

횡문근 용해증의 Tc-99m Methylene Diphosphonate 신틸그라피 소견

아주대학교 의과대학 핵의학과교실 및 ¹진단방사선과학교실

한 창 진·박 찬 희¹·윤 석 남¹
배 문 선¹·김 수 지¹·신 규 설¹

Tc-99m Methylene Diphosphonate Scintigraphic Demonstration of Rhabdomyolysis

Chang-Jin Han, Chan-Hee Park¹, Seok-Nam Yoon¹
Moon-Sun Pai¹, Suzy Kim¹ and Gyoo-Seul Shin¹

¹Departments of Nuclear Medicine and Diagnostic Radiology
Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

Many causes of rhabdomyolysis have been reported in the literature. Technetium-99m methylene diphosphonate (Tc-99m MDP) bone scintigraphy is considered to be the most sensitive and effective modality in defining the extents of disease involvement and follow-up of patients with rhabdomyolysis. In this paper, we reviewed two cases of generalized rhabdomyolysis related to seizure activities and two cases of localized rhabdomyolysis related to an excessive exercise.

In addition other causes of rhabdomyolysis and possible mechanisms of Tc-99m MDP uptake are discussed briefly. (Ajou Med J 1997; 2(2): 198~203)

Key Words: Rhabdomyolysis, Tc-99m MDP

서 론

뼈에 침착하는 방사선 동위원소의 골 외 축적은 다양한 예에서 보고되고 있다¹. 이 중 임상적으로 가장 많이 알려진 것이 흉통 환자에서 Technetium-99m pyrophosphate의 섭취로 심근 경색의 진단적 역할이다. 이외에 근육통 환자에서 골격근의 동위원소 축적은 다양한 원인에 의한 횡문근 용해증의 진단에 도움을 준다. 횡문근용해증은 myoglobin색소의 신배설을 동반한 횡문근의 괴사를 특징으로 하는 드문 질환으로 국소적 또는 전신적 양상으로 나타난다². 횡문근 용해증은 전신 발작³, 패혈증⁴, 바이러스성 질환^{5,6}, 고체온증⁷, 쇼크, 심한 추위⁸, 약물^{9,10}, 대사성 질환¹¹이나 심한 운동^{12,13} 등의 비외상성 원인이나 외상 등에 의한 국소적 근손상등의

여러 상황에서 발생한다. 횡문근용해증에 있어서 급성 근손상의 진단에 Technetium-99m phosphate를 이용한 골주사가 매우 효과적이며, 횡문근용해증의 범위와 회복 과정을 보이는 데에도 이용되고 있다^{14,20}. 저자들은 다양한 원인에 의한 횡문근용해증의 골주사 소견을 저자들이 경험한 네 증례를 토대로 문헌 고찰을 하였다.

대상과 방법

네 명의 횡문근 용해증 환자의 임상 증상과 골주사를 후향적으로 분석하였다. 네 명 모두 남자 환자였으며 평균 연령은 30세였다. 두 명은 간질 발작(seizure attack)후 발생하였으며, 다른 두 명은 심한 운동 후 발생하였다. Technetium-99m methylene diphosphonate (MDP) 20mCi를 정맥 주사하고, 3시간 후에 전신과 국소영상을 얻었다.

저자연락처: 박찬희, (442-479) 경기도 수원시 팔달구 원천동 산5번지, 아주대학교병원 핵의학과, Tel: (0331) 219-5948 (7), Fax: (0331) 219-5950

결 과

네 환자 중 두 명은 전신적인 근 섭취를 보였고, 다른 두 명은 심한 운동의 영향을 받은 상지와 하지 부위에 근 침착을 각각 보였다. 방사성 동위원소의 근 침착이 일어난 부위에서 뼈의 방사능 활성이 감소된 소견이 관찰되었다. 이 중 한 예에서는 전신적 연부 조직 침착 증가와 함께 신음영 소실이 보였으며, 임상상 급성 신부전으로 진단되어 혈액 투석을 시행하였다. 다른 한 예에서는 신음영의 감소와 임상 소견상 급성 신부전이 의심되었다.

