

## Soft shell 기법과 병행한 회전진동방식 초음파 유화술의 임상결과

오태훈 · 이승진 · 김현승

가톨릭대학교 의과대학 안과 및 시과학교실

**목적:** 회전진동방식 초음파 유화술 시행 시 Soft shell 기법에 의한 추가적인 각막내피 세포 보호 효과를 알아보고자 하였다.

**대상과 방법:** 중등도의 백내장 60안을 대상으로 회전진동방식의 초음파유화술을 시행하였다. 30안은 soft shell 기법을 이용하였고, 대조군으로 30안은 응집형 점탄물질만을 사용하여 술 중 초음파 시간, 평균 초음파 세기, 누적 소비에너지, 평형염액 사용량을 조사하였다. 이와 함께, 술 전·후로 각막내피 세포 개수 및 중심각막두께를 측정 하였다.

**결과:** 초음파 사용량, 평형염액 사용량 등은 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 중심각막두께는 술 전과 술 후 추적관찰 기간 동안, 두 군 간에 통계적인 차이는 없었다. 각막내피세포개수는 두 군 모두 술 전에 비해 술 후 통계적으로 유의하게 감소하였지만 서로 간에 유의한 차이는 없었다.

**결론:** 두 군 간에 초음파사용량이나, 각막내피세포개수 및 각막두께에서 차이가 없는 것으로 보아, 중등도의 경화도를 지닌 백내장에서 회전진동방식의 초음파유화술을 사용한다면 각막내피 세포 보호를 위해 추가적으로 soft shell 기법을 사용할 필요는 없을 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2009;50(9):1313-1318〉

각막의 투명도를 유지하는데 필수 불가결한 각막내피세포는 정상적으로 약 2500개/mm<sup>2</sup>의 밀도를 지니며 각막수포병증을 방지하기 위해서는 500개/mm<sup>2</sup> 이상이 되어야 한다고 알려져 있다.<sup>1</sup> 이러한 각막내피세포는 한번 손상되면 다시 재생될 수 없기 때문에 백내장 수술을 포함한 안내수술시 각막내피 손상을 최소화 하는 것이 매우 중요하다. 현재 백내장 수술시 일차적으로 고려되는 초음파를 이용한 수정체유화술의 경우 낭외적출술에 비해 각막내피세포에 손상을 줄 가능성이 더 많다는 사실이 알려져 있다.<sup>2-5</sup> 이러한 이유로 수정체유화술 시 백내장 쪼개기 등의 술기나, 점탄물질의 사용, 비연속적인 초음파 사용, 초음파 외의 유화술 방법 등에 대한 다각도의 연구가 경주되어 왔다.<sup>6-13</sup> 하지만 이러한 노력에도 불구하고 백내장 수술 중 초음파에너지나, 관류액의 난류, 수정체나 인공수정체에 의한 직접적인 충격에 의해 내피세포가 손상될 수 있고, 이로 인한 술 후 일시적인 각막 부종은 여전히 흔히 발생하는 합병증 중의 하나

이다.<sup>14-16</sup>

최근 개발된 Infinity Vision System (Alcon, TX, USA)의 OZil® mode의 경우 기존의 방식과 달리 주로 32 KHz의 회전진동(rotatory oscillation)을 이용하여 초음파를 발생시키며, 이를 통해 유화술시의 반발(repulsion) 떨림(chatter)을 감소시키고, 흡입력을 향상시켜(followability) 초음파 시간을 줄여 각막 내피 보호 효과를 기대할 수 있다는 것이 보고되고 있다.<sup>17,18</sup> 특히 Liu et al은 총 525안을 대상으로 한 연구에서 핵경화 정도에 따라 나눈 4군 모두 회전진동방식이 기존의 방법에 비해 통계적으로 유의하게 적은 초음파 시간과 누적소비에너지를 보임을 확인하였다.<sup>17</sup>

한편 초음파 기구의 발전과 더불어 술 중 사용되는 점탄물질에 대한 연구 또한 활발히 이루어지고 있다. 점탄물질은 그 종류에 따라 각기 다른 물리적 특성을 지니고 있기 때문에 그 특성에 따라 기대되는 효과가 상이하다.<sup>19-21</sup> 1999년 Arshinoff는 응집형(cohesive) 점탄물질과 분산형(dispersive) 점탄물질의 서로 다른 장·단점을 이용한 soft shell 기법을 고안하였고 이후 관련된 여러 연구가 이루어졌으며, 국내에서도 Lee et al이 soft shell 기법의 우수한 내피세포 보호 효과를 발표한 바 있다.<sup>22-25</sup>

저자들은 회전진동방식의 초음파유화술을 사용한 백내장 수술의 경우 soft shell 기법 사용에 의해 추가적인 각막 내피 세포 보호효과를 기대할 수 있을지 알아보고자 하였다.

