

대퇴골절 수술 후 회복실에서 나타난 지방색전증후군

- 증례 보고 -

경상대학교 의과대학 마취과학교실

황경일 · 손주태 · 강성준 · 김홍범 · 이현근 · 정영균

= Abstract =

On Fat Embolism Syndrome Occurred in the Recovery Room after an Intramedullary Nailing of Femur Fracture

- A case report -

Kyung Il Hwang, M.D., Ju Tae Sohn, M.D., Sung Joon Kang, M.D., Hong Beum Kim, M.D., Heon Keun Lee, M.D., and Young Kyun Chung, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Gyeongsang National University
Chinju, Korea

The fat embolism syndrome is a serious and potentially life threatening complication of long bone trauma, blunt trauma and intramedullary manipulation. A 26-year-old woman underwent an intramedullary nailing of the femur under general anesthesia 45 hours after a traffic accident. The operation ended uneventfully and the patient was extubated in the operating room. About one hour after the patient arrived at the recovery room, she progressively developed tachycardia, tachypnea, cyanosis and drowsiness. The fat embolism syndrome was suspected because of the above clinical signs, and because pulmonary edema appeared on a simple chest A-P. During six days of intensive treatment in response to the fat embolism syndrome, the patient's vital signs and ventilatory status progressively improved. The patient was uneventfully discharged from the hospital 19 days after her operation. (Korean J Anesthesiol 1999; 37: 731~736)

Key Words: Complication: fat embolism syndrome.

지방색전증후군(fat embolism syndrome)은 골절 후 에 흔히 발생하며 무증상이었던 환자가 갑작스런 심폐기능 이상 및 신경학적 변화를 보이면서 점상출혈 등을 나타낸다.¹⁾ 지방색전증(fat embolism)은 지방구

(fat globule)가 폐실질 또는 말초 순환 내에 존재하는 것을 말하고 지방색전증후군은 지방구가 일으키는 호흡기계 및 신경학적, 피부과학적 증상들의 복합적인 표현이다. 술전 의식이 명료하던, 27세 여자 환자가 대퇴간부(femoral shaft) 골절로 수내못고정법(intramedullary nailing) 시행 후 회복실에서 갑자기 의식이 없어지고, 저산소증을 보여 중환자실에서 치료 중 지방색전증후군으로 진단된 환자를 경험하였기에 보고하는 바이다.

논문접수일: 1999년 3월 19일

책임저자: 손주태, 경남 진주시 칠암동 90번지

경상대학병원 마취과학교실, 우편번호: 660-702

Tel: 0591-750-8135, Fax: 0591-750-8142

E-mail: jtsohn@nongae.gsnu.ac.kr

증 례

체중 55 kg 27세 여자 환자가 수술 40시간 전에 자동차 운전 중 전복되어 응급실로 내원하였다. 활력징후는 혈압 100/60 mmHg, 맥박 68회/분, 호흡 26 회/분, 체온 37°C이었고 환자는 왼쪽 대퇴골 간부골절 이외 특이소견이 없어 계획수술을 하기로 하였

다. 수술 전에 시행한 혈액 검사, 심전도, 흉부 방사선, 소변검사는 정상이었고, 과거력에서도 특이소견은 없었다.

마취전 투약은 midazolam 3 mg을 마취 90분전에 근주하였고, 수술방에 도착한 환자에게 혈압계와 심전도, 맥박산소계측기(OXYPLETH model 520A, Noramatrix, USA)를 부착하였고 100% 산소를 흡입시키면서, 2.5% thiopental 250 mg, vecuronium 8 mg을 정주한 후 산소 2 L/min 아산화질소(nitrous oxide) 2 L/min으로 마스크를 이용한 용수환기 후 기관내삽관을 시행하였다. 마취유지는 산소 2 L/min, 아산화질소 2 L/min, enflurane 1.5-2.5 vol%로 하였다. 수술은 수내못고정법을 시행하였고 총마취시간은 3시간이었다. 술중 수축기혈압과 이완기혈압은 90-100/50-60 mmHg이었고, 맥박은 90-100회/분, 동맥혈 산소포화도는 97-99%이었다. 추정실혈량은 250 ml로 수술중 하트만용액(Hartmann's solution) 1,000 ml를 투여하였고, pyridostigmine 15 mg과 glycopyrrolate 0.4 mg으로 근이완을 길항한 후 호흡이 활발하여 발관하고 회복실로 이송하였다.

