

## Practical and Easy Tips for Surgeons in the Interpretation of Radiologic Imaging: MRI

서울대학교 의과대학 영상의학과

이 정 민

복부 질환의 평가에 있어 단순 x-선 촬영, 바륨 조영술, 초음파, CT 등의 다양한 영상매체들이 이용되어 왔다. 최근 까지도 복부 질환의 평가에는 초음파와 CT검사가 가장 빈번하게 사용되는 영상매체이기는 하나, 근래에 자기공명영상(MRI)의 이용이 급격히 증가하고 있으며, 이는 body MRI 기술의 혁신적인 발전에 기인한다. 이러한 MRI 기술의 발전은 다양한 MR 조영제의 개발, 매우 영상획득 속도가 빠른 MR 펄스 기법 등의 개발 및 parallel acquisition imaging 등을 포함한다. 하지만, MRI는 CT에 비교하여 사용 가능한 펄스 기법과 조영제들이 다양한 점이 방사선과 의사들에게는 매력적이라 할 수 있으나 실제 이를 이용하는 외과의들에게는 CT에 비해 많은 주의 사진과 작용기전이 다른 조영제의 사용은 오히려 혼란과 복잡함을 가져온다. 그러나 저자의 의견으로는 기본적인 MRI의 물리학적 특성과 판독을 위한 기본 지식을 가지고 접근한다면 쉽게 적응이 가능하고 오히려 CT에 비해서 더 많은 정보를 제공할 수 있다고 생각한다. 저자는 이 소고에서 MRI의 기본적인 원리와 MRI 판독 시 유용하게 사용될 수 있는 방법들에 대하여 논하고자 한다.

### MRI의 기본원리

인체에는 거의 모든 부분에 많은 물( $H_2O$ ) 성분이 있으며, 물의 수소 원자핵( $H^+$ )은 일종의 자석처럼 작용할 수 있으며, 지구처럼 자전하고 있고 일정한 공명 주파수를 가진다. 인체를 MRI 기계의 강력한 자장 안에 놓힌 후 수소원자핵(hydrogen nucleus=proton)만을 공명시키는 고주파(radiofrequency, RF)를 순간적으로 발사했다가 끊으면, 우리 몸 속에서 수소원자핵이 밖에서 가해준 고주파 에너지를 흡수하게 되고, 다시 고주파 신호가 밖으로 방출되는데 이 신호의 크기

와 파형은 각 조직에 포함된 물분자의 농도 및 주변 화학구조물과의 결합 상태에 따라 각기 다르다. 이 신호를 인체의 각 부위로부터 받아 컴퓨터가 분석하여 이차원 영상으로 재구성한 것이 바로 MR 영상이다.

이 때 MR기기로 되돌아 오는 신호의 크기는 조직의 (1) 수소원자의 농도, (2) T1 이완시간 (relaxation time) (이하 T1으로 약함), (3) T2 이완시간 (이하 T2로 약함), (4) 혈류 등의 흐름에 의해 좌우된다. 수소원자를 함유하는 조직의 물리 화학적 성질에 따라 각 조직마다 T1 이완시간 및 T2 이완시간은 다르다. T1 이완이란 공명주파수를 받은 수소원자핵이 에너지를 흡수하였다가 다시 원래의 종축 자기화 방향의 저에너지 상태로 되돌아가게 되는 과정을 말하며, T2 이완이란 수소원자핵이 공명주파수를 받아 각각의 핵의 위상이 모두 일치하였다가 다시 원래의 비균일한 상태로 되돌아 가는 과정을 말한다. 이러한 T1 이완과 T2 이완 시간은 각각의 조직내의 물이나 지방내의 수소원자 농도 및 결합상태에 따라 다르며, 이러한 조직간의 T1, T2 이완 시간의 차이를 극대화 하여 영상으로 나타낸 것이 T1 강조- 및 T2 강조 자기공명영상이다. 다시 말해, 이처럼 T1 강조영상 및 T2 강조영상을 얻는 이유는 병변 내 물 성분 및 혈액 성분 등의 존재에 따라 병변의 T1, T2 이완시간이 정상과 달라지기 때문에 정상조직과 병변간의 대조도가 향상되기 때문이다. 만약 간내에 낭종성 병변을 실예로 들면 정상 조직에 비하여 물이 풍부하므로, 정상조직에 비하여 T1 이완시간과 T2 이완시간이 매우 길다. 따라서 T1 강조영상과 T2 강조영상을 얻으면, 정상 조직에 비하여 각각 검게, 하얗게 나타나는 것이다.

