

유방자기공명영상의 임상 적용

조나리아 · 문우경

유방 MRI는 유방 질환의 진단과 치료 분야에 최첨단 기법으로서 지난 10년 동안 유방 MRI는 연구 분야에서 임상 분야로 진화해 왔다. 따라서, 유방 MRI의 적응증과 적절한 영상을 얻는 방법, 소견을 해석하고 보고하는 법에 대한 이해가 필요하다. 유방 MRI는 양성과 악성 종괴의 감별, 유방암 환자의 수술 전 병기 결정, 수술전 항암요법에 대한 종양의 반응 평가, 유방 성형 여성의 평가 등에 사용되고 있다. 또한 유방암 고위험군 여성에서 선별 보조 검사로서 사용될 수 있다. 이러한 목적을 성공적으로 이루기 위해서는 적절한 MRI기법과 다른 유방 영상 소견과 연관 지어 해석할 수 있는 영상의학과 의사가 중요하다. 본 소고에서는 유방 MRI의 적응증, 표준화된 용어와 카테고리의 사용에 중점을 두어 기술하고자 한다.

서 론

조영증강 유방 MRI는 유방암의 진단에 가장 예민한 검사법으로서, 병변의 형태학적 정보뿐 아니라 관류 상태에 대한 정보를 제공하는 기능적인 영상법이다. 유방암이 MRI에서 잘 보이는 이유는 종양이 수 밀리미터 이상의 크기로 자라면서 대사량이 많아지고 산소와 양분의 필요량이 섬유유신조직의 정상 혈관의 확산에 의한 공급량을 초과하면서, 종양에 허혈 자극이 되고 혈관생성인자 (vascular endothelial growth factor; VEGF)를 분비하게 되며 신혈관의 생성과 기존 혈관의 성장을 유도할 뿐 아니라, 종양 모세혈관내피세포의 투과성 증가로 조영제의 유입과 유출이 증가하고, 동정맥 단락이 생기기 때문이다 (1).

1990년대 초반 MR 조영제를 사용하게 된 이후 독일의 Heywang등은 유방암이 정상 유방 실질보다 더 강한 조영증강을 보임을 보고하였으나 (2), 이후 여러 연구에서 양성 종양도 유사한 정도의 조영증강을 나타냄을 알게 되어 양성과 악성 종양을 감별하고자 하는 다양한 접근이 진행되었다. Kaiser 등은

조영증강 신호강도의 변화를 시간에 따라 추적하는 가장 초기 형태의 역동 조영증강 기법을 도입하였다 (3). 그러나 이 시기는 한번의 영상 획득에 5분 이상 소요되는 T1강조 spin echo sequence와 5 mm 절편 두께의 저해상도 영상이었다. 이후에도 유럽의 MR기종은 양측 유방코일을 이용한 양측 영상법과 빠른 영상획득으로 공간해상도 보다는 동역학 정보에 주안점을 두었고, 지방신호억제기법을 사용할 수 없어 감산법을 이용하여 지방신호를 제거하였다. 이를 동역학 진영 (kinetic camp)이라 한다. 미국에서 주로 발달한 형태학 진영 (morphology camp)은 지방신호억제기법 사용, 3D GRE, 단측 영상, 작은 FOV와 우월한 공간해상도를 특징으로 동역학 정보보다는 형태 분석에 주안점을 둔 방법이다 (4). 현재는 고속 T1 GRE 기법의 발달로 전체 유방에서 연속적인 얇은 절편 (1-3 mm slice thickness), 우수한 공간해상도($1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ in-plane spatial resolution), 짧은 시간 간격 (1-2 minute temporal resolution), 우수한 지방억제기법을 활용하게 되어 형태학 진영과 동역학 진영 어느 한 진영의 양보 없이 그 임상 적용의 범위를 넓혀가고 있다.

대한자기공명과학회지 13:1-8(2009)

¹서울대학교병원 영상의학과

이 논문은 서울대학교병원 일반연구비에 의해 이루어진 것임.

Supported by grant no 04-2008-105-0 from the SNUH Research Fund.

접수 : 2009년 4월 28일, 수정 : 2009년 5월 10일, 채택 : 2009년 5월 25일

통신저자 : 조나리아, (110-744) 서울시 종로구 대학로 101, 서울대학교병원 영상의학과

Tel. (02) 2072-1862 Fax. (02) 743-6385 E-mail: nariya@radiol.snu.ac.kr

적응증

1. 미국 방사선학회에서 권유하는 현재의 유방 MRI의 적응증은 다음과 같다 (5).

1) 병변의 감별진단 (Lesion characterization)- 유방촬영술이나 초음파와 같은 다른 영상법으로 결론이 애매할 때, 이전에 유방암 수술 받은 환자에서 유방암의 재발과 수술 후 반응을 구분하는 데에 쓰일 수 있다.

2) 수술 전 항암요법 (Neoadjuvant chemotherapy)- 항암요법 이전 또는 이후에 반응의 모니터링과 잔존 병변의 평가에 쓰일 수 있다. 특히 항암요법 후 잔존 병변이 보이지 않을 때 조직마커를 MR유도하에 삽입하기도 한다.

3) 침윤성소엽암: 이학적검사, 유방촬영술, 유방초음파로 병변의 범위를 평가하는 데에 어려움이 있어 MRI가 도움이 된다.

4) 침윤성유관암: 유방보존술을 시행하고자 하는 환자에서 병변 범위 평가에 정확하다.

5) 원발병소를 모르는 액와림프절 전이 환자: 액와림프절 전이가 있으면서 유방촬영술이나 이학적 검사상 유방실질에 원발병소가 없는 환자에서 MRI에서 유방실질에 국소병변이 없다면 유방절제술을 피할 수 있다.

6) 수술후 조직재건술: 조직재건술을 시행받은 환자에서 유방암 재발 여부를 평가한다.

7) 실리콘과 실리콘 이외의 유방 확대술: 성형백을 삽입한 여성이나 간질 주사 유방성형을 시행 받아 유방촬영술로 유방실질의 평가가 어려운 경우 유방암 진단이나 성형백의 파열, 손상 여부를 평가한다.

8) 근막으로의 침윤: 유방암 수술 전 전절제술 또는 보존술을 계획하고 있을 때 대흉근막, 또는 대흉근이나 늑간근육으로의 침윤 여부를 평가한다.

9) 유방암 환자의 반대쪽 유방 검사: MRI는 유방암환자의 반대쪽 유방에서 유방촬영술이나 이학적 검사에서 발견되지 않는 4-5%의 추가적인 유방암을 발견할 수 있다.

10) 유방절제술 후 잔존 병변 평가: 수술전 유방 MRI를 시행하지 않고 유방암 수술 후 절제연에 잔존암 양성으로 재수술을 해야 할 때 전절제술과 광범위한 부분절제 중 치료 방침을 선택할 때 도움이 된다.

11) 유방암고위험여성에서 선별검사: 유전자 상담과 정확한 위험도 평가 후 시행해야 한다. 2007년 미국 암학회에서는 일생동안 유방암의 위험도가 20-25%이상(강한 유방암 또는 난소암의 가족력, 호르몬질환 등)의 고위험군 여성에서 선별 목적의 유방 MRI를 유방촬영술에 추가로 시행할 것을 권고하고 있다 (6). 그러나 단순히 유방암의 과거력이 있는 여성이나 치밀유방 여성 등에서 선별검사로서 유방 MRI를 권고하기에는 데이터가 충분하지 않다고 결론 짓고 있다.

12) 유방암의 재발: 이전에 유방암의 과거력이 있는 여성에서 유방촬영술이나 임상 양상에서 재발이 의심될 때 시행한다.

2. 주의점

1) 유방암의 위험도가 높지 않은 무증상 일반 여성에서 선별검사의 목적으로 권유되지 않는다.

2) 유방 MRI는 위양성병변이 많아 임상적으로 유방촬영술에서 나타나지 않는 유방 MRI에서만 보이는 병변은 대개 의미없는 병변의 가능성이 높다.

3) 유방부분 절제술 후 유방촬영술에서 보이지 않는 병변에 대해, 방사선치료나 항암치료법이 성공적으로 치료해 왔기 때문에, 유방 MRI의 소견만으로 유방보존술을 시행하고자 했던 환자를 전절제술로 바꾸는 것은 신중을 기해야 한다.

3. 금기증

심장 페이스메이커, 뇌혈관클립, 달팽이관임플란트 등 금속의료용 인공 삽입물을 가진 환자가 있는지 검사 전 설문지에 표시하도록 해야 한다. 임신 중 MRI검사는 여러 상황을 종합해서 시행여부를 판단한다. MRI가 태아에 미치는 부작용은 알려져 있지 않고 가돌리니움 조영제의 임신부나 수유부에 대한 안전성도 확립되어 있지 않으나 가돌리니움 조영제는 태반을 통해 태아에게 전달되고 유즙으로도 소량 분비되나, 유아에 대한 독성은 알려져 있지 않다. 또한, 임신부나 수유부에서는 유방조직에 조영증강이 되기 때문에 조영 증강 MRI를 시행하더라도 진단이 어렵다.

영상 기법의 선택

1. 공간해상능 vs. 시간해상능

유방암은 빠르게 조영증강 되고 조영증강 되자마자 조영제가 유실 (washout)되며 정상 섬유유선조직은 시간이 흐를수록 점점 조영증강된다. 따라서 유방암과 주변 조직과의 대조도는 조영제 주입 후 60-120초 사이에 최대이고 이후 점점 감소하므로 이 시점의 영상 획득은 매우 중요하다. 조영증강 후 영상 획득이 늦어지면 병변 대 배경 대조도가 감소하여 유방암을 놓칠 위험이 커진다. 따라서, 조영제 주입 후 120초 이내, 이상적으로는 60초 이내에 얻는 빠른 영상획득시점이 중요하고 60초보다 더 빨리 영상을 얻는다고, 추가적인 진단 정보가 얻어지는 것은 아니다 (7).

병변의 형태, 변연과 내부 구조의 차이가 양성과 악성 병변의 감별에 필수 요건이므로 공간해상능을 높이는 것은 또다른 유방 MRI의 목표이나 공간해상능을 향상시키려면 영상 획득 시간이 증가하기 때문에 이 두가지 목표를 절충하는 것이 필요하다. 역동조영증강MRI를 위해서는 최대 60-120초의 영상획득시간을 맞추고 모든 다른 영상 파라미터들은 공간해상능을 위해 투자하는 것이 좋다. 따라서 양측 영상에는 512×512 matrix, FOV 320-350 mm, 단측 영상에는 256×256 matrix, FOV 180-200 mm 이 필요하다. 이 경우 픽셀크기는 0.5×0.5 to 0.8×0.8 mm이며, 절편두께는 1-3 mm이다. 양측영상은 양측 유방을 비교해 관독하므로 비대칭 조직 및 비종괴조영증강, 유두-유

를 평가와 액와부 림프절 평가가 용이하며, 반대측 유방을 평가해, 약 3-5%빈도의 동시성 양측성 유방암을 발견할 수 있다 (8).

