

Meme Manyetik Rezonans Görüntülemesi: Güncel Uygulamalar

Ümit Aksoy Özcan

Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Memenin manyetik rezonans görüntülemesi (MRG) tüm meme görüntüleme yöntemlerinden daha yüksek bir duyarlılığa sahip olması nedeniyle, tarama, tanı, evreleme ve tedavi amaçlı yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Doğru teknikle yapılmış bir MRG incelemesi; meme kanseri tanısı almış olgularda pre-operatif inceleme ya da neoadjuvan kemoterapi değerlendirmesinde, diğer radyolojik yöntemler ile kesin tanısı konulamayan olgularda problem çözücü olarak, meme kanseri açısından yüksek risk taşıyan kadınlarda tarama amaçlı, post-operatif memenin değerlendirmesinde, mamoplasti, implant ve rekonstrüksiyon sonrası görüntüleme için kullanılarak klinik yaklaşımı değiştirecek kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır. Bu derleme, meme MRG'nin endikasyonlarını güncel kılavuzlar eşliğinde ele alarak irdelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar sözcükler: meme, kanser, manyetik rezonans görüntüleme, tarama

BREAST MAGNETIC RESONANCE IMAGING: CURRENT APPLICATIONS

ABSTRACT

Since breast magnetic resonance imaging (MRI) has higher sensitivity than any other breast imaging modality, it is widely used for the screening, diagnosis and staging purposes. If breast MRI is obtained with the proper technique, it is useful in the pre-operative assessment of patients diagnosed with breast cancer or for the neoadjuvant chemotherapy, as a problem solver in cases which remain equivocal after thorough evaluation with the other radiological modalities, as a screening method for women with high risk of developing breast cancer, in the evaluation of post-operative breast, mamoplasty, implant evaluation, and after reconstruction, since it helps decision making in patient management. This review aims to evaluate the indications of breast MRI while discussing the current guidelines.

Key words: breast, cancer, magnetic resonance imaging, screening

Meme kanseri gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kanser ölümlerinde birinci sıradadır (1). Mammografi taraması sonucunda meme kanserinde erken tanının morbidite ve mortaliteyi azaltmakta çok önemli bir rol oynadığı birçok çalışma ile kanıtlanmıştır (1-4). Meme koruyucu cerrahi konusunda gelişmeler, yeni kemoterapi uygulamaları ve radyoterapi yöntemleri meme kanseri tanısındaki yaklaşımları da değiştirmiştir (5). Memenin manyetik rezonans görüntülemesi (MRG) tüm meme görüntüleme yöntemlerinden daha yüksek bir duyarlılığa sahip olması nedeniyle, tarama, tanı, evreleme ve tedavi amaçlı yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (Tablo 1) (6). Bu derleme meme MRG'nin tarama, tanı ve

Tablo 1. Avrupa Meme Görüntüleme Kuruluşunun yayınladığı meme MRG kullanım alanları (2008)

1. Meme kanseri histolojik olarak kanıtlanmış olgularda pre-op dönemde aynı ve karşı taraf memenin değerlendirilmesinde.
2. Mamografi ve US gibi radyolojik modaliteler ile kesin tanısı konulamayan olgularda problem çözücü modalite olarak.
3. Metastazlı olgularda primeri okült kanser aranırken memenin değerlendirilmesinde.
4. Post-op dönemde lokal rekürens ve cerrahi sınırın değerlendirilmesinde.
5. Neoadjuvan kemoterapiye yanıtın değerlendirilmesinde.
6. Meme kanseri yüksek riskli kadınlarda (yaşam süresince %20'den daha fazla olan) tarama amaçlı olarak.
7. Meme protez ve implantlarının değerlendirilmesinde.
8. Sadece meme MRG'de izlenen lezyonların vakum biyopsi ve işaretleme işlemlerinin yapılmasında

takipteki rolünü güncel kılavuzlar eşliğinde ele alarak irdelemeyi amaçlamaktadır.

Teknik

Mann ve arkadaşlarının 2008 yılında yayınladığı Avrupa Meme Görüntüleme Kuruluşunun meme MRG kılavuzuna göre (7):

Görüntüleme premenstruel dönemde menstruel siklusun 2. haftasında yapılmalı, hormon replasmanı ya da kemoterapi kullanımı gibi hasta kaynaklı faktörler kontrol edilerek meme parankiminin kullanılan kontrast maddeyi en az şekilde tutması sağlanmalıdır. Doğru zamanda yapılan görüntüleme incelemenin doğruluk oranını da arttıracaktır (7).

Meme MRG için 0.2 T ya da 0.5 T gibi düşük alan gücü olan cihazların yeterli uzaysal çözünürlük sağlamadığı düşünülmektedir. 1.5 T ve 3 T cihazlar yüksek uzaysal ve temporal çözünürlük sağlayarak tanınabilirliği arttırmaktadır. Ek olarak, çok kanallı sarmallar, yüksek-amplitüdü gradientler, paralel görüntüleme gibi yöntemler meme MRG incelemelerinin süresini kısalttığı gibi diffüzyon görüntüleme gibi kalitatif teknolojik yeniliklerin de uygulamasına izin verir.

Meme MRG standart uygulamalarında T1 ve T2-ağırlıklı görüntülemenin yanısıra dinamik kontrastlı seriler ve diffüzyon ağırlıklı görüntülemeye de yer verilmektedir. Meme MRG'de dinamik kontrastlı serilerin geliştirilmesine rağmen halen bazı malign ve benign lezyonların kinetik ve morfolojik özellikleri ayırıcı tanıda birbiri ile örtüşebilmektedir. Papillomlar, proliferatif hastalıklar ve fibroadenomlar meme kanseri ile karışabilir ve yanlış pozitif bulguya neden olabilirler. Bu tip lezyonları değerlendirirken; yağ baskılamasız T2 ağırlıklı sekanslarda hiperintensite, düzgün kontur özellikleri ve yavaş, progresif kontur rastlanma gibi benignite lehine morfolojik ve dinamik bulgular yanlış pozitif sonuçları azaltmaya yardımcı olur. Buna karşılık, negatif bir meme MRG, şüpheli mammografik mikrokalsifikasyonların olduğu durumlar dışında maligniteyi ekarte edebilir (7). Dinamik incelemeler sayesinde tümöral neoangiogenesis hakkında, doku kanlanması ve vasküler geçirgenlik yoluyla diğer modalitelerin sağlayamadığı bilgiye ulaşmak mümkün olmaktadır (8). Dinamik kontrastlı serilerin invazif meme kanseri tanısındaki duyarlılığı %89-100 ile çok yüksek, özgüllüğü ise yaklaşık %72'dir (8, 9). Diffüzyon ağırlıklı görüntüleme ve ADC ölçümlerinin ise benign ve malign lezyon ayırımını %95 **özgüllük** ile yapabildiği belirtilmiştir (8). Benign lezyonların ADC değeri malign lezyonlara göre daha yüksek olup,

kullanılan parametrelere bağlı olarak, benign ve malign lezyonlar arasındaki eşik 1.1 ile 1.6 10^{-3} mm²/sarasında değişmektedir (8).