### MR 영상에서 인체 조직의 신호강도

T1이 긴 조직은 T1 강조영상에서 저신호강도(검게 보임)로 나타나는데 순수한 물로 차 있는 각종 낭종(cyst)이 이에 속한다. 근육은 중등도의 신호강도를 보인다. T1 강조영상에서 T1이 짧은 조직은 고신호강도(희게 보임)로 보이는데 피하나 골수의 지방 조직이 이에 속한다. 병적인 상태에서 T1이 짧아 고신호강도를 보이는 경우는 (1) 지방종, (2) 아급성 출혈, (3) 점액낭종(mucocele)과 같은 고단백질 함유 병소가 대표적이다. 골 수질(bone marrow)은 지방이 풍부하여 고신호강도를 보이나 피질(cortex)은 수소원자의 양이 적어 저신호강도로 나타난다.

T2가 긴 조직은 T2 강조영상에서 고신호강도(희게 보임)로 나타나는데 T2는 조직의 수분 함유량에 대체로 비례한다. 낭종(cyst)과 부종을 보이는 근육조직과 정상 근육조직을 비교할 때 물 성분이 가장 많은 낭종이 가장 T2가 길어 T2 강조영상에서 가장 희게 보이며 부종조직, 정상조직의 순서로 T2가 짧아진다. T2 강조영상에서 T2가 짧은 조직은 저신호강도(검게 보임)로 보이는데 근육이 이에 속하고, 지방조직은 근육보다 T2가 약간 더 길다. 인체내의 공기, 골피질은 T2가 짧아서가 아니라 수소원자핵이 없기 때문에 더 검게 보인다. 병적인 상태에서 T2가 짧아 저신호강도를 보이는 경우는 (1) 급성혈종 deoxyhemoglobin and intracellular methemoglobin

in acute hematoma, (2) 농축된 고단백성 분비물, (3) 진균구(fungus ball) 등에서 보이는 성분을 알 수 없는 T2 단축 상자성 물질(T2 shortening paramagnetic substance) 등이다. 동맥은 T2 강조 영상에서도 신호소실(signal void)에 의해 검게 보이나, 혈류속도가 늦은 정맥은 환자마다 혈류의 속도에 따라 다양한 신호강도를 보인다.

대부분의 병변은 T1 및 T2가 정상 연부조직보다 길어서 T1 강조영상에서는 저신호강도로, T2 강조영상에서는 고신호강도로 나타나는데 그 신호강도의 정도는 병변내에 함유된 물의 양에 대체로 비례한다. 즉 물 성분이 많을수록 T1 영상에서는 더 검게, T2 영상에서는 더 희게 보인다. 예를 들면 물이 많은 순수한 낭종은 T1 강조영상에서 저신호강도로, T2 강조영상에서 고신호강도로 나타난다.

### MR의 특성

MRI 영상의 질은 일반적으로 자장의 세기에 비례한다고 할 수 있다. 현재 임상에서 이용되는 MRI 장비의 자장의 세기는 0.5~3 테슬라(tesla)이다. 자장의 세기가 높을수록 신호대잡음비(signal to noise ratio)가 높아지고, 자장의 균질성과 안정성도 높아져 결국 영상의 질이 좋아진다. 따라서 양질의 1~3 mm의 단면영상도 얻을 수 있어 1 cm 이하의 병변도 잘 나타낸다. 또한 미량의 출혈이나 철분대사질환을 진단하는데 뿐만 아니라 MRI 혈관조영술이나 기능적 MRI 영상을 얻는 데에도 1.5 T 이상의 고 자장 MRI 장비가 훨씬 우수하다.

