

Cerebral Air Embolism in a Patient with a Tuberculous-Destroyed Lung during Commercial Air Travel: A Case Report

결핵성 파괴폐 환자의 비행기 여행 중 발생한 대뇌 공기 색전증: 1예

Hyun Seok Jung, MD, Hae Woong Jeong, MD, Hyun Sin In, MD

Department of Radiology, Pusan Paik Hospital, Inje University School of Medicine, Busan, Korea

A cerebral air embolism is a rare cause of stroke, but may occur in patients undergoing invasive cardiac and pulmonary procedures, as well as in divers suffering pulmonary barotrauma from rapid ascent. A cerebral air embolism due to other causes, especially a change of air pressure from air travel, is particularly rare. Here, we report a case of cerebral air embolism during commercial air travel in a patient with an tuberculous-destroyed lung.

Index terms

Embolisms, Air
Intracranial Embolism
Tuberculosis, Pulmonary
Tomography Scanner, X-Ray Computed
Diffusion Magnetic Resonance Imaging

Received April 15, 2011; Accepted May 29, 2011
Corresponding author: Hae Woong Jeong, MD
Department of Radiology, Pusan Paik Hospital, Inje University School of Medicine, 633-165 Gaegeum-dong, Busanjin-gu, Busan 614-735, Korea.
Tel. 82-51-890-6549 Fax. 82-51-896-1085
E-mail: hwjeong2000@lycos.co.kr

Copyrights © 2011 The Korean Society of Radiology

서론

대뇌 공기 색전증은 뇌경색의 드문 원인이다. 이러한 대뇌 공기 색전증의 흔한 원인은 심장, 폐 또는 혈관에 대한 침습적 시술, 스쿠버 다이빙 중 빠른 해수면 상승에 의한 압력 손상 등이 있다. 하지만 비행기 탑승 등의 기압 변화에 의한 대뇌 공기 색전증 발생은 매우 드물며, 현재까지 7개의 증례(1-7)가 보고되었다.

증례 보고

71세 남자 환자가 비행기를 통해 중국에서 귀국하던 중, 탑승 약 1시간 30분 후 발생한 의식 저하를 주소로 내원하였다. 증상 발생 1시간 후 내원하여 시행한 신경학적 검사에서 환자는 기면(stupor)의식 상태이고, 우측 편마비와 언어 상실증 등이 동반되었으며, National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS)상 22점이 기록되었다. 문진 과정 중 보호자를 통해 환자가 5일 전 중국 여행 첫날 좌측 편마비가 발생하여, 현지 병원을 방문하였고, 본원 내원 전날까지 중국 현지 병원에서

뇌경색 진단하에 치료를 받고, 증상이 호전되어 귀국을 위해 비행기 탑승을 하였다고 한다. 뇌경색 의심 하에 내원 30분 후 전산화단층촬영을 통한 관류영상과 뇌 혈관영상 및 확산강조 영상을 포함한 뇌 자기공명영상을 시행하였다.

뇌 관류 영상에서 특별한 이상소견은 발견할 수 없었으며, 뇌 혈관 영상에서는 두개내 혈관에서 협착이나 폐색 등의 이상 소견이 관찰되지 않았다. 뇌 자기공명영상 중, 확산 강조 영상에서 좌우 전두엽, 좌측두엽과 좌후두엽을 포함하여 양쪽 대뇌 여러 곳에서 대뇌 결질을 따라 고신호강도의 병변이 관찰되었고(Fig. 1A), 동일 병변의 겉보기 확산 계수(apparent diffusion coefficient; 이하 ADC)는 낮은 신호 강도로 관찰되어 급성 뇌경색에 합당한 소견이었다. 이 외에 액체감쇠역전회복(fluid attenuated inversion recovery; 이하 FLAIR) 영상에서 뇌 부종으로 인한 고신호 강도와 뇌교량 소실(Fig. 1B), 조영증강 T1 강조 영상(contrast enhanced T1 weighted image)에서 수막의 조영증강(Fig. 1C) 등의 급성 뇌경색을 시사하는 다른 소견도 관찰되었다. 또한 T2 강조 영상에서는 확산 강조 영상에서 관찰되는 병변보다 넓은 지역에서 고신호 강도가 관찰되는데, 이는 환자의 과거력을 고려하면 중국에서 발생한 일차 뇌

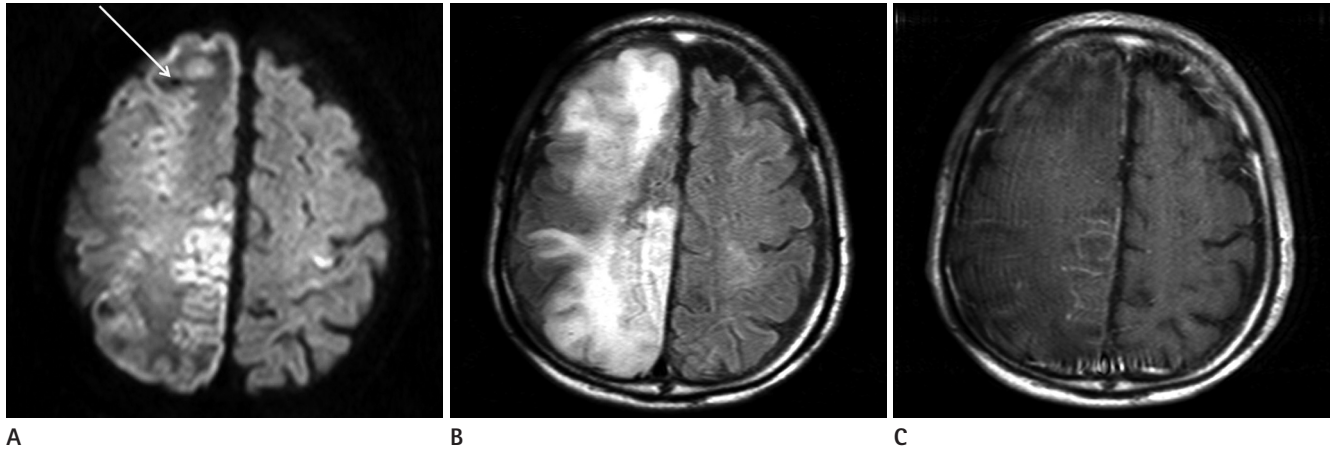


Fig. 1. **A.** DWI demonstrates acute infarction in the right frontoparietal and left frontal cortical areas and small hypointense lesion in the right frontal area (arrow).
B. FLAIR image shows diffuse sulcal effacement and cerebral edema in the right cerebral hemisphere.
C. Contrast enhanced T1 weighted image shows multifocal meningeal enhancement in the right frontoparietal lobe.
 Note.—DWI = diffusion weighted image, FLAIR = fluid attenuated inversion recovery

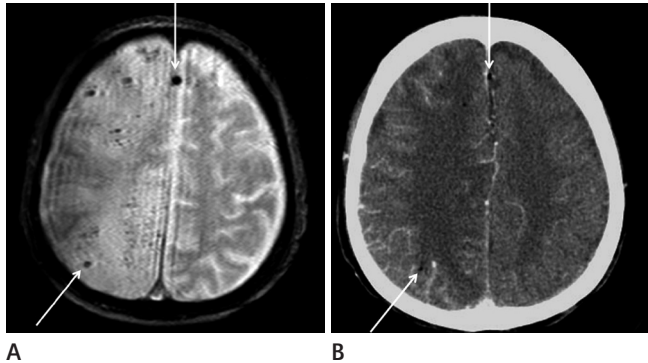


Fig. 2. **A.** GRE image shows multifocal hypointense lesions in the right frontoparietal lobe and anterior interhemispheric fissure, some of that, with circumscribed margins (arrow).
B. Source image of perfusion CT demonstrates well-defined low attenuated lesion, correspond with well-defined hypointense lesions on GRE, suggesting air embolism (arrow).
 Note.—GRE = gradient echo image

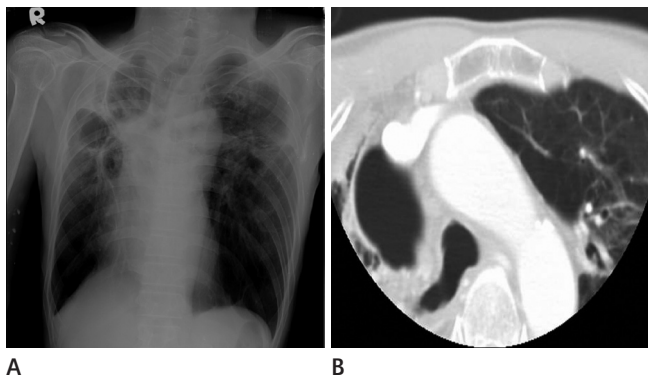


Fig. 3. **A.** Chest X-ray in day of admission shows tuberculous-deestroyed lung in bilateral upper lung zones with large bullae in the right upper lung zone.
B. Source image of anio CT shows tuberculous-deestroyed lung in bilateral upper lobe with large bullae in the right upper lobe.

경색에 의한 혈관성 부종으로 판단되었다.

추가적으로 경사 에코 영상(gradient echo image)에서 원형 또는 부정형의 저신호 강도 병변이 양쪽 대뇌 여러 곳에서 관찰되었고(Fig. 2A), 확산 강조 영상에서도 원형의 저신호 강도 병변이 우측 전두엽에서 관찰되었다(Fig. 1A). 이는 전산화단층촬영을 통해 얻은 관류 영상과 뇌 혈관 영상의 원천 영상(source image)에서도 동일한 부위에 저감쇠 병변이 관찰되었고(Fig. 2B), -200 hounsfield unit (HU)으로 공기 음영이었다. 이에 영상의학적으로 뇌 공기 색전증으로 결론 내릴 수 있었다.

이에 뇌 공기 색전증의 원인에 대한 추적 과정에서 전후 단순 흉부 방사선 사진을 재평가 하였다. 흉부 방사선 사진상 과거 폐결핵에 의한 우상폐야의 폐실질 파괴와 동반된 약 4 cm 크기의 기포가 관찰되었고(Fig. 3A), 두경부 혈관 전산화단층촬영의 원천 영상에서도 폐결핵에 의한 우상폐야의 폐실질 파괴와 동반된 기포 병변의 일부를 관찰할 수 있었다(Fig. 3B).

고찰

대뇌 공기 색전증은 뇌동맥에 공기가 유입되어 폐색된 경우를 말하며, 발작이나 신경학적 장애를 일으키고 심한 경우 사망에 이를 수 있는 심각한 질환이나, 그 빈도는 낮다. 흔한 원인은 심장, 폐 또는 큰 혈관에 대한 침습적 시술과 연관된 합병증이 대부분이고, 더하여 스쿠버 다이빙 중 빠른 해수면 상승에 의한 압력 손상 등이 보고되었다. 비행기 탑승 등의 기압 변화에 의한 대뇌 공기 색전증 발생은 매우 드물며, 현재까지 총 7개(1-7)의 증례가 보고되었다.

본 증례와 같은 비행기 탑승 중 발생한 대뇌 공기 색전증 발

생의 기전은, 높은 해발 고도에서 발생하는 기압의 저하에 기인한다. 주변 기압이 저하되는 경우, 폐실질 내 기포는 보일의 법칙(Boyle's law, $P_1V_1 = P_2V_2$)에 의해 부피가 증가하고, 이에 기포벽에 현미경적인 균열이 발생하며, 이를 통해 주변 폐혈관으로 공기가 유입된다. 공기가 폐 정맥으로 유입되는 경우 좌심방을 경유하여 뇌동맥으로 유입 될 수 있다. 공기가 폐 동맥으로 유입되는 경우는 난원공 또는 폐동정맥 기형 등이 동반되어 폐 모세혈관의 여과 기능(pulmonary filtering system)을 경유하지 않고 좌심실까지 유입되면, 대뇌 공기 색전증 발생이 가능하다(2).

대뇌 공기 색전증에 의한 다양한 신경학적 증상은 공기 색전의 크기에 따라 다른 병태 생리학적 기전으로 나타난다. 크기가 큰 공기 색전은 말초 동맥 혈류의 폐색과 이에 따른 경색에 의한 것으로 생각하며, 작은 공기 색전은 혈류에 포함되어 있던 공기에 의해 손상된 혈관내피세포의 혈전염증반응이 증상의 발현에 관여하는 것으로 생각되고 있다(8).

대뇌 공기 색전증의 영상의학 검사 소견은 일반적 색전 경색증의 소견과 이에 동반되는 공기 음영이다. 하지만 공기 색전은 심장 색전 등과는 다른 영상학적 특징이 있는데, 심장 색전 병변은 대뇌 겉질층(cerebral cortical area) 및 겉질밑층(cerebral subcortical area)에 분포하나, 공기 색전은 오직 겉질에만 분포하는 차이점이 있다(9, 10). 이는 공기 방울의 표면장력과 크기 사이의 연관성 때문인데, 공기 방울의 크기가 작을수록 표면장력이 증가하여 터지지 않게 된다. 그래서 보다 작은 크기의 공기 방울들이 작은 직경의 대뇌 겉질의 동맥을 막아 경색이 유발된다. 본 증례 또한 겉질층에만 색전 병변이 존재하고 있다. 또 하나의 진단적 단서인 공기 음영은 빠른 시간 안에 혈액 내로 용해되거나 순환을 통해 재분포 되므로 특징적인 두개내 공기 음영은 증상 발현 초기에만 나타나고, 공기 유입 정도가 적어 증상이 경미한 경우에는 영상학적 방법을 통한 병변의 발견이 어렵다(11). 하지만 자기공명영상에서 경사 에코 영상은 두개내 공기 병변 발생에 민감하기에, 경색 환자의 경사 에코 영상에서 관찰되는 저신호 강도 병변을 경색 후 출혈이라고 단정하지 않고, 전산화단층촬영 영상과 비교 할 경우 진단할 수 있다.

