

## 기관지내시경을 통해 치료한 활성화탄 흡인 1예

<sup>1</sup>순천향대학교 천안병원 내과, <sup>2</sup>순천향대학교 서울병원 내과

이한민<sup>1</sup>, 박재석<sup>1</sup>, 김재연<sup>1</sup>, 이지연<sup>2</sup>, 안병규<sup>2</sup>, 길효욱<sup>1</sup>, 최재성<sup>1</sup>

## A Case of Activated Charcoal Aspiration Treated by Early and Repeated Bronchoalveolar Lavage

Han Min Lee, M.D.<sup>1</sup>, Jae-Seok Park, M.D.<sup>1</sup>, Jae Yun Kim, M.D.<sup>1</sup>, Ji Yeon Lee, M.D.<sup>2</sup>, Byung Kyu Ahn, M.D.<sup>2</sup>, Hyo-Wook Gil, M.D., Ph.D.<sup>1</sup>, Jae-Sung Choi, M.D., Ph.D.<sup>1</sup>

Department of Internal Medicine, <sup>1</sup>Soonchunhyang University Cheonan Hospital, Cheonan, <sup>2</sup>Soonchunhyang University Seoul Hospital, Seoul, Korea

Activated charcoal is an inert substance and it is used in standard therapy in patients with acute intoxication. Charcoal has some side effects such as pulmonary aspiration, gastrointestinal complications, and electrolyte abnormalities. Although aspiration of charcoal is a rare complication, it can cause fatal sequelae. We report a 69-year old man who developed acute respiratory failure associated with charcoal aspiration after management of glyphosate poisoning. The patient was drowsy and suffered severe vomiting during transport to our hospital. On arrival, acute respiratory failure was observed due to charcoal aspiration, but the clinical state was improved with repeated bronchoscopy with a bronchoalveolar lavage (BAL). We presumed that the aspirated charcoal was an important factor in evoking a lung injury. Early bronchoscopy with a BAL might be an effective method for eliminating charcoal from the lung, especially in the case of a large amount of aspiration, and be helpful in decreasing respiratory failure due to charcoal aspiration.

**Key Words:** Charcoal; Respiratory Aspiration; Respiratory Insufficiency; Bronchoalveolar Lavage; Bronchoscopy

### 서 론

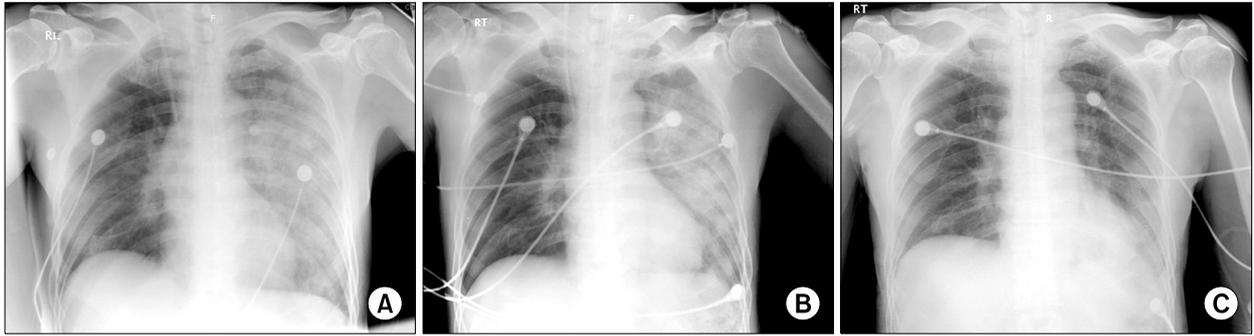
약물중독의 해독제로 숯(charcoal)은 지난 100년간 사용되어왔고, 활성화탄(activated charcoal)은 1970년대 중반부터 비활성물질로 알려지면서, 약물과용 시 제거에 효과가 있는 치료로 간주되어, 많은 약물의 흡수를 억제하기 위해 사용되었다. 활성화탄은 높은 미세가공도(microporosity)와 넓은 표면적(> 500 m<sup>2</sup>/g)을 갖고 있어 쉽게 독소와 결합하여 흡수를 억제하거나 창자 사이 순환(enteroenteric

circulation)을 저해하여<sup>1</sup> 보통 대부분의 독성물질에 효과적이고 안전한 치료로 알려져 있다.

