

# 하지의 고압 전기화상 후에 발생한 족관절의 화농성 관절염: 증례 보고<sup>1</sup>

김국선 · 이경규 · 서경진<sup>2</sup> · 강익원 · 황대현 · 이일성 · 민선정 · 한유미

고압 전기화상은 상대적으로 적은 표면의 상처부위 밑의 근육에 광범위한 손상을 줄 수 있으며 숨겨진 근육 손상은 이를 적절히 치료하지 않으면 점차 진행되어 결국은 패혈증이나 광범위한 사지 절단 같은 합병증을 가져온다. 국내외문헌에 고압 전기화상 환자의 혈관 조영술 및 MRI 소견에 대한 보고들이 있으나 아직 하지에 발생한 고압 전기화상 환자의 근육 손상 및 관절 손상 후에 직접 감염에 의한 화농성 관절염에 대한 보고는 없다. 이에 저자들은 고압 전기화상 환자에서 발생한 하지의 근육 및 관절 손상 후에 발생한 족관절의 화농성 관절염을 경험하여 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

전기화상은 손상부위의 광범위한 응고괴사와 내부장기, 신경계, 심혈관계, 근골격계 등 거의 모든 장기에 심각한 합병증을 일으키며 일반화상과 달리 상대적으로 적은 표면의 상처부위 밑의 근육에 광범위한 손상을 줄 수 있다. 이 근육 손상을 적절히 치료하지 않으면 점차 진행되어 결국은 패혈증이나 광범위한 사지 절단 같은 합병증을 가져온다(1). 전기화상 후에는 동반하는 피부 및 화상부위의 모호한 통증이 화농성 관절염에 의한 관절 부위의 통증과 임상적으로 구분이 어려우며 그리고 백혈구(white blood cell, 이하 WBC), 적혈구침강속도(Erythrocyte Sedimentation Rate, 이하 ESR), C 반응성 단백질(C-reactive protein, 이하 CRP) 등이 증가하여 감염과 비슷한 검사실 소견을 보이므로 전기화상에 동반되는 화농성 관절염의 진단이 늦어지기 쉽다(2). 국내외문헌에 고압 전기화상 환자의 혈관조영술 및 MRI 소견에 대한 보고들이 있으나(1, 3-5) 아직 하지에 발생한 고압 전기화상 환자의 근육 손상 및 관절 손상 후에 직접 감염에 의한 화농성 관절염에 대한 보고는 없다.

이에 저자들은 고압 전기화상 환자에서 발생한 하지의 근육 및 관절 손상 후에 발생한 족관절의 화농성 관절염을 경험하여 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

## 증례 보고

38세 남자 전기공이 전신주 작업 도중 22,900 volts에 감전



Fig. 1. A 38-year-old man with high-voltage electrical burn. Conventional angiography of the left lower extremity shows complete occlusion of distal anterior tibial and dorsalis pedis arteries. There is a normal flow of the posterior tibial artery (arrow).

<sup>1</sup>한림대학교 의과대학 한강성심병원 영상의학과  
<sup>2</sup>동국대학교 의과대학 경주병원 영상의학과  
이 논문은 2010년 11월 15일 접수하여 2011년 2월 23일에 채택되었음.

되어 우측 손목관절에서 좌측 족관절로 나가는 직접 접촉 화상을 입고 전원되었다. 환자는 입구부인 우측 전완부는 3도 화상이 관찰되었고 출구부인 좌측 하지에도 3도 화상이 보였다. 환

자의 의식은 정상이었고 신경학적 검사상 이상소견은 없었다. 검사실 소견상 WBC, ESR, CRP, 글루탐옥살초산트랜스아미나제(glutamic oxalacetic transaminase 이하 GOT)/글루