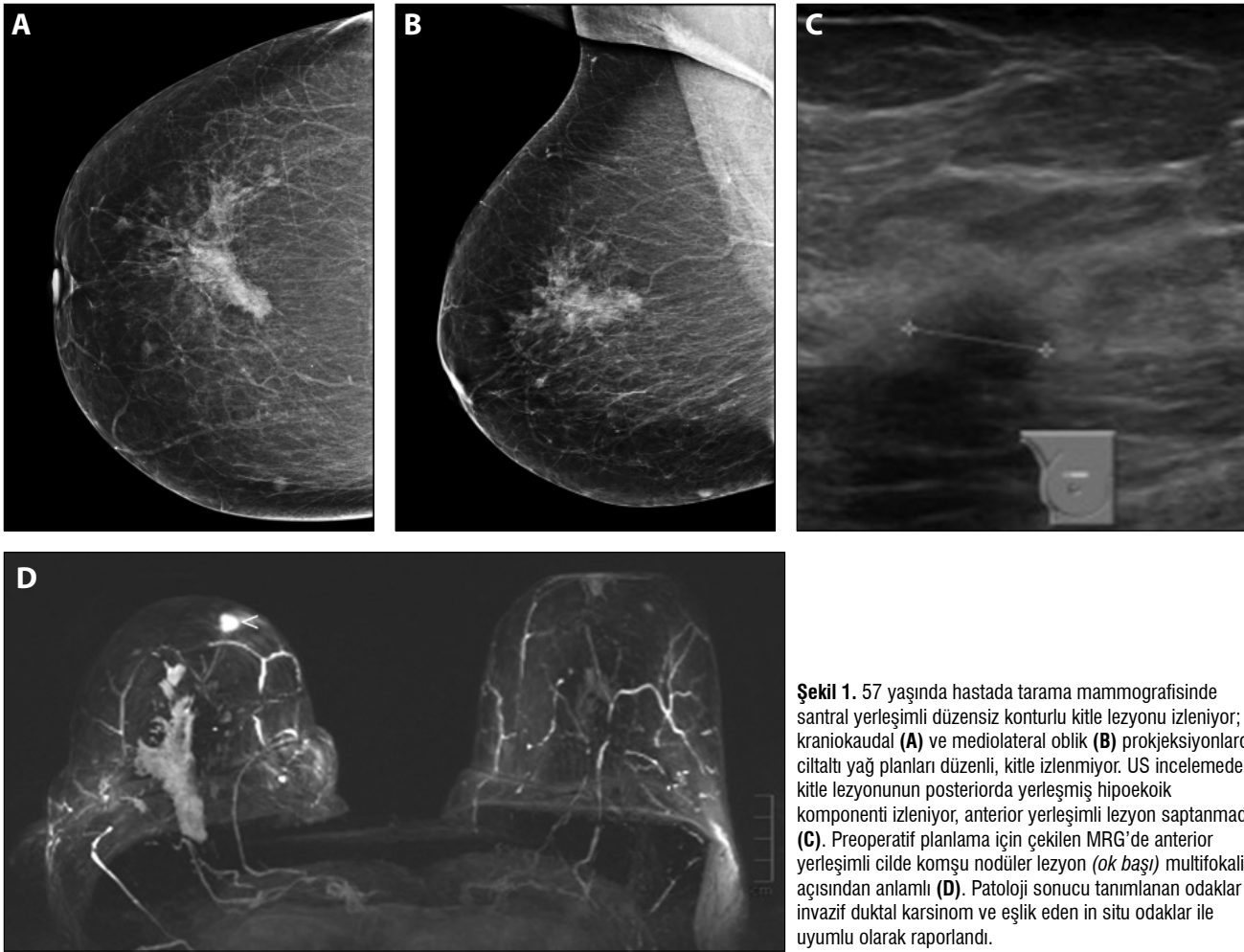
Özgüllük ve pozitif öngörü değerini yükseltmeye yönelik öneriler yüksek uzaysal ve temporal çözünürlük kullanmak ve lezyonların hem morfolojik hem de kinetik özelliklerini ayrıntılı olarak değerlendirmektedir. Kontrast öncesi ve sonrası toplamda 5-7 kez elde edilen T1-ağırlıklı 2D ya da 3D spoiled gradient eko sekansları yeterli dinamik bilgiyi verir. Kullanılan intravenöz gadolinyum bazlı kontrast madde bolus olarak verilir ve dozlar kullanılan ajana göre 0.05 to 0.2 mmol/kg (genelde 0.1 mmol/kg) arasındadır. 3D sekanslar daha kuvvetli bir T1 kontrastı ve daha ince kesit avantajı sunarken, karşılığında 2D sekanslar hareket ve pulsasyon artefaktlarından daha az etkilenirler. Kullanılacak olan T1 ve T2-ağırlıklı seriler yağ baskılamalı ya da yağ baskılamasız olabilir, ancak orientasyon tercihan aksiyal planda yapılmalıdır ve elde edilme süresi kısa (60sn civarında) olmalıdır. Çünkü vasküler tümörler çevre dokuya göre hızla kontrastlanırlar ve morfolojik detayları en iyi erken post-kontrast 2 dk içerisinde değerlendirilebilir. Tümörler yıkanma (wash-out) olarak bilinen fenomen nedeniyle 2-3. dakikadan sonra hızla sinyal kaybederler. Meme MRG 5 mm ve üzeri tüm lezyonları gösterebilmelidir, bu nedenle, vokselle boyutu 2.5 mm'nin altında, in-plane çözünürlük en az 1 mm (FOV/matriks < 1x1 mm) olmalıdır.

