

안와골절정복술 시 사용된 고농도 에탄올에 의한 각막화상 1예

A Case of Corneal Chemical Injury by High-dose Ethanol during Orbital Wall Fracture Repair

이종영 · 최정열 · 정진호

Jong Young Lee, MD, Jung Yeol Choi, MD, Jinho Jeong, MD, PhD

제주대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Jeju National University School of Medicine, Jeju, Korea

Purpose: To report a case of chemical injury of the cornea caused by high-dose ethanol during orbital wall fracture repair.

Case summary: A 56-year-old male presented with pain after blowout fracture repair surgery. During the surgery, 2% hexethanol solution (2% chlorhexidine and 72% ethanol mixture), which was used for disinfection of the face, flowed into the left eye. Conjunctival injection in the left limbus, a large corneal epithelial defect, and severe stromal edema were subsequently observed. The patient was treated with topical antibiotics, steroids, and autologous serum eye drops. After 1 week, the corneal epithelial defect was improved, but at the second month of therapy, recurrent corneal erosion with deterioration of the endothelial cell function occurred. Anterior stromal puncture and laser keratectomy were performed. The corneal epithelial defect and erosion improved, but the endothelial cell density was severely decreased.

Conclusions: The 2% hexethanol solution is usually used for preoperative skin disinfection, but it contains a high concentration of ethanol. The surgeon should be aware that high concentrations of ethanol may result in severe corneal damage, including corneal endothelial dysfunction and limbal cell deficiency.

J Korean Ophthalmol Soc 2019;60(4):374-379

Keywords: Chemical injury, Cornea, Endothelial cell loss, Ethanol-containing antiseptics

비안과 영역에서 이루어진 수술 후 안구 손상이 드물게 보고되고 있으며, 임상양상으로 각막찰과상이 대부분을 차지하고 있다.¹⁻³ 특히 수술 시간이 길어지거나 전신마취하 수술이 이루어진 경우, 옆누움자세(lateral decubitus posi-

tion) 혹은 엎드린 자세로 수술을 받은 경우, 그리고 두경부 수술을 받은 경우 수술 후 안구 손상 발생 위험이 증가하는 것으로 알려져 있다.^{1,2}

수술 전 피부 소독제로 포비돈 요오드 용액, 클로르헥시딘, 에탄올이 일반적으로 사용되지만 이들 소독제는 각막에 노출되었을 경우 각막상피세포결손, 결막부종 및 각막 기질부종을 유발할 수 있다.⁴ 에탄올은 알코올의 한 종류로서 안과 영역에서 굴절교정수술, 익상편제거수술 및 각막 질환환자의 치료에 널리 사용되고 있으나, 각막이 에탄올에 노출될 경우 각막의 화학화상과 같은 심각한 손상을 유발할 수 있으며, 각막손상의 정도는 노출된 에탄올의 농도에 비례한다고 알려져 있다.^{5,6} 본 증례에서는 우측 안와골절 및 상악골 골절정복술 시 사용된 클로르헥시딘 소독액

■ Received: 2018. 7. 5. ■ Revised: 2018. 8. 27.

■ Accepted: 2019. 3. 26.

■ Address reprint requests to **Jinho Jeong, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Jeju National University Hospital,
#15 Aran 13-gil, Jeju 63241, Korea
Tel: 82-64-717-1730, Fax: 82-64-717-1029
E-mail: dr.jinho.jeong@gmail.com

* This case report was presented as an e-poster at the 119th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2018.

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

© 2019 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 포함된 고농도 에탄올에 의해 발생한 좌안 각막화상 1예를 경험하였으며, 외과적 수술 시 피부소독에 흔하게 사용되는 클로르헥시딘 소독액에 의해 발생한 각막화상은 국내에서는 보고된 바가 없고, 내피세포감소와 같은 심각한 손상과 시력저하를 유발하였기에 이를 보고하고자 한다.

