

# 조영증강 흉부전산화 단층촬영 후 발생한 대량의 공기 색전증 1예

<sup>1</sup>충북대학교 의과대학 내과학교실, <sup>2</sup>영상의학과교실

박병출<sup>1</sup>, 길 호<sup>1</sup>, 박찬선<sup>1</sup>, 정지인<sup>1</sup>, 최은영<sup>1</sup>, 신윤미<sup>1</sup>, 이기만<sup>1</sup>, 김성진<sup>2</sup>, 최강현<sup>1</sup>

## A Case of Massive Air Embolism after Contrast-enhanced Computed Tomography

Byeong Chool Park, M.D.<sup>1</sup>, Ho Kil, M.D.<sup>1</sup>, Chan Sun Park, M.D.<sup>1</sup>, Jee In Jeong, M.D.<sup>1</sup>, Eun Young Choi, M.D.<sup>1</sup>, Yoon Mi Shin, M.D.<sup>1</sup>, Ki Man Lee, M.D.<sup>1</sup>, Sung Jin Kim, M.D.<sup>2</sup>, Kang Hyeon Choe, M.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Internal Medicine and <sup>2</sup>Radiology, College of Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

A venous air embolism is a complication of various venous access procedures such as contrast-enhanced computed tomography (CECT). Although most cases of iatrogenic venous air embolisms during CECT involve a few milliliters of air and are asymptomatic, a massive venous air embolism can be fatal.

We report a case of a massive intraventricular air embolism after CECT with a review of the literature regarding the pathophysiology and treatment of air embolisms. (*Tuberc Respir Dis* 2007; 63: 178-182)

**Key Words:** Air embolism, Contrast-enhanced computed tomography, Complication.

### 서 론

공기 색전증은 동맥이나 정맥 속으로 공기가 유입되는 상태로 1769년 Morgagni에 의해 처음 알려졌으며, 공기가 유입되는 부위와 우심방과의 압력차에 의해 발생한다<sup>1,2</sup>. 전통적으로 두경부 및 골반 수술시에 공기 색전증이 주로 발생하는 것으로 알려져 있으며, 중심정맥 도관 삽입, 경피적 흉부 세침생검, 기계호흡에 의한 압력손상, 정맥을 통한 수액 주입시 등에서도 보고되고 있다<sup>3,4</sup>. 진단 및 치료를 위해 방사선 조영제를 사용하는 빈도가 많아지고 고해상도와 고속촬영이 가능한 computed tomography(CT)가 발전하면서 조영증강 CT 후 정맥 공기 색전증은 드물지 않게 발생하는 문제로서 두경부 조영증강 CT 후 15%까지<sup>5</sup>, 그리고 흉부 조영증강 CT 후 23%까지<sup>6</sup> 관찰되는 것으로 보고되었다.

대부분의 공기 색전은 소량으로 증상이 없어 일반적으로 치료가 필요치 않으나 대량의 공기색전의 경

우 호흡 곤란, 흉통, 빈맥, 저혈압, 의식 상태 변화, 심폐부전 등의 다양한 임상 양상으로 발현할 수 있으며, 유입된 공기의 양, 공기의 유입속도, 체위 등에 따라 치명적일 수 있다<sup>6,7</sup>. 이에 저자들은 경정맥 조영증강 CT 후 발생한 대량의 우심실 공기 색전증 1예를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

### 증 례

환 자: 남자 47세

주 소: 흉부 불편감

현병력: 환자는 건강 검진을 위해 촬영한 흉부 방사선 사진에서 양측 폐문 비대가 관찰되어 내원일 인근 병원에서 자동주입기를 사용하지 않고 조영제를 가압 점적 주입하여 조영증강 흉부 CT 촬영을 시행 받았으며 그 후 활력증후는 안정적이었고 가벼운 마른 기침과 흉부 불편감 이외에 뚜렷한 증상을 호소하지 않았다. 그러나 촬영된 CT 영상에서 대량의 공기가 우심실과 주폐동맥에서 발견되어 코삽입관으로 산소를 투여받으며 본원으로 전원되었다.

과거력: 특이 사항 없음

흡연력: 없음

사회력 및 가족력: 10년 전부터 가전제품 생산공장에서 포장일을 하고 있음.

진찰 소견: 내원 당시 혈압 150/90 mmHg, 맥박수

Address for correspondence: **Kang Hyeon Choe, M.D.**  
Department of Internal Medicine, College of Medicine,  
Chungbuk National University, 12 Gaeshin-dong,  
Heungduk-gu, Cheongju, Chungbuk, 361-763, Korea  
Phone: 82-43-269-6014, Fax: 82-43-273-3252  
E-mail: choekh@chungbuk.ac.kr  
Received: Jun. 14. 2007  
Accepted: Jul. 11. 2007



**Figure 1.** Simple chest radiograph shows prominent both hili and reticular shadow in both lungs at emergency room.

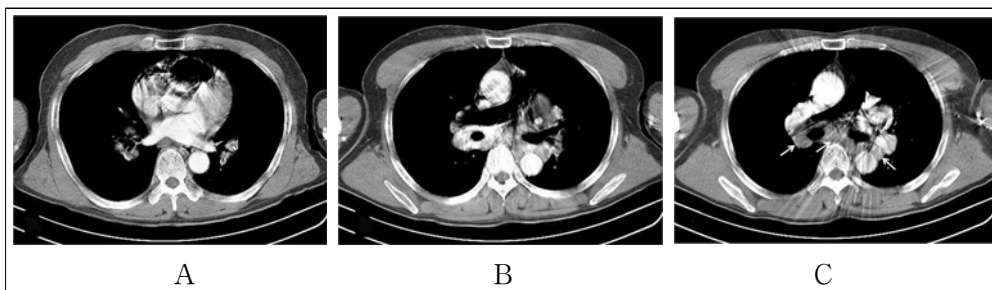
88회/분, 호흡수 22회/분, 체온 36.5°C로 외견상 안정적인 모습이었다. 의식 상태는 명료하였으며 흉부 청진에서 천명음이나 수포음은 들리지 않았으며, 심음은 규칙적이고 심잡음도 들리지 않았다. 그 외 전신 이학적 소견에서 특이 이상 소견은 발견되지 않았다.

**검사실 소견:** 코삽입관으로 분당 5 L의 산소를 투여하면서 측정된 동맥혈 가스 검사에서 pH 7.44, PaCO<sub>2</sub> 36.3 mmHg, PaO<sub>2</sub> 107.2 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 25.1 mEq/L, SaO<sub>2</sub> 98.4%이었다. 일반 혈액 검사에서 혈액

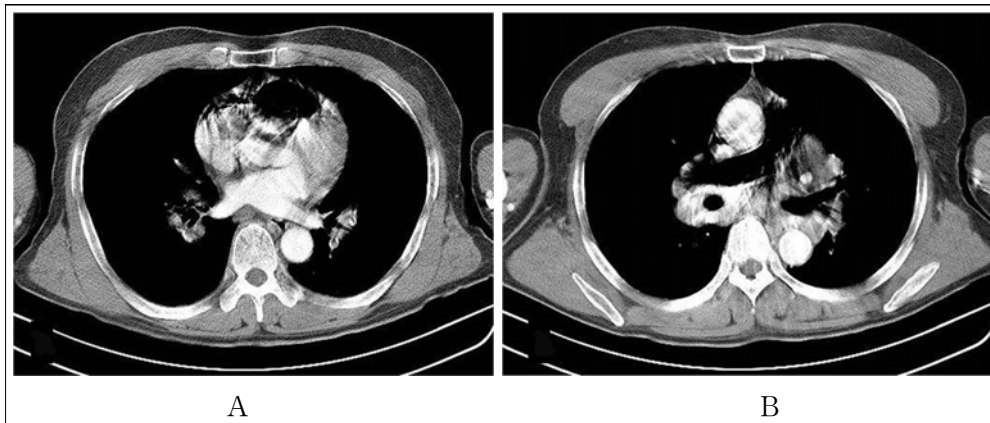
소 15.3 g/dL, 헤마토크리트 34.2%, 백혈구 8190/mm<sup>3</sup>, 혈소판 216,000/mm<sup>3</sup>이었다. 생화학 검사에서 나트륨 138 mEq/L, 칼륨 4.7 mEq/L, 혈액요소질소 11 mg/dL, 크레아티닌 0.9 mg/dL, AST 33 IU/L, ALT 15 IU/L, 총단백 7.2 g/dL, 알부민 4.1 g/dL이었다. 심전도 소견은 정상 동조율이었다.

