

## 전신 마취 후에 동시에 발생한 음압성 폐부종과 심막기종

부산의료원 내과

황철구 · 최재훈 · 김홍제 · 장성필 · 신재규 · 한동훈 · 양미진

### Negative Pressure Pulmonary Edema Together with Pneumopericardium after General Anesthesia

Cheol Gu Hwang, Jae Hoon Choi, Hong Jae Kim, Seong Pil Jang, Jae Gyu Shin, Dong Hoon Han, and Mi Jin Yang

*Department of Internal Medicine, Busan Medical Center, Busan, Korea*

Negative pressure pulmonary edema is an uncommon complication related to general anesthesia. Its main pathophysiology is excessive negative intrathoracic pressure that is caused by an acute upper airway obstruction. Pneumopericardium, the presence of air within the pericardial sac, is another rare condition. The common pathophysiology of pneumopericardium, except for that caused by blunt or penetrating trauma, is barotrauma-induced alveolar rupture caused by positive intrathoracic pressure. Here, we report the case of a 61-year old female patient with negative pulmonary edema and pneumopericardium after general anesthesia. She recovered after conservative management. (Korean J Med 2014;86:612-617)

**Keywords:** General anesthesia; Pulmonary edema; Pneumopericardium

#### 서 론

음압성 폐부종은 대부분이 전신 마취와 연관된 아주 드문 호흡기 합병증이다. 상기도 폐쇄가 발생하게 되면 최대흡기 노력을 하게 되고 이로 인한 흉강 내에 형성되는 강력한 음압이 주된 발생기전이다. 발생률은 저자에 따라 다르지만 0.05%에서 0.1% 정도로 보고되고 있으며 진단이 늦어진다 면 사망률이 40%에 이른다는 보고도 있을 만큼 치명적일 수 있다[1].

심막기종은 심낭 내에 공기가 존재하는 병태로 정의할 수

있으며 외상으로 인한 경우가 아니라면 압력손상으로 인한 경우가 흔한데 그 기전은 음압성 폐부종과는 반대로 흉강 내에 형성되는 강력한 양압이다. 폐포 내와 폐간질 사이의 압력차로 인해 폐포 내의 공기가 폐간질로 새어 나오게 되고 이 공기가 혈관주위막을 따라 폐문부로 진입하여 기종격동, 심낭기종을 유발한다[2]. 이러한 기전으로 심낭기전이 발생하는 것은 신생아에서는 압력손상으로 인해 흔히 발생하지만 성인에서는 심막이 치밀하기 때문에 드문 것으로 알려져 있다[3].

저자들은 관절경 수술을 위해 전신 마취를 시행한 환자에

Received: 2013. 4. 30

Revised: 2013. 5. 30

Accepted: 2013. 7. 12

Correspondence to Mi Jin Yang, M.D.

Department of Internal Medicine, Busan Medical Center, 359 World cup-daero, Yeonje-gu, Busan 611-706, Korea

Tel: +82-51-607-2126, Fax: +82-51-607-2807, E-mail: [sollae@hanmail.net](mailto:sollae@hanmail.net)

Copyright © 2014 The Korean Association of Internal Medicine

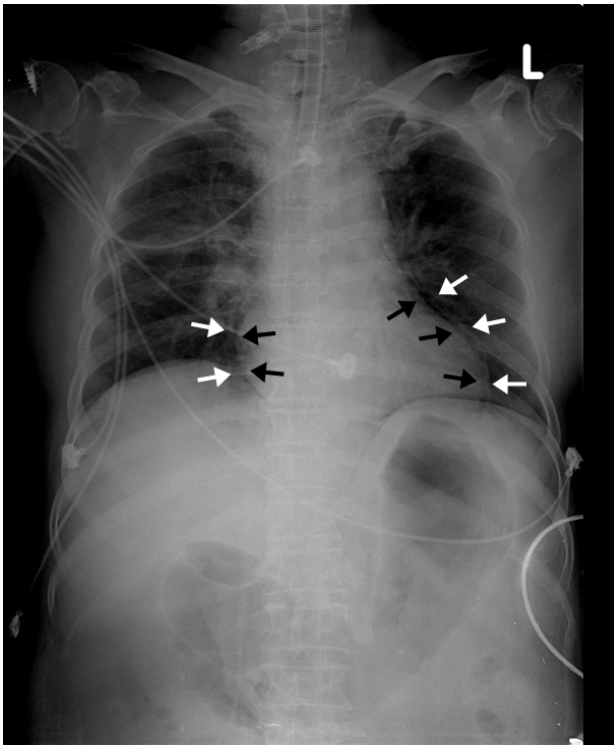
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