증례보고

56세 남자 환자가 1일 전부터 지속된 좌안 시력저하 및 통증을 주소로 내원하였다. 환자는 내원 2일 전 안면부 둔상에 의해 발생한 우측 안와골절 및 상악골 골절로 내원 1일 전 본원 성형외과에서 우측 안와골, 상악골 골절정복술을 시행받았다. 수술 시 안면부 소독을 위해 사용한 2% 헥시타날 용액(2% Chlorhexidine과 72% Ethanol 혼합액)이 좌안에 흘러 들어 갔으며, 수술이 진행되는 약 1시간 동안 고농도의 에탄올이 좌안에 지속적으로 노출되었다. 수술 시 우안은 각막보호구를 착용하였고, 좌안은 멸균 테이핑을 하였으나, 피부에 밀착되지 않아 소독액이 눈에 고인 상태로 수술이 진행되었다. 정복술 후 1일차 안과 초진 시 좌안 최대교정시력 0.2였으며, 비접촉안압계로 측정한 안압은 14 mmHg였다. 세극등현미경검사에서 좌안 윤부주위 결막 충혈, 각막상피결손 및 결손부위 하부 기질의 심한 혼탁과 부종이 관찰되었다(Fig. 1). 전안부 빛간섭단층촬영검사에서 좌안 각막내피세포층에 다수의 고반사 영역이 관찰되었다(Fig. 2). 각막중심부에서 측정한 내피세포밀도는 우안이 2,439 cells/mm², 좌안이 1,316 cells/mm²였다(Fig. 3A). 이에 고농도 에탄올에 의한 좌안 전층 각막화상화상을 진단하였고, 치료용 콘택트렌즈를 착용 후 0.5% levofloxacin

(Cravit[®], Santen, Osaka, Japan) 점안액을 1일 4회, 1% prednisolone (Pred forte[®], Allergan, Irvine, CA, USA) 점안액을 1일 3시간 간격, 자가혈청 점안액을 1일 1시간 간격, 5% sodium chloride (Muro 128[®], Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA) 점안액을 1일 4회 점안하였다. 치료 1주일째 좌안 각막상피결손, 좌안 각막기질부종 및 혼탁은 호전되는 추세였으며, 시력도 1.0으로 호전되어 안약 점안 횟수를 줄이고 경과 관찰하기로 하였다(Fig. 4A, B). 그러나 치료 2개월째 환자는 좌안 통증을 호소하며 내원하였고, 좌안 최대

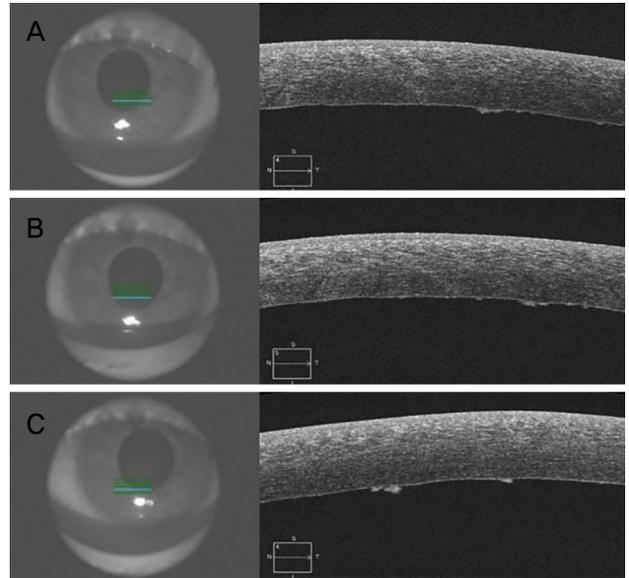


Figure 2. Anterior segment optical coherence tomography images of the cornea in the left eye with chemical injury at the initial presentation. (A-C) showing high density of endothelium layer, swelling of multiple endothelial cells.

