

= 증례보고 =

백내장 수술 중 전방으로 관류된 증류수에 의한 각막부종 2예

이종욱 · 이호영 · 김성진

을지대학교 의과대학 안과학교실

목적: 초음파유화술 및 인공수정체삽입술 시행 시 전방으로 관류된 증류수에 의해 발생한 각막의 독성반응과 이에 대한 치료결과를 보고하고자 한다.

증례요약: 첫 번째 환자는 60세 여자로 약 20분 정도 증류수를 이용하여 백내장수술을 진행하였다. 두 번째 환자는 70세 남자로 수술 초기 약 1분 동안 전방으로 증류수가 주입되었고 바로 평형염액으로 교체 후 수술을 진행하였다. 수술 후 1일째 첫 번째 환자에서 두 번째 환자보다 훨씬 심한 각막부종을 보였다. 두 환자 모두 1% prednisolone acetate, 5% NaCl을 수술 후 3일간은 한 시간마다 점안 사용하였고, 이후 서서히 감량하였다. 또한 경구 prednisolone을 1 mg/kg 용량으로 수술 후 일주일 동안 사용 후 서서히 감량하였다. 첫 번째 환자는 수술 후 3개월, 두 번째 환자는 수술 후 1개월 때 각막부종이 없어졌으며 첫 번째 환자에서 두 번째 환자보다 더 심한 각막내피세포 수의 감소가 발생하였다.

결론: 전방에 주입된 증류수의 양이 많았던 환자에서 더욱 심한 각막부종과 각막내피세포의 감소도 더 많았음을 확인할 수 있었지만 경과관찰 하는 동안 각막부종은 점차 감소하여 결국 투명하게 회복되었다.

〈대한안과학회지 2011;52(4):483-486〉

증류수는 수술방에서 수술도구의 세척을 위해 흔히 사용되는 용액 중의 하나이다. 본원에서 백내장 수술을 위해 평소 사용하는 평형염액 대신에 실수로 증류수를 관류액으로 달아 놓고 수술한 환자가 2예 있었다. 이에 저자들은 환자들에게 발생한 각막의 독성반응과 치료경과에 대해 보고하고자 한다.

증례보고

첫 번째 환자는 60세 여자 환자로 다른 전신질환이 없는 환자로 백내장 수술을 처음 시작할 때부터 끝날 때까지 실수로 약 20분 동안 평형염액(balanced salt solution, BSS) 대신에 증류수로 수술을 진행하였다. 수술은 초음파유화술 및 인공수정체삽입술(HOYA-60BB; Hoya Medical Pte., LTD, SG, Singapore)을 시행하였고 점탄물질은 Amvisc

plus (Bausch & Lomb, Rochester, NY, U.S.A)를 사용하였다. 수술 중 시간이 갈수록 점차 심해지는 각막부종과 전방에 홍채색소들이 부유하여 수술의 어려움이 있었으나 후방파열 없이 인공수정체는 수정체 낭 내로 삽입할 수 있었다. 수술 후 첫째 날 수술 안의 최대교정시력은 광각 유이었고 안압은 14 mmHg이었다. 각막은 매우 심한 간질부종이 윤부에서 윤부까지 전체적으로 있었고 그 결과 전방과 인공수정체도 전혀 확인되지 않았다(Fig. 1A). 즉시 점안 스테로이드(1% prednisolone acetate)와 고장성 용액(5%, NaCl)을 수술 후 3일간은 한 시간마다 사용하였고, 이후 서서히 감량하여 수술 후 2개월간 사용하였다. 또한 경구스테로이드를 1 mg/kg 용량으로 일주일 간 복용시킨 후 서서히 감량하였다. 수술 일주일 후 최대교정시력은 안전수치 30 cm, 안압은 13 mmHg이었고 각막부종은 전방의 염증세포들을 관찰할 수 있을 정도로 많이 감소하였으며(Fig. 1B), 전방의 염증은 (++)로 확인되었다. 수술 2주 후에 최대교정시력은 0.2, 안압은 15 mmHg이고 간질부종은 보다 더 감소하였다(Fig. 1C). 수술 1개월 후 최대교정시력은 0.4, 각막은 약간의 데스메막주름이 있었고 전방에서는 더 이상의 염증세포는 관찰되지 않았다. 수술 3개월 후 최대교정시력은 0.6이었고 각막은 깨끗하였다. 또한 전방과 유리체 및 망막에 어떤 이상도 발견되지 않았다. 그 이후에 측정한 최대교정시력은 수술 후 6개월에 0.7, 수술 후 1년에 0.8이었

■ 접수 일: 2010년 8월 3일 ■ 심사통과일: 2010년 11월 11일
■ 게재허가일: 2011년 2월 15일

■ 책임저자: 김 성 진
서울시 노원구 하계동 280-1
을지병원 안과
Tel: 02-970-8271, Fax: 02-970-8273
E-mail: ksj2499@yahoo.co.kr

* 본 논문의 요지는 2009년 대한안과학회 제103회 학술대회에서 포스터로 발표되었음.

다. 경면현미경 검사에서 수술 전 각막내피세포의 수는 2809 cells/mm^2 이었으나 수술 후 1개월, 2개월, 6개월, 1년은 각각 418 cells/mm^2 , 549 cells/mm^2 , 688 cells/mm^2 , 645 cells/mm^2 이었다.

두 번째 환자는 70세 남자로 고혈압 5년의 과거력 이외에 다른 전신질환을 가지고 있지 않았고 백내장수술 시 실수로 약 1~2분 정도 전방에 증류수가 관류되었다. 바로 각막에 혼탁이 와서 관류액을 확인한 결과 증류수임을 알게 되었고 즉시 평형염액으로 교체하여 나머지 수술을 진행하였다. 수술은 초음파유화술과 인공수정체삽입술(HOYA-60BB; Hoya Medical Pte., LTD)을 시행하였으며 점탄물질은 Amvisc plus (Bausch & Lomb, Rochester)를 사용하였으며 특별한 합병증 없이 수술을 마치게 되었다. 수술 후 첫 번째 환자과 같이 점안약으로 스테로이드(1%, prednisolone acetate)와 고장성 용액(5%, NaCl)을 수술 후 3일간은 한 시간마다 사용하였고, 이후 서서히 감량하여 수술 후 1개월간 사용하였다. 또한 경구로 prednisolone을 1 mg/kg 용량으로 일주일 동안 복용한 후 서서히 감량하였다. 수술 후 1일째 수술 안의 최대교정시력은 0.02 안압은 12 mmHg 이었

으며, 각막은 중등도의 간질부종이 전체적으로 있었고 전방을 통해 인공수정체의 존재를 확인할 수 있었다(Fig. 2A). 수술 후 1주일째 최대교정시력은 0.8이고 각막의 부종은 감소했으나 테스메막주름이 여전히 남아 있었다(Fig. 2B). 수술 후 한 달째 최대교정시력 0.9였고 각막부종은 모두 사라졌다(Fig. 2C). 그 이후 수술 후 3개월, 6개월, 1년째 최대교정시력은 각각 0.8, 0.9, 0.9로 확인되었다. 수술 전 경면현미경 검사에서 각막내피세포의 수는 2318 cell/mm^2 이었으나 수술 후 1달, 3개월 및 6개월째는 각각 803 cell/mm^2 , 811 cell/mm^2 , 및 756 cell/mm^2 이었다.

고 찰

백내장 수술 후 발생하는 각막부종의 대부분의 원인은 각막내피의 손상이다. 수술 중 사용하는 모든 눈 속 용액과 약제가 원인이 될 수 있으며 이것들은 전방의 PH, 오스몰 농도에 변화를 주거나 직접적으로 각막내피세포에 독성효과를 가져올 수도 있다.¹⁻³ 보고된 바에 의하면 각막내피보호를 위한 가장 좋은 안구 내 관류액은 전방의 방수와 동일



Figure 1. (A) Slit lamp photograph of the first case: On the postoperative day 1, the cornea presented severe stromal edema and Descemet's folds from limbus to limbus. The anterior chamber and IOL could not be observed due to the corneal edema. (B) On postoperative week 1, the stromal edema and Descemet's folds improved. The anterior chamber could be observed and mild inflammation in the anterior chamber was noted. (C) On postoperative week 2, most of the stromal edema resolved but diffuse mild Descemet's folds still remained.

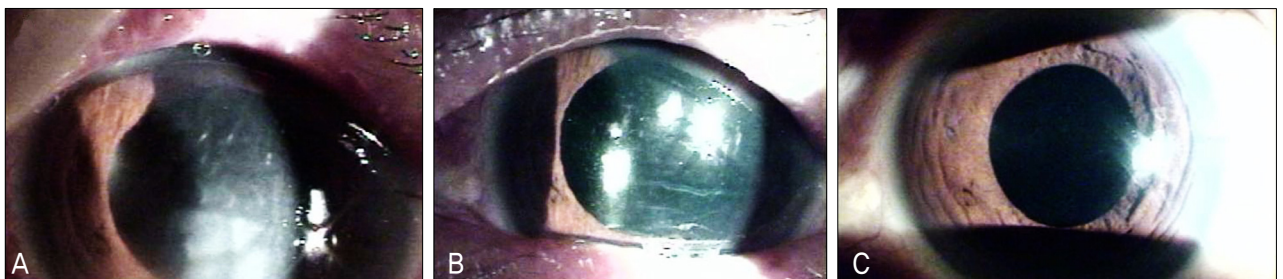


Figure 2. (A) Slit lamp photograph of the second case. At postoperative day 1, the cornea showed moderate stromal edema and Descemet's folds, especially, at the lower half of the cornea. The cells of the anterior chamber were not clearly visible due to cornea haze. (B) At the postoperative week 1, the corneal edema markedly decreased, but diffuse Descemet's folds still remained. (C) At postoperative month 1, the cornea was completely clear.

한 이온 구성과, 완충제 및 항산화제 등을 포함해야 한다고 알려져 왔다.⁴ 그중 BSS plus (Alcon Laboratories, Ft. Worth, TX, U.S.A.)를 비롯한 상품화된 백내장 수술용 관류액은 필수 이온과, 포도당, 중탄산염, 항산화 glutathione 등을 가지고 있어 각막내피의 보호기능이 있다.^{4,5} 그러나 증류수는 내피 보호에 필수적인 이온이 전혀 포함되지 않은 0 오스몰농도를 가진 정제된 물로 BSS plus가 가진 어떤 물질들도 포함하고 있지 않아 증류수가 각막에 관류된다면 각막내피에 치명적인 손상을 줄 수 있다.

국내에서는 백내장 수술 중 증류수에 의한 각막독성이 2예 보고되었는데 모두 수술초기 적은 양의 증류수가 관류된 후 나타난 반응들이었다.^{6,7} 저자들의 증례 중에서 첫 번째 환자의 경우 처음부터 수술을 마칠 때까지 약 20여 분 동안 증류수만으로 수술을 시행하였고 수술 직후 각막전체가 매우 심한 부종으로 인해 하얗게 혼탁이 왔기 때문에 당시 각막이식을 피할 수 없을 것이라 생각되었다. 하지만 수술 후 시간이 경과하면서 서서히 각막의 부종은 감소하고 약 3개월 이후에는 각막이 깨끗하게 되었다. 두 번째 환자의 경우에는 국내에 보고된 증례처럼 수 분만 증류수가 관류되었고 이후 각막이 깨끗하게 걸린 시간까지 약 한 달의 기간이 소요되었다. 이 같은 결과를 봤을 때 증류수에 노출된 시간과 양에 비례하여 각막의 독성반응도 더 심하게 나타남을 알 수 있었으며 회복기간도 더 많은 시간이 필요함을 알 수 있었다. 이는 객관적으로 확인할 수 있는데 손상된 각막내피의 수를 비교해보면 수술 전과 수술 후 한 달째 경면현미경 검사에서 보인 각막내피세포수의 감소량에서 차이가 있었다. 수술 한 달 후 첫 번째 증례의 경우는 수술 전에 비해 85.12%의 각막내피세포수의 감소를 보인 반면에 두 번째 증례의 경우 65.36%의 감소가 있었음을 확인할 수 있었다.

두 환자의 치료로 점안 및 경구 스테로이드를 사용하였고 이와 함께 고장성 용액을 사용하여 각막부종의 감소에 좋은 효과를 보였다. 점안 스테로이드(1%, prednisolone acetate) 및 경구 스테로이드(prednisolone 1 mg/kg)의 사용은 각막내피세포 주위로 다형핵백혈구의 이동 및 혈관투과성을 감소시켜 염증반응에 의한 각막부종을 감소시킨 것으로 생각되며, 고장성 용액(5%, NaCl)의 사용은 증류수에 의해 발생한 저 삼투압성 세포외기질 및 세포내 부종을 감소시키는 데 도움이 된 것으로 생각된다. 하지만 약물치료에 좋은 효과를 보였음에도 불구하고 두 환자 모두에서 각막내피의 심각한 손상을 막을 수는 없었다. 각막내피는 시간에 따라서 점점 감소하는 데 해마다 0.6%의 감소비율로 감소하고 있으며 이론적으로 약 800개/mm² 이하의 각막내피수를 가질 경우에는 각막기능부전에 빠질 수 있고 이로

인해 각막의 투명도를 잃을 수 있다.⁸ 따라서 이러한 환자들에 대해서는 장기적인 경과관찰이 반드시 필요하다고 할 수 있겠다.

이번 증례와 같이 수술 중 증류수의 사용에 의한 수술 후 각막의 독성반응은 백내장 수술 후 발생하는 독성 전방 증후군과 그 임상양상이 비슷하다. 그러나 다양한 원인에 의해 유도된 염증반응에 의한 각막부종을 병태생리로 보이는 독성 전방 증후군과는 달리, 수술 중 증류수의 전방 내 관류에 의하여 발생한 각막의 독성반응은 증류수와 각막의 삼투압차에 의하여 발생하는 직접적인 세포손상과 염증 및 부종이 가장 중요한 병리기전이다. 비록 각막부종 및 손상이 발생하는 기전에 차이가 있으나, 염증을 완화시키는 스테로이드와 부종의 감소를 촉진하는 고장성 용액의 사용은 증류수에 의해 발생한 각막부종의 치료에도 효과적인 것으로 생각된다.

결론적으로 이번 두 증례를 통하여, 증류수에 의해 발생한 각막의 독성반응은 관류된 양에 비례하여 각막의 내피 손상도 더 심하게 올 수 있으며 회복도 느림을 확인할 수 있었다. 따라서 백내장 수술 도중 부주의로 증류수가 사용되었을 시에는 즉시 평형염액으로 교체하는 것이 각막내피의 손상을 최소화 할 수 있다고 생각된다. 또한 비록 각막윤부에서 반대쪽 윤부까지 하얗게 혼탁이 올 정도로 매우 심한 각막부종이 왔다 하더라도 조기에 각막이식을 고려하기 보다는 점안 및 경구 스테로이드 치료와 고장성 용액 등의 보존적 치료를 하면서 경과관찰을 하는 것이 우선일 것이라 저자들은 생각한다. 증류수는 수술기구에 대한 소독 및 청소를 위해 수술방에서 흔히 사용되는 용액으로 부주의로 백내장수술에 사용될 가능성이 많다. 수술자들은 수술 전에 준비된 관류액에 대하여 반드시 평형염액인지 확인하는 것이 이러한 예기치 않은 실수를 막는 최선이라고 생각한다.

참고문헌

- 1) Anderson NJ, Edelhauser HF. Toxicity of ocular surgical solutions. *Int Ophthalmol Clin* 1999;39:91-106.
- 2) Hyndiuk RA, Schultz RO. Overview of the corneal toxicity of surgical solutions and drugs: and clinical concepts in corneal edema. *Lens Eye Toxic Res* 1992;9:331-50.
- 3) Glasser DB, Edelhauser HF. Toxicity of surgical solutions. *Int Ophthalmol Clin* 1989;29:179-87.
- 4) Edelhauser HF, Gonnering R, Van Horn DL. Intraocular irrigating solutions. A comparative study of BSS Plus and lactated Ringer's solution. *Arch Ophthalmol* 1978;96:516-20.
- 5) McDermott ML, Edelhauser HF, Hack HM, Langston RH. Ophthalmic irrigants: a current review and update. *Ophthalmic Surg* 1988;19:724-33.

- 6) Yoon KC, Lim DW, Yang KJ. Toxic corneal reaction induced by distilled water infused during cataract operation. J Korean Ophthalmol Soc 2003;44:1448-51.
- 7) Choi DW, Chung IY, Seo SW, Song JK. A case of anterior chamber irrigation with distilled water during cataract operation. J Korean Ophthalmol Soc 2004;45:328-32.
- 8) Edelhauser HF. The resiliency of the corneal endothelium to refractive and intraocular surgery. Cornea 2000;19:263-73.

=ABSTRACT=

Two Cases of Corneal Edema Caused by Distilled Water during Cataract Surgery

Jong Wook Lee, MD, Hoyoung Lee, MD, Sung Jin Kim, MD

Department of Ophthalmology, Eulji General Hospital, Eulji University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To report two cases of toxic corneal reaction induced by infusion of distilled water into anterior chamber during cataract surgery.

Case summary: The first case was a 60-year-old female who was inadvertently infused with distilled water for 20 minutes during phacoemulsification in place of balanced salt solution (BSS). The second case was a 70-year-old male who received anterior chamber irrigation with distilled water for approximately 1 minute then and then immediately irrigated with BSS as soon as the mistake was identified. In both cases, topical 1% prednisolone acetate and 5% NaCl solution was immediately administered every hour as well as oral prednisolone at 1 mg/kg for one week after which the dose was slowly tapered. The first case completely returned to normal after 3 months, whereas the second case only required 1 month to return to pre-surgery conditions.

Conclusions: Patients who were exposed to distilled water within the anterior chamber resulted in corneal endothelial damage and corneal edema proportionate to the amount irrigated. However, The corneal edema gradually healed with treatment and eventually regained translucency without complications, completely.

J Korean Ophthalmol Soc 2011;52(4):483-486

Key Words: Corneal edema, Distilled water, Endothelial loss, Hypertonic solution, Steroid

Address reprint requests to **Sung Jin Kim, MD**

Department of Ophthalmology, Eulji General Hospital

#280-1 Hagye-dong, Nowon-gu, Seoul 139-872, Korea

Tel: 82-2-970-8271, Fax: 82-2-970-8273, E-mail: ksj2499@yahoo.co.kr