MRI는 CT에 비해 (1) 연부조직의 대조도(contrast)가 훨씬 뛰어나고, (2) 횡단영상(transverse, axial imaging) 뿐만 아니라 관상영상(coronal imaging)과 시상영상(sagittal imaging) 등 원하는 어떤 단면의 영상도 얻을 수 있고, (3) 해부학적인 정보뿐만 아니라 생리학적, 생화학적, 기능적 정보를 제공할 수 있다는 점이 가장 큰 장점이다.

MRI의 단점은 철분과 같은 자장에 영향을 주는 금속물질이 아주 소량이라도 있으면 자장의 균질성이 깨져 국소적인 철자성 인공물(ferromagnetic artifacts)을 나타내어 영상을 왜곡시킨다. 따라서 치과의 금니나 치과치료용 금속물질을 치아에 부착했거나 기타 삽입물(implants, crowns 등)이 있으면 양질의 영상을 얻지 못할 때가 많다.

MRI의 금기증으로는 강력한 자석에 영향을 받을 수 있는 심박동기(cardiac pacemaker)를 부착한 환자, 뇌동맥류에서 철자성물질을 함유한 금속클립으로 치료한 환자, 내이삽입물(cochlear implant) 환자, 안구내 금속성 이물질을 가진 환자를 들 수 있다. 최근에는 자석에 영향을 받지 않는 수술도구나 금속클립이 많이 나와서 이러한 것들로 수술한 경우는 금기증되지 않는다.

## MRI 조영제

MR 영상이 조직간의 대조도가 매우 뛰어나도 불구하고 조영제를 사용하는 이유는 병변과 정상조직간의 대조도가 항상 좋은 것은 아니며, 오히려 비정상 조직의 blood supply 정도나, 비정상 조직 내 특정 세포가 존재하지 않아 정상 조직과 차이가 나는 경우가 많아 조영제를 사용하면 이러한 blood supply의 차이나 특정 세포의 존재 유무에 관한 정보를 얻을 수 있기 때문이다. 일반적으로 많이 사용되는 세포외공간에 분포하는 가도리늄 조영제 외에 특정 세포에만 섭취되는 세포 특이 조영제로 철분 조영제 및 간세포특이조영제 등이 있으며, 최근에는 철분 조영제는 더 이상 사용되지 않으며, 간세포 특이조영제의 사용이 증가하고 있다.

### 1. 가도리늄 조영제(Gadolinium chelates)

먼저 가장 흔히 사용되는 비특이적 세포외 조영제인 가도리늄(gadolinium chelate)성분의 조영제를 사용하면 조영 전 T1 강조영상이나 T2 강조영상에 비하여 병변의 발견과 특성화에서 모두 향상된 결과를 보인다는 것은 많은 문헌에서 증명된바 있다. 이는 특히 간세포암의 경우는 필수적인데, 보고자에 따르면 조영증강 전 MR에 비해 조영 후 MR 영상에서 20% 더 많은 간세포암을 찾음으로써 병변 검출에서 조영증강 MR 영상의 필요성을 강조하고 있다(Kamel 등, 2003).

또한, 병변의 특성화면에서 가도리늄조영제를 이용한 다중시기 영상의 역할은 절대적이어서 혈관종에서 주변부 점상조영증강과 중심부로 점차 차 들어가는 양상의 조영증강은 거의 특징적인 소견이라 할 수 있다. 국소성 결절성 비대는 동맥기에 빠른 조영증강을 보이며 중심부에 별모양의 반흔이 보이면 비교적 특징적인 소견이고 문맥기에 배출되나 간실질보다 낮아지지 않는다.