2. 2D GRE vs. 3D GRE

모든 조영증강 유방MRI는 T1강조 GRE를 사용한다. GRE 중 하나의 절편을 여기 (excitation)시키는 2D기법과 phase encoding, frequency encoding, section encoding전부를 encoding시키는 3D기법으로 구분한다. 3D기법은 더 강한 T1 대조도를 보인다는 장점이 있으며, repetition time이 짧고 신호대잡음비가 커서 더 얇은 절편두께를 얻을 수 있으며 다평면 재건술을 할 수 있다는 장점이 있어 3D기법을 더 많이 이용한다 (8).

3. 시상면 vs. 횡단면 vs. 관상면

시상면 (sagittal plane)은 내외사위 유방촬영 영상과 유사하므로 가장 친근하고 자연스럽다. 작은 FOV를 사용하면서도 전체 유방을 포함할 수 있어 영상획득시간이 감소하고 공간해상 능력이 향상되고, 전반적으로 균일한 자장을 얻을 수 있어 지방 억제제가 잘 된다. 단점은 양쪽 유방을 포함하기 위해 너무 많은 절편이 필요해 초기의 시상면 영상법은 거의 항상 단측유방 MRI영상에 이용되어 왔다. 그러나 최근, 다채널 코일을 사용하는 병렬영상 기법 (parallel imaging)이 가능해지면서 시상면 양측 유방 MRI가 널리 이용되나 신호대잡음비가 감소하고 인공물을 유발할 수 있다. 현재의 양측 유방 MRI 역동프로토콜은 횡단면이나 관상 영상을 흔히 사용한다. 횡단면 영상에 비해 관상면 영상은 50% rectangular FOV를 사용함으로써 영상획득 시간이 50%감소한다. 그러나 전체 섬유유선조직을 포함하기 위해서 횡단면 영상보다 관상면 영상에서 더 많은 절편이 필요하고 움직임 인공물이 많으며, 흉벽이나 유두 침범을 평가하는 데에 횡단면 영상이 유리하기 때문에 선호된다.

4. 지방억제기법

지방억제기법은 지방조직으로부터의 신호를 선택적으로 제거하는 방법이나 이는 추가적인 촬영시간이 필요하기 때문에 역동 조영증강 MRI에서 사용하기 어렵고, 전체 FOV에 매우 균일한 자장이 필요하므로 양측 유방영상을 얻는 데에 적합하지 않다. 감산법은 추가적인 촬영시간이 필요하지 않고 불균질한 자장에 영향 받지 않아 역동적 양측성 영상법에 선호되는 방법이다. 감산법의 단점은 환자의 움직임에 영향 받는다는 점이다. 화소의 크기가 작은 고해상도의 영상일수록 더 이러한 픽셀움직임이 증가한다. 따라서 약한 고정법이 도움이 되며 이는 시상면 프로토콜에서는 내외방향이고 횡단 프로토콜에서는 위아래방향이다. 지방억제법을 사용한 영상에서도 감산법은 도움이 되는데 이는 지방억제영상에서 조영증강을 하지 않아도 고신호강도를 보이는 고단백성 낭종이나 액체가 가득찬 유관 등이 있기 때문이다 (8).

5. 서울대학교병원의 유방MRI 프로토콜

유방 MRI를 본격적으로 시작한 2003년부터 2006년까지는 1.5T 시스템 (Magnetom Sonata, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany)을 이용하였고 단측 시상면 영상을 기본으로 지방억제 T2 강조 TSE (TR/TE = 9120/82), 256×192 matrix, 170×170 FOV (0.7-0.9 mm pixel), 절편두께 1.0 mm, 역동조영증강영상은 3D-FLASH (fast low angle shot) (TR/TE = 4.9/1.8, flip angle 0 degree, 448×224 matrix, 170×170 FOV, pixel size 0.4-0.8 mm, 절편두께 1-2 mm)의 고해상영상으로 조영증강 전과 4번의 조영후 영상을 84초 간격으로 촬영하였다. 조기감산영상 (첫번째 조영증강영상-조영전영상)과 역감산영상 (첫번째 조영증강영상- 네번째 조영증강영상)과 시간신호강도 그래프 분석을 하였다.

2007년부터 2009년 현재까지는 다채널코일 (8-channel HD breast array, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI) 을 사용하는 병렬영상 기법이 가능해지면서 양측 시상면 영상을 얻기 시작하였다. 1.5T system (Signa, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI) 으로 T2 FSE (TR/TE, 5500/85.2; 256×160 matrix; 200×200 FOV; 1.5-mm slice thickness; no gap) 영상을 얻은 후, T1 강조 지방억제 3D fast spoiled gradient echo sequence (TR/TE, 6.5/2.5; 320×160 matrix; flip angle: 0 degree; FOV: 200 ×200 mm; 1.5-mm slice thickness; no gap)으로 조영증강전 영상과 4번의 조영증강 후 영상을 얻는다. 조영제는 Gadovist (Gadobutrol [0.1 mmol/kg], Schering, Berlin, Germany)를 2 ml/sec 속도로 자동주입기를 사용하여 정맥주사하고 30 cc의 생리식염수를 바로 주입한다. 조영증강 전과 4번의 조영증강 후 영상을 얻으며, 조영증강 후 영상은 자동주입기의 버튼을 누르면서 바로 얻기 시작한다. 영상 획득 시간은 역동영상 한 회에 72초가 걸리며, 90초, 270초, 360초, 510초에 다음 영상 획득을 시작하도록 사이에 지연기를 둔다. 과거에 시행하던 단측영상법에 비해 양측영상을 얻으면서 픽셀 크기가 0.6-1.25 mm로 증가하는 공간해상도의 저하가 있었으나 양측유방영상을 얻게 되면서 유방암환자에서 수술 전 반대쪽 유방의 평가에 많은 도움을 받게 되어, 2년 동안 수술 전 양측 MRI를 시행한 1825명의 유방암환자 중 23명 (1.3%)에서 반대쪽 유방에 유방암을 새롭게 발견, 진단할 수 있었다.

유방 MRI의 해석과 판독

1. 정상 유방

유방 MRI를 임상 현장에서 이용할 때의 걸림돌은 너무나 다양한 기계와 기술이 사용되기 때문에 영상 획득법과 해석, 용어의 표준화가 어렵고, 유방 MRI에서만 보이는 병변에 대한 MR 유도하 조직검사기법이 어려운 점이다. 유방 MRI를 해석할 때

조나리아 외

에는 반드시 유방촬영술이나 유방초음파 등의 소견과 연관 지어 해석해야 하고 이후 처치에 대한 권고를 하기 전에 환자의 과거 유방암 병력이나 가족력을 고려해야 한다. 특히 유방촬영술에만 보이는 미세석회화 병변의 경우 악성 미세석회화도 유방 MRI에서는 조영증강을 보이지 않을 수 있다. 112명의 유방촬영술에서 발견된 미세석회화 병변을 보이는 환자에서 조영증강 유방 MRI는 악성 미세석회화를 진단하는 데에 87%의 민감도를 보였던 연구 결과를 고려하면 미세석회화 병변의 감별진단은 유방촬영술 소견이 우선되어야 한다 (9).

조영증강 MRI에서 정상적으로 유방에 분포하는 혈관인 lateral thoracic a, internal mammary a, intercostal a의 lateral branch 등이 보인다. 림프절은 T2강조영상에서 고신호강도를 보이며 매우 강한 조영증강을 보이는 신장모양 (reniform), 지방성분의 림프절문 (fatty hilum)이 있으며 유실형 (washout) 역동조영증강 그래프를 보이므로 악성종양과 감별이 어려운 경우가 있다. 정상 유두유륜 구조물은 대칭적으로 조영증강 된다. 유방의 섬유유선조직은 에스트로겐 호르몬에 민감하므로 생리주기와 호르몬 상태에 따라 생리 중이거나 생리 직전 (1주와 4주)에는 히스타민에 의해 충혈, 혈관 확장, 모세혈관 유출 등에 의한 점상, 미만성 조영증강과 지속형 조영증강 그래프 등을 보일 수 있다. 따라서 생리가 끝나는 2주째에 MRI를 시행하는 것이 가장 좋다. 호르몬 대치요법을 받는 폐경여성에서도 조영증강이 나타나므로 MRI시행 6-8주 전 호르몬을 끊는 것이 좋다. 타목시펜 (SERM; Selective Estrogen Receptor Modulators)과 같은 예방적 화학요법을 시행받는 여성에서는 정상 실질의 조영증강이 감소한다. 임신 여성이나 수유여성에서는 강한 미만성 조영증강을 보이므로 MRI는 진단에 도움이 되지 않는다 (10).

유방촬영술에서 유방실질성분의 비율을 기록하는 것처럼 조기에 다발성 또는 미만성으로 강한 조영증강을 보이는 유방실질의 양상을 MR 치밀유방이라 하며, 이는 유방암진단의 민감도와 특이도에 영향을 미친다. 배경 조영증강의 정도와 유방촬영술에서의 유방실질의 비율이 정확하게 일치하지는 않는다 (11).

2003년 미국 방사선의학회에서 발간한 MR BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) (11,12)에 따르면 유방의 국소 병변은 첫째, 형태학적 정보 (조영증강의 종류, 종괴의 모양과 변연, 비종괴조영증강의 분포, 내부 구조), 둘째, 역동조영증강 영상에서 조영증강 그래프의 정보 (조기 조영증강과 지연증강), 셋째, 지방억제기법을 사용하지 않은 T1 또는 T2강조영상에서 병변의 신호강도 등을 감별진단에 사용할 수 있다. 조영제를 사용하지 않은 T1강조영상에서는 지방피사 내부의 지방, 고단백질 또는 출혈을 동반한 낭종 내에 나타나는 고신호강도로 나타나며, T2강조영상에서 낭종, 유관, 림프절, 부종, 세포형 섬유선종 (cellular fibroadenoma), 뮤신함유종양이 고신호강도를 보인다.

