

하지 대퇴골과 경골 골절 고정술 후에 발생한 뇌 지방색전증

순천향대학교 의과대학 부천병원 신경외과학교실¹, 영상의학과학교실²

김기훈¹ · 이아름² · 황선철¹

Cerebral Fat Embolism after Intramedullary Nailing for Femur and Tibia Fractures: A Case Report

Ki-Hoon Kim, MD¹, Aleum Lee, MD² and Sun-Chul Hwang, MD, PhD¹

¹Department of Neurosurgery, ²Radiology, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon Hospital, Bucheon, Korea

We are to report a case of cerebral fat embolism for presenting with unconsciousness without any respiratory dysfunction after intramedullary nailing for femur and tibia fractures. A sixteen-year-old boy was involved in motorcycle accident. His consciousness was alert. He had closed shaft fractures of left femur and left tibia and underwent standard femoral and tibial nail insertions. During the operation, there was no change of vital signs and saturation of oxygen. The consciousness was stuporous after the surgery. The brain CT was normal, but multiple high-signal intensity lesions in T2-weighted and diffusion-weighted images were found at bilateral cerebral hemispheres, corpus callosum, and pons. He woke up on postoperative day 12 and recovered to speak fluently without any neurological deficits at 3 months later. MR image should be recommended if the patient is not neurologically stable after the surgery for lone-bone fractures.

(Korean J Neurotrauma 2013;9:157-162)

KEY WORDS: Fat embolism · Fracture fixation · Magnetic resonance imaging.

서 론

다발성 골절 혹은 긴뼈 골절(long-bone fractures) 환자에서 골절 후의 폐에 지방색전은 흔하게 발생하나, 증상을 일으키는 경우는 상대적으로 적다.^{1,12)} 골절에 비해 발생 빈도는 낮지만 전무관절성형술(total knee arthroplasty) 후에도 뇌 지방색전증(cerebral fat embolism)이 발생하는 것으로 알려져 있으며 이는 관절성형술이 골수가 노출되기 때 문으로 이해가 된다.¹⁰⁾ 지방색전에서 특징적인 폐의 색전증을 동반하지 않으면서 뇌 지방색전증이 발생한 경우는 매우 드물게 보고되고 있다.^{5,9,11)} 뇌 지방색전증은 전산화단층촬영

영에서는 발견되지 않고, 자기공명영상에서 더 쉽게 관찰된다.⁵⁾ 자기공명영상에서는 확산강조영상과 T2 강조영상에서 잘 관찰되는 것으로 알려져 있다.^{2,15)}

저자들은 대퇴골과 경골의 골절의 정복과 고정술 후에 발생한 폐색전증을 동반하지 않고 뇌 지방색전증만을 보였던 증례를 보고한다. 이 증례와 함께 특징적인 영상검사 소견에 대해서 기술하고자 한다.

증 례

오토바이를 운전하고 가던 16세 남자가 오후 10시경 승합차에 추돌되면서 발생한 좌측 하지의 넓적다리와 종아리의 통증으로 응급실에 내원하였다. 환아는 사고 당시를 정확하게 기억하지는 못하였으나 의식은 명료하였고, 신경학적 이상은 보이지 않았다. 좌측 종아리에는 약 4 cm 가량의 열상이 동반되어 있었으며 단순방사선촬영에서 대퇴골의 줄기(shaft)와 경골과 비골의 줄기에 폐쇄성 골절이 관찰되었

Received: August 28, 2013 / **Revised:** September 21, 2013

Accepted: September 21, 2013

Address for correspondence: Sun-Chul Hwang, MD, PhD
Department of Neurosurgery, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon Hospital, 170 Jomaru-ro, Wonmi-gu, Bucheon 420-767, Korea

Tel: +82-32-621-5291, Fax: +82-32-621-5016

E-mail: sunchulh@schmc.ac.kr

다 (Figure 1). 수술 다음 날 오전 10시경에 대퇴골과 경골 골절에 대해 정형외과적 응급수술을 진행하였다. 대퇴골은 골절부위를 정복 후에 구멍확장기(reamer)를 이용하여 골수를 확장한 후에 직경 11 mm의 골수내못고정기구(intramedullary nail)를 삽입 후 나사로 고정하였다. 경골의 골절도 같은 방법으로 직경 11 mm의 골수내못고정기구를 삽입하고 고정하였다 (Figure 1). 수술은 약 2시간 30분이 소요되었으며, 수술 중 활력징후는 정상적이었고, 산소포화도도 정상범위였다. 수술 중 수혈은 하지 않았다.