서 동시에 발생한 음압성 폐부종과 심막기종 1예를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 증 례

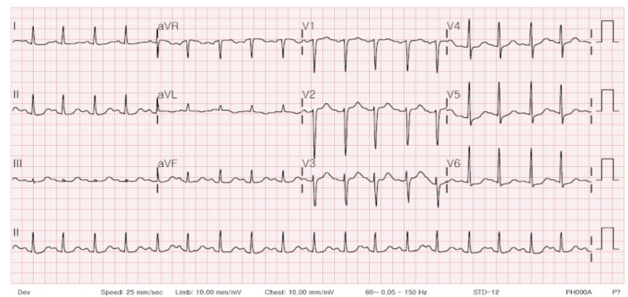
61세 여자 환자(체중 155 cm, 체중 45 kg)가 타 병원에서 고관절 관절경 수술 후 발생한 급성 호흡곤란을 주소로 응급실로 내원하였다. 수년 전부터 지속된 우측 고관절 통증으로 정형외과 병원을 방문하여 이상근 증후군으로 진단받고 보존적 치료하였으나 호전을 보이지 않아 이상근 건절단술 시행예정이었다. 환자는 고혈압과 제2형 당뇨병의 과거력이 있었고 수술 전 검사에서 특이소견을 보이지 않았으며 일반적인 신체 검사에서 이상소견을 보이지 않았다고 한다. 수술실 도착 후 glycopyrrolate, midazolam으로 전처치하였고 thiopental sodium, rocuronium, remifentanyl로 마취 유도한 뒤에 7.0 mm 기도내관을 쉽게 삽관하여 기계환기(보조조절환기 모드로 일회 호흡량 450 mL, 호흡 횟수 12회, 호기말양압 5 cmH<sub>2</sub>O) 시작하였으며 마취유지는 산소와 아산화질소를 2 L/min씩,



**Figure 1.** The initial chest radiograph demonstrating radiolucent opacity surrounding the heart (arrows) and diffuse bilateral pulmonary infiltration.

sevoflurane 2 vol%로 사용하였다고 한다. 수술은 네 시간 가량 시행되었고 수술 중에 생체 징후는 정상이었으며 수술로 인한 합병증은 없었고 수술 중 수액은 하트만 용액 500 mL를 투여하였다고 한다. 수술 후 회복실에서 자발호흡과 간단한 명령에 따르는 것을 확인하고 발관을 하였다고 하며 발관 시에 이상소견은 없었다고 한다. 발관 30분 후 환자는 갑작스레 매우 심한 기침과 함께 호흡곤란을 호소하였으며 당시 측정된 산소포화도는 70%였다고 하며 동맥혈산소 검사는 시행하지 못했다고 한다. 곧이어 빈호흡, 청색증, 의식저하를 보여 100% 산소를 투여하며 백밸브마스크로 용수환기를 시도하였으나 동맥혈 산소포화도가 상승하지 않아 기관 내 삽관하고 백밸브로 용수환기하며 본원으로 전원되었다. 삽관 전에 협착음이 청진되었고 기관 내 재삽관 시 성문이 다소 좁아보였으며 처음보다 저항이 있어 삽관에 어려움을 겪었다고 한다.

