

## 수정체 초음파유화술 중 발생한 각막화상 1예

이효석 · 이태희 · 윤경철

전남대학교 의과대학 안과학교실

**목적:** 초음파유화술 중 중증의 각막화상이 발생한 환자에서 이차적인 수술 및 약물치료를 시행한 결과를 보고하고자 한다.

**증례요약:** 89세 여자환자가 타 병원에서 성숙백내장에 대해서 초음파유화술을 시행 받던 중 투명각막절개부위에 각막화상이 발생하여 본원으로 전원되었다. 내원 당시 시력은 광각있음이었으며 세극등현미경 검사상 중증의 각막부종 및 절개부위 주변에 3.0×3.0 mm 크기의 상피결손과 기질혼탁을 보였다. 상부 공막절개창을 만들고 백내장 낭외적출술을 시행 후 삼체형 아크릴 인공수정체를 수정체낭 속에 삽입하였다. 술 후 각막부종에 대해서 스테로이드와 함께 5% NaCl 점안액을 사용하였다. 수술 후 1개월째 각막부종 및 투명각막 절개부위의 상피결손은 현저하게 감소한 소견을 보였으며 교정시력은 0.06이었다. 수술 후 3개월째 인공수정체의 위치는 안정적이었고, 절개부위 주변으로 중증도의 각막혼탁이 남아 있었으나 각막부종은 거의 소실되었으며, 교정시력은 0.2로 호전되었다.

**결론:** 초음파유화술 중 발생한 중증의 각막화상에 대하여 추가적인 손상을 막기 위해 공막절개를 통한 백내장 낭외적출술과 약물치료를 시행하여 좋은 결과를 거두어 이를 보고하는 바이다.

〈대한안과학회지 2014;55(3):454-458〉

백내장 수술은 국내외에서 안과 영역의 수술 중 가장 많은 비율을 차지하는 수술 중 하나이며, 그 중 초음파유화술은 안과 의사의 술기 및 수술 기구의 발전에 힘입어 가장 보편적으로 시행되고 있다.<sup>1,2</sup> 최근 소절개창 및 투명각막절개법을 이용한 백내장 수술이 늘어나면서 절개창 화상에 대한 관심이 증가하고 있다. 절개창 화상의 발생에 관여하는 인자로는 긴 초음파유화술 시행 시간, 관류의 막힘, 작은 절개창, 초음파유화술 시행 전 점탄물질의 불충분한 흡인 등이 알려졌다.<sup>3,4</sup> 절개창 화상은 상대적으로 낮은 빈도로 발생하지만 창상 치유 지연, 각막 간질 및 내피의 손상, 심한 난시 등을 유발하여 영구적인 시력 감소를 일으킬 수 있는 심각한 합병증이다.<sup>4,5</sup> 그러나 지금까지 절개창 화상의 임상 경과나 치료에 대한 보고 또는 연구는 매우 부족하다.<sup>6,7</sup> 저자들은 초음파유화술 중 중증의 각막화상이 발생한 환자에서 공막절개를 통한 백내장 낭외적출술의 시행 및 수술 후 약물치료를 통해 좋은 결과를 보였던 예를 경험하였기에 이를 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

### 증례보고

89세 여성 환자가 우안의 성숙 백내장에 대해서 일차원에서 초음파유화술을 시행 받던 도중 절개창의 화상이 발생하여 당일 본원으로 진료 의뢰되었다. 타 병원 진료기록상 수술 전 환자의 우안 시력은 안전수지 50 cm였으며 점안마취 후 이측에 2.8 mm 투명각막절개를 시행하였고 Pulsar® 수정체유화기(Optikon, Roma, Italy)를 이용하여 grooving을 하던 중 각막화상이 발생하였다고 하였다. 본원 안과에 내원시 환자의 시력은 우안은 광각있음, 좌안은 0.5이었다. 세극등현미경 검사상 각막 이측 부위에 3.0×3.0 mm 크기의 각막상피 결손과 함께 결손 부위 하부 간질의 심한 혼탁 및 부종, 절개창 주위의 홍채 결손을 보였다. 또한 각막의 전반적인 부종과 데스메막 주름을 보였으며, 전방의 깊이는 상대적으로 낮았지만 유지되고 있었다. 절개창 부위는 10-0 나일론으로 봉합되어 있었으며, 연속곡선수정체낭원형절개술이 되어 있는 상태로 수정체의 대부분이 남아 있었다(Fig. 1). 안압은 리바운드 안압계(ICare Pro®, Tiolat Oy, Helsinki, Finland)로 측정하였으며 14 mmHg였다. 각막부종으로 인해 각막내피세포밀도는 측정할 수 없었다. 심한 각막부종 및 성숙백내장으로 인해 안저는 보이지 않았으며, 안구 초음파 검사에서 유리체 출혈이나 망막박리 등의 특이 소견은 관찰되지 않았다.

