

2.2 mm 미세각막절개 백내장수술 시 회전진동방식 초음파유화술과 직선운동방식 초음파유화술을 이용한 임상결과 비교

임성아 · 황형빈 · 김현승

가톨릭대학교 의과대학 안과 및 시과학교실

목적: 초음파유화술에서 회전진동방식과 직선운동방식을 이용하여 2.2 mm 미세각막절개 백내장수술 후 결과를 비교하고자 하였다.
대상과 방법: 양안에 중등도의 백내장을 진단받은 환자를 대상으로 한쪽 눈에 Infiniti®의 회전진동방식, 다른 쪽 눈에 Stellaris®의 직선운동방식의 초음파유화술을 이용하여 2.2 mm 미세각막절개 백내장 수술을 시행하였다. 수술 중 초음파 시간, 평균 초음파 세기, 누적 소비에너지, 평형염색 사용량을 조사하였다. 환자는 술 전, 술 후 1일째, 7일째, 30일째, 60일째 추적관찰하여 술 후의 각막내피 세포 개수 및 중심각막 두께를 비교하였고, 술 후 최대 교정시력, 각막 난시 정도를 비교하였다.

결과: 연구는 LOCS Classification NO2 또는 NO3인 중등도의 백내장 환자 34명(68안)을 대상으로 하였다. 수술 중 누적 소비에너지를 비교하였을 때, 회전진동방식의 에너지 전달이 직선운동방식에 비해 통계적으로 유의하게 적었으나, 평형염색 사용량은 직선운동방식을 사용한 눈에서 더 적었다. 각막내피세포 개수 및 중심각막 두께는 술 전과 술 후 추적관찰 기간 동안, 두 군간에 통계적인 차이는 없었고, 술 후 최대교정시력 및 수술유발 각막난시에도 차이가 없었다.

결론: 중등도 백내장의 2.2 mm 미세각막절개 백내장 수술에 있어 Infiniti®의 회전진동방식이 Stellaris®의 직선운동방식에 비해 누적 소비에너지가 유의하게 적었지만 수술 결과 및 각막내피 손상에 미치는 영향은 서로 차이가 없으므로, 술자의 숙련도와 경험에 따라 자유롭게 초음파 유화장치를 선택할 수 있겠다.

〈대한안과학회지 2013;54(10):1508-1513〉

백내장 수술의 궁극적인 목적은 수술과 관련한 합병증을 최소화하고, 시력을 회복하는데 있다. 이를 위해 수술 전후 여러 요소들이 지속적으로 발달되어왔는데, 술 전 인자로 생체계측장치의 발달 및 인공수정체 계산식의 개선 등이 있고, 술 중 인자로는 초음파유화장치의 발전과 접는 인공수정체의 재질의 발달 및 그에 따른 미세절개백내장수술의 발전 등이 있으며, 술 후 인자로 항생제의 발달 등이 그 예이다.^{1,2}

백내장 수술과 관련된 의인성 합병증은 각막내피세포의 기능 부전 및 각막내피세포 수의 감소로 그 정도를 가늠할 수 있으며, 이는 수술 중 안구에 전해지는 에너지의 양에 따라 달라진다.³⁻⁵ 각막 내피에 전해지는 에너지는 크게 세 가지, 즉, 기계적인 힘, 초음파, 유체 역학 에너지 등의 형태

로 전달이 되며, 기계적인 힘은 phaco-chop technique 등의 조작에 의해 발생하고, 초음파와 유체 역학 에너지의 양은 각막 내피의 손상과 음의 상관관계를 가지는 것으로 알려졌다.^{6,7} 따라서 초음파유화장치의 개선은 이 요인을 줄이기 위한 방향으로 개선을 거듭해왔고, 그 일환으로 torsional phaco tip이 2006년 Alcon Surgical사에 의해 도입되어 OZIL torsional이라는 이름으로 Infiniti Vision System에 사용되기 시작하였다.

