

Current Information on Breast Magnetic Resonance Imaging

Meme Manyetik Rezonans Görüntülemeye Güncel Bilgiler

Arda Kayhan , Mehmet Göktepe 

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Tıp Fakültesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Erzincan, Türkiye

Cite this article as: Kayhan A, Göktepe M. Current Information on Breast Magnetic Resonance Imaging. Arch Basic Clin Res 2020; 2(3): 98-103.

ORCID iDs of the authors: A.K. 0000-0001-8118-534X; M.G. 0000-0001-9027-2066.

ABSTRACT

Magnetic resonance imaging (MRI) has been an important technique for breast imaging in the last 20 years. Mammography and ultrasonography evaluate the morphological features, whereas MRI provides functional information, which enables the enhancement of lesions owing to the formation of new vessels (neoangiogenesis) with increased permeability. MRI is effective for detecting biologically active cancers. With the addition of kinetic parameters to MRI evaluation, the sensitivity and specificity of MRI have increased. In this article, we reviewed the breast MRI technique and protocol, indications and contraindications, limitations, false positivity and false negativity, Breast Imaging-Reporting and Data System categorization, high-field tesla breast MRI, multiparametric MRI, predictive and prognostic features in breast MRI, and abbreviated MRI accompanied with reports from the literature.

Keywords: Breast cancer, breast magnetic resonance imaging, breast imaging-reporting, data system

ÖZ

Meme manyetik rezonans görüntüleme (MRG), son 20 yıl içinde meme görüntüleme pratiğinin önemli bir enstrümanı haline gelmiştir. Morfolojik özelliklerin değerlendirildiği mamografi ve ultrasonografiye karşılık, tümör dokusunun geçirgenliği artmış kendi kan damarlarını oluşturması (neoanjiyogenez) sonucunda tümörün kontrast madde ile boyanmasını ortaya çıkaran meme MRG, dokular hakkında fonksiyonel bilgi vermektedir. MRG, biyolojik olarak daha aktif olan kanserlerin saptanmasında oldukça etkindir. Kinetik enhansman paternlerinin değerlendirilmesi de eklendiğinde, meme kanseri tanısında MRG'nin duyarlılığı ve özgüllüğü artmıştır. Bu derlemede, meme MRG tekniği ve çekim protokolü, endikasyonları ve kontrendikasyonları, kısıtlılıkları, meme MRG'de yanlış pozitif ve negatiflik, BIRADS kategorizasyonu, yüksek tesla meme MRG, multiparametrik MRG, meme MRG'de prediktif ve prognostik yaklaşım ve kısaltılmış MRG konu başlıkları, güncel literatür bilgileri eşliğinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Meme manyetik rezonans görüntüleme, meme kanseri, BI-RADS

Meme manyetik rezonans görüntüleme (MRG), son 20 yıl içinde meme görüntüleme pratiğinin bir parçası haline gelmiştir. 1980'li yılların ortalarında, meme MRG'de intravenöz (iv) gadolinyum kullanımı sonrası kanserli dokunun glanduler parankime göre daha yoğun kontrast tuttuğu görüldükten sonra, tekniğin benign ve malign lezyonları ayırt edebileceği ve meme kanseri tanısında kullanılabileceği anlaşılmıştır (1, 2). 1990'lı yıllarda, temporal ve uzaysal çözünürlüğü arttırmaya yönelik farklı tekniklerin kullanıldığı çalışmalar yapılmış ve her geçen gün görüntü kalitesi artmıştır (3-5). Mamografide kansere bağlı saptanan değişikliklerin büyük kısmı hipoksi ve doku büzüşmesi nedeniyle ortaya çıkan dezmozplastik reaksiyon, spikülasyon ve mikrokalsifikasyonlardır (6). Morfolojik özelliklerin değerlendirildiği mamografi ve ultrasonografiye karşılık, tümör dokusunun geçirgenliği artmış kendi kan damarlarını

oluşturması (neoanjiyogenez) sonucunda tümörün kontrast madde ile boyanmasını ortaya çıkaran meme MRG, dokular hakkında fonksiyonel bilgi vermektedir (7). MRG, biyolojik olarak daha aktif olan kanserlerin saptanmasında oldukça etkindir. Kinetik enhansman paternlerinin değerlendirilmesi de eklendiğinde, meme MRG'nin duyarlılığı ve özgüllüğü artmıştır.

Teknik

Optimal koşullarda gerçekleştirilen kontrastlı meme MRG, premenopozal kadınlarda menstrüel siklusun 7 ve 14. günleri arasında yapılmalıdır. Oral kontraseptif kullanımı MRG için kontrendike değildir. Yalnız implant değerlendirilmesi yapılacak olgular ile postmenopozal tüm kadınlarda herhangi bir zamanda kontrastlı meme MRG yapılabilir. Bununla birlikte, postmenopozal hormon replasman

tedavisinin parankim arka plan kontrastlanması üzerinde ihmal edilebilir bir etkisi olduğu bildirilmiştir. Malign tanı alan kadınlarda da tedavinin gecikmemesi bakımından zamanlamadan bağımsız olarak meme MRG yapılmalıdır. Meme MRG çekimi özel meme alıcı sargıları ile yapılmalıdır. Hastalar pron pozisyonunda olmalı ve her iki meme sargı çukurunda iken hareket artefaktlarını azaltmak için hafif göğüs kompresyonu uygulanmalıdır.

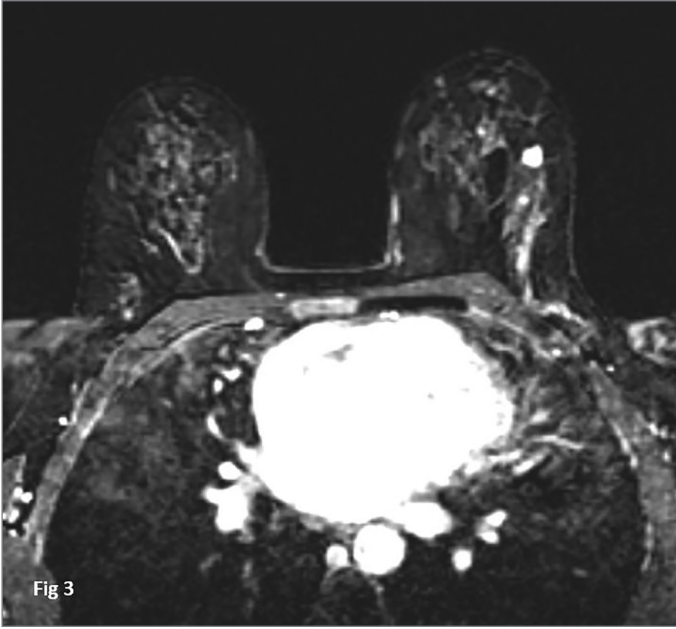
Protokol

Meme MRG'de tanınal doğruluğu arttıran yüksek uzaysal çözünürlüklü görüntüler elde edebilmek için en az 1.5 Tesla cihaz kullanılması gerekmektedir. Temel inceleme sekansları T1 ağırlıklı (T1A) kontrastlı sekanslar olmakla birlikte, T2A ve difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) değerlendirmesi de yapılmaktadır. Kontrastsız meme MRG'nin tanınal değeri düşük olmakla birlikte, meme implantı bütünlüğünün değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. T1A sekans, memenin anatomik yapısının, fibroglandüler parankim oranının ve intramammaryan lenf nodlarının yağlı hiluslarının değerlendirildiği sekans olup, yağ baskılı veya yağ baskısız olarak gerçekleştirilebilir. Genellikle memeyi daha global görüntülemesi sebebiyle aksiyel planda elde edilir. Kontrast madde verilmeden önce kontrastsız T1A sekans elde edilir. Yapılan çalışmalarda, kontrast maddenin daha yüksek dozda verilmesinin tanıya ek katkı sağlamadığı görülmüştür. Tercihen otomatik pompa kullanılarak, 0.1 mmol/kg ve 2 mL/sn hızla uygulanır ve ardından yaklaşık 20 ml salin solüsyonu ile yıkanır. Görüntülemenin İVKM verilmesini takiben 60-90 sn içinde elde edilmesi gerekmektedir çünkü kanserlerin çoğu bu sürede tepe kontrastlanma hızına ulaşmaktadır. Yağ baskılamasız sekanslar için pre- ve postkontrast çıkarımlı sekanslar oluşturulur. Çıkarım görüntüleri aynı zamanda yağ baskılama elde etmek için de yararlıdır ve T1A sekansta yüksek sinyale sahip lezyonlarla gerçekten kontrast tutan lezyonları ayırt etmeye yardımcı olurlar. Maksimum intensite projeksiyon (MIP) görüntüler bu imajlardan elde edilir ve hızlı lezyon saptamada kullanılır ancak küçük lezyonların MIP görüntülemesinde gözden kaçabileceği akılda bulundurulmalıdır. Meme MRG'de amaç 5 mm ve daha büyük lezyonları saptamak olduğu için, kesit kalınlığının 2.5 mm'den az olmaması gerekir. Yine aynı amaçla, piksel boyutu 1 x 1 mm veya daha düşük olmalıdır. Dinamik değerlendirme için, İVKM uygulamasını takiben 5 ila 7. dakikalar arasında seri T1A görüntüler elde edilir. Dinamik değerlendirme, geçirgenliği artmış vasküler yapıların bulunduğu lezyonlarda, kontrast madde yıkanmasını ortaya koymaktadır. Geçirgenliği artmış damarda kontrast madde hızla lezyondan temizlenirken, daha az geçirgen damarlara sahip lezyonlarda kontrastlanma devam edecektir. Bu durum, zaman-sinyal intensite eğrileri şeklinde ifade edilir. Tip 1 eğri (persistan), İVKM sonrası giderek artan seyir gösterir ve genellikle benign lezyonlar ile ilişkilidir (%83 benign, %9 malign). Tip 2 eğri (plato), İVKM sonrası ilk artışın ar-

dından düz bir seyir gösterir. Tip 3 eğri (wash-out), İVKM sonrası sinyal artışı ve ardından sinyal yoğunluğunda hızlı bir azalma gösteren ve tümör yıkanmasını işaret eden eğridir. Genellikle benign lezyonlarda rastlanmaz. Benign ve malign meme lezyonların kontrastlanma özellikleri çakıştığı için, tek başına kinetik değerlendirme güvenilir değildir. T2A sekans yağ baskılı ya da baskısız olabilir. Yağ baskısız T2A görüntüleme morfolojik bilgi verirken, yağ baskılı T2A sekanslar kistlerin ayırt edilmesini sağlar. T2A sekansta hiperintens izlenen lezyonlar genellikle benign olmakla birlikte (kist, miksoid fibroadenom, yağ nekrozu ve lenf nodları), müsinöz karsinom, nekrotik kanser ve metaplastik karsinom gibi bazı lezyonlar da T2A sekansta yüksek sinyal yoğunluğuna sahip olabilir. Günümüzde DAG de artık rutin meme MRG protokolüne dahil edilmiştir. Ancak, toplam tarama süresini arttırmadan kolayca uygulanabilen DAG değerli olmasına rağmen bağımsız bir parametre olarak kullanılmamalıdır. Yapılan çalışmalarda, DAG'nin tümör alt tipi, reseptör durumu, tümörün agresifliği, tümör derecesi ve rekürrens değerlendirmesinde noninvaziv bir biyobelirteç olarak kullanılabileceği öne sürülmektedir (8, 9). Ayrıca, DAG'de ADC değerlerindeki değişiklikler lezyon boyutundaki veya vaskülarizasyonundaki değişikliklerden daha önce olduğu için tedaviye yanıtın izlenmesi için kullanılabilir.

MRG Endikasyonları

Günümüzde, klinik etkinliği henüz netleşmemiş olmasına rağmen, ulaşımının kolaylaşması nedeniyle MRG, meme görüntüleme pratiğinde artan bir hızla kullanılmaktadır. Özellikle hastalar ve radyolog dışı klinisyenlerin bir kısmında, meme MRG'nin meme ile ilgili tüm bulguların araştırılmasında altın standart inceleme yöntemi olduğuna dair yanlış bir kanı da oluşabilmektedir. Oysa, meme MRG'nin kullanılabileceği durumlar sınırlıdır. 2010 yılında, radyolog, cerrah, onkolog, radyasyon onkoloğu, epidemiyolog ve genetik uzmanlarından oluşan bir komitenin oluşturduğu European Society of Breast Cancer Specialists (EUSOMA) adlı meme kanseri çalışma grubunun vardığı konsensus sonucunda hazırlanan rehberde meme MRG endikasyonları bildirilmiştir (10). Bu rehberde öncelikle, meme MRG'nin, MMG, US, MRG ve girişimsel işlemler konusunda deneyimli meme radyologları tarafından yorumlanması, meme MRG bulunan merkezlerde yılda en az 150 meme MRG çekimi yapılıyor olması, MRG biyopsi yapılamayan merkezlerin biyopsi yapılan başka bir merkezle koopere çalışması ve MRG biyopsi yapan merkezlerin yılda en az 10 biyopsi yapmış olmaları önerilmektedir. Meme MRG'nin altın standart olarak kullanıldığı durumlar: 1-okkült meme kanseri 2-yüksek riskli kadınlarda tarama 3-rekürrens değerlendirilmesi 4-rüptür şüphesi olan silikon implant değerlendirilmesidir. Figür 1'de yüksek riskli olguya yapılan taramada invaziv duktal meme kanseri izlenmiştir.



Figür 1. 51 yaşında yüksek riskli olguya ait tarama MRG. Mammografide meme parankimi ileri derecede heterojen yoğun izlendi. Çıkarımlı kontrastlı kesitte, sol memede yuvarlak şekilli, düzgün sınırlı, yoğun homojen kontrast tutan kitle izleniyor. Histopatolojik tanı: invaziv duktal kanser.

Bu durumlar dışında meme kanseri tanısı alan kadınlarda preoperatif evreleme (invaziv lobüler kanser tanılı olgularda multifokal-multisentrik-kontralateral odak varlığının saptanması, pektoral kas-cilt-meme başı tutulumu, MMG ve US ile yapılan ölçümlerde tümör boyutları arasında 1cm'den fazla uyumsuzluk olması durumunda, genç ya da yüksek riskli kadınlarda, dens meme parankimi olan kadınlarda), augmentasyon ya da rekonstrüksiyon geçirmiş kadınlarda, enflamatuar meme kanseri, erkek memesi ve özellikle kanlı meme başı akıntısı değerlendirilmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir. Radyologlar ayrıca, konvansiyonel görüntülemelerde saptanan belirsiz bulguların değerlendirilmesinde problem çözücü olarak MRG'ye başvurmaktadır (11, 12).

MRG Kontrendikasyonları

Kardiyak pil ve defibrilatör, metalik oküler fragmanlar, ferromanyetik klipsler, metalik implant taşıyan olgularda meme MRG kontrendikedir. Meme koruyucu cerrahi geçiren olgularda mevcut olan metalik klipsler kontrendikasyon oluşturmaz. Ancak klipslerin artefaktlara neden olarak operasyon lojundaki kontrast tutan küçük lezyonların gözden kaçabileceği akılda bulundurulmalıdır.

MRG'nin Kısıtlılıkları

Meme MRG'nin en önemli kısıtlılığı pahalı bir yöntem olması ve halen bazı merkezlerde bulunmayışıdır. Öte yandan, meme MRG'nin bulunduğu bir merkezde MRG rehberliğinde biyopsi imkanının da sağlanması gerekmektedir. Yalnız MRG'de saptanmış bir lezyonun doku tanısı için MRG eşliğinde girişimsel işlemlerin yapılması gerek-

tedir ki bu da maliyeti önemli oranda arttırmaktadır. Tekniğin diğer bir kısıtlılığı ise gereğinden fazla tanıya (overdiagnosis) neden olabilmesidir. Çalışmalar, MRG'nin meme kanseri saptama duyarlılığının yaklaşık %87-99, özgüllüğünün ise %72-81 arasında olduğu bildirilmiştir (13-15). Meme MRG konvansiyonel yöntemlerle karşılaştırıldığında en yüksek duyarlılığa sahip olmakla birlikte, özgüllüğünün nisbeten düşük olması nedeniyle yalancı pozitif sonuçlara yol açabilmektedir. Bu durum, gereksiz biyopsilere ve cerrahi planlamayı değiştirerek gereksiz doku çıkarımına yol açabilmektedir. Özgüllüğün düşük olmasında, radyoloğun tecrübesi de önemli rol oynamaktadır. Bir diğer kısıtlılık ise inceleme sırasında (silikon implant değerlendirmesi dışında) kontrast madde kullanılmasıdır. Alerjik reaksiyonlara ve ileri evre böbrek yetmezliği olan olgularda nefrojenik sistemik skleroza neden olabileceği bilinen gadolinyum şelatları ile ilgili yapılan güncel çalışmalarda, özellikle lineer gadolinyum şelatlarının beyinde birikime neden olduğu ortaya konmuştur (16). Günümüzde, meme kanseri tanısı için halen İV kontrast madde kullanılmakta olup, kontrastsız bir sekans olan difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

Meme MRG'de Yanlış Negatif ve Pozitiflik

Meme MRG, konvansiyonel görüntüleme yöntemleri olan MMG ve ultrasonografi (US) ile karşılaştırıldığında %98-100 arasında değişen duyarlılık ve yaklaşık %88 özgüllük ile meme kanserinin tanısı ve karakterizasyonunda doğruluk açısından daha üstündür (17, 18). Negatif öngörü değeri yaklaşık %100'dür ve maligniteyi yüksek olasılıkla dışlar (19, 20). İnvaziv meme kanseri tanısında en yüksek duyarlılığa sahip olan meme MRG'de, kanserlerin büyük çoğunluğu kontrastlanma gösterir (21). Ancak, invaziv bir meme kanseri nadiren de olsa kontrastlanmayabilir ya da çok düşük bir kontrastlanmaya sahip olabilir. Kanserlerin bir kısmı arka plan kontrastlanması nedeniyle de ayırt edilemeyebilir. Büyük çoğunluğu mikrokalsifikasyonla prezente olan duktal karsinoma in situ saptanmasında meme MRG'nin hassasiyeti daha düşüktür. MMG'de nonkalsifiye malign görünümlü bir lezyon meme MRG'de yanlış negatif yorumlanabilir. Bu nedenle, konvansiyonel görüntülemelerde kuvvetli şüpheli bulgular mevcut bir kadında, meme MRG'nin negatif olması doku tanısı için bir engel olmamalıdır. Negatif ya da benign MRG bulgusu varlığında konvansiyonel incelemelerde belirsiz olan bir bulgunun klinik olarak önemli olmadığı düşünülebilirken, pozitif MRG bulgusu varlığında doku tanısı kararı alınmalıdır.

Meme MRG'de Bırad's Kategorizasyonu

Amerikan Radyoloji Derneği (American College of Radiology-ACR)'nin yayınladığı BIRADS atlasının 5. baskısında MRG bulgularına göre yapılan kategorizasyon güncellenmiştir (22). Bu atlasla göre, fibroglanduler doku miktarı (tamamen yağlı, dağınık fibroglanduler doku, heterojen fibroglanduler doku, ileri derecede fibroglanduler doku)

ve arka plan kontrastlanmasının (yok, minimal, orta, art-kin) MRG raporunda yer alması önerilmektedir. Lezyonlar fokus, kitle ve kitlesel olmayan şeklinde sınıflandırılmıştır. Kitleler şekil (oval, yuvarlak, irregüler), kenar (düzgün, irregüler, spiküle) ve internal enhansman karakteristiklerine göre (homojen, heterojen, halkasal, hipointens internal septasyon), kitlesel olmayan lezyonlar ise dağılım (fokal, lineer, segmental, multipl bölgesel, difüz) ve enhansman paternlerine (homojen, heterojen, klampe, kümeleşen halkasal) göre gruplandırılmıştır. Kinetik eğri (sinyal intensitesi/zaman) erken fazda yavaş, orta, hızlı, geç fazda artan, plato, washout eğri şeklinde kategorize edilmiştir. Son baskıda, fokus spesifik, izole, parlayan nokta şeklinde tanımlanmış, 5 mm olan boyut kriteri kaldırılmış ve boyut yerine morfolojik değerlendirme önerilmiştir. Yine son baskıda, kitlesel olmayan lezyonlar için kullanılan retiküler/dendritik enhansman tanımlaması yerine kümeleşen halkasal önerilmiştir. Noktasal/punktat tanımlaması da kaldırılmıştır.

Yüksek Tesla Meme MRG

Dinamik Kontrastlı MRG (DK-MRG): Meme MRG, günümüzde ağırlıklı olarak 1.5T manyetik alan gücüne sahip cihazlarla yapılmakla birlikte, tümör morfolojisi ve neoanjiyogenezisin daha iyi ortaya çıkarılmasını sağlamak amacıyla yüksek rezolüsyonlu protokol arayışları, özellikle 3T ve üzeri alan gücüne sahip cihazlarla çekim yapılmasının önünü açmıştır (23, 24). Yüksek tesla gücüne sahip cihazlarla gerçekleştirilen dinamik kontrastlı incelemeler, farmakokinetik modeller kullanılarak semikantitatif eğri tipi analizleri yapılabilmesine olanak sağlar. Bu modeller, kontrast maddenin intravasküler ve interstisyel boşluktaki geçişini kantifiye ederek, tümör kan akımını, mikrovasküler yapıyı ve kapiller permeabilitenin değerlendirilmesini sağlar. Bu modeller içinde en sık kullanılanı Tofts-iki kompartman modelidir. Üç parametrenin kullanıldığı bu modellemede K_{trans} kandan tümöre geçen kontrast madde oranını, K_{ep} tümörden kana geçen kontrast madde oranını, V_e ise ekstrasellüler ekstrasvasküler boşluktan plazma kompartmanına geçen fraksiyonel volüm akışını ifade eder (25). $K_{trans} > 0.25/\text{dakika}$ ve $K_{ep} > 1/\text{dakika}$ değerleri malignite açısından anlamlı olarak kabul edilmekte ve gereksiz biyopsilerin önlenebileceği ileri sürülmektedir (26-28). Yine, bu parametrelerin, meme kanseri subtiplerinin ayırt edilmesinde ve neoadjuvan kemoterapiye yanıtın değerlendirilmesinde de kullanılabileceğini bildiren çalışmalar mevcuttur (29, 30). DK-MRG'de kullanılan farmakokinetik modelleme her ne kadar umut verici görünse de, klinik pratikte kullanımı için halen bazı çekinceler mevcuttur. Son yıllarda, sinyal/gürültü oranı ile ilgili yapılan iyileştirmelerin sağlanması ile birlikte yüksek uzaysal ve temporal çözünürlük sağlayan 7T MRG de kullanıma girmiş olmakla birlikte rutin pratikte henüz yerini almamıştır.

Proton MRG-Spektroskopi

Erken meme kanseri, küçük lezyonlar ve kitlesel olmayan lezyonların saptanmasında sınırlı bilgi vermektedir. İncelemenin uzun sürmesi ve teknik zorluklar nedeniyle, yöntem halen araştırma düzeyindedir. Yapılan çalışmalarda, meme kanserinin saptanmasında klinik kullanımda yerini alabilmesi için çok merkezli çalışmalar gerektiği vurgulanmakla birlikte, tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde erken bir biyobelirteç olarak kullanılabileceği öne sürülmektedir (31).

Multiparametrik MRG

Her ne kadar kontrastlı meme MRG, lezyonların morfolojisi ve neoanjiyogenezis hakkında bilgi vermede yetersiz, tüm benign ve malign lezyonlar sadece bu yöntemle ayırt edilememektedir. Ne DAG ne de proton MRG-spektroskopiden elde edilen veriler tek başına anlamlı değildir. Öte yandan, tümöre ait fonksiyonel bilgi elde etmek ve duyarlılığı korurken özgüllüğü arttırabilmek için, diğer MRG parametreleri de göz önünde bulundurulmalıdır. DK-MRG, DAG ve proton MRG-spektroskopi gibi farklı parametrelerin birlikte kullanılması ve her bir yöntemden elde edilen bilgilerin birlikte değerlendirilmesi nedeniyle multiparametrik MRG adını alan inceleme yöntemi, rutin klinik uygulamada yerini almaya başlamıştır.

Meme MRG'de Prediktif ve Prognostik Yaklaşım

Yapılan çalışmalarda, meme MRG'de tanımlanan morfolojik ve kontrastlanma özelliklerinin, malign-benign lezyon ayırımında prediktif ya da prognostik belirteç olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Örneğin, kontrast tutan düzgün sınırlı bir kanser, lenf nodu pozitifliği, büyük tümör boyutu ve düşük östrojen reseptör düzeyi ekspresyonu açısından anlamlı bulunmuştur (32). Buna karşılık, ciltte kalınlaşma ve internal enhansman varlığının lenf nodu metastazı açısından, prepektoral ödem varlığının da lenfatik metastaz ve tümörün yüksek grad olması açısından anlamlı olduğu öne sürülmüştür (33, 34). Heterojen enhansman paterninin ise kötü prognoz açısından anlamlı bulunurