

= 증례보고 =

전기 화상 이후 발생한 시신경 병증을 동반한 단안백내장

오신엽¹ · 박홍재² · 김수진¹

메리놀병원 안과¹, 인제대학교 의과대학 해운대백병원 안과학교실²

목적: 고압 전류에 의한 전기 화상 이후 발생한 안과적 합병증으로 드물게 나타나는 시신경 병증을 동반한 단안 백내장 1예를 보고하고자 한다.

증례요약: 17세 남자 환자가 22,900 voltage (V)의 고압 전류가 우측 수부에 접촉하는 전기 화상으로 수상 7주 후 우안 시력저하로 내원하였다. 내원 시 최대 교정시력은 우안 20/60, 좌안 20/20으로 측정되었고, 세극등 현미경 검사에서 우안 전방하 혼탁 소견이 관찰되었다. 구심성 동공장애 소견과 안저 검사에서 경도의 창백한 시신경 소견을 보였으며 무늬 시유발전위검사서 P100 잠복기가 지연되어 있었다. 수상 7개월 후 우안 수정체 초음파 관류 흡입술 및 후방 인공수정체 삽입술을 시행하였고, 술 후 최대 교정시력은 20/30으로 상승되었다. 15개월의 경과관찰 동안 좌안은 백내장 소견이 관찰되지 않았으나 우안은 시신경병증으로 시야가 일부 결손된 소견을 보였고 전방 전자현미경 소견상 세포질내 사립체와 미세세사의 증가가 관찰되었다.

결론: 전기 화상으로 인한 안과적 합병증은 증상 발현 시기가 다양하므로 조기 검진을 통해 합병증을 진단하는 것이 중요하며 특히 백내장은 양안 백내장으로의 진행을 확인해야 한다.

〈대한안과학회지 2013;54(4):680-685〉

전기가 널리 사용되고 있는 요즘, 전기적인 손상에 의한 전기 화상 환자가 꾸준히 늘고 있으며 이에 따라 안과적 합병증도 빈발하고 있다. 전기 화상은 가정용 및 산업용 전기 뿐 아니라 낙뢰에 의해서도 발생할 수 있으며 전기로 인한 손상은 다른 손상과는 달리 손상이 피부표면에 국한되지 않고 전기가 통과한 신체의 각 부위에 손상을 유발한다. 전기 화상으로 인해 발생할 수 있는 안과적 합병증은 백내장, 황반원공, 황반부종, 포도막염, 황반변성, 시신경병증 등으로 수상 후 수일에서 수년에 걸쳐 발생할 수 있다. 전기성 백내장은 전체 백내장 중에서 차지하는 비중은 적으나 전기 화상에 의해 유발될 수 있는 안과적 합병증 중에서는 흔히 일어날 수 있는 질환이다.¹ 일반적으로 높은 전압이 안과적 합병증을 더 잘 발생시킬 것으로 생각되지만 전류의 강도보다는 전류의 지속시간 및 방향, 조직의 감수성, 접촉 면과 눈과의 거리가 더 중요하다고 하며 직류보다는 교류

에 의해 더 많은 변화가 발생한다고 보고되고 있다.^{2,3} 전기 화상에 의한 백내장은 초기에는 단안에 발생하여도 경과관찰 동안 양안에 발생하는 경우가 보편적이며 드물게는 단안에만 발생하는 경우도 보고되고 있다.⁴⁻⁶ 국내에 보고된 전기 백내장 증례는 대부분 양안 백내장이며 황반부 손상을 동반한 전기 백내장 2예가 보고되었으나 다른 안과적 합병증, 특히 시신경병증을 동반한 전기 백내장은 보고된 적이 없는 바이다. 본 증례에서는 전기 화상 이후 발생한 시신경병증이 동반된 단안 백내장을 경험하였기에, 이를 수정체 전방의 전자 현미경 소견과 함께 보고하는 바이다.