2. 유방영상보고데이터체계 (Breast Imaging Reporting and Data System: BI-RADS)

역동조영증강 MRI에서 조영증강되는 국소 병변은 (a) 종괴 (mass), (b) 비종괴 조영증강 (non-mass-like enhancement), (c) 초점 (focus)으로 분류한다. 종괴는 3차원적으로 공간을 차지하는 종양이며 조영전 T1 또는 T2강조영상에 보이는 병변이 있다. 비종괴조영증강은 조영전 T2강조영상에서 국소 병변이 뚜렷하지 않아 정상으로 보이는 섬유유선조직에 나타나는 조영증강이다. 초점 (focus)은 5 mm미만의 조영증강 병변으로 그 크기가 너무 작아 형태나 내부 조영증강양상의 분석이 어려운 병변이다.

대부분의 초점은 섬유유선조직의 부분적인 양성 증식성 변화인 국소선종 (focal adenosis)이 그 원인이다. Liberman등의 연구에서 666명의 유방 MRI에서 37개의 초점 중 1개 (3%)만이 유방암으로 나와 초점이라는 병변 유형 자체가 양성 병변을 의미하는 것은 아니며, MRI의 공간해상능이 제한되어 있기 때문에 그 특징을 분석하기 어렵다는 의미이다 (13). 매우 작은 침윤암이나, 관상피내암, 유두종, 작은 섬유선종, 유방실질내 림프절 등이 초점으로 보일 수 있다. 따라서 초점에 대한 처치는 동측 또는 반대측에 동반된 다른 병변, 또는 유방촬영술이나 초음파에서 해당하는 병변의 특성, 또는 환자의 유방암 위험도 등에 따라 달라진다. Brown 등이 103명의 유방 MRI를 후향적으로 분석한 결과 30명 (29%)은 우연히 발견된 초점이 있었으며, 젊은 여성의 치밀유방에 흔했다. 유방암 환자에서 암 병변과 같은 유방에 있을 때, 한 개만 있을 때, 침상형이나 환형 조영증강을 보일 때 악성가능성이 높았으며, 1 cm 미만의 다발성, 균일한 양상이며 유방촬영술이나 초음파가 정상일 때에는 악성 가능성이 거의 없으며 이후 유방촬영술로 추적 관찰할 수 있다 (14).

종괴와 비종괴조영증강의 구분은 MRI의 판독에서 매우 중요

Table 1. Features Giving Greater Than 95% NPV for Malignancy (12, 15-17)

Lack of MR-imaging-visible suspicious finding
Smooth mass
Lobulated mass with nonenhancing internal septation
Irregular mass with nonenhancing internal septation
Lack of enhancement within a focal mass
Masses that enhance less than the surrounding breast tissue

Table 2. Positive Predictive Value for Malignancy (12, 15-17)

Descriptor	PPV
Ductal enhancement	80%
Regional enhancement	58%
Irregular focal mass	81%
Spiculated mass	88%
Rim enhancement	79%

하다. 종괴 병변의 감별진단은 침윤성 유방암이나 섬유선종과 같은 양성 종양을 감별해야 하며, 비종괴조영증강은 관상피내암, 국소선증, 호르몬 자극이나 염증 변화를 생각해야 한다. 종괴에 대해서는 모양과 변연을 평가하지만 비종괴조영증강에 대해서는 분포를 평가한다.

종괴의 형태 분석은 첫번째 조영증강 영상에서 시행한다. 종괴의 평활한 (smooth) 변연은 양성을, 침상형 또는 불규칙형 변연은 악성을 시사한다. 내부 조영증강 중 균질한 (homogeneous) 양상은 양성을 시사하고 불균질한 조영증강 양상은 악성을, 특히 환형 조영증강 (rim enhancement), 내부 조영증강 격막이나 중앙 조영증강은 악성을 시사한다. 종괴 내부에 조영증강 되지 않는 내부 격막 (non-enhancing septation)은 섬유선종에 전형적인 소견이며, 93-97%의 특이도를 보인다. 조영증강되지 않는 종괴도 양성이며 대부분 초저체화한 양성 섬유선종이다 (15, 16). 염증성 낭종이나 지방괴

사가 변연에 조영증강되어 악성 가능성이 있는 환형 조영증강으로 잘못 판정될 수 있다. 크기가 작은 병변의 경우 MRI영상의 공간해상도에 따라 변연이나 내부 조영증강 분석이 달라질 수 있다.

비종괴조영증강은 초점이나 종괴가 아닌 조영증강을 말한다. 유관의 배열을 따라 분포할 때 유관형 (ductal) 또는 분엽형 (segmental) 분포라고 한다. 유관의 배열과 관계가 없을 때는 선형 (linear), 국소형 (focal), 구역형 (regional), 미만형 (diffuse) 분포라고 한다. 시간조영증강커브 분석은 종괴의 분석에 유용하나 비종괴조영증강에 대해서는 시간조영증강커브가 악성을 시사할 때에는 사용할 수 있으나 그래프가 양성의 모양이더라도 관상피내암이나 소염암 등의 악성 가능성을 배제할 수 없다. 조영증강의 분포 중 유관형 분포는 85%의 양성예측도를 보이며, 구역형 (regional) 분포는 53%의 음성예측도를 보였다 (17) (Tables 1 and 2).