신체 검사상 의식수준은 기면상태, 혈압은 80/50 mmHg, 맥박 수는 분당 120회, 자발호흡은 약한 상태로 호흡을 유지하기 위해 기관 내 삽관 및 백밸브로 100% 산소 주입 및 용수환기 중이었으며 체온은 36.3°C, 말초동맥혈 산소포화도 95%였다. 기도내관을 통해 흡인하였을 때 거품이 섞인 분홍색 분비물이 흡인되었다. 호흡음이 다소 감소되어 있었으며 양폐하에 수포음이 들렸다. 심음은 빨랐으나 규칙적이었고 특징적인 심잡음의 청진은 어려웠다. 복부는 부드러웠으나 다소 팽대되어 있었고 압통과 반발압통은 없고 장음은 정상이었다. 흉부 X-선 촬영에서 양폐하에 혈관음영이 증가되어 있었고 미만성 폐침윤과 심장을 둘러싸는 과도방사선투과음영이 관찰되었다(Fig. 1). 심전도에서는 동성빈맥소견이었고 전기적 교대맥은 관찰되지 않았다(Fig. 2). 동맥혈 검사상 pH 7.359, PaCO<sub>2</sub> 35.5 mmHg, PaO<sub>2</sub> 88.0 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 19.6 mEq/L, SaO<sub>2</sub> 97%였으며 말초혈액 검사상 백혈구 27,400/mm<sup>3</sup>, 혈액



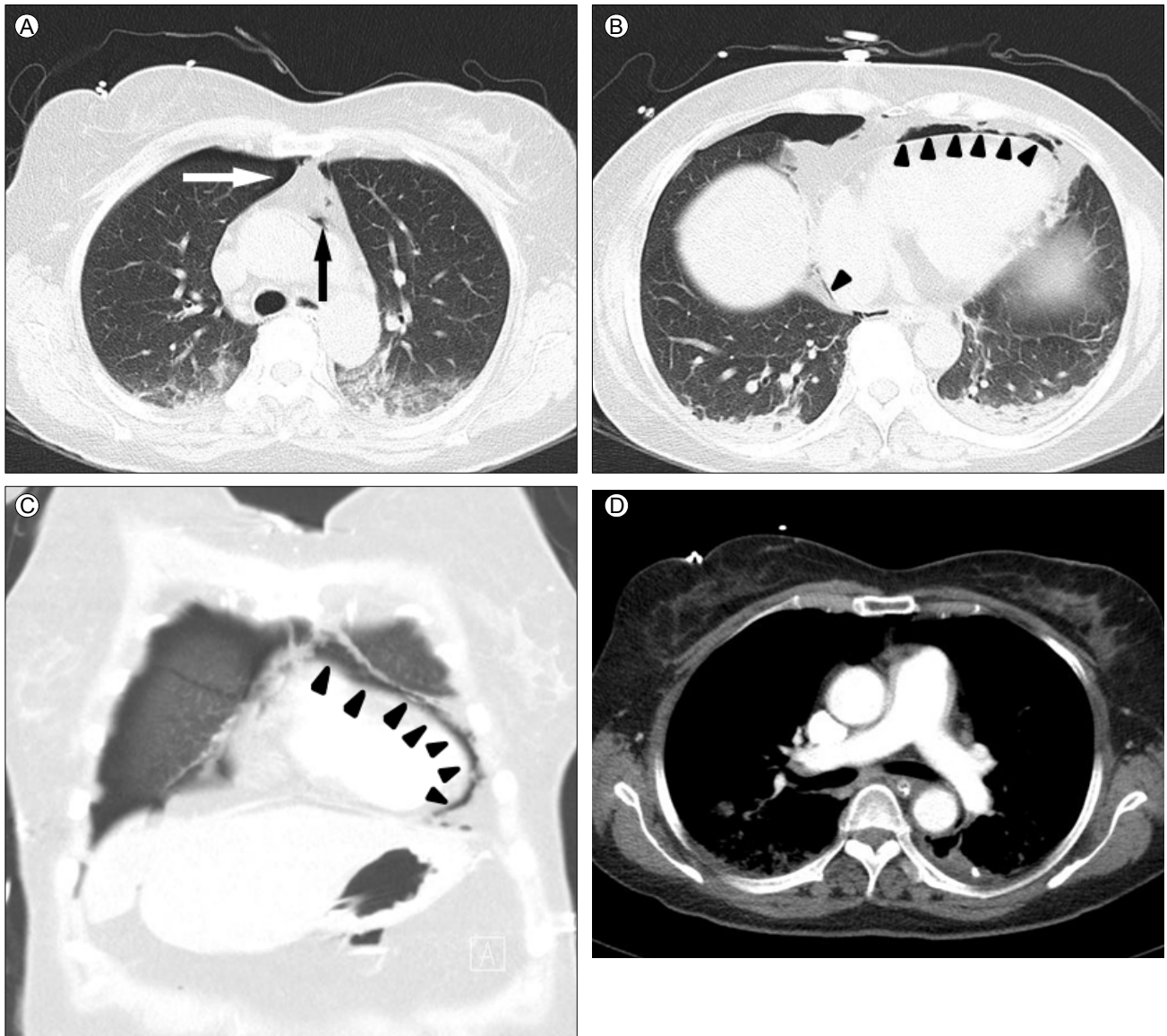
**Figure 2.** An electrocardiogram showing sinus tachycardia.