Liu et al⁸은 Infiniti Vision System을 이용하여 3.2 mm 길이의 투명각막절개창을 통한 수정체 유화술을 시행한 후 직선운동방식 초음파유화술과 회전운동방식 초음파유화술을 비교하여, 회전운동방식의 초음파유화술을 시행한 경우 수술시간이 짧고 에너지의 전달이 적어 더 효율적일 수 있다고 보고하였고, Kim et al⁷도 2.75 mm 절개창을 통한 초음파유화술에서 비슷한 결과를 보고하였다. 또 다른 연구에서는 Infiniti Vision System을 이용하여 회전운동방식의 초음파유화술을 시행한 경우 절개창의 크기가 2.8 mm인 경우와 2.2 mm인 경우를 비교하여 2.2 mm 군에서 전달되는 에너지가 더 적고, 술 후 6개월째에 각막내피세포의 소실이 더 적었다고 보고하였다. 하지만 현재까지 2.2 mm의

■ Received: 2012. 11. 17. ■ Revised: 2013. 4. 11.
■ Accepted: 2013. 8. 24.
■ Address reprint requests to Hyun Seung Kim, MD, PhD
Department of Ophthalmology, The Catholic University of
Korea Yeouido St. Mary's Hospital, #10 63-ro,
Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-713, Korea
Tel: 82-2-3779-1243, Fax: 82-2-761-6869
E-mail: sara514@catholic.ac.kr

미세절개창을 통한 초음파유화술에서 서로 다른 초음파유화장치 이용 회전운동방식의 초음파유화술과 직선운동방식의 초음파유화술 수술시의 수술관련인자와 그 결과를 비교한 보고는 없었다.

저자들은 2.2 mm 미세각막절개 백내장수술시 Infiniti Vision System (Alcon, Fort Worth, TX, USA)의 회전운동방식을 이용한 초음파유화술과 Stellairs (Bausch&Lomb, Rochester, NY, USA)의 직선운동방식을 이용한 초음파유화술의 수술 중 초음파 역동인자와 수술 결과를 비교하고자 하였다.

대상과 방법

본 연구는 본원의 임상시험심사위원회(IRB)의 심사 및 승인을 얻은 뒤 시행하였다. 초음파유화흡입술 및 인공수정체 삽입술을 계획한 LOCS III 분류상 Grade 2-3의 핵 경화도를 양안에 가진 환자 34명의 68안을 대상으로 전향적 조사를 하였으며, 수술은 2010년 3월부터 7월 사이에 한명의 술자(HS Kim)에 한쪽 눈에 Infiniti®의 회전진동방식, 다른 쪽 눈에 Stellairs®의 직선운동방식의 초음파유화술을 이용하여 2.2 mm 미세각막절개 백내장 수술을 시행하였다. 술 전 고도근시, 과숙 백내장, 외상성 백내장의 경우와 당뇨, 고혈압 등의 내과적 질환이 있거나, 기존에 녹내장, 망막질환 등의 안과적 질환이 있거나, 안내 시술 및 외상의 과거력이 있는 환자는 대상에서 제외하였다. 또한 수술에 영향을 줄 수 있는 각막 미란이나 각막혼탁등의 각막 병변과 술 전 검사를 통해 각막내피세포수가 2,000개/mm² 미만인 경우는 연구에서 배제하였다.

수술은 점안마취로 진행되었으며, 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine®, Alcon, Puurs, Belgium)를 사용하였고, 0.5% Tropicamide와 0.5% Phenylephrine (Mydrin P, Taejoon Pharm, Seoul, Korea)으로 점안하여 산동하였다. 각막 이 측에 2.2 mm의 투명각막절개를 만들었고, 전

방형성을 위한 점탄물질로 DisCoVisc (Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 사용하였다. 관류액으로 평형염액(BSS Plus®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)을 사용하여 수력분리술과 수력분출술을 실시하였다. 두 군 모두에서 점탄물질을 전방 내에 주입한 후 후방 인공수정체를 삽입하였다. 이후 모든 점탄물질을 흡입하고 전방을 평형염액으로 유지시킨 후, 절개 부위는 봉합하지 않았다. 수술 후에는 1% Prednisolone acetate (Pred Forte®, Allergen, Irvine, CA, USA)와 0.3% Gatifloxacin (Gatiflo®, Handok, Chungbuk, Korea)을 하루 4회씩 점안하였다. 수술 중 초음파 시간, 평균초음파세기, 평균 회전 진동 폭, 회전 진동 시간, 누적소비에너지(cumulated dissipated energy), 평형염액 사용량을 조사하였고, 술 전