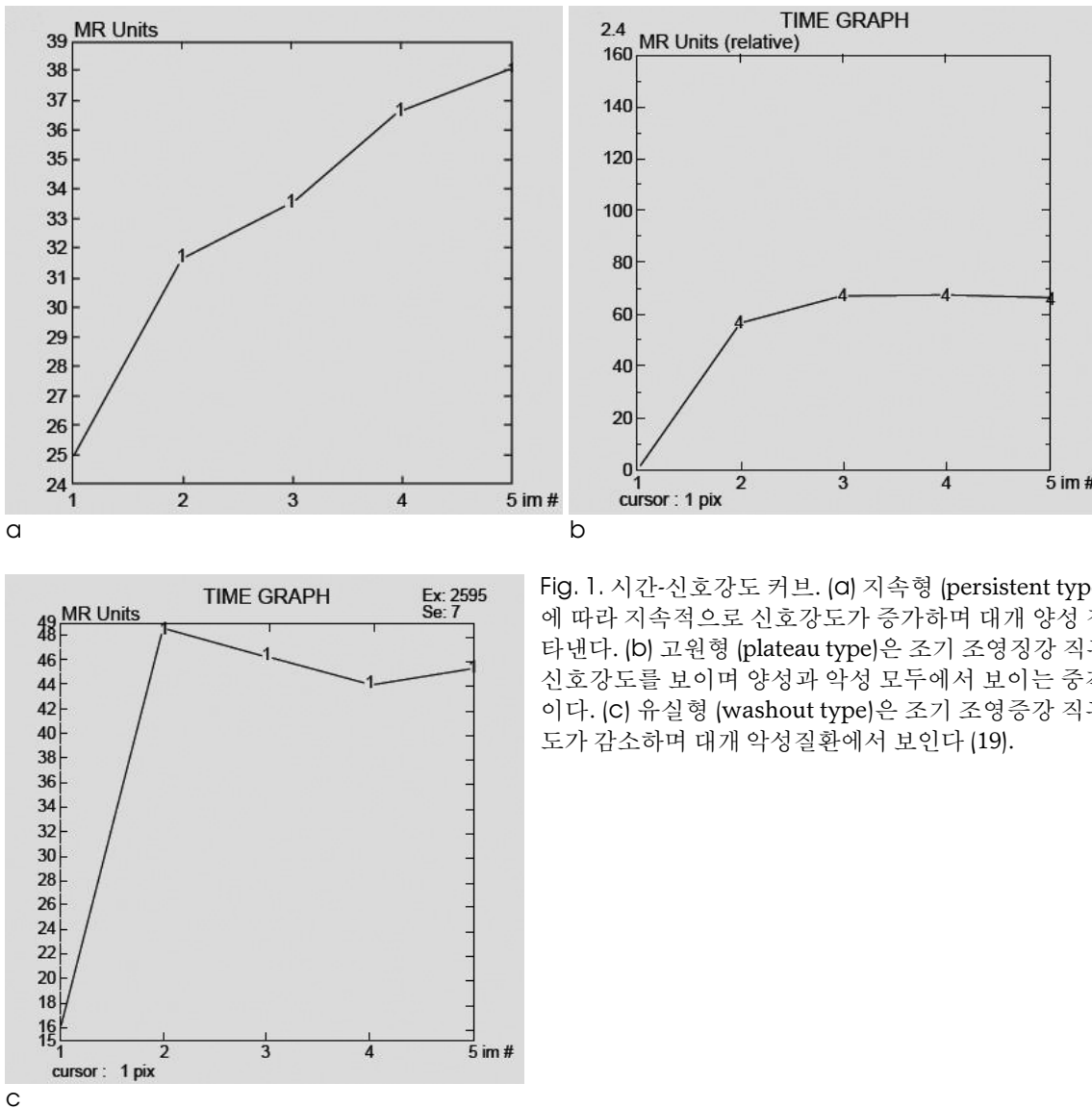


Fig. 1. 시간-신호강도 커브. (a) 지속형 (persistent type)은 시간에 따라 지속적으로 신호강도가 증가하며 대개 양성 질환을 나타낸다. (b) 고원형 (plateau type)은 초기 조영증강 직후 편평한 신호강도를 보이며 양성 및 악성 모두에서 보이는 중간형 커브이다. (c) 유실형 (washout type)은 초기 조영증강 직후 신호강도가 감소하며 대개 악성 질환에서 보인다 (19).

조나리아 외

조영증강 그래프의 분석 (조기 조영증강, 지연 증강)은 역동 조영증강 영상을 눈으로 판단하거나 병변 내 작은 관심영역에 신호강도를 추적함으로써 시간-신호강도 그래프를 만들어 분석한다. 관심영역을 가장 강하게 조영증강되는 부위에 놓고 분석하며, 최근에는 컴퓨터 보조 진단법으로 병변의 역동조영증강 패턴을 화소별로 색으로 표현한 지도를 제공한다. 한 병변 내에 여러 개의 관심영역을 분석할 때는 가장 악성 가능성이 높은 형태의 커브를 기록한다. 관심영역의 크기는 3화소 이상이 되어야 한다. 신호강도 증가는 기준치 (SI_{pre})에 비교한 상대치를 측정한다. $[(SI_{post}-SI_{pre})/SI_{pre}] \times 100\%$; 즉, 병변이 조영증강 전 500단위였고 조영증강 후 신호강도가 750단위였다면 $(750-500)/500$ 이 되어 50% 조영증강이다.

조기조영증강은 역동 영상 획득 그래프의 첫 1-2분 동안의 기울기를 말한다. 이는 조영증강이 발생하는 속도와 정도를 나타내며 느림, 중간, 또는 빠름으로 구분한다. 지연기 조영증강은 조영제 주입 후 3분 정도에 나타나는 초기 신호강도 증가 직후에 발생하는 신호강도의 변화를 나타낸다 (Fig. 1). Kuhl 등의 연구에 의하면 (a) 초기 조영증강 직후 지속적으로 증가하는 Type I: 지속형 (persistent), 83% 양성, 9% 악성 (b) Type II: 기울기가 편평해지는 고원형 (plateau) 12% 양성, 34% 악성 (c) 감소하는 감소형 Type III: 유실형 (washout) 6% 양성, 57% 악성의 확률을 보였다 (18). 고원형과 유실형의 주된 차이점은 첫 2분 이내에 피크 조영증강이 발생하는지 여부이다. 대개 양성 병변은 지속형을 악성 병변은 유실형 그래프를 보인다. 고원형은 양성과 악성 병변 모두에서 보일 수 있다.

시간-신호강도커브 분석은 병변이 양성의 모양을 가지고 있을 때 도움이 된다. 환형 조영증강, 침상형 변연과 같은 악성이 의심되는 소견이 있다면 커브의 유형에 관계없이 즉각적인 조직

검사를 해야 한다. 양성 가능성이 높은 국한성 변연의 종괴에서는 시간-신호강도커브 분석이 조직검사 또는 단기 추적관찰의 결정에 도움을 줄 수 있다. 빠른 초기 조영증강과 유실형 지연기 커브를 보인다면 형태학적으로 양성의 소견을 보이더라도 조직검사를 해야 한다 (19) (Fig. 2).

최종 판정 카테고리는 카테고리 0, 불완전관정; 1, 정상; 2 양성; 3, 양성 가능성 높음; 4, 악성의심 소견; 5, 악성 이다. 카테고리 2는 대개 국한성 (circumscribed) 또는 분엽형 (lobulated) 변연의 종괴로 내부에 조영증강되지 않는 격막을 가지고 양성의 시간-신호강도커브를 보이는 전형적인 섬유선종의 경우 판정한다. 유방 MRI에서 카테고리 3의 정의와 추적관찰 주기, 기간 등의 방침이 아직 확립되어 있지 않다. 내부에 뚜렷한 격막이 보이지 않는 국한성 종괴, 다발성의 조영증강 초점 (foci)이 합쳐지는 양상을 동반하거나 불규칙형 모양을 보일 때, 구역성 조영증강을 보일 때 등을 카테고리3 병변으로 간주할 수 있다 (20).

대부분의 기관에서 유방촬영술이나 초음파에서 뚜렷하지 않았던 병변이 MRI에서 발견되고 악성이 의심된다면 2차 초음파 검사로 병변을 찾아 초음파 유도하 조직검사를 시행하고 있다. 93개의 MRI에서 발견된 병변에 대한 초음파 연관성 분석에 대한 연구에 의하면 초음파에서 찾을 수 있었던 병변이 초음파에서 찾을 수 없는 병변 보다 더 유의하게 악성 가능성이 높았다 (43% vs. 14%, $p = .01$) (21). 그러나, MRI에서 발견된 악성 의심병변을 초음파에서 찾을 수 없다고 하더라도 조직검사는 시행해야 한다. MR 유도하 조직검사가 예정되었던 291개의 병변 중 조직검사 시에 조영증강 병변을 찾을 수 없어 조직검사를 시행하지 못했던 37개의 병변 중 3개는 추적관찰 중 악성으로 밝혀졌다 (22). 따라서, 어떤 기관에서 유방 MRI를 선별검사의 목적으로 시행하기 위해서는 MRI에서만 보이는 병변에 대한 MR유도하 조직검사법의 도입이 선행되어야 한다.

결론

유방 MRI는 유방암의 발견에 매우 높은 민감도를 보이나 특이도는 낮은 검사법이다. 현재 유방 MRI의 가장 흔한 적응증은 유방암 환자에서 수술전 검사로 다발성, 다초점성 유방암의 평가이고, 항암요법의 모니터링이나 항암요법 이후 잔존 병변의 평가, 유방성형술 후 선별검사나 성형백의 평가 등이다. 유방암 선별 검사로서의 유방 MRI는 고위험 여성의 경우에 한정되어 사용될 수 있다. 영상 기법은 적절한 공간해상도와 시간해상도를 갖춰 정확한 시간-신호강도커브와 형태학적 분석이 가능해야 한다. 유방 MRI의 해석과 판정은 미국 방사선의학회의 유방 영상정보데이터체계에 따르지만, 추적관찰 대상이 되는 병변의 정의와 주기, 기간 등에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.

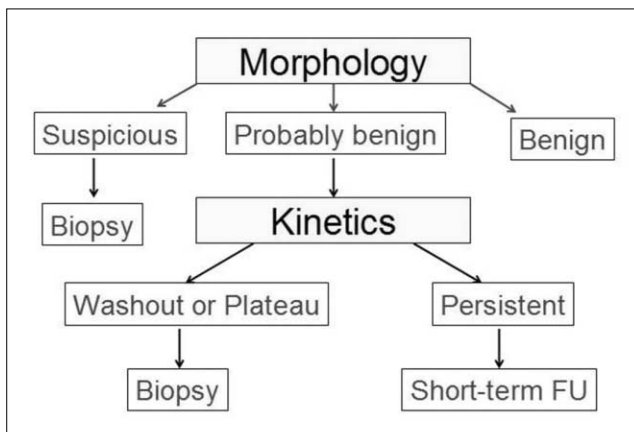


Fig. 2. 유방 MRI 해석의 권고안. 형태학적인 특징과 동역학 특징을 병합해서 해석한다. 병변이 형태학적으로 암이 되는 소견이 있다면 조영증강 유형에 관계없이 조직검사를 해야 한다. 형태학적으로 애매한 소견이라면 조영증강 유형에 따라 유실형이나 고원형을 보이는 경우에는 조직검사를 시행하고 지속형을 보인다면 단기추적관찰 한다.