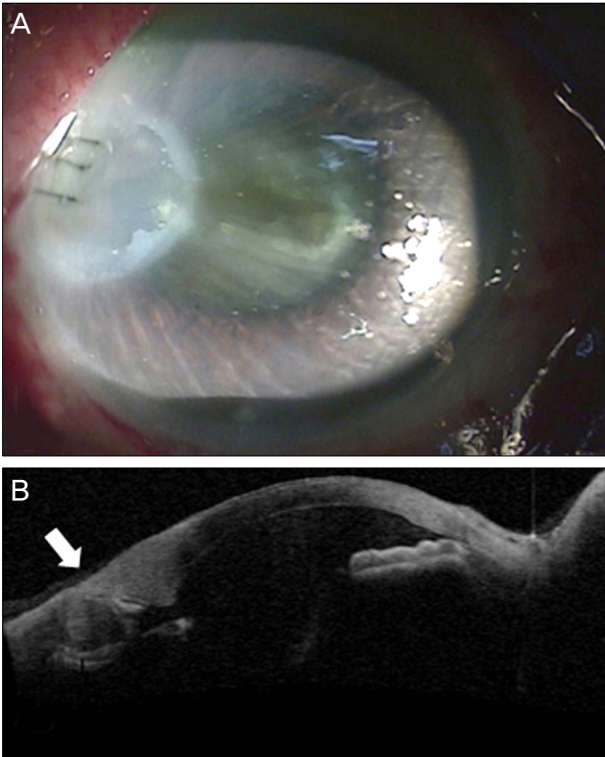
내원 당일 우안에 대해 응급수술을 시행하였으며 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine®, Alcon laboratories,

■ Received: 2013. 6. 8.      ■ Revised: 2013. 8. 30.

■ Accepted: 2014. 1. 28.

■ Address reprint requests to **Kyung Chul Yoon, MD, PhD**  
 Department of Ophthalmology, Chonnam National University  
 Hospital, #42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea  
 Tel: 82-62-220-6741, Fax: 82-62-227-1642  
 E-mail: kcyoon@jnu.ac.kr