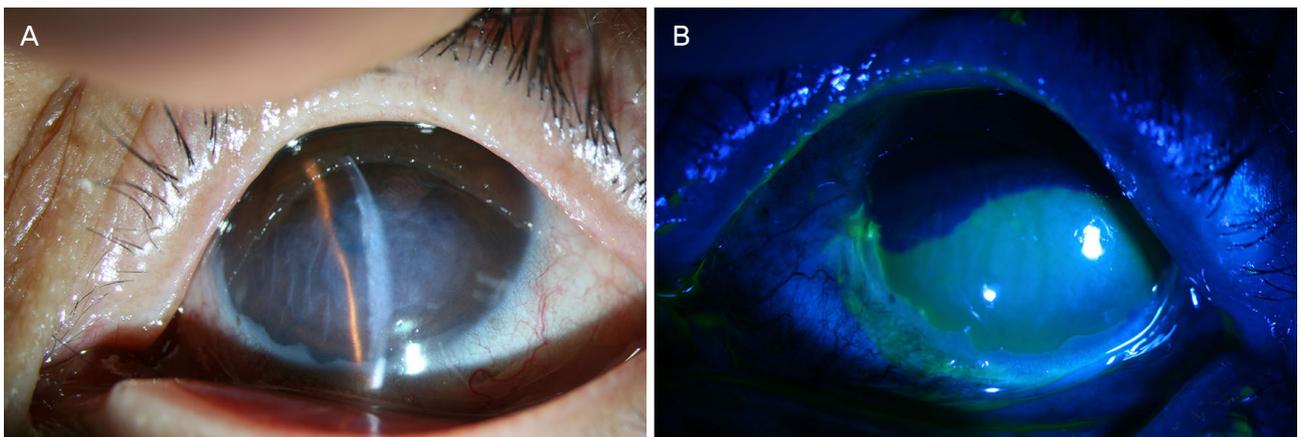


Figure 1. Slit-lamp photographs of the cornea in the left eye with chemical injury at the initial presentation. (A) Anterior segment photograph shows perilimbal injection, severe stromal edema, Descemet's membrane folding, and opacity in his left eye. (B) Anterior segment photograph shows about 11 × 6 mm sized corneal epithelial defect combined with perilimbal conjunctival epithelial defect in his left eye.

