대한마취과학회지 1995; 29: 447~451

기관삽관하의 전신마취중 마취가스 제거체계의 폐쇄로 인한 기흉 및 복강기흉

연세대학교 의과대학 마취과학교실

이 석 균·박 윤 곤·이 규 진

=Abstract=

Pneumothorax and Pneumoperitoneum due to Occlusion of the Scavenging System during General Endotracheal Anesthesia with Dräger Anesthesia Machine

Seok Kyun Lee, M.D., **Wyun Kon Park**, M.D. and **Kyu Jin Lee**, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Pulmonary barotrauma is defined as an extra-alveolar gas from lung damage secondary to changes in intrathoracic pressure. Pneumothorax, pneumoperitoneum, pneumomediastinum and subcutaneous emphysema developed due to complete occlusion of the expiratory tube of the scavenging system. During controlled endotracheal ventilation of the lungs of a 22 year old woman undergoing thyroidectomy increased airway pressure about 50 mbar on the airway pressure gauge approximately 8 minutes after starting ventilator was detected. Vital signs were stable. Subcutaneous emphysema around the neck, face and both shoulders were observed. The expiratory tubing was found to be trapped and competely obstructed between the upper and lower parts of the ventilator. The operation was cancelled and chest x-ray was taken in the operating room, which showed about 15% pneumothorax on the right chest, subcutaneous emphysema and pneumomediastinum. The follow up chest x-ray was taken in postanesthesia care unit and pneumoperitoneum was also detected on the right upper side of the abdomen. The signs of rupture of the abdominal viscus were not noted. She recovered uneventfully with insufflation of 100% oxygen and discharged 3 days later with complete spontaneous resorption of the pneumothorax. **(Korean J Anesthesiol 1995; 29: 447~451)**

Key Words: Pumonary barotrauma, Scavenging system, Pneumothorax, Pneumoperitoneum

19세기에 이르러 기도삽관의 방법이 소개된 후 점차적으로 기계적인 환기법이 이용되면서 기흉의 위험성은 언제나 존재하는 것으로 인식되어 왔다[1]. 1828년에 이미 기도에 가해진 과도한 압력으로 폐의 파열 및 기흉이 발생한다는 사실이 보고되었고, 1912년에는 과도한 폐의 팽창으로 사망을 초래한 몇가지 증례가 보고된 바 있다[2]. 빈번한 쇄골하 정맥이나 내경 정맥천자, 장시간의 기계적인 환기 그리고 심폐 소생술로 인한 의인성 기흉의 빈도가 증가하고 있고[3], 내시경, 양수천자 및 침술을 이용한 새로운 진단이나 치료적인 시술방법이 증가함으로서 이 또한 기흉의 새로운 원인으로 대두되고 있다. 저자들은 Dräger 마취기(Drägerwerk, Lübeck, Germany)를 이용한 전신마취중 마취가스 제거체계(scavenging system)가 Dräger 마취기에 부착된 환기기

논문접수일:1995년 4월 10일
심사완료일:1995년 8월 30일

(ventilator)와 환기기 고정대 사이에 끼어서 발생한 기흉, 복강기종, 종격동기종 및 피하기종을 경험하였기에 보고하고자 한다.

증 례

22세된 여자로 갑상선종 진단하에 갑상선 절제술이 계획된 환자였다. 체중은 62 kg, 신장은 162 cm였으며, 입원 당시 혈압은 120/80 mmHg, 분당 맥박수 85회, 체온은 36.3℃였고, 혈액, 뇨 및 간기능 검사, 흉부 단순촬영 등의 검사상 특별한 이상소견은 발견되지 않았으며, 심전도상에서 간헐적인 심실성 조기수축을 보였다.

마취전 투약으로 glycopyrrolate 0.2 mg, midazolam 3.0 mg을 마취시작 30분 전에 근주하였다. 마취유도를 위해 thiopental sodium 250 mg을 서서히 정맥주사하고 마스크 (face mask)로 100%산소를 흡입시키면서 succinylcholine 75 mg을 정맥주사한 후 속상수축(束狀收縮, fasciculation)이 끝난 것을 확인하고 7.0 mm 기관내 튜브로 무리없이 기관내 삽관을 하였다. 양측 폐의 환기가 잘 되는 것을 확인한 후 2 Vol%의 enflurane과 O_2 2 L/min, N_2O 2 L/min의 유량으로 흡입시켰고, 반폐쇄식 탄산가스흡수 순환방법하에 환기기로 양압환기를 시작하였으며, 근이완을 유지하기 위해 pancuronium 4 mg을 정맥주사 하였다. 일회 호흡량은 500 ml, 분당 호흡회수는 11회를 유지하였다.

마취유도 8분 후에 기도압이 50 mbar이상으로 상승되어 있는 것을 발견하였고, 심전도상 분당 130회 정도의 빈맥과 빈번한 심실성 조기수축 소견을 보였으며 이때 혈압은 100/60 mmHg, 산소포화도 계측기로 측정한 산소포화도는 97%였다. 즉시 환기기를 끄고 수지로 조절호흡을 하였으나 호흡낭으로 기도저항을 느낄 수는 없었다. Lidocaine 70 mg을 정맥주사한 후 심실성 조기수축은 나타나지 않았다. 마취가스 제거체계가 환기기와 환기기 고정대 사이에 끼어 완전히 눌려 있는 것을 발견하였다(그림 1). 집도의로부터 목과 얼굴 그리고 양측 어깨에 피하기종이 촉지된다는 사실을 전해 듣고 100%산소를 투여하기 시작하였다. 흉부 단순촬영(그림 2)을 시행한 결과 우측 폐에 약 15% 정도의 기흉, 종격동 기종

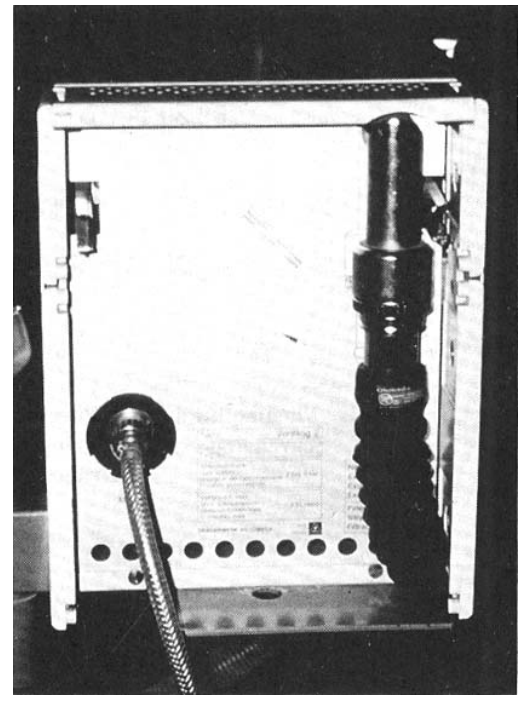

그림 1. Dräger 마취기에 부착되어 있는 인공 호흡기의 뒷부분으로 호흡기 본체와 지지대 사이에 호기부의 튜빙(tubing)이 끼어 완전 폐쇄된 상태를 보여 주고 있다.

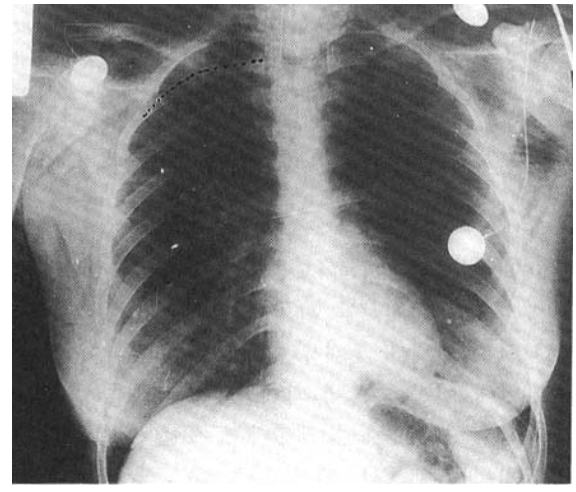

그림 2. 수술실에서 찍은 사진으로서 우측 폐상부에 약 15% 정도의 기흉과 우측 심장경계 (right cardiac border)에 기종격증 (氣縱隔症, pneumomediastinum) 및 좌우폐 상부에 피하기종을 보이고 있다.

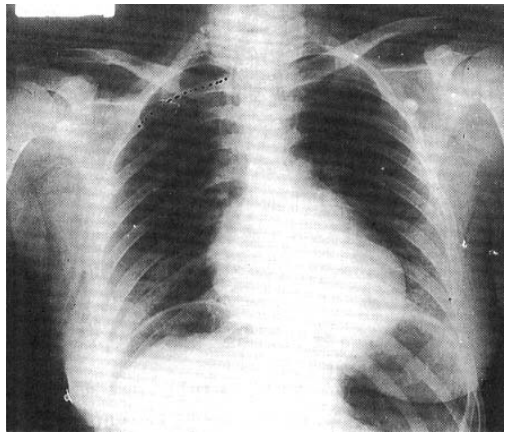

그림 3. 회복실로 이송후 찍은 사진으로서 우측 폐상부의 기흉과 우상복부의 공기 음영을 보이고 있다.

및 피하기종을 확인하였으며 이때 혈액가스 분석결과는 PH 7.47, PCO_2 26.7 mmHg, PO_2 438.1 mmHg, HCO_3^- 19.6 mEq/L, B.E. −1.8 mEq/L, S_aO_2 100%이었다.

수술을 연기하기로 하고, pyridostigmine 10 mg과 glycopyrrolate 0.4 mg을 2회에 걸쳐 정맥주사하여 근이완을 환원시켜 자발호흡이 돌아온 후 100% 산소를 기관내 튜브를 통해 흡입시키면서 환자의 호흡상태와 순환기능을 면밀히 관찰하였다. 회복실에서 흉부 단순촬영을 시행한 결과 복강기종(그림 3)이 발견되었다. 2시간 후 흉부 단순촬영을 하여 악화소견이 없고 복부팽만 및 복통 등의 증상이 없었으며 환자의 호흡상태가 양호하고 혈압등의 순환기능이 정상이어서 발관한 후 계속 관찰하기로 하고 일반병실로 이송하였다. 일반병실에서는 100% 산소를 경비 카테테르를 통해 흡입시켰고 호흡곤란, 흉통 및 복통 등의 호소는 없었고 이튿날 Levine 튜브를 제거하였으며, 3일 후 기흉 및 복강기흉이 없어진 것을 확인한 후 퇴원하였다. 퇴원 2 달 후 재입원하여 별다른 문제없이 수술후 퇴원하였다.

고 찰

기도내 삽관하의 전신마취중 발생하는 폐의 압력상해의 원인으로 과도한 기도내 양압을 들 수 있으며, 마취기 또는 인공환기기의 호기밸브의 기능이상[4,5], 탄산가스 흡수장치를 재조립시에 밸브 디스크를 잘못 끼우거나[6], Aryes' T-piece사용시에 flush valve를 틀어 순간적으로 과량의 산소가 유출되거나[7], 조절호흡시에 부주의로 호흡낭이 과도하게 팽창되었을 때 그리고 마취가스의 제거체계가 막혔을 때 등[8,9]을 들 수 있다.

Petersen 등[10]은 폐질환이 있으며 기계적인 보조환기를 필요로하는 171명의 환자를 대상으로 조사한 결과 폐의 압력상해가 최대 기도내압이 70 cmH_2O 이상에서는 43%, 50~70 cmH_2O 에서는 8% 그리고 50 cmH_2O 이하에서는 발생하지 않았다고 하였다. Nennhaus 등[11]은 기도내의 위상압력(phasic pressure)이 25 mmHg 이하에서는 상대적으로 안전하며, 30~80 mmHg의 압력에서는 위험의 가능성이 있으며 80 mmHg 이상에서는 절대적으로 위험하다고 보고하였다. Rastogi와 Wright[12]는 기도내의 양압보다는 기도와 늑막의 압력차이(transpulmonic pressure)가 더욱 관계가 있으며 이 차이가 60 mmHg을 넘어서는 안된다고 하였다.