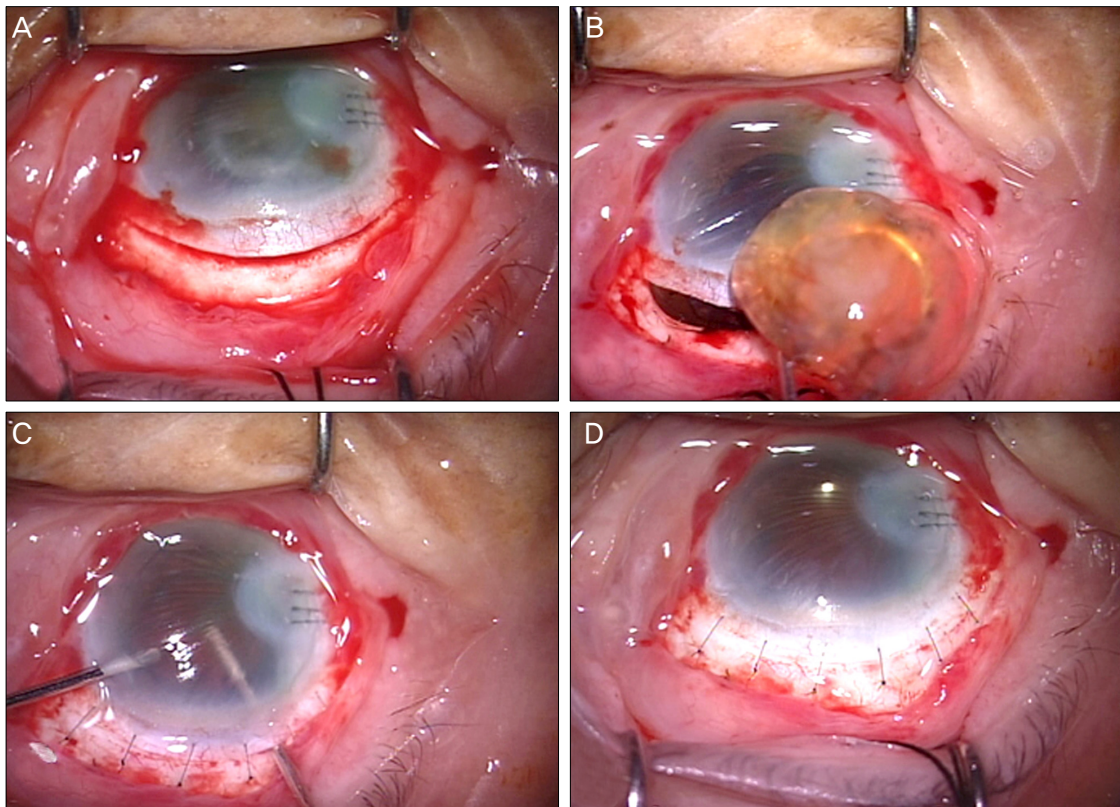
\* This study was presented as a poster at the 109th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2013.



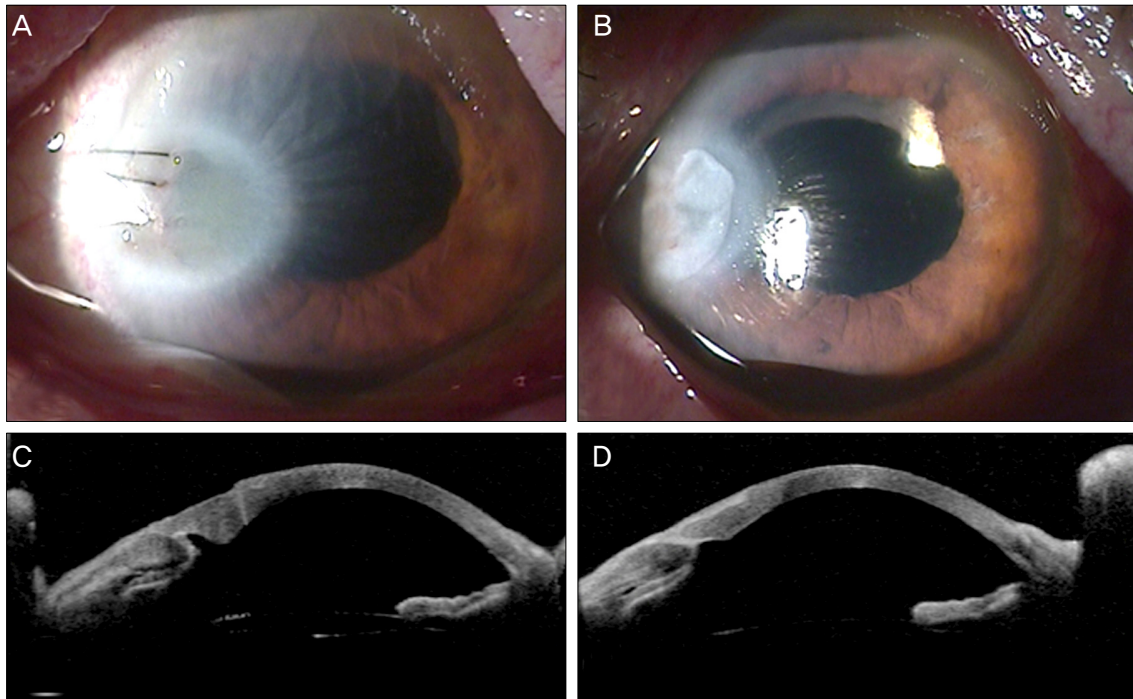
**Figure 1.** Slit lamp photograph (A) and anterior segment optical coherence tomography (B) of an 89-year-old woman with thermal burn of the temporal cornea (white arrow).