약물섭취 시 활성화탄은 초기에 50~100 g을 투여하는 것이 추천되고 있으나, 효과와 안정성에도 불구하고 부작용으로 변비, 장폐색, 전해질 이상이 발생할 수 있으며, 드물게는 폐흡인이 발생하기도 한다<sup>2</sup>. 흡인된 활성화탄은 폐의 상피세포(epithelial cell lineage)에 부착될 수 있어 흡인성 폐렴뿐만 아니라 미세혈관의 투과도를 증가시키고, 표면활성제를 결핍시켜 폐부종, 무기폐, 폐쇄성 세기관지염 및 호흡부전 등 심각한 합병증을 초래할 수 있다<sup>1,3</sup>. 이러한 폐에 대한 부작용은 활성화탄의 높은 흡착력으로 인해 흡인 시 폐에 장기간 남아 있게 되어 발생하게 되므로 흡인된 활성화탄을 초기에 제거하는 것이 중요한 것으로 생각된다. 그러나 아직까지 확립된 치료법이 있지는 않다. 흡인된 활성화탄은 자연적으로 제거되는 것이 어렵기 때문에 오랜 기간 두었을 때 림프관 평활근증(lymphangio-

Address for correspondence: **Jae-Sung Choi, M.D., Ph.D.**  
Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, 23-20, Bongmyeong-dong, Dongnam-gu, Cheonan 330-721, Korea  
Phone: 82-41-570-2377, Fax: 82-41-574-5762  
E-mail: cjssch@schmc.ac.kr

Received: Sep. 5, 2011  
Revised: Oct. 4, 2011  
Accepted: Oct. 20, 2011



**Figure 1.** Serial change of patient's chest radiogram. (A) Initial x-ray in the emergency room shows an infiltration in left lung, right upper lung and right lower lung. (B) X-ray after bronchoalveolar lavages for three consecutive days shows that the infiltrations in left lower lung, right upper lung and right lower lung were improving. (C) Follow up x-ray at 20th day after charcoal aspiration shows the infiltrations in left lung were almost clear.

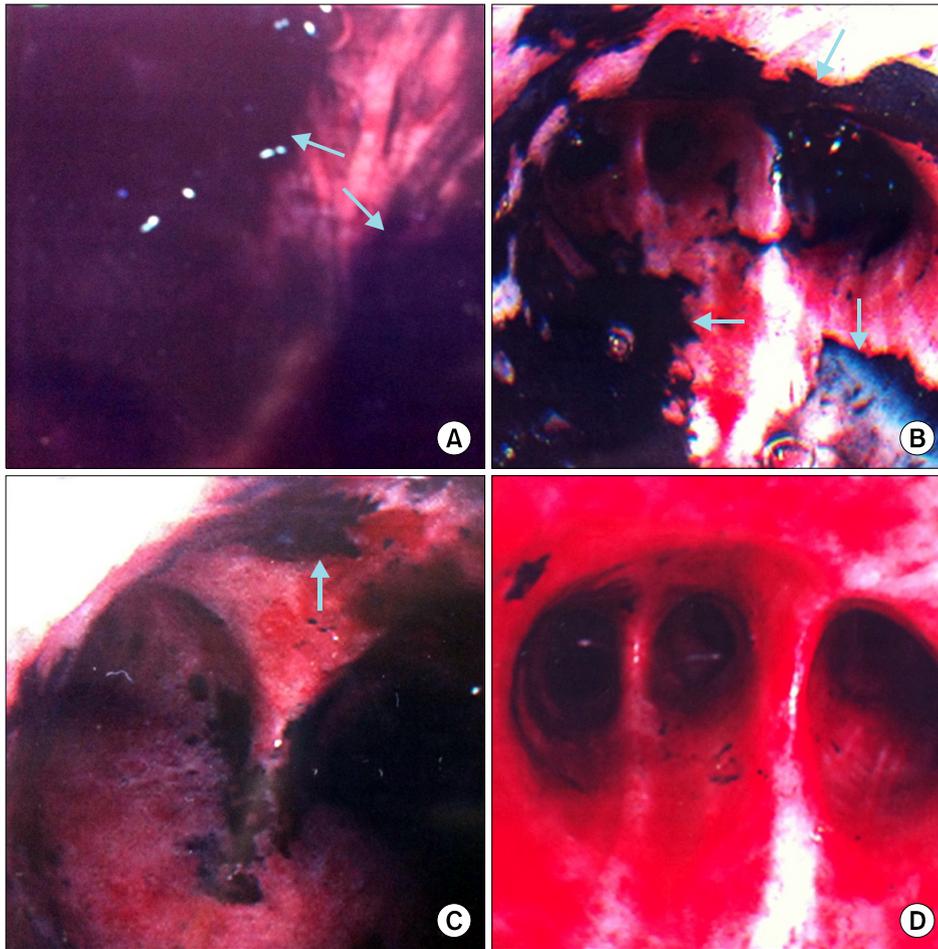
leiomyomatosis)과 폐종물(lung mass)이 관찰되었다는 보고도 있다. 우리는 대량의 흡인된 활성탄이 폐손상을 유발하는 중요한 인자 중 하나이고 초기 기관지내시경을 이용한 치료가 폐에서 효과적으로 활성탄을 제거하는 방법 중 하나일 것으로 생각하였다.