■ 접 수 일: 2008년 12월 9일 ■ 심사통과일: 2009년 6월 2일

■ 책임저자: 김 현 승

서울시 영등포구 여의도동 62  
가톨릭대학교 성모병원 안과  
Tel: 02-3779-1243, Fax: 02-761-6869  
E-mail: sara514@catholic.ac.kr

\* 본 논문의 요지는 2008년 대한안과학회 제100회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

## 대상과 방법

본 연구는 수정체유화흡입술 및 인공수정체 삽입술을 계획한 LOCS III 분류상 Grade2-3의 핵 경화도를 갖는 환자 38명의 60안을 대상으로 후향적 조사를 하였으며 수술은 2008년 2월부터 한 명의 술자(HS Kim)에 의하여 회전진동 방식(OZil<sup>®</sup> mode)의 초음파유화술로 행하여졌다.<sup>26</sup> 당뇨, 고혈압, 갑상선 질환 등의 전신적 질환이 있거나, 녹내장, 포도막염, 망막질환의 과거력이나 안내 시술의 기왕력이 있는 환자는 대상에서 제외하였다. 또한 술 전 검사를 통해 각막내피세포 개수가 2000개/mm<sup>2</sup> 이하이거나 혼탁등 기타 병변이 있는 경우 또한 연구에서 배제하였다. 실험군은 grade 2 17안 grade 3 13안의 30안으로 백내장 수술시 분산형 점탄물질인 3% sodium hyaluronate+4% chondroitin sulfate (Viscoat<sup>®</sup>, Alcon, Puurs, Belgium)와 응집형 점탄물질인 1.2% sodium hyaluronate (Biolon prime<sup>®</sup>, Bio-Technology General, Israel)을 이용하여 soft shell 기법을 실시하였고, 나머지 grade 2 15안, grade 3 15안으로 구성된 총 30안의 대조군은 점탄물질로서 Biolon prime<sup>®</sup>만 사용하였다. 수술은 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine<sup>®</sup>, Alcon, Puurs, Belgium)을 이용한 점안 마취 후에, 이 측에 3.0 mm의 투명각막절개를 만들어 시행하였다. 실험군에서는 분산형 점탄물질을 전방 내에 주입한 후 이어 응집형 점탄물질을 주입하였고, 대조군에서는 응집형 점탄물질만을 주입하였다. 이후 평형염액(BSS Plus<sup>®</sup>, Alcon, Fort Worth, TX, USA)을 사용하여 수력분리술과 수력분층술을 실시하고, 회전진동방식의 초음파유화술을 시행하였다. 이후 실험군과 대조군 모두 응집형 점탄물질을 전방 내에 주입한 후 인공수정체를 삽입하였다. 이후 가능한 모든 점탄 물질을 흡입하고 전방을 평형염액으로 유지시킨 후, 절개 부위는 봉합하지 않았다. 수술 중 후낭 파열 등의 합병증은 발생하지 않았다. 수술 후에는 1% Prednisolone acetate (Pred Forte<sup>®</sup>, Allergan, Irvine, CA, USA)과 0.3% Gatifloxacin (Gatiflo<sup>®</sup>, Handok, Chungbuk, Korea)을 하루 4번씩 점안하였다. 수술시 초음파 시간, 평균초음파세기, 누적소비에너지(CDE; Cumulated dissipated energy), 평형염액 사용량을 조사하였고, 술 후 2개월에 측정된 최대교정시력을 비교하였다. 누적소비에너지는 회전진동크기(Torsional amplitude)와 회전진동시간(Torsional time)을 곱하고 이에 0.4를 곱하여 계산되었다. 0.4란 계수는 회전진동방식의 초음파유화술을 사용 시 초음파침의 진동수(32 Kz)가 일반적인 경우(40 Kz)에 비해 80% 정도이고, 침이 움직이는 거리가 절반이라는 것으로 추산된 것이다.<sup>17</sup> 또한 추적 관찰 시에 각막내피세포수(개/mm<sup>2</sup>) (술 전, 1개월, 2개월)와