회복실 도착 후 마스크로 산소 5 L/min을 공급하고, 심전도 감시장치를 부착하였다. 회복실 도착 1시간 후 자극을 주어서 계속 깨워도 환자는 반응이 없

Fig. 1. A chest X-ray when hypoxia, tachypnea and tachycardia occurred about 1 hour after operation revealed pulmonary edema.

Fig. 2a, b. Petechiae typically occurred on the upper torso, axilla the second day after operation.

고, 실어증(aphasia)과 양안의 우측 편위를 보였고, 이 때 혈압은 100/60 mmHg이었으며, 호흡수는 28회/분에서 40회/분으로 증가하였고, 심박수는 100회/분에서 140회/분으로 증가하고, 10분 동안 실내공기를 흡입하는 상태에서 시행한 동맥혈가스분석은 pH 7.51, 이산화탄소분압 24 mmHg, 산소분압 30 mmHg, 산소포화도 65%이었다. 즉시 기관내 삽관을 시행한 후 단순흡부사진에서 폐부종 소견이(Fig. 1) 보여 지방색전증후군 또는 저산소증에 의한 뇌손상을 의심하여 중환자실로 이송하였다. 수술 직후 회복실에서 촬영한 단순 흡부사진에서 폐부종 소견이 나타나서 furosemide 20 mg을 2회 정주하고, 수술 후 5일 동안에 하루에 500 ml씩 10% pentastarch (pentaspan[®], 제일약품) 2,500 ml와 Lactated Ringer씨 용액을 투여하여 환자가 지방색전증후군에서 완전히 회복될 때까지 중심정맥압을 10-12 cmH₂O로 유지하였고, 회복실에서 기계적 환기 동안에 최고기도압(peak airway pressure)이 40 cmH₂O로 증가되어서 aminophylline을 투여하였다.

중환자실로 이송 후 인공호흡기(PB Puritan Bennet

7,200[®] ventilatory system, USA)로 보조조절식환기 (assistant control mode ventilation)를 위하여 일회 호흡량 600 ml, 호흡수 12회/분, 호기말양압 10 cmH₂O, 흡입산소 농도 40%로 환기를 유지하면서 시행한 동맥혈 가스분석 소견은 pH 7.44, 이산화탄소분압 26 mmHg, 산소분압 144 mmHg, 산소포화도 98%이었고, 활력징후는 혈압 100-120/60-70 mmHg, 심박수 120-160회/분이었고, 이 때 환자의 의식 상태는 자발적으로 눈을 뜨나 의사 소통은 불가능하였다. 수술 후 8일째 실내공기로 자발호흡을 하고 있는 상태에서는 pH 7.54, 이산화탄소분압 24 mmHg, 산소분압 87 mmHg였다. 수술 후 1일째 환자의 경부와 체간, 액와부, 특히 결막에 점상출혈(Fig. 2, 3)이 보이기 시작했고 혈액검사에서 혈색소와 혈소판의 감소를 보였고, 이 때 촬영한 뇌컴퓨터단층촬영에서 이상 소견이 나타나지 않으면서 지방색전증후군의 세 가지 주증상인 저산소증, 신경학적 변화, 점상출혈을 모두 나타내므로 지방색전증후군으로 진단하였다. Methylprednisolone 500 mg을 8시간마다 2일 동안 정주하였고, 수술 후 2일째 혈소판이 60,000/mm³으로 감소하여 혈소판 농축액 10 unit 수혈 후 118,000/mm³으로 증가하고, 수술 후 4일째 혈색소가 9.4 g/dl로 감소하여 농축적혈구 3 unit 수혈 후 12.3 g/dl로 증가하였다. 수술 후 3일째 의사소통이 가능하였고, 4일째 의식이 명료해졌으며, 6일째 기관내튜브를 발관하고 8일째 병실로 이송하여, 19일째 특별한 합병증 없이 퇴원하였다.

고 찰

지방색전증후군은 지방구가 일으키는 호흡기계 및 신경학적, 피부과학적 증상들의 복합적 표현이며, 골절이 동반된 다발성 수상환자에서 사망의 주요한 원인이다.¹⁾ 지방 색전 증후군의 병태생리학(pathophysiology)을 20세기초까지 규명하지 못하였으나, 1970년 Gurd가²⁾ 다양한 전신증상의 복합을 지방색전증후군이라고 명하였다.

지방색전증의 발생률은 진단기준이 일정하지 않아 정하기 어려우나, 장골 골절의 0.5-2%, 골반골절을 수반한 골절에서 5-10%로 나타나며,³⁾ 원인은 대부분 장골이나 골반골절 등의 외상에 의해서 발생하고, 골절 이외 수혈, 화상, 심폐바이패스(cardiopul-

Fig. 3. Petechiae on the conjunctiva typically occurred second day after operation.

monary bypass) 등 외상 없이도 일어날 수 있다. 지방색전증후군은 12시간에서 36시간 정도의 잠복기를 지니는데, 증상이 없다가 갑자기 심폐기능 변화와 신경학적 변화를 나타내고, 특징적으로 72시간 내에 대부분 나타난다.⁴⁾

지방색전증후군의 병태생리학은^{3,5)} 정확하지 않지만 크게 두 가지로 설명된다. 첫째는 기계적 이론(mechanical theory)으로 손상된 골수강내 압력이 증가하여 지방구가 정맥계로 들어가 색전으로 작용하여 폐혈관을 막는 것이고, 이 때 다량의 지방색전이 폐순환을 지나 체순환으로 나아가는 기전은 ① 난원공 개존증(patent foramen ovale), ② 폐동맥과 정맥의 연결, ③ 기관지폐정맥의 단락 등이 있는 경우이다. 둘째는 생화학적 이론(biochemical theory)으로 유리 지방산이 모세혈관 내막을 손상시키고, 폐세포에 작용하여 성인성 호흡곤란증후군(adult respiratory distress syndrome)의 원인이 된다. Roumen 등은⁶⁾ 전이성 골절환에 의하여 양측 대퇴골에 수내교합성못(intramedullary interlocking nail)의 삽입동안 양측 각각의 대퇴골을 확장(reaming)할 때마다 총 2회에 걸쳐서 지방색전증후군이 나타났다고 하였고, Tachakra는⁷⁾ 다발성 골절 환자에서 다리에 설치된 견인(traction)의 조절 후에 지방색전증후군이 다시 발생하여 동일한 환자에서 반복하여 지방색전증후군이 일어난 증례를 보고하였으며, 국내에서도 대퇴골절 수술후 또는 술중에 발생한 폐색전증이 보고되고 있다.^{8,9)} 본 증례에서도 대퇴골간부 골절의 치료로 수내못고정법을 위한 골수강 확장시에 골수강 내압의 증가로 골수내의 지방이 유리되어서 나타난 것으로 사료된다.

지방색전증후군은 전신적인 질환이지만 폐와 중추신경계에 가장 많은 증상을 일으킨다. 임상 증상중 동맥혈 저산소증은 지방색전증후군의 대부분에서 나타나고 가장 빨리 나타나므로 진단의 시금석이 된다.³⁾ 상기 환자에서도 빈맥, 빈호흡(tachypnea), 저산소증과 같은 증상이 수술 직후 회복실에서 모두 나타났고 기계적 환기와 동시에 환자의 동맥혈 가스분석 소견은 호전되었다. 지방색전증후군이 의심될 때 반드시 동맥혈 가스분석과 동맥혈 산소포화도 측정을 지속적으로 실시하여야 할 것으로 사료된다. 폐증상은 전격성, 아급성, 무증상(subclinical) 세 가지 형태로 나타난다.¹⁰⁾ 전격성은 아주 많은 양의 색전

이 폐 모세혈관상(capillary bed)을 막아서 폐동맥압이 증가하고 심박출량이 감소하며 심한 저산소증이 동반되고, 심전도상 우심실 부하 소견이 나타나고 급성 폐성심(cor pulmonale)으로 사망할 수 있고, 아급성은 지방색전증후군의 전형적인 형태로 폐모세혈관 투과성의 증가에 의한 폐부종, 저탄산혈증과 저산소증을 동반한 빈호흡과 호흡곤란이 특징적인 증상이다.¹⁰⁾