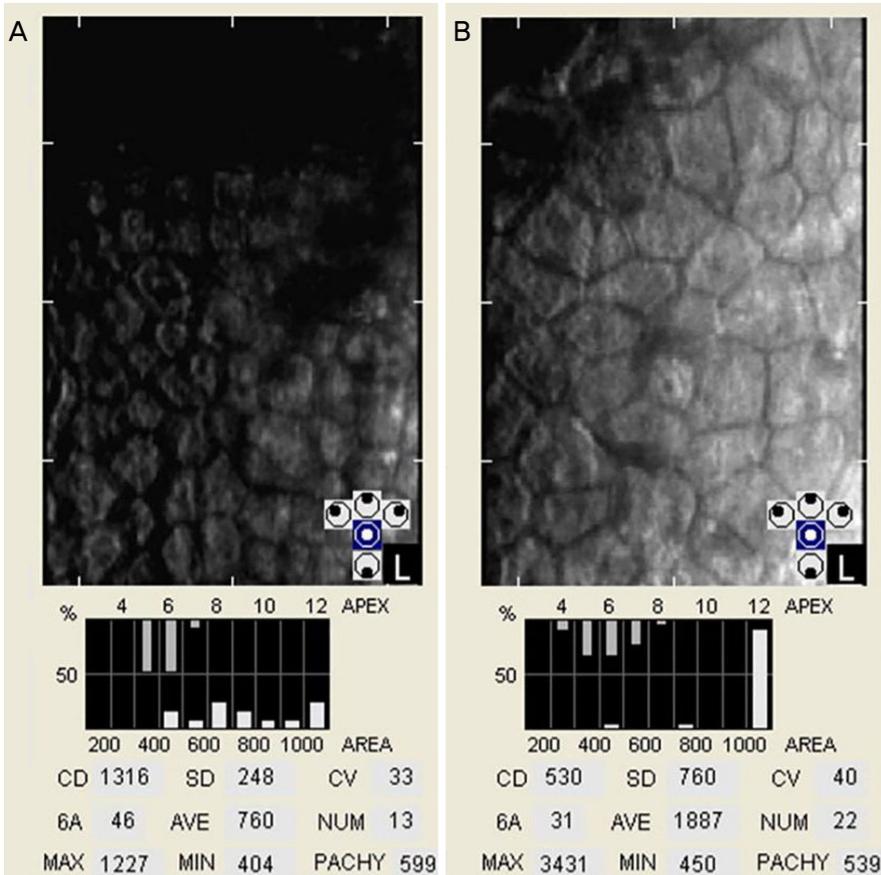


Figure 3. Qualitative and quantitative analysis of central corneal endothelial cell in the left eye with chemical injury. (A) Corneal endothelium after 3 days following chemical injury of cornea is shown. The endothelial cell density was 1,316 cells/mm². (B) The endothelial cell density of the damaged left cornea was 530 cells/mm². The coefficient of variation in cell size was 40 and the percentage of hexagonal cells was 31% in corneal endothelial cells of chemical injury of cornea after 4 weeks following phototherapeutic keratectomy in the left eye. CD = cell density; SD = standard deviation; CV = coefficient of variation; AVE = average; NUM = number; PACHY = pachymeter.

교정시력 0.3, 세극등현미경검사상 윤부주위 결막충혈, 각막 하층의 3 × 3 mm 크기의 상피결손과 중심부의 점상각막상피미란, 각막기질부종 소견이 보였다(Fig. 4C, D). 이에 치료용 렌즈 착용 후 안약 점안 횟수를 늘렸으나, 치료 3개월째 각막상피결손이 호전되지 않고, 반복각막미란 소견 및 통증이 지속되어, 26 gauge 주사바늘을 사용하여 앞기질천자술을 시행하였다. 앞기질천자술 후에도 각막상피진무름이 지속되어 엑시머레이저 EX500 (Alcon, Fort Worth, TX, USA) 장비를 이용하여 광학부 8 mm, 절제 두께 10 μm의 치료용 레이저각막절제술을 시행하였다. 치료용 레이저각막절제술 후 1개월째 환자의 좌안 각막상피결손과 미란 및 통증은 많이 회복되었지만 여전히 남아 있고, 최대교정시력은 0.5로 더 이상 개선되지 않았다. 각막중심부에서 측정된 내피세포밀도는 530 cells/mm²로 감소하였다(Fig. 3B, 4E, F). 각막윤부의 결핍, 화학화상에 의한 내피세포감소로 추후 수포각막병증 발생 여부를 추적 관찰하기로 하였다.

고 찰

안구 화학화상은 영구적인 시력 소실을 유발할 수 있기 때문에 즉각적인 검진과 조치가 필요한 안과적 응급 질환

이다.⁷ 화학적 손상의 정도는 눈에 노출되는 화학물질의 종류, 농도 및 수소 이온 농도(pH)의 영향을 많이 받으며, 화학물질에 노출되어 침범된 안구의 범위가 예후에 중요하다.^{7,8} 외과적 수술 시 흔히 사용되는 소독제는 정도에 따라 다양한 각막상피세포 손상 및 기질부종을 초래할 수 있으며, 그 가운데 포비돈 요오드 용액이 비교적 적은 각막독성을 유발한다.⁴

본 증례에서 우측 안와골절 및 상악골 골절정복술 시 안면부 피부소독을 위해 2% 헥시타놀 용액(2% Chlorhexidine 과 72% Ethanol 혼합액)이 각막보호구를 착용하지 않았던 좌안에 흘러 들어갔으며, 수술이 진행되는 1시간 동안 좌안은 고농도 에탄올에 노출되었고, 수술 후 심각한 각막 화학화상이 발생하였다. 에탄올이 각막윤부상피세포에 노출될 경우 lactate dehydrogenase 발생에 의한 세포독성과 노출되는 에탄올의 농도에 비례하여 각막윤부상피세포의 생존능력이 현저하게 감소되는 것으로 알려져 있다.⁵ 또한 에탄올은 각막상피세포와 각막기질 내 전염증성 사이토카인과 케모카인의 발현을 증가시켜 안구표면에 지속적인 염증을 초래할 수 있다.⁵ 고농도 에탄올은 단기적으로 심각한 각막부종, 윤부주위 결막충혈 및 전방염증을 초래할 수 있으며, 결국 각막내피세포 결손, 데스메막의 비후, 각막기질부종