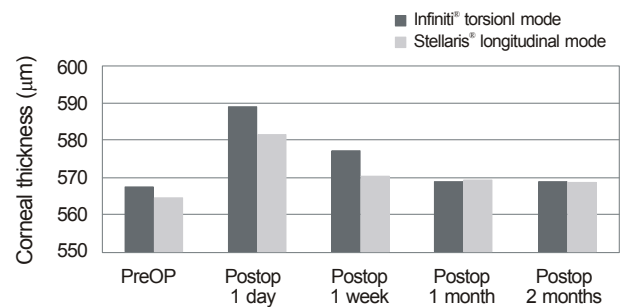


Figure 1. Change of preoperative and postoperative central corneal thickness (µm).

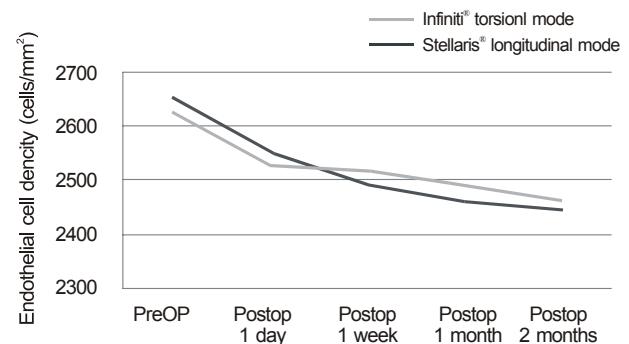


Figure 2. Change in corneal endothelial cell density (cells/mm²).

Table 1. Patients demographics

	Infiniti® Torsionl Mode (n = 36)	Stellairs® Longitudinal Mode (n = 36)	p-value
Age (years)	67.5 ± 10.04	67.5 ± 10.04	-
Range	43 to 81	43 to 81	-
Sex (female : male)	28 : 6 (n = 34)	28 : 6 (n = 34)	
Nucleus density (NSG2/NSG3)	17/17	17/17	
Laterality (Rt./Lt.)	16/18	17/17	
BCVA (log MAR)	0.45 ± 0.32	0.34 ± 0.17	0.590
Axial length (mm)	23.48 ± 1.86	23.42 ± 1.58	0.352
Anterior chamber depth (mm)	2.66 ± 0.48	2.75 ± 0.81	0.465
Corneal thickness (µm)	567.56 ± 33.12	564.41 ± 33.91	0.785
Endothelial cell count (cells / mm ²)	2634.5 ± 275.1	2663.0 ± 297.5	0.985

Values are presented as mean ± SD.

Table 2. Comparison of mean surgical parameter between Infiniti® torsional mode and Stellaris® logitudinal mode

	Infiniti® Torsionl Mode (n = 36)	Stellaris® Longitudinal Mode (n = 36)	p-value
Power	100% Torsional	30% Linear	
Phaco time (sec)	14.35 ± 5.47	15.72 ± 6.49	0.568
CDE	3.52 ± 2.93	6.22 ± 7.02	0.001
Total Used BSS volume (ml)	60.88 ± 21.18	34.58 ± 13.54	<0.001

Values are presented as mean ± SD.

CDE = cumulative dissipated energy.

Table 3. Comparison of mean surgical induced astigmatism between Infiniti® torsional mode and Stellaris® logitudinal mode (postop-preop)

Postoperative time	Infiniti® Torsionl Mode (n = 36)	Stellaris® Longitudinal Mode (n = 36)	p-value
1 day	0.39 ± 23	0.41 ± 31	0.126
1 week	0.33 ± 26	0.37 ± 28	0.108
1 month	0.29 ± 23	0.31 ± 26	0.145
2 months	0.12 ± 0.23	0.18 ± 0.24	0.193

Values are presented as mean ± SD.

