

10:10-10:40

Interpretation and Management of MRI Detected Lesions

서울대학교병원 영상의학과

조나리아

1. 정상 유방

유방 MRI를 임상 현장에서 이용할 때의 걸림돌은 너무나 다양한 기계와 기술이 사용되기 때문에 영상 획득 법과 해석, 용어의 표준화가 어렵고, 유방 MRI에서만 보이는 병변에 대한 MR 유도하 조직검사기법이 어려운 점이다. 유방 MRI를 해석할 때에는 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 (1).

조영증강 MRI에서 정상적으로 유방에 분포하는 혈관인 lateral thoracic a, internal mammary a, intercostal a의 lateral branch 등이 보인다. 림프절은 T2 강조영상에서 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 유두유관 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 조영증강그래프 등을 보일 수 있다. 따라서 생리가 끝나는 2주째에 MRI를 시행하는 것이 가장 좋다. 호르몬 대체요법을 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 시행하지 않는 편이 좋다 (2).

유방촬영술에서 유방실질성분의 비율을 기록하는 것처럼 초기에 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 (3).

2003년 미국 방사선의학회에서 발간한 MR BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) (3, 4)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 지방괴사 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 mm 미만의 조영증강 병변으로 그 크기가 너무 작아 형태나 내부 조영증강양상의 분석이 어려운 병변이다.

대부분의 초점 (focus)은 섬유유선조직의 부분적인 양성 증식성 변화인 국소선증 (focal adenosis)이 그 원인이다. Liberman 등의 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 (5). 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. Brown등이 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 (6).

종괴와 비종괴조영증강의 구분은 MRI의 판독에서 매우 중요하다. 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

B. Mass (three-dimensional space-occupying lesion that is one process, usually round, oval, or irregular in shape).

Shape (select one)	Description
☐ Round	Spherical or ball-shaped
☐ Oval	Elliptical or egg-shaped
☐ Lobular	Undulating contour
☐ Irregular	Uneven shape (not round, oval, or lobulated)
Margin (select one)	Description
☐ Smooth	Well-circumscribed and well-defined margin
☐ Irregular	Uneven margin can be round or jagged (not smooth or spiculated)
☐ Spiculated	Characterized by radiating lines
Mass Enhancement (select one)	Description
☐ Homogeneous	Confluent uniform enhancement
☐ Heterogeneous	Nonspecific mixed enhancement
☐ Rim enhancement	Enhancement more pronounced at the periphery of mass
☐ Dark internal septation	Dark nonenhancing lines within a mass
☐ Enhancing internal septation	Enhancing lines within a mass
☐ Central enhancement	Enhancement more pronounced at center of mass

C. Non-Mass-Like Enhancement (in an area that is not a mass)

Distribution Modifiers (select one)	Description
☐ Focal area	Enhancement in a confined area, less than 25% of quadrant
☐ Linear	Enhancement in a line that may not conform to a duct
☐ Ductal	Enhancement in a line that may have branching, conforming to a duct

C. Non-Mass-Like Enhancement (in an area that is not a mass) (continued)

Distribution Modifiers (select one)	Description
☐ Segmental	Triangular region of enhancement, apex pointing to nipple, suggesting a duct or its branches
☐ Regional	Enhancement in a large volume of tissue not conforming to a ductal distribution, geographic
☐ Multiple regions	Enhancement in at least two large volumes of tissue not conforming to a ductal distribution, multiple geographic areas, patchy areas of enhancement
☐ Diffuse	Enhancement distributed uniformly throughout the breast

Non-Mass Like Enhancement

Internal Enhancement (select one)	Description
☐ Homogeneous	Confluent uniform enhancement
☐ Heterogeneous	Nonuniform enhancement in a random pattern
☐ Stippled, punctate	Punctuate, similar appearing enhancing foci, sand-like or dot-like
☐ Clumped	Cobblestone-like enhancement, with occasional confluent areas
☐ Reticular, dendritic	Enhancement with finger like projections extending toward nipple, especially seen on axial or sagittal images, in women with partly fatty-involved breasts

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 초차체화한 양성 섬유선종이다 (7, 8). 염증성 낭종이나 지방괴사가 변연에 조영증강되어 악성 가능성이 있는 환형 조영증강으로 잘못 판정될 수 있다. 크기가 작은 병변의 경우 MRI영상의 공간해상능에 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 소엽암 등의 악성 가능성을 배제할 수 없다. 조영증강의 분포 중 유관형 분포는 85%의 양성예측도를 보이며, 구역형 (regional) 분포는 53%의 음성예측도를 보였다 (9)(Tables 1 and 2).

조영증강 그래프의 분석 (조기 조영증강, 지연 증강)은 역동조영증강 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 조영증강전 500단위였고 조영증강후 신호강도가 750단위였다면 (750-500)/500이 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 CK 등의 연구에 의하면 (a) 초기 조영증강 직후 지속적으로 증가하는 Type 1: 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 (10). 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 조직검사를 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 (11)(Fig. 2).

최종 판정 카테고리는 카테고리 0, 불완전판정; 1, 정상; 2 양성; 3, 양성 가능성 높음; 4, 악성의심 소견; 5,

Table 1. Features Giving Greater Than 95% NPV for Malignancy (refs 4, 7-9)

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 (refs 4, 7-9)

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

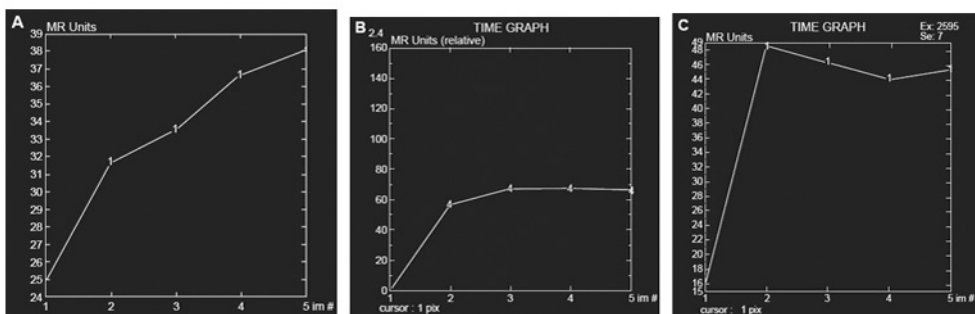


Fig. 1. 시간-신호강도 커브. **a.** 지속형 (persistent type)은 시간에 따라 지속적으로 신호강도가 증가하며 대개 양성 질환을 나타낸다. **b.** 고원형 (plateau type)은 초기 조영증강 직후 편평한 신호강도를 보이며 양성 및 악성 모두에서 보이는 중간형 커브이다. **c.** 유실형 (washout type)은 초기 조영증강 직후 신호강도가 감소하며 대개 악성질환에서 보인다. (reference 11)

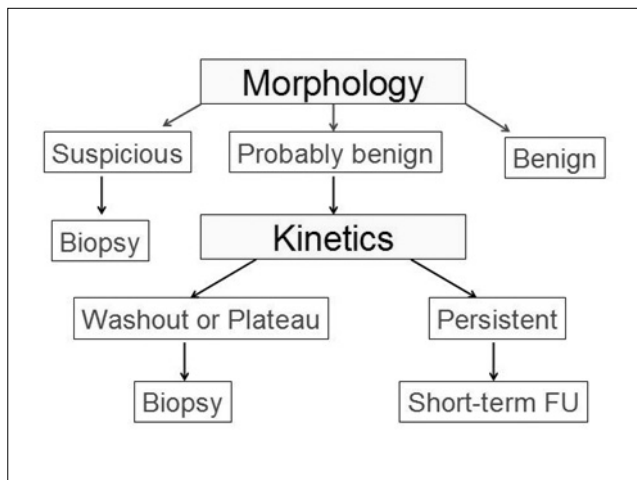


Fig. 2. 유방 MRI 해석의 권고안. 형태학적인 특징과 동역학 특징을 병합해서 해석한다. 병변이 형태학적으로 암이 되는 소견이 있다면 조영증강 유형에 관계없이 조직검사를 해야한다. 형태학적으로 애매한 소견이라면 조영증강 유형에 따라 유실형이나 고원형을 보이는 경우에는 조직검사를 시행하고 지속형을 보인다면 단기추적관찰 한다.

악성 이다. 카테고리2는 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 (12).

대부분의 기관에서 유방촬영술이나 초음파에서 뚜렷하지 않았던 병변이 MRI에서 발견되고 악성이 의심된다면 2차 초음파검사로 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%, $p = .01$) (13). 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 (14). 따라서, 어떤 기관에서 유방 MRI를 선별검사의 목적으로 시행하고 한다면 MRI에서만 보이는 병변에 대한 MR유도하 조직검사법의 도입이 선행되어야 한다.

3. 유방 MRI에서 발견된 양성추정 병변 (Category 3 on breast MRI)

BI-RADS 카테고리3병변은 유방촬영 스크리닝에 잘 확립된 개념으로서 2%미만의 악성 가능성을 가진 영상 소견을 기준으로 사용하며, 카테고리3을 사용하여 단기 추적관찰을 한 후, 병변이 악성으로 밝혀지더라도 예후에 변화가 있어서는 안 된다. BI-RADS MR lexicon에서 병변의 기술과 최종카테고리에 대해 포함되어 있으나, 카테고리 3에 해당하는 병변의 MRI특징이나 받아들일 수 있는 암의 비율 등은 아직 과학적인 근거가 확립되어 있지 않다. 그러나 많은 병원에서는 MR유도하 조직검사를 권유하기 이전에 이미 실제 임상 현장에서 카테고리3을 많이 사용하고 있고, 이리 카테고리3 병변의 특징을 연구한 여러 후향적 연구에서 MRI-BIRADS 3 카테고리의 암 발생률은 0.6-10%로 매우 다양하게 보고된다 (15-19). 따라서, 유방촬영술이나 유방초음파 스크리닝에 해당하는 MRI 카테고리3에 적절한 형태학적 혈역동학적 특징에 관한 연구가 필요하다. 이는 2007년 미국 암학회에서 일생동안 유방암의 위험률이 20%이상인 여성에서 MRI스크리닝을 권고한 이후 MRI검사가 늘고 있고, MRI와 MR유도하 조직검사의 높은 비용을 고려할 때 더욱 중요하다.

최근 MRI에 대한 연구와 출판을 활발히 하고 있는 워싱턴대학의 2569명 MRI BI-RADS3병변의 후향적 분석연구에 의하면, 약 10% (260 / 2569)여성 362병변에 대해 카테고리3을 판정하였다 (20). 이들도 전형적으로 일관된 카테고리3의 기준을 사용하지는 못하였으나, 236명의 여성 중 2명 (0.85%)에서 DCIS가 진단되어, 2%미만과 지연진단이 환자의 예후에 크게 악영향을 끼치지 않아야 한다는 카테고리3의 기본 전제에 그들의 practice가 합당하다고 주장한다. 그들이 카테고리3이라고 판정한 병변의 특징을 살펴보면 전체 병변 중 46% (168)가 foci, 36% (132)가 nonmasslike enhancement, 17% (62) 병변이 mass였고, 시간-신호강도커브에서 60% (164)가 persistent, 17% (47) plateau, 23% (64)가 washout유형을 보였다. 특히, foci with 100% persistent enhancement병변에서는 암이 발생하지 않아, 이 경우에는 카테고리 3 대신 카테고리 2가 더 적절한 카테고리라고 결론 내리고 있다.

MR 카테고리3병변의 판정이 어려운 이유는 유방촬영술이나 유방초음파에서 사용하는 형태학적인 기준과는 달리 MRI에서 보이는 병변은 혈관 농도, 혈관 투과도와 확산정도와 같은 혈관 파라미터를 반영하기 때문이다.

특히, 초기에 Sickles와 함께 유방촬영술의 카테고리3병변에 대한 개념과 외과적 절제술의 대안으로 단기추적관찰법을 정립한 Brenner RJ는 최근 Radiology에서 유방암의 있는 여성에서 수술 직전 MRI에서 카테고리3을 판정하고 수술 후 MRI로 단기 추적 관찰하는 것은 adjuvant chemotherapy를 받는 경우, 적절하지 않다는 견해를 피력하고 있다 (21). 대개 수술 후 12주 내에 시작하고 6개월까지 지속되는 adjuvant chemotherapy는 MRI발견 병변의 조영증강을 저하시킨다. 유방암의 tumor doubling times은 다양하지만 평균 160일로 계산할 때, 유방촬영술 연구에서 조직검사를 해야 하는 충분한 유방촬영술의 변화는 대부분 6개월 이내에는 발견되지 않으며, 최근 고위험 여성에서 매년 유방암이 5 mm크기 증가를 보였다는 보고, 수술 후 변형된 유방에서 병변 크기 변화 측정의 어려움, 항암제의 암조직 증식 억제 효과 등을 고려할 때, 수술 직전 MRI에서 보이는 병변에 대한 카테고리 3의 판정은 합리적이지 않다. 향후 단기추적관찰과 1년 추적 MRI중 어느 쪽이 더 효율적인지에 대한 임상연구가 필요하며, 항암치료 시행중인 암 수술 직후 상황에서는 단기추적관찰 권고를 하지 않는 것을 고려하기를 권한다.

결 론

유방 MRI는 유방암의 발견에 매우 높은 민감도를 보이나 특이도는 낮은 검사법이다. 스크리닝 MRI 발견 병변은 형태와, 시간-조영신호강도, T1과 T2신호강도를 종합하여 판정을 내린다. 이 밖에도, 환자의 유방암 위험도, 유방촬영술과 초음파 소견의 연관관계, 이전 유방 MRI에서 보였던 병변의 시간에 따른 변화, 항암치료나 tamoxifen투여 여부 등의 임상적인 상황을 종합적으로 고려하며, 그 판정과 권고안은 미국 방사선의학회의 유방영상보고데이터체계에 따르지만, 추적관찰 대상이 되는 카테고리 3병변의 정의와 주기, 기간 등에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 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
2. Morris EA. The normal breast. In Morris EA, Liberman L. *Breast MRI: diagnosis and intervention*. New York: Springer, 2005:23-44.

3. American College of Radiology. *Breast imaging reporting and data system (BI-RADS)*. 3rd edition. Reston (VA): American College of Radiology; 2003
4. Morris EA. Breast MR imaging lexicon updated. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2006;14:293-303
5. 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
6. Brown J, Smith RC, Lee CH. Incidental Enhancing Lesions Found on MR Imaging of the Breast. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:1249-1254
7. 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
8. Nunes LW, Schnall MD, Orel SG. Update of Breast MR Imaging architectural interpretation model. *Radiology* 2001;219:484-494
9. Liberman L, Morris EA, Dershaw DD, et al. Ductal enhancement on MR imaging of the breast. *AJR Am J Roentgenol* 2003;181:519-525
10. 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
11. Lee CH. Problem solving MR imaging of the breast. *Radiol Clin N Am* 2004;42:919-934
12. Orel SG. Enhancing lesions: what do I do? In: *Syllabus of Society of Breast Imaging* 2007. p39-43
13. 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
14. 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
15. Eby PR, DeMartini WB, Peacock S, Rosen EL, Lauro B, Lehman CD. Cancer yield of probably benign breast MR examinations. *J Magn Reson Imaging* 2007;26:950-955
16. Sadowski EA, Kelcz F. Frequency of malignancy in lesions classified as probably benign after dynamic contrast-enhanced breast MRI examination. *J Magn Reson Imaging* 2005;21:556-564
17. Liberman L, Morris EA, Benton CL, Abramson AF, Dershaw DD. Probably benign lesions at breast magnetic resonance imaging: preliminary experience in high-risk women. *Cancer* 2003;98:377-388
18. Kriege M, Brekelmans CT, Boetes C, et al. Efficacy of MRI and mammography for breast-cancer screening in women with a familial or genetic predisposition. *N Engl J Med* 2004;351:427-437
19. Kuhl CK, Schmützler RK, Leutner CC, et al. Breast MR imaging screening in 192 women proved or suspected to be carriers of a breast cancer susceptibility gene: preliminary results. *Radiology* 2000;215:267-279
20. Eby PR, DeMartini WB, Gutierrez RL, Saini MH, Peacock S, Lehman CD. Characteristics of probably benign breast MRI lesions. *AJR Am J Roentgenol* 2009;193:861-867
21. Brenner RJ. Short-term follow-up recommendations after preoperative breast MR Assessment for breast cancer diagnosis: are we lacking a rational basis? *Radiology* 2010; 257:18-21