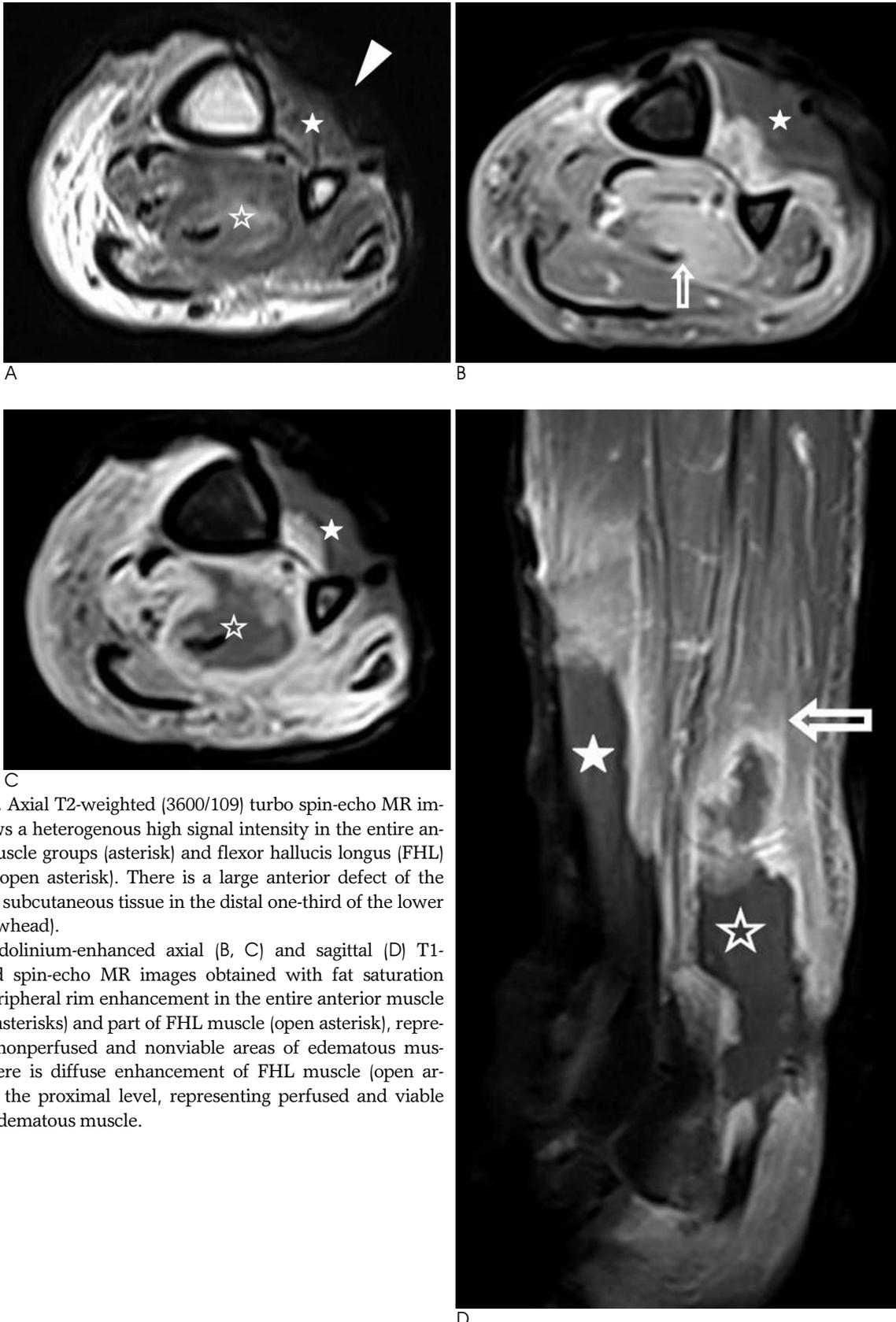


Fig. 2. A. Axial T2-weighted (3600/109) turbo spin-echo MR image shows a heterogenous high signal intensity in the entire anterior muscle groups (asterisk) and flexor hallucis longus (FHL) muscle (open asterisk). There is a large anterior defect of the skin and subcutaneous tissue in the distal one-third of the lower leg (arrowhead). B-D. Gadolinium-enhanced axial (B, C) and sagittal (D) T1-weighted spin-echo MR images obtained with fat saturation show peripheral rim enhancement in the entire anterior muscle groups (asterisks) and part of FHL muscle (open asterisk), representing nonperfused and nonviable areas of edematous muscles. There is diffuse enhancement of FHL muscle (open arrows) at the proximal level, representing perfused and viable area of edematous muscle.

탐 피 루 빈 산 트 랑 스 아 미 나 제 (glutamic pyruvate transaminase, 이하 GPT) 및 락트산탈수소효소(lactate dehydrogenase, 이하 LDH)/크레아틴인산활성효소(creatine phosphokinase, 이하 CPK)의 수치가 증가하였고 미오글로빈뇨(myoglobinuria)가 있었다.

수상 후 7일째 시행한 혈관조영술에서 좌측 하지의 원위부에서 전경골동맥과 발등동맥의 완전한 폐쇄가 있었으며 반면 후경골동맥은 정상소견을 보였다(Fig. 1). 수상 후 27일째 시



Fig. 3. Bone scan shows increased uptake in the left ankle joint (arrow).