증 례

1. 38세 남자 환자로 내원 당일 직장 근무 중 갑작스러운 심한 두통을 느낀 후 15분 간의 의식 소실을 동반한 실진이 있었으며, 이 동안 입에 침이 흐르고 몸이 굳어지는 간질 발작과 유사한 증상을 보여 본원에 내원하였다. 내원 당일 두부 전산화 단층 촬영과 자기 공명 영상상 오른쪽 후두엽에 저음영 병소가 관찰되었다(Fig. 1). 내원 당시 SGOT/PT 308U/L/42U/L, BUN/Cr 26.6 mg%/3.1 mg%로 증가된 소견을 보였으며, 내원 4일째 각각 946U/L/130U/L, 20.7 mg%/3.5 mg%로 횡문근융해증이 의심되었다. 내원 8일째 시행한 골 주사상 양측 상, 하지 및 허리 근육에 섭취 증가가 관찰되었다(Fig. 2). 오른쪽 후두엽에 위치했던 병소는 추적 자기공명 영상에서는 관찰되지 않았고 정확한 원인은 아직까지 불명하다.

2. 39세 남자 환자로 의식 소실을 주소로 내원하였다. 환자는 내원 3~4개월 전부터 심한 음주를 하였으며 내원 당일 경련 발작과 유사한 양상을 보이며 쓰러져 개인 의원에서 진료 중 귀가하였다가 집에서 식은땀을 흘리며 호흡곤란을 보인다 기면 상태로 본원에 내원하였다. 검사상 SGOT/PT 332U/L/224U/L, BUN/Cr 243 mg%/23 mg% K 8.3 mEq/l로 급성 신부전 진단하에 응급 혈액투석을 시행하였다. 당시 혈중 칼슘 농도는 6.1 mg%로 저칼슘혈증을 보였다. 내원 후 시행한 전신 골주사상 전신 근육에 섭취 증가 소견이 관찰되며 양측 신장이 관찰되지 않았고(Fig. 3), CK-MB가 44.9 μ g/L로 증가되어 횡문근융해증으로 인한 급성 신부전으로 진단되었다.

3. 22세 남자 환자는 양측 상지의 통증을 주소로 내원하였다. 환자는 전투 경찰로 내원 전 심한 팔굽혀펴기 운동을 하였었다. 상지 통증을 규명하기 위해 내원 후 시행한 전신골영상에 양측 상지근에 방사성 동위원



Fig. 1. An axial view of T2 weighted MRI depicted an area of increased signal in the right occipital lobe. Cysticercosis was suspected, but biopsy was not obtained. A follow-up MRI (not shown) demonstrates spontaneous regression of the lesion.

소의 섭취 증가가 관찰되어 횡문근융해증으로 진단되었다(Fig. 4). 3주후 다시 시행한 전신골 영상상 근 섭취가 관찰되지 않고 정상이었다(Fig. 5).

4. 21세 남자 환자는 전투 경찰로 하지 통증을 주소로 내원하였고, 내원 전에 혼란 중 기함으로 앉은 자세로 20회 쪼그려 뛰기를 한 병력이 있었다. 통증 해명을 위한 전신골 영상에 양측 대퇴부 근육에 MDP 섭취가 보였고, 골절은 없었다(Fig. 5).

고 찰

급격한 운동이나 압박 괴사에 의해 초래되는 근 융해의 기전은 불명확하나, 심한 운동이나 혈류의 저하에 의해 세포 내의 에너지가 부족하게 되면 세포 구조를 유지하는데 필요한 에너지를 고갈시켜 세포막의 투과도의 변화가 초래되고 심하면 세포가 파괴되는 것으로 추측된다^{20,21}.

근 괴사의 진단은 병력, 근육의 종창, 피부의 손상 및 진하게 변색된 소변 등의 이학적 소견으로 진단할 수 있는데, 이러한 소견이 없을 때에도 SGOT, CPK, LDH, Adolase 등 근효소의 상승이나 K, PO₄의 상승은 진단의 근거가 되며, Technetium-99m labeled phosphonate compounds를 이용한 골주사는 이러한 근 손상을 진단하는데 민감한 방법이다. 골 주사상 비정상적인 골 외



Fig. 2. A whole body scintigram in anterior and posterior projections showed intense muscle uptake of Tc-99m MDP in upper and lower extremities as well as in abdominal muscles.



Fig. 3. A whole body bone scan in anterior and posterior projections revealed generalized increased Tc-99m MDP uptake in muscles around shoulders, upper arms, lower arms, upper inner thighs and abdominal muscles as well as faint uptake in psoas muscles. Poor renal uptake is probably related to renal failure and excessive muscle uptake of the tracer.