소 13.3 g/dL, 헤마토크릿 40%, 혈소판 309,000/mm<sup>3</sup>, 호중구 81.3%였다. 일반 화학 검사상 BUN 14.4 mg/dL, 크레아티닌 0.8 mg/dL, AST/ALT 43/33 IU/L, 총 단백질 7.1 g/dL, 알부민 3.8 g/dL였다. 혈청 전해질 검사상 Na 149 mEq/L, K 3.2 mEq/L, Cl 102 mEq/L, Ca 8.7 mg/dL, P 4.4 mg/dL, Mg 1.5 mg/dL였고 소변 검사상 이상소견은 보이지 않았다. D-dimer 3,123.4 ng/mL, CK-MB 2.6 ng/mL, Troponin-I 0.09 ng/mL였다.

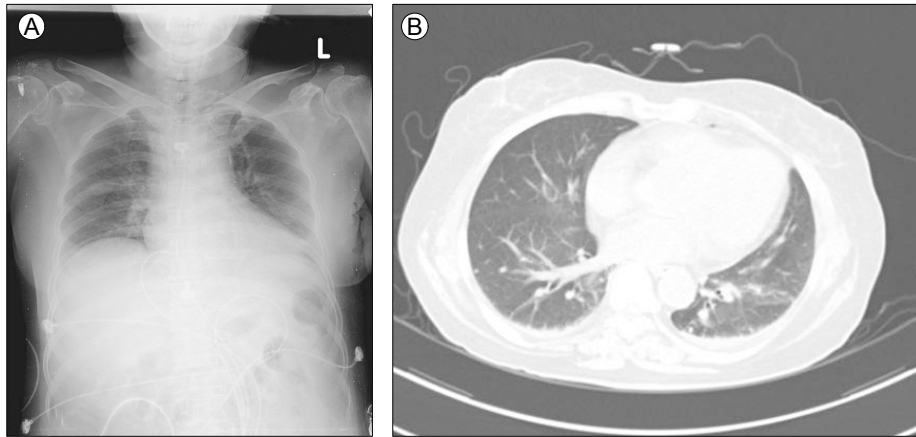
상기 소견을 종합하여 음압성 폐부종, 심막기종을 추정하

여 중환자실에서 기계환기 및 이뇨제 정주하고 집중관찰하였다. 심낭압전을 평가하기 위해 심장 초음파 시행하였다. 심막기종 및 기흉으로 인해 흉골연창과 심첨부창의 관찰이 어려워서 늑골하부창으로 관찰하여서 완벽한 조사는 힘들었다. 심박출량은 욕안으로 측정하였고 60% 정도였으며 국소 벽운동장애 및 판막의 이상소견은 관찰되지 않았다. 심장의 진동하는 움직임 및 우심실의 이완 초기 허탈, 우심방의 이완말기 허탈, 비정상적인 심실중격 움직임, 하대정맥의 다혈



**Figure 3.** Contrast enhanced chest computed tomography images taken at admission. Pneumothorax (white arrow) and pneumomediastinum (black arrow) were visible (A). Bilateral pulmonary infiltration was noted on the dependent portion and pneumopericardium (arrowheads) (B, C). There was no evidence of thromboembolism of the main pulmonary trunk in a contrast-enhanced image (D).





**Figure 4.** The follow up chest radiography images taken on day 3 and a chest computed tomography image captured on day 5. Chest radiography revealed improved pulmonary edema and regressed pneumopericardium (A). A chest CT image shows the absorption of air in the pleural and pericardial cavities (B).