Fort Worth, TX, USA)로 점안마취 시행과 더불어 2% lidocaine으로 구후부 마취를 실시하였다. 각막의 10시부터 2시 방향까지 공막절개창을 만들었고 dispersive한 점탄물질인 Viscoat® (sodium hyaluronate 3.0%-chondroitin sulfate 4.0%, Alcon)로 전방을 유지하였다. 수정체낭원형 절개술 부위 밖으로 lens spoon을 이용하여 각막내피의 손상을 최소화할 수 있도록 조심스럽게 수정체의 핵을 제거하였다. 후방파열이 없는 것을 확인 후 10-0 나일론으로 상부 공막절개부위를 봉합하고 Bimanual technique을 이용한 관류 및 흡입법으로 피질을 제거한 후 삼체형 아크릴 인공수정체 MA60BM (Acrysol®, Alcon)을 후방에 삽입하고 전방에 남아있는 점탄물질을 관류 및 흡입법으로 제거한 후 수술을 마무리하였다(Fig. 2).

수술 후 치료용 콘택트렌즈(Purevision®, Bausch & Lomb, Rochester, NY, UK)를 착용하고 0.5% Moxifloxacin (Vigamox®, Alcon)과 1% Prednisolone (Pred forte®, Allergan Inc., Irvine, CA, USA) 점안액을 1일 6회 투여하였다. 또한 각막부종의 감소를 위해 5% NaCl (Muro 128®, Bausch & Lomb)를 1일 4회 투여하였고 0.1% sodium hyaluronate (Kynex®, Alcon) 점안액을 사용하였다. 1% Prednisolone은 수술 후 1주일까지 1일 6회 투여



**Figure 2.** Intraoperative findings showing superior scleral incision (A), lens extraction with lens spoon (B), bimanual irrigation and aspiration technique removing remnant cortex (C), and implantation of 3 piece acrylic intraocular lens.



**Figure 3.** Slit lamp photographs and anterior segment optical coherence tomography at postoperative 1 month (A, C) and 3 months (B, D) showing a gradual decrease of epithelial defects and stromal edema.

후 1개월까지 1일 4회 투여하였고 5% NaCl은 수술 후 1주일까지 1일 4회 투여 후 2주일까지 1일 2회 투여하였다. 이후 5% NaCl은 점안을 중지하였으며 나머지 안약도 임상양상에 따라 점안 간격을 서서히 늘리며 수술 후 3개월간 사용하였다. 수술 1주일 후 우안의 최대교정시력은 안전수지 10 cm, 안압은 14 mmHg였고, 전방의 염증은 (+++) 정도였으며 각막부종은 안저 검사를 시행할 수 있을 정도로 감소하였고, 안저 검사상 특이소견은 보이지 않았다. 수술 후 1개월째 우안의 최대교정시력은 0.06이었으며, 각막부종 및 상피결손은 점차 감소한 소견을 보였다. 수술 후 3개월째, 우안의 최대교정시력은 0.2였으며, 각막부종은 거의 소실되었고 각막절개창 화상 부위 각막혼탁의 크기와 정도가 감소하였으나 절개창 주위의 홍채각막유착 소견을 보였다. 자동각막굴절검사계(KR-8900, Topcon, Tokyo, Japan)로 측정한 수직각막곡률은 42.25디옵터, 수평각막곡률은 45.25디옵터로 3.0디옵터의 각막난시가 있어 투명각막절개창의 봉합사를 제거하였다. 각막내피세포밀도는 924 cells/mm<sup>2</sup>이었고 인공수정체의 위치는 안정적이었다(Fig. 3).

