

수술 후 발생한 원인을 알 수 없는 폐부종

— 1예 보고 —

정지훈 · 임형준 · 이성민 · 지대림
영남대학교 의과대학 마취통증의학교실

Acute Postoperative Pulmonary Edema without Reasonable Causes —A Case Report—

Ji Hoon Jeong, Hyung Jun Lim, Sung Min Lee, Dae Lim Jee

*Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Yeungnam University
College of Medicine, Daegu, Korea*

—Abstract—

This report concerns an unusual case of acute postoperative pulmonary edema without any apparent causes in a 45-year-old man. The patient was subjected to the removal of a previously placed device on the left tibia, and the excision of a benign mass on the right forearm. Unexpected acute bilateral pulmonary edema occurred immediately after the completion of the procedures. The etiologies were reviewed in relation to the patient's condition and clinical manifestations. Fluid overloading was excluded as a cause in view of the patient's perioperative state and postoperative chest X-ray results. We could not find any symptoms of upper airway obstruction during emergence from general anesthesia. We had doubts about tourniquet or fentanyl-induced pulmonary edema, but these factors were not sufficient to bring about pulmonary edema in this case. To our knowledge, the cause of acute pulmonary edema in this case is indeterminate.

Key Words: Pulmonary edema, Postoperative, Acute

서론
수술 중 혹은 수술 후 발생하는 폐부종의
원인은 일반적으로 잘 알려져 있으며, 원인을
정확하게 알 수 없는 경우라도 폐부종이 발생
된 임상상황을 분석하면 그 원인을 유추할 수

책임저자 : 지대림, 대구시 남구 대명동 317-1, 영남대학병원 마취통증의학교실 Tel: (053) 620-3367, Fax: (053) 626-5275
E-mail: dljee@med.yu.ac.kr

있다. 지금까지 대한마취과학회지에 보고된 수술 중 및 수술 후 발생한 폐부종의 원인은 Starling's equation과 항 부종 안전 인자(antiedema safety factor)의 상호관계에 따라 결정되는 폐 모세혈관 경벽 압력 경사도(transmural pressure gradient)의 증가, 폐 모세혈관 투과도 증가, 혈장 단백 삼투압 감소, 폐 임파선 부전(lymphatic insufficiency), 혹은 이 기전들의 복합적인 작용 등으로 설명될 수 있으며,¹⁾ 상기도 폐쇄,²⁾ 재확장성 폐부종,³⁾ 전자간증,⁴⁾ 그리고 신경성 폐부종⁵⁾ 등과 같이 앞에서 언급된 기전들이 작용될 수 있는 질환이나 상태를 동반하고 있는 경우가 대부분이다. 즉, 보고된 대부분의 폐부종은 수술 중 혹은 수술 후 발생되었던 특이한 임상상황하에 발생한 것들이고, 이러한 상황을 통해 그 원인을 어느 정도 밝혀낼 수가 있다.

저자들은 수술 전 건강한 환자가 간단한 수술을 받은 후 마취유도, 마취유지, 기관튜브 발관 및 회복의 전 과정이 순조로웠음에도 불구하고 회복실 이송 직후 원인을 추정할 수 없었던 폐부종을 경험하였기에 보고하고자 한다.

증 례

환자는 9개월 전 넘어지면서 왼쪽 슬개골

골절로 개방정복과 내부고정을 한 병력이 있는 45세 남자로서 내고정장치 제거와 함께 오른쪽 아래팔 종괴 제거를 위해 수술을 받았다.

환자의 몸무게는 72 kg, 키는 169 cm이고 과거병력상 비정상 소견이 없었으며 입원시 환자는 건강한 상태였다. 술 전 혈액검사와 소변 검사에서 특이한 소견은 없었다. 단순 흉부 X선에서 심비대나 폐침윤 등의 비정상적인 소견은 보이지 않았으며(Fig. 1) 심전도에서도 특별한 소견은 없었다. 문진에서 호흡곤란과 심계항진 등의 증상은 없었으며 호흡음과 심음의

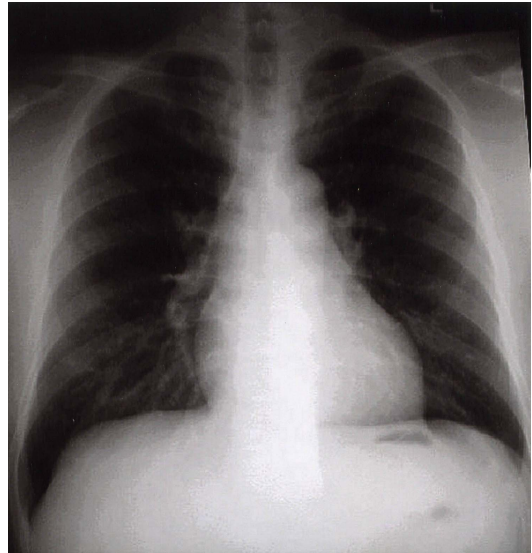


Fig. 1. Preoperative chest radiograph. No abnormal finding is observed.