Görüntülerin değerlendirmesi için meme MRG'ye adapte edilmiş ACR meme görüntülemesi raporlama ve veri sistemi (breast imaging reporting and data system (BIRADS)) kullanılmalıdır. BIRADS sistemi MRG'de saptanan bulguların tanımlanması için kullanılacak ortak dili oluşturmuştur (10-13). Raporda meme parankiminin zemin parlaklaşması, izlenen lezyonun morfolojik olarak, odak, kitle ya da kitle benzeri olmayan alan olarak tanımlanması, kinetik bulguları (wash-out, plato, persistan), eşlik eden bulgular, meme dışı bulgular, sonuç değerlendirmesi ve öneriler belirtilmelidir.

Endikasyonlar

Meme kanseri tanısı almış hastalar

Meme kanseri tanısı olan hastalarda MRG; ameliyat öncesi aynı ve karşı taraf memenin değerlendirmesinde, neoadjuvan kemoterapiye yanıtın izlenmesinde, post-op dönemde lokal rekürens ve cerrahi sınırın değerlendirilmesinde ve bilinen metastazı olan olgularda okült primer aranmasında kullanılmaktadır.



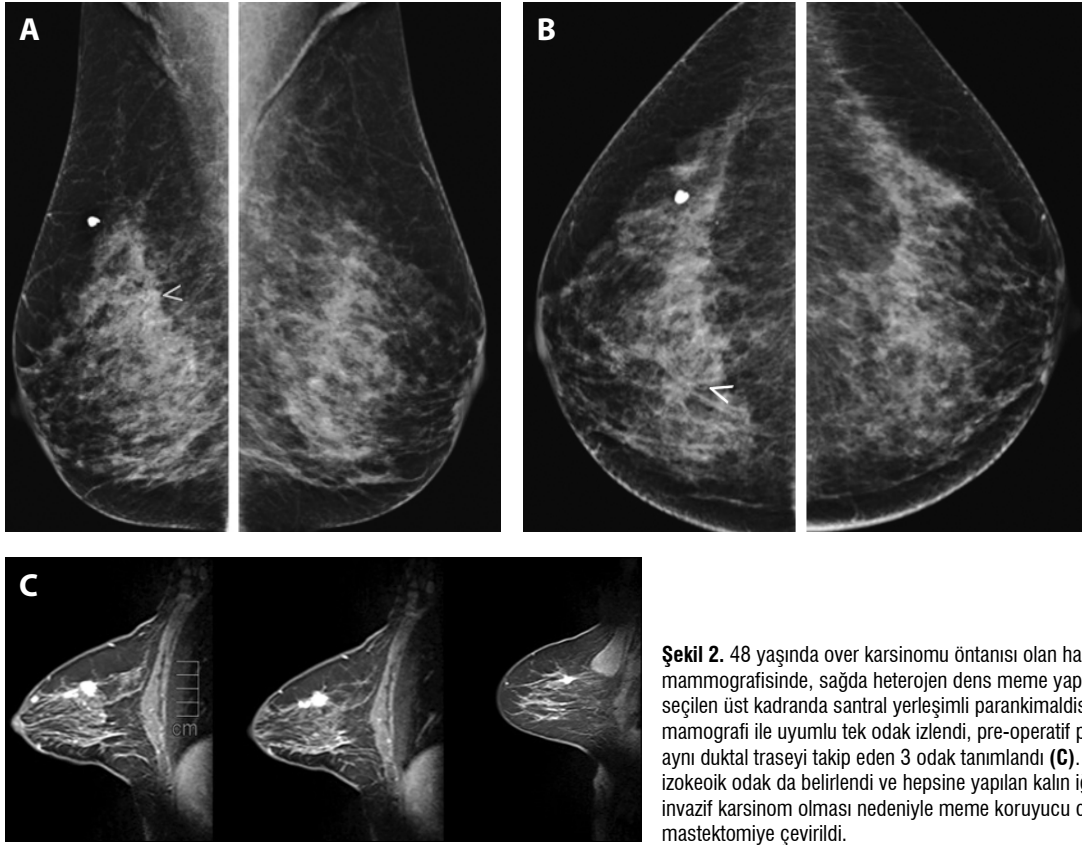
Şekil 1. 57 yaşında hastada tarama mammografisinde santral yerleşimli düzensiz konturlu kitle lezyonu izleniyor; kraniokaudal (A) ve mediolateral oblik (B) projeksiyonlarda ciltaltı yağ planları düzenli, kitle izlenmiyor. US incelemede kitle lezyonunun posteriora yerleşmiş hipoeoik komponenti izleniyor, anterior yerleşimli lezyon saptanmadı (C). Preoperatif planlama için çekilen MRG'de anterior yerleşimli cilde komşu nodüler lezyon (*ok başı*) multifokalite açısından anlamlı (D). Patoloji sonucu tanımlanan odaklar invazif duktal karsinom ve eşlik eden in situ odaklar ile uyumlu olarak raporlandı.

Meme kanseri tanısı almış hastalarda özellikle 2 cm'den büyük lezyonlarda MRG lezyon boyutunu mammografi ve US'ye göre daha güvenilir olarak vermektedir (14-17). Yayımlanan çalışmalara göre mammografi, malign olguların %35 kadarını dens meme yapısı, malignite bulgularının belirgin olmaması, ya da multifokal (bir kadranda birden çok tümör olması) ve multisentrik (primer tümörden 4 cm ve daha uzakta yerleşmiş invazif odak) presentasyon gibi nedenlerle kaçırmaktadır (1, 18-24). MRG preoperatif evreleme ve meme kanserinin yayılımını tanımlamak için çok yararlıdır (Şekil 1). Anatomik yayılımı saptamadıkdoğruluğu %98 olup, mammografiye göre (%55) çok yüksektir ve ektansif intraduktal komponent de MRG ile daha iyi demonstre edilmektedir (25-27). Cerrahi yaklaşım değişikliği oranı MRG sonrası %20-30 arasında değişmektedir (Şekil 2) (18, 20). Senkron ya da metakron bilateral meme kanseri olguların %2-20'sinde bildirilmektedir ve bunların %75'i mammografik olarak okkülttür (28-31). Özellikle dens meme yapısı olan hastalarda ve lobüler karsinom tanısı almış hastalarda preoperatif meme MRG

önerilmektedir. Lobüler karsinom permeatif büyüme patterni göstermektedir, bu nedenle, güvenilir ölçüm yapılması için MRG gerekmektedir. Lobüler karsinom genellikle multifokal ya da multisentrik (ek odak %32) seyredir ve %7 kadarında okkült tümör saptanır (32-35). Böylelikle cerrahi planlama çok daha doğru yapılabilen ve re-eksizyona gerek kalmamaktadır.

Aksiller ya da mediastinal lenf nodlarında büyüme ile gelen, mammografi ve US ile primeri saptanamayan olgularda meme MRG, meme dansitesinden bağımsız olarak, %75-85 hastada primeri saptayabilmektedir (36, 37). Bu nedenle primeri okkült meme kanseri taramasında MRG tercih edilmesi gereken yöntemdir.

Operate edilemeyecek meme kanserlerinin tedavisinde ameliyattan önce kitleyi küçültmek için neoadjuvan kemoterapi uygulanmaktadır. Neoadjuvan kemoterapiye yanıtın değerlendirmesinde MRG, mammografi ve US'den daha güvenilir olup, ilk inceleme kemoterapi başlamadan



Şekil 2. 48 yaşında over karsinomu öntanısı olan hastada tarama mammografisinde, sağda heterojen dens yapısı nedeniyle güçlükle seçilen üst kadranda santral yerleşimli parankimaldistorsiyon (ok) (A, B). US'de mamografi ile uyumlu tek odak izlendi, pre-operatif planlama için yapılan MRG'de; aynı duktal traseyi takip eden 3 odak tanımlandı (C). İkinci bakış US ile diğer 2 izokeoik odak da belirlendi ve hepsine yapılan kalın iğne biyopsisi sonucunun invazif karsinom olması nedeniyle meme koruyucu cerrahi planı modifiye radikal mastektomiye çevirildi.

önce yapılmalıdır. İkinci inceleme kemoterapiyi değerlendirme amaçlı olduğu için sürecin ilk yarısı bittikten sonra yapılmalıdır. Üçüncü MRG ise son kemoterapi sonrası değerlendirilmelidir. Yanıt RECIST kriterlerine göre değerlendirilir. RECIST kriterlerine göre tam yanıt; tümörün tamamen kaybolması, parsiyel yanıt; lezyonların uzun aks boyutlarının toplamının %30'dan fazla azalması, progresif hastalık; bu toplamın %25'ten fazla artması ve kalanı stabil hastalık olarak tanımlanmaktadır. Neoadjuvan kemoterapiye yanıtın MRG ile izlenmesi tümör yanıtını ölçebilen ve kemoterapi rejiminde değişiklik şansı sunabilen önemli bir seçenektir.

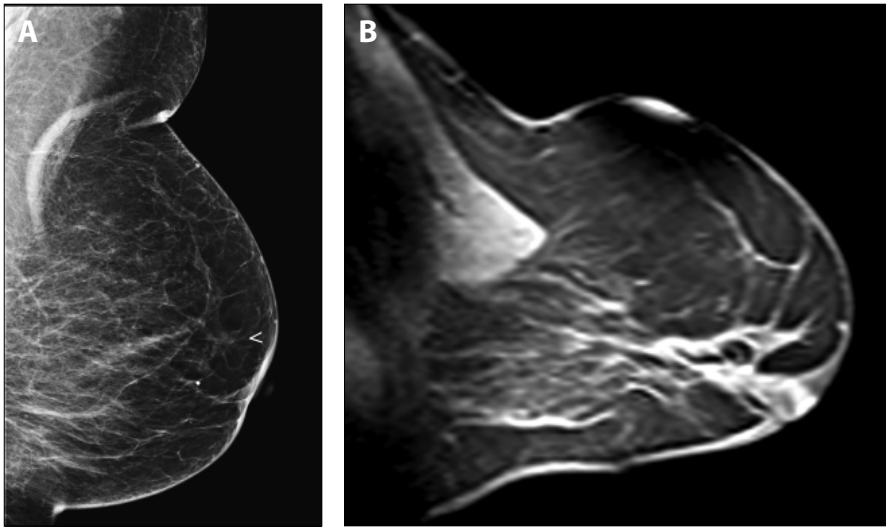
Diğer radyolojik yöntemler ile kesin tanı konulamayan olgularda problem çözücü olarak

Ayrıntılı bir mammografi ve US incelemesinden sonra bile, meme kitleleri malign ya da benign olarak kesin sınıflandırılmayabilirler. Meme MRG uygulamalarından önce BI-RADS kategori 3 ya da 4 kategorisinde yer alan bu olgular takip inceleme ya da biyopsiye yönlendirilmekteydi (38, 39). US incelemede kitle lezyonu saptanamayan fokal asimetri, parankim distorsiyonu ya da US ve mamografide de bulgu vermeyen palpabl lezyonların araştırılması

için meme MRG giderek artan oranda kullanılmaktadır. Bu tip olgularda özellikle perkütan biyopsi için uygun lezyon yoksa tanı daha da zorlaşmaktadır. Diğer yandan beklenen malignansi oranının düşük olduğu ve klinik olarak asemptomatik olan bu tip olgularda işaretleme ya da biyopsi gibi işlemler invazif olmaları açısından bir alternatif gereksinim duyulmaktadır. MRG'nin yüksek negatif öngörü değeri bu tip senaryolarda problem çözücü olarak devreye girmesini kolaylaştırmakta ve olguların takip ya da biyopsi kararlarının daha güvenilir verilmesini sağlamaktadır (38-46).

Yüksek riskli kadınlarda tarama

Meme MRG yüksek riskli populasyonun taranmasında tercih edilen bir metod olmasını kanser taramasında %71-100 arasında değişen yüksek duyarlılığına borçludur. Genetik tarama sonuçlarına göre yüksek meme kanseri riski taşıyan kadınlarda meme MRG mammografi ile karşılaştırıldığında çok daha duyarlı bir methoddur (13-19). Son yıllarda, ABD, Kanada ve daha birçok ülkede yüksek kanser riski olan kadınlar normal mammografi taramasına ek olarak meme MRG ile görüntülenmektedir (20-24). Genetik olarak meme kanseri riski artmış hastaların deneyimli bir merkez tarafından izlenmesi yaşam süresi ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. BRCA mutasyonu olan



Şekil 3. Sol memenin mediolateral oblik projeksiyonda supraareoler bölgede parankim distorsiyonu alanı (*ok başı*) izleniyor (**A**). Aynı düzlemde geçen post-contrast 3D yağ baskılı GRE T1 ağırlıklı sagittal multiplanar rekonstruksiyonda (**B**) kitle lezyonu saptanmadı ve hasta 3. yılında stabil parankimal distorsiyon olarak takip ediliyor.

kadınlarda mammografi tek başına kullanıldığında erken evre meme kanseri yakalanma oranı düşüktür. Warner ve arkadaşlarının çalışmasında, BRCA mutasyon taşıyıcılarında, MRG'nin mammografi, US ve klinik palpasyondan daha duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır (13, 14, 25). BRCA 1 taşıyıcılı meme kanserleri daha sferik izlenmekte olup malign mikrokalsifikasyon bu hastalarda nadiren görülmektedir. Bu nedenle de mammografileri daha benign izlenimi verebilir ve MRG erken tanıda daha özel bir role sahiptir. Diğer bir yüksek risk grubu çocukluk çağı kanseri geçirmiş hastalardır. Sitotoksik tedavi ve radyoterapi nedeniyle bu grupta kanser taramasının daha genç yaşta başlaması gerekmektedir, ki bu da MRG'nin dens meme patternindeki tanı üstünlüğüne ihtiyaç duyulan temel alanlardan biridir. Amerikan Kanser Derneği (American Cancer Society) yüksek risk taşıyan hastaların hangilerinin meme MRG ile takip edileceğine dair bir kılavuz yayınlamıştır (20) ve Türk Radyoloji Derneği de bu kılavuzu önermektedir (Tablo 2). Taramaya ne zaman başlanacağı ve ne kadar sürdürüleceği halen kesinleşmemiştir. Önerilen 30 yaşta başlanması olmakla birlikte, kanserin daha erken yaşlarda görüldüğü ailelerde daha erken başlanması düşünülebilir. Bu konuda mammografi kılavuzlarından yararlanılarak taramaya kanser görülen en genç akrabadan 5 yıl önce başlanabilir (8).

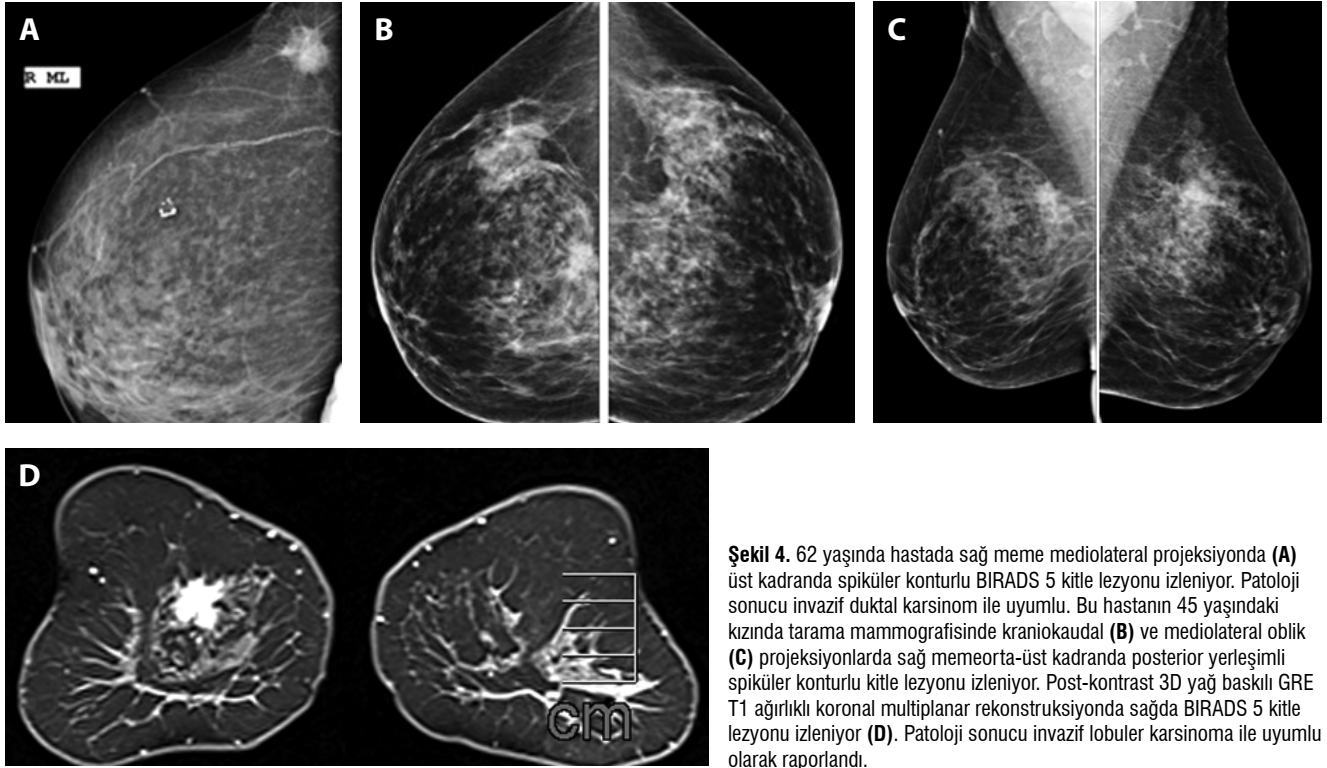
Operate meme; meme koruyucu cerrahi, mamoplasti, implant ve rekonstrüksiyon sonrası görüntüleme

Günümüzde silikon implant rüptürlerinde birinci sırada kullanılan tanı yöntemi meme MRG olup, silikona hassas sekanslar sayesinde erken evrede morfolojik değişiklik oluşmadan önce bile serbest silikon tespit

edilebilmektedir. İmplant integritesini değerlendirmek için multiplanarkontrastsız yağ baskılı STIR ya da spektral yağ baskılı ve su/yağ ya da su/silikon selektif T1- ve T2-ağırlıklı sekanslar kullanılır (47). Pozitif öngörü değeri yaklaşık %99 civarındadır. İmplant uygulaması yapılan

Tablo 2. Amerikan Kanser Derneğinin önerdiği tarama endikasyonları ve Türk Radyoloji Derneğinin linki: http://www.turkrad.org.tr/pdf/meme_tarama_rehberi.pdf

1. Non-randomize çalışmalar ve gözlemsel çalışmalar ile kanıtlanmış yıllık MRG tarama önerilen grup
 - BRCA mutasyonu taşıyanlar
 - Birinci derece akrabalarda BRCA taşıyıcılığı bulunan, ama test edilmemiş kişiler
 - Aile hikayesine dayanan istatistik modellerle meme kanseri gelişme riski tüm yaşam süresince %20-25'den daha fazla olan kadınlar
2. Uzman konsensus düşüncesi temelinde Yıllık MRG tarama önerilen grup;
 - 10-30'lu yaşlar arasında göğüs bölgesine radyoterapi anamnezi mevcut olgularda (hodgkin hastaları gibi)
 - Li-Fraumeni sendromu olanlar ve 1. derece akrabaları
 - Cowden and Bannayan-Riley-Ruvalcaba sendromu olanlar ve 1. derece akrabaları
3. MRG tarama yapılıp yapılmayacağına dair yeterli kanıt olmayan grup
 - Aile hikayesine dayanan istatistik modellerle meme kanseri gelişme riski tüm yaşam süresince yaklaşık %15-20 olması
 - Lobüler karsinoma in situ veya atipik lobuler hiperplazisi olanlar
 - Atipik duktal hiperplazi tanısı almış olanlar
 - Yoğun dens veya heterojen mamografik dansiteli olgular
 - Meme kanseri hikayesi olan kadınlar veya duktal karsinom in situ hikayesi taşıyan olgular
4. Uzman konsensus düşüncesi temelinde MRG tarama önerilmeyen grup
 - Meme kanseri gelişme riskinin %15'ten az olması

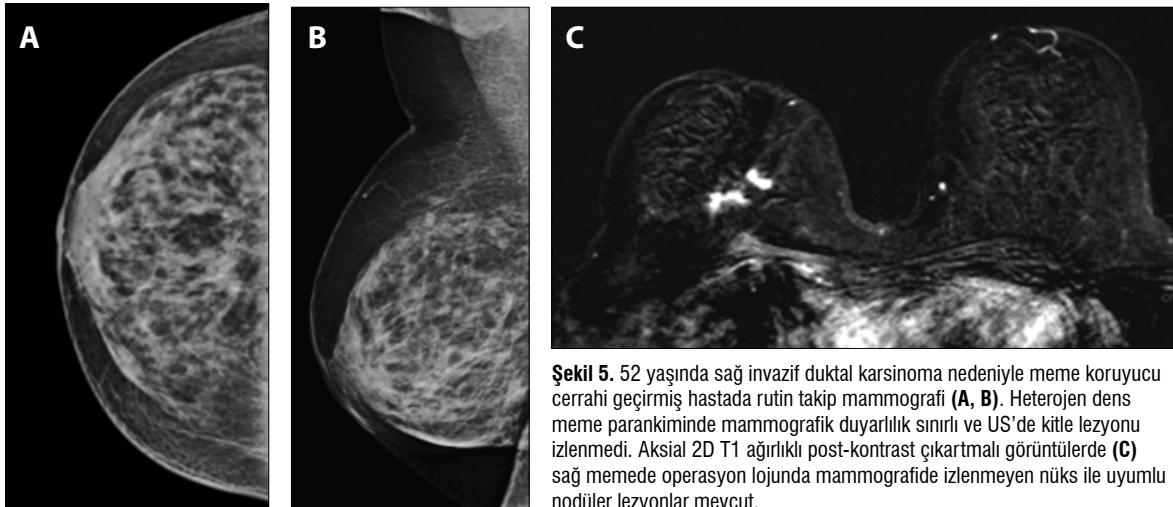


Şekil 4. 62 yaşında hastada sağ meme mediolateral projeksiyonda (A) üst kadranda spiküler konturlu BIRADS 5 kitle lezyonu izleniyor. Patoloji sonucu invazif duktal karsinom ile uyumlu. Bu hastanın 45 yaşındaki kızında tarama mammografisinde kraniokaudal (B) ve mediolateral oblik (C) projeksiyonlarda sağ memeorta-üst kadranda posterior yerleşimli spiküler konturlu kitle lezyonu izleniyor. Post-kontrast 3D yağ baskılı GRE T1 ağırlıklı koronal multiplanar rekonstrüksiyonda sağda BIRADS 5 kitle lezyonu izleniyor (D). Patoloji sonucu invazif lobuler karsinoma ile uyumlu olarak raporlandı.

memede kanser tanısı da zorlaşmış olup meme MRG konvansiyonel yöntemlerin görüntülemekte yetersiz kaldığı ya da silikona bağlı parankimal değişikliklerin karsinomatöz değişikliklerle karıştığı durumlarda tanıyı kolaylaştırmaktadır. Meme koruyucu cerrahi ve rekonstrüksiyon olgularında post-operatif değişiklikler, myokütanöz flap uygulamaları mammografi ve US incelemelerini değerlendirmede yetersiz bırakmaktadır. Meme MRG post-operatif zeminde fibrozis ve nüks ayırımında (Şekil 5) ve flap değerlendirmelerinde bilinen en duyarlı yöntemdir (47).

Girişimsel işlemler ve yenilikler

Sadece meme MRG'de izlenen lezyonların vakum biyopsi ve işaretleme işlemlerinin yapılması özel sarmal tasarımları sayesinde uygulanabilmektedir. Meme MRG incelemesi yapan merkezlerin aynı zamanda MRG eşliğinde biyopsi de yapabilmesi ya da yapabilen bir merkezle anlaşmalı olması sadece MRG ile görülebilen lezyonların tanı alabilmesi açısından çok önemlidir. Sardanelli ve arkadaşlarının çalışma grubunun yayınladığı önerilere göre meme MRG yapan bir merkezin yılda en az 150 tetkik yapıyor olması, stereotaktik



Şekil 5. 52 yaşında sağ invazif duktal karsinoma nedeniyle meme koruyucu cerrahi geçirmiş hastada rutin takip mammografi (A, B). Heterojen dens meme parankiminde mammografik duyarlılık sınırlı ve US'de kitle lezyonu izlenmedi. Aksial 2D T1 ağırlıklı post-kontrast çıkartmalı görüntülerde (C) sağ memede operasyon lojunda mammografide izlenmeyen nüks ile uyumlu nodüler lezyonlar mevcut.

ve sonografik biyopsi ve ikinci bakış US uygulayabiliyor olması ve MRG eşliğinde biopsi yapması ya da yapan merkezle anlaşmalı olması gerekmektedir (47). MRG eşliğinde biyopsi uygulayacak merkezlerin de yılda en az 10 uygulama yapıyor olması önerilmektedir.

Son yıllarda, proton manyetik rezonans spektroskopisi düşük sinyal-gürültü oranına rağmen meme MRG incelemelerinde yerine almaya başlamıştır. Memenin neoplastik süreçlerinde temel hedef kalitatif ve kantitatif total kolin ölçümlerini yapmaktır. Yapılan bir meta analiz sonuçlarına göre MR spektroskopisi duyarlılığı ortalama olarak %73 ve özgüllüğü %88 civarındadır (48). Öte yandan, 3T MRG incelemelerinin yaygınlaşması

spektroskopisi uygulamalarını kolaylaştırmakta ve meme MRG'nin geleceği açısından ve diffüzyon traktografi gibi yeni teknolojilere yer açmaktadır (49, 50).

Sonuç olarak;

Meme MRG uygulamaları konusunda halen devam eden tartışmalar olsa da, endikasyonları birçok alanda neredeyse kesinleşmiştir. Görüntüleme merkezlerinin artan klinik talebe yanıt verebilmesi için standartların geliştirilmesi ve eğitime öncelik verilmesi önerilmektedir. Bu derlemede sunulan olgunlaşmış uygulama ve kullanım alanları giderek genişleyen endikasyon yelpazesinde etkin şekilde güncellenmeli ve radyoloji uzmanlarının günlük pratiğinde dinamik bir perspektifte yer almalıdır.

Kaynaklar

- Smith RA, Duffy SW, Tabár L. Breast cancer screening: the evolving evidence. *Oncology (Williston Park)*. 2012 May;26(5):471-5, 479-81, 485-6.
- Bock K, Borisch B, Cawson J, Damtjernhaug B, de Wolf C, Dean P, et al. Effect of population-based screening on breast cancer mortality. *Lancet*. 2011 Nov 19;378(9805):1775-6.
- Tabár L, Vitak B, Chen TH, Yen AM, Cohen A, Tot T, et al. Swedish two-county trial: impact of mammographic screening on breast cancer mortality during 3 decades. *Radiology*. 2011 Sep;260(3):658-63.
- Hellquist BN, Duffy SW, Abdsaleh S, Björnelid L, Bordás P, Tabár L, et al. Effectiveness of population-based service screening with mammography for women ages 40 to 49 years: evaluation of the Swedish Mammography Screening in Young Women (SCRY) cohort. *Cancer*. 2011 Feb 15;117(4):714-22.
- Bloom S, Morrow M. A clinical oncologic perspective on breast magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2010 May;18(2):277-94.
- Siegmann KC, Kramer B, Claussena C. Current status and new developments in breast MRI. *Breast Care (Basel)* 2011;6(2):87-92
- Mann RM, Kuhl CK, Kinkel K, Boetes C. Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *Eur Radiol*. 2008 Jul;18(7):1307-18.
- Brandão AC, Lehman CD, Partridge SC. Breast magnetic resonance imaging: diffusion-weighted imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2013 May;21(2):321-36.
- Warren RM, Pointon L, Thompson D, et al. Reading protocol for dynamic contrast-enhanced MR images of the breast: sensitivity and specificity analysis. *Radiology* 2005;236:779-88.
- American College of Radiology BI-RADS(r)-MRI. BI-RADS (r) Atlas. 1 ed. Reston: American College of Radiology 2003
- Peters NH, BorelRinkes IH, Zuithoff NP, et al. Meta-analysis of MR imaging in the diagnosis of breast lesions. *Radiology* 2008;246:116-24.
- Schnall MD, Blume J, Bluemke DA, DeAngelis GA, DeBruhl N, Harms S, et al. Diagnostic architectural and dynamic features at breast MR imaging: multicenter study. *Radiology* 2006;238:42-53
- Warner E, Plewes DB, Hill KA, et al. Surveillance of BRCA1 and BRCA2 mutation carriers with magnetic resonance imaging, ultrasound, mammography, and clinical breast examination. *JAMA* 2004;292:1317-25.
- Dummin LJ, Cox M, Plant L. Prediction of breast tumor size by mammography and sonography-A breast screen experience. *Breast* 2007;16:38-46
- Heusinger K, Lohberg C, Lux MP, Papadopoulos T, Imhoff K, Schulz-Wendtland R, Beckmann MW, Fasching PA. Assessment of breast cancer tumor size depends on method, histopathology and tumor size itself*. *Breast Cancer Res Treat* 2005;94:17-23
- Mann RM, Veltman J, Barentsz JO, Wobbes T, Blickman JG, Boetes C. The value of MRI compared to mammography in the assessment of tumour extent in invasive lobular carcinoma of the breast. *Eur J Surg Oncol* 14
- Van Goethem M, Tjalma W, Schelfout K, Verslegers I, Biltjes I, Parizel P. Magnetic resonance imaging in breast cancer. *Eur J Surg Oncol* 2006;32:901-910
- Bedrosian I, Mick R, Orel SG, Schnall M, Reynolds C, Spitz FR, Callans LS, Buzby GP, Rosato EF, Fraker DL, Czerniecki BJ. Changes in the surgical management of patients with breast carcinoma based on preoperative magnetic resonance imaging. *Cancer* 2003;98:468-473
- Billimoria KY, Cambic A, Hansen NM, Bethke KP. Evaluating the impact of preoperative breast magnetic resonance imaging on the surgical management of newly diagnosed breast cancers. *Arch Surg* 2007;142:441-445
- Del Frate C, Borghese L, Cedolini C, Bestagno A, Puglisi F, Isola M, Soldano F, Bazzocchi M. Role of pre-surgical breast MRI in the management of invasive breast carcinoma. *Breast* 2007;16(5):469-481
- Deurloo EE, Klein Zeggelink WF, Teertstra HJ, Peterse JL, Rutgers EJ, Muller SH, Bartelink H, Gilhuijs KG. Contrast-enhanced MRI in breast cancer patients eligible for breast-conserving therapy: complementary value for subgroups of patients. *Eur Radiol* 2006;16:692-701
- Deurloo EE, Peterse JL, Rutgers EJ, Besnard AP, Muller SH, Gilhuijs KG. Additional breast lesions in patients eligible for breast-conserving therapy by MRI: impact on preoperative management and potential benefit of computerised analysis. *Eur J Cancer* 2005;41:1393-1401
- Hollingsworth AB, Stough RG. Preoperative breast MRI for locoregional staging. *J Okla State Med Assoc* 2006;99:505-515
- Liberman L, Morris EA, Dershaw DD, Abramson AF, Tan LK. MR imaging of the ipsilateral breast in women with percutaneously proven breast cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:901-910