중심각막두께( $\mu$ m) (술 전, 술 후 1일, 술 후 1주일, 1개월, 2개월)를 각각 경면현미경(Noncon ROBO-CA, Konan, Japan) 초음파 각막두께측정기(US-1800, NIDEK, Japan)을 이용해 측정하여 두 군 간에는 unpaired *t*-test를, 군 내에서 경과관찰에 따른 변화에는 paired *t*-test를 적용해 비교하였고, 술 후 2개월째 각막내피세포감소율(%)에 대해 수정체유화술 파라미터들과의 spearman 상관계수를 구하여 연관성을 분석하였다.

## 결 과

대상환자의 평균 연령은 soft shell 기법을 사용한 실험군이 65.93 $\pm$ 7.92(세)였으며 대조군이 64.10 $\pm$ 8.33(세)였다( $p=0.56$ ). 두 군에서 사용한 평형염액의 양, 초음파 시간, 평균 초음파 세기, 누적소비에너지는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1). 술 후 2개월째 최대 교정시력은 실험군과 대조군이 각각 0.94 $\pm$ 0.13, 0.92 $\pm$ 0.15로 유의한 차이가 없었다( $p=0.48$ ). Soft shell 기법에서 측정된 술 전, 술 후 중심각막두께의 평균과 술 전과 비교한  $p$ 값은 술 전 567.90 $\pm$ 31.46  $\mu$ m, 술 후 1일 585.73 $\pm$ 38.64  $\mu$ m (0.23), 술 후 1주 574.17 $\pm$ 39.07  $\mu$ m (0.48), 술 후 1개월 575.33 $\pm$ 40.13  $\mu$ m (0.97), 술 후 2개월에 571.90 $\pm$ 39.36  $\mu$ m (0.95)을 보였다. 이와 비교해 대조군에서는 술 전 571.10 $\pm$ 31.96  $\mu$ m, 술 후 1일 584.53 $\pm$ 39.90  $\mu$ m (0.27), 술 후 1주 573.93 $\pm$ 36.45  $\mu$ m (0.25), 술 후 1개월 573.13 $\pm$ 31.79  $\mu$ m (0.19), 술 후 2개월 571.30 $\pm$ 31.63  $\mu$ m (0.23)을 보였다. 술 전과, 술 후 추적관찰 도중 두 군 사이에 중심각막두께의 유의한 차이는 발견되지 않았다(Fig. 1). 각막내피세포개수

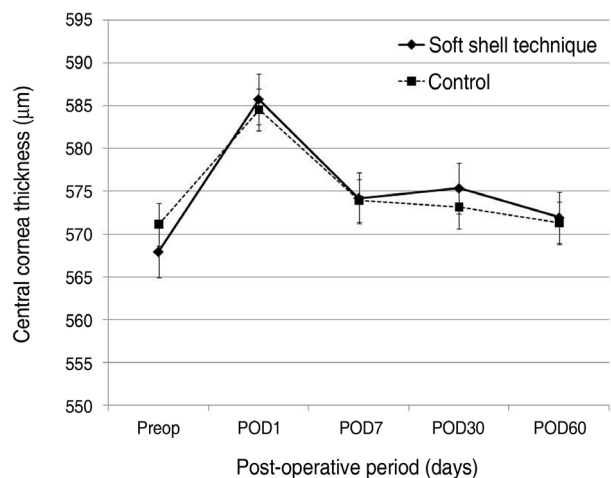
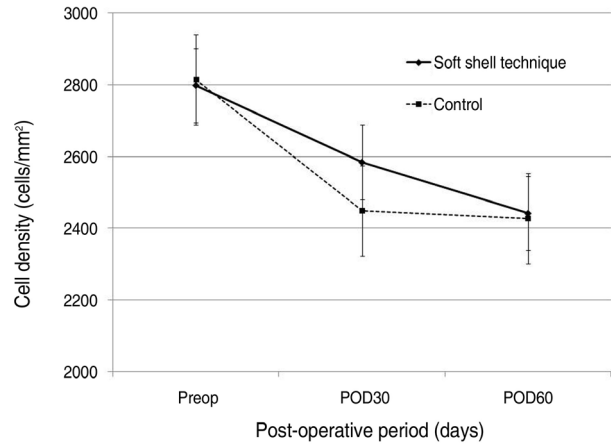


Figure 1. Sequential changes of central cornea thickness ( $\mu$ m) in the soft shell technique and control group after cataract surgery.

