



중심정맥관 제거 후 자화율강조영상에서 보인 뇌공기색전증

정희종, 강상준, 한정호, 조은경, 주재정

중앙보훈병원 신경과

Cerebral air embolism on susceptibility weighted magnetic resonance imaging following central venous catheter removal

Hoe Jong Jeong, Sang Joon Kang, Jeong Ho Han, Eun Kyung Cho, Jae Jeong Joo

Department of Neurology, VHS Medical Center, Seoul, Korea

Received: May 18, 2022

Revised: August 16, 2022

Accepted: August 24, 2022

Corresponding author:

Jae Jeong Joo, MD

Department of Neurology, VHS
Medical Center, 53 Jinhwangdo-
ro 61-gil, Gangdong-gu, Seoul
05368, Korea

Tel: +82-2-2225-1324

Fax: +82-2-2225-1327

E-mail: jjromeo153@naver.com

Cerebral air embolism (CAE), an entry of air into cerebrovascular circulation, is a rare complication which occurs during various in-hospital techniques. CAE has symptoms similar to acute cerebral infarction and causes serious neurological damage. Proper treatment must be done through rapid diagnosis. We present a case of CAE that showed on susceptibility weighted magnetic resonance imaging following self removal of central venous catheter.

Keywords: Cerebral air embolism; Central venous catheters; Magnetic resonance imaging

서론

뇌공기색전증(cerebral air embolism)은 심장수술, 중심정맥관(central venous catheter) 시술, 혈액 투석, 내시경, 복강경수술 등 다양한 의료 시술 이후 드물게 발생할 수 있는 합병증이며 특히 중심정맥관과 연관되어 대략 0.033%에서 2.13%까지의 발생 빈도를 보인다[1,2]. 이 질환은 다양한 신경학적 증상을 유발할 수 있으며 급성 뇌경색으로 오인할 수 있다. 하지만 뇌공기색전증과 급성 뇌경색의 치료는 다르며 특히 뇌공기색전증은 응급 고압산소요법(hyperbaric oxygen therapy)이 필요하다[3-5]. 또한 적절한 치료 후에도 일부 뇌공기색전증 환자들의 경우에는 신경학적

후유증이 남을 수 있다[4]. 따라서 뇌공기색전증의 빠른 진단과 치료가 중요하다. 저자들은 중심정맥관을 스스로 제거한 환자에서 시행한 자화율강조자기공명영상(susceptibility weighted magnetic resonance image [MRI])에서 확인된 뇌공기색전증을 진단한 경험이 있어 보고하고자 한다.

증례

고혈압 과거력이 있는 84세 남자 환자가 상복부 통증과 설사를 주소로 병원에 내원하였다. 시행한 검사 상 복강내출혈을 동반한 구불결장천공(sigmoid colon perforation)으로 외과에 입원하여 응

급 하트만수술(Hartmann's operation)을 받았다. 환자는 수술 후 6일째에 바로 앉은 자세를 취하던 중 섬망증상이 있어 중심정맥관을 스스로 제거하였으며 이후 곧바로 의식변화와 우측 편마비가 발생하였고 신경과에 의뢰되었다. 신경학적 진찰 상 의식은 기면상태였고, 뇌줄기반사는 정상이었다. 근력은 우측 상지에서 Medical Research Council (MRC) grade 1이었고, 우측 하지에서 MRC grade 2였다. 감각평가에서는 통증 자극에 피하는 모습을 보였다. 소뇌기능검사는 환자의 협조가 어려워 수행하지 못하였다. 심부건반사에서 이상소견은 없었으며, 바빈스키(Babinski) 반사는 음성이었다.

중심정맥관을 제거하고 짧은 시간내에 신경학적 증상이 발생했기 때문에 가장 먼저 뇌공기색전증을 강하게 의심하였다. 즉시 트렌델렌버그(Trendelenburg) 자세로 바꾸고 좌측 측와위 자세(Durant position)로 변경하였다. 환자의 협조 어려움으로 고압산소치료는 시행하지 않았고, 대신 분당 40 L의 고유량비강캐논라(high-flow oxygen nasal cannula)를 적용하였다.