저자들은 제조제중독환자에서 활성탄 흡인 후 발생한 급성 호흡부전을 조기에 반복적인 기관지내시경을 통해 치료하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

### 증 례

69세 남자가 glyphosate ammonium 200 mL를 음독하였다. 첫 병원 도착 시 기면상태였고 혈압 120/80 mm Hg, 체온 36.5°C, 맥박 90회/분, 호흡 20회/분이었다. 비위관으로 위세척을 실시하고 활성탄 투여 후 이송 중 10차례 구토를 하였다. 음독 4시간 후 본원 도착 시 기면상태는 지속되고 있었고 혈압 90/60 mm Hg, 체온 36.0°C, 맥박 72회/분, 호흡 36회/분이었다. 백혈구 17,870/ $\mu$ L, 혈색소 15.9 g/dL, 적혈구용적률 48.4%, 혈소판 260,000/ $\mu$ L이었고 프로트롬빈시간 11.9초(INR 1.05), 활성부분트롬보플라스틴시간 22.9초였다. 총빌리루빈 0.3 mg/dL, 아스파르테이트 아미노전달 효소 42 IU/L, 알라닌 아미노전달 효소 10 IU/L, 암모니아 649  $\mu$ g/dL, 혈액요소질소 12.9 mg/dL, 크레아티닌 1.7 mg/dL, 아밀라제 787 IU/L, 리파아제 115 IU/L, 나트륨 141 mEq/L, 칼륨 4.3 mEq/L이었다. 실내공기에서 pH 7.17, pCO<sub>2</sub> 39.6 mm Hg, pO<sub>2</sub> 43.1 mm Hg, 중탄산염 14.0 mmol/L으로 급성 호흡부전이 있었다. 청진 시 양측 폐야에서 천명음이 들렸고, 전후