**방사선 소견:** 흉부 방사선 사진에서 양측 폐문 비대와 양측 폐내에 미만성 망상형 폐침윤이 관찰되었고(Figure 1), 타병원에서 시행한 조영증강 CT 촬영에서 양측 폐문 부위와 기관용골하 부위에 다발성 림프절 비대와 양측 폐내에 다발성 소결절들이 관찰되어 종양의 폐전이 또는 유육종증이 의심되었으며 대량의 공기 음영이 우심실과 주폐동맥에서 관찰되었으나 좌심장에서는 보이지 않았다(Figure 2A, 2B, 2C).

**임상경과 및 치료:** 환자는 응급실 내원시 즉시 좌측 측와위 자세에서 고농도 산소치료를 받았다. 경과 관찰 중 활력증후는 안정적이었으며 가벼운 기침과 흉부 불편감 이외에 호흡곤란, 흉통 등 뚜렷한 증상을 호소하지 않았다. 증상 발생 8시간 후 다시 촬영한 흉부 CT에서 전에 보이던 우심실과 주폐동맥내에 공기 음영은 관찰되지 않았다(Figure 3A, 3B). 입원 2일째부터 모든 증상이 호전되었으며 대기하 정상호흡에서 측정된 동맥혈 가스 검사에서 pH 7.47, PaCO<sub>2</sub> 39.2 mmHg, PaO<sub>2</sub> 72.8 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 29.3 mEq/L, SaO<sub>2</sub> 95.4%이었다. 환자는 후유증 없이 회복되었으며 입원 16일째 흉강경술을 시행하여 림프절 조직을 얻었으며 유육종증으로 진단하였다. 유육종증에 대해서는 다른 장기의 침범이 없고 병기 1로 스테로이드 치료 없이



**Figure 2.** Contrast enhanced chest CT scans performed at a local hospital show large amount of air in right ventricle (A) and main pulmonary artery (B). Also, enlargement of both hilar and mediastinal lymph nodes (arrow) are seen (C).



**Figure 3.** High resolution CT scans obtained after 8 hours show no air in right ventricle (A) and main pulmonary artery (B).

외래에서 추적 관찰하였고, 공기 색전증으로 인한 후유증 없이 경과 관찰 4개월째 환자는 연고지 관계로 타병원으로 전원하였다.

### 고 찰

공기 색전증은 우심방과 공기가 주입되는 부위와의 압력차에 의해 발생하는데 심장보다 공기가 주입되는 부위가 높게 위치 할 경우 압력차는 증가하게 되고 실제로 좌위 자세에서 진행되는 두경부 수술시 흔히 관찰되며 많게는 80%까지 보고되기도 하였다<sup>4</sup>.

최근에 조영제 사용이 보편화됨에 따라 조영제 주입과 관련된 정맥 내 공기 색전은 CT 영상에서 자주 접하게 되었으며 Woodring 등<sup>6</sup>은 점적주입법으로 적절하게 시행된 흉부 조영 CT 100예 중 23예(23%)에서, Groell 등<sup>8</sup>은 조영제 자동주입기를 사용한 677예 중 79예(11.7%)에서 공기 색전증을 보고 하였으며 주로 주폐동맥, 상대정맥, 우심실, 쇄골하 정맥, 우심방 등에서 공기 음영이 관찰된다고 하였다.

Groell 등<sup>8</sup>은 정맥 공기 색전증은 주사기에 조영제를 채운 후 충분히 흔들지 않아 남아 있던 기포가 유입되거나 정맥내 삽입된 삽입관 또는 삽입관과 주입기의 연결관 사이에 있던 소량의 공기가 유입되어 발생하며 조영제의 종류, 주입속도, 주입양, 주입위치 등과는 관계가 없다고 하였다. 대량의 공기 색전은 특히 부주의한 조영제 주입과 관련되어 일어나는데, Imai

등<sup>9</sup>은 자동주입기를 사용하여 조영제 주입시, 조영제가 채워지지 않은 주입기의 빈 실린지로부터 약 100 mL의 공기가 유입되어 발생한 대량의 우심실 색전 1예를 보고하였고, Lee<sup>10</sup>는 조영제를 신속하게 주입하기 위해 병 속에 실린지로 주입한 공기가 주입관을 통해 유입되어 발생한 우심실 색전 2예를 보고하였으며 이 중 1예에서는 약 150 mL의 공기가 주입된 것으로 추정되며 경련 및 의식소실이 발생하였으나 고농도 산소치료 후 호전되었다.

공기 색전증의 발생 기전은 정맥계 내로 공기가 유입되면 중심정맥을 거쳐 공기가 심장 내로 밀려들어가고 심장 내로 들어온 공기는 폐순환계로 이동하여 폐동맥압을 상승시키고 우심실 유출로에 저항을 증가시켜 폐정맥 순환(venous return)을 감소시킨다. 이로 인해 좌심실로 유입되는 혈류가 감소되고 심박출량이 저하되어 전신성 저혈압이 발생된다<sup>11</sup>.

또한 난원공 개존증, 심방중격결손과 같은 기저 심장 질환이 있는 경우 정맥 내 공기 색전이 유발된 후 우좌 단락을 통해 동맥 내 공기 색전이 발생할 수 있으며 이를 기이성 공기 색전증이라 부른다<sup>4</sup>. 그러나 Gottdiener 등<sup>12</sup>은 심초음파에서 심장 내 결손이 없는 환자에서도 기이성 공기 색전증을 증명하였으며, 정맥 내로 유입된 공기가 원위 폐동맥에 밀집되어 혈류가 차단되면 혈액동학적 힘에 의하여 작은 공기방울이 떨어져 나와 폐 동정맥 문합이나 폐 모세혈관을 통하여 좌측 심장으로 이동한다고 보고하였다.

동맥 내 공기 색전은 정맥 내 공기 색전보다 더욱 치명적일 수 있으며 개를 대상으로 실험한 Butler 등의 보고에 의하면 적은 양의 공기 색전으로도 말초 장기의 허혈성 손상을 일으킬 수 있다고 하였다<sup>1</sup>.

정맥 내 공기 색전은 대부분 소량으로 증상이 없지만 다양한 임상양상을 보일 수 있는데<sup>68</sup>, 호흡 곤란, 흉통, 빈호흡, 빈맥, 저혈압, 의식소실, 국소적인 신경학적 이상 등을 일으키며 심한 경우 사망에 이르기기도 한다<sup>2,3</sup>. 정맥 내로 일반적으로 200 mL의 공기가 초당 70-100 mL로 유입되면 치명적인 것으로 알려져 있으며 100 mL의 공기만으로도 치명적이었던 보고도 있으나 유입된 공기의 양, 공기의 유입속도, 색전 당시의 체위, 환자의 건강상태 등이 사망을 결정하는 중요한 인자로 보고되고 있다<sup>67</sup>.