수술 직후 마취 회복실에서 의식이 회복되지 않아 중환자실에 입실하였다. 검사실 소견으로 혈중 혈색소 10.3 gm/dL, 헤마토크리트 29%였고, 동맥혈가스분석에서 이산화탄소분압과 산소분압은 각각 44.4 mm Hg와 173.9 mm Hg였다. 의식은 혼미(stupor)하였고 운동마비는 명백하지 않았다. 외상과 관련된 병변의 발생을 확인하기 위해 촬영한 두부 전산화단층촬영에서 두개강내 이상 소견은 관찰되지

않았다 (Figure 2). 흉부 단순방사선촬영에서도 폐에 이상 소견은 보이지 않았고, 수술 2일째에 시행한 두부 전산화단층촬영에서도 특이 소견은 관찰되지 않았다.

환아는 수술 3일째까지 의식을 회복하지 못하여 두부 자기공명영상을 촬영하였다. 확산강조영상, T2 강조영상, fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) 영상에서 뇌교, 뇌량팽대(splenium of corpus callosum), 뇌실주위의 심부 백질, 대뇌피질에 다발성의 고신호 음영이 관찰되었다. T1 강조영상에서는 저신호 음영이 관찰되었으나 병변으로 보기에는 분명하지 않았다 (Figure 3). 심장에서 오른쪽 선트(right to left shunt)를 확인하기 위해 실시한 심초음파(echocardiogram)에서 심장기능은 정상적이었다. 환아는 임상증상을 가진 폐색전증이 동반되지 않은 뇌 지방색전증으로 평가되었고 수액요법과 dexamethasone 10 mg 정맥주사를 수술 10일째까지 유지한 후에 감량하였다. 수술 12일경부터 의식이 회복되었으나 정신 혼동을 보였으며, 하지