색 등은 관찰되지 않았다. 미만성 폐침윤과 심장주변의 비정상적 공기음영의 평가 및 폐색전증의 감별을 위해 흉부 전산화 단층촬영을 시행하였다. 심막기종과 기종격동, 기흉, 후복막기종을 확인할 수 있었고 양폐의 의존부위에 젖빛유리혼탁화가 관찰되었으나 폐색전증을 의심할 만한 소견은 관찰되지 않았다(Fig. 3). 입원 6시간 후에 소변량이 증가하며 혈압이 120/70 mmHg, 맥박 수 분당 100회, 호흡 수 15회로 안정화되었고 환자의 의식도 명료한 상태로 회복이 되어 기계호흡기 제거 후 탈관하였다. 탈관 후 환자는 호흡곤란 및 복통을 호소하지 않았고 신체징후도 안정적으로 유지되었다. 산소공급, 수액투여, 금식 등의 보존적인 치료유지하면서 집중관찰하였다. 입원 3일째 흉부 X-선 촬영에서 이전에 보였던 심막 공기음영도 관찰되지 않았다(Fig. 4A). 그리고 허혈성 심질환 감별을 위해 심혈관 촬영술 시행하였고 좌전하행지에 최소 병변이 관찰된 것 외에는 특이소견을 보이지 않았다. 입원 5일째 추적관찰한 흉부 및 복부 전산화 단층촬영에서 심막기종과 기종격동, 기흉, 후복막기종이 회복된 것을 확인하였다(Fig. 4B). 환자는 수술을 했던 정형외과 병원으로 전원되었고 재활치료 후 현재는 일상생활에 문제가 없는 상태이다.

## 고 찰

음압성 폐부종은 전신 마취 후에 건강한 사람에게도 발생

할 수 있는 드문 합병증으로 1927년 Moore에 의해 처음 제시되었으며 Oswalt 등에 의해 처음으로 증례로 보고되었다. 이후 몇몇 증례가 주로 전신 마취와 연관하여 보고되고 있다[4]. 음압성 폐부종의 발생기전은 여러 가지 요소가 함께 관련되어 있는데, 그 중 주된 기전은 급성 상기도 폐쇄에 저항하는 최대 흡기노력에 의해 형성되는 과도한 흉강 내 음압이다. 이는 폐간질과 폐포에 전달될 것이고 폐모세혈관과의 정수 압력 차이를 형성하여 폐부종을 일으키게 될 뿐만 아니라 심장으로의 복귀정맥혈과 폐정맥압을 올려 정수압력 차이를 형성하여 폐부종을 유발하게 된다. 또한 흉강 내 음압 그 자체만으로도 심장의 후부하를 부담시켜 심박출량의 감소를 초래하고 폐부종을 더욱 악화시킨다. 그리고 상기도 폐쇄로 발생한 저산소혈증은 폐혈관의 수축을 유발하고 나아가 폐혈관 저항의 증가, 정수압의 증가로 이어지게 된다. 이러한 변화는 카테콜라민 분비를 유발하여 교감신경을 항진시키므로 심장의 후부하를 더욱 증가시킨다. 다른 기전으로 기계적 부하로 인한 폐포막과 폐모세혈관막의 파열로 인해 폐모세혈관의 투과성이 높아지게 되어 폐부종이 발생하게 된다[4,5]. 이는 기도 폐쇄의 지속 시간이 길수록 더욱 악화되며 기도 폐쇄가 해결이 되더라도 폐부종이 지속되는 것에 대한 근거가 된다.

음압성 폐부종의 주된 원인 질환은 발관 후 후두경련을 들 수 있고 이외에도 후두개염, 크루프, 기도이물질, 목맨, 기관내관 폐쇄 등이 있다. 그리고 짧은 목, 비만, 기관내관



삽입 시 저항, 수면무호흡증, 말단비대증 등이 있는 환자에  
서 음압성 폐부종이 발생할 가능성이 높다[1,5].