행한 좌측 하지 MRI에서 주로 전근육군의 근육(anterior muscle group)과 장무지굴근(flexor hallucis longus muscle)에 T1 강조영상에서 근육의 미만성 종창이 관찰되었고, T2 강조영상에서 고신호강도로, 조영증강영상에서 조영증강이 되지 않는 광범위한 근육 괴사부위로 관찰되었다(Figs. 2A-D). 수상 후 62일째에 수술을 시행하였으며 수술 소견상 좌측 하지 원위부의 전근육군의 근육 및 연부조직 대부분이 괴사하였으며 괴사 조직을 선택적으로 절제 후 피관술(flap)을 시행하였다. 수술 후 환자는 족관절의 동통을 호소하였기 때문에 추적검사를 시행하였다. 수술 후 55일째에 시행한 골스캔에서 족관절에 강한 동위원소 섭취를 보여 화농성 관절염의 동반 소견으로 생각하였고(Fig. 3) 추적 MRI에서 족관절의 화농성 관절염을 확진하였다(Fig. 4). 결국, 족관절의 활액막절제술과 변연절제술을 시행하였으며 세척술을 시행하였다. 미생물학적 검사에서 황색 포도상구균이 배양되었다.

### 고 찰

전기화상은 전압에 따라 1,000 volts 이상의 고압 전기화상과 1,000 volts 이하의 저압 전기화상으로 구분한다. 감전되면 체내에서 전기 에너지가 열 에너지로 바뀌에 따라 전류가 흐르는 길에 노출된 조직들은 열 손상을 받는다. 전류가 흐르는 양은 각 조직의 고유 저항과 깊은 관계가 있으며 척수, 말초신경, 혈관, 근육, 피부, 인대, 지방, 골의 순으로 커지며 저항이 낮



Fig. 4. Gadolinium-enhanced sagittal T1-weighted spin-echo MR image obtained with fat saturation shows thick irregular synovial enhancement (asterisks) and marrow enhancement (open asterisks) in the ankle joint, representing pyogenic arthritis.

은 부위는 감전으로 인한 손상이 심하며 저항이 높은 부위는 상대적으로 손상을 적게 받는다. 고압 전기손상 시 초기에 근육 손상은 체내에서 전기 에너지가 열 에너지로 바뀔 때 따라 발생한 열 손상에 의한 직접손상이다. 그리고 근육의 영양 동맥 같은 소동맥에 혈전이 형성되면서 진행되는 허혈성 근육 피사를 유발하며 이러한 변화가 2-3주까지 지속된다(6, 7).

전기화상 후 빠른 치료를 시행하여 가능한 조직손상과 합병증을 줄여야 하고 이를 위해 근육 손상의 위치와 정도를 정확히 평가하여야 한다. 국내외 문헌에 고압전기화상 환자의 혈관 조영술 및 MRI 소견에 대한 보고들이 있다(1, 3-5). 고압 전기화상 환자에서 수술이나 치료계획을 세우는데 동맥손상의 정도를 평가하는 것이 매우 중요하며 장 등(3)은 38명의 환자에서 혈관조영술로 동맥손상의 형태와 특징에 대한 연구에서 고압 전기화상은 대부분 산업현장에서 손으로 작업하는 도중 발생하기 때문에 동맥손상은 주로 전기 입력부인 상지의 요골동맥과 척골동맥에서 발생하고 동맥손상의 형태는 느린 혈류, 협착, 폐쇄로 나타나며 이중 폐색이 가장 흔하게 발생한다고 보고하였다. Fleckenstein 등(1)은 MRI에서 근육 피사 소견을 3가지 형태로 분류하였다. T2 강조영상에서 고신호강도를 보이고 조영증강영상에서 조영증강을 보이는 부종 부위는 (type 1) 손상된 근육이 생존부위임을 나타내는 소견이다. 반면에 T2 강조영상에서 고신호강도를 보이며 조영증강영상에서 조영증강이 보이지 않는 부위나(type 2), T2 강조영상에서 고신호강도로 보이지 않으며 조영증강영상에서 조영증강이 없는 부위는(type 3) 손상된 근육이 혈류공급이 없는 피사 부위임을 나타내는 소견이다. 저자들의 증례에서 혈관조영술에서 좌측 하지의 원위부에서 전경골동맥과 발등동맥의 완전한 폐쇄가 있었으며 반면 후경골동맥은 정상소견을 보였다. 하지 MRI에서 주로 전근육군의 근육과 장무지굴근에 T2 강조영상에서 고신호강도로 보이며, 조영증강영상에서 거의 전체가 조영증강이 되지 않는 광범위한 근육 피사를 보였다. 저자들은 하지 전근육군의 근육 피사의 원인으로 체내에서 전기 에너지가 열 에너지로 바뀔 때 따라 발생한 열 손상에 의한 직접손상으로 초기에 근육 손상이 일어났을 것으로 생각한다. 그리고 전경골동맥과 발등동맥의 완전히 폐쇄된 부위의 위치가 전근육군의 근육 피사부위의 위치와 일치하기 때문에 진행되는 허혈성 근육 피사도 근육 피사의 추가적인 원인이 되었을 것으로 추정하였다. 이와 같이 MRI는 조영증강영상에서 손상을 받은 근육에 피사 부위와 생존 부위의 정확한 해부학적 위치를 구별할 수 있어 손상부위 정도, 위치, 범위 등의 평가에 유용하다. 저자들의 증례에서도 MRI는 수술 계획을 세우고 절제술을 해야 하는 피사 조직의 위치를 결정하는데 도움을 주었다.