현재 대부분 병원에서 간의 국소 병변이 의심되는 경우에 간 자기공명검사시에 가도리늄 제제를 이용한 조영증강 영상을 기본 검사로 시행하고 있다. 급속 주입 방법(Bolus injection)이 적당하며 영상은 T1 강조기법을 이용한 연속적인 역동적 검사가 가장 보편적으로 이용되며, 대개의 경우 조영 전 T1 강조영상과 조영 후 3-시기 이상을 기본적으로 얻는다. 세 시기를 각각 살펴보면,

**1) 간동맥기(Hepatic Arterial-dominant Phase):** 조영제 주입 시작으로부터 16~17초 이후에 영상을 얻으며, 간실질의 peak sinusoidal enhancement가 시작되기 전이다. 대부분의 간 종양이 간동맥에 의해 혈류를 받기 때문에 종양의 발견과 감별진단에 가장 중요한 시기라고 할 수 있다.

**2) 문맥기(Portal Venous Phase):** 조영제 주입 후 45~75초 지연시간에 영상을 얻으며, 간문

맥, 간정맥, 간실질들이 최고의 조영증강을 보이는 시기이다. 따라서, 저혈관성 병소와 간내 혈관의 이상이 가장 잘 보이는 시기이다. 특히 전이간암을 찾고자 할 때는 반드시 평형기 전에 문맥기 영상을 얻어야 한다.

**3) 평형기(Equilibrium Phase):** 조영제 주입 후 2분 후에 영상을 얻으며, 이시기에 종양이나 염증성 병변의 부종성 조직에서 조영증강이 보이고, 또는 매우 큰 간질공간(interstitial space)를 가지는 섬유성 병소들이 강한 조영증강을 보인다. 간병변의 후기 조영의 양상, 즉 혈관종의 구심성 조영증강양상이나, 간선종이나 국소성과결절성 과증식(focal nodular hyperplasia)의 조영증강의 희미해짐, 또는 간세포암이나 전이암의 조영제의 배출등을 잘 보여주어 병변의 감별진단에 유용하며, 염증성 질환, 담도 암의 침범 범위, 복막전이 등은 이시기에 잘 보일 수 있다.

## 2. 간세포 특이 조영제(Liver specific MR contrast agent: hepatobiliary agent)

간세포 특이 조영제는 간세포에 포획되어 T1 신호를 증가 시키는 제제로 크게 가도리늄을 기본하는 제제(Gadolinium-based hepatobiliary agent)와 망간화합물(Mn-DPDP; Mangafordipir Trisodium)로 나눌 수 있다. 전자에 포함되는 제제들로는 Gd-BOPTA와 Gd-EOP-DTPA가 대표적이며, 주입 후 초기에는 신장을 통해서, 후기에는 간을 통해서 배설 되는 성질로 인해 가도리늄 조영제와 간세포 특이조영제의 장점을 동시에 갖는 제제로 역동적 영상의 병변의 특성화의 장점과 지연기(delayed hepatic parenchymal phase)의 높은 병변 검출률을 다 제공할 수 있어 최근 그 사용이 증가하고 있다. 최근 Gd-BOPTA 조영증강 MRI가 간세포암의 발견에 MDCT를 이용한 역동학적 검사와 비교하여서도 더 좋다는 보고가 있다. 간세포에서 대사되어 담도로 배설 되기 때문에 간세포의 기능과 담도의 모양과 기능을 보여줄 수 있다. 이러한 특성으로 이들 조영제들은 간 공여자의 술 전 평가에서 담도의 평가에 유용하게 사용될 수 있다.

## 자기공명영상을 쉽게 보는 방법(단계별 접근법)

### 1. MRI 검사법의 기본 구성 및 영상의 특성 파악

먼저 MR 영상을 판독하기 위해서는 MRI 검사법의 기본 구성을 정확히 알아야 한다. 이미 전술한 바와 같이 MRI는 정상 조직과 비정상 조직 간의 T1 이완시간과 T2 이완시간의 차이를 기본으로 하여 병변을 검출 하고 감별하게 된다. 가장 기본적인 MRI 검사법의 구성은 조영제 주입 전 T1 강조영상과 T2 강조영상을 얻고, 이후 가장 흔히 사용되는 가도리늄 조영제를 주입하고 얻은 조영 후 영상 또는 역동학적 영상으로 구성되어 있다. MR 영상을 현재 외과의들이 친숙하게 여기는 CT에 비교하여 보면 조영 전 T1 영상은 조영 전 CT 영상과 매우 유사하