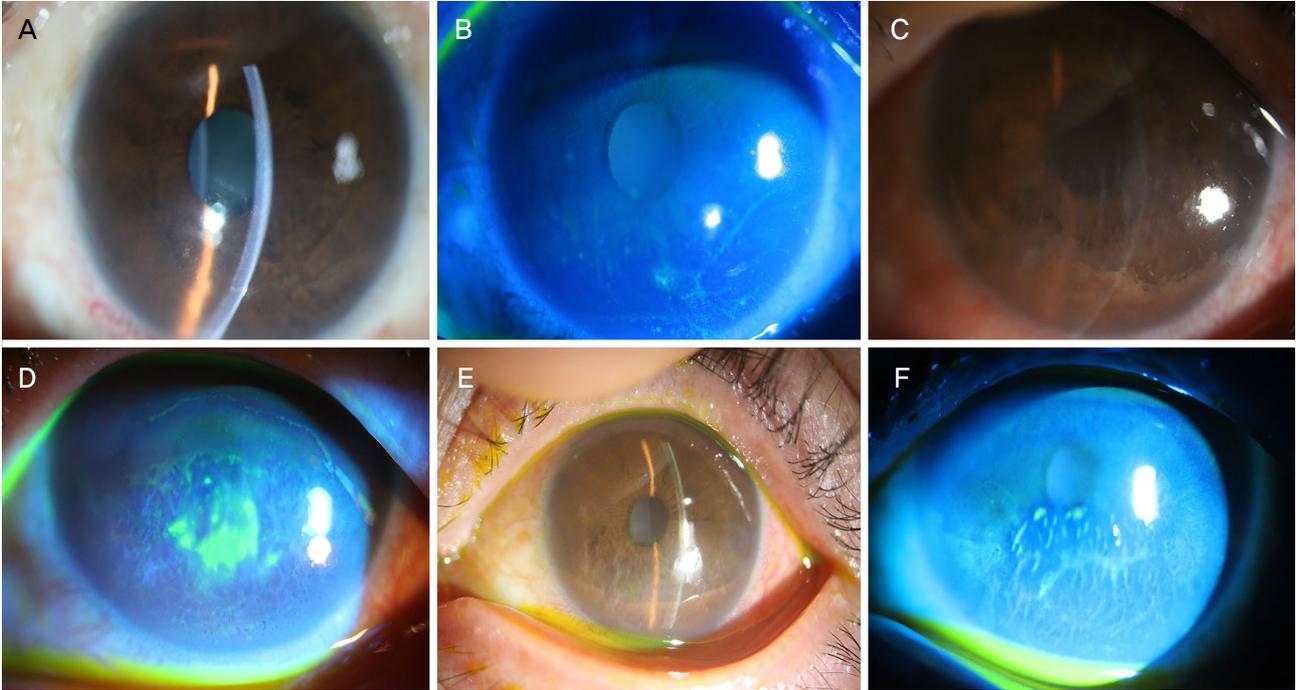


Figure 4. Slit-lamp photographs of the cornea in the left eye with chemical injury after treatment. (A, B) Corneal epithelial defect and corneal edema were decreased a week after the initial treatment. The patient complained visual disturbance and pain in his left eye 2 months after the first recovery. Corneal epithelial defect and stromal edema were recurred. (C, D) Corneal stromal edema and Descemet's membrane folding at the inferior aspect of the cornea have recurred. (E, F) Corneal epithelial defect with punctate epithelial erosions were decreased after anterior stromal puncture and phototherapeutic keratectomy.

및 반흔의 장기적인 후유증을 남길 수 있다.⁹ 알코올이 들어있는 피부 소독제 사용 시 보호용 안대, 각막보호구 등과 같은 안구를 보호할 수 있는 조치가 선행되어도 본 증례와 같이 결막낭 혹은 안검열 사이로 알코올 성분이 일부 유입될 가능성이 존재한다. 알코올 성분의 소독제가 안구에 노출될 경우 심각한 각막독성을 유발할 수 있기 때문에,^{3,5} 안면부수술 시 수술 전 피부 소독제로 알코올 성분이 없는 소독액을 사용하는 것을 고려하여야 하겠다. 또한 술자 및 수술 보조자는 수술 전 사용하는 소독제 성분에 대한 이해가 반드시 필요하다고 생각된다.

