 2개월이 넘지 않아 수술 후 장시간 시간이 흘렀을 때의 경과의 차이는 명확히 밝혀주지 못하였으므로 본 논문에서 6개월, 1년 후의 수술 후 경과를 포함하였다.

수술 후 경과 관찰한 지표 중에서 1개월, 6개월, 1년 후의 각막 두께와 각막 두께의 변화율은 세 군이 모든 LOCS III에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 Lundberg et al<sup>19</sup>은 술 후 1병일 각막 두께가 술 중 각막 내피세포의 손상과 3개월 후의 각막 내피세포의 감소율과 상관관계가 있다고 밝힌 바 있어 본 연구에서도 수술 후 1병일의 각막 두께 측정을 포함시켰다. 그 결과 수술 후 1병일의 1.8 mm

MCCS의 각막 두께 변화율이 다른 두 군보다 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 1.8 mm MCCS에서 다른 두 군에 비하여 보다 큰 평균 초음파 에너지의 양과 CDE를 나타냈기 때문인 것으로 생각한다.

그리고 술 후 경과 관찰 중 관찰한 다른 지표들, 즉 1달, 2달, 6달, 1년째 교정 시력 변화, 각막내피세포 감소율은 1.8 mm MCCS와 2.2 mm MCCS가 2.75 mm CCS 군과 유의한 차이를 보이고 있지 않았다. 각막내피세포수의 변화는 결과적으로 백내장수술기술의 안정성을 의미하는 지표로 사용될 수 있는데, 에너지의 소산(dissipation), 기구의 사용, 전방 내 수정체 잔유물, 유체의 역동학 등을 전체적으로 반영하기 때문이다.<sup>20-24</sup> 백내장 수술 후 각막내피세포의 수와 기능이 떨어지면 각막 기질 및 상피세포에 부종이 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서 1.8 mm MCCS와 2.2 mm MCCS를 시행한 환자들이 1년 후 CCS를 시행한 환자군과 비교하여 각막 내피세포 감소율과 시력이 유의한 차이를 보이지 않았다는 사실은 장기적으로 보았을 때 1.8 mm 및 2.2 mm MCCS가 CCS만큼이나 안정성이 있다는 의미로 받아들일 수 있다. 비록 NO4 이상의 단단한 백내장에서 술 1병일의 각막 두께가 1.8 mm 군에서 유의하게 높았으나 장기적인 안정성에는 영향을 끼치지는 않은 것으로 보인다.

백내장 수술과 관련하여 각막내피세포 손상에 영향을 줄 수 있는 요소로는 백내장 수술 방법, 백내장의 정도 이외에도 환자의 연령, 수술자의 수술 숙련도 등이 있다고 알려졌다. 본 연구에서는 환자의 연령을 통제하고 한 명의 숙련된 술자가 모든 수술을 시행하였으므로 이들 요인이 결과에 영향을 끼칠 가능성이 최소화되었다.

Alió et al<sup>13</sup>은 초음파 에너지 이외에도 평형 염액을 각막 내피세포 손상에 대한 중요한 인자로 보았는데, 본 연구에서 세 군 사이에서 평형염액은 유의한 차이가 관찰되지 않아, 각막 내피세포 감소율이 유의한 차이를 보이지 않은 하나의 원인이 되었다.

기존의 연구들에서 절개창의 크기가 작은 미세각막절개 백내장 수술과 동축 소절개 백내장 수술은 CCS에 비하여 수술에 의해 유발되는 난시가 적은 것으로 나타났다.<sup>13,25</sup> Can et al<sup>15</sup>의 연구에 따르면 술 후 2개월 후의 난시량을 비교한 결과 2.8 mm 절개창을 이용한 CCS 군과 2.2 mm 소절개창을 이용한 MCCS 군, 1.2-1.4 mm 절개창을 갖는 MICS 군에서 각각 0.45D, 0.24D, 0.13D의 SIA를 보였으며 세 군이 통계적으로 유의한 차이를 보였다. Choi et al<sup>16</sup>에 따르면 MCCS가 CCS에 비하여 수술로 인해 유발되는 난시가 전체적으로 적은 경향을 보였지만, 통계적으로는 술 1병일에만 유의하게 적은 난시변화가 관찰되었다. 본 논문에서도 절개창이 상대적으로 작은 1.8 mm MCCS, 2.2 mm

MCCS가 CCS에 비해 수술 후 1년 후의 난시량이 유의하게 적은 것으로 나타나 기존의 연구 결과와 비슷한 양상을 보였다. 1.8 mm MCCS는 2.2 mm MCCS와 비슷한 SIA를 보였는데, 이는 1.8 mm MCCS에서 인공 수정체 삽입을 위하여 2.2 mm로 절개창을 확장하였기 때문인 것으로 여겨진다.

1.8 mm MCCS의 경우 사용하는 mode에 따른 변화가 있을 수 있으나 본 연구에서는 Continuous mode에 한정되어 있어 mode가 끼치는 영향에 대한 연구가 추후에 필요할 것으로 보인다.<sup>11</sup>

Can et al<sup>15</sup>에 따르면 수술 중 및 수술 후 합병증의 가능성은 두 그룹 간에 상관 관계가 없었으며 본 논문에서도 방사상 파열, 후낭파열을 비롯한 합병증은 세 군 모두에서 발생하지 않았다.

결론적으로 1.8 mm MCCS는 핵경화가 심한 백내장의 경우 다른 두 군에 비하여 큰 평균 초음파 에너지의 양과 CDE를 보일 수 있으며 이로 인해 수술 초기 각막 부종이 보다 심할 수 있다.