증례보고

17세 남자 환자가 22,900V의 고압 전류가 우측 수부에 접촉하여 좌측 팔꿈치로 진출하는 전기화상을 입어 15%의 안면의 2도 화상, 양측 수부에 3도 화상을 입고 우측 전방부 절단술 및 좌측 팔꿈치와 안면부 피부 이식술을 시행 받았다. 수상 당시 뚜렷한 안증상은 없었으나 화상 이후 7주 경에 시력이 감소되는 자각 증상을 느껴 내원하였다. 내원 당시 눈꺼풀, 결막, 각막, 전방의 육안적 소견은 정상이었고 안구 운동 장애도 없었으며 최대 교정시력은 우안 20/60, 좌안 20/20, 안압은 우안 13 mmHg, 좌안 15 mmHg로 측

■ 접수 일: 2012년 5월 25일 ■ 심사통과일: 2012년 8월 4일
■ 게재허가일: 2013년 3월 23일

■ 책임저자: 김 수 진
부산광역시 중구 중구로 121
메리놀병원 안과
Tel: 051-461-2469, Fax: 051-462-3534
E-mail: pearlsj@hanmail.net

* 이 논문의 요지는 2011년 대한안과학회 제106회 학술대회에서 포스터로 발표되었음.

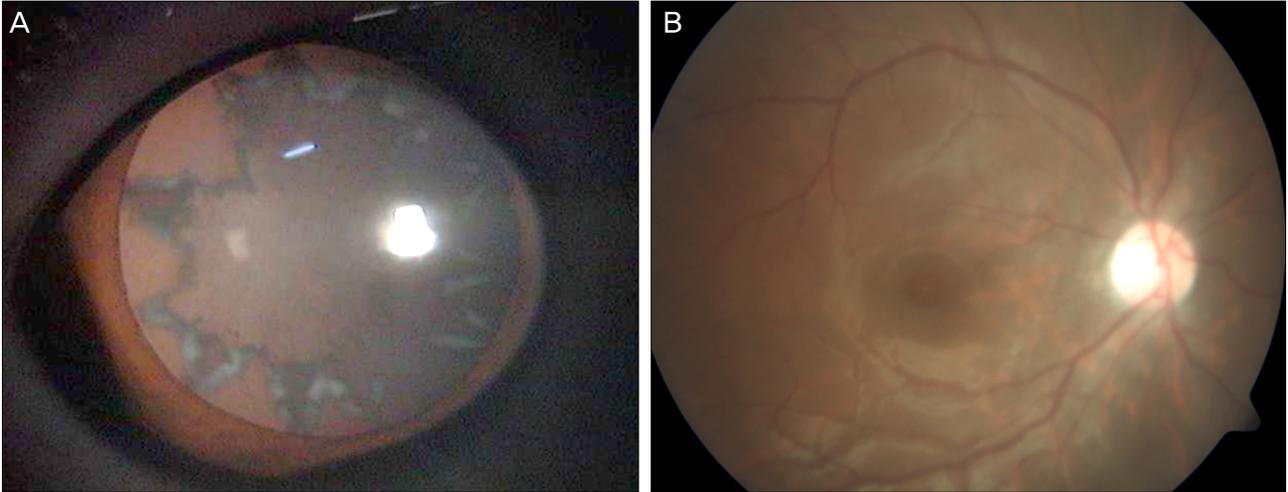


Figure 1. (A) Preoperative slit lamp examination photograph shows an anterior subcapsular radial shape-like opacities in the right eye 7 weeks after electrical injury. (B) Funduscopy photograph shows a blurred fundus, mild pale optic disc and about 0.3 of C/D ratio in the right eye.