25. Ikeda O, Nishimura R, Miyayama H, Yasunaga T, Ozaki Y, Tsuji A, Yamashita Y. Magnetic resonance evaluation of the presence of an extensive intraductal component in breast cancer. *ActaRadiol* 2004;45:721-725
26. Satake H, Shimamoto K, Sawaki A, Niimi R, Ando Y, Ishiguchi T, Ishigaki T, Yamakawa K, Nagasaka T, Funahashi H. Role of ultrasonography in the detection of intraductal spread of breast cancer: correlation with pathologic findings, mammography and MR imaging. *EurRadiol* 2000;10:1726-1732
27. Lee SG, Orel SG, Woo IJ, Cruz-Jove E, Putt ME, Solin LJ, Czerniecki BJ, Schnall MD. MR imaging screening of the contralateral breast in patients with newly diagnosed breast cancer: preliminary results. *Radiology* 2003;226:773-778
28. Lehman CD, Gatsonis C, Kuhl CK, Hendrick RE, Pisano ED, Hanna L, Peacock S, Smazal SF, Maki DD, Julian TB, DePeri ER, Bluemke DA, Schnall MD. MRI evaluation of the contralateral breast in women with recently diagnosed breast cancer. *N Engl J Med* 2007;356:1295-1303
29. Liberman L, Morris EA, Kim CM, Kaplan JB, Abramson AF, Menell JH, Van Zee KJ, Dershaw DD. MR imaging findings in the contralateral breast of women with recently diagnosed breast cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180:333-341
30. Pediconi F, Catalano C, Roselli A, Padula S, Altomari F, Moriconi E, Pronio AM, Kirchin MA, Passariello R. Contrast-enhanced MR mammography for evaluation of the contralateral breast in patients with diagnosed unilateral breast cancer or high-risk lesions. *Radiology* 2007;243:670-680
31. Slanetz PJ, Edmister WB, Yeh ED, Talele AC, Kopans DB. Occult contralateral breast carcinoma incidentally detected by breast magnetic resonance imaging. *Breast J* 2002;8:145-14
32. Quan ML, Sclafani L, Heerdt AS, Fey JV, Morris EA, Borgen PI. Magnetic resonance imaging detects unsuspected disease in patients with invasive lobular cancer. *Ann Surg Oncol* 2003;10:1048-1053
33. Schelfout K, Van Goethem M, Kersschot E, Verslegers I, Biltjes I, Leyman P, Colpaert C, Thienpont L, Van Den Haute J, Gillardin JP, Tjalma W, Buytaert P, De Schepper A. Preoperative breast MRI in patients with invasive lobular breast cancer. *EurRadiol* 2004;14:1209-1216
34. Fabre Demard N, Boulet P, Prat X, Charra L, Lesnik A, Taourel P. Breast MRI in invasive lobular carcinoma: diagnosis and staging. *J Radiol* 2005;86:1027-1034
35. Mann RM, Hoogveen YL, Blickman JG, Boetes C. MRI compared to conventional diagnostic work-up in the detection and evaluation of invasive lobular carcinoma of the breast: a review of existing literature. *Breast Cancer Res Treatment* 2008;107(1):1-14
36. Morris EA, Schwartz LH, Dershaw DD, Van Zee KJ, Abramson AF, Liberman L. MR imaging of the breast in patients with occult primary breast carcinoma. *Radiology* 1997;205:437-440
37. Orel SG, Weinstein SP, Schnall MD, Reynolds CA, Schuchter LM, Fraker DL, Solin LJ. Breast MR imaging in patients with axillary node metastases and unknown primary malignancy. *Radiology* 1999;212:543-549
38. D'Orsi CJ, Newell MS. BI-RADS decoded: detailed guidance on potentially confusing issues. *Radiol Clin North Am.* 2007 Sep;45(5):751-63
39. Leung JW. MR imaging in the evaluation of equivocal clinical and imaging findings of the breast. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2010 May;18(2):295-308
40. Yau EJ, Gutierrez RL, DeMartini WB, Eby PR, Peacock S, Lehman CD. The utility of breast MRI as a problem-solving tool. *Breast J.* 2011 May-Jun;17(3):273-80.
41. Berg WA, Gutierrez L, Ness-Aiver MS, Carter WB, Bhargavan M, Lewis RS, et al. Diagnostic accuracy of mammography, clinical examination, US, and MR imaging in preoperative assessment of breast cancer. *Radiology.* 2004 Dec;233(3):830-49.
42. Bazzocchi M, Zuiani C, Panizza P, Del Frate C, Soldano F, Isola M, et al. Contrast-enhanced breast MRI in patients with suspicious microcalcifications on mammography: results of a multicenter trial. *AJR Am J Roentgenol.* 2006 Jun;186(6):1723-32.
43. Cilotti A, Iacconi C, Marini C, Moretti M, Mazzotta D, Traino C, et al. Contrast-enhanced MR imaging in patients with BI-RADS 3-5 microcalcifications. *Radiol Med.* 2007 Mar;112(2):272-86.
44. Lee CH, Smith RC, Levine JA, Troiano RN, Tocino I. Clinical usefulness of MR imaging of the breast in the evaluation of the problematic mammogram. *AJR Am J Roentgenol.* 1999 Nov;173(5):1323-9.
45. Moy L, Elias K, Patel V, Lee J, Babb JS, Toth HK, et al. Is breast MRI helpful in the evaluation of inconclusive mammographic findings? *AJR Am J Roentgenol.* 2009 Oct;193(4):986-93.
46. Ozcan UA, Ocak F, Altun E. Can breast MRI facilitate decision-making in equivocal mammography and ultrasonography findings? *Eur J Radiol.* 2012 Sep;81Suppl 1:S112-3.
47. Sardanelli F, Boetes C, Borisch B, Decker T, Federico M, Gilbert FJ, Helbich T, Heywang-Köbrunner SH, Kaiser WA, Kerin MJ, Mansel RE, Marotti L, Martincich L, Mauriac L, Meijers-Heijboer H, Orecchia R, Panizza P, Ponti A, Purushotham AD, Regitnig P, Del Turco MR, Thibault F, Wilson R. Magnetic resonance imaging of the breast: recommendations from the EUSOMA working group. *Eur J Cancer.* 2010 May;46(8):1296-316.
48. Baltzer PA, Dietzel M, Kaiser WA. MR-spectroscopy at 1.5 tesla and 3 tesla. Useful? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Radiol.* 2012 Sep;81Suppl 1:S6-9.
49. Kuhl CK. Breast MR imaging at 3T. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2007 Aug;15(3):315-20, vi.
50. Tsougos I, Svolos P, Kousi E, Athanassiou E, Theodorou K, Arvanitis D, Fezoulidis I, Vassiou K. The contribution of diffusion tensor imaging and magnetic resonance spectroscopy for the differentiation of breast lesions at 3T. *ActaRadiol.* 2014 Feb 1;55(1):14-23.