참 고 문 헌

1. Schneider BP, Miller KD. Angiogenesis of breast cancer. *J Clin Oncol* 2005;23:1782-1790.
2. Heywang SH, Wolf A, Pruss E, Hilbertz T, Eiermann W, Permanetter W. MR imaging of the breast with Gd-DTPA: use and limitations. *Radiology*. 1989;171:95-103.
3. Kaiser WA, Zeitler E. MR imaging of the breast: fast imaging sequences with and without Gd-DTPA. Preliminary observations. *Radiology* 1989;170:681-686.
4. Harms SE, Flamig DP, Hesley KL, et al. MR imaging of the breast with rotating delivery of excitation off resonance: clinical experience with pathologic correlation. *Radiology* 1993;187:493-501.
5. ACR Practice Guideline for the performance of magnetic resonance imaging of the breast 2004 p517-519.
6. Saslow D, Boetes C, Burke W, et al. American cancer society guidelines for breast screening with MRI as an adjunct to mammography. *CA Cancer J Clin* 2007;57:75-89.
7. Kuhl CK, Schild HH, Morakkabati N. Dynamic bilateral contrast-enhanced MR imaging of the breast: trade-off between spatial and temporal resolution. *Radiology* 2005;236:789-800.
8. Kuhl C. The current status of breast MR imaging. *Radiology* 2007;244:356-378.
9. Bazzocchi M, Zuiani C, Panizza P, et al. Contrast-enhanced breast MRI in patients with suspicious microcalcifications on mammography: results of a multicenter trial. *AJR Am J Roentgenol* 2006;186:1723-1732.
10. Morris EA. The normal breast. In Morris EA, Liberman L. *Breast MRI: diagnosis and intervention*. New York: Springer, 2005:23-44.
11. American College of Radiology. *Breast imaging reporting and data system (BI-RADS)*. 3rd edition. Reston (VA): American College of Radiology; 2003.
12. Morris EA. Breast MR imaging lexicon updated. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2006;14:293-303.
13. Liberman L, Mason G, Morris EA, Dershaw DD. Does size matter? Positive predictive value of MRI-detected breast lesions as a function of lesion size. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;186:426-430.
14. Brown J, Smith RC, Lee CH. Incidental Enhancing Lesions Found on MR Imaging of the Breast. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176: 1249-1254.
15. Nunes LW, Schnall ME, Siegelman ES, et al. Diagnostic performance characteristics of architectural features revealed by high spatial-resolution MR imaging of the breast. *AJR Am J Roentgenol*. 1997;169:409-415.
16. Nunes LW, Schnall MD, Orel SG. Update of Breast MR Imaging architectural interpretation model. *Radiology* 2001;219:484-494.
17. Liberman L, Morris EA, Dershaw DD, et al. Ductal enhancement on MR imaging of the breast. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 181:519-525.
18. Kuhl CK, Mielcareck P, Klaschik S, et al. Dynamic breast MR imaging: are signal intensity time course data useful for differential diagnosis of enhancing lesions? *Radiology* 1999;211:101-110.
19. Lee CH. Problem solving MR imaging of the breast. *Radiol Clin N Am* 2004;42:919-934.
20. Orel SG. Enhancing lesions: what do I do? In. *Syllabus of Society of Breast Imaging 2007*. p39-43.
21. LaTrenta LR, Menell JH, Morris EA, Abramson AF, Dershaw DD, Liberman L. Breast lesions detected with MR Imaging: utility and histopathologic importance of identification with US. *Radiology* 2003;227:856-861.
22. Hefler L, Casselman J, Amaya B, et al. Follow-up of breast lesions detected by MRI not biopsied due to absent enhancement of contrast medium. *Eur Radiol* 2003;13:344-346.

Clinical Applications of Breast MRI

Nariya Cho, Woo Kyung Moon

¹Department of Radiology, Seoul National University Hospital

Breast MRI is a cutting-edge technology in the diagnosis and intervention of breast abnormalities. Over the last decade, breast MRI has evolved from a research field to a clinical field. Radiologists should understand the indications, how to obtain adequate images, and how to interpret and report their findings. Breast MRI is now used in the differentiation of benign from malignant mass, preoperative staging of breast cancer patients, assessment of tumor response to neoadjuvant chemotherapy, and evaluation of women with breast implants. It can also be used as a supplemental screening modality for high-risk women. Qualified radiologists and adequate MRI technique are crucial for the success of these purposes. This review is focused on the indication, standardized use of lexicon and categorization of breast MRI.

Index words : Breast cancer
Breast MRI
Clinical applications

Address reprint requests to : Nariya Cho, M.D., Department of Radiology, Seoul National University Hospital,
101 Daehangro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea.
Tel. 82-2-2072-1862 Fax. 82-2-743-6385 E-mail: nariya@radiol.snu.ac.kr