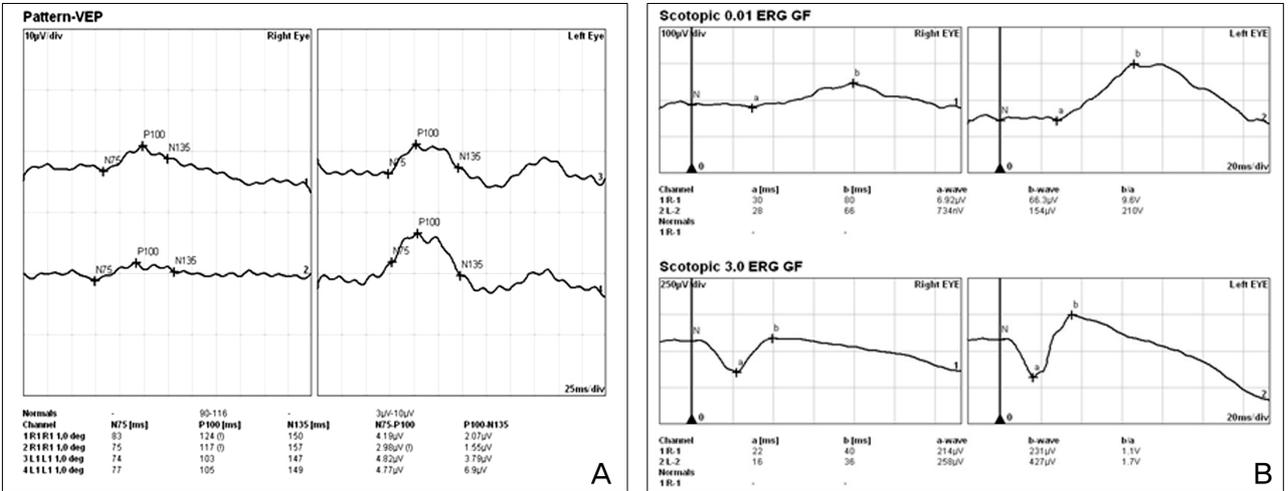


Figure 2. (A) Pattern reversal visually evoked potential (P-VEP) showed a significant delay of P100 latency and decrease of amplitude in the right eye. (B) Electroretinogram (ERG) shows decreased b-wave amplitude in the right eye.

정되었다. 우안에서 구심성 동공장애 소견이 관찰되었고, 세극등 현미경 검사상 방사상의 모양을 가진 전형적인 전낭하 혼탁 소견이 보였으며, 전낭 혼탁으로 인해 안저가 희미하게 관찰되었고 시신경 유두가 경도로 창백한 소견을 보였다(Fig. 1).

시신경 손상 정도의 평가를 위해 시행한 문양 시유발 전위 검사에서 P100 잠복기가 124 ms로 뚜렷하게 지연되고, 진폭도 감소되었으며 섬광 시유발 전위 검사에서는 좌안에 비해 우안의 P2 잠복기가 지연된 결과를 보였다. 또한 망막 전위도 검사에서는 b파 진폭이 감소되어 있었다(Fig. 2).

수상 7개월 후 우안 수정체 초음파 관류 흡인술 및 후방 인공 수정체 삽입술을 시행하였고 최대교정시력이 20/30으

로 호전되었다. 수술 후 시행한 안저 검사에서 수술 전보다 선명하게 안저를 관찰할 수 있었고, 빛간섭 단층촬영에서 황반의 특이 소견은 관찰되지 않았으나 시신경 유두의 창백한 소견은 변화가 없었다. 수술 후 11주에 시행한 시야 검사에서 우안의 이측 시야가 결손된 소견을 보였다(Fig. 3). 전기성 백내장 전낭의 상피세포 구조를 알기 위해 수술 중 채취한 전낭의 전자현미경 소견상 수정체 낭은 기저막 모양의 균일한 구조를 보이고, 수정체 상피 세포와 접하고 있으며 분명한 경계를 보이고 있었다. 세포질 내 사립체가 증가되어 있고, 과립형 내형질 망상체의 대부분이 확장되어 있으며 체강이 비어보이는 형태를 보였다(Fig. 4).

수상 후 15개월의 경과관찰 동안 우안의 술 후 최대 교정

시력은 20/30으로 유지되었으며 좌안에서는 백내장이 관찰되지 않았다.

고찰

전기적인 손상에 의해 발생하는 안과적 합병증은 안구나 부속기를 통하여 나타나며 이미 국내에서도 여러 차례 보고된 바가 있다.^{1,7-9} 전기 손상으로 각막혼탁이나 결막출혈, 급성 포도막염이나 전방출혈 등이 발생할 수 있으며, 이차성 녹내장과 수포각막병증이 포도막염 후에 발병하기도 한다. 맥락막 파열, 초자체 질환, 망막박리, 망막열공 등과 같은 망막 질환 또한 발생할 수 있으며, 시신경염도 발생할 수 있는 것으로 알려졌다.^{5,7} 백내장이 가장 흔한 합병증이지만 아직까지 발생 기전에는 많은 논란이 있으며 전류에 의한 수정체 단백질 세포의 응고, 이차성 홍채염에 속발된 전안부의 순환장애로 인한 수정체의 영양장애, 모양체근의 강력한 수축으로 인한 수정체 섬유의 치환, 자외선 혹은 적외선의 복사 에너지에 의한 변화, 수정체막의 투과성의 변화 및 수정체 전면상피세포의 심한 파괴 등의 가설이 제기되고 있다.^{10,11} 수정체 혼탁의 양상은 감전의 정도 및 검사 시기에 따라 다르며, 일반적으로 전향하에 공포 형성 및 점상 혹은 불규칙한 선상 혼탁이 나타나며, 일반적으로 혼탁이 수정체 핵까지는 침범하지 않으나 심한 경우에는 수정체 전체가 혼탁을 보이기도 한다.¹⁰⁻¹²

전기성 백내장을 일으키는 범위는 120V에서 8,000V까지 다양하나 22,900V에 의한 전기 화상 이후 발생한 백내장이 많이 보고되고 있으며 두부 감전 후에 높은 빈도로 발생하는 것으로 보고되고 있다.^{7,8,10} 감전 후 대부분의 환자에서 수상 후 12개월 이내에 첫 시력 감소가 발생하며 수정체의 혼탁이 발생하기까지 시간은 감전 후 수일부터 수년 후까지로 다양하다. 보고된 증례들에서 1-18개월, 평균

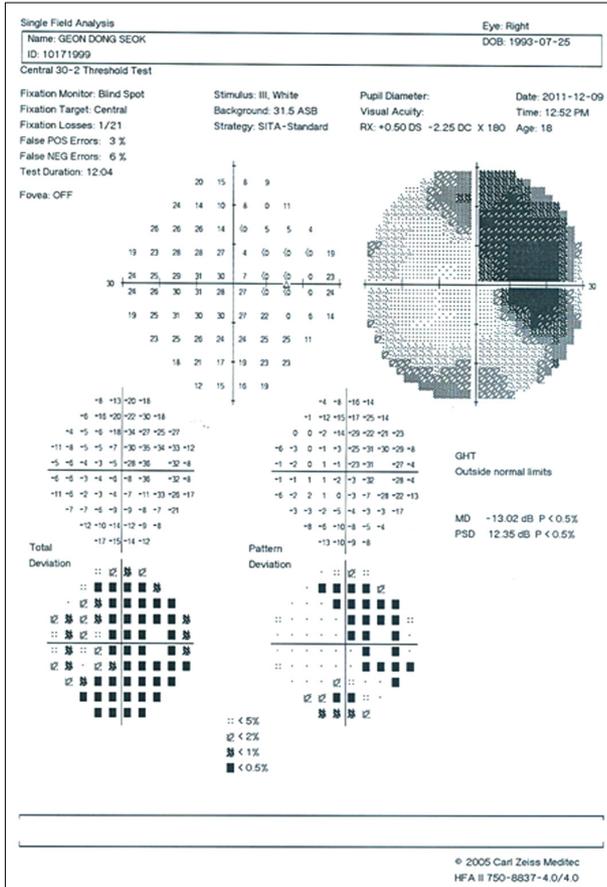


Figure 3. Thumbnail of Humphrey visual field examination shows a temporal area defect in the right eye.

