인공적 기복술의 시행중 발생한 정맥혈 공기 색전증 1예

—증례 보고—

서울대학교 의과대학 마취과학교실

박 학 수 · 오 용 석

= Abstract =

Venous Air Embolism due to Iatrogenic Insufflation of Air into Intraabdominal Cavity

— A case report —

Whark Soo Park, M.D. and Yong Seok Oh, M.D.

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

Venous air embolism can occur in the various situations during operation. We experienced a case of cardiac arrest due to iatrogenic venous air embolism. A 62 year old man was underwent thoracotomy for lung cancer with one lung ventilation in the left lateral decubitus position. Finished right upper lobectomy, surgeon insufflated air into intraabdominal cavity through diaphragm to reduce dead space of thoracic cavity. After insufflating air, blood pressure and heart rate dropped suddenly and then cardiac arrest was developed immediately. We performed cardiac resuscitation with manual cardiac compression, various cardiotonic drugs and removal of air through opened right atrium, and resulted in good hemodynamic recovery. At the time of discharge, the patient has recovered almost completely with mild short term memory loss and hoarseness. (Korean J Anesthesiol 1996; 31: 118~121)

Key Words: Complications: air embolism; intraoperative; cardiac arrest. Heart: cardiac arrest. Surgery: thoracotomy; right upper lobectomy

공기 색전증은 두부, 경부 등 여러가지 수술이나 시술에서 일어날 수 있다. 특히 두부 수술에서는 그 빈도가 높아 개두술(craniotomy)시 21~29%, 후두 개두술(occipital craniotomy)시 40%까지 보고되고 있다^{1,2)}. 그외에 방광, 관절, 질 및 자궁의 통기법시, 소파수술, 기복(pneumoperitoneum) 및 기흉, 전치태반 산모의 분만³⁾, 태반조기박리 산모의 분만⁴⁾, 복강경 수술^{5,6)}, 심장 수술시 체외 순환 과정⁷⁾, 중심정맥 카

테터나⁸⁾ Swan-Ganz 카테터의 거치⁹⁾, 폐 수술¹⁰⁾, 신장이식 수술¹¹⁾, 복와위에서 척추의 기계적 융합술¹²⁾ 및 미추 마취¹³⁾ 등 에서도 보고되고 있다.

저자들은 전신마취하에 우측 폐상엽 절제술후 생긴 흉곽내 사강을 줄이기 위해 인공적으로 기복을 만든 직후 발생한 정맥혈 공기 색전증과 이에따른 심정지를 경험하였기에 보고한다.

증례 보고

논문접수일 : 1996년 5월 7일

62세 남자 환자(체중 49 kg, 신장 164 cm)가 피가

석인 객담을 주스로 내원하여 흉부 단층 촬영과 객담 세포 검사상 우측 폐상엽에 직경 8 cm의 상피성 폐종양이 발견되어 우측 폐상엽 절제술을 받게 되었다. 과거력상 28년전에 결핵 치료를 받은 적이 있었고 그외 다른 질환은 없었다.

수술전 전투약은 하지않았고, 수술실에 도착후 midazolam 2 mg, fentanyl 50 ug을 정주하고 좌측 요골 동맥에 카테터를 거치하여 지속적으로 동맥압을 감시하였다. 환자에게 탈진소화를 시키고나서 propofol 50 mg, fentanyl 250 ug, pancuronium 6 mg을 정주하고 5분간 산소와 isoflurane으로 용수환기한 후 37Fr.의 이중관 기관튜브를 삽관하고 굴곡성 기관지 내시경으로 위치를 확인하였다. 중심정맥압의 측정과 수액공급로를 확보하기위하여 우측 내경정맥에 이중관 중심정맥 카테터를 거치하였다. 좌측와위에서 좌측 폐로 환기하면서 우측 폐상엽을 절제하였다. 폐엽 절제술 도중 활력징후는 혈압 100~110/60~70 mmHg, 심박수 70~80회/분, 맥박 산소 포화도 99~100%, 중심정맥압 7~8 mmHg, 호기말 이산화탄소 분압(Ohmeda 5250 RGM[®], BOC Health Care Inc., USA)은 28~30 mmHg로 유지되었다.