## 고 찰

초음파유화술은 1967년 Kelman<sup>8</sup>이 처음으로 발표한 이래, 수술 장비 및 수술 기법의 발달을 통해 백내장 수술의 주된 방법이 되었으며, 미국과 영국의 경우 94% 이상의 백

내장 수술에서 초음파유화술이 시행되고 있다.<sup>5</sup> 수정체유화기는 전기에너지를 이용하여 금속침단부를 진동시키고 충격파를 발생시켜 렌즈를 유화시킨다.<sup>7</sup> 이 과정에서 생성되는 열에너지는 유화기 주변의 관류액에 흡수되어 관류액의 흡인과 함께 제거된다.<sup>9</sup> 그러나 관류 흐름의 형성 없이 유화기 침단부를 수정체 핵에 삽입한 후 초음파유화술을 시작하거나, 점탄물질 또는 수정체 조각으로 관류 흡입구가 막히는 경우에 과도한 열이 발생하게 되며, 특히 절개창이 작은 경우, 초음파 출력이 높은 경우, 연속적인 방식의 초음파 사용 등이 과도한 열의 발생과 관련되는 것으로 알려졌다.<sup>4,10</sup>

과도한 열이 각막에 전달되면 여러 가지 병적 반응이 나타나게 되는데, 각막 상피와 내피는 응고괴사를 일으키게 되며, 특히 각막상피의 응고괴사는 상피의 박리와 재생을 통해 치유되는데 비해서, 각막내피의 괴사는 주변 세포들의 이주를 통해서 회복되기 때문에 각막내피세포 밀도가 감소하게 된다. 각막 간질의 열손상은 주로 콜라겐 기질의 변성을 통해서 나타나며, alpha helix의 수축, interhelix disulfide bond의 분해 및 alpha helix 3차 구조의 파괴에 의해 매개된다고 알려졌다.<sup>4,11</sup> 이러한 변화들에 의해서 각막절개창의 열화상 발생 시 절개창 주변 각막 간질 내 선조의 형성 및 투명도 감소, 각막의 부종 및 백색 혼탁의 형성 등이 나타나게 된다. 또한 주변 홍채의 손상이 생길 수 있으며 수술 후 창상 누출, 누공이나 난시가 발생할 수 있다.<sup>4,7</sup>

각막의 부종 및 혼탁의 발생은 수술 중 시야 확보를 방해

하며 이때 초음파유화술을 계속해서 시행하게 되면 추가적인 각막 손상을 유발할 수 있기 때문에, 수술 중 이러한 합병증이 발생한 경우, 다른 해결 방법을 모색하여야 한다. 수술 중 축동, 후낭 파열 및 절개창 화상 등이 발생한 경우 낭외적출술로의 전환은 추가적인 손상을 방지하기 위해 널리 알려진 수술 방법이며, 수술 중에 백내장 낭외적출술로 전환한 경우에도 수술 전과 비교하여 상당한 정도의 시력 호전을 보일 수 있다고 연구된 바 있다.<sup>12,13</sup> Dada et al<sup>12</sup>에 의하면 수술 중 합병증이 발생하여 백내장 낭외적출술로 전환된 환자군에서 수술 후 6주 때 각막내피세포 밀도의 손실은 평균 14.8%로 성공적으로 초음파유화술이 이루어진 환자군의 수술 후 6주 때 각막내피세포 밀도 손실률인 7.2%와 비교하여 높지만, 이는 합병증이 발생하기 전 초음파유화술을 과도하게 시행하였거나 초음파 출력이 과다하였을 가능성으로 추정된다고 하였다. 또한 Bourne et al<sup>14</sup>은 백내장 낭외적출술을 시행한 경우 각막내피세포 손상 정도는 초음파유화술을 시행한 경우와 비교하여 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않는다고 발표하였다. 본 증례에서는 심한 각막혼탁으로 즉각적인 초음파유화술을 시행하기가 어려웠을 뿐 아니라 추가적인 각막의 손상을 막고자 저자들은 상부 공막절개창을 형성 후 백내장 낭외적출술을 시행하여 성공적으로 수정체를 제거하고 인공수정체를 낭내에 삽입할 수 있었다. 또한 각막내피의 보호기능이 우수한 것으로 알려진 dispersive한 점탄물질을 사용하여 각막내피의 손상을 최소화하고자 하였다.<sup>15,16</sup>

각막 손상의 회복에는 각막세포의 증식, 콜라겐 및 당단백과 같은 세포의 기질의 합성 및 재형성과 같은 여러 기전들이 복합적으로 작용한다.<sup>17</sup> 점안 스테로이드가 각막 상피 손상의 회복에 미치는 영향은 아직 논쟁의 여지가 있으며 몇몇 저자들은 점안 스테로이드의 사용이 각막 손상의 회복을 지연시킨다고 주장하였지만,<sup>18,19</sup> 다른 연구들에서는 스테로이드의 사용이 각막 손상의 회복에는 영향을 미치지 않는다고 보고하였다.<sup>20,21</sup> 스테로이드는 가장 많이 쓰이는 항염증제제로, 간질에서 matrix metalloproteinase의 발현을 저해하고 interleukin-1 $\beta$ 와 연관된 콜라겐의 분해를 막아 염증작용을 억제한다.<sup>22,23</sup> 또한 Kupferman and Leibowitz<sup>24</sup>에 따르면, 각막 상피의 integrity와 상관없이 점안 스테로이드는 강한 항염증작용을 하며, 각막에의 염증세포 침윤을 줄이는 것으로 나타났다. 본 증례에서도 절개창 화상 부분에 심한 각막상피 결손과 함께 간질 부종이 있었으나, 약물 치료 및 경과관찰 중 점진적으로 감소하여 중증도의 각막혼탁을 남긴 채 각막상피 결손이 소실되고 각막부종이 상당히 감소한 소견을 보였으며 이는 1% prednisolone 점안액의 사용이 상처 remodeling에 일정한 영향을 미쳤기 때

문일 것으로 생각한다.

결론적으로 본 증례와 같이 초음파유화술 중 절개창 화상이 발생하였을 때, 무리하게 초음파유화술을 지속하기보다는 공막절개를 통한 백내장 낭외적출술을 시행하여 추가적인 각막의 손상을 최소화하면서, 염증 반응을 막기 위한 스테로이드 치료 등의 적절한 약물 치료가 필요하며, 이를 통해 좋은 결과를 기대할 수 있을 것으로 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Paik HJ, Song HJ, Shyn KH. 2007 Survey for KSCRS Members - current trends in cataract surgery in Korea -. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:1624-31.
- 2) Brinton JP, Adams W, Kumar R, Olson RJ. Comparison of thermal features associated with 2 phacoemulsification machines. J Cataract Refract Surg 2006;32:288-93.
- 3) Bradley MJ, Olson RJ. A survey about phacoemulsification incision thermal contraction incidence and causal relationships. Am J Ophthalmol 2006;141:222-4.
- 4) Ernest P, Rhem M, McDermott M, et al. Phacoemulsification conditions resulting in thermal wound injury. J Cataract Refract Surg 2001;27:1829-39.
- 5) Mencucci R, Ambrosini S, Ponchietti C, et al. Ultrasound thermal damage to rabbit corneas after simulated phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 2005;31:2180-6.
- 6) Davis PL. Phaco transducers: basic principles and corneal thermal injury. Eur J Implant Refract Surg 1993;5:109-12.
- 7) Sugar A, Schertzer RM. Clinical course of phacoemulsification wound burns. J Cataract Refract Surg 1999;25:688-92.
- 8) Kelman CD. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. Am J Ophthalmol 1967;64:23-35.
- 9) Jun B, Berdahl JP, Kim T. Thermal study of longitudinal and torsional ultrasound phacoemulsification: tracking the temperature of the corneal surface, incision, and handpiece. J Cataract Refract Surg 2010;36:832-7.
- 10) Osher RH, Injev VP. Thermal study of bare tips with various system parameters and incision sizes. J Cataract Refract Surg 2006;32:867-72.
- 11) Allain JC, Le Lous M, Cohen-Solal, et al. Isometric tensions developed during the hydrothermal swelling of rat skin. Connect Tissue Res 1980;7:127-33.
- 12) Dada T, Sharma N, Vajpayee RB, Dada VK. Conversion from phacoemulsification to extracapsular cataract extraction: incidence, risk factors, and visual outcome. J Cataract Refract Surg 1998;24:1521-4.
- 13) Mercieca K, Brahma AK, Patton N, McKee HD. Intraoperative conversion from phacoemulsification to manual extracapsular cataract extraction. J Cataract Refract Surg 2011;37:787-8.
- 14) 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.
- 15) Kim MS, Woo HM. Efficacy and safety of commercial used viscoelastics: Healon<sup>®</sup>, Provisc<sup>®</sup>, Viscoelastic<sup>®</sup>, Hyal 2000<sup>®</sup>, Biolon<sup>®</sup>,

- Viscoat®. J Korean Ophthalmol Soc 2000;41:1726-33.
- 16) Koch DD, Liu JF, Glasser DB, et al. A comparison of corneal endothelial changes after use of Healon or Viscoat during phacoemulsification. Am J Ophthalmol 1993;115:188-201.
- 17) Huang Y, Meek KM, Ho MW, Paterson CA. Analysis of birefringence during wound healing and remodeling following alkali burns in rabbit cornea. Exp Eye Res 2001;73:521-32.
- 18) Waterbury L, Kunysz EA, Beuerman R. Effects of steroidal and non-steroidal anti-inflammatory agents on corneal wound healing. J Ocul Pharmacol 1987;3:43-54.
- 19) Stahl JH, Miller DB, Conway BP, Campochiaro PA. Dexamethasone and indomethacin attenuate cryopexy. Induced breakdown of the blood-retinal barrier. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1987; 225:418-20.
- 20) Sugar A, Bokosky JE, Meyer RF. A randomized trial of topical corticosteroids in epithelial healing after keratoplasty. Cornea 1984-1985;3:268-71.
- 21) Rask R, Jensen PK, Ehlers N. Healing velocity of corneal epithelium evaluated by computer. The effect of topical steroid. Acta Ophthalmol Scand 1995;73:162-5.
- 22) Lu Y, Fukuda K, Liu Y, et al. Dexamethasone inhibition of IL-1-induced collagen degradation by corneal fibroblasts in three-dimensional culture. Invest Ophthalmol Vis Sci 2004;45:2998-3004.
- 23) Kondo Y, Fukuda K, Adachi T, Nishida T. Inhibition by a selective IκB kinase-2 inhibitor of interleukin-1-induced collagen degradation by corneal fibroblasts in three-dimensional culture. Invest Ophthalmol Vis Sci 2008;49:4850-7.
- 24) Kupferman A, Leibowitz HM. Anti-inflammatory effectiveness of topically administered corticosteroids in the cornea without epithelium. Invest Ophthalmol 1975;14:252-5.

=ABSTRACT=

## A Case of Corneal Burn During Phacoemulsification

Hyo Seok Lee, MD, Tae Hee Lee, MD, Kyung Chul Yoon, MD, PhD

*Department of Ophthalmology, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea*

**Purpose:** To report a case of severe corneal burn during phacoemulsification that was successfully managed with a second operation and medical treatment.

**Case summary:** An 89-year-old female had phacoemulsification of a mature cataract in her right eye, and was transferred to our outpatient clinic after development of a thermal burn at the corneal incision site. On initial examination, visual acuity was light perception and slit-lamp examination revealed diffuse, severe corneal edema, and a 3.0 × 3.0 mm-sized epithelial defect with severe stromal opacity around the incision site. Extracapsular cataract extraction through superior scleral incision was performed with posterior chamber implantation of a 3-piece hydrophobic acrylic intraocular lens (IOL). Topical steroids as well as hypertonic saline were used to manage corneal edema postoperatively. One month postoperatively, her best corrected visual acuity was 0.06 and slit-lamp examination showed markedly decreased corneal edema and epithelial defect. Three months postoperatively, her best corrected visual acuity was 0.2, the IOL was centered in the capsular bag, and corneal edema nearly disappeared with remnant moderate corneal opacities.

**Conclusions:** We report successful treatment of severe corneal burn during phacoemulsification managed with extracapsular cataract extraction through scleral incision and medical treatment.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(3):454-458

**Key Words:** Corneal burn, Extracapsular cataract extraction, Phacoburn, Phacoemulsification

---

Address reprint requests to **Kyung Chul Yoon, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, Chonnam National University Hospital  
#42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea  
Tel: 82-62-220-6741, Fax: 82-62-227-1642, E-mail: kcyoon@jnu.ac.kr