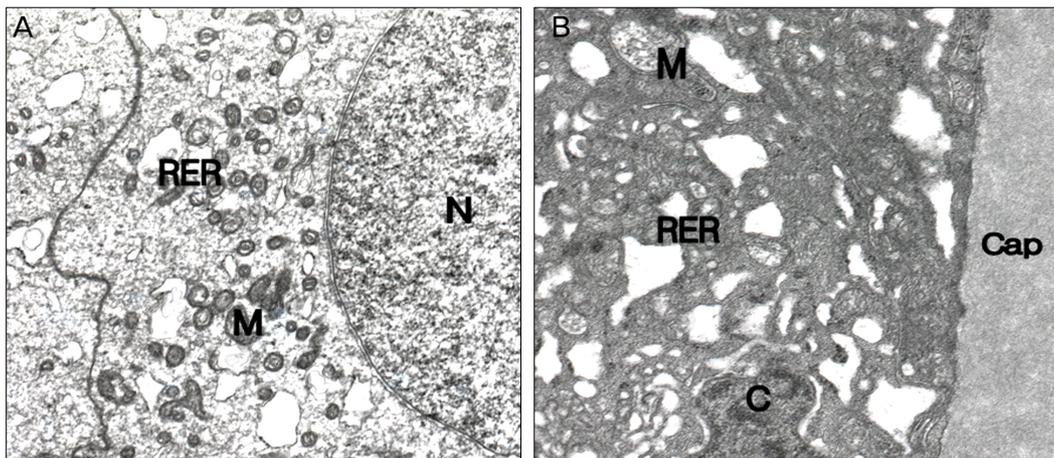


Figure 4. Electron micrograph of lens epithelial cell shows a pathologic findings of electrical cataract. (A) The number of mitochondria (M) in the cytoplasm is increased. The rough endoplasmic reticulum (RER) in the cytoplasm is dilated ($\times 8,000$). (B) Interface between the capsule (Cap) and lens epithelial cell is well preserved. Nucleus chromatin (C) clumping was slightly increased and oval shaped mitochondria (M) are presented ($\times 12,000$).

2-4개월이라고 했으며 드물게는 수정체 혼탁이 소실되어 회복되는 수도 있으나 일반적으로 서서히 진행되어 성숙백내장이 되기까지는 약 6개월이 걸린다고 하였다.¹⁰⁻¹²

전기 화상에 의한 백내장은 초기에는 수상한 측의 단안에 발생하여도 경과 관찰 동안 양안에 발생하는 경우가 보편적이거나 드물게는 단안에만 발생하는 경우도 보고되고 있으며⁴⁻⁶ 본 증례에서는 15개월의 경과관찰 동안 감전된 수부쪽에 위치한 우안에만 백내장이 발생하였다. 또한 황반에는 뚜렷한 손상이 관찰되지 않았으나 우안의 이측 시야 결손과 안저 검사상 보이는 창백한 시신경 소견 및 문양 시유발 전위 검사에서 P100 잠복기의 뚜렷한 지연 결과가 시신경병증이 동반되었음을 보여주고 있다. 전기 화상으로 인한 단안 혹은 양안의 시신경 위축은 이미 보고된 바가 있으며,^{5,13} 시신경 수막의 전기적 손상으로 인해 시신경 위축 및 구조적 손실이 발생하는 것으로 여겨지고 있다.¹⁴

전기성 백내장의 치료는 일반적인 백내장의 치료와 큰 차이가 없고 대부분의 전기성 백내장의 경우에서 수정체 초음파 유화술 혹은 수정체 낭외 적출술 및 후방 인공 수정 삽입술을 시행하여 좋은 결과를 얻었다고 보고하고 있다.^{6,7,12}

일반적인 연령 증가로 인해 발생하는 백내장의 경우 수정체 상피 세포의 전자현미경 소견상, 수정체낭은 정상과 같이 균일한 구조를 이루고 있었고 연령 증가에 따라 핵막의 함입은 증가하며, 핵 내 염색질은 고르게 분포하거나 응집 정도가 증가된 양상을 보인다고 하였다.¹⁵⁻¹⁷ 반면 세포질 소기관은 연령 증가에 따라 상대적으로 감소하는데, 이는 세포의 활성이 감소하기 때문이라고 설명되고 있다.¹⁶⁻¹⁸ 또한 전낭하형의 백내장에서는 비전낭하 백내장과 다르게 사립체 수가 오히려 증가하고 핵막의 함입이 보다 뚜렷한 것으로 알려졌다. 전낭하 백내장에서 수정체 상피세포의 핵막의 함입이 더 두드러지는 이유는 전낭하의 혼탁으로 압박을 받은 상피 세포의 핵이 좀더 불규칙한 형태를 하기 때문이라고 하였다.¹⁵