수술자는 우측 폐상엽을 절제한후 흉곽내 사강을 줄이기 위해 18 gauge의 정맥주사침으로 개흉된 수술부위의 횡격막을 통하여 50 ml의 주사기로 복강 내에 공기를 천천히 주입하였다. 약 5분에 걸쳐 950 ml의 공기주입이 끝난 직후 호기말 이산화탄소 분압이 11 mmHg, 혈압이 70/30 mmHg, 심박수가 50회/분으로 저하되고 중심정맥압이 25 mmHg로 상승하였다. 이후 수축기 혈압이 40 mmHg로 급격히 저하되고 심전도상 서맥(심박수 30회/분)과 심실성조기수축과 같은 부정맥이 발생되면서 곧이어 심정지가 관찰되어 마취제의 투여를 중지한 후 환자의 머리를 낮추고 epinephrine 50 ug을 정주하고 동시에 직접 심장마사지를 시행하였으나 효과가 없었다. 수액과 혈액을 빠른 속도로 주입하면서 공기색전증을 의심하여 주사기로 중심정맥 카테터를 통해 공기를 흡인하려 했으나 성공하지 못했다. 수술자가 우심방을 절개하고 폐동맥을 천자하여 대량의 공기를 뽑아내었다. 심장 소생술을 시행하는 동안 epinephrine 1 mg이 3회, calcium gluconate 2 g이 2회, sodium bicarbonate 50 mEq이 2회 정주되었다. 약 5분간 수축

기 혈압이 40 mmHg이하로 저하되어 있었으나 그후 혈압은 110/60 mmHg, 심박수는 110회/분으로 상승하였고, 이때의 동맥혈 가스분석 소견은 pH- P_aCO_2 - P_aO_2 - HCO_3^- ; 7.26~55 mmHg~397 mmHg~24.5 mEq/L (F_iO_2 : 1.0)이었다. 이후 dexamethasone 20 mg, furosemide 20 mg이 정주되었고 dobutamine 5 ug/kg/min., nitroglycerin 1 ug/kg/min.이 지속 정주되었다. 그후 혈압은 100~120/50~60 mmHg, 심박수는 100~110회/분, 맥박 산소 포화도는 100%, 호기말 이산화탄소 분압은 24~30 mmHg로 유지되었고 기관내 튜브로는 혈액성 분비물이 계속 나와 aprotinin 200만 단위가 투여되었다. 수술 종료후 fentanyl 100 ug을 정주하고 환자를 깨우지 않고, 심혈관계 약물을 지속정주하면서 중환자실로 이송하였다.

중환자실 도착후 FiO_2 1.0, 일회 호흡량 600 ml, SIMV 20회/분으로 기계적 보조환기를 하였고 이때 최대 흡기압은 23.5 cmH₂O이었다. 환자의 혈압과 심박수를 관찰하면서 dopamine과 dobutamine, nitroglycerin을 지속 정주하였다. 환자는 혈압이 100~120/70~80 mmHg, 심박수는 100~110회/분으로 유지되었다. 수술 다음날 아침에 심전도상 S-T분절이 상승되어 있었고, 우측 상하지에서 근력저하 소견을 보였다. 간질발작을 하여 diazepam 10 mg이 정주되었으며 뇌 경색을 의심하여 뇌 방사선 단층촬영을 시행하였으나 특이 소견은 발견할 수 없었다. 수술 후 3일째 자가호흡이 충분하다고 판단되어 기관내 튜브를 발관하였다. 수술후 4일째 심전도가 정상화되어 dobutamine, nitroglycerin, dopamine을 차례로 투여를 중지하였다. 환자는 7일째에 병실로 이송었다. 수술 한달 후에 환자는 우측 성대마비에 의한 쉼 목소리와 경한 뇌병증에 의한 기억력감퇴를 호소하였으나 외래에서 관찰과 치료를 받기로 하고 퇴원하였다.