Table 1. Arterial blood gas analysis during management

	After extubation	After 2 hours	After 3 hours	After 2 days
O ₂ supply (FiO ₂)	0.4	0.4	0.3	0.3
pH	7.33	7.43	7.36	7.41
PCO ₂ (mmHg)	44	42.9	45.9	42.3
PO ₂ (mmHg)	60	87	90.5	111.9
HCO ₃ (mEq/L)	23.2	29.2	25.7	22.6
SaO ₂ (%)	89	96.4	96.6	98.4

청진에 특별한 이상 소견은 없었다. 마취유도 전 활력징후는 혈압 140/90 mmHg, 맥박 분당 79회, 호흡수 분당 20회였다.

마취 전 투약으로 fentanyl sulfate 50 μ g, glycopyrrolate 0.2 mg을 마취유도 1시간 전에 근육주사하고, thiopental sodium 250 mg, vecuronium 8 mg으로 마취유도와 근이완을 시킨 후 기관 내 튜브를 삽관하였다. 기관 내 삽관 후 O₂/N₂O 각각 2 L/2 L와 enflurane을 사용하여 마취를 유지하였다. 일회호흡량 600 ml, 호흡수 분당 11회로 인공호흡기를 맞추어 작동시켰다. 수술 중 혈압은 120/70-100/60 mmHg, 심박수는 분당 60회 내외, 동맥혈 산소 포화도는 99%, 최대 흡기 압력은 18 cmH₂O 내외로 유지되었다. 수술 중 각각 약 15분간 상지와 하지에 사지 지혈대(limb tourniquet)를 사용하였고 사용전후 활력징후에는 유의한 변화가 없었다. 총 수술시간은 50분이었고 그 사이 더 이상의 근이완제는 투여되지 않았다. 환자의 금식시간은 약 10시간이었으며 수술 중 투여된 수액량은 하트만씨 용액 500 ml이었다. 수술 종료 후 pyridostigmine 10 mg과 glycopyrrolate 0.4 mg을 정맥 내 투여하고 기관 내외 구강 내 흡인을 하였고, 자발호흡과 의식이 회복됨을 확인한 후 기관 내 튜브를 발관하였으며 100% 산소를 투여한 뒤 환자를 회복실로 옮겼다.

회복실에 도착한 환자는 도착 1-2분 후부터 불규칙한 호흡양상을 보이면서 심한 기침과 함께 거품섞인 혈액성 객담을 배출하였으며 산소 포화도가 85%까지 감소하였다. 환자를 청진하여 양측 폐에 수포음이 들림을 확인하고 바로 시행한 동맥혈 가스분석에서 PaO₂, PaCO₂가 각각 60, 44 mmHg, SaO₂가 89%임을 확인하였다(Table 1). 이어서 촬영된 단순 흉부 X-선

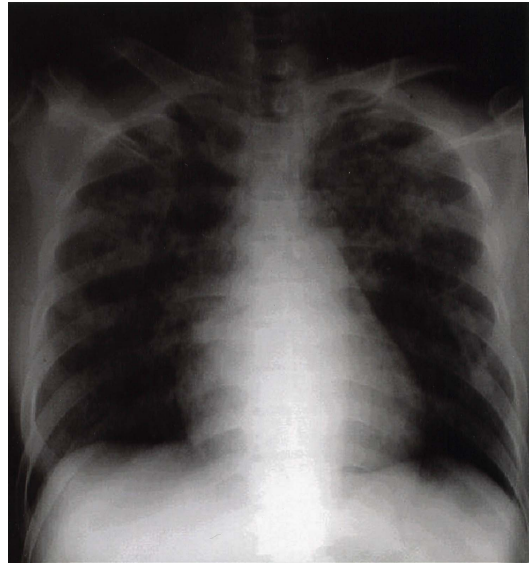


Fig. 2. Immediate postoperative chest radiograph. Diffuse interstitial pulmonary infiltration is observed on both lung field.

사진에서 심장의 크기 변화 없이 경계가 불분명한 반점상의 음영이 양측 폐 전반에 나타나는 간질성 폐부종이 발생되었음을 확인하였다(Fig. 2).

환자의 의식이 거의 회복되고 호흡곤란 증상을 심하게 호소하지 않아 venturi 마스크를 사용하여 산소를 흡입하면서 furosemide 10 mg, dexamethasone 20 mg, morphine 3 mg을 정맥 투여하였다. 2시간 후 혈액성 객담의 배출량과 기침이 감소되고 산소포화도가 96.4%로 향상되어 환자를 병실로 옮겼다. 병실에서 비측 삽입관(nasal cannula)를 통해 산소를 투여하면서 제한된 수액공급을 하였고 aminophylline과 12시간 간격으로 furosemide 20 mg을 투여하였다. 2일 후 시행된 동맥혈 가스 분석과 단순 흉부 X-선 사진에서 저산소증과 폐침윤 소견 없이 환자는 정상소견을 보였고, 입원 5일만에 무사히 퇴원하였다.

고 찰

폐부종은 림프계의 배출기능을 초과하여 폐간질과 폐포 내로 비정상적으로 액체가 축적되는 상태이다.⁶⁾ 수술 중 및 수술 후에 발생하는 이러한 폐부종은 진단방법의 발전과 함께 병태생리의 이해로 그 원인과 기전을 유추하기가 불가능한 경우는 드물다. 본 증례에서 환자의 심폐기능이 수술 전과 수술 중 정상이었고 폐부종 유발 요인을 동반하는 병력도 없었다. 대상환자에게 행하여진 수술이 간단하고 수술 중 출혈양도 적었으며 수술시야의 개선을 위해 사지 압박대를 사용하였으므로 출혈을 보상하기 위한 수액 투여가 부담스러운 환자는 더욱 아니었다. 또한 마취 유도 및 유지, 그리고 기관내 삽관 및 발관의 전과정이 순조롭게 진행되었으며 발관 후 상기도 폐쇄의 징후를 전혀 발견할 수 없었다. 환자는 발관 후 수술실을 떠날 때까지 감시장비에 의해 잘 감시되었다. 다만, 수술실에서 회복실까지 이송되는 시간 약 2분과 회복실 도착 후 환자가 폐부종 증상인 기침과 거품섞인 혈액성 객담을 나타낼 때까지 약 1-2분, 총 3-4분간은 감시장비의 부착이 없었으나 담당 마취의에 의해 시각적으로 관찰되면서 이송되었고 이송 직후에는 인계받은 회복실 전담 간호사의 관찰하에 있었으나 폐부종의 원인이 될 만한 사항을 발견할 수는 없었다. 이런 상황하에서 예기치 않게 수술 직후 폐부종이 경미하나마 발생된 것은 대단히 드문 일이라 생각된다.

장채운 등⁷⁾에 의하면 폐부종 발생시기는 수술 후에 증상이 나타나는 경우가 많으나 실제 시작은 수술 후반기에 시작되었으며 계속되는 양압 호흡으로 현저한 증상을 볼 수 없다가 수

술이 끝나고 양압 호흡이 제거된 다음 발관과 더불어 흡인의 음압이 가해질 때 더욱 현저한 증상을 보이는 경우가 많다고 보고하였다. 따라서, 본 증례에서 폐부종의 인지시기는 수술 직후지만 폐부종이 수술중에 진행되었을 가능성도 있었을 것으로 생각된다. 즉, 수술 및 마취중의 양압 호흡에 의해 뚜렷하게 증상을 관찰할 수 없다가 자발호흡과 함께 양압 호흡이 이탈되고 회복실로 환자를 이송한 후 폐부종이 발생되었을 가능성이 있다고 생각된다. 그러나, 장채운 등⁷⁾이 분석한 폐부종은 대수술을 받은 환자가 대부분이었으며 소수술을 받더라도 촉진 요소들에 의해 설명이 가능한 폐부종의 발생이었다. 그러나, 본 증례와 같이 수술시간이 50분밖에 안 되는 짧고 간단한 수술에서는 폐부종이 수술 중이나 후 어느 시점에서 발생되었는지는 정확히 짐작할 수 없다.