과 술 후 1일, 1주, 1달, 2달에 추적관찰하여 경면현미경 (Noncon ROBO-CA, Konan, Japan)을 사용하여 각막내피 세포수(개/mm²)를 측정하고 초음파 각막두께측정기(US-1800, NIDEK, Japan)를 이용하여 중심각막두께(μm)를 비교하였으며 수술 전 후 최대 교정시력을 측정하였다. 수술로 유발된 난시도(surgically induced astigmatism:SIA)를 구하기 위하여 수술 전과 수술 후 각막곡률계(manual keratometry(OM4, TOPCON, Japan))를 이용하여 각막곡률을 측정하여 Holladay-Cravy-Koch 공식에 대입하여 산출하였다.⁹

통계분석은 SPSS 프로그램을 이용하여 ANOVA와 paired t-test를 시행하였다

결 과

본 연구에서 34명의 환자 68안을 대상으로 시행되었으며, 대상환자의 평균연령은 67.5 ± 10.04세, 여성환자 82.4%였다. 백내장 정도는 LOCS III NO 분류에 의하여 핵 경화도가 2.3에 해당하였으며, 두 군간의 통계학적인 차이는 없었다. 수술 전 최대 교정시력, 중심각막두께, 각막내피세포수 및 안구축장, 전방깊이에서 유의한 차이가 없었으며 비슷한 수술 전 조건을 가지고 있었다(Table 1). 연구에 참여한 34명의 환자에서 추적기간 동안 탈락한 환자는 없었으며, 수술 중 합병증은 발생하지 않았다.

백내장 초음파 유효율 중 누적소비에너지(CDE: cumulated dissipated energy)는 Infiniti®군에서 3.52 ± 2.93, Stellaris®군에서 6.22 ± 7.02으로 측정되어 회전진동방식의 에너지의 전달이 직선진동방식에 비해 통계적으로 유의하게 적었고($p=0.001$), 평형염액 사용량은 Infiniti®군에서

60.88 ± 21.18 ml, Stellaris®군에서 34.58 ± 13.54로 측정되어 Stellaris®의 직선진동방식에서 더 적은 평형염액이 사용되었다($p<0.001$). 평균 초음파 사용시간은 Infiniti®군에서 14.35 ± 5.47초, Stellaris®군에서 15.72 ± 6.49초이며 두 군간의 유의한 차이는 없었다($p=0.568$)(Table 2).

수술 후 2개월째 최대 교정시력을 로그 대응치(logMAR: logarithm of minimum angle of resolution)로 전환하여 비교해보면 Infiniti®군에서 0.17 ± 0.13 Stellaris®군에서 0.20 ± 0.12로 두 군간 유의한 차이는 없었다($p=0.352$). 백내장 수술로 인해 유발된 난시는 수술 후 1일, 1주, 1개월, 2개월에 측정한 각막 곡률값을 Holladay-Cravy-Koch 공식에 대입하여 술전 난시정도와 차이를 비교하면, 수술유발 난시는 술 후 지속적으로 감소하였으면 어느 시점에서도 Infiniti®군과 Stellaris®군 사이에 유의한 차이는 없었다 (Table 3).

수술 전 측정된 평균 각막두께는 Infiniti®군에서 567.56 ± 33.12 μm, Stellaris®군에서 564.41 ± 33.91 μm로 두 군에서 유의한 차이는 없었으며($p=0.785$), 수술 후 1일, 1주, 1달, 2달째 각막두께를 비교해 보면 Infiniti®군에서 589.10 ± 36.71 μm, 577.50 ± 38.28 μm, 568.90 ± 34.22 μm, 그리고 568.78 ± 36.94 μm로 측정되었고, Stellaris®군에서 581.55 ± 41.98 μm, 570.68 ± 37.60 μm, 569.60 ± 33.58 μm, 568.81 ± 33.82 μm로 측정되어 두 군간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Fig. 1). 수술 전 후 경면현미경으로 측정한 각막내피세포수는 술 전, 술 후 1일, 1개월, 2개월에 2653.18 ± 329.99 cell/mm², 2557.03 ± 227.78 cell/mm², 2493.97 ± 202.04 cell/mm², 2463.83 ± 189.69 cell/mm², 그리고 2448.50 ± 308.37 cell/mm², Stellaris®군에서 2627.06 ± 317.34 cell/mm²,

2530.57 \pm 500.78 cell/mm², 2519.52 \pm 299.49 cell/mm², 2492.25 \pm 250.23 cell/mm², 2463.75 \pm 346.67 cell/mm²로 측정되어 각막내피세포 수의 감소 정도는 Infiniti[®]를 사용한 군에서 수술 후 1주, 1개월, 2개월에 더 적은 것으로 나타났으나, 두 군간의 서로 유의한 차이는 없었다(Fig. 2).