음압성 폐부종은 호흡곤란, 빈호흡, 거품이 섞인 분홍색  
객담과 산소포화도의 감소가 특징적인 임상 양상이며 청진에  
서 수포음과 천명음을 확인할 수 있으며 이와 함께 앞서 말  
한 유발인자가 존재하고 흉부 X-선 촬영에서 미만성 폐음영  
증가 소견이 확인된다면 진단할 수 있다[4]. 하지만 감별진  
단을 소홀히해서는 안 된다. 심인성 폐부종이나 수액과다로  
인한 폐부종, 폐렴 등으로 인한 성인 호흡곤란증후군 등과의  
감별이 필요할 것이다.

음압성 폐부종은 빠른 진단과 처치가 수반된다면 대부분  
3-36시간 안에 호전되어 완치 가능하다. 보존적인 치료가 주  
가 되며 우선은 기도폐쇄의 원인을 제거하고 기도를 확보하  
여 마스크 또는 기관내관을 통해 양압 환기를 해주는 것이  
중요하겠다. 이노제의 사용에 대해서는 논란이 있는데 이는  
폐부종의 주된 기전이 심인성이나 수액과다에 의한 것이 아  
니기 때문이다. 기도폐쇄가 해결되었는데도 폐부종의 호전이  
없고 환자가 혈량저하 상태가 아니라면 투여를 고려할 수  
있다[5].

심박기종은 심낭 내에 공기가 존재하는 병태로 정의할 수  
있으며 외상이나 침습적인 처치에 의한 경우가 아니라면 압  
력 손상으로 인한 경우가 대부분이나 때때로 기흉과 기종격  
동과 동반되기도 한다. 폐포 내의 압력이 올라가거나 폐포벽  
이 손상을 받으면 폐포 파열이 발생한다. 이 때 발생한 공  
기는 폐간질을 따라 폐문맥에 도달하여 기종격동을 일으키  
고, 혈관벽질을 따라 심막 반전부의 아교질지지가 약한 부위  
를 통과하여 심막까지 도달하게 된다. 성인에서는 이 부위가  
치밀하기 때문에 심박기종이 발생하기 위해서는 강한 압력  
이 필요하다[3].

심박기종의 가장 흔한 증상은 호흡 시 악화되는 흉통이  
다. 호흡곤란, 청색증, 저혈압, 빈맥 또는 서맥, 모순맥박 등  
이 나타난다. 합병증이 동반된 심박기종에서 청진 시에 물레  
방아 소리와 같은 심잡음이 들릴 수 있으며 단순 심박기종  
에서는 금속성의 심잡음이 들리기도 한다. 흉부 X-선 촬영  
에서 심장을 둘러싸는 과도방사선투과 음영이 특징적인 소  
견이다. 전산화 단층촬영은 흉부 X-선보다 좀 더 정확하게  
심낭내의 공기를 확인할 수 있다[6,7].

심박기종의 양이 많지 않고 심낭압전의 증거가 없다면 보  
존적인 치료로 회복된다. 산소 공급과 침상안정과 통증조절

등으로 충분하다. 하지만 심낭압전의 증거가 있다면 즉시 심  
낭천자를 시행하고 필요하다면 배액관의 거치도 고려하여야  
한다. 다른 장기와의 누공이 있다면 수술적 처치가 필요하다.

본 증례에서 발관 후 다시 기관내관 삽관 시 저항이 있었  
으며 백백브마스크로 용수환기가 어려웠고 천명음이 청진되  
었던 점으로 미루어 후두경련이 발생했다고 판단되었고 음  
압성 폐부종의 특징적인 임상양상을 나타내었다. 그리고 전  
신 마취 및 기도발관 후에 증상이 발생했으며 심인성 및 수  
액과다로 인한 폐부종은 배제 가능하였으므로 음압성 폐부  
종이라고 사료되며 내원 시의 혈압 저하는 별다른 처치 없  
이 금방 호전된 것으로 보아 과도한 흉강 내 음압으로 인한  
일시적인 현상으로 생각된다. 그렇다면 흉강 내 음압이 주요  
한 발생기전인 음압성 폐부종과 흉강 내 음압이 주된 기전  
인 심박기종이 어떻게 동시에 발생한 것일까? 저자들은 이  
탈리아에서 보고된 유사한 증례에서 그 기전을 제시하는 바  
이다[8]. 첫 번째, 환자는 전신 마취하에 네 시간 동안 기계  
환기를 받았다. 이 때 발생한 양압으로 인해 압력손상을 받  
아 음압성 폐부종이 발생하기 전에 이미 심박기종이 존재하  
고 있었을 가능성이 있다. 두 번째, 음압성 폐부종을 유발하  
는 기전에 의해 양압이 형성되었을 가능성이다. 상기도 폐쇄  
에 따른 최대 흡기노력 다음에는 아마도 최대 호기노력도  
있을 것이다. 이 환자에서 처음 기침이 발생했다는 사실에  
주목할 필요가 있다. 발살바조작과 기침은 흉강 내 양압을  
형성하고 이는 폐포 파열로 이어지고 그 결과로 심박기종과  
기종격동이 발생하였을 가능성이 있다[8].