그러나 LOCS (Lens Opacities Classification System) III 분류에 따른 모든 핵 경화 정도(grade)에서 1년간의 각막 내피세포 및 교정 시력의 변화 추이, 합병증 발생률은 세 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 모든 종류의 핵경화도에서 1.8 mm와 2.2 mm 절개창을 이용한 MCCS는 1년 경과 관찰결과 CCS와 비슷한 안정성을 보이는 것으로 볼 수 있으며, MCCS는 수술로 인해 유발되는 난시의 양이 적어 난시량이 많은 환자에서 수술 예후에 도움이 될 것으로 생각한다.

## 참고문헌

- 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) Huang FC, Tseng SH. Comparison of surgically induced astigmatism after sutureless temporal clear corneal and scleral frown incisions. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:477-81.
- 6) Lee DS, Joo CK. Effect of incision length on visual recovery and astigmatism in no-suture cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 1992;33:470-75.
- 7) Hu YJ, Joo CK. Surgically induced astigmatism after temporal clear corneal incision in sutureless cataract surgery. *J Korean*

- Ophthalmol Soc 1998;39:2622-7.
- 8) 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.
- 9) Osher RH. Microcoaxial phacoemulsification Part 2: clinical study. J Cataract Refract Surg 2007;33:408-12.
- 10) Cavallini GM, Campi L, Masini C, et al. Bimanual microphacoemulsification versus coaxial miniphacoemulsification: prospective study. J Cataract Refract Surg 2007;33:387-92.
- 11) Lee KM, Kwon HG, Joo CK. Microcoaxial cataract surgery outcomes: Comparison of 1.8 mm system and 2.2 mm system. J Cataract Refract Surg 2009;35:874-80.
- 12) 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.
- 13) Alio J, Rodri'guez-Prats JL, Galal A, Ramzy M. Outcomes of microincision cataract surgery versus coaxial phacoemulsification. Ophthalmology 2005;112:1997-2003.
- 14) Kim HJ, Kim JH, Lee DH. Endothelial cell damage in microincision cataract surgery and coaxial phacoemulsification. J Korean Ophthalmol Soc 2007;48:19-26.
- 15) 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.
- 16) Choi JA, Chung SK, Kim HS. Comparative study of microcoaxial cataract surgery and conventional cataract surgery. J Korean Ophthalmol Soc 2008;49:904-10.
- 17) Cravy TV. Calculation of the change in corneal astigmatism following cataract extraction. Ophthalmic Surg 1979;10:38-49.
- 18) Kurz S, Krummenauer F, Gabriel P, et al. Biaxial microincision versus coaxial small-incision clear cornea cataract surgery. Ophthalmology 2006;113:1818-26.
- 19) Lundberg B, Jonsson M, Behndig A. Postoperative corneal swelling correlates strongly to corneal endothelial cell loss after phacoemulsification cataract surgery. Am J Ophthalmol 2005;139:1035-41.
- 20) Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 1996;22:1079-84.
- 21) Dick HB, Kohnen T, Jacobi FK, Jacobi KW. Long-term endothelial cell loss following phacoemulsification through a temporal clear corneal incision. J Cataract Refract Surg 1996;22:63-71.
- 22) Jousseaume AM, Barth U, Cubuk H, Koch H. Effect of irrigating solution and irrigation temperature on the cornea and pupil during phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 2000;26:392-7.
- 23) Bourne RR, Minassian DC, Dart JK, et al. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium: modern phacoemulsification compared with extracapsular cataract surgery. Ophthalmology 2004;111:679-85.
- 24) Suzuki H, Takahashi H, Hori J, et al. Phacoemulsification associated corneal damage evaluated by corneal volume. Am J Ophthalmol 2006;142:525-8.
- 25) Yao K, Tang X, Ye P. Corneal astigmatism, high order aberrations, and optical quality after cataract surgery: microincision versus small incision. J Refract Surg 2006;22(9 Suppl):S1079-82.



=ABSTRACT=

## One-Year Outcome of Microcoaxial Cataract Surgery Using 1.8 mm and 2.2 mm Incisions Versus that of Conventional Cataract Surgery

Tai Kyong Kim, MD, Man Soo Kim, MD, PhD, Eun Chul Kim, MD, PhD

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

**Purpose:** To compare the 1-year outcome of 1.8 mm and 2.2 mm microcoaxial cataract surgery (MCCS) versus 2.75 mm conventional cataract surgery (CCS).

**Methods:** The present study evaluated 120 eyes (40 eyes in each group). The mean ultrasound power, ultrasound time (UST), and cumulative dissipated energy (CDE) were measured preoperatively and at 1 day, 1, 2, 6 months, and 1 year postoperative. Visual acuity, number of corneal endothelial cells, and surgically induced astigmatism (SIA) were compared.

**Results:** In LOCS III NO4, 1.8 mm MCCS showed a statistically higher ultrasound time ( $p$ -value = 0.031) and CDE ( $p$ -value = 0.029), and the day 1 corneal thickness increase was relatively higher in 1.8 mm MCCS ( $p$ -value = 0.043) than other two groups. There were no differences in postoperative 1 year visual acuity or number of corneal endothelial cells among the groups. SIA was significantly lower in 1.8 mm and 2.2 mm MCCS compared to that of the conventional treatment ( $p$ -value = 0.046).

**Conclusions:** There were no differences in postoperative 1 year mean endothelial cell density or corrected visual acuity between 1.8 and 2.2 mm MCCS and CCS at all cataract densities. The 1.8 mm and 2.2 mm MCCS techniques were as safe and effective as CCS, and SIA in 1.8 mm and 2.2 mm MCCS was significantly lower than that of CCS.

J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(7):960-968

**Key Words:** Corneal endothelial cells, Corneal thickness, Cumulative dissipated energy (CDE), Microcoaxial cataract surgery (MCCS), Nuclear cataract

---

Address reprint requests to **Eun Chul Kim, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, 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