이전까지 보고된 비행기 탑승을 포함한 고도 여행 중 발생한 공기 색전의 7증례에서 3명의 환자는 기저질환으로 기관지낭(bronchogenic cyst)을 가지고 있었고, 이는 병리학적 진단되었다(1-3). 이밖에 3명의 환자도 영상학적으로 기관지낭에 합당한 소견이었다(4-6). 결핵성 파괴폐나 폐기종 등의 기타 기포성 폐병변에 의해 발생한 대뇌 공기 색전증의 보고는 없다. 이는 기타 기포성 폐질환의 경우 주변 폐혈관 파괴도 동반되어

폐혈관으로의 공기 유입이 어렵고, 기관지낭의 경우는 낭벽에 이형성 배아 혈관(dysplastic embryonal vessels)이 존재하여 공기 유입의 가능성이 높기 때문이다(1). 본 증례는 우리나라에서 드물지 않은 결핵성 파괴폐 환자에서 발생한 대뇌 공기 색전증으로 임상에서 보다 큰 주의가 필요하겠다.

잠수병을 제외하면, 침습적 시술과 연관되지 않는 뇌 공기 색전증은 거의 보고되지 않았다. 저자들은 우상측 폐실질 파괴와 동반된 큰 기포가 있는 환자에서 비행기 탑승 중 발생한 대뇌 공기 색전증을 경험하였기에 이를 보고하고자 한다.

참고문헌

1. Zaugg M, Kaplan V, Widmer U, Baumann PC, Russi EW. Fatal air embolism in an airplane passenger with a giant intrapulmonary bronchogenic cyst. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1686-1689
2. Edwardson M, Wurth D, Lacy JM, Fink J, Becker K. Cerebral air embolism resulting in fatal stroke in an airplane passenger with a pulmonary bronchogenic cyst. *Neurocrit Care* 2009;10:218-221
3. Almeida FA, Desouza BX, Meyer T, Gregory S, Greenspon L. Intrapulmonary bronchogenic cyst and cerebral gas embolism in an aircraft flight passenger. *Chest* 2006;130:575-577
4. Salameh J. A 62-year-old woman with cerebral artery air embolism during commercial air travel. *Neurologist* 2010;16:136-137
5. Closon M, Vivier E, Breynaert C, Duperret S, Branche P, Coulon A, et al. Air embolism during an aircraft flight in a passenger with a pulmonary cyst: a favorable outcome with hyperbaric therapy. *Anesthesiology* 2004;101:539-542
6. Neidhart P, Suter PM. Pulmonary bulla and sudden death in a young aeroplane passenger. *Intensive Care Med* 1985;11:45-47
7. Almeida N, Schuller D. Cerebral air embolism resulting from an airplane flight. *J Repi Dis* 2007;28:304-308
8. Oh JY, Park DW, Hahm CK, Park CK, Lee SR, Lee Y. A Cerebral air embolism that developed following defecation in a patient with extensive pulmonary tuberculosis: a case report. *J Korean Soc Radiol* 2010;63:307-310
9. Jeon SB, Kim JS, Lee DK, Kang DW, Kwon SU. Clinicoradio-

- logical characteristics of cerebral air embolism. *Cerebro-vasc Dis* 2007;23:459-462
10. Kang DW, Chalela JA, Ezzeddine MA, Warach S. Association of ischemic lesion patterns on early diffusion-weighted imaging with TOAST stroke subtypes. *Arch Neurol* 2003;60:1730-1734
11. Muth CM, Shank ES. Gas embolism. *N Engl J Med* 2000;342:476-482

결핵성 파괴폐 환자의 비행기 여행 중 발생한 대뇌 공기 색전증: 1예

정현석 · 정해웅 · 인현신

대뇌 공기 색전증은 뇌경색의 드문 원인이다. 이러한 대뇌 공기 색전증의 흔한 원인은 심장과 폐에 대한 침습적 시술, 스쿠버 다이빙 중 빠른 해수면 상승에 의한 폐 압력 손상 등이 있다. 하지만 비행기 여행 등의 기압 변화에 의한 대뇌 공기 색전증 발생은 매우 드물며, 현재까지 7개의 증례가 보고 되었다. 이에 저자들은 결핵성 파괴폐 환자에서 비행기 여행 중 발생한 대뇌 공기 색전증을 경험하여, 이에 대한 증례 보고를 하는 바이다.

인제대학교 의과대학 부산백병원 영상의학과학교실