

케미컬 라이트에 의한 각결막 화상 1예

박정현 · 송남희 · 지남철 · 고재웅

조선대학교 의학전문대학원 안과학교실

목적: 야광봉으로 불리는 케미컬 라이트는 산화디페닐($C_{14}H_{10}O_4$)과 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액으로 구성되어 인체 조직에 다양한 화학적 손상을 줄 수 있다. 야광봉이 부러지면서 우안에 각결막화상이 발생한 1예를 경험하였기에 보고하고자 한다.

증례요약: 47세 남자가 7일 전 야광봉이 깨지면서 형광물질이 우안에 들어가는 사고로 우안 통증과 시력저하를 주소로 내원하였다. 내원 당시 우안 시력은 최대교정시력 20/50 소견 보였으며 세극등 검사상 우안 각막 하측부위에 각막상피결손과 하측 구결막 및 눈꺼풀 결막에 부종과 함께 궤양상의 병변이 관찰되었다. 항생제, 스테로이드, 산동제, 인공눈물을 점안하면서 입원치료 시작하였고 9일 동안의 입원 치료 후 최대 교정시력 20/20까지 회복되었으며 각결막의 병변은 모두 호전되었으며 다른 합병증은 관찰되지 않았다.

결론: 케미컬 라이트는 콘서트장, 축제 등에서 널리 사용되는 것으로서 파손에 의한 내부 물질이 눈에 들어간 경우에는 화학 화상을 일으킬 수 있으며 다양한 안과적 합병증이 가능하다. 현재 특별한 규제 사항이 없어 어린 아이들도 쉽게 살 수 있는 이 케미컬 라이트에 대한 안전 교육과 관리 감독이 필요할 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2010;51(9):1282-1286〉

오늘날 산업문명이 나날이 발전하면서 산 및 알칼리 등의 여러 가지 화학물질로 이루어진 물건들의 사용이 빈번해지고 이에 따라 화학물질에 의한 화상 사고의 빈도도 높아지고 있는 추세이다. 이중 외안부의 화학 화상은 일시적 혹은 영구적인 시력 장애를 초래하며 환자의 육체적, 정신적 고통 및 시간과 노동력의 상실 등을 가져올 수 있어 매우 중요한 문제이다. 야광봉으로 알려져 있는 케미컬 라이트는 산화디페닐($C_{14}H_{10}O_4$)과 과산화수소(H_2O_2)의 혼합 용액으로 처음에는 군사작전용, 비상조명용으로 상품화되기 시작하였으나 최근 들어 대량 생산이 가능하게 되면서 축제, 놀이공원 등에서 다양하게 사용되고 있으며 이로 인한 화학 화상의 가능성도 높아지고 있다. 최근 저자들은 케미컬 라이트가 부러지면서 봉 안에 들어 있던 화학물질에 의해 결막과 각막이 손상된 증례를 경험하였고, 국내에서 케미컬 라이트에 의한 각, 결막손상이 보고된 적이 없어 이를 보고하고자 한다.

증례보고

47세 남자 환자가 내원 일주일 전 낚시 중에 사용하던 일명 야광봉이라고 불리는 케미컬 라이트(Fig. 1)가 부러지면서 봉 안의 화학물질이 우안에 들어간 이후 발생한 우안의 통증과 시력저하를 주소로 응급실을 통해 내원하였다. 사고 당일 개인 의원에서 세척술을 시행하고 항생제 점안액을 처방받았으나 안약을 지시대로 점안하지 못하였다고 하였으며 소견서, 안약 등을 지참하지 않아 사고 당시와 경과의 정확한 상태를 파악할 수는 없었다. 내원 당시의 우안의 최대 교정시력은 20/50이었고 안압은 20 mmHg이었고 세극등 검사상 우안 각막 하방부위에 상피결손 소견과 결막에 부종과 출혈을 동반한 궤양상의 병변이 관찰되었다(Fig. 2). Gatifloxacin (Gatiflo eye®, Han Dok) 점안약을 하루에 4회, 1% Prednisolone acetate (Pred forte®, Allergan) 점안약을 하루에 4회, 2% Homatropine (Ocuhomapine EYE®, Allergan) 점안약을 하루에 3회, 그리고 방부제가 포함되지 않은 1% Hyaluronic acid (Tearin free®, DHP Korea)를 하루에 4회 점안하면서 입원치료를 시작하였다. 입원 치료 후 최대 교정시력 20/20까지 회복되었으며 각막의 병변과 결막의 병변도 대부분 호전되었다(Fig. 3). 환자는 9일째 퇴원하였으며 퇴원 당시 우안 최대 교정시력은 20/20이었으며 안압은 골드만 압평안압계로 측정시 14 mmHg이었다.

■ 접수 일: 2009년 11월 23일 ■ 심사통과일: 2010년 5월 25일

■ 책임저자 고재웅

광주광역시 동구 서석동 588
 조선대학교병원 안과
 Tel: 062-220-3190, Fax: 062-225-9839
 E-mail: Clearcornea@paran.com

* 본 논문의 요지는 2008년 대한안과학회 제99회 학술대회에서 포스터로 발표되었음.

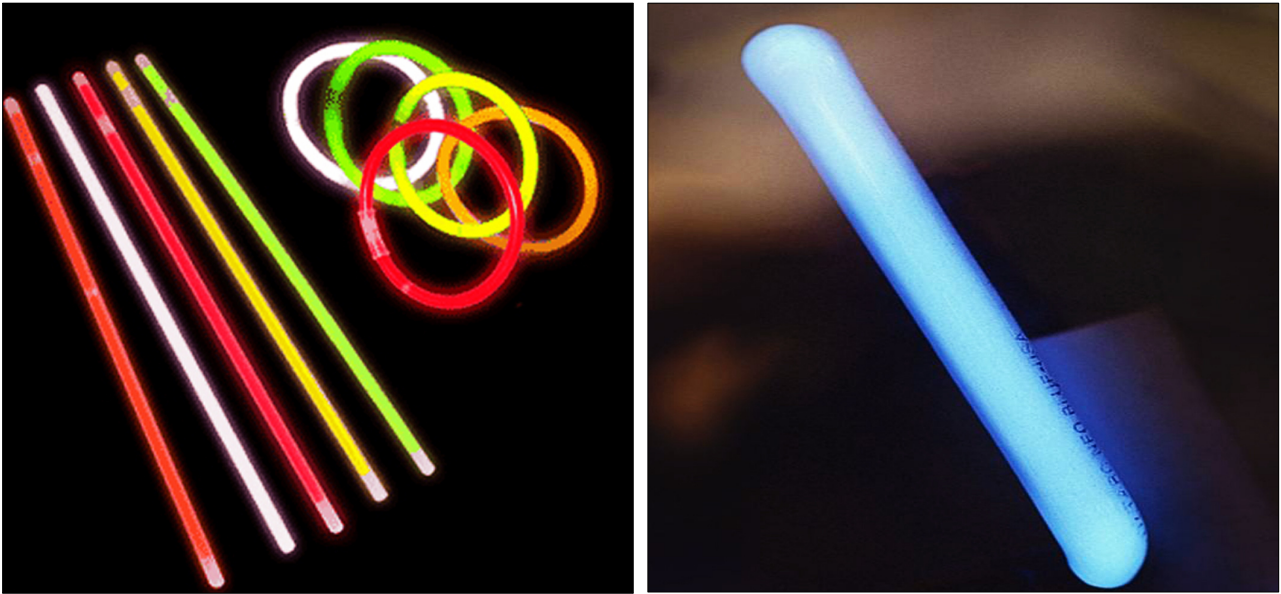


Figure 1. Chemical light sticks are flexible plastic filled with hydrogen peroxide. Inside the tube is another smaller glass tube filled with diphenyloxalate.