증상 발생 1시간 후 확산강조영상(diffusion weighted image)을 시행하였고, 확산제한병변(diffusion restriction lesion)은 관찰되지 않았으며, 뇌 전산화단층촬영(computed tomography) 영상에서 공기밀도와 같은 공기색전을 의심할 만한 소견은 확인되지 않았다(Figure 1A, B). 16시간 후 시행한 조영증강 T1 강조영상(contrast-enhanced T1-weighted MRI)에서 좌측 대뇌 볼록부

위(cerebral convexity)에 연수막조영증강(leptomeningeal enhancement)이 관찰되었다(Figure 1C). 자화율강조영상에서는 좌측 전중심이랑(precentral gyrus)에 증상과 관련 있는 2개의 둥근 모양(round shape)의 저밀도 병변이 보였다(Figure 1D-F). 관류영상(perfusion MRI)에서는 명확한 비정상적인 관류 결함이나 관류 지연을 보이지 않았다. 뇌파검사서서 간질성 방전(epileptiform discharge)는 없었다. 경흉부 심초음파에서는 역행성 색전증(paradoxical embolism)을 유발할 수 있는 심장 내 선트(shunt)가 관찰되지 않았고, 좌심실 확장기 장애 grade 2를 보였다. 혈액검사에서 C반응성단백질의 경미한 상승을 제외하고 다른 이상은 없었다. 4일 후 뇌척수액 검사를 시행하였고 백혈구 3/ml, 단백질 66.3 mg/dl, 포도당 71 mg/dl, 혈청 단백질 5.2 g/dl, 혈청 포도당 111 mg/dl, 뇌척수액 개방압력은 5 cmH₂O였다. 그람 염색, acid fast bacillus 염색, periodic acid Schiff 염색을 포함한 균 배양검사에서 호기성균, 혐기성균, 곰팡이류, 균사는 없었다. 10일 후 뇌 전산화단층촬영과 확산강조영상을 시행하였고, 이전에 시행한 영상과 비교하여 명확한 변화는 없었다. 재시행한 조영증강 T1 강조영상에서 연수막 조영증강은 없었고, 자화율강조영상에서 저밀도 병변도 관찰되지 않았다(Figure 1G, H). 환자는 이후 근력이 호전되어 우측 상하지 MRC grade 4로 퇴원하였다. 퇴원 후 1달이 경과한 시점에 외래 진료를 시행하였고 거의 완전한 근력 회복을 보였다.

