

MRI의 임상적 이용 (근골격계에서 조영증강을 중심으로)

충남대학교 의과대학 진단방사선과

권 순 태

Clinical Application of MRI in Musculoskeletal Imaging : Focusing to the Contrast Enhancement

Soon Tae Kwon, M. D.

Chungnam National University College of Medicine

근골격계 질환에 있어서 Gadopentetate dimeglumine-DTPA(이하 ed)을 사용한 조영증강 자기공명 영상법 (이하 MRI)은 최근에서야 사용되어 왔고, 아직 대부분 연구 단계에 있으나 일반적으로 다음과 같이 이용되고 있다.¹ 첫째, 감염 경과의 묘사, 둘째, 종양의 치료전후 평가, 셋째, 관절강내 주입으로 pannus와 활막액의 구분, 넷째, 관절강내 주입으로 관절연골, 섬유연골, 인대 및 건 손상의 파악, 다섯째, 골절치유과정과 골괴사의 재혈관문합의 평가 등이다. 이에 조영증강을 중심으로 한 근골격계 영역에서 MRI의 임상적 이용에 관하여 간략하게 알아보려고 한다.

가. 기본 물리와 영상기법

Gd의 효과로 T1을 감소시키므로 일반적 영상기법으로 조영전 T1및 T2강조영상과 조영후 T1강조영상을 포함시킨다. 적절한 기법을 위해 12msec 정도의 짧은 TE가 추천 된다. 또한 고자장에서 T1및 T2강조영상상 대비 (contrast)의 증강을 볼 수 있다. Gd 조영증강 MRI에 flip angle 40내지 90도를 사용한 급속영상기법 (casting imaging)이 이상적인데

왜냐하면 조직의 조영증강이 급속영상법에서 볼 수 있는 대비의 근본적 소실을 보상해주기 때문이다.² 근골격계에서 일반적인 조영제의 양은 체중kg당 0.1 mmol이다. 의심되는 병변이 T1강조영상에서 지방조직으로 둘러싸여 있을 경우(골수, 후복막, 피하지방) 병변의 구분이 어려워지므로 지방억제 기법을 사용한다. 이런 경우 화학적 이동(chemical shift)영상, 선택적 pre-saturation이 유용하다. Short tau inversion recovery(STIR)기법은 지방과 상자성적으로 이완된 병변의 물을 모두 억제하기 때문에 두조직간의 분별이 감소된다. Erlemann과 그 동료들이 근골격계 종양을 평가하기 위해 경사에코기법 (TR, 40msec; TE, 10 msec; 90도 FA; 1.5T magnet)을 이용하여 처음으로 역동적 Gd조영증강 MRI의 사용을 제시하였다. 이 기법으로 조영증강전 영상을 얻고 잘 보이는 병변 한 slice를 선택하여 약 3분 동안 분당 세 개의 영상을 얻는다. 시간에 대한 신호강도의 변화곡선을 얻으므로써 분당 신호강도의 증가율과 기울기를 결정할 수 있고 이에 따라 종양의 활성도, 화학치료법에 대한 반응, 그리고 재발을 파악할 수 있다.

중등도의 조영증강을 보인다고 하였다.

나. 감염 및 염증질환

염증으로인한 혈류의 증가 및 부종과 Gd조영증가와의 관련성은 이론적으로 잘 정립 되어있다. Paajanen 등은 동물에서 실험적으로 야기된 봉와직염 및 농양에서 주변 환형조영증강부위가 감염 및 농양의 세포조직 부위라 하였다. 조영증강은 또한 근골격계 감염주변 부위에 볼 수 있다. Roos 등은 Gd조영증강T1강조영상이 T2강조영상보다 감염의 파급정도 및 작은 누공 (fistulae)을 평가하는데 더 우월하다고 하였다.

골수염의 경우 골수와 감염주위 육아조직에 강한 조영증강을 볼 수 있다. Morrision 등은 골수염이 의심되는 환자에서 비조영증강 T1 및 T2강조영상과 지방억제 조영증강 T1강조영상과의 비교연구에서 조영증강 MRI가 민감도 및 특이도가 더 높다고 하였다. 또한 감염이 지속되는 경우 부골의 정확한 위치와 정도를 파악할 수 있고, 항생제에 적절히 반응하는지의 유무와 생검을 위해 가장 활동성이 큰 부위를 결정하는데 유용하다.

다. 골 및 연조직 종양

일반적으로 조영제의 정주후 5분내에 T1강조영상 또는 지방억제 T1강조영상을 얻는다.

1) 치료전 평가

근골격계 종양의 수술전 영상은 생검, 수술, 부가적인 방사선 또는 화학요법의 계획에 그 가치가 있다. 조영증강을 하지 않은 고식적 MRI에서도 대부분 종양의 영상화를 잘할 수 있지만 어떤 경우 부가적인 정보를 얻기 위하여 조영증강이 필요하다. 일반적으로 조영증강 MRI에서는 다음과 같은 여섯가지의 관점에서 영상을 분석한다.