본 증례에서는 심박기종뿐만 아니라 기종격동, 기흉, 후  
복막기종이 함께 동반되었다. 심박기종과 기종격동, 기흉은  
압력 손상을 받으며 폐포가 파열되면 생길 때 모두 발생이  
가능한 병태로 이러한 기전은 1944년 Macklin에 의해 처음  
제창되었다. 이렇게 흉강 내에 발생한 기종은 뒤로는 대동맥  
주위를 따라 이동하거나 앞으로는 횡격막이 흉늑골에 부착  
하는 부위 사이로 이동할 수 있으며 이는 본 증례에서 후복  
막기종이 생긴 기전을 잘 설명할 수 있다[9].

## 요 약

음압성 폐부종은 전신 마취 후에 발생하는 드문 합병증으  
로 대개는 탈관 후 짧은 시간 안에 일어나지만 수 시간 이후  
에도 발생할 수 있다. 내과 의사들은 종종 수술 후 급성호흡



곤란을 호소하는 환자들을 의뢰받게 되는데 수술실에서 나온 지 얼마되지 않은 환자들이라면 드물지만 음압성 폐부종을 감별 질환에 두고 평가를 해야겠다. 심막기종은 드문 병태로 유심히 살피지 않는다면 놓치기 쉬우므로 흉부 X-선을 확인할 때 심막 주위도 잘 살펴보는 것이 필요하다. 저자들은 상반된 기전의 두 병태인 음압성 폐부종과 심막기종이 동반되었다고 사료되는 한 증례를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

**중심 단어:** 전신 마취; 음압성 폐부종; 심막기종

## REFERENCES

1. Bhattarai B, Shrestha S. Negative pressure pulmonary edema: case series and review of literature. Kathmandu Univ Med J (KUMJ) 2011;9:310-315.
2. Katabathina VS, Restrepo CS, Martinez-Jimenez S, Riascos RF. Nonvascular, nontraumatic mediastinal emergencies in adults: a comprehensive review of imaging findings. Radiographics 2011;31:1141-1160.
3. Lee YJ, Jin SW, Jang SH, et al. A case of spontaneous pneumomediastinum and pneumopericardium in a young adult. Korean J Intern Med 2001;16:205-209.
4. Bhaskar B, Fraser JF. Negative pressure pulmonary edema revisited: pathophysiology and review of management. Saudi J Anaesth 2011;5:308-313.
5. Vandse R, Kothari DS, Tripathi RS, Lopez L, Stawicki SP, Papadimos TJ. Negative pressure pulmonary edema with laryngeal mask airway use: recognition, pathophysiology and treatment modalities. Int J Crit Illn Inj Sci 2012;2:98-103.
6. Westermann GW, Suwelack B. Spontaneous pneumopericardium due to exertion. South Med J 2003;96:50-52.
7. Cummings RG, Wesly RL, Adams DH, Lowe JE. Pneumopericardium resulting in cardiac tamponade. Ann Thorac Surg 1984;37:511-518.
8. Fiorelli A, Brongo S, D'Andrea F, Santini M. Negative-pressure pulmonary edema presented with concomitant spontaneous pneumomediastinum: Moore meets Macklin. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2011;12:633-635.
9. Kleinman PK, Brill PW, Whalen JP. Anterior pathway for transdiaphragmatic extension of pneumomediastinum. AJR Am J Roentgenol 1978;131:271-275.