며, 조영 후 T1 강조영상은 역시 조영 후 CT 영상에 해당한다고 여기면 된다. 특히 전술한 가도리늄 제제는 인체 내 분포 양상이 CT에 사용하는 요오드 조영제와 별 차이가 없다. 따라서 기본적으로 조영 전후 T1 강조영상을 보고 T2 강조영상의 정보를 추가로 더하면 된다. 조영 전후 T1 강조영상의 감별은 CT의 조영증강 유무 판별과 동일하게 복강 내 대동맥과 간 문맥 또는 장간막 혈관 등의 신호강도를 보면 쉽게 감별이 가능하다.

그러면 T1 강조영상과 T2 강조영상을 어떻게 구분할 수 있을까? 가장 쉬운 구분법은 척수강 내의 CSF의 신호강도를 확인한다. 만약 CS는 물이므로 T2 강조영상에서는 하얗게, T1 강조영상에서는 검게 보인다. 만약 이것이 어렵다면, 외과의들이 익숙한 담도나 위장 내부의 물 성분의 신호강도를 보고 같은 원칙을 적용하면 쉽게 감별이 가능하다. 하지만, 한 가지 주의할 점은 담낭 내 담즙의 신호강도는 T1과 T2 강조영상의 감별에 사용할 수 없다는 것이다. 담낭 내 담즙은 농축되어 담즙 내 지방성분의 농도에 따라 신호강도가 바뀐다.

자 이제 T1과 T2 강조영상을 구분할 수 있게 되었다. 하지만, 현재 MR 검사에는 많은 변형된 pulse기법들이 사용되고 있으며, 다양한 방향으로의 영상획득이 가능하므로 두 가지 정도의 추가 지식이 필요하다. 첫째는 MRI 검사에서는 지방성분에서 나오는 신호강도를 없애는 방법을 많이 사용하는데, 이는 주로 지방성분이 T1과 T2 강조영상 모두에서 다른 조직에 비하여 상당히 밝게 보여 각 장기의 비정상 조직의 발견에 방해가 될 수 있기 때문이다. 즉 지방억제 기법을 사용하면 전체적인 영상의 background가 검게 바뀌고, 우리가 보고자 하는 조직의 신호가 밝게 보여 검출에 도움이 된다. 따라서 MR 영상을 관독 시 피하지방이나 mesentery의 신호강도를 보고 지방억제 기법유무를 판단하면 된다. 둘째는 어느 축으로 영상을 얻었는지 유무를 판단하면 된다. 즉 axial, coronal, sagittal 방향으로 영상을 얻었는지를 판단한다.

이상의 지식을 서로 종합하면, 보는 영상이 T1 강조영상인지 또는 T2 강조영상인지를 먼저 보고, 만약 T1 강조영상이며 조영 전 영상인지 그리고, 조영 후 영상인지를 확인한다. 그리고 추가로 영상 획득 축과 지방 억제 기법의 사용유무를 확인하면 MR 기기나 복잡한 pulse 기법의 이름을 알지 않고도 영상의 특성을 알 수 있다.

예) 지방 억제 (+) 조영 후 T1 강조영상 - 횡단면

지방 억제 (-) 조영 전 T2 강조영상 - 관상면

## 2. MR 조영제의 구분

대개의 병원에서는 MRI 검사를 처방할 때부터 MR 조영제의 종류를 지정할 때가 많으나, 때로는 방사선과의사가 조영제를 결정할 수도 있고 타병원에서 찍은 MR 영상을 접할 기회가 있겠다. 이러한 경우 조영제는 약 90% 이상에서 Gadolinium 조영제가 사용되었다고 생각하면 되며, 만약 조영제 주입 후 10~20분 지연기 영상이 있다면 간담도 특이조영제인 Gd-EOB-DTPA

(primovist)가 사용되었을 가능성이 크고 만약 1~3시간 지연기 영상이 있다면 Gd-BOPTA (Multihance) 가 사용되었을 가능성이 크다. 최근에는 철분 조영제는 더 이상 사용되지 않으므로 크게 고려하지 않아도 무방하다.