대량의 정맥 내 공기 색전의 경우 단순 흉부방사선 촬영에서 주폐동맥 혹은 심장 내에 공기음영을 관찰할 수 있으나 진단에는 경식도 심초음파와 도플러 초음파가 사용되며 가장 민감도가 높은 방법인 경식도 심초음파는 5-10 microns 정도의 작은 공기 방울과 0.02 ml/kg 정도의 적은 양의 공기 방울을 찾아 낼 수 있으며 심장 내 공기 방울의 위치와 좌심장으로 공기 방울이 유입되는 것을 확인할 수도 있다<sup>4</sup>. 또한 흉부 조영증강 CT가 사용되는데 조영제 주입과 스캐닝 사이에 시간 및 위치에 따라 소량의 공기 색전을 발견하지 못할 수 있으나 환자가 CT 검사대에 누워 검사받는 도중에 대량의 공기 색전이 발생하는 상황에서는 흉부 CT를 시행하는 것이 합리적이다<sup>13</sup>.

공기 색전증의 초기 치료는 우선 더 이상의 공기 유입이 되지 않도록 유입 경로를 차단하며 Durant 자세를 취하고 고농도 및 고압 산소 치료를 시행하는 것이다<sup>2</sup>. Durant 자세란 좌측 측와위로 체위를 변경하는 것으로, 공기를 우심실의 심첨부위로 모아 더 이상의 폐혈관 혹은 우심실 유출로 폐쇄를 방지하는 효과가 있다고 알려져 있다<sup>13</sup>. 고농도 산소 치료는 조직에 산소를 증가시키고 공기 방울 크기를 감소시키는 효과가 있으며 고압 산소 치료는 특히 뇌 공기 색전증에 효과적으로 시기는 빠를수록 좋다. 고압 산소 치료는 48시간 후에 시행하더라도 환자의 상태를 개선시킬 수 있다는 보고가 있으나 최근의 보고에 의하면 공기

색전 발생 6시간 이내에 치료를 시행한 경우에서 보다 좋은 예후를 보이므로 초기 고압 산소 치료가 중요하다<sup>14,15</sup>.

또한 공기가 폐동맥 유출로를 막고 있는 경우에는 공기를 더 작은 폐혈관으로 보내기 위해 체외심압박을 시행할 수 있으며, 비침습적인 방법으로 치료효과가 충분치 않고 특히 중심정맥 도관이 삽입되어 있을 경우, 도관을 이용하여 공기를 제거할 수도 있다. 환자의 자세와 도관의 위치가 적절한 경우 유입된 공기의 50% 가량을 흡입할 수 있다고 한다<sup>3</sup>.

본 증례의 경우, 자동주입기를 사용하지 않고 조영제를 신속하게 주입하기 위해 병 속에 주사기로 주입한 공기가, 조영제가 모두 주입된 후에 주입관을 통해 정맥계 내로 유입되어 발생되었고 유입된 양은 약 150 mL로 추정되며 발생 초기에 기침 및 흉부 불편감을 보였다. 응급실 방문 즉시 좌측 측와위 자세에서 고농도의 산소 치료를 시행하였으며 이후 8시간 경과 후 촬영한 흉부 CT에서 전에 보이던 우심실과 주폐동맥 내에 공기 음영은 관찰되지 않고 흡수된 상태로 후유증은 발생하지 않았다.

공기 색전증에 대한 여러 가지 치료가 있으나 가장 중요한 것은 예방이라 할 수 있다. 여러 보고에 의하면 주의 깊게 조영제를 주입하여도 소량의 공기 유입

**Table 1. Caution for injection of contrast media**

Make a protocol and follow it correctly
<ul style="list-style-type: none"> <li>• First person, prepares the patient and monitors at the patient's side until the injection is complete.</li> <li>• Second person, inputs the data to the computer and then performs CT scanning at the control table.</li> </ul>
Recheck all preparation steps before injection
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Whether intravenous cannula is adequately inserted into patient's vein, or not</li> <li>• Whether contrast media bottle is adequately shaken to remove air bubble, or not</li> <li>• Whether air is adequately removed within automated injector, or not</li> <li>• Whether air is adequately removed within extension tube, or not</li> <li>• Whether extension tube adequately is connected to intravenous cannula and automated injector, or not</li> </ul>
Pay special attention, in the case as follow
<ul style="list-style-type: none"> <li>• In the case of pressurized drip infusion, monitor at the patient's side until the injection is complete.</li> <li>• For patient with ventricular septal defect or right to left shunt, observe with attention.</li> </ul>

을 완전히 막을 수는 없지만 임상적으로 문제를 일으키는 대량의 공기 색전은 예방할 수 있다고 한다<sup>3,6-8,13</sup>.