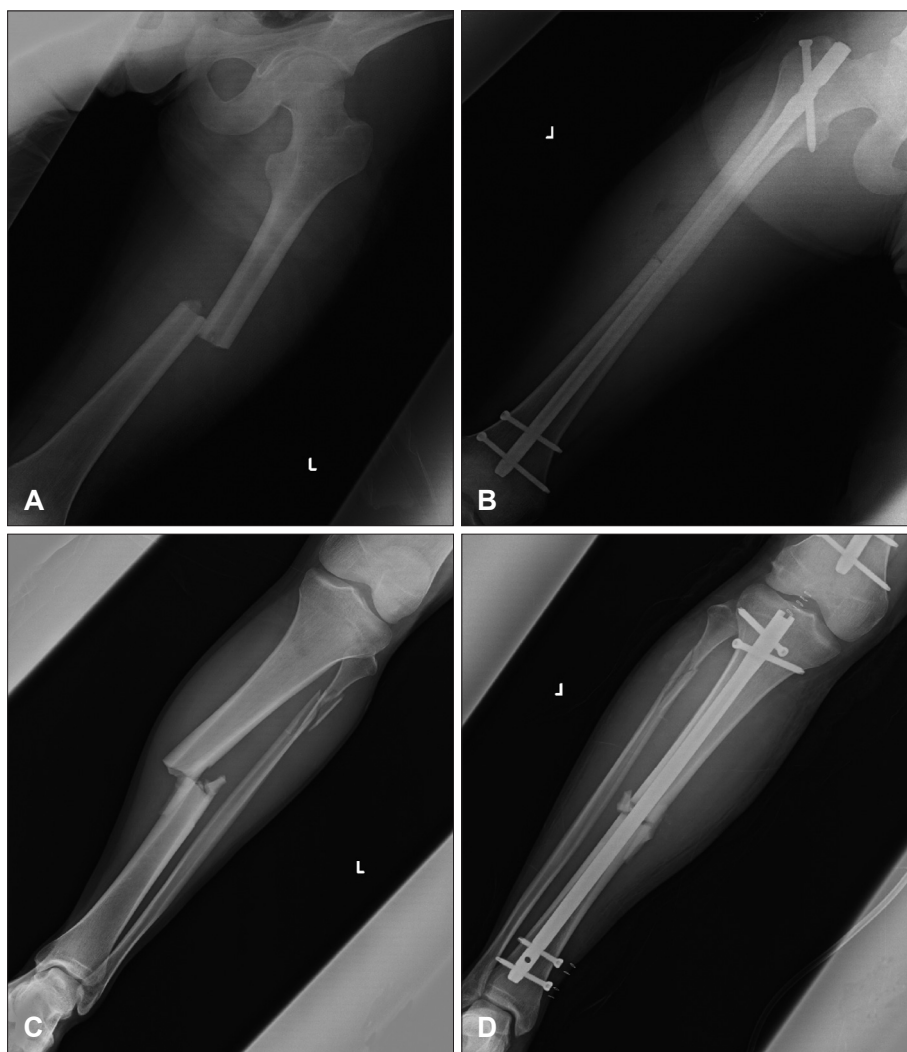


FIGURE 1. Simple radiographs of the left leg. Shaft fracture and dislocation (A) and postoperative intramedullary nailing (B) on the left femur. Left tibial and fibular fractures (C) and intramedullary nailing on the tibia (D).

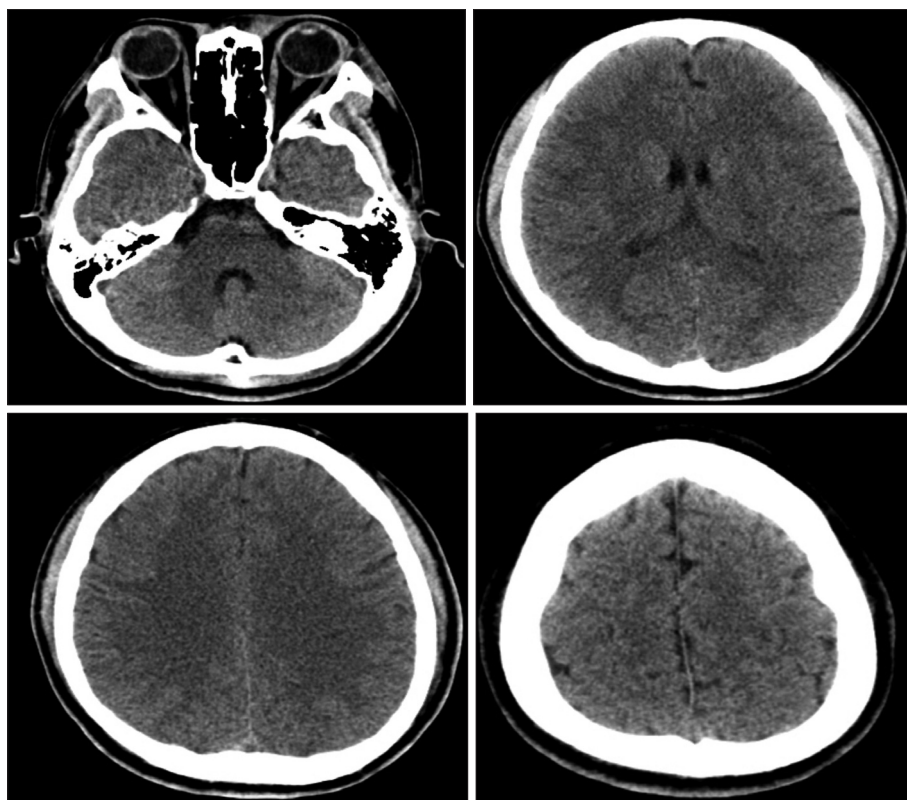


FIGURE 2. Computed tomography immediate after the orthopedic surgery. No abnormal density was visualized in the brain parenchyme.

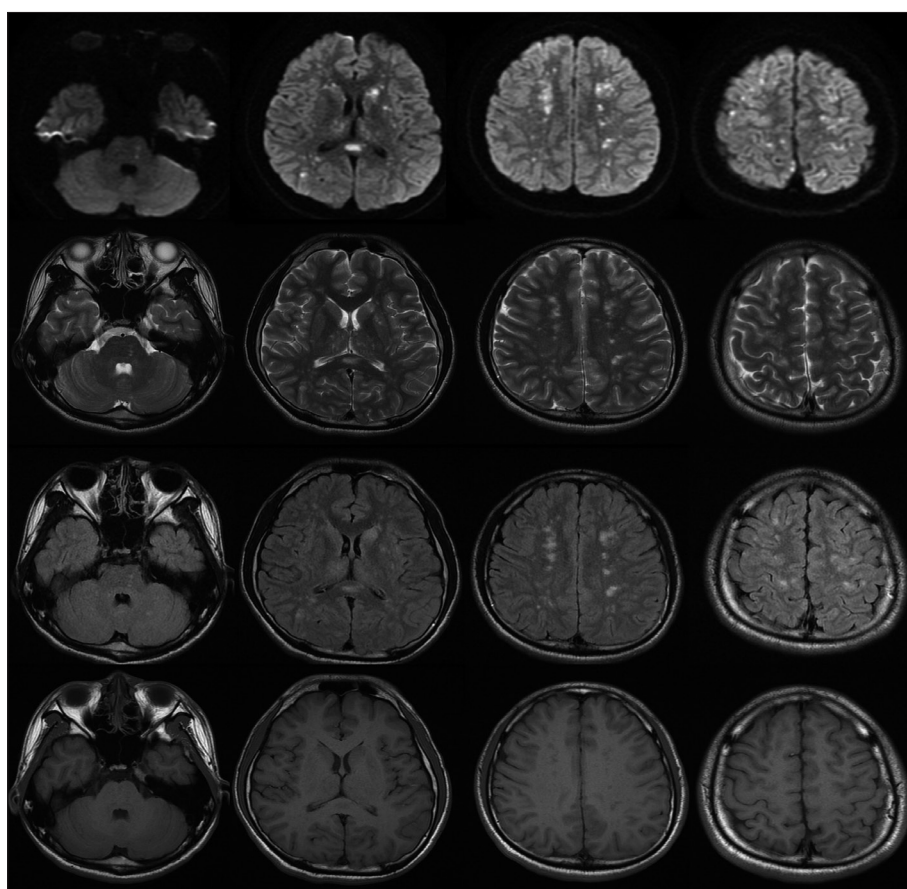


FIGURE 3. Magnetic resonance images at the postoperative 3rd day. Multiple high signal abnormalities in the pons, the splenium of the corpus callosum, the periventricular deep white matter, and the cerebral cortex on the diffusion-weighted images (top row), T2-weighted images (second row), and fluid attenuated inversion recovery images (third row). The abnormalities were not definitely visualized on the T1-weighted images (bottom row).

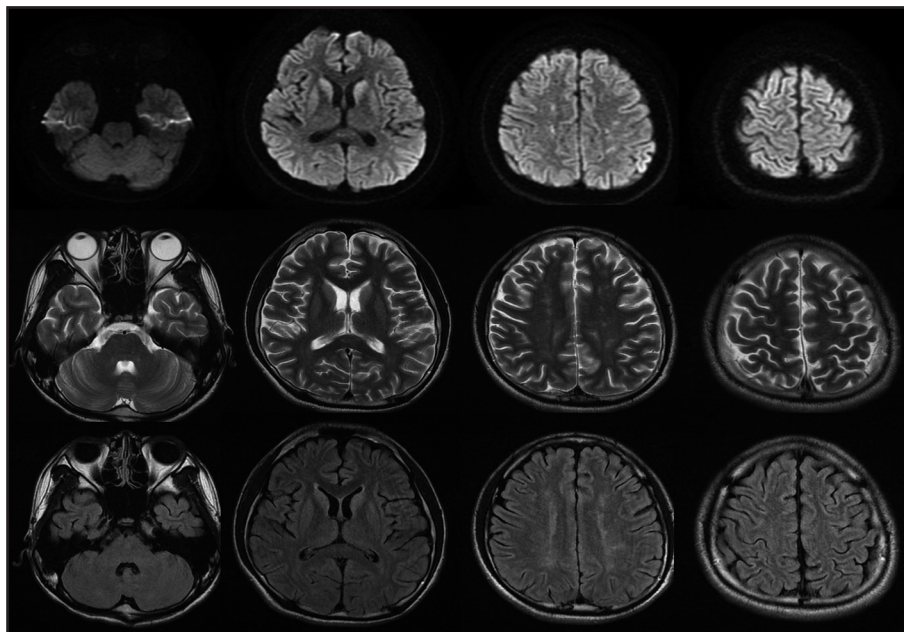


FIGURE 4. Follow-up magnetic resonance images at the post-operative 20th day. The multiple abnormal signals on the diffusion-weighted images (top row), T2-weighted images (middle row), and fluid attenuated inversion recovery images (bottom row) mostly disappeared. There was no cystic degeneration resulting from the cerebral infarct.

수술부위에 대한 운동 재활훈련과 정신과적 지지치료를 하였다.

수술 20일째 두부 자기공명영상을 재시행하였고, 확산강조영상과 T2 강조영상에서 대부분의 병변은 사라졌으며, 심부 백질에서만 미세한 고음영이 잔존하였다 (Figure 4). 또한 T2 강조영상에서 뇌경색 후에 동반되는 신경세포 소실에 따른 낭성 변화는 관찰되지 않았다. 환자는 증상 발생 약 3개월경에 학교생활로 복귀하였고, 신경정신과적인 이상 소견은 남지 않았다.

고 찰

지방색전(fat embolism)은 지방 방울(droplets)이 말초나 폐의 미세혈류에 존재하는 것을 말하며, 지방색전증(fat embolism syndrome)은 이와 관련된 명백한 증상이나 증후를 나타내는 경우이다.¹⁾ 지방색전증은 호흡곤란, 피부 출혈반점(petechial rash), 의식 변화 등의 중요 임상증상이며, 외상 후 대개 24시간 내에 발생하는 것으로 알려져 있다. 긴 뼈 골절 환자의 폐 모세혈관에서 70% 정도로 지방 방울을 관찰할 수 있다는 보고도 있으나,¹²⁾ 중요 증상을 발현하는 지방색전증의 빈도는 0.9~2.2%로 많지 않거나,^{1,13)} 최소 11%라는 보고⁴⁾도 있다. 하지만 뇌 지방색전증은 그 발생 빈도는 더욱이 알려져 있지 않고, 증례보고 수준에 그치고 있다.^{2,5,11,14)}

지방색전에 따른 증상의 발생은 두 가지 주요 기전이 관여한다.⁴⁾ 골수 내의 지방이 정맥으로 유입되어 폐에 걸리게 되

거나 작은 지방 방울 (직경 7~10 μm)은 폐 모세혈관을 통과하여 전신 순환으로 유입되어 뇌나 다른 장기로 유입되어 혈관의 물리적인 폐색에 따른 색전증을 유발한다. 다른 기전은 생화학적 이론으로 폐의 지질분해효소(pulmonary lipase)에 의해 지방이 유리지방산(free fatty acid)으로 분해되어 유리지방산이 염증반응을 유발하여 증상을 유발한다고 설명한다. 본 증례에서와 같이 심장의 오른왼쪽섀트가 없고, 호흡곤란과 같은 폐 색전증의 임상증상을 보이지 않은 경우는 직경이 작은 지방 방울이 폐를 관통하여 뇌의 모세혈관을 직접 폐색하였을 가능성이 있다.

실험적으로 뇌에 발생한 지방색전증은 자기공명영상에서 30분부터 T2 강조영상과 확산강조영상에서 고신호 강도로 관찰된다고 하며, 병변조직의 전자현미경 소견에서 모세혈관 내막의 단절, 혈관주변의 부종, 신경세포와 교세포의 종창이 관찰된다고 하였다.^{7,8)} 초기에 T2 강조영상에서 고신호 병변으로 관찰되는 점과 혈관주변의 부종으로 보이는 병리 소견은 혈관인성 부종(vasogenic edema)을 시사하는 것이다. 그러므로 지방색전증은 특징적으로 세포독성 부종(cytotoxic edema)과 혈관인성 부종을 모두 초기에 유발한다고 할 수 있다. 이러한 현상은 지방 방울에 의한 물리적인 모세혈관의 폐색과 화학적 반응에 따른 혈액뇌장벽(blood-brain barrier)의 파괴가 함께 발생하는 특징을 가진다고 할 수 있다.^{7,9)} 뇌의 지방색전증에 대한 이러한 특징은 혈전에 의한 뇌 색전증은 초기에는 세포독성 부종만이 발생하는 것과 대비가 된다. 추적 반복하여 촬영한 자기공명영상의 T2 강조영상, 확산강조영상에서 이상 신호가 양성변화

나 신경아교증(gliosis)을 남기지 않고 사라지는 것은 혈관 인성 부종에 의한 가능성을 더욱 시사한다고 할 수 있다.^{2,6)}

많은 보고에서 이상 소견이 전산화단층촬영에서는 발견되지 않고, 자기공명영상에서만 관찰되었다.^{5,9,11,14)} 본 증례에서도 신경학적 증상 발현 당일과 2일째 전산화단층촬영에서 이상 소견은 관찰되지 않았다. 자기공명영상의 특징적인 소견은 확산강조영상에서 검은 바탕에 흰색의 병변이 무수히 관찰되어 별야 양상(starfield pattern)이라고 한다.¹⁴⁾ 이상 소견이 확산강조영상, T2 강조영상, FLAIR 영상에 뇌실주변, 피질하, 심부 백색질 등에서 주로 관찰되며,^{2,3,16,17)} 자기공명영상에서 조영증강이 되는 소견이 쉽게 관찰된다고 한다.^{8,16)} 본 증례에서도 뇌실주변, 뇌량, 뇌간, 그리고 대뇌피질 등에 다발성의 점상의 고신호 강도로 관찰되었다. 환자의 경우 자기공명영상 소견이 미만성 뇌축삭손상도 고려해야 한다. 하지만, 수상 직후에 신경학적 증상이 없었기 때문에 임상 양상이 일치하지 않고, 자기공명영상에서 관찰되는 병변에 비해 수상 당시의 임상 증상이 미약하며, 정형외과적 고정술 후에 의식의 변화가 발생한 점으로 볼 때 그 가능성은 낮을 것으로 본다.

골절편을 고정하거나 골수내못고정 중에 발생하는 지방색전증은 골절 자체에 의한 경우에 비해 빈도가 낮다고 하였다.¹³⁾ 또한 지방색전을 예방하기 위해서는 초기에 골절편 고정술을 시행하는 것이 바람직하다고 알려져 있다. 본 증례의 경우에는 골수내못고정 직후에 혼미 의식으로 뇌 지방색전증이 발견되었다. 뇌 지방색전증의 정립된 치료법은 알려져 있지 않고, 대개 보존적 요법을 실시하게 된다. 해파린 투약, 혈액량 증가제, 고용량 스테로이드 등을 시도하기도 하나 아직 정립된 치료법은 없으며,^{1,3,13)} 대개는 예후가 좋다고 보고되어 있다.¹⁷⁾ 자기공명영상에서 백색질에서의 병변 수가 환자의 의식수준과 일치한다¹⁷⁾고 하였고, 기율기에코 영상 (gradient-echo imaging)에서 이상 소견이 추적 검사에서 저신호 강도가 잔존하는 경우에는 불량한 예후를 보인다고 하였고, 그 이유는 미세출혈을 관찰하기 용이하기 때문이라고 하였다.^{9,16)} 본 증례의 기율기에코영상에서는 T2 강조영상에서와 일치하는 고신호 강도만 관찰되었었다.

저자의 가정은 골절 환자에서 비특이적인 신경학적 증상에서라도 자기공명촬영을 자유롭게 촬영한다면 지금까지 보고된 것보다는 더 많은 뇌 지방색전증이 발견될 것으로 판단된다. 특히 긴뼈 골절, 다발성 골절 등에서 외상 직후에는 의식이 명료하였으나, 수시간 경과 후에 기면으로 의식이 저하되거나 새로운 신경학적 증상이 발생하는 경우에는 반드시 뇌 지방색전증을 고려해야 한다. 이러한 경우 일차적인 뇌손상 여부와 지방색전증의 진단을 위해서는 확산강조

영상과 T2 강조영상을 포함한 자기공명촬영이 매우 유용하며, 증상 발생 수시간 내에 확산강조영상과 T2 강조영상에서 특징적인 이상소견을 발견할 수 있어 뇌 지방색전증의 진단에 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

결 론

긴뼈 골절 고정 수술 후에 호흡곤란, 피부 출혈반점 등의 증상이 없더라도 의식변화가 발생하면 뇌 지방색전증을 고려해야 한다. 영상검사로 자기공명촬영이 필수적이다.

■ The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) Akhtar S. Fat embolism. *Anesthesiol Clin* 27:533-550, 2009
- 2) Butteriss DJ, Mahad D, Soh C, Walls T, Weir D, Birchall D. Reversible cytotoxic cerebral edema in cerebral fat embolism. *AJNR Am J Neuroradiol* 27:620-623, 2006
- 3) Chang RN, Kim JH, Lee H, Baik HJ, Chung RK, Kim CH, et al. Cerebral fat embolism after bilateral total knee replacement arthroplasty -A case report-. *Korean J Anesthesiol* 59 Suppl:S207-S210, 2010
- 4) Fabian TC. Unravelling the fat embolism syndrome. *N Engl J Med* 329:961-963, 1993
- 5) Kim HH, Park YC, Lee DK, Park CY, Kim JH, Kim YD, et al. Cerebral fat embolism after traumatic multiple fracture: a case report. *J Trauma Inj* 26:58-62, 2013
- 6) Kim HJ, Lee CH, Kim HG, Lee SD, Son SM, Kim YW, et al. Reversible MR changes in the cat brain after cerebral fat embolism induced by triolein emulsion. *AJNR Am J Neuroradiol* 25:958-963, 2004
- 7) Kim HJ, Lee CH, Lee SH, Moon TY. Magnetic resonance imaging and histologic findings of experimental cerebral fat embolism. *Invest Radiol* 38:625-634, 2003
- 8) Kim HJ, Lee JH, Lee CH, Lee SH, Moon TY, Cho BM, et al. Experimental cerebral fat embolism: embolic effects of triolein and oleic acid depicted by MR imaging and electron microscopy. *AJNR Am J Neuroradiol* 23:1516-1523, 2002
- 9) Lee J. Gradient-echo MRI in defining the severity of cerebral fat embolism. *J Clin Neurol* 4:164-166, 2008
- 10) Lee SC, Yoon JY, Nam CH, Kim TK, Jung KA, Lee DW. Cerebral fat embolism syndrome after simultaneous bilateral total knee arthroplasty: a case series. *J Arthroplasty* 27:409-414, 2012
- 11) Lee YS, Park SH, Hamm IS. Cerebral fat embolism with multiple rib and thoracic spinal fractures. *J Korean Neurosurg Soc* 36:408-411, 2004
- 12) Lozman J, Deno DC, Feustel PJ, Newell JC, Stratton HH, Sedransk N, et al. Pulmonary and cardiovascular consequences of immediate fixation or conservative management of long-bone fractures. *Arch Surg* 121:992-999, 1986
- 13) Müller C, Rahn BA, Pfister U, Meinig RP. The incidence, pathogenesis, diagnosis, and treatment of fat embolism. *Orthop Rev* 23:107-117, 1994
- 14) Parizel PM, Demey HE, Veeckmans G, Verstreken F, Cras P, Jorens PG, et al. Early diagnosis of cerebral fat embolism syndrome by diffusion-weighted MRI (starfield pattern). *Stroke* 32:2942-2944, 2001
- 15) Ryu CW, Lee DH, Kim TK, Kim SJ, Kim HS, Lee JH, et al. Cerebral fat embolism: diffusion-weighted magnetic resonance imaging

- ing findings. *Acta Radiol* 46:528-533, 2005
- 16) Simon AD, Ulmer JL, Strottmann JM. Contrast-enhanced MR imaging of cerebral fat embolism: case report and review of the literature. *AJNR Am J Neuroradiol* 24:97-101, 2003
- 17) Takahashi M, Suzuki R, Osakabe Y, Asai JI, Miyo T, Nagashima G, et al. Magnetic resonance imaging findings in cerebral fat embolism: correlation with clinical manifestations. *J Trauma* 46: 324-327, 1999