폐의 압력상해로 나타날 수 있는 현상은 폐간질기흉, 기흉, 종격동 기종, 피하기종, 후복막기종, 공기색전증, 심낭기종 및 기관늑막루 등이 있다[13]. Macklin 등[14]은 고양이를 이용한 실험에서 폐를 과도하게 팽창시키면 폐포의 파열에 의해 폐포로부터 폐간질조직으로 유리된 공기는 폐혈관벽을 따라서 폐유문부를 거쳐 종격동내에 들어가서 종격동 기종을 형성하는 경로를 보고하였다. 종격동내에 공기가 점차 많아지면 압력이 올라가서 종격동 늑막을 뚫고 일측 혹은 양측 폐에 기흉을 만들거나 대혈관벽이나 식도벽을 따라서 후복막조직이나 복강내로 퍼지고, 경부의 심부 근막을 통해 피하조직에 퍼지면 피하기종을 형성하게 된다. 정상적으로는 흡기나 호기시에 복부내압이 흉부내압보다 20내지 30 cmH_2O 정도 초과하기때문에 단순한 기흉으로는 복강기종을 초래하지 않는다[15]. 기계적인 환기나 호기말 양압(PEEP)으로 흉부내압이 증가하여 결국 복강내로 공기가 퍼져 복강기종을 형성하게 된다.

전신마취중에 발생한 기흉을 진단하기는 매우 어렵다. 제일 먼저 나타나는 증상은 빈맥과 저혈압이지만 이 경우 깊은 마취나 저혈량으로 생각하기 쉽

다. 기흉이 점점 심해지면 기도압력이 상승하게 되고, 흉부 청진상 호흡음의 저하와 기관지의 압박으로 인한 천명음, 타진상 공명과도 (共鳴過度, hyperresonance)등이 있다. 이와 동반하여 중심정맥압의 상승, 점차적인 저산소증과 과탄산혈증으로 인한 청색증, 심부정맥 및 경부에 피하기종에 의한 마찰음(crepitus)을 촉지할 수 있다.

복강기종과 종격동 기종이 동시에 존재하면 폐의 압력상해를 강하게 의심해야 하며 복강기종을 복강내 장기파열로 오진하여 수술을 시행하는 경우 사망율이 높은 것으로 알려져 있다[16]. Ralston 등[17]은 복강내 free gas 분석에 의해 PaO_2보다 높은 PO_2는 압력상해로 인한 복강기종임을 확진할 수 있어 불필요한 수술을 예방할 수 있다고 하였다. 복부팽만, 순환허탈, 청색증 및 호흡곤란 등의 증상이 있으면 긴장성 복강기종을 고려해야 하며 내경이 큰 주사침을 이용하여 즉각적으로 감압하면 수분내에 순환 등의 증상이 좋아진다[18]. Nennhaus 등[11]은 양압환기를 하던 환자에서 기도저항이 느껴지면 긴장성 기흉을 일단 생각해 보아야 하며, 특히 마취중에는 기관지 경련과의 감별이 중요하다고 하였다[12]. 또한 N_2O를 사용중이면 기흉을 더욱 악화시킬 수 있으므로 즉시 체내에서 제거시켜야 한다. 기흉에서 N_2O의 위험성은 Eger 등[19]이 강조한 바 있다.

마취기에 공급되는 신선 가스량이 분당 2L 이상이므로 이와 비슷한 양이 배기가스를 통하여 나오는데 이때에는 아산화질소 뿐만 아니라 할로겐화합물이 실내공기를 오염시키게 된다. 그러므로 마취가스 제거체계를 통하여 외부로 제거함으로서 실내공기오염을 방지할 수 있다. 마취가스 제거체계는 호흡후에 마취가스가 배출관을 통하여 외부로 흘러나가도록 설치된 수동형이 있고, 음압을 이용하여 적극적으로 흡인하는 능동형의 두가지가 있는데 본 증례에서 사용한 마취기는 수동형에 속한다. 수동형과 능동형 모두에서 배출관의 폐쇄로 인하여 호흡회로에 지나친 압력상승으로 폐의 압력상해를 초래할 수 있으며, 또한 능동형에서는 지나친 흡인으로 신선 가스유량보다 가스 제거체계로 빠져나가는 양이 많게 될 때 흡인 압력조절밸브의 기능장애가 있으면 호흡회로에 음압을 야기할 수 있다[20].