따라서 조영제를 주입시 공기 색전의 가능성을 고려하여 주의 깊은 관찰이 필요하며(Table 1)<sup>1,10,13</sup>, 공기 색전이 의심되거나 발생이 확인되면 신속한 자세 변경과 고농도 산소 투여 등 적절한 치료가 시행되어야 한다.

## 요 약

정맥 내 공기 색전은 조영제 주입과 관련된 합병증으로 알려져 있다. 대부분의 경우 색전된 공기의 양이 적고 증상이 없으나 대량의 공기 색전은 치명적일 수 있다. 저자들은 흉부 CT 촬영 중 조영제 주입과 관련하여 발생한 대량의 우심실 내 공기 색전과 보존적 치료로 후유증 없이 회복된 1예를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 참 고 문 헌

1. Ie SR, Rozans MH, Szerlip HM. Air embolism after intravenous injection of contrast material. *South Med J* 1999;92:930-3.
2. van Hulst RA, Klein J, Lachmann B. Gas embolism: pathophysiology and treatment. *Clin Physiol Funct Imaging* 2003;23:237-46.
3. Muth CM, Shank ES. Gas embolism. *N Engl J Med* 2000;342:476-82.
4. Sviri S, Woods WP, van Heerden PV. Air embolism: a case series and review. *Crit Care Resusc* 2004;6:271-6.
5. Sakai O, Nakashima N, Shinozaki T, Furuse M. Air bubbles in the subclavian or internal jugular veins: a common finding on contrast-enhanced CT. *Neuroradiology* 1998;40:258-60.
6. Woodring JH, Fried AM. Nonfatal venous air embolism after contrast-enhanced CT. *Radiology* 1988;167:405-7.
7. Price DB, Nardi P, Teitcher J. Venous air embolization as a complication of pressure injection of contrast media: CT findings. *J Comput Assist Tomogr* 1987;11:294-5.
8. Groell R, Schaffler GJ, Rienmueller R, Kern R. Vascular air embolism: location, frequency, and cause on electron-beam CT studies of the chest. *Radiology* 1997;202:459-62.
9. Imai S, Tamada T, Gyoten M, Yamashita T, Kajihara Y. Iatrogenic venous air embolism caused by CT injector: from a risk management point of view. *Radiat Med* 2004;22:269-71.
10. Lee H. Massive intraventricular air embolism after contrast-enhanced CT: report of two cases. *J Kor Radiol Soc* 2006;54:349-52.
11. Vesely TM. Air embolism during insertion of central venous catheters. *J Vasc Interv Radiol* 2001;12:1291-5.
12. Gottdiener JS, Papademetriou V, Notargiacomo A, Park WY, Cutler DJ. Incidence and cardiac effects of systemic venous air embolism. Echocardiographic evidence of arterial embolization via noncardiac shunt. *Arch Intern Med* 1988;148:795-800.
13. Pham KL, Cohen AJ. Iatrogenic venous air embolism during contrast enhanced computed tomography: a report of two cases. *Emerg Radiol* 2003;10:147-51.
14. Kytta J, Tanskanen P, Randell T. Comparison of the effects of controlled ventilation with 100% oxygen, 50% oxygen in nitrogen, and 50% oxygen in nitrous oxide on responses to venous air embolism in pigs. *Br J Anaesth* 1996;77:658-61.
15. Blanc P, Boussuges A, Henriette K, Sainty JM, Deleflie M. Iatrogenic cerebral air embolism: importance of an early hyperbaric oxygenation. *Intensive Care Med* 2002;28:559-63.