고 찰

백내장 수술 후 각막내피세포의 펌프기능이 저하되면 유의한 시력저하를 유발하는 각막부종이 발생할 수 있다. 각막내피세포의 소실과 각막두께의 변화는 백내장 수술 후 합병증의 척도로 사용되어 왔다. 수술 중 각막내피세포의 손상은 절개창의 크기와 모양, 수정체 유화술의 기법, 핵의 경화도 정도, 초음파 시간, 초음파 에너지 세기, 평형염액의 종류, 활성산소의 발생 등에 의해 영향을 받을 수 있다.^{3,6,10} 특히 수술 중 초음파 유화술의 역동인자중에서 평균 초음파세기와 총 초음파 에너지 사용량이 많을수록, 그리고 초음파 작동시간이 길수록 각막내피세포 손상이 크다는 것은 이미 알려진바 있다.^{4,9}

본 연구에서는 동일한 사람의 양안에 백내장 수술을 시행하여 연령, 성별, 안구축장, 전방깊이가 비슷한 조건을 유지하였으며, 양안에 서로 다른 초음파유화술의 방식을 적용하여, 수술 중 초음파 시간, 평균 초음파 세기, 누적 소비에너지, 평형염액 사용량 및 수술 전후 각막내피세포수, 각막두께, 최대교정시력을 비교하였다. 편측성에 의한 바이어스를 제거하기 위해 좌, 우 양안을 무작위로 나누어 한 눈에는 Infiniti[®]의 회전진동방식, 다른 눈에는 Stellaris[®]의 직선운동방식의 초음파유화술을 시행하였다. 그 외 마취방법이나 수술기법에 있어 두 군간의 차이는 없도록 하여 수술의 다른 변수들을 동일하게 하고 초음파기계의 작동방식에 의한 영향을 비교하고자 하였다.

이전의 Liu et al⁸의 연구에서 Infiniti[®]의 회전진동방식과 고전적인 직선운동방식을 비교하였는데, 핵 경화도에 따라 총 4군으로 나누어, 누적 소비에너지는 회전진동방식에서 NO2 군은 3.13 \pm 2.7, NO3 군은 7.47 \pm 12.6이었고, 고전적인 직선운동방식에서 NO2 군은 4.18 \pm 1.2, NO3군은 8.59 \pm 6.5로 핵경화도에 관계없이 회전진동방식에서 더 적은 에너지를 사용하였다. Liu et al⁸의 연구에서는 3.2 mm의 윤부절개를 시행하여 Infiniti[®]의 같은 초음파기계에서 서로 다른 핸드피스를 사용하여 회전진동방식과 직선진동방식을 비교하였고, 본 연구에서는 2.2 mm 투명각막절개를 시행하였고, 서로 다른 초음파기계에서 서로 다른 핸드피스를 사용하여 회전진동방식과 직선진동방식을 비교하였는데 회전진동방식을 사용하였을 때 초음파에너지 세기

가 더 적고 초음파시간이 더 짧았다는 결과는 동일하였다.

한편 Reuschel at al¹¹ 연구에서는 Oxford분류에서 핵경화도가 NO2 또는 NO3인 환자를 대상으로 2.75 mm 투명각막절개를 시행하여 Infiniti[®]의 같은 초음파기계에 서로 다른 핸드피스를 사용하여 회전진동방식과 직선운동방식을 비교하였는데, 누적 소비에너지는 회전진동방식에서 9.73 \pm 6.70, 직선운동방식에서 15.18 \pm 7.52이 사용되었다. 본 연구에서는 누적 소비에너지가 회전진동방식에서 3.52 \pm 2.93, 직선운동방식에서 6.22 \pm 7.02로 측정되었는데, Reuschel at al¹¹의 결과에 비해 누적 소비에너지가 더 적게 측정된 이유는 우리 연구에서는 LOCS III classification의 NO2와 NO3 환자를 대상으로 하여 Reuschel at al¹¹의 연구에서보다 대상환자들의 핵 경화도가 낮았기 때문으로 보인다. 또한 가지 다른 점은 역시 Reuschel at al¹¹은 한가지의 기계에서 다른 핸드피스를 이용했지만, 우리 연구에서는 서로 다른 기계에서 서로 다른 핸드피스를 사용했다는 점이다. 또한 각막 내피세포의 경우 Reuschel at al¹¹의 연구에서 수술 후 3개월째 내피세포 감소율은 회전진동방식은 7.2 \pm 4.6%, 직선운동방식은 7.1 \pm 4.4%로 두 군간의 차이가 없었고, 본 연구에서도 수술 후 2개월째 회전진동방식과, 직선운동방식에서 각각 7.71 \pm 3.90%, 6.0 \pm 5.65%로 내피세포의 감소가 있었으나 두 군간 유의한 차이는 없었다.