## 검사방법

### 1. 상복부 자기공명영상

상복부 MRI 검사는 연구자에 따라 다양한 기법을 이용하고 있으나 기본적으로는 조영전 검사로 경사에코기법을 이용한 T1 강조영상과 터보스핀에코기법을 이용한 T2 강조영상을 기본적으로 포함하며, 필요에 따라 지방억제 펄스를 추가하여 T1 강조영상을 얻는다. 최근에는 T1 강조영상의 경우 경사에코 기법을 이용하여 지방과 물의 위상이 같아지는 시기(In-phase, 위상내 영상)와 서로 달라지는 시기(Out of phase, 탈위상 영상)를 얻어 세포내 지방 침윤을 평가한다. 조영 전 영상을 얻은 이후 가도리늄 조영제를 주입하고 3차원 T1 강조 경사에코 기법을 이용하여 역동학적 영상을 얻는다. 최근 기법을 이용하면 2~3 mm의 박편 영상을 얻을 수 있다. 따라서 T1에서 지방침윤 유무, T2에서는 물의 양 및 성질을 평가하고, dynamic 영상에서 혈류 분포에 관한 정보를 얻어 이를 종합하면 병변의 특성화 및 검출에 도움을 받을 수 있다.

### 2. 자기공명 담도췌관조영술(MR Cholangiopancreatography, MRCP)

담도 및 췌장의 MR 중 최근에 가장 발전한 분야는 자기공명 담도췌관조영술(MR cholangiopancreatography, 이하 MRCP)이다. MRCP 기법은 기본적으로 강한 T2 강조영상을 근거로 하고 있다. 이를 통해 담즙이나 췌장 분비액과 같은 정지 상태의 액체는 고신호강도를 나타내고, 흐름이 있는 혈액은 거의 신호를 나타내지 않으며, 고형 조직은 저신호강도를 나타낸다. 이와 같은 영상 특징으로 MRCP는 저신호강도의 배경과 고신호강도의 담즙간에 적절한 대조도를 나타낸다. 최근 MRCP 영상의 기법의 발전으로 담도나 췌관의 기형 평가(Fig. 16), 폐쇄성 황달의 평가, 담도 종양의 진단, 만성췌장염의 진단 및 합병증 평가, 췌장 종양의 진단 등에 그 이용이 증가하고 있다.

## 임상응용

### 1. 간질환

현재의 보완적인 기능으로서의 자기공명영상의 중요한 역할은 간 질환의 검출(detection)에서 초음파검사나 CT가 애매할 경우에 이용할 수 있지만 더 많은 예에서 양성과 악성 질환의 감별에 이용이 되며 특히 우리 나라에 많은 간세포암과 감별을 요하는 재생결절이나 선종성과 증식(adenomatous hyperplasia)의 진단이나 우연히 발견될 수 있는 가장 흔한 양성종양인 간혈관종의 진단에 매우 유용하다. 또한 미만성 간 질환중 혈색소증의 정성적 및 정량적 진단에 유용하다.

### 2. 담도 질환

MRCP는 담도 질환의 진단에 재래식 방법 이외에 새로운 방법으로 대두되고 있다. 현재까지 담도결석에 대한 진단정확도는 민감도가 81~90% 특이도가 97~100%로 보고되고 있으며 담관폐쇄에 대하여는 위치판정에 92% 이상, 원인규명에 80~97%의 정확성이 보고되고 있다. 그러나 영상기법이 지속적으로 발전하고 있으며, 한편으로 MRCP의 앞으로의 역할에 대해서는 많은 환자를 대상으로 한 ERCP와의 비교연구와 cost-effectiveness 평가를 포함한 이 검사방법에 대한 efficacy의 검증을 위한 지속적인 많은 연구가 필요하겠다. 또한, MRCP에 일반적인 T1 강조영상, T2 강조영상, 그리고 가로리늄 조영증강 역동적 영상을 추가하면 담도암의 병기결정에 도움이 될 수 있으며 정확도에 있어서 MDCT와 유사하다는 보고들이 있으며 술 전 병기 평가기간을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