화농성 관절염의 발생 경로는 원인균주의 혈행성 전파, 외상이나 수술 후 관절 내 직접침투, 골수염이나 봉와직염 등 주변 조직 감염으로부터의 전파 등이다. 임상적으로 화농성 관절염을 진단하는 데는 병력과 진찰소견이 중요하고 궁극적인 진단 방법은 관절삼출액을 검사하여 원인균을 규명하는 것이다(8, 9). 그러나 화상 환자들은 화농성 관절염의 임상 소견 및 검사실 소견과 비슷하여 동반된 화농성 관절염의 진단이 어려울 수

있다. 화상 후 발생하는 화농성 관절염은 주위 연부조직이 많지 않고 피부에 근접해 있는 손목관절, 주관절, 족관절 및 슬관절 등에서 화상을 입은 피부 및 표재성 근육 등이 손상되어 관절막이나 관절이 노출되고 이 부위에 염증이 직접 전파되는 경우가 있다(2). 저자들의 증례에서도 이와 같은 경로에 의해 화농성 관절염이 발생한 것으로 생각하며 관절 부위나 관절 근처의 연부조직 손상은 병원성 세균의 배지로 작용하므로 손상된 연부조직을 통한 관절의 직접 감염으로 인해 인접한 관절의 화농성 관절염이 발생할 수 있음을 항상 염두에 두어야 할 것으로 생각한다. 이 등(2)은 중증 화상 후 발생한 심부 관절의 화농성 감염의 임상적 특징 및 치료에 대한 연구에서 중증 화상 환자 총 11,797명 중 심부 관절의 화농성 관절염이 발생한 예는 총 22명, 26관절로 0.19%의 발생률을 보였다고 보고하였다. 침범된 관절은 고관절이 10예로 가장 많았고 척추가 5예, 견관절이 5예, 슬관절이 4예, 흉골-쇄골 관절과 천장골 관절에 각각 1예 있었다. 그러나 이들 연구에서는 손상된 연부조직을 통한 관절의 직접 감염으로 인해 화농성 관절염이 발생했던 관절은 제외하였기 때문에 직접 감염에 의한 화농성 관절염의 전 체빈도와 족관절을 침범한 빈도를 알 수 없는 제한점이 있다.

화농성 관절염의 진단에 단순촬영, Tc-99m methylene diphosphonate(이하 MDP) 골스캔, CT, MRI 등을 이용한 다양한 진단법이 이용되고 있다(8-10). Hong 등(8)은 화농성 관절염과 결핵성 관절염의 감별에 대한 MRI 연구에서 화농성 관절염에서 골수염이나 반응성 골수부종을 시사하는 연골하골 골수 신호강도 이상이 13관절 중 12관절(92%)에서 의미 있게 높았으며 그리고 연부조직 농양은 화농성 관절염에서는 농양의 경계가 불규칙한 경계를 보이고, 조영제 주입 후 광범위한 미만성 조영증강이나 두껍고 불규칙한 테두리 조영증강을 보인다고 보고하였다. 저자들의 증례에서 MRI 소견은 이전에 보고된 화농성 관절염 소견과 큰 차이가 없었다(8, 9). 핵의학 적 검사방법으로는 삼상골스캔, Ga-67스캔, 백혈구스캔 등이 골 및 관절의 염증을 진단하는데 고식적으로 이용되어 왔다(10). Tc-99m MDP를 이용한 삼상골스캔은 감염된 후 수 시간 내지 수일 이내에 화농성 관절염에 의한 골변화를 보여줄 수 있는데 민감도는 높고 관절 염증을 조기에 발견해낼 수 있다는 장점이 있으나 특이도가 낮아 화농성 관절염이나 다른 관절 질환과 감별할 수 없다는 단점이 있다. 이런 경우에는 Ga-67스캔이나 백혈구스캔을 시행하면 염증 진단의 특이도를 높일 수 있다(10). 저자들의 증례에서도 골스캔에서 좌측 발목관절에 강한 동위원소 섭취를 보여 화농성 관절염의 진단에 도움이 되었다.