중추신경계 증상은 혼란(confusion), 불안(restlessness), 지남력장애(disorientation), 혼미(stupor) 등으로 나타날 수 있고 일반적으로 이와 같은 증상은 손상 후 12시간에서 3일 사이의 명료기(lucid interval)를 지니고 있다.⁵⁾ 신경학적 증상은 두부외상과 구별하기 힘들고, 다발성 수상환자는 두부외상을 동반하는 경우도 있을 수 있고 또한 알코올 등 약물중독 가능성을 고려하여야 한다. 경막내의 혈종은 12시간 내에 대부분 증상이 나타나지만 지방색전증후군은 외상 후 3일 이내에 대부분 나타난다.^{3,4)} 또한 지방색전증후군의 증상이 신경학적 증상 단독으로 나타난 경우는 극히 드물고, 저산소증 등 전신증상과 동반되어 나타난다. 점상출혈은 50-60%에서 나타나는 특징적인 징후이고, 주로 앞쪽 상흉부, 액와부 그리고 결막에 나타나는데, 점상출혈의 기전은 지방구가 피부 모세혈관을 기계적으로 막아 색전을 일으키고, 혈소판이 응집되면 자유지방산이 유리되어 모세혈관이 손상되고 투과성이 증가하게 되어서 나타난다.^{2,3)} 점상출혈이 발현하는 시간은 특징적으로 수상후 2-3일 사이에 나타난다.⁵⁾ 본 증례에서도 수술 후 약 2일째에 경부와 체간과 액와부, 결막에 점상출혈(Fig. 2, 3)을 보였다.

검사실소견은 뇨와 혈액에 지방구가 나타나고, 혈중 lipase증가, 심근허혈 또는 폐성심에 의한 심전도 변화, 혈소판수의 급격한 감소와 빈혈이 보통 24-48시간 이내에 동시에 또는 점진적으로 나타날 수 있고, 단순흉부사진에서는 방대한 실질성혼탁(parenchymal opacity)을 나타낸다.³⁾ 동맥혈 저산소증은 지방색전증후군의 대부분에서 나타나고 호흡곤란 전에 나타나며 동맥혈 산소분압 저하, 동맥혈 이산화탄소 분압 저하와 호흡성 알칼리증을 나타낸다.⁵⁾ 헤마토크리트 감소는 지방색전증후군 후 24-48시간 경에 나타나며 폐포내 출혈이 원인이다.³⁾ 상기 환자에서도 수술 후 4일째에 혈색소치가 9.4 g/dl로 감소하여

농축적혈구 3 unit를 수혈하고, 수술 후 1일째 혈소판수가 80,000/mm³으로 감소하면서 점상출혈이 나타난 것으로 보아 점상출혈은 혈소판수의 감소와 관계가 있는 것으로 사료되고, 수술 후 2일째 혈소판수가 60,000/mm³으로 감소하여 혈소판 10 unit를 수혈하였다. 3시간 수술 동안에 수액의 공급은 1,000 ml이었으나 회복실에서 산소포화도가 감소되고 의식이 깨지 않은 상태에서 촬영한 단순 흉부사진은 폐부종 소견이 나타났다. 이와 같은 폐부종은 폐모세혈관 투과성의 증가에 의하여 나타난 것으로 사료된다.

지방색전증후군의 표준화된 진단기준은 없지만, 1970년 Gurd는²⁾ 지방색전증후군의 진단을 위하여 주증후와 부증후로 분류하여, 주증후 하나 이상과 부증후 넷 이상 일 때 지방색전증후군으로 진단하였다. 주증후로는 점상출혈, 두부의 손상과 관련이 없는 중추신경계증상, 폐부종이 있고, 부증후로는 빈맥, 체온 증가, 안저검사에서 망막의 지방색전, 소변 내 지방구, 설명되지 않는 헤마토크리트와 혈소판수의 감소, 적혈구침강속도 증가, 객담내에 존재하는 지방구 등이 있다. Murray 등은¹¹⁾ 자신들의 환자를 분석하여서 지방색전증후군을 나타내는 모든 환자에서 일관성 있게 나타나는 임상 징후는 고열, 빈맥, 빈호흡, 중추신경계의 증상이라고 하였고, 이와 같은 전조 징후가 있을 때 즉각적으로 동맥혈가스분석을 실시하여야 하고 전조 징후와 동시에 동맥혈 산소분압이 50 mmHg 이하를 지방색전증후군으로 진단하고 집중적으로 치료하였다. 상기 환자에서도 Murray와 Rocz가¹¹⁾ 보고한 임상 징후가 모두 나타났고, 1983년 Schonfeld 등은¹²⁾ 임상 증상과 징후를 점수화하여 점상출혈 5점, 광범위한 폐포침윤 4점, 저산소증 3점, 착란, 38°C 이상의 고열, 30회/분 이상의 호흡수와 120회/분 이상의 심박수를 각각 1점으로 하고, 3일간 계산하여 5점 이상이면 진단하였다. 본 증례의 환자는 Gurd의²⁾ 지방색전증후군 진단 기준에서 주증상이 모두 나타나고 부증상으로 빈맥, 체온증가, 헤마토크리트와 혈소판의 감소와 적혈구침강속도의 증가가 나타났고, Murray 및 Rocz의¹¹⁾ 진단 기준을 모두 충족시키고, Schonfeld 등의¹²⁾ 진단 기준으로 점상출혈, 저산소증, 착란, 체온증가, 빈호흡과 빈맥이 나타나 12점으로 Schonfeld 등의¹²⁾ 진단 기준을 충족시키고 있다.