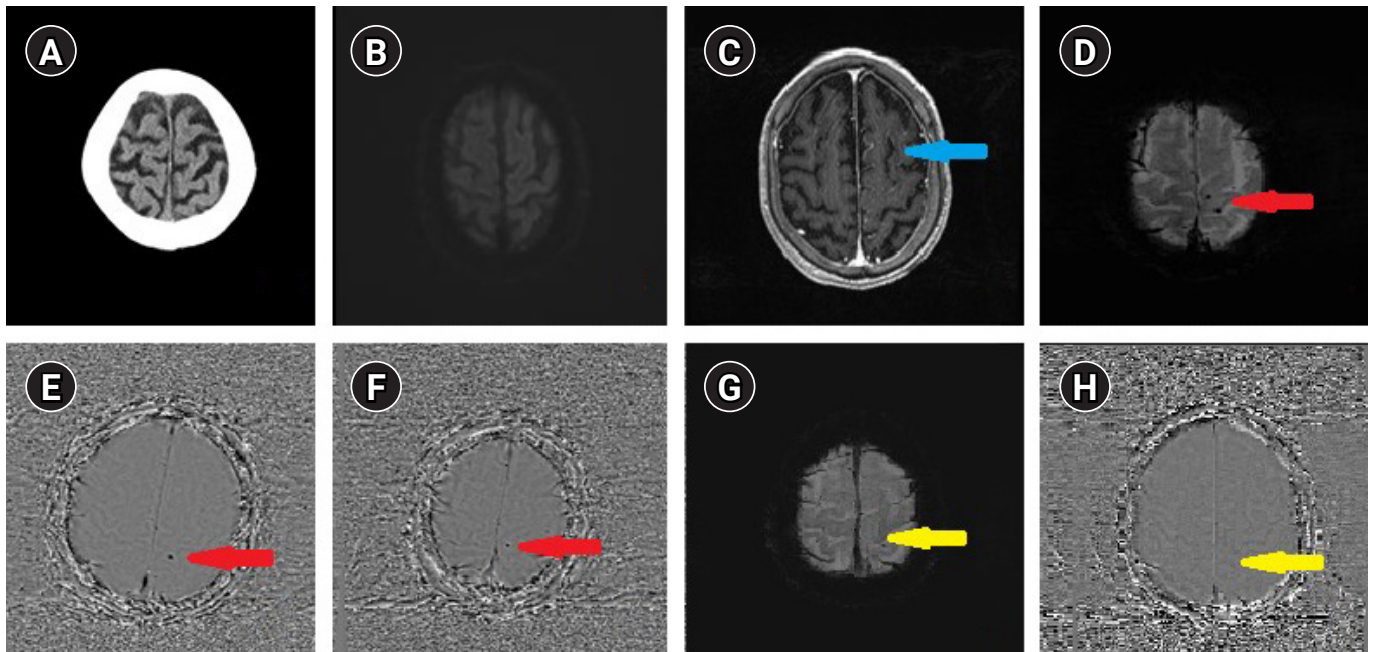


Figure 1. Initial brain computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI). (A) Brain CT shows no signs of air embolism such as air density. (B) Diffusion weighted image demonstrates no acute lesion. (C) Contrast-enhanced T1-weighted MRI presents leptomeningeal enhancement (blue arrow) over the left cerebral convexity. (D-F) Susceptibility weighted magnetic resonance image (SWI) magnitude image and filtered phase image show two round shaped hypodense lesions (red arrows) in left precentral gyrus. (G, H) SWI magnitude image and filtered phase image which was performed 10 days later did not show two round shaped hypodense lesions (yellow arrows) in left precentral gyrus.

고찰

뇌공기색전증은 크게 정맥성과 동맥성의 두 가지 범주로 분류할 수 있다[1,5]. 정맥 공기색전증은 중심정맥관 시술, 혈액 투석, 정맥 조영제 주입, 심박조율기, 제세동기 시술, 고주파 심장 절제술과 같은 다양한 술기 중에 발생할 수 있다. 경정맥에서 공기의 역행성 흐름(retrograde movement)을 통해 나타날 수 있고 직립 자세(upright position)를 유지할 때 더 자주 발생한다. 동맥공기색전증의 경우에는 공기가 동맥으로 직접 들어가거나 선트를 통해 정맥에서 동맥으로 이동할 수 있다[5]. 정맥 뇌공기색전증에서는 대뇌피질열구(cortical sulci)를 따라 구불구불한 모양의 저신호강도가 주로 관찰되지만 동맥 뇌공기색전증에서는 뇌 실질에 점상의 저신호강도가 나타난다[1]. 본 환자의 경우에 심장 내 선트가 없고 정맥혈로 유입된 공기량이 적다면 폐모세혈관에서 공기방울이 걸리므로 색전증이 유발되지 않았을 것이다. 또한 경정맥에서 역행성 흐름이 발생할 수 있으나 뇌 영상에서 보이는 2개의 작은 둥근 저신호강도 모양을 고려하였을 때 저자들은 정맥 공기색전증의 가능성은 낮다고 판단하였다. 따라서 경흉부 심초음파에서 심장 내 선트가 관찰되지 않았으나 낮은 민감도와 높은 특이도를 보이는 검사임을 감안하여 실제 심장 내 선트가 존재하며 이를 통해 동맥으로 이동하여 발생한 동맥성 뇌공기색전증으로 생각하였다[6].

일반적으로 뇌 전산화단층촬영에서 공기색전증은 둥근 모양의 저밀도 병변으로 나타나며 빠르게 용해되기 때문에 초기에 기포가 나타났다가 소실된다. 확산강조영상에서는 초급성기에 공기색전증을 명확히 확인하기 어렵다[5]. 또한 공기는 자기장 민감도가 낮아서 뇌 자기공명영상에서 확인하기 어려울 수 있다. 본 환자에서 초기 뇌 전산화단층촬영에서 기포가 없었고 뇌 확산강조영상에서도 급성 병변이 없었다. 아마도 두 가지 영상을 빠른 시간 내에 촬영했기 때문으로 생각된다. 일부 뇌공기색전증 환자의 경우 신경학적 후유증이 남을 수 있으며 43%에서 잔여 신경학적 결함(residual neurological deficit) 및 7%에서 국소 운동 결함(focal motor deficit)이 나타날 수 있는 것으로 알려져 있다[4]. 본 환자의 경우 퇴원 시 운동 능력은 호전되었고 최종적으로 거의 MRC grade 5로 확인되었으며 이를 통해 저자들은 신경학적 증상이 호전 과정에 있었을 것으로 판단하였다. 또한 본 환자에서 영상 검사를 시행하여 뇌공기색전증을 의심한 후 즉시 산소치료를 시행하였기 때문에 영상을 추시하지 못하는 과정에서 초기 치료를 통해 작은 크기의 병변이 점차 감소하여 소실되었을 가능성을 생각하였다.

자화율강조영상은 기울기에코영상(Gradient echo image)으로 얻어진 각 조직 간의 자기공명신호의 위상 정보(phase information)를 조직 간 자기장 민감성의 차이에 따라 다르게 강조하여 기존의 영상 정보와 함께 나타내는 기법으로 정맥, 출혈, 철분, 칼슘 함유

로 인한 조직 내 자기장 민감성의 차이를 표현해 낼 수 있어 병변의 감별에 유용하게 사용될 수 있다[7]. 본 환자에서 시행한 자화율강조영상에서 좌측 중심앞이랑에 두 개의 저신호강도가 보였다. 조영증강 T1 강조영상에서 좌측 대뇌 불록부에 혈액뇌장벽(blood brain barrier)의 손상을 시사하는 연수막 조영증강이 보였으나 10일 후 재시행한 영상에서는 보이지 않았다. 일부 이전 연구들에서 대뇌 허혈이 혈관 내피를 손상시키고 혈액뇌장벽 파괴를 유발하며 기포가 국소 혈류를 방해할 수 있고 혈액뇌장벽을 손상시켜 지주막하 공간에 가돌리늄(gadolinium)이 축적될 수 있음을 보였다[8-10]. 본 환자에서 일시적인 연수막 조영증강이 있었으나 뇌척수액 검사에서 이상소견은 없었다. 이를 통해 연수막 암종(leptomeningeal carcinomatosis)이나 수막염(meningitis)과 같은 연수막 조영증강의 다른 원인들을 배제할 수 있었고, 조영증강의 원인은 뇌공기색전증이라고 생각할 수 있었다.

Jeon과 Kang [11]은 기울기에코영상에서 보이는 다발성의 작은 저신호강도 병변의 감별진단으로 뇌공기색전증과 이로 인해 발생하는 혈액뇌장벽의 손상과 관련된 미세뇌출혈(microbleed)을 포함하여 함을 제안하였다. 또한 Hwang과 Kim [12]은 기포는 자화율강조영상에서 블루밍(blooming)과 앨리어싱(aliasing) 인공음영(artifact)이 동반된 저신호강도로 나타난다고 설명하였다. 본 환자에서는 자화율강조영상에서 블루밍과 앨리어싱 인공음영이 없는(without blooming and aliasing artifacts) 둥근 모양의 저신호강도가 보였으며, 추적 영상검사에서는 병변이 관찰되지 않았다. 이를 통해 저자들은 본 환자의 병력과 뇌 영상검사를 종합하여 신경학적 증상과 관련성이 있는 부위에 발생한 뇌공기색전증으로 생각하였다.