본 증례에서 심장은 정상적인 크기를 가지고 있으면서 수술 전과 비교하여 커지지 않았고 양측 폐에 경계가 불분명한 반점상의 음영이 전반적으로 나타나는 등의 단순 흉부 X-선 사진 소견으로 미루어 보면 폐부종의 원인은 비심인성인 것으로 생각된다. 그렇다면 본 증례에서 어떤 원인들이 이와 같은 X-선 소견의 폐부종을 일으킬 수 있을지 의문이다.

출혈의 감소와 수술시야의 개선을 위해 사용된 지혈대로 감압 직후 구혈된 사지의 혈액을 순환으로 보냄으로써 상대적인 수액과다가 야기될 수 있다.¹⁾ 그러나, 본 증례는 건강한 환자로서 이 정도의 지혈대 감압으로 인한 수액과다는 극복할 수 있는 심장의 기능적 여력이 충분하며, 지혈대의 적용도 상지와 하지를 동시에 한 것이 아니라 각각 하였기 때문에 이로 인한 폐부종이 발생되었을 가능성은 없다고

생각된다. 한편, 지혈대의 사용에 의해 허혈에 빠졌던 상지가 재순환되고 이어서 하지가 허혈에 빠졌다가 재순환됨으로써 양측 폐에서 재관류 손상이 유발되어 폐부종이 발생되었을 가능성도 있으리라고 생각된다. Wakai 등⁸⁾은 사지 지혈대에 의한 골격근 재관류 손상(reperfusion injury)시 국소적 혹은 전신적인 염증성 전구 반응으로 시토카인(TNF- α , MIP-2 등)이 증가하여 폐손상을 유발할 수 있다고 하였고, Harkin 등⁹⁾은 하지의 허혈-재관류 손상 시 현저한 장점막의 산성화와 투과성 증가로 장에서 유발되는 내독소가 내독소혈증을 일으키고 이로 인해 폐부종과 더불어 모세혈관과 폐포간의 단백질 유출 등이 발생됨으로써 결과적으로 가스교환에 장애가 발생할 수 있다고 하였다. 그러나, 허혈 시간이 각각 15분에 불과하여 허혈-재관류 손상이 일어나기에는 일반적으로 알려진 허혈-재관류 반응 발생시간에 비해 대단히 짧으므로 원인으로서 배제되어야 할 것으로 생각된다.

수술 전후 투여된 수액의 양은 수술시간 50분 동안 500 ml로 10시간의 금식시간과 70 kg의 환자체중에 비추어볼 때 많지 않다. 또한 단순 흉부 X-선 사진에서 심인성 폐부종 소견이 없음을 고려할 때 수액의 과잉 공급으로 인한 폐부종으로 보기는 어렵다. 인공 환기 시 최소 30 ml/kg이상의 많은 일회호흡량과^{10, 11)} 40 cmH₂O 이상의 높은 최대 흡기 압력으로¹²⁾ 폐부종이 발생할 수 있다고 하였는데 본 증례에서는 모두 정상범위였으므로 폐부종의 원인이 되지 못한다. 또한, Pang 등¹³⁾은 100 mmHg의 높은 음압으로 기관 튜브 내 흡인결과 예상치 못한 폐부종이 발생되었다고 보고하였는데, 본 증례에서 사용되었던 흡인압력은 -50 mmHg 이하로 낮았기 때문에 이것 역시 원인에서 배

제된다.

현재까지 아직 정확한 기전은 밝혀지지 않았으나 폐부종의 한 원인으로서는 아편이나 아편양제제가 있는데¹⁴⁻¹⁶⁾ 본 증례에서 가능성 있는 원인을 배제하고 나면 폐부종의 가능한 원인으로서는 전투약으로 사용된 fentanyl이 의심된다. Henderson¹⁷⁾은 fentanyl 습관성 사용자(중독자)의 부검소견에서 폐부종이 일관된 소견이라고 보고하였고, Soto 등¹⁸⁾도 fentanyl에 의한 폐부종을 보고한 바 있다. 그러나, fentanyl을 비롯하여 지금까지 알려진 아편제제에 의한 폐부종은 과량 사용에 의한 경우이고 본 증례에서처럼 소량의 fentanyl 전투약만으로 발생된 술 후 폐부종의 발생은 보고된 바가 없다. 따라서 수술 중에도 흔히 사용되는 fentanyl을 소량 전투약한 것만으로 술 후 폐부종이 발생하였다고 보기에는 어렵다. 다만, 가능성이 있으므로 앞으로 더욱 많은 증례들을 통해 그 가능성 유무에 대해 입증의 필요할 것이라 생각된다.