### 3. 췌장질환

췌장영상에서 일반적으로 T1-강조영상이 T2-강조영상보다 중시되는데 이는 정상 췌장이 T1-강조영상에서 매우 특징적으로 높은 신호강도를 보여 종양, 염증, 당뇨병 변화 등의 저신호강도를 발견하는데 좋은 대조를 이루기 때문이다(Fig. 25 & 26). T1-강조영상에서 고신호강도를 보이는 이유는 췌장조직의 대부분을 차지하는 외분비 선조직의 높은 단백질 함량 때문으로 알려져 있다. 이에 반해 T2-강조영상에서 췌장은 다양한 신호강도를 내어 주변 조직과의 구분이 상대적으로 어렵고, 풍부한 섬유화 반응에 의해 낮은 신호강도를 보이는 췌장암과의 대조가 떨어진다. 따라서 T2-강조영상은 췌장주위 액체저류나 낭성 종양의 감별 및 도세포종의 간 전이 평가 등에 유용하고 강한 T2-강조영상으로 MRCP를 얻으면 췌담관과 결석평가에 도움이

된다. 일반적으로 복부 MR 영상에서는 지방억제기법이 비지방 조직간의 대조도를 높이고 움직임에 의한 잡상의 정도를 감소시키므로 영상의 질을 높인다. 이러한 기법이 췌장영상에서 더욱 유용한 이유는 복부의 다른 장기들이 지방 억제 시 상당히 신호가 감소되는데 반하여 췌장은 정상 선조적을 가진 부위가 밝게 나타나므로 췌장 외연이 그대로 유지되어 있는 경우라도 작은 종양이나 염증변화를 매우 예민하고 높은 대조로 나타낼 수 있기 때문이다. 또한, 지방억제 T1 강조기법으로 조영증강 역동적 영상을 얻으면 췌장암이나 도세포종의 평가에 도움을 줄 수 있다. 또한, MR 영상의 매우 뛰어난 조직 대조도와 MRCP를 얻을 수 있는 능력으로 인한 췌장의 양성 병변의 감별에 도움이 될 수 있다. 특히 MRCP상 췌장의 관내 유두상 낭종성 종양(Intraductal papillary mucinous tumor)은 종양과 낭종의 연결을 잘 보여줄 수 있어 장액성 선종이나 점액성 선종의 감별에 도움이 된다. 자기공명영상에서 낭종내 연부조직 종양이 보이거나 종양의 직경이 3 cm 이상인 경우 악성의 가능성을 고려해야 한다.

## 참 고 문 헌

1. Braga L, Guller U, Semelka RC. Modern hepatic imaging. *Surg Clin North Am* 2004;84:375-400.
2. Earls JP, Bluemke DA. New MR imaging contrast agents. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1999;7:255-273.
3. Fayad LM, Kowalski T, Mitchell DG. MR cholangiopancreatography: evaluation of common pancreatic diseases. *Radiol Clin N Am* 2003;41:97-114.
4. Hendrick RE. Basic physics of MR imaging: an introduction. *Radiographics* 1994;14:829-846.
5. Kamel IR, Bluemke DA. MR imaging of liver tumors. *Radiol Clin N Am* 2003;41:51-65.
6. Matohara T, Semelka RC, Bader TR. MR cholangiopancreatography. *Radiol Clin N Am* 2003;41:89-96.
7. Mahfouz AE, Hamm B. Contrast agents. *Magn Clin North Am* 1997;5:223-240.
8. Martin DR, Semelka RC. MR imaging of pancreatic masses. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2000;8:787-812.
9. Mitchell DG. MR imaging of the pancreas. *Magn Clin North Am* 1995;3:51-71.
10. Tanimoto A, Lee JM, Murakami T, Huppertz A, Kudo M, Grazioli L. Consensus report of the 2nd International Forum for Liver MRI. *Eur Radiol* 2009;19(Suppl 5):S975-989.