또한 술 전, 술 후 평균을 측정하였고 술 전과 비교하였는데, soft shell 기법을 이용한 군에서 술 전에  $2798.9 \pm 249.98$ 개/mm<sup>2</sup>, 술 후 1개월에  $2584.8 \pm 334.37$ 개/mm<sup>2</sup> ( $<0.01$ ), 술 후 2개월에는  $2442.4 \pm 427.01$ 개/mm<sup>2</sup> ( $<0.01$ )였고 대조군에서는 술 전에  $2815.3 \pm 295.38$ 개/mm<sup>2</sup>, 술 후 1개월에  $2449.1 \pm 457.03$ 개/mm<sup>2</sup> (0.02), 술 후 2개월에  $2427.3 \pm 258.21$ 개/mm<sup>2</sup> (0.04)로 측정되었고 추적관찰 기간 동안 서로 간에 유의한 차이는 없었다(Fig. 2). 두 군 간에 비교한  $p$ 값은 1개월 0.098, 2개월 0.075였다. 술 후 2개월째에 각막내피세포 감소율은 soft shell 기법 군에서  $12.04 \pm 12.9$ (%), 대조군에서  $13.23 \pm 15.5$ (%)로 상호간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.74$ ). 술 후 2개월째 각막내피 감소율(%)에 대하여 사용된 평형염액의 양, 초음파 시간, 평균 초음파 세기, 누적 소비 에너지 모두는 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 2). 술 후 점탄물질에 의한 안압 상승은 관찰되지 않았다.

## 고 찰

1967년 초음파를 이용한 수정체 유화술이 보급된 이래 초음파에 의한 내피세포 손상을 줄이기 위해 많은 연구와 개발이 행하여졌는데, 특히 점탄물질의 도입은 술 중 내피세포를 보호하는데 큰 기여를 하였다.<sup>21,27</sup> 이상적인 점탄물질은 주입과 제거가 쉬워야 하며, 시야를 위한 투명성이 확보되어야 하고, 수술 도중 조직 손상을 방지하며, 전방을 유지하고, 술 후 안압 상승의 위험이 적어야 한다.<sup>28</sup> 하지만 이 모든 조건을 만족시키는 점탄물질은 아직 존재하지 않고, 점탄물질의 분자길이나 분자량 등에 따라 다양한 물리적



**Figure 2.** Sequential changes of endothelial cell density (cells/mm<sup>2</sup>) in the soft shell technique and control group after cataract surgery.

성질을 가지게 되어 크게 응집형(cohesive)과 분산형(dispersive)점탄물질로 나뉘어진다.<sup>28-30</sup> 응집형은 주로 분자 길이가 긴, 높은 가소성과 강한 표면장력을 가진 점탄물질로서 1% sodium hyaluronate (Healon®, Pharmacia, Sweden)이 대표적이며, 흡입 시에 한 덩어리로 쉽게 제거되는 경향을 지닌다.<sup>11</sup> 반면 Viscoat®로 대표되는 분산형 점탄물질은 상대적으로 짧은 분자길이를 가지고 있고 작은 표면장력과 가소성을 지니는데, 안내에 주입한 후 조직에서 쉽게 떨어지지 않아 각막내피세포의 보호 효과가 좀 더 뛰어난 것으로 알려져 있다.<sup>7,31</sup> 하지만 분산형은 도구 조작이 어렵고 전방 유지 능력이 떨어지는 등의 단점이 있으며 굴절률이 전방수와 차이가 있어 빛의 반사로 인한 시야 방해를 유발할 수 있다.<sup>32,25</sup> Soft shell 기법은 먼저 분산형의 점탄 물질을 전

**Table 1.** Intraoperative characteristics of the parameters

	Soft shell technique group	Conventional group	<i>p</i> value
Mean BSS <sup>†</sup> volume (mL)	61.4±16.72	55.0±19.35	0.17
Mean Phaco time (sec)	33.58±15.82	30.16±20.18	0.46
Mean Phaco power (%)	32.19±17.08	32.48±20.87	0.85
CDE*	3.97±2.13	3.68±2.98	0.67

\* CDE=cumulative dissipated energy=torsional amplitude×torsional time×0.4; <sup>†</sup> BSS=BSS Plus®, Alcon, Fort Worth, TX, USA.