각막 화학화상의 급성기 치료는 각막상피재생, 염증감소 및 감염예방을 목표로 함으로써, 각막상피와 기질의 파괴를 막아 궁극적으로 후유증을 최소화해야 한다.⁷ 각막상피결손 시 자가혈청 안약 점안 및 치료용 콘택트렌즈 착용이 각막상피재생을 촉진시킬 수 있으며, 국소 스테로이드 점안이 급성기 염증 감소에 도움을 줄 수 있다.^{7,8} 또한 각막상피결손에서 예방적 항생제로 4세대 퀴놀론계 항생제를 사용해 볼 수 있으며, 각막의 광범위한 손상과 괴사가 관찰될 경우 괴사된 조직의 제거와 양막이식술이 상피결손 및 재생에 도움을 줄 수 있다.¹⁰ 반복각막진 무름에서 앞기질천자는 효과적이지만, 각막 천공의 위험성 및 반흔을 유발할 수

있고, 특히 반흔이 동공을 침범할 경우 영구적인 시력저하를 초래할 위험이 있다.^{11,12} 한편 엑시머레이저를 이용한 치료레이저각막절제술은 표층 각막기질의 정확한 양을 제거하고 바닥막복합체를 재형성하며 반흔을 최소화하여 광학적으로 부드러운 표면을 얻을 수 있는 장점이 있다.¹² 본 증례에서도 치료레이저각막절제술 후 각막상피결손이 매우 호전된 것을 확인할 수 있었다.

본 증례에서 화학화상으로 인한 각막상피결손은 거의 호전되었지만 심각한 각막내피세포 밀도 감소와 같은 영구적인 안구 내 조직 손상이 관찰되었다. 초기 2주에서 1달 사이에는 거의 회복된 것처럼 보이지만, 결국 각막상피의 손상 및 내피부전이 다시 동반되었다. 이는 기존 문헌에서 보고된 안와 수술 시 발생한 알코올성 각막손상의 임상 소견과 유사하다고 할 수 있다.³ 사람의 각막내피세포는 후측각막기질과 전방 사이에 단일층으로 구성되어 있으며, 각막투명성을 유지하는 데 있어 중요한 역할을 한다.¹³ 일반적인 조직은 세포의 증식과 사멸의 균형을 통해 조직의 항상성을 유지하며, 조직 손상이 발생된 경우 세포의 보상성 증식과 비대를 통한 회복 과정을 겪는다.¹⁴ 하지만 각막내피세포의 손상이 발생된 경우 각막내피세포의 재생은 극히 제한적이어서, 각막내피세포의 손상이 발생될 경우 보상성

비대를 통해 항상성을 유지한다.^{13,14} 본 증례에서도 내피세포 밀도 감소와 함께 보상성 비대가 경면현미경검사에서 관찰되었다. 추후 감소된 내피세포밀도로 인해 수포각막병증 발병여부에 대한 추적 관찰이 필요하다.

결론적으로 안와골절정복술 시 평소 안전할 것으로 여겨졌던 안면부 소독에 사용된 2% 헥시타놀 용액은 성형외과 등에서 수술 전 피부 소독을 위해 실제로 많이 사용되고 있으나, 고농도의 에탄올을 함유하고 있다는 사실은 간과하기 쉬운데 피부에는 소독 시 노출되어도 큰 문제가 없지만, 고농도의 에탄올 용액이 각막 및 결막 점막에 노출될 경우, 심각한 각막상피미란, 각막기질부종, 각막내피세포결손 및 결막 윤부결손을 초래하여 나쁜 시력예후를 보일 수 있다. 안면부 소독 시 각막보호를 위한 전처치뿐 아니라, 가능한 알코올 성분이 들어있지 않은 소독제를 사용하여 각막 및 점막조직인 결막손상의 위험성을 낮춰야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Roth S, Thisted RA, Erickson JP, et al. Eye injuries after nonocular surgery. a study of 60,965 anesthetics from 1988 to 1992. *Anesthesiology* 1996;85:1020-7.
- 2) Yu HD, Chou AH, Yang MW, Chang CJ. An analysis of perioperative eye injuries after nonocular surgery. *Acta Anaesthesiol Taiwan* 2010;48:122-9.
- 3) Liu HY, Yeh PT, Kuo KT, et al. Toxic keratopathy following the use

- of alcohol-containing antiseptics in nonocular surgery. *JAMA Ophthalmol* 2016;134:449-52.
- 4) Mac Rae SM, Brown B, Edelhauser HF. The corneal toxicity of presurgical skin antiseptics. *Am J Ophthalmol* 1984;97:221-32.
- 5) Oh JY, Yu JM, KO JH. Analysis of ethanol effects on corneal epithelium. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:3852-6.
- 6) Chang SW, Chou SF, Wang YH. Ethanol treatment induces significant cell death in porcine corneal fibroblasts. *Cornea* 2006;25:1072-9.
- 7) Eslani M, Baradaran-Rafii A, Movahedan A, Djalilian AR. The ocular surface chemical burns. *J Ophthalmol* 2014;2014:196827.
- 8) Baradaran-Rafii A, Eslani M, Haq Z, et al. Current and upcoming therapies for ocular surface chemical injuries. *Ocul Surf* 2017;15:48-64.
- 9) Perkins TW, Kumar A, Kiland JA. Corneal decompensation following bleb revision with absolute alcohol: clinical pathological correlation. *Arch Ophthalmol* 2006;124:738-41.
- 10) Fish R, Davidson RS. Management of ocular thermal and chemical injuries, including amniotic membrane therapy. *Curr Opin Ophthalmol* 2010;21:317-21.
- 11) Avni Zauberman N, Artornsombudh P, Elbaz U, et al. Anterior stromal puncture for the treatment of recurrent corneal erosion syndrome: patient clinical features and outcomes. *Am J Ophthalmol* 2014;157:273-9.e1.
- 12) Ko BY, Lee GW. Clinical results of phototherapeutic keratectomy for refractory recurrent corneal erosion. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:392-400.
- 13) Joyce NC. Proliferative capacity of the corneal endothelium. *Prog Retin Eye Res* 2003;22:359-89.
- 14) Tamori Y, Deng WM. Compensatory cellular hypertrophy: the other strategy for tissue homeostasis. *Trends Cell Biol* 2014;24:230-7.

= 국문초록 =

안와골절정복술 시 사용된 고농도 에탄올에 의한 각막화상 1예

목적: 수술부위 소독에 사용된 고농도 에탄올에 의해 발생한 각막화상 1예를 보고하고자 한다.

증례요약: 56세 남자 환자가 우측 안와골절정복술을 받던 중, 안면부 소독을 위해 사용한 2% 헥시타놀 용액(2% Chlorhexidine, 72% Ethanol 혼합액)이 좌안에 흘러 들어간 채로 수술을 마치고 나서 발생한 통증을 주소로 내원하였다. 세극등현미경검사상 좌안 윤부 주위 결막충혈, 각막하층상피 결손과 기질 전체의 심한 혼탁 및 부종이 관찰되었다. 고농도 에탄올에 의한 좌안 각막화상으로 진단하고, 항생제 및 국소 스테로이드 점안 치료를 시작하였다. 1주 후 각막상피결손은 호전되었으나, 치료 2개월째 내피세포 기능 저하와 함께 반복각막미란이 재발되어, 앞기질천자술과 치료레이저각막절제술을 시행하였다. 이후 각막상피결손 및 미란은 호전되었으나, 내피세포 밀도는 매우 감소하였다.

결론: 2% 헥시타놀 용액은 수술 전 피부소독을 위해 사용되고 있으나 고농도의 에탄올을 함유하고 있다는 사실은 간과하기 쉽다. 고농도의 에탄올 용액이 안구에 노출되면 각막내피세포 부전 및 각결막 윤부세포의 손상을 포함한 심한 각막손상을 초래할 수 있기에 주의하여야 한다.

〈대한안과학회지 2019;60(4):374-379〉

이종영 / Jong Young Lee

제주대학교 의과대학 안과학교실
Department of Ophthalmology, Jeju
National University School of Medicine