전기 백내장의 경우 발생 기전이 명확히 밝혀지지 않았지만, 전기적 자극을 받아 전낭하 수정체 상피세포가 길게 증식하고 분화하면서 혼탁을 일으켜 전낭하 백내장이 발생한다고 알려졌다.¹⁹ 전기 백내장의 미세 구조에 대한 보고에 따르면, 연령 증가로 인한 백내장의 소견과 유사하게 수정체 낭은 정상과 같은 두께로 균일한 구조를 보이고, 핵막 또한 잘 유지되고 있으며 세포질에서 확장된 내형질 망상체가 관찰되었다.^{19,20} 또한 세포질에서 골지체, 많은 수의 미세세사가 있으며 연령 증가로 인한 백내장 중 전낭하 백내장과 유사하게 사립체 수가 증가되어 있다고 하였다.^{19,20}

그러나 연령 증가로 인한 백내장에서 핵막의 함입과 염

색질의 응집이 현저한데 비해 전기성 백내장에서는 뚜렷한 양상으로 보이지는 않는데 이는 백내장의 정도보다 연령과 연관이 있기 때문이라고 설명하였다.²⁰

본 증례에서 전낭 상피 세포의 전자 현미경 소견은 이미 보고된 전기성 백내장의 전자현미경 소견과 유사하게 수정체 낭은 비교적 균일한 구조를 이루고 있었고 핵막 역시 잘 유지되고 있었으며 내형질 망상체가 확장되어 있었다. 또한 사립체 수는 증가되어 있었고 비정상적인 모양의 사립체도 일부 관찰되었으며, 핵막의 함입과 염색질 응집은 뚜렷이 보이지 않았다.

이와 같이 본 증례 및 다른 보고에서 전기 백내장의 수정체 상피 세포의 미세 구조를 알아보았으나 아직까지 전기 백내장의 기전이 명확히 밝혀지지 않아 이에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각한다.

전기 화상으로 인한 백내장은 발생 시기가 다양하며 대부분 양안으로 발생하지만 단안으로 발생하는 경우가 있으므로 환자의 자각 증상이 없더라도 조기에 안과적 검진을 통해 안과적 합병증을 진단하여 치료를 시작하여야 한다. 특히 백내장에서는 지속적인 경과 관찰을 통해 양안으로의 진행 여부를 확인해야 한다. 또한 성공적인 후방 인공 수정체 삽입술을 시행하더라도 황반 질환이나, 시신경병증, 녹내장, 포도막염이 동반된 경우 최종시력에 영향을 줄 수 있으므로 면밀한 경과관찰이 필요하다.

본 증례에서는 전기 화상으로 인해 발생할 수 있는 다양한 합병증 중에서 전기 백내장과 시신경병증이 동반되었고 우안의 시신경 병증이 백내장과 더불어 시력 저하의 원인으로 여겨지며 시유발 전위 검사와 시야 검사의 결과가 이를 뒷받침하고 있다.

저자들은 전기 화상 이후 감전된 측의 단안에 전기성 백내장이 발생하였으며 15개월의 경과관찰 동안 반대안의 백내장은 관찰할 수 없었던 단안의 전기 백내장 및 시신경병증 1예를 경험하였기에 이를 전자현미경상 수정체 전낭의 병리학적 소견과 함께 보고하는 바이다.

참고문헌

- 1) Han JR Park IW. The clinical evaluation of ocular complications from electrical burn injury. J Korean Ophthalmol Soc 2004;45: 281-6.
- 2) Fraunfelder F, Hampton R. Electrical injury. Current ocular therapy. 3rd ed. WB Saunders Co., 1990;320-7.
- 3) Solem L, Fischer RP, Strate RG. The natural history of electrical injury. J Trauma 1977;17:487-92.
- 4) Luce EA. Electrical burns. Clin Plast Surg 2000;27:133-43.
- 5) Boozalis GT, Purdue GF, Hunt JL, McCulley JP. Ocular changes