**Table 2.** Correlation between phacoemulsification parameter and decrement of endothelial cells

	Correlation coefficient ( <i>p</i> value)	
	Soft shell technique group	Conventional group
Mean BSS volume(ml)	0.150 (0.40)	0.055 (0.77)
Mean Phaco time(sec)	0.171 (0.36)	0.027 (0.08)
Mean Phaco power(%)	0.197 (0.29)	0.020 (0.91)
CDE*	0.088 (0.64)	0.033 (0.86)

\* CDE=cumulative dissipated energy=torsional amplitude×torsional time×0.4.

방에 주입한 후 그 아래쪽에 응집형의 점탄물질을 주입함으로써 각막내피세포에 가깝게는 분산형이 위치하여 내피세포를 보호하고, 아래쪽의 응집형 물질이 전방을 유지하게 하는 방법이다.<sup>23</sup> 따라서 초음파유화술 시행시 응집형 점탄물질은 제거되지만 분산형은 내피세포 표면에 남아 있을 수 있게 되어 두 물질의 장점을 모두 취해 효과적으로 각막내피세포를 보호할 수 있음이 알려져 있다.<sup>23</sup>

한편 최근 개발되어 Infinity Vision System (Alcon, TX, USA)에 도입된 회전진동방식의 초음파유화술의 경우 초음파침이 회전진동하는 것이 특징인데, 그 침의 끝이 구부러져 있어 기구 몸체의 작은 움직임에 연동되어 침이 3배 이상 크게 움직인다. 따라서 jackhammer 효과보다는 주로 shearing 효과에 의해 수정핵의 유화술이 이루어지게 설계되어 절개창에 대한 기계적인 손상이나 열 발생 또한 최소화 하였다. 또한 기존 초음파침의 경우 전후 움직임에 따라 수정체 핵 조각이 밀려나가는 반발이나 떨림이 불가피 하여 초음파 에너지의 손실이 있었는데, 회전진동을 이용하여 핵 조각이 초음파 침으로부터 반발되어 멀어지는 것을 방지하고 초음파 침에 잘 달려오게 하여 물리적인 접촉을 향상시킴으로써 초음파에너지를 효율적으로 이용할 수 있도록 하였다. 따라서 직접적인 열 발생의 감소와 사용되는 초음파 에너지의 총량의 감소로 인한 각막내피세포에 대하여 손상을 덜 줄 것으로 고려할 수 있다. 이와 유사한 기술인 NeoSoniX<sup>®</sup>에 대해 이미 연구가 행해진 바 있고 OZil의 경우 NeoSoniX<sup>®</sup>의 100 Hz보다 훨씬 높은 32 Kz의 회전성 진동을 사용하기 때문에 그 효율이 좀 더 높을 것으로 생각되고 있다.<sup>33,34</sup>

본 저자들은 상기한 바와 같이 각막내피세포를 보호하는 효과가 있다고 알려진 soft shell 기법과 회전진동방식의 초음파유화술을 함께 사용하였을 경우 회전진동방식의 초음파유화술만 사용했을 경우에 비해 추가적인 내피세포보호가 이루어지는 지를 알아보고자 하였다. 초음파 에너지가 발생된 시간과, 평형염액사용량이 각막내피세포손상에 주요한 인자임에 대해서는 여러 연구가 지적인 바 있다.<sup>35,36</sup> 본 연구의 두 군에서 술 중 평균초음파시간, 초음파 세기, 누적 소비에너지, 사용된 평형염액의 양 등은 두 군에서 유의한 차이가 없어 초음파 사용양태는 유사할 것으로 생각되었다. 각막내피세포 감소율(%)을 술 후 2개월째 측정하여 술 전과 비교한 보았을 때 대조군의 13.23±15.5%에 비해 soft shell 기법군은 12.04±12.9%로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 술 후 일시적인 각막부종을 알아보기 위해 시행한 중심각막두께에서도 술 후 추적관찰 2개월째까지 두 군 간에 유의한 차이를 관찰 할 수 없었다. 또한 각막내피 감소율에 초음파유화술역동이 미치는 영향을 조사하기 위해 평형염액사용량, 초음파 시간, 초음파 세기, 누적 소비 에너지

등과 2개월째 각막내피세포 감소율(%)간의 상관관계를 구하였는데 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다 (Table 2). 다만 각막내피세포는 술 후 2개월 정도 지나면 재분포 되어 손상의 정도를 파악하기 힘든 경우가 있고, 본 연구에서는 핵 경화도 grade 2와 3의 백내장을 대상으로 하였으므로, 술 후 초기 내피세포 상태에 대한 검사와, 높은 핵 경화도를 지닌 백내장을 대상으로 한 연구가 진행된 후 각막내피세포에 미치는 영향에 대해 좀 더 깊은 분석이 가능할 것이다.

이렇듯 본 연구의 결과로 볼 때 중등도의 핵 경화도를 지닌 경우 회전진동방식의 초음파유화술에 soft shell 기법을 함께 시행한 군과 회전진동초음파유화술만 사용한 군 간에 각막내피세포에 미치는 영향의 차이가 없는 것으로 생각되었다. 따라서 회전진동초음파유화술과 soft shell 기법 모두 초음파유화술 시행 시에 각막내피세포 보호효과가 있지만 두 가지 방법을 함께 사용할 필요는 없을 것으로 생각된다.<sup>17,18</sup>

## 참고문헌

- 1) Jacobs PM, Cheng H, Price NC, et al. Endothelial cell loss after cataract surgery--the problem of interpretation. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1982;102:291-3.
- 2) Kreisler KR, Mortenson SW, Mamalis N. Endothelial cell loss following "modern" phacoemulsification by a senior resident. *Ophthalmic Surg* 1992;23:158-60.
- 3) Werblin TP. Long-term endothelial cell loss following phacoemulsification: model for evaluating endothelial damage after intraocular surgery. *Refract Corneal Surg* 1993;9:29-35.
- 4) Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Corneal endothelial cell loss after phacoemulsification using nuclear cracking procedures. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:44-7.
- 5) Diaz-Valle D, Benitez del Castillo Sanchez JM, Castillo A, et al. Endothelial damage with cataract surgery techniques. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:951-5.
- 6) Storr-Paulsen A, Norregaard JC, Ahmed S, et al. Endothelial cell damage after cataract surgery: divide-and-conquer versus phacochop technique. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:996-1000.
- 7) Storr-Paulsen A, Norregaard JC, Farik G, Tarnhoj J. The influence of viscoelastic substances on the corneal endothelial cell population during cataract surgery: a prospective study of cohesive and dispersive viscoelastics. *Acta Ophthalmol Scand* 2007; 85:183-7.
- 8) Baykara M, Ercan I, Ozcetin H. Microincisional cataract surgery (MICS) with pulse and burst modes. *Eur J Ophthalmol* 2006; 16:804-8.
- 9) 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.
- 10) Hoffman RS, Fine IH, Packer M. New phacoemulsification technology. *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16:38-43.
- 11) Mackool RJ, Brint SF. AquaLase: a new technology for cataract

- extraction. *Curr Opin Ophthalmol* 2004;15:40-3.
- 12) Gimbel HV, da Reitz Pereira C. Advances in phacoemulsification equipment. *Curr Opin Ophthalmol* 2002;13:30-2.
- 13) Vargas LG, Holzer MP, Solomon KD, et al. Endothelial cell integrity after phacoemulsification with 2 different handpieces. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:478-82.
- 14) Behndig A, Lundberg B. Transient corneal edema after phacoemulsification: comparison of 3 viscoelastic regimens. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1551-6.
- 15) Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1079-84.
- 16) Sugar J, Mitchelson J, Kraff M. The effect of phacoemulsification on corneal endothelial cell density. *Arch Ophthalmol* 1978;96:446-8.
- 17) 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.
- 18) Kim JH, Kang NY, Kwak NH, et al. Cataract. Seoul: Ilchokak, 2008;122-3.
- 19) Lane SS, Naylor DW, Kullerstrand LJ, et al. Prospective comparison of the effects of Occucoat, Viscoat, and Healon on intraocular pressure and endothelial cell loss. *J Cataract Refract Surg* 1991;17:21-6.
- 20) Hutz WW, Eckhardt HB, Kohnen T. Comparison of viscoelastic substances used in phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:955-9.
- 21) Bissen-Miyajima H. Ophthalmic viscosurgical devices. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:50-4.
- 22) Arshinoff SA. Dispersive-cohesive viscoelastic soft shell technique. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:167-73.
- 23) Lee DH, La TY, Oh JR. The Corneal Endothelial Protective Effect of Soft Shell Technique in Cataract Surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:2523-8.
- 24) Kim H, Joo CK. Efficacy of the soft-shell technique using Viscoat and Hyal-2000. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2366-70.
- 25) Miyata K, Nagamoto T, Maruoka S, et al. Efficacy and safety of the soft-shell technique in cases with a hard lens nucleus. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1546-50.
- 26) Chylack LT Jr, Leske MC, McCarthy D, et al. Lens opacities classification system II (LOCS II). *Arch Ophthalmol* 1989;107:991-7.
- 27) Kelman CD. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am J Ophthalmol* 1967;64:23-35.
- 28) Dick HB, Schwenn O. Viscoelastics in ophthalmic surgery. New York: Spinger, 2000;7-24.
- 29) Steinert RF. *Cataract Surgery: Technique, Complications, and Management*. 2nd ed. Philadelphia, Pa: Saunders, 2004;43.
- 30) Calciu-Rusu D, Rothfuss E, Eckelt J, et al. Rheology of sodium hyaluronate saline solutions for ophthalmic use. *Biomacromolecules* 2007;8:1287-92.
- 31) Ray-Chaudhuri N, Voros GM, Sutherland S, Figueiredo FC. Comparison of the effect of sodium hyaluronate (Ophthalin) and hydroxypropylmethylcellulose (HPMC-Ophtal) on corneal endothelium, central corneal thickness, and intraocular pressure after phacoemulsification. *Eur J Ophthalmol* 2006;16:239-46.
- 32) Miyata K, Maruoka S, Nakahara M, et al. Corneal endothelial cell protection during phacoemulsification: low- versus high-molecular-weight sodium hyaluronate. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1557-60.
- 33) Davison JA. Ultrasonic power reduction during phacoemulsification using adjunctive NeoSoniX technology. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:1015-9.
- 34) Zeng M, Liu X, Liu Y, et al. Torsional ultrasound modality for hard nucleus phacoemulsification cataract extraction. *Br J Ophthalmol* 2008;92:1092-6.
- 35) Alio J, Rodriguez-Prats JL, Galal A, Ramzy M. Outcomes of microincision cataract surgery versus coaxial phacoemulsification. *Ophthalmology* 2005;112:1997-2003.
- 36) Cameron MD, Poyer JF, Aust SD. Identification of free radicals produced during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:463-70.

**=ABSTRACT=**

## **Clinical Outcomes of Cataract Surgery Using Torsional Mode Phacoemulsification and Soft Shell Technique**

Tae-Hoon Oh, MD, Seung-Jin Lee, MD, Hyun Seung Kim, MD, PhD

Department of Ophthalmology and Visual Science, College of Medicine, The Catholic University of Korea, St. Mary's Hospital, Seoul, Korea

**Purpose:** To evaluate the additional protective effect of the soft shell technique on corneal endothelial cells in torsional mode phacoemulsification.

**Methods:** Torsional mode phacoemulsification was performed on 60 eyes in 38 patients who were diagnosed with moderate cataracts. Thirty eyes were assigned to the soft shell technique group, and a control group with 30 eyes using only cohesive viscoelastics was created to evaluate ultrasound (US) time, mean US intensity, cumulative dissipated energy (CDE), and amount of used balanced salt solution. Corneal endothelium and corneal thickness were measured before and after the procedure.

**Results:** There were no statistically significant differences in US time, mean US intensity, cumulative dissipated energy, and dosage of the balanced salt solution between the two groups. There were no statistically significant differences between the two groups in postoperative central corneal thickness. Corneal endothelial cell densities decreased significantly after surgery in both groups, but there were no statistically significant differences between the two groups.

**Conclusions:** There are no significant differences in the intensity of ultrasound, the density of corneal endothelial cells or the thickness of the cornea between the two groups. Therefore, the soft shell technique is not needed under torsional mode phacoemulsification.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(9):1313-1318

**Key Words:** Phacoemulsification, Soft shell technique, Torsional mode

---

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

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

#62 Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-713, Korea

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