결론적으로 고압 전기화상 환자에서 발생한 하지의 근육 손상 및 족관절 손상 후에 족관절의 화농성 관절염이 발생할 가능성이 크므로 세심한 임상적 관찰이 필요하며 환자가 관절 증상을 호소할 때 적극적인 검사가 필요할 것으로 생각한다.

## 참 고 문 헌

1. Fleckenstein JL, Chason DP, Bonte FJ, Parkey RW, Hunt JL,

Purdue GF, et al. High-voltage electric injury: assessment of muscle viability with MR imaging and Tc-99m pyrophosphate scintigraphy. *Radiology* 1995;195:205-210

2. 이상훈, 이동훈, 장준동, 전병혁. 화상 후 발생한 심부 화농성 관절염. *대한정형외과학회지* 2005;40:992-1000

3. 장태영, 조영규, 문재환, 김현철, 조진현. 고압 전기화상 환자의 혈관조영술 특징. *대한화상학회지* 2007;10:131-134

4. Ohashi M, Koizumi J, Hosoda Y, Fujishiro Y, Tuyuki A, Kikuchi K. Correlation between magnetic resonance imaging and histopathology of an amputated forearm after an electrical injury. *Burns* 1998;24:362-368

5. 최미봉, 이경규, 서경진, 강익원, 황대현, 이일성 등. 상지의 고압 전기화상의 혈관조영술 및 자기공명영상 소견: 증례보고. *대한영상의학회지* 2010;62:389-392

6. 문상윤, 김현철. 전기화상의 절단분석. *대한화상학회지* 2002;5:38-56

7. 송상언, 김현철, 장영수, 이동락. 전기 화상의 역학적 고찰. *대한화상학회지* 2007;10:1-12

8. Hong SH, Kim SM, Ahn JM, Chung HW, Shin MJ, Kang HS. Tuberculous versus pyogenic arthritis: MR imaging evaluation. *Radiology* 2001;218:848-853

9. Karchevsky M, Schweitzer ME, Morrison WB, Parelada JA. MRI findings of septic arthritis and associated osteomyelitis in adults. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182:119-122

10. 최윤영. 감염성 골절환의 핵의학 영상진단. *핵의학분자영상* 2006;40:193-199

## Pyogenic Arthritis of the Ankle Joint Following a High-Voltage Electrical Burn in the Lower Extremity: A Case Report<sup>1</sup>

Kuk Seon Kim, M.D., Gyung Kyu Lee, M.D., Kyung Jin Suh, M.D.<sup>2</sup>,  
Ik Won Kang, M.D., Dae Hyun Hwang, M.D., Eil Seong Lee, M.D.,  
Seon Jung Min, M.D., You Mie Han, M.D.

<sup>1</sup>Department of Radiology, Hallym University College of Medicine, Hangang Sacred Heart Hospital

<sup>2</sup>Department of Radiology, Dongguk University College of Medicine, Gyeongju Hospital

A high-voltage electrical burn caused extensive deep muscle injuries beneath a relatively small skin wound at the contact point. Hidden, undetected deep muscle injuries have a tendency for progressive tissue necrosis, which can lead to major amputations or sepsis. The radiologic features of this rare, sometimes life-threatening injury have occasionally been described in the literature. However, to the best of our knowledge, there have been no reports on a case of pyogenic arthritis of the ankle joint following a high-voltage electrical burn involving the lower extremity. We report a case of the pyogenic arthritis of the ankle joint following a high-voltage electrical burn involving the lower extremity.

**Index words :** Burns, Electric  
Arthritis, Infectious  
Magnetic Resonance Imaging  
Angiography  
Lower Extremity

Address reprint requests to : Gyung Kyu Lee, M.D., Department of Radiology, Hallym University College of Medicine, Hangang Sacred Heart Hospital, 94-200 Yeongdeungpo-dong, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-719, Korea.  
Tel. 82-2-2639-5542 Fax. 82-2-2679-0121 E-mail: gklee@hallym.or.kr