- from electrical burn injuries. A literature review and report of cases. *J Burn Care Rehabil* 1991;12:458-62.
- 6) Mutlu FM, Duman H, Cil Y. Early-onset unilateral electric cataract: a rare clinical entity. *J Burn Care Rehabil* 2004;25:363-5.
 - 7) Min HK, Kim KH, Choi YI. Clinical characteristics of electric cataract. *J Korean Ophthalmol Soc* 1995;36:1307-11.
 - 8) Cho YO, Han KS, Lee KW. Three cases of electric cataract. *J Korean Ophthalmol Soc* 1980;21:201-3.
 - 9) Park BI, Huh W. A case of electric cataract. *J Korean Ophthalmol Soc* 1985;26:799-801.
 - 10) Duke-Elder S. *System of ophthalmology*, v. 14. St. Louis: CV Mosby Co., 1972;828-35.
 - 11) Long JC. A clinical and experimental study of electric cataract. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1962;60:471-516.
 - 12) Bellows JG, Chinn H. Pathogenesis of electric cataract. *Arch Ophthalmol* 1941;26:606-12.
 - 13) von Bahr G. Electrical injuries. *Ophthalmologica* 1969;1-3: 109-17.
 - 14) Archer DB. Dermot Piere lecture. Injuries of the posterior segment of the eye. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1985;104(Pt 6): 597-615.
 - 15) Kim YJ, Ahn SK, Shyn KH. Electron microscopic findings of the cataractous lens epithelium. *J Korean Ophthalmol Soc* 1994;35: 263-70.
 - 16) Matsuura H. Electron microscopic observations in human senile and anterior polar cataract. *Yonago Acta Med* 1968;12:75-80.
 - 17) Vasavada AR, Cherian M, Yadav S, Rawal UM. Lens epithelial cell density and histomorphological study in cataractous lenses. *J Cataract Refract Surg* 1991;17:798-804.
 - 18) Straatsma BR, Lightfoot DO, Barke RM, Horwitz J. Lens capsule and epithelium in age-related cataract. *Am J Ophthalmol* 1991; 112:283-96.
 - 19) Hanna C, Fraunfelder FT. Electric cataracts. II. Ultrastructural lens changes. *Arch Ophthalmol* 1972;87:184-91.
 - 20) Yoon JW, Song BJ, Choi YI. Ultrastructure of the lens epithelium in two cases of the electric cataract. *J Korean Ophthalmol Soc* 1998;39:2938-45.

=ABSTRACT=

A Case of Unilateral Electric Cataract with Optic Neuropathy after Electric Injury

Shin Yeop Oh, MD¹, Hong Jae Park, MD², Soo Jin Kim, MD¹

Department of Ophthalmology, Maryknoll Hospital¹, Busan, Korea

Department of Ophthalmology, Haeundae Paek Hospital, Inje University College of Medicine², Busan, Korea

Purpose: Electric injury may result in cataracts, which usually occur bilaterally. In this report, we present a rare complication of such an injury presenting as a unilateral cataract with optic neuropathy.

Case summary: A 17-year-old male patient presented with gradual worsening of vision in his right eye 7 weeks after sustaining an injury from 22,900 volts of high-voltage electric current his right hand. On initial eye examination, the best corrected visual acuity (BCVA) was 20/60 in the right eye and 20/20 in the left eye. Relative afferent pupillary defect (RAPD) was noted in the right eye. Slit-lamp examination confirmed the typical anterior subcapsular lenticular opacities and funduscopy showed a slightly pale optic nerve head in the right eye. Pattern reversal visually evoked potential (P-VEP) showed a significant delay of P-100 implicit time in the right eye. After 7 months, phacoaspiration and posterior chamber intraocular lens implantation were performed in the right eye. Postoperatively, the BCVA improved to 20/30 but visual field examination showed a partial defect in the temporal area of the right eye. Cataract did not develop in the left eye during 15 months of follow-up. The electron microscopic findings showed that the number of mitochondria in the cytoplasm increased. The rough endoplasmic reticulum in the cytoplasm and microfilaments were enriched.

Conclusions: Manifestation time of ocular complications after electric injuries is different. Therefore an ophthalmic examination should be performed regularly in the early recovery period of such injuries and in particular, progression of bilateral electric cataract must be checked.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(4):680-685

Key Words: Electric cataract, Electron microscope, Optic neuropathy

Address reprint requests to **Soo Jin Kim, MD**
Department of Ophthalmology, Maryknoll Hospital
#121 Junggu-ro, Jung-gu, Busan 600-730, Korea
Tel: 82-51-461-2469, Fax: 82-51-462-3534, E-mail: pearlsj@hanmail.net