지방색전증후군의 방지와 신속한 처치를 위하여,

첫째, 순환계로 골수 유출을 줄이는 것은 외상치료를 담당하는 의사와 정형외과 의사의 책임이고, 지방색전증은 마취과 의사의 문제가 아니라 골수내 외과적 조작에 의하여 나타나는 의인성 합병증으로 인식하는 것이 중요하다고 생각되고, 둘째, 지방색전증후군의 위험성이 있는 환자를 인식하고 수술중과 수술후에 혈압, 맥박수, 체온, 중심정맥압, 동맥혈가스분석, 호기말 이산화탄소분압 등을 세심하게 감시하여야 할 것으로 사료된다. 즉 장골골절, 고관절치환술, 슬관절치환술 후에 환자의 호흡상태가 악화될 때 기도폐쇄, 무기폐, 기흉, 마취제의 잔류효과 등을 배제한 후 지방색전증후군의 가능성을 고려하여야 한다.

지방색전증후군 치료의 중요한 목표는 지방색전증후군의 진행을 느리게 하여 중요한 장기의 기능과 관류를 보존하면서 호흡계의 기능을 보조하여 환자를 편안하게 하는데 있다. 따라서 수내못고정시 장골(long bone)의 골수 확장은 골수강내 압력이 급격히 증가하지 않게 시술하여야 하고, 확실한 치료방법은 없지만 적극적인 호흡기계 치료와 인공환기 기술의 발달로 사망률을 낮출 수 있고, 저혈량증과 속은 지방색전증후군을 악화시키므로 적절한 수액 공급이 중요하다.⁹⁾ 본 증례의 환자에서도 사용되었듯이 기계적 환기 동안에 호기말양압은 지방색전증후군에서 투과성의 증가에 의하여 나타나는 폐부종 등의 폐손상에서 기능적 잔기량을 유지시켜서 폐의 허탈과 션트(shunt)를 방지하므로 치료에 유용하다. 동맥혈 산소화는 경한 경우 산소마스크 사용으로 유지되나, 심한 경우는 기계적 환기와 호기말양압호흡까지 필요하다. 70년대 이전의 지방색전증후군 치료는 혈액에 있는 지방을 제거하는 것이 목적이었으나 그 이후에 치료의 방향은 지방색전증후군의 생리적 효과로 나타나는 호흡기계와 중추신경계 증상의 치료로 바뀌었다.⁵⁾ 호흡기계의 치료가 지방색전증후군의 치료에서 가장 중요한 측면이고, 폐부종과 동맥혈 산소분압이 50 mmHg 이하는 지방색전증후군의 심한 형태를 나타내고 이와 같은 경우는 사망률이 높기 때문에 동맥혈 산소분압을 높이는 방향으로 치료가 이루어져야 한다.⁵⁾ 상기 환자에서도 동맥혈 가스분석 소견은 회복실에서 pH 7.52, 이산화탄소분압 22 mmHg, 산소 분압 31 mmHg이나, 수술 후 2일째 산소 40%와 호기말양압 10 cmH₂O, 일회 환기량 600