고 찰

본 환자의 경우, 우측 폐상엽의 절제 후에 흉곽 내에 사강이 생겼다. 대개의 경우 수술후 치료를 받으면 자연적으로 사강이 줄어들는 경우가 많으나, 꼭 흉곽내 사강을 줄여야하는 경우라면 수술한 쪽

흉곽의 늑연골 절제나 횡격막신경의 마비술, 인공적 기복술(artificial pneumoperitoneum) 등이 이용될 수 있으나 각각 그에 따른 후유증과 합병증때문에 기피하는 수술자도 많다. 인공적 기복술은 과거에 폐결핵이나 장결핵의 치료와 진단 및 폐기종의 치료 목적으로도 많이 이용되었다. 그에 따른 합병증¹⁴⁾으로는 통증, 식욕감퇴, 체중감소, 고열, 어지러움, 복막염, 장유착, 호흡곤란 및 피하기증 등이 있고, 가장 치명적인 것으로는 공기 색전증이 있으며 이는 간, 비장 및 복벽의 혈관 등이 천자되어 유발될 수 있다. 본 환자의 경우도 수술 도중 횡격막을 천자하여 복강으로 공기주입시 주사침에 의해 손상된 간장이나 복강내 혈관 등을 통해 공기 색전증이 발생한 것으로 생각한다. 수술후에 복부를 통해 시행할 경우에는 배꼽아래 좌측을 천자하는 것이 비교적 안전하다고 한다.

수술중에 공기 색전증을 감지할 수 있는 감시장치로는 여러 종류가 있으나 그중 경식도 초음파가 가장 예민하다고 보고되었고¹⁵⁾, 동물 실험에서 일시에 0.02 ml/kg의 공기를 주입하거나 0.001~0.01 ml/kg의 속도로 주입시에도 감지할 수 있었다고 한다. 그러나, 고가의 장비이므로 대부분의 수술실에 항상 준비되어있지 못한 실정이다. 그 다음으로 전흉부벽에 도플러 초음파 변환기(precordial Doppler ultrasonic transducer)를 부착하여 최소 0.25 ml의 공기도 확인할 수 있다고 보고되었으나¹⁶⁾, 환자의 체형이나 수술실에서 전기소작(electrocautery) 등에 의해 방해받을 수 있고 3~5초 밖에 지속되지 않는다는 점과 공기량에 따른 변화가 적다는 점이 지적되고 있다. 그리고, 본 환자과 같은 개흉술의 경우에는 흉벽에 부착하는 데 곤란한 점이 있다. 호기말 이산화탄소 분압은 개의 경우 0.25~0.5 ml/kg의 공기 주입시에도 유의하게 감소하였다고 하며, 가토의 경우에는¹⁷⁾ 0.1 ml/kg투여시에도 유의하게 감소하고 정맥 주사후 2~4분에서 가장 감소하였다고 한다. 이는 공기 색전증에 의해 사강이 증가하고 고 환기/관류 분포영역(high V/Q area)이 생겨 호기말 이산화탄소 분압이 급격히 감소하지만, 또한 저혈압시에도 사강이 증가하여 호기말 이산화탄소 분압이 감소할 수 있음이 지적되고 있다. 임상적으로 호기말 이산화탄소 분압만으로는 감시장치로서 특이성이 떨어

지나 precordial Doppler와 동시에 감시할 때에는 호기말 이산화탄소 분압의 감소 유무에 따라 투여된 공기의 양이 혈액학적으로 의미있는 지를 구분할 수 있다. 본 환자의 경우에 횡격막 천자시 육안적으로 혈액이 나오지 않는 것을 확인하고 공기를 주입하였으나, 호기말 이산화탄소 분압을 좀 더 주의깊게 지속적으로 관찰했다면 공기 색전증을 조금 더 일찍 감지했으리라 생각한다.

수술직후 마취과 의사는 신경과에 의뢰하여 신경학적 진단, 검사 및 치료를 주장했으나 실제로는 이루어지지 않았고, 환자가 수술 다음날 아침에 중환자실에서 간질발작의 소견을 보이고 나서야 신경과 의사의 진료가 이루어진 것은 바람직하지 못했다고 생각한다. 최근에 뇌혈관의 공기 색전증의 치료로 고압 산소 요법이 있으나 5시간이상 치료가 지연되면 효과적이지 못하다고 하며, Kol 등은 뇌혈관의 공기 색전증이 의심되면 신경학적 증상이 나타나지 않더라도 가능한 빨리 고압 산소 요법을 시작하는 것이 바람직하다고 주장한다¹⁸⁾. 그의 치료방법으로 불화탄소 유탁액(fluorocarbon emulsions)의 투여가 연구중이다¹⁹⁾.

본 환자는 좌측와위에서 100% 산소를 투여받으면서 수술중이었으므로 그로인해 공기 색전증의 발생 시 치료에 도움이 되었고, 비록 중심정맥 카테터를 통해 공기를 흡인해내지는 못했지만 발견 즉시 환자의 머리를 낮추고 심장 마사지의 시행후 우심방과 폐동맥에서의 공기 제거와 수액과 혈액, 승압제 및 혈관확장제 등을 투여하였던 것이 치료효과와 예후에 도움이 되었다고 생각한다. 그러나, 공기 색전증은 치명적인 결과를 초래할 수 있으므로 수술 전에 흉부외과 의사는 마취과 의사에게 인공적 기복술의 시행 가능성에 대해 설명하여 그에 따른 준비를 철저히 할 수 있도록 해야한다. 그리고, 횡격막의 천자시 육안과 방사선 투시기(fluoroscope) 등을 이용해 복강내 혈관이나 하대정맥, 간장 및 비장 등에 공기가 투여되지 않도록 주의해야 하고 감시장치와 환자의 활력 징후를 세심히 관찰하여 공기색전증을 예방하고 조기 발견과 치료가 이루어질 수 있도록 해야겠다.

참 고 문 헌

1. Hybels C: Venous air embolism in head and neck surgery. *Laryngoscope* 1980; 90: 946-54.
2. Tateishi T: Prospective study of air embolism. *Br J Anaesth* 1972; 44: 1306-10.
3. Durant TM, Long J, Oppenheimer J: Pulmonary (venous) air embolism. *Am Heart J* 1947; 33: 269-81.
4. 이종현, 최세진: 전신마취중 발생한 급성심정지 10예 보고. *대한마취과학회지* 1972; 5: 81-5
5. 김건식, 강채규, 강화자, 최영규, 신옥영, 권무일: 복강경 자궁 절제술을 위한 전신 마취중 발생한 우발적 일측 폐환기. *대한마취과학회지* 1995; 29: 922-6.
6. Beck DH, McQuillan PJ: Fatal carbon dioxide embolism and severe haemorrhage during laparoscopic salpingectomy. *Br J Anaesth* 1994; 72: 243-5.
7. Stoney WS, Alford WC Jr, Burrus GR, Glassford DM Jr, Thomas CS Jr: Air embolism and other accidents using pump oxygenator. *Ann Thorac Surg* 1980; 29: 336-40.
8. Feliciano DV, Mattox KL, Graham JM, Beall AC Jr, Jordan GL Jr: Major complication of percutaneous subclavian vein catheters. *Am J Surg* 1979; 138: 869-74.
9. Conahan TJ III: Air embolization during percutaneous Swan-Ganz catheter placement. *Anesthesiology* 1979; 50: 360-1.
10. Cleveland JC: Fatal air embolism to the right side of the heart during pneumonectomy for carcinoma. *Chest* 1977; 71: 556-7.
11. Pertek JP, Junke E, Haberer JP: Air embolism during kidney transplantation. *J. Urol* 1993; 149: 866.
12. Horlocker TT, Wedel DJ, Cucchiara RF: Venous air embolism during spinal instrumentation and fusion in the prone position. *Anesth Analg* 1992; 75: 152.
13. Guinard JP, Borboen M: Probable venous air embolism during caudal anesthesia in a child. *Anesth Analg* 1993; 76: 1134-5.
14. Stein HF: Complications of artificial pneumoperitoneum. *Am Rev Tuberc* 1951; 64: 645-58.
15. Muzzi DA, Lossarro TJ, Black S, Nishimura R: Comparison of transesophageal and precordial ultrasonic Doppler sensor in the detection of venous air embolism. *Anesth Analg* 1990; 70: 103-4.
16. Marron JC, Albin MS: Air embolism diagnosed by Doppler ultrasound. *Anesth Analg* 1974; 55: 399.
17. 염종훈, 전종현, 이 청, 이동호, 김경현, 김교상 등: 가토에서 정주공기량에 따른 심전도 및 혈액가스변화. *대한마취과학회지* 1990; 23: 200-5.
18. Kol S, Ammar R, Weisz G, Melamed Y: Hyperbaric oxygenation for air embolism during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 401-3.
19. Spiess BD, Braverman B, Woronowicz AW, Ivankovich AD: Protection from cerebral air emboli with Perfluorocarbons in rabbits. *Stroke* 1986; 17: 1146-9.