초음파를 이용한 백내장 수술은 핵의 유화와 제거에는 유리하지만 초음파 침단부의 진동과 열발생, 전방관류염액의 기포형성 및 수정체 조각에 의한 기계적인 손상으로 각막내피에 손상을 줄 가능성이 더 많다.^{12,13} 이러한 각막내피세포의 손상을 줄이기 위하여 여러 가지 점탄물질이 개발되어 기계적 손상이나 열로부터, 각막내피세포를 보호해 왔다.¹⁴ 최근에는 초음파로 인한 진동이나, 열 발생 자체를 줄이려는 시도의 일환으로 초음파 작동방식에 대한 많은 연구들이 있어 왔다. 회전진동방식은 shearing 효과에 의해 수정체 핵의 유화술이 이루어지고, 핵 조각이 침단부로 잘 떨어져 나가게 하여 기존의 직선운동방식에서 발생되던 핵의 반발이나 떨림이 없어 초음파 에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 장점이 있다. 따라서 초음파 에너지가 적게 소모되어 열 발생을 줄일 수 있으므로 각막내피 세포의 손상이 더 적을 것이라고 예상되어 진다.

여러 논문에서 회전진동방식과 기존의 직선운동 방식을 비교하였는데 어떤 논문에서는 회전진동방식이 모든 정도의 핵 경화도에서 우월하다고 하였고, 어떤 논문은 그렇지 않다고 보고하였다. 그러나 이러한 논문들은 한 기계 내에서 서로 다른 핸드피스를 사용하여 비교한 것이 대부분으로, 본 연구에서는 회전진동방식과 직선운동방식을 비교하되 서로 다른 기계에서 서로 다른 핸드피스를 사용하여 실

제로 미치는 영향을 보고자 하였으며 설치는 조건이 서로 같은 눈을 비교해 보는 것이었다. 결과는 중등도의 핵 경화도를 가진 눈에서 두 기계를 사용했을 때 발생하는 열 에너지에는 차이가 있었을 것으로 보이나 실제로 두 군간 각막 내피 세포수에서 각막 내피세포수에서 유의한 차이가 없어, 각막내피에 미치는 영향은 적은 것으로 보인다. 그러나 이것은 단순히 초음파기계의 진동방식의 차이뿐만 아니라, 초음파 유화장치의 기계적 특성, 핸드피스의 디자인등과 같이 다양한 요소가 개입되었다는 것을 의미할 수 있다.¹⁵ 특히 이번 연구에서 평형염액 사용량에서 차이가 있었는데 기존의 보고에 의하면 전방관류용액양 즉 평형염액 사용량이 각막내피세포손상과 상관관계가 없다고 하였는데 이에 대한 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 생각되어진다.¹⁶

