

학대뇌손상 영아에서 스마트폰으로 촬영한 안저소견

Smartphone Fundus Photography in an Infant with Abusive Head Trauma

김용현¹ · 최신영¹ · 이지숙² · 윤수환³ · 정승아¹

Yong Hyun Kim, MD¹, Shin Young Choi, MD¹, Ji Sook Lee, MD²,
Soo Han Yoon, MD, PhD³, Seung Ah Chung, MD, PhD¹

아주대학교 의과대학 안과학교실¹, 아주대학교 의과대학 응급의학과교실², 아주대학교 의과대학 신경외과교실³

Department of Ophthalmology, Ajou University School of Medicine¹, Suwon, Korea
Department of Emergency Medicine, Ajou University School of Medicine², Suwon, Korea
Department of Neurosurgery, Ajou University School of Medicine³, Suwon, Korea

Purpose: To report fundus photography using a smartphone in an infant with abusive head trauma.

Case summary: An 8-month-old male infant presented to the emergency room with decreased consciousness and epileptic seizures that the parents attributed to a fall from a chair. He had no external wounds or fractures to the skull or elsewhere. However, computerized tomography of the brain revealed an acute subdural hematoma in the right cranial convexity and diffuse cerebral edema, leading to a midline shift to the left and effacement of the right lateral ventricle and basal cistern. The attending neurosurgeon promptly administered a decompressive craniectomy. Immediately after the emergency surgery, a fundus examination revealed numerous multi-layered retinal hemorrhages in the posterior pole extending to the periphery in each eye. He also had white retinal ridges with cherry hemorrhages in both eyes. We acquired retinal photographs using the native camera of a smartphone in video mode. The photographer held the smartphone with one hand, facing the patient's eye at 15-20 cm, and held a 20 diopter condensing lens at 5 cm from the eye in the other hand. Our documentation using a smartphone led to a diagnosis of abusive head trauma and to obtain the criminal's confession, because the findings were specific for repetitive acceleration-deceleration forces to an infant's eye with a strong vitreoretinal attachment.

Conclusions: This ophthalmic finding had a key role in the diagnosis of abusive head trauma. This case presented the diagnostic use of a smartphone for fundus photography in this important medicolegal case.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(11):1313-1316

Keywords: Abusive head trauma, Retinal hemorrhages, Shaken baby syndrome, Smartphone fundus photography

■ Received: 2017. 8. 24. ■ Revised: 2017. 9. 6.

■ Accepted: 2017. 10. 16.

■ Address reprint requests to **Seung Ah Chung, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Ajou University Hospital, #164
World cup-ro, Yeongtong-gu, Suwon 16499, Korea
Tel: 82-31-219-5257, Fax: 82-31-219-5259
E-mail: mingming8@naver.com

* This study was presented as a poster at the 117th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2017.

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

흔들린 아이 증후군(shaken baby syndrome)으로 흔히 알려져 있는 학대뇌손상(abusive head trauma)은 뚜렷한 두부 외상 없이 영유아를 심하게 앞뒤로 흔들어 발생하며, 설명되지 않는 급성 뇌병증, 뇌출혈(특히 경막하출혈), 망막출혈을 특징으로 한다.^{1,4} 외상성 영아사망의 가장 흔한 원인으로 사망률이 30%까지 보고되고 있고 30%에서는 심각한 신경학적 후유증을 남긴다.^{1,3} 그러나 뚜렷한 외상의 흔적이 없고, 가해자가 흔들림 병력을 숨기는 경우가 많아서 진단하기 어려울 때가 많다. 따라서 객관적인 임상소견과 영상 검사결과가 진단에 중요한 역할을 한다.^{1,4}

© 2017 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.

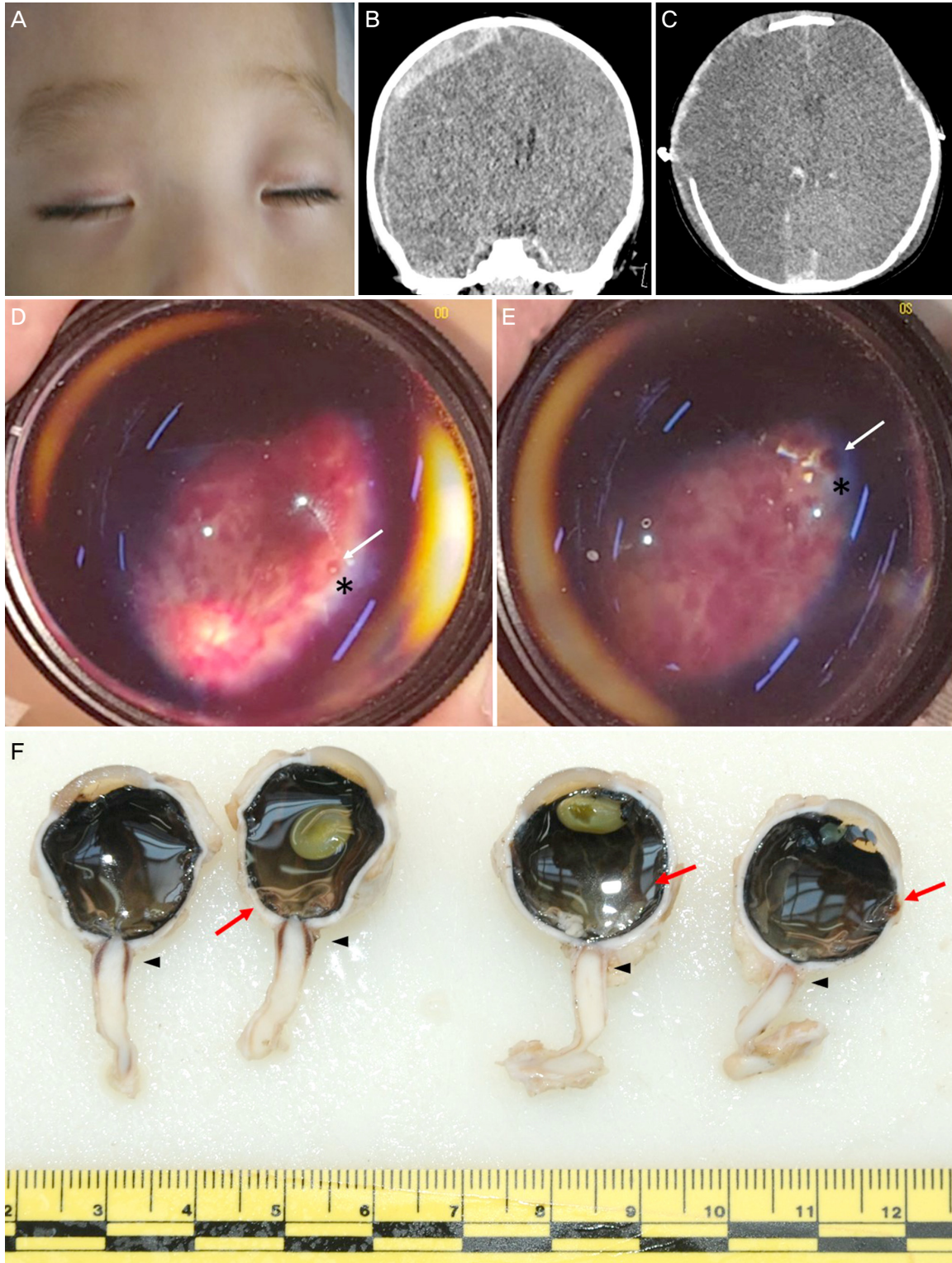


Figure 1. Clinical photography, computed tomography (CT) scan of the brain, smartphone photographs of the fundus, and cross-section of gross examination on autopsy. (A) Absence of external signs of ocular trauma, but presence of a pale-blue eyelid margin. (B) CT scan showing subdural hemorrhage at the right cranial convexity with a midline shift to the left, and effacement of the right lateral ventricle and basal cistern. (C) Protruded swollen brain after decompressive craniectomy. (D, E) Smartphone photographs of the fundus, showing numerous multilayered retinal hemorrhages and a portion of a white retinal ridge (asterisk) with a cherry hemorrhage (white arrow) in the right eye (D) and the left eye (E). (F) Hemorrhages inside the dural sheath of the optic nerve (arrowheads) and cherry retinal hemorrhages (red arrows) in both eyes.

학대뇌손상의 85%에서 망막출혈이 관찰되고, 1-5%에서는 뇌출혈이나 뇌부종 없이 망막출혈만 관찰되기도 하므로 학대뇌손상 진단에 있어 안저소견은 매우 중요하다.^{1,3} 안저촬영은 진단뿐만 아니라 법의학적으로도 중요하여 RetCam (Massie Research Laboratories, Pleasanton, CA, USA)을 이용한 안저촬영이 권장된다.⁴ 하지만 이러한 고가의 장비가 구비되지 않은 상황에서도 스마트폰을 이용하여 안저를 손쉽게 촬영하는 방법이 최근 소개되었다.⁵ 이에 이전까지 보고되지 않은 스마트폰으로 촬영한 학대뇌손상 환자의 안저소견을 보고하고자 한다.

증례보고

생후 8개월 남아가 내원 2시간 전 50 cm 높이 소파에서 떨어진 후 지속적인 발작과 의식저하를 보여 응급실로 내원하였다. 표면적인 외상 흔적은 없었고, 두개골을 포함하여 시행한 X-선 촬영에서 뚜렷한 골절소견은 관찰되지 않았다(Fig. 1A). 뇌 전산화단층촬영에서 광범위한 우측 경막하출혈과 혈종, 심한 뇌부종으로 우측 뇌실과 뇌바닥수조가 소실되고 정중선이 좌측으로 치우쳐져 있었다(Fig. 1B, C). 두개내압을 감소시키기 위해서 즉시 혈종제거술과 머리뼈절제술을 시행하였고, 약물치료(20% mannitol 12.5 mL × 6회/day, sodium valproate 30 mg/kg, fosphenytoin sodium 15 mgPE/kg, pentobarbital sodium 5 mg/kg, tranexamic acid 500 mg)도 병행하였다.

응급수술 후 시행한 동공검사에서 양안 동공빛반응이 매우 느리고 양안 동공이 5-6 mm로 확대되어 있었다. 안저검사에서 양안 시신경유두 주변 망막출혈이 있었지만 시신경유두에는 심한 부종이 없었다. 여러 층의 다발성 망막출혈이 양안에서 주변부망막까지 광범위하게 관찰되었고 용기되어 있는 망막주름과 그 주변에 하얀 테두리를 가지는 특징적인 체리모양 망막출혈이 있었다(Fig. 1D, E). 환자 상태가 위중하여 이동이 불가능하여 중환자실에서 추가적인 동공확대 없이 Galaxy S6 스마트폰(Samsung Inc., Suwon, Korea)을 이용하여 안저를 촬영하였다. 도상검안경검사를 하듯이 환자 눈에서부터 5 cm 높이에 20디오프터렌즈를, 15-20 cm 높이에 스마트폰을 두고 플래시를 켜 채 동영상 촬영방식으로 촬영하였다. 스마트폰의 플래시가 동축광원으로 사용되었고 촬영하는 동안 스마트폰 화면을 보면서 검사거리를 조절하였다. 동영상촬영 후 망막출혈이 선명하게 촬영된 사진(1,440 × 2,560 pixels)을 선택하였다. 환자 머리를 만지거나 위치를 움직일 수 없어서 후극부 사진만 촬영하였다. 하지만 스마트폰으로 촬영된 여러 층에 걸친 망막출혈과 황반부주변 망막주름, 하얀 테두리를 가지는

체리모양 망막출혈은 유리체망막 부착이 견고한 영아에서 반복적인 가속-감속 손상에 의해 발생하는 전형적인 망막소견이어서 가해자의 진술을 받는 데 중요한 역할을 하였다. 내원 20일째 환아는 뇌간마비로 사망하였다. 부검결과 양안에서 흡수되지 못한 망막출혈과 양안 시신경집에서도 경막하출혈이 확인되었다(Fig. 1F).

고 찰

학대뇌손상은 영유아 머리가 앞뒤로 심하게 흔들리면서 각가속-감속(angular acceleration-deceleration) 손상이 지속적으로 작용하여 대뇌피질과 정맥동을 연결하는 연결뇌정맥(bridge vessels)이 찢어져 경막하출혈이 발생하고 이로 인한 뇌부종과 두개내압상승이 함께 발생한다.¹⁶ 이때 발생하는 망막출혈도 주로 두개내압상승에 의한 이차적인 손상이 아니라 각가속-감속 손상에 의해 일차적으로 발생하며, 광범위한 망막에서 다량의 망막출혈이 특징적으로 여러 층에 걸쳐 나타난다.^{1,3,4} 본 증례에서도 두개 내와 연결되는 시신경유두는 비교적 보존되었지만 광범위한 다발성 망막출혈이 양안에서 관찰되었다. 3세 미만 영유아에서 두개내손상과 망막출혈이 함께 있으면 학대뇌손상 예측도가 71%에 이른다.⁷ 영유아는 유리체-망막부착이 견고하여 망막내경계막이 유리체에 부착된 채 망막출혈 주변 망막이 용기되어 하얀 테두리를 가지는 특징적인 체리모양 망막출혈(cherry hemorrhage)이 잘 발생한다.^{1,3,8,9} 또한 유리체-망막부착이 견고한 황반부주변으로 망막주름(perimacular ridge)이 생기고, 망막층간분리가 망막박리보다 흔히 발생한다.^{1,9} 본 증례에서도 황반부주변 망막주름과 그 주변에 하얀 테두리를 가지는 체리모양 망막출혈이 관찰되었다.

학대뇌손상에서 안저를 촬영하기 위해서는 위중한 환자의 상태로 인해 이동이 가능한 촬영장비가 필요한 경우가 대부분이다. 광범위한 안저를 촬영할 수 있고 형광안저혈관조영술도 가능한 RetCam이 가장 바람직한 촬영장비일 수 있지만,¹⁴ 고가의 장비를 구비하지 못하는 상황에서도 안저촬영은 가능하였다.⁵ 스마트폰을 이용한 안저촬영은 주로 개발도상국에서 미숙아망막병증, 당뇨병망막병증의 선별검사나 원격진료를 위해 소개되고 있다.⁵ 비록 RetCam을 이용한 안저촬영에는 미치지 못하지만 광각렌즈를 이용하면 보다 주변부망막까지 재현성 있게 안저를 촬영할 수 있다.¹⁰ 본 증례처럼 상태가 위중하고 주변의료기기가 많은 경우에는 비교적 손쉽게 촬영할 수 있고 비접촉성, 무산동, 원격전송이 가능한 스마트폰 안저촬영이 유용할 수도 있겠다.^{10,11}

안저검사는 학대뇌손상 진단에 결정적인 역할을 한다. 특별한 장비 없이도 시행할 수 있는 스마트폰 안저촬영이

중요한 법의학적 단서로 사용될 수 있음을 염두에 두어야 하겠다.

REFERENCES

- 1) Levin AV. Retinal hemorrhage in abusive head trauma. *Pediatrics* 2010;126:961-70.
- 2) Pierre-Kahn V, Roche O, Dureau P, et al. Ophthalmologic findings in suspected child abuse victims with subdural hematomas. *Ophthalmology* 2003;110:1718-23.
- 3) Maguire SA, Watts PO, Shaw AD, et al. Retinal haemorrhages and related findings in abusive and non-abusive head trauma: a systematic review. *Eye (Lond)* 2013;27:28-36.
- 4) Ng WS, Watts P, Lawson Z, et al. Development and validation of a standardized tool for reporting retinal findings in abusive head trauma. *Am J Ophthalmol* 2012;154:333-9.e5.
- 5) Ryan ME, Rajalakshmi R, Prathiba V, et al. Comparison among methods of retinopathy assessment (CAMRA) Study: smartphone, nonmydriatic, and mydriatic photography. *Ophthalmology* 2015;122:2038-43.
- 6) Maguire S, Pickerd N, Farewell D, et al. Which clinical features distinguish inflicted from non-inflicted brain injury? A systematic review. *Arch Dis Child* 2009;94:860-7.
- 7) Bhardwaj G, Jacobs MB, Martin FJ, et al. Photographic assessment of retinal hemorrhages in infant head injury: the Childhood Hemorrhagic Retinopathy Study. *J AAPOS* 2017;21:28-33.e2.
- 8) Breazzano MP, Unkrich KH, Barker-Griffith AE. Clinicopathological findings in abusive head trauma: analysis of 110 infant autopsy eyes. *Am J Ophthalmol* 2014;158:1146-54.e2.
- 9) Muni RH, Kohly RP, Sohn EH, Lee TC. Hand-held spectral domain optical coherence tomography finding in shaken-baby syndrome. *Retina* 2010;30:S45-50.
- 10) Yusuf IH, Barnes JK, Fung TH, et al. Non-contact ultra-widefield retinal imaging of infants with suspected abusive head trauma. *Eye (Lond)* 2017;31:353-63.
- 11) Saleh M, Schoenlaub S, Desprez P, et al. Use of digital camera imaging of eye fundus for telemedicine in children suspected of abusive head injury. *Br J Ophthalmol* 2009;93:424-8.

= 국문초록 =

학대뇌손상 영아에서 스마트폰으로 촬영한 안저소견

목적: 학대뇌손상 영아에서 스마트폰으로 촬영한 안저소견을 보고하고자 한다.

증례요약: 생후 8개월 남아가 소파에서 떨어진 후 지속적인 발작과 의식저하를 보여 응급실로 내원하였다. 표면적인 외상이나 두개골과 긴뼈에서 골절소견은 관찰되지 않았지만, 뇌 전산화단층촬영에서 광범위한 우측 경막하출혈과 혈종, 심한 뇌부종으로 우측 뇌실과 뇌바닥수조가 소실되고 정중선이 좌측으로 치우쳐져 있었다. 두개내압을 감소시키기 위해서 즉시 머리배절제술을 시행하였다. 응급수술 직후 시행한 안저검사서 망막의 여러 층에 걸친 광범위한 다발성 출혈이 양안에서 관찰되었고, 움기되어 있는 망막주름 주변에 체리모양 망막출혈이 있었다. 환아 눈에서부터 5 cm 높이에 20디오프터렌즈를, 15-20 cm 높이에 스마트폰을 두고 동영상촬영방식으로 안저를 촬영하였다. 촬영된 안저소견은 유리체망막 부착이 강한 영아에서 반복적인 가속-감속력이 안구에 가해지면 발생하는 전형적인 소견이어서, 진단과 가해자의 진술을 받는 데 중요한 역할을 하였다.

결론: 학대뇌손상 진단에서 안저검사는 매우 중요하다. 특별한 장비 없이도 시행할 수 있는 스마트폰 안저촬영이 하나의 중요한 법의학적 단서로 사용될 수 있었다.

〈대한안과학회지 2017;58(11):1313-1316〉