ml, 호흡수 10회/분을 받고있는 상태에서는 pH 7.49, 이산화탄소분압 27 mmHg, 산소분압 140 mmHg이었다. 대부분의 지방색전증후군에서 40% 흡입 산소농도로 보조조절 환기를 받고있는 상태에서 동맥혈 산소분압을 60 mmHg로 유지하지 못할 때 10 cmH₂O 호기말양압(positive end-expiratory pressure)을 사용하여 저산소증을 치료하고, 패혈성쇼크(septic shock)에서 사용되는 용량과 필적하는 methyl prednisolone succinate 13 mg/kg의 초기투여를 권장하고 있다.¹³⁾ 지방색전증후군에서 폐부종이 저산소증의 원인이 되기 때문에 12시간마다 ethacrynic acid 50 mg 또는 furosemide 40 mg의 정주를 권장하였고, 이뇨제의 사용으로 나타나는 대량의 이뇨는 저혈량에 의한 저혈압을 유발할 수도 있기 때문에 지방색전증후군의 악화를 방지하기 위하여 이뇨제 투여와 동시에 혈액과 고질액(colloid)을 충분히 투여하여야 하고,¹¹⁾ 다발성 외상 후 혈액과 수액의 손실에 대한 평가가 정확하지 않기 때문에 중심정맥압 또는 폐동맥쇄기압 등을 반드시 감시하여야 한다고 사료된다. 그래서 상기환자에서 furosemide의 투여에 의하여 나타나는 저혈량증이 지방색전증후군을 악화시킬 수도 있기 때문에 pentaspan과 Lactated Ringer씨 용액을 투여하여 중심정맥압을 10-12 cmH₂O로 유지하였다. 그 외의 치료제로 호흡기 감염을 치료하기 위한 항생제사용, 기관내삽관에 대한 인내를 증가시키고 불안(restlessness)을 감소시키기 위하여 진통제와 morphine 사용, 울혈성 심부전과 부정맥의 치료로 digitalis 사용, 기관지경련 때문에 기도저항이 증가할 때 기관지확장제(bronchodilator)의 사용 등이 권장된다.¹³⁾ 이와 같은 치료로 대부분의 환자는 2-6일 이내에 지방색전증후군의 증상이 호전되고, 동맥혈 산소분압이 정상으로 회복된 후에도 환자가 계속 혼수 상태에 있으면 외상성 뇌손상의 가능성을 고려하여야 한다.

상기 환자의 증례에서 나타나듯이 지방색전증후군은 호흡기계, 신경계, 피부과학적 징후의 심각하고 복합적인 표현이며 점차적으로 지방색전증후군의 병리생리학을 이해해가고 있지만 여전히 치료는 지지적 요법뿐이므로, 지방색전증후군의 예방과 빠른 진단과 치료만이 다발성 골절에 동반되어 나타나는 지방색전증후군의 사망률을 개선시킬 수 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

- Hall JB, Schmidt GS, Hall JB, Schmidt GA, Wood LDH: Principle of critical care. New York, McGraw-Hill. 1992, pp 1476-92.
- Gurd AR: Fat embolism: an aid to diagnosis. J Bone Joint Surg Am 1970; 52B: 732-7.
- Gossling HR, Pellegrini VD: Fat embolism syndrome. A review of the pathophysiology and physiological basis of treatment. Clin Orthop 1982; 165: 68-82.
- Ganong RB: Fat embolism syndrome in isolated fractures of the tibia and femur. Clin Orthop 1993; 291: 208-214.
- Oh WH, Mital MA: Fat embolism: current concepts of pathogenesis, diagnosis, and treatment. Orthop Clin North Am 1978; 9: 769-79.
- Roumen RH, Lako SJ, Schoots FJ: Acute lung damage after bilateral insertion of femoral intramedullary interlocking nails for metastatic bone disease. Eur J Surg 1995; 161: 451-3.
- Tachakra SS: Two episodes of clinical fat embolism following multiple fractures. Injury 1976; 8: 49-52.
- 이영복, 윤경복, 엄대자, 정평식, 성낙순: 대퇴골 골절 수술에 병발한 폐색전증. 대한마취과학회지 1994; 27: 1698-702.
- 고성훈, 송정자, 유춘원, 이상귀, 송희선: 대퇴골 골절 수술 후 발생한 폐색전증. 대한마취과학회지 1996; 31: 519-24.
- Curtis AM, Knowles GD, Putmen CE, McLoud TC, Ravin CE, Smith GJ: The three syndrome of fat embolism: pulmonary manifestations. Yale J Biol Med 1979; 52: 149-52.
- Murray DG, Rocz GB: Fat-embolism syndrome (respiratory insufficiency syndrome), A rationale for treatment. J Bone Joint Surg 1974; 56: 1338-49.
- Schonfeld SA, Ploysongsang Y, Dilision R, Crissman JD, Miller E, Hammerschmidt DE, et al: Fat embolism prophylaxis with corticosteroids. A prospective study in high-risk patients. Ann Intern Med 1983; 99: 438-43.
- Gossling HR, Ellison LH, Degraff AC: Fat embolism. The role of respiratory failure and its treatment. J Bone Joint Surg Am 1974; 56A: 1327-37.