본 증례에서 사용한 마취기기는 Dräger 마취기로 기도압의 최저한계(lower limit)에 대한 경보장치만을 이용할 수 있다. 마취를 시작하기전에 마취가스 제거체계가 환기기와 환기기 고정대 사이에 끼어 있었다는 사실을 알지 못한 것이 사고발생의 원인이었다. 이로 인해 마취기의 호기밸브 기능부전과 같은 양상으로 기도내 압력이 점차적으로 상승하여 폐포가 파열되어 기흉, 종격동 기종, 피하기종 및 복강기종 등을 초래하였을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1) Gillespie NA. The history of endotracheal anesthesia. Endotracheal anesthesia. Madison, University of Wisconsin Press, 1963; 6-24.
2) Orkin FK, Cooperman LH. Complications in Anesthesiology. Philadelphia: JB Lippincott. 1983; 173-82.
3) Steier M, Ching N, Roberts EB, Nealon Jr TF. Pneumothorax complicating cotinuous ventilatory support. J Thorac Cardiovasc Surg 1974; 67: 17-23.
4) 김진수, 이영석, 김수연, 김명희, 김종래. 압축공기내 과열기로 인한 인공호흡기 호기밸브 폐쇄경험. 대한마취과학회지 1990 23: 100-2.
5) Martin JT, Patrick RT. Pneumothorax: its significance to the anesthesiologist. Anesth Analg 1960; 39: 420-9.
6) Dean HN, Parsons DE, Raphaely RC. Case report: bilateral tension pneumothorax from mechanical failure of anesthesia machine due to misplaced expiratory valve. Anesth Analg 1971; 50: 195-8.
7) Arens JF. A hazard in the use of an Arye T-piece. Anesth Analg 1971; 50: 943-6.
8) Tavakoli M, Habeeb A. Two hazard of gas scavenging. Anesth Analg 1978; 57: 286-7.
9) O'Connor DE, Daniels BW, Pfitzner J. Hazards of anaesthetic scavenging: case reports and brief review. Anesth Intensive Care 1982; 10: 15-9.
10) Petersen GW, Baier H. Incidence of pulmonary barotrauma in a medical ICU. Crit Care Med 1983; 11: 67-9.
11) Nennhaus HP, Javid H, Julian D. Alveolar and pleural rupture. Arch Surg 1967; 94: 136-41.
12) Rastogi PN, Wright JE. Bilateral tension pneumothorax under anesthesia. Anaesthesia 1969; 24: 249-52.
13) Vender JS. Complications and physiologic alterations of positive airway pressure therapy. Anesth Clin North Am 1987; 5(4): 807-19.
14) Macklin MT, Macklin CC. Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory

diseases and other conditions: an interpretation of the clinical literature in the light of laboratory experiment. Medicine 1944; 23: 281-358.
15) Rushmer RF. The nature of intraperitoneal and intrarectal pressure. Am J Physiol 1946; 147: 242-9.
16) Hillman KM: Pneumoperitoneum - a review. Crit Care Med 1982; 10: 476-81.
17) Ralston TH, Clutton-Brock TH, Hutton P. Tension pneumoperitoneum. Intensive Care Med 1989; 15: 532-3.
18) Higgins JRA, Halpin DMJ, Midgley AK. Tension pneumoperitoneum: a surgical emergency. Br J Hosp Med 1988; 39; 160-1.
19) Eger EI II, Saidman LJ. Hazards of nitrous oxide anesthesia in bowel obstruction and pneumothorax. Anesthesiology 1965; 26: 61-6.
20) Nunn JF, Utting JE, Brown BR. General anaesthesia. 5th ed. London: Butterworths. 1989; 428-56.