본 증례에서 폐부종 발생 즉시 폐부종액 분석, 혈액 중의 내독소나 사이토카인 등의 분석과 함께 폐동맥압 측정까지 이루어졌었다면 심인성과 비심인성 폐부종의 구분에서부터 보다 정확한 원인 규명에 도움이 되었을 것이다. 앞으로 술 중 혹은 술 후 폐부종 발생 시 즉각적인 치료뿐만 아니라 원인분석을 위해 보다 구체적이고 객관적인 접근을 한다면 아직 밝혀지지 못한 술 후 폐부종의 원인을 찾는 데 많은 도움이 될 것이다.

결론적으로 저자들은 수술과 마취의 전 과정이 순조로웠고 기관튜브의 발관과 회복실로의 환자이송까지 겹으로 드러나는 문제가 없었던 수술 전 건강한 환자에게서 회복실 이송 직

후 예기치 못하게 폐부종을 경험하였으나 원인을 규명하지 못한 예를 보고하는 바이다.

참 고 문 헌

1. Nunn JF. NUNN's applied respiratory physiology. 4th ed. Cambridge: The University Press; 1993. p. 484-93.
2. Brandom BW. Pulmonary edema after airway obstruction. *Int Anesthesiol Clin* 1997 Summer; 35(3):75-84.
3. Tarver RD, Broderick LS, Conces DJ Jr. Reexpansion pulmonary edema. *J Thorac Imaging* 1996 Summer;11(3):198-209.
4. Cong K, Wang Q. Pre-eclampsia and pulmonary edema. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi* 1999 Jul;34(7):436-8.
5. Pollack CV Jr, Pollack ES. Neurogenic pulmonary edema. *J Emerg Med* 1993 Mar-Apr; 11(2):207-10.
6. 광민전, 김애라, 김진모. 발관후 후두 경련에 의해 발생한 급성 폐부종. *대한마취과학회지* 1997 Jun;32(6):1003-7.
7. 장채운, 김애라, 전재규. 수술환자의 폐수종에 관한 임상적 분석. *대한마취과학회지* 1984 Dec; 17(4):381-8.
8. Wakai A, Winter DC, Street JT, O'Sullivan RG, Wang JH, Redmond HP. Inosine attenuates tourniquet-induced skeletal muscle reperfusion injury. *J Surg Res* 2001 Aug;99(2):311-5.
9. Harkin DW, Barros D'Sa AA, McCallion K, Hoper M, Halliday MI, Campbell FC. Bactericidal/permeability-increasing protein attenuates systemic inflammation and acute lung injury in porcine lower limb ischemia-reperfusion injury. *Ann Surg* 2001 Aug;234(2): 233-44.
10. Dreyfuss D, Saumon G. Role of tidal volume, FRC, and end-inspiratory volume in the development of pulmonary edema following mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1993 Nov;148(5):1194-203.
11. Dreyfuss D, Martin-Lefevre L, Saumon G. Hyperinflation-induced lung injury during alveolar flooding in rats: effect of perfluoro-carbon instillation. *Am J Respir Crit Care Med* 1999 Jun;159(6):1752-7.
12. Parker JC, Townsley MI, Rippe B, Taylor AE, Thigpen J. Increased microvascular permeability in dog lungs due to high peak airway pressures. *J Appl Physiol* 1984 Dec; 57(6):1809-16.
13. Pang WW, Chang DP, Lin CH, Huang MH. Negative pressure pulmonary oedema induced by direct suctioning of endotracheal tube adapter. *Can J Anaesth* 1998 Aug;45(8):785-8.
14. Sterrett C, Brownfield J, Korn CS, Hollinger M, Henderson SO. Patterns of presentation in heroin overdose resulting in pulmonary edema. *Am J Emerg Med* 2003 Jan;21(1):32-4.
15. Gould DB. Buprenorphine causes pulmonary edema just like all other mu-opioid narcotics. Upper airway obstruction, negative alveolar pressure. *Chest* 1995 May;107(5):1478-9.
16. Sternbach G. William Osler: narcotic-induced pulmonary edema. *J Emerg Med* 1983;1(2): 165-7.
17. Henderson GL. Fentanyl-related deaths: demographics, circumstances, and toxicology of 112 cases. *J Forensic Sci* 1991 Mar;36(2):422-33.
18. Soto J, Sacristan JA, Alsar MJ. Pulmonary edema due to fentanyl? *Anaesthesia* 1992 Oct; 47(10):913-4.