뇌공기색전증은 뇌 전산화단층촬영에서 주로 관찰되지만 본 환자에서처럼 그렇지 않은 경우도 있다. 따라서 초기 뇌 전산화단층촬영에서 명확한 이상소견이 없더라도 환자의 병력과 임상증상이 명확하다면 추가 영상검사를 시행하는 것이 중요하며, 특히 자화율강조영상이 필수적이다.

아직까지 뇌공기색전증 진단을 위하여 언제 뇌 자기공명영상을 촬영해야 하는지, 그리고 얼마나 빠르게 시행해야 하는지에 대한 명확한 가이드라인은 없으며, 영상검사를 통해 예후를 예측할 수 있는지에 대해서도 잘 모르는 상태이다. 자화율강조영상이 뇌공기색전증을 확인하는 데 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되며, 추후에 뇌 자기공명영상에서 관찰되는 뇌공기색전증의 시간 경과에 따른 변화 양상 등에 대한 연구가 필요할 것이다.

Notes

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Funding

None.

Author Contributions

Conceptualization: HJJ, JJJ; Investigation: HJJ, SJK, JHH, EKC, JJJ; Methodology: HJJ, JJJ; Project administration: HJJ; Writing-original draft: HJJ; Writing-review & editing: HJJ, SJK, JHH, EKC, JJJ.

ORCID

Hoe Jong Jeong, <https://orcid.org/0000-0002-8724-4184>

Sang Joon Kang, <https://orcid.org/0000-0001-9802-5414>

Jeong Ho Han, <https://orcid.org/0000-0003-3197-4898>

Eun Kyung Cho, <https://orcid.org/0000-0002-1953-2774>

Jae Jeong Joo, <https://orcid.org/0000-0002-1435-004X>

References

- Jain KK. Cerebral air embolism. In: Jain KK, editor. *Textbook of Hyperbaric Medicine*. 6th ed. Switzerland: Springer; 2017: 127–129.
- Suri V, Gupta R, Sharma G, Suri K. An unusual cause of ischemic stroke: cerebral air embolism. *Ann Indian Acad Neurol* 2014;17:89–91.
- Kim YJ, Jeon SB. Cerebral air embolism treated using hyperbaric oxygen therapy. *J Neurocrit Care* 2019;12:64–65.
- Chuang DY, Sundararajan S, Sundararajan VA, Feldman DI, Xiong W. Accidental air embolism. *Stroke* 2019;50:e183–e186.
- Muth CM, Shank ES. Gas embolism. *N Engl J Med* 2000; 342:476–482.
- Mojadidi MK, Winoker JS, Roberts SC, Msaouel P, Zaman MO, Gevorgyan R, et al. Accuracy of conventional transthoracic echocardiography for the diagnosis of intracardiac right-to-left shunt: a meta-analysis of prospective studies. *Echocardiography* 2014;31:1036–1048.
- Halefoglou AM, Yousem DM. Susceptibility weighted imaging: clinical applications and future directions. *World J Radiol* 2018;10:30–45.
- Zhang W, Zhu L, An C, Wang R, Yang L, Yu W, et al. The blood brain barrier in cerebral ischemic injury: disruption and repair. *Brain Hemorrhages* 2020;1:34–53.
- Ko MA, Lee JH, Jeon SB. Ischemic penumbra and blood-brain barrier disruption in cerebral air embolism. *Am J Respir Crit Care Med* 2020;201:369–370.
- Kang K, Lee S. Hyperintensity in the subarachnoid space on contrast-enhanced fluid-attenuated inversion-recovery magnetic resonance imaging after central venous catheter removal. *J Thromb Thrombolysis* 2013;36:346–347.
- Jeon SB, Kang DW. Neurological picture: cerebral air emboli on T2-weighted gradient-echo magnetic resonance imaging. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007;78:871.
- Hwang Y, Kim YJ. Retrograde cerebral venous air embolism on susceptibility-weighted imaging. *Can J Neurol Sci* 2018;45: 464–465.