본 연구의 결과 중등도 핵경화도의 2.2 mm 미세각막절개 백내장 수술에 있어 회전진동방식의 Infiniti[®]와 직선운동방식의 Stellaris[®]의 초음파유화술의 수술 결과 Infiniti[®]의 회전진동방식에서 누적 소비에너지가 유의하게 적었지만 각막내피 손상에 미치는 영향은 서로 차이가 없으므로, 술자의 숙련도와 경험에 따라 자유롭게 초음파 유화장치를 선택할 수 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Hoffman RS, Fine IH, Packer M. New phacoemulsification technology. *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16:38-43.
- Storr-Paulsen A, Norregaard JC, Ahmed S, et al. Endothelial cell damage after cataract surgery: divide-and-conquer versus phaco-chop technique. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:996-1000.
- Davison JA, Cionni RJ, Snowdon JR, et al. Simultaneous surgeon and side-view video analysis comparing in situ fracture and stop-and-chop phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:274-9.
- Walkow T, Anders N, Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:727-32.
- Fishkind W, Bakewell B, Donnenfeld ED, et al. Comparative clinical trial of ultrasound phacoemulsification with and without the WhiteStar system. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:45-9.
- Wong T, Hingorani M, Lee V. Phacoemulsification time and power requirements in phaco chop and divide and conquer nucleofractis techniques. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1374-8.
- Kim DH, Wee WR, Lee JH, Kim MK. The comparison between torsional and conventional mode phacoemulsification in moderate and hard cataracts. *Korean J Ophthalmol* 2010;24:336-40.
- Liu Y, Zeng M, Liu X, et al. Torsional mode versus conventional ultrasound mode phacoemulsification: randomized comparative clinical study. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:287-92.
- Holladay JT, Cravy TV, Koch DD. Calculating the surgically induced refractive change following ocular surgery. *J Cataract Refract Surg* 1992;18:429-43.
- Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1079-84.
- Reuschel A, Bogatsch H, Barth T, Wiedemann R. Comparison of endothelial changes and power settings between torsional and longitudinal phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1855-61.
- Werblin TP. Long-term endothelial cell loss following phacoemulsification: model for evaluating endothelial damage after intraocular surgery. *Refract Corneal Surg* 1993;9:29-35.
- Kreisler KR, Mortenson SW, Mamalis N. Endothelial cell loss following "modern" phacoemulsification by a senior resident. *Ophthalmic Surg* 1992;23:158-60.
- Bissen-Miyajima H. Ophthalmic viscosurgical devices. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:50-4.
- Berdahl JP, Jun B, DeStafeno JJ, Kim T. Comparison of a torsional handpiece through microincision versus standard clear corneal cataract wounds. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:2091-5.
- Polack FM, Sugar A. The phacoemulsification procedure. II. Corneal endothelial changes. *Invest Ophthalmol* 1976;15:458-69.

=ABSTRACT=

Comparison of Clinical Outcomes Between Torsional Phacoemulsification of Infiniti® and Longitudinal Phacoemulsification of Stellaris® Through 2.2 mm Microincision

Sung A Lim, MD, Hyung Bin Hwang, MD, Hyun Seung Kim, MD, PhD

Department of Ophthalmology & Visual Science College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: To compare clinical outcomes of a 2.2 mm microcoaxial cataract surgery, using torsional mode and longitudinal mode.

Methods: In this comparative study, patients with bilateral cataract were assigned to get microcoaxial cataract surgery by torsional mode of Infiniti in one eye and longitudinal mode of Stellaris® in the other eye. Primary outcome measures were US time (UST), cumulative dissipated energy (CDE), mean amount of balanced salt solution (BSS) used and surgical complications. Patients were seen 1, 7, 30, and 60 days after surgery. Postoperative outcome measures were the final best corrected visual acuity (BCVA), central corneal thickness (CCT), endothelial cell count and surgically induced astigmatism (SIA).

Results: The study evaluated 68 eyes of 34 patients (nuclear opalescence (NO)2: 40 eyes, and NO3: 28 eyes). CDE was significantly lower in torsional mode (3.52 ± 2.93) than in longitudinal mode (6.20 ± 3.32) ($p = 0.001$). Torsional mode (60.88 ± 21.18 ml) had more BSS use than longitudinal mode (34.58 ± 13.54 ml) ($p < 0.001$). There were no significant differences in postoperative BCVA, CCT change, endothelial change, and SIA ($p > 0.05$).

Conclusions: The torsional mode may provide lower level of phacoemulsification energy than the longitudinal mode and Torsional mode is considered effective and safe phacoemulsification. However the surgical outcomes were not significantly different in 2.2 mm microcoaxial cataract surgery of moderate cataract. So surgeon can choose any phaco machine based on experience and preference.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(10):1508-1513

Key Words: Cataract surgery, CDE (cumulative dissipated energy), Phacoemulsification, 2.2 mm MICS (microincisional cataract surgery)

Address reprint requests to **Hyun Seung Kim, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea Yeouido St. Mary's Hospital

#10 63-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-713, Korea

Tel: 82-2-3779-1243, Fax: 82-2-761-6869, E-mail: sara514@catholic.ac.kr