면 단순 흉부영상에서 좌측 폐의 전반적 침윤과 우상엽, 우하엽의 침윤이 관찰되어(Figure 1A), 흡인성 폐렴 및 급성 호흡곤란증후군이 동반되었을 것으로 판단하여 tazobactam-piperacillin 투여 및 보존적인 치료를 시작하였다. 마스크를 이용한 산소투여에도 맥박 90회/분, 호흡 42회/분, pH 7.22, pCO<sub>2</sub> 36.3 mm Hg, pO<sub>2</sub> 56.5 mm Hg, 중탄산염 14.6 mmol/L로 저산소증이 지속되어 기관삽관 후 기계환기기를 이용하여 FiO<sub>2</sub> 1.0, 호기말 양압 6.8 cm H<sub>2</sub>O, 압력 보조 6.8 cm H<sub>2</sub>O로 동시성 간헐적 강제환기법(synchronized intermittent mechanical ventilation, SIMV)을 실시하였다. 기계환기 후 pH 7.319, pCO<sub>2</sub> 31.2 mm Hg, pO<sub>2</sub> 101.9 mm Hg, 중탄산염 15.7 mmol/L로 저산소증은 교정되었으나, 천명음이 양측 폐야에서 지속되고, 맥박 101회/분, 호흡 32회/분이었다. 심정지가 발생하여 5분간 심폐소생술 후 동율동이 회복되었고, 기관삽관 튜브를 통해 검은색 이물이 다량 섞인 객담이 지속적으로 나와 활성탄 흡인을 확인하였다. 혈액 검사 소견 및 임상 소견에 기초하여 계산한 APACHE II score는 29점이었<sup>4</sup>. 제2병일에 실시한 기관지내시경에서 활성탄으로 보이는 검은색 이물이 다량 관찰되어(Figure 2A, B) 기관지 폐포 세척술로 제거하였고, 이후 과민성 폐장염을 고려하여 5일간 methylprednisolone을 1 mg/kg/day의 용량으로 투여 후 감량하여 중단하였다<sup>5</sup>. 우측 폐야에서 들리던 천명음은 호전되었고 추적검사에서 크레아티닌인산 활성효소 14,390 IU/L, 혈청 마이오글로빈 > 3,000 ng/mL, 소변 마이오글로빈 양성, 크레아티닌 1.7 mg/dL, 소변량 2,800 mL/day, 나트륨분획 배설을 0.84%로 횡문근융해증과 급성신부전이 관찰되었다. 제3, 4병일 기관지 폐포 세



**Figure 2.** Bronchoscopic findings of patient before and after bronchoalveolar lavage (BAL). (A, B) Black foreign materials, which were thought to be aspirated charcoal, on bronchial mucous membrane at the first visit, (C, D) Cleaned bronchial mucous membrane after BAL procedures. Arrows show charcoal. Arrows shows charcoal (A, C: carina; B, D: LLL Basal). LLL: left lower lobe.

척술을 반복하여 대부분의 활성탄이 제거된 후(Figure 2C, D), 좌측 폐야에서 들리던 천명음도 호전되고, 단순 흉부 사진상의 우상엽, 우하엽, 좌하엽의 침윤도 감소하였다(Figure 1B). 혈압 140/60 mm Hg, 체온 37.0°C, 맥박 80 회/분, 호흡 20회/분, 백혈구 20,390/ $\mu$ L, 혈색소 10.2 g/dL, 적혈구용적률 31.5%, 혈소판 159,000/ $\mu$ L, 혈액요소질소 53.5 mg/dL, 크레아티닌 1.4 mg/dL, 나트륨 148 mEq/L, 칼륨 3.4 mEq/L, 보조 조절 환기법(assisted/controlled mandatory ventilation, ACMV)  $FiO_2$  0.5로 pH 7.41,  $pCO_2$  32.2 mm Hg,  $pO_2$  98.0 mm Hg, 중탄산염 26.6 mmol/L이었다. 기관지 폐포 세척술 후 혈액 검사 소견 및 임상 소견에 기초하여 계산한 APACHE II score는 22점이었다. 제6병일에 맥박 90회/분, 호흡 18회/분으로 크레아티닌 1.2 mg/dL로 신기능이 회복되었고 활성탄도 거의 흡인(suction) 되지 않았다. 제10병일 기관절개술을 시행하였고 제15병일 기계환기를 중단하고 aqua bag을 이용하여  $FiO_2$  0.6의 산소를 투여하였다.  $FiO_2$  0.6에서 동맥

혈 검사는 pH 7.46,  $pCO_2$  31.4 mm Hg,  $pO_2$  163.2 mm Hg, 중탄산염 22.1 mmol/L이었다. 제19병일 반 혼수상태에서 강한 통증자극에 미미한 회피반응만을 보이고 두부 자기공명 영상에서 저산소증에 의한 뇌손상이 관찰되어 저산소성 허혈성 뇌증을 진단하였고 단순 흉부영상에서 좌측 폐침윤이 거의 사라져 2차 병원으로 전원하였다(Figure 1C).

## 고 찰

활성탄 흡인의 합병증으로는 초기에 폐부종, 폐쇄성 세기관지염, 급성 호흡곤란증후군 등이 발생하고<sup>1,3</sup> 장기적으로 활성탄이 폐 내에 머물렀을 때 림프관평활근증이 발생하거나 폐종물로 오인되는 경우가 보고되어 있다<sup>6,7</sup>. 활성탄치료의 합병증은 상대적으로 낮지만<sup>2</sup>, 어떤 보고들은 활성탄 흡인 후 치명적이었던 보고들이 있다<sup>1,8</sup>. 비록 활성탄은 비활성 물질이지만, 활성탄 흡인은 증가된 미세혈

관 투과성(microvascular permeability)과 동시에 폐부종, 표면활성제 결핍, 무기폐 등에 의한 폐손상과 관련이 있어 활성탄 흡인 후 중증도(severity)에 따른 적절한 치료는 중요하다. 활성탄은 분자량이 크고 흡착력이 강해 쉽게 제거되지 않을 수 있기 때문에 장기적으로 후유증을 남길 수 있다. 북미와 유럽 임상독성학회는 급성 중독 시 생명이 위독한 환자에서만 흉부 방사선사진을 통해 비위관 위치를 확인 후 활성탄을 사용하도록 권장하고 있으며, 의식이 저하되거나 기도확보가 되지 않은 환자에게는 사용을 금하고 있다<sup>2</sup>. 또한 알코올, 글리콜(glycols), 강산, 강염기, 암모니아 등에서는 흡착효과가 없고, 특히 산, 염기, 석유 음독 시 활성탄 사용은 금기이다<sup>1</sup>.

Glyphosate중독은 비교적 예후가 좋지만 다량을 음독한 경우 의식저하, 간질, 심폐정지 등의 부작용이 발생하며 환자의 3.2%는 사망한다<sup>9</sup>. 본 증례에서 환자가 glyphosate음독 후 기면상태에서 기도가 확보되지 않은 채로 활성탄을 투여하였고, 전원 도중 10여 차례 구토를 하여 본원 도착 당시 호흡부전이 관찰되었다. 자발호흡이 있는 상태였고 단순 흉부영상에서 좌측에 심하게 폐침윤이 증가하였고, 기관지내시경으로 반복적으로 활성탄을 제거 후 과호흡의 호전으로 동맥혈 이산화탄소 분압이 정상화되고 폐침윤이 호전된 것으로 볼 때 호흡부전은 glyphosate보다는 활성탄 흡인에 의한 환기장애 때문이었던 것으로 생각된다. 또한 전체 폐하에서 들리던 천명음과 호흡수가 감소하는 소견을 보여 반복적인 기관지 폐포 세척술 시행 후 활성탄 양의 감소로 호흡부하가 감소하여 임상적 상태가 호전된 것으로 보인다. 따라서 가능한 빨리 초기에 기관지내시경을 이용한 치료가 대량의 활성탄 흡인 시 폐손상과 임상적 호전에 도움이 될 것으로 생각된다.

활성탄 흡인의 치료지침은 없으나 문헌을 종합해 보면 즉각적인 기도 내 삽관과 흡인, 기관지확장제 및 스테로이드 사용이 필요하고, 급성 호흡곤란증후군이 발생하면 낮은 일회환기량 및 적정수준의 호기말 양압을 유지하는 기계환기와 복외위 등이 시행될 수 있다<sup>15</sup>. 기관흡인과 salbutamol 같은 기관지확장제는 점액섬모 청소율(mucociliary clearance)과 폐포 상피 회복을 증진시킨다. 활성탄은 흡착력이 강하여 기도폐색을 일으키고 시간이 지나면 제거가 어렵기 때문에 초기에 기관지내시경을 통한 확인과 기관지 폐포 세척술을 시행하는 것이 가장 효과적이라는 보고가 있다<sup>1</sup>.

국내에서 활성탄 흡인은 하나의 증례가 보고되었는데 활성탄 투여 후 다량의 구토를 한 환자에서 호흡곤란이

있었으나, 산소포화도의 저하로 초기에 기관지내시경을 시행하지 못하고 입원 8일째 기관지내시경을 시행하여 검은색 이물을 확인하였으나 환자는 호흡부전으로 사망하였다<sup>8</sup>. 외국문헌에서는 초기에 반복적 기관지내시경과 적절한 인공환기를 시행하여 효과적으로 치료한 보고들이 있다<sup>1,10,11</sup>. Francis 등<sup>1</sup>은 활성탄 흡인 후 급성 호흡부전이 발생한 세 환자의 증례를 보고하였다. 세 명 중 두 명에서 기관지 폐포 세척술을 시행하였는데, 폐실질 내의 공동(cavern)에 저류된 활성탄이 배출되면서 폐포와 기관지가 반복적으로 활성탄에 노출되고 있음을 지적하고 반복적인 기관지 폐포 세척술이 필요함을 제시하였다. 본 증례에서는 응급실 내원 당시 호흡부전 상태에서 반복적인 기관지내시경과 기관지 폐포 세척술로 활성탄을 제거함으로써 대량의 활성탄이 기관지 내에 잔류하여 나타날 수 있는 급성 폐손상의 진행을 예방할 수 있었고, 천명의 감소와 호흡수의 안정 등 임상적 호전도 보였다. 따라서 활성탄을 흡인한 환자에서 심한 고탄산혈증, 저탄산혈증, 저산소증이 관찰되고 진 폐야에서 천명음이 들리는 경우 최대한 신속하게 기관지내시경과 기관지 폐포 세척술을 시행하여 흡입된 활성탄을 제거해야 할 것으로 생각된다.

활성탄을 사용한 위세척은 중독환자의 응급처치로 광범위하게 이루어지는 술기임에도 불구하고 아직까지 국내에서는 이에 대한 구체적인 치료지침이 마련되어 있지 않다. 따라서 활성탄을 사용한 위세척의 적응증과 금기, 활성탄 흡인의 진단, 기관지내시경과 기관지 폐포 세척술의 적응증 및 금기에 대한 치료지침의 마련을 위한 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. Francis RC, Schefold JC, Bercker S, Temmesfeld-Wollbrück B, Weichert W, Spies CD, et al. Acute respiratory failure after aspiration of activated charcoal with recurrent deposition and release from an intrapulmonary cavern. *Intensive Care Med* 2009;35:360-3.
2. Position statement and practice guidelines on the use of multi-dose activated charcoal in the treatment of acute poisoning. American Academy of Clinical Toxicology; European Association of Poisons Centres and Clinical Toxicologists. *J Toxicol Clin Toxicol* 1999;37:731-51.
3. Elliott CG, Colby TV, Kelly TM, Hicks HG. Charcoal lung. Bronchiolitis obliterans after aspiration of activated charcoal. *Chest* 1989;96:672-4.
4. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE.

- APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13:818-29.
5. Nam HS, Park MR, Park SY, Lim SY, Kim SA, Song JU, et al. A preliminary study on the effect of "low-dose" glucocorticoid therapy for patients with persistent acute respiratory distress syndrome. *Korean J Crit Care Med* 2009;24:80-6.
  6. Huber M, Pohl W, Reinisch G, Attems J, Pescosta S, Lintner F. Lung disease 35 years after aspiration of activated charcoal in combination with pulmonary lymph-angioleiomyomatosis. A histological and clinicopathological study with scanning electron microscopic evaluation and element analysis. *Virchows Arch* 2006;449: 225-9.
  7. Seder DB, Christman RA, Quinn MO, Knauff ME. A 45-year-old man with a lung mass and history of charcoal aspiration. *Respir Care* 2006;51:1251-4.
  8. Kim S, Kang NR, Sohn I, Lee H, Lee YK, Song SH. Acute respiratory distress syndrome with chemical pneumonitis after aspiration of activated charcoal: a case report. *Korean J Crit Care Med* 2010;25:112-7.
  9. Roberts DM, Buckley NA, Mohamed F, Eddleston M, Goldstein DA, Mehrsheikh A, et al. A prospective observational study of the clinical toxicology of glyphosate-containing herbicides in adults with acute self-poisoning. *Clin Toxicol (Phila)* 2010;48:129-36.
  10. Harris CR, Filandrinos D. Accidental administration of activated charcoal into the lung: aspiration by proxy. *Ann Emerg Med* 1993;22:1470-3.
  11. Golej J, Boigner H, Burda G, Hermon M, Trittenwein G. Severe respiratory failure following charcoal application in a toddler. *Resuscitation* 2001;49:315-8.