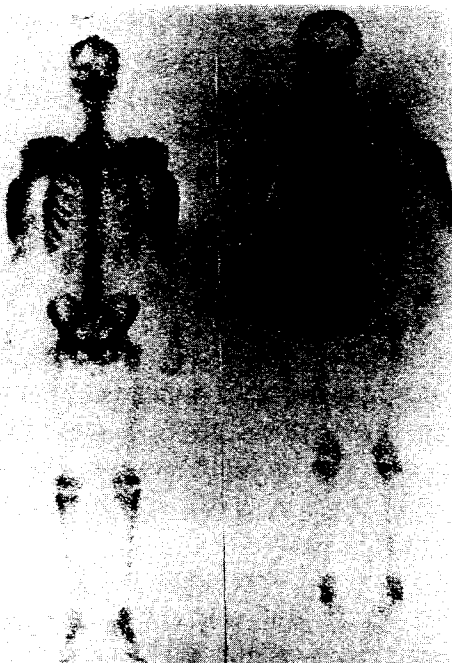


Fig. 4. A whole body bone scan in anterior and posterior projections demonstrated markedly increased muscle uptake of MDP in upper extremity. This was due to an excessive push-up exercise .

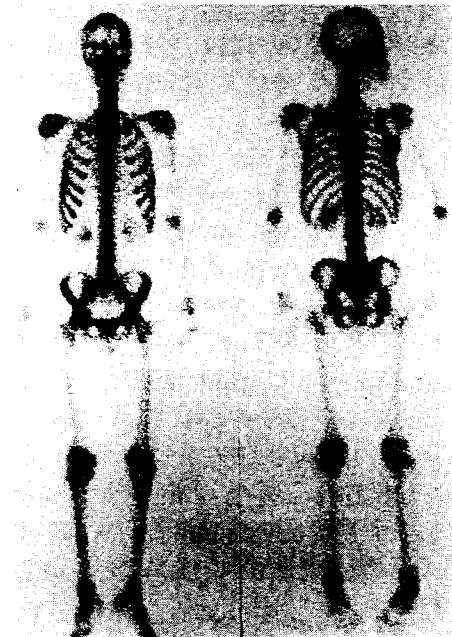


Fig. 5. A follow-up scan in 3 weeks after the scan in Fig. 4. There is no abnormal muscle uptake and the scan appears normal.



Fig. 6. Anterior and posterior views of whole body bone scan and spot views showing intense thigh muscle uptake bilaterally. Rhabdomyolysis in the scan was related to jumping exercise as a disciplinary punishment.

근육에 축적을 보이며 또한 섭취의 양은 손상에 의한 근 괴사의 정도와 비례적 양상을 보이며, 급성기 동안 양성으로 나타나나 치유 과정이 일어나면서 소실되게 된다. 그러므로 임상적으로 명백한 근손상의 진단뿐만 아니라 신체 검사상 불확실한 근손상의 진단 및 정도를 평가할 수 있다¹⁷.

본 연구에서 저자들은 Technetium-99m methylene diphosphonate (MDP)를 사용하여 골주사를 시행하였고 근손상부위에 동위원소의 섭취 증가 소견이 관찰되었으며, 이는 손상 후 수 시간 내에 일어났다. 골 주사상 이러한 섭취 증가는 손상 24에서 48시간 사이에 가장 강하게 보이며 이후 점차 감소함을 보인다¹⁹.

많은 연구에서 손상된 골격근의 인산염 섭취의 기전이 제시되었으며 아직 정확한 기전이 정립되어 있지 않으나, 많은 횡문근 용해증 환자에서 조직학적으로 손상된 근조직에서 칼슘 침착이 관찰되었다²².

Technetium-99m pyrophosphate나 이외의 다른 골주사

약제들은 세포 내 칼슘, 부정형 칼슘인산염 그리고 crystalline hydroxyapatite에 결합한다. 급성 심근경색증에서 급성 괴사 또는 허혈 세포의 세포막 투과도의 변화로 인한 칼슘의 세포 내 이동이 일어나며, 이는 세포 내 칼슘과 인산염의 용해도의 변화와 칼슘염의 침전을 초래하여 미토콘드리아 주변 칼슘염의 침착이 증가한다. 심근 섭취의 경우 손상된 심근 세포 내에서 침착된 칼슘 결정과 추적자가 결합하는 것으로 생각되며, 실험적으로 허혈성 손상을 일으킨 골격근에서도 조직 칼슘의 농도와 섭취된 동위원소의 방사능 사이에 좋은 상관관계를 보였다²³.

이외에 다른 가능한 기전으로는 국소혈류증가, 연부 조직 칼슘으로의 흡수, 조직 호르몬이나 효소 수용체에의 결합, 손상된 단백질에의 결합, 비성숙 콜라겐으로의 흡수 등에 의한 동위원소의 손상된 골격근 내로의 침착 등을 들 수 있다.

초음파나 전산화 단층 촬영상 이러한 횡문근 용해증

은 저에코 또는 저밀도 음영의 병소로 나타난다고 알려졌으나 이는 비특이적이며, 농양이나 혈종으로 판명되는 경우도 있다¹⁵.

근 괴사 또는 횡문근융해증의 원인으로는 외상에 기인하는 것과 알코올, 수면제, 일산화탄소나 마약 중독 및 전신 마취 등 무의식 상태에서 주로 압박 괴사에 의해 발생하는 것이 많다. 이외에도 급격한 운동이나 혈관 폐색, 경련, 감전 등이 원인이 될 수 있다. 운동성 근융해는 본 증례에서 처럼 처음 훈련 받는 군인에서 많이 발생하는데 과도한 팔굽혀펴기를 한 후에 양쪽 흉근에서 Technetium-99m MDP의 섭취를 관찰할 수 있었다¹⁵. (2-{4-(chlorobenzoyl aminoethyl) phenoxy}-2-methyl propionic acid (Bezafibrate, BZL) 등의 지질강하제나 사고상에 의한 근 괴사의 국내 보고 및 cocaine에 의해 유발된 경우의 외국 보고가 있다²⁴⁻²⁶. 동물 실험에 의하면 clofibrate가 근육의 단백질 합성을 조절하는 leucine의 산화를 방해해 단백질 합성을 저하시키고, 근육에서 일어나는 지방산과 당의 산화에 장애를 가져와 에너지 공급을 방해함으로써 근 손상이 일어나는 것으로 추측되고 있다²⁴. 사고상 환자에서는 사독(venom)의 수많은 효소에 의해 근조직의 파괴 및 분해가 일어나 근세포 내 칼슘 성분과 동위원소간의 결합, 국소혈류증가 등으로 연부 조직 음영이 나타난 것으로 생각된다²⁵. cocaine에 의한 횡문근 융해증은 혈중 cocaine 농도의 급상승은 혈관 수축과 함께 골격근의 조직 허혈이나 직접적인 독성에 의해 초래되며, cocaine에 의한 악성 고체온증도 중요한 역할을 하는 것으로 생각되어 진다²⁶.

Myoglobinuria와 동반된 급성 신부전은 잘 알려진 횡문근융해증의 합병증이며, 이는 침전된 myoglobin색소에 의한 tubular obstruction, 사구체 여과율 감소와 신혈역학 감소, myoglobin색소의 직접적 독성 등으로 설명할 수 있다²⁰. Akmal등은 신부전이 동반된 환자에서 심한 저칼슘혈증과 동반된 동위원소 축적과 손상된 근세포 내에 칼슘 침착을 관찰하였다²⁷. 초기 골주사 소견에서 관찰할 수 있는 신음영은, 급성 신부전이 나타난 중증 환자에서는 관찰할 수 없었다.

방사성 동위 원소의 근 침착이 일어난 부위에서의 뼈의 방사능 활성이 감소되어 보이는 것은 뼈보다 근육 부위에 더 많은 동위원소 침착으로 인한 상대적 영상 효과 때문으로 간주되고, 신음영 소실은 근육 손상이 전신적으로 많이 올 때는 근육 섭취량이 많고 동시에 신부전증이 인자일 것으로 생각되었다.

결론적으로, 손상된 골격근의 병태 생리를 보여줄 수 있는 골주사는 다른 방사선 검사보다 횡문근융해증의 영상 진단에 있어서 우위에 있으며, 횡문근융해증의 범위, 급성 신부전의 합병증 진단 및 회복 과정의 경과

추적에 도움을 준다.

참 고 문 헌

- Merrick MV: Review article-Bone scanning. Br J Radiol 48: 327-51, 1975
- Gabow PA, Kaehny WD and Kelleher SP: The spectrum of rhabdomyolysis. Medicine-Baltimore 61: 141-52, 1982
- Hall S: Status epilepticus. Am Fam Physician 28: 117-21, 1983
- Kalish SB, Tallman MS and Cook FV: Polymicrobial septicemia associated with rhabdomyolysis, myoglobinuria, and acute renal failure. Arch Intern Med 141: 133-4, 1982
- Meshkinpour H and Vaziri ND: Acute rhabdomyolysis associated with adenovirus infection. J Infect Dis 143: 133-4, 1981
- Josselson J, Pula T and Sadler JH: Acute rhabdomyolysis associated with an echovirus 9 infection. Arch Intern Med 140: 1671-2, 1980
- Hart GR, Anderson RL and Crumpler CP: Epidemic classical heat stroke: clinical characteristics and course of 28 patients. Medicine 61: 189-97, 1982
- Raifman MA, Berant M and Lenarski C: Cold weather and rhabdomyolysis. J Pediatrics 93: 970-1, 1978
- Baud F, Bismuth C and Galliot M: Rhabdomyolysis in paraphenylenediamine intoxication. Lancet 2: 514, 1983
- Akmal M, Valdin JR and McCarron MM: Rhabdomyolysis with and without acute renal failure in patients with phenacyclidine intoxication. Am J Nephrol 1: 91-6, 1981
- Rosa R, George C and Fardeau M: A new case of phosphoglycerate kinase deficiency: PGK creteil associated with rhabdomyolysis and lacking hemolytic anemia. Blood 60: 84-91, 1982
- Martin P, Lang G, Carretta P and Simon G: Scintigraphic evaluation of muscle damage following extreme exercise. J Nucl Med 24: 308-11, 1983
- Lentle C, Percy S, Rigal M and Russell AS: Localization of Tc-99m pyrophosphate in muscle after exercise. J Nucl Med 19: 223-4, 1978
- Haseman MK and Kriss JP: Selective, symmetric, skeletal muscle uptake of Tc-99m pyrophosphate in rhabdomyolysis. Clin Nucl Med 10: 180-3, 1985
- Cornelius EA: Nuclear medicine imaging in rhabdomyolysis. Clin Nucl Med 7: 462-4, 1982
- Provan CM, Victor JM and Monica AR: Intense muscle uptake of Tc-99m MDP and Ga-67 citrate in massive Rhabdomyolysis. Clin Nucl Med 7: 463, 1997
- Frymoyer PA, Giammarco R, Farrar FM and Schroeder ET: Technetium Tc-99m Medronate bone scanning in rhabdomyolysis. Arch Intern Med 145: 1991-5, 1985
- Zeon SK, Lee HJ, Lee JT and Lee KB: Tc-99m MDP scan in rhabdomyolysis. Korean J Nucl Med 26: 106, 1992
- Martin P: Basic principles of nuclear medicine techniques for

- detection and evaluation of trauma and sports medicine injuries. *Semin Nucl Med* 18: 90-112, 1988
20. Moon HB, Han JS, Kim SY, Cho BY, Lee JS, Koh CS and Cho KS: ^{99m}Tc-MDP bone scan in the cases of muscle necrosis associated with acute renal failure. *Korean J Nucl Med* 14: 61, 1980
 21. Schmidt ES et al: Enzyme modification during activity, *Medicine and sport*. Baltimore 3: 216, 1969
 22. Brill DR: Radionuclide imaging of non-neoplastic soft tissue disorders. *Semin Nucl Med* 11: 277-88, 1981
 23. Siegel BA, Engel-WK and Derrer-EC: Localization of technetium-^{99m} diphosphonate in acutely injured muscle. *Neurology* 27: 230-8, 1977
 24. Koh EM, Lee TW, Ihm CG, Kim KW, Kim MJ and Choi YK: A case of rhabdomyolysis induced by lipid lowering agent. *Korean J Nucl Med* 24: 145, 1989
 25. Park JK, Lee HB, Cha SJ and Lee MJ: Two cases of bone scan in snake bite. *Korean J Nucl Med* 19: 105, 1985
 26. McCrea MS, Rust RJ, Cook DL and Stephens BA: Cocaine-induced rhabdomyolysis. Findings on bone scintigraphy. *Clin Nucl Med* 17: 292-3, 1992
 27. Akmal M, Goldstein DA, Telfer N, Wilkinson E and Massry SG: Resolution of muscle calcification in rhabdomyolysis and acute renal failure. *Ann Inter Med* 89: 928-30, 1978
-