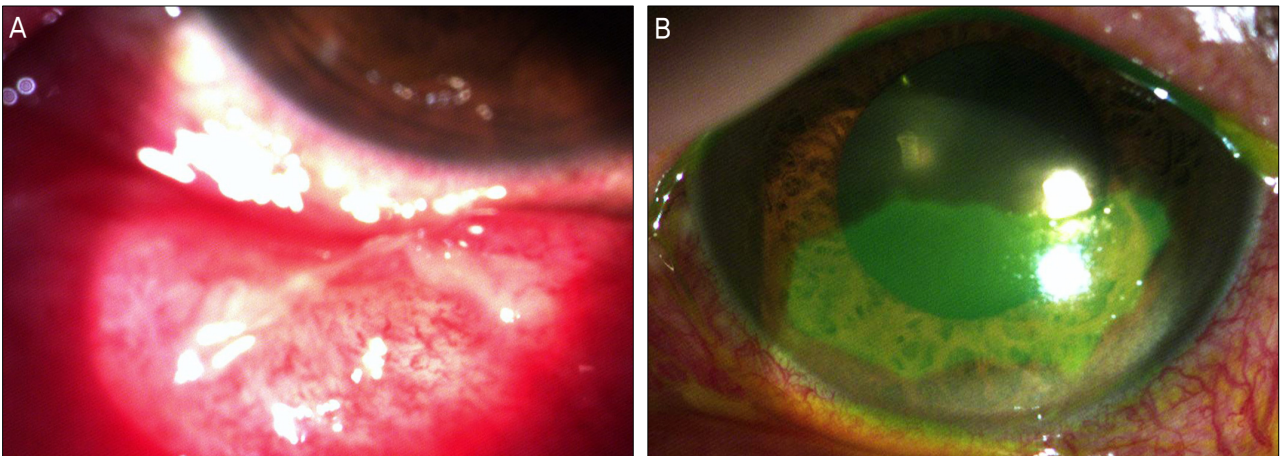


Figure 2. At the first visit, corrosive lesion with dot hemorrhages at the inferior conjunctiva (A) and a large corneal epithelial defect was observed (B).

고 찰

눈의 화학적 화상의 빈도는 전체 안손상의 7~10%를 차지하고, 화학적 화상은 얼마나 빨리 발견하여 즉각적인 처치를 하느냐에 따라 예후가 결정되는 것으로 알려져 있으며 그 정도가 경증일 경우에는 별다른 문제 없이 시력회복이 가능하나 중증일 경우 결막불음증, 흉터, 눈꺼풀 속말림, 혈관신생, 각막반흔, 지속성 상피결손, 각막궤양 및 각막천공을 초래하여 시력손상이 매우 심하며 미용상의 문제도 유발할 뿐만 아니라 약물치료 및 수술적 치료에도 예후가 좋지 않다.¹⁻⁷

또한 눈에서의 화학상은 독성, 산, 알칼리로 분류되고, 심

한 정도는 원인물질의 농도, 노출기간, 그리고 원인물질의 산성도에 따라 달라진다. 알칼리에 의한 눈의 화학화상은 각막 및 전방을 통한 빠른 침투, 세포질 막의 비누화, 콜라겐의 변성, 결막 및 상공막 그리고 포도막 혈관의 혈전 등을 야기하여 심한 화학화상을 유발하고, 손상된 후에도 재생된 상피세포 및 염증반응에 관여하는 과립구(granulocyte)가 콜라게나제(collagenase)를 분비하여 각막 기질에 손상을 더하고, 병적 반응의 기간을 증가시켜 심한 경우 안구로까지 유발할 수 있다.⁸⁻¹⁰ 산에 의한 눈의 화상은 안구 표면에 국한된 성질이 있어서 일반적으로 알칼리에 의한 손상보다 예후가 양호한 것으로 되어 있다. 외안부가 산에 노출된 경우 수소이온이 pH를 낮추면서 음이온이 각막 상

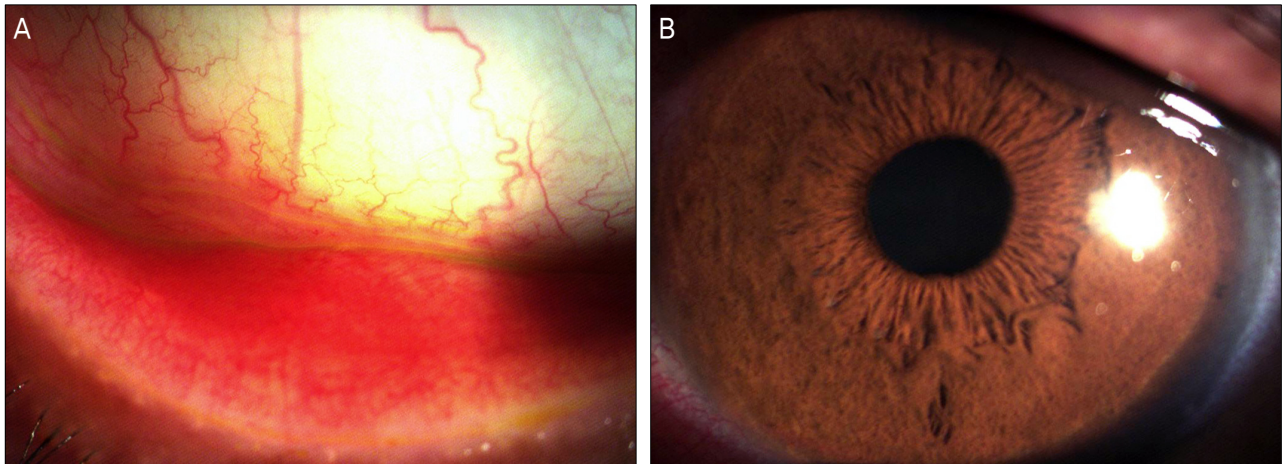


Figure 3. At one month after treatment, the corrosive lesion of the inferior conjunctiva was healed completely (A) and the corneal surface was smooth and clear (B).

피와 기질 표면의 단백질과 결합하여 침전과 변성을 유발하여 단백질을 응고시키고 이러한 불용성의 응고물은 상피의 젖빛유리모양의 특징적인 형태로 나타나는데 추가적인 산성물질의 침투나 각막의 손상을 막아 주는 방어막의 역할을 하면서 화학 손상이 표면에 국한되게 하는 것이다.¹¹ 일반적으로 야광봉이라고 불리는 케미컬 라이트는 형광색소 (fluorescent dye), 산화디페닐(diphenyloxalate), 과산화수소(H_2O_2)로 구성되며 주 반응 물질인 산화디페닐(diphenyloxalate)과 과산화수소(H_2O_2)가 플라스틱 관과 안에 들어 있는 유리관에 분리되어 들어 있는데, 플라스틱 관을 가볍게 구부러서 꺾으면 속에 있는 유리관이 파열되면서 산화디페닐(diphenyloxalate)과 과산화수소가 만나게 되어 화학반응을 일으키고 빛을 발산하게 된다. 즉, 산화 디페닐($C_{14}H_{10}O_4$)이 과산화수소(H_2O_2)를 만나면서 알칼리 상태가 되고 이때 산화디페닐($C_{14}H_{10}O_4$)이 산화되면서 그 결과 수소 이온, 페놀(C_6H_6O), 그리고 불안정한 상태인 peroxyacid ester가 생성된다. 불안정한 상태인 peroxyacid ester가 분해되면서 추가적인 페놀(C_6H_6O)과 고에너지 중간산물인 방향족 환 이량체 이산화탄소(four-membered ring dimer CO_2)가 만들어지며 이러한 환상 이합체 화합물이 분해되면서 두분자의 이산화탄소(CO_2)가 되고 화학적 에너지가 발생하게 된다.¹² 이런 화학 에너지는 형광색소 내로 방출되며 이 결과 고에너지 상태가 된 형광색소 내의 원자들이 이를 빛에너지 형태로 방출하면서 발광 현상이 발생하게 되는 것이다. 케미컬 라이트의 색깔은 그 안에 포함되어 있는 형광색소의 성분에 따라 노랑, 파랑, 빨강 등 다양한 색으로 나타날 수 있다. 예를 들어 9, 10-bis(phenylethynyl) anthracene가 포함된 경우는 녹색, 그리고 9, 10-diphenylanthracene가 포함된 경우는 파란색의 빛을 내게 되는 것이다. 저자들은 이 외의 추가적인 성분들

을 알아보려고 다방면으로 노력하였으나 알아낼 수는 없었다.

저자들은 일반적으로 구입할 수 있는 케미컬 라이트 50 mL를 발광현상이 일어난 후 pH를 22℃에서 측정하였는데 발광 초기에는 약 9.8로 강알칼리성이었다. 하지만 3시간이 지난 후 pH는 약 5.42의 산성으로 변화였고 발광현상이 거의 끝난 6시간 이후에는 19℃에서 약 3.42의 강산성이었다. 발광초기의 반응은 알칼리 상태에서 일어나지만 반응 후 생성되는 수소 이온과 페놀 등의 유기산에 의해 발광현상이 끝나는 시기에는 산성으로 변하는 것으로 생각된다. 본 환자의 경우도 어느 정도 시간이 지난 후에 케미컬 라이트에 노출되어 알칼리 상태보다는 산성 상태에서 화학 손상을 받아 외안부의 손상이 심하지 않았던 것으로 생각된다. 일반적으로 발광현상이 일어나는 상태의 케미컬 라이트가 외안부에 노출되는 경우 발광 초기에는 구성 성분인 알칼리성의 과산화수소(H_2O_2), 유기 용매인 산화디페닐($C_{14}H_{10}O_4$), 형광색소, 초기 반응 동안의 알칼리 상태에 의해 각결막에 화학 손상을 유발하게 되며 반응 후기에는 화학반응으로 생성된 수소 이온, 이산화탄소에 의한 산성 상태와 생성물인 페놀(C_6H_6O), 중간 생성물인 peroxyacid ester, 방향족 환 이량체 이산화탄소(four-membered ring dimer CO_2) 등에 의해 손상을 받게 된다고 할 수 있을 것이다. 그리고 특히 생성물인 페놀(C_6H_6O)은 발암 물질이면서 그 자체가 부식성인 유기 용매로서 단백질, 세포 원형질을 응고시키고 상피투과성에 영향을 주어 세포 부종 및 파괴를 유발하였을 것으로 생각되며 점막을 통한 흡수 시 중추 신경계 마비 증상도 발생할 수 있는 독성 물질로서 이에 대한 고려도 필요할 것이다.¹³ 또한 유리관이 깨지면서 유리 조각에 의한 기계적 손상, 눈을 비빔으로써 발생하게 되는 기계적인 자극들이 추가적인 각막, 결막의 손상을 주었을 것으로 생각된다. 야광봉으로 현재 널리 사용되고 있는 케미컬 라이트

는 완구류로 분류되어 있지 않아 관리 감독을 하는 곳이 없이 무분별하게 사용 판매되고 있는 실정이다. 이러한 케미컬 라이트의 잘못된 사용은 각막과 결막에 알칼리 화상을 야기할 수 있고 사용 후 생성되는 유기 용매 등은 발암 물질이면서 환경 오염을 유발하는 물질이므로 이에 대한 적절한 규제 조치와 안전 교육, 관리 감독 등이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Jones NP, Hayward JM, Khaw PT, et al. Function of an ophthalmic "accident and emergency" department: results of a six month survey. *Br Med J* 1986;292:188-90.
- 2) Vernon SA. Analysis of all new cases seen in a busy regional center ophthalmic casualty department during a 24-week period. *J R Soc Med* 1983;76:279-82.
- 3) Pfister RR. Chemical injuries of the eye. *Ophthalmology* 1983; 90:1246-53.
- 4) Hong YJ, Kim DI, Kim HK. A Statistical Observation of Industrial Eye Injuries. *J Korean Ophthalmol Soc* 1982;23:627-33.
- 5) Kim SS, Yoo JM. A Clinical Study of Industrial Ocular Injuries. *J Korean Ophthalmol Soc* 1988;29:382-93.
- 6) Shon OO, Kim YJ. An Epidemiological Study of Occupational Ocular Injuries. *J Korean Ophthalmol Soc* 1985;26:525-31.
- 7) Saari KM, Leinonen J, Aine E. Management of chemical eye injuries with prolonged irrigation. *Acta Ophthalmol* 1984;161:52-9.
- 8) Pfister RR. Chemical injuries of the eye. *Ophthalmology* 1983; 90:1246-53.
- 9) Lazarus GS, Brown RS, Daniels JR, Fullmer HM. Human granulocyte collagenase. *Science* 1968;159:1483-5.
- 10) Gnädinger MC, Itoi M, Slansky HH, Dohlman CH. The role of collagenase in the alkali-burned cornea. *Am J Ophthalmol* 1969; 68:478-83.
- 11) Friedenwald Js, Hughes WF, Hermann H. Acid burns of the eye. *Arch Ophthalmol* 1946;35:98-108.
- 12) Michael MR. Chemiluminescence from concerted peroxide decomposition reactions. *Accounts of Chemical Research* 1969;2:80-7.
- 13) Ingrid CM, Abigail B, Dominique AW, et al. Effects of phenol on barrier function of a human intestinal epithelial cell line correlate with altered tight junction protein localization. *Toxicol Appl Pharmacol* 2009;241:61-70.

=ABSTRACT=

Keratoconjunctival Chemical Burn due to Chemical Light

Jung Hyun Park, MD, Nang Hee Song, MD, Nam Chul Chi, MD, PhD, Jae Woong Koh, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Chosun University School of Medicine, Gwangju, Korea

Purpose: Chemical lights, also called Luminous Sticks, consist of a solution of diphenyl oxalate ($C_{14}H_{10}O_4$) and hydrogen peroxide (H_2O_2). Human tissue can be damaged when the mixed solution contacts the human body. The authors report a single case of chemical injury of keratoconjunctiva by exposure to chemical lights.

Case summary: A 47-year-old man's right eye accidentally contacted the fluorescent material when breaking a Luminous Stick 7 days before being referred to our clinic. He had pain in the right eye and experienced visual loss. The patient's best corrected visual acuity in the right eye was 20/50. An ulcerative lesion with edema at the inferior bulbar and palpebral conjunctiva and corneal epithelial defect was observed upon biomicroscopic examination. The patient was hospitalized and antibiotics, steroids, mydriatic and artificial tear eye drops were applied for treatment. After 9 days of treatment, the best corrected visual acuity of the patient recovered to 20/20, and the conjunctiva and cornea were mostly healed. No complication was observed.

Conclusions: Chemical lights are commonly used in concerts and festivals. If the contents contact the eyes when breaking the chemical lights, various chemical burns can occur and cause ophthalmologic complications. Since no regulations have been passed regarding chemical lights, safety education and supervision are considered to be necessary for children.

J Korean Ophthalmol Soc 2010;51(9):1282-1286

Key Words: Chemical burn, Chemical light, Conjunctiva

Address reprint requests to **Jae Woong Koh, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chosun University Hospital
#588 Seoseok-dong, Dong-gu, Gwangju 501-717, Korea
Tel: 82-62-220-3190, Fax: 82-62-225-9839, E-mail: Clearcornea@paran.com