(1) 종양대 근육 대비

Erlemann 등은 종양조직인 경우 급속 조영증강이 되고 정상 근육조직은 조영증강이 되지않거나

(2) 종양/지방-골수 대비

조영증강 T1강조영상에서 종양은 골수, 피하 지방조직 등의 고신호강도 조직과 유사한 신호강도를 갖는다. 그러나 일반적으로 SE T2강조영상에서 종양과 지방조직의 대조가 좋다. Lang등은 비조영증강 STIR영상에서 골수-종양 대조가 제일 좋은 것으로 기술하고 있다.

(3) 종양 대 부종

T2강조영상에서 맑은 악성 종양이 주변에 고신호강도의 혼륜 (暈輪, halo)을 볼 수 있는데 이는 반응성 부종 또는 종양의 침투를 의미한다. 조영 증강을 하지 않고는 이 둘의 감별은 어렵다. 일반적으로 살아있는 종양은 부종보다 강한 조영증강을 보이고 역동적 조영증강에서는 급속한 조영증강을 보인다.

(4) 생(生) 대 괴사 종양

살아있는 종양조직은 조영증강이 되나 화학요법 또는 방사선치료로 괴사 또는 낭성변화 부위는 조영증강이 되지 않는다. 이는 수술전 생검에 중요하다.

(5) 종양 혈관

SE T1강조영상에서의 조영증강의 정도와 종양혈관의 발달정도는 비례한다고 보고되고 있다.

(6) 악성 대 양성

Erlemann은 역동적 조영증강의 연구에서 분당 신호강도의 증가가 30%이상 증가되는 경우 악성종양의 80%에서, 분당 신호강도의 증가가 30%이하인 경우 양성 종양의 72%에서 볼 수 있었다고 하였다. Geirnaerd 등은, 최근 연골종양의 조직학적 등급과 Gd조영 증강 MRI와 상관관계가 있다고 하였는데 저 등급의 병소는 주변 또는 격막 (peripheral or septum)과 유사한 조영증강을 보인 반면 보다 균질의 조영증강부위는 고등급의 악성 종양조직 부위와 일치하였다고 하였다.

2) 치료후 평가

치료후 종양의 잔존 또는 재발의 유무가 중요하다. 일반적으로 T2강조영상에서 고신호강도의 병변은 괴사, 부종, 출혈, 육아조직, 또는 종양의 재발을 의미한다. 조영증강 T1강조영상이 민감하기는 하지만 육아조직, 반응성 부종, 재발 또는 잔존 종양, 방사선 치료후의 변화 등을 구별하는데는 비특이적이다. 이에 subtraction기법과 역동적 조영증강의 분석 등의 임상연구가 진행되고 있다.

라. 슬관절 류마토이드 관절염에서 정맥내 조영증강 MRI

최근 연구에서 MRI가 고식적 단순촬영 기법보다, 류마토이드 관절염에서 조기 골미란, 연골의 변화, 건 및 인대의 병변 등을 더 잘 관찰할 수 있다고 보고하였다. Kursunoglu-Brahme 등은 전향적 연구에서 Gd조영증강으로 활막액과 pannus를 구별할 수 있었다고 하였고 Konig 등은 역동적 FLASH sequence에서 pannus vascularity의 grading을 할 수 있다고 하였다.

마. 관절강내 조영증강

1) 영상기법

관절내 정상 구조물과 병적 변화를 영상화하는데 MRI의 역할은 잘 확립되었다. 다소의 활막액이 관절강 구조물의 조영에 유리하지만 없는 경우 관절강내에 Gd나 생리 식염수를 주입하여 영상을 얻을 수 있다. Gd (Magnevist) 1 ml (0.5 mmol)를 생리식염수 200-250 ml에 희석하여 주입하여 짧은 TR/TE pulse sequence를 얻거나 생리식염수를 주입후 긴 TR/TE pulse sequence를 얻으면 관절강내 구조물과 관절액 사이의 좋은 신호대조비를 얻을 수 있다. 또한 정맥내 조영제를 주입하고 일정시간 운동후 (10 내지 15분) 관절강내로 확산된 조영제의 신호강도 대비로 좋은 영상을 얻을 수도 있다.³

2)직접 견관절의 MR관절조영술

Flannigan 등은 관절강내 Gd주입후의 견관절 MRI에서 관절순, 외상완 인대(GHL), 견갑하점액낭, 그리고 관절낭의 부착을 아주 잘 볼 수 있다고 하였다. 또한 고식적 MRI에서는 잘 보이지 않았던 관절순의 파열, 관절낭의 stripping, 극상근(SST)의 full-thickness파열을 잘 관찰할 수 있었다고 하였다. 점액낭면(Bursal surface)에서 SST의 부분 파열은 짧은 TR/TE sequence로는 관찰이 되지 않으나 (Flannigan 등) 지방 억제기법의 긴 TR/TE sequence를 얻으면 보완이 될 것으로 생각한다. Hodler 등은 MR관절조영술의 주된 장점은 회전근개의 관절면에서의 부분파열을 보다 잘 진단할 수 있다고 하였다.

Brown 등은 지방억제 SE sequence MR관절조영술을 시행한 20명의 환자를 대상으로한 연구에서 고식적 MRI보다 다음과 같은 점에서 우월하다고 하였다. 첫째, 관절강이 확장되므로 전방관절순과 GHL가 각각 분리되어 보이고 둘째, SE T1WI 또는 3-DSPGR영상이 고식적 MRI보다 공간분해능이 좋고 셋째, 조영제가 관절순과 회전근개 파열에 차게 되므로 진단이 용이하다. Gd-DTPA용액이 T1WI에서 지방조직과 유사한 신호강도를 가지므로 지방억제기법에서 회전근개의 진단이 더 용이할 것으로 생각된다. 때로는 견관절을 외회전 및 외전시키는 소위 탈구자세에서 축상면을 얻으면 전방관절순 또는 극상근의 관절면에서 부분 파열을 잘 관찰할 수 있다고 제안되어 있다.⁴

3)간접 관절강내 MR관절조영술

Drape 등은 1992 RSNA학회에서 Gd를 정주한후 외상을 받은 슬관절강내 확산을 연구 발표하였는데 활막액이 조영증강이 되었고 운동후에는 신호강도가 더 증가하였고, 조영제 정주후 지연영상에서半月판과 연골의 손상을 잘 관찰할 수 있었다고 보고하였다.이후 특히 견관절과 고관절 등에서 활발하게 임상적 연구가 진행중이다. Vahlensieck 등은 간접 MR관절강조영술의 적절한 방법과 임상적 응용

을 발표하였는데 sequence로는 지방억제 조영증강 후 SE영상이 관절강내와 주위조직과의 대비가 6배 정도 증가되었고, 운동의 효과로는 운동후 10내지 15분후 관절강내 신호강도가 약 330%정도 증가되어 약 40분 정도 지속되었다고 하였다. 조영제의 농도는 0.1, 0.2, 0.4 mmol/kg중에서 관절강내 연골의 대조비는 0.4 mmol/kg에서, 관절강 내 골수의 대조비는 0.2 mmol/kg이 가장 높았다고 하였다.⁵

간접 MR관절조영술의 단점으로는 첫째, 직접 관절강 조영술에 비해 확장이 되지 않아 관절낭 또는 연조직의 손상을 잘 볼 수 없다는 점이다. 최근 연구에 의하면 견관절 관절조영술에서 15 ml이면 진단에 적당하다고 보고하고 있다. 두 번째의 단점으로는 혈관, 점액낭, 건초를 포함한 관절에 인접한 관절외 구조물의 조영증강이다. 특히 전봉하 점액 낭의 조영증강으로 점액낭염과 극상근의 진단의 특이도가 떨어진다. 그 외에 관절강 주변의 조영증강으로 관절강과의 가성교통을 볼 수 있고 T2WI보다 관절강이 확대되어 보인다.

이 외에도 최근 동향으로는 골괴사가 야기될 수 있는 골절의 평가가 연구되고 있다. Vogl 등의 전향적 연구에서 손목관절의 주상골 골절에서 조영증강이 잘 될수록 수술의 결과가 좋았다고 하였고 Lang 등은 대퇴골 경부 골절에서 대퇴골두의 생존여부를 조영 증강 MRI를 digital subtraction혈관조영술과 비교하여 정확한 결과를 얻었다고 하였다.⁶ 또한 LCP병과 골연골 수술후 골단의 혈관재문합의 여부

가 연구되어지고 있다. 결론적으로 근골격계 MRI에서도 조영제를 적절히 사용함으로써 병변을 영상을 최적화하고 기능적 영상을 얻어 근골격계영역 질병의 영상적 이해와 치료에 도움이 되리라 본다.

참 고 문 헌

1. Schoenberg NY, Beltsan J. Contrast enhancement in musculoskeletal imaging. Radiol Clin North Am 1994; 32:337-352
2. Runge VM, Wood ML, Kaufman D, et al: Gd-DTPA: Future applications with advanced imaging techniques. RadioGraphics 1988;8:161-179
3. Tirman PFJ, Applegate GR, Flannigan BD, et al. Magnetic resonance arthrograph of the shoulder. MRI Clin North Am 1993;1 :125-142
4. Tirman PFJ, Bost FW, Steinbach LS, et al. MR arthrography depiction of tears of the rotator cuff: Benefit of abduction and external rotation of the arm. Radiology 1994; 192:851-856
5. Vahlensieck M, Peterfy CH, Wischer T, et al. Indirect MR arthrography: optimization and clinical applications. Radiology 1996; 200:249-254
6. Lang P, Mauz M, Schorner W, et al. Acute fracture of the femoral neck : Assessment of femoral head perfusion with gadopentetate diglumine-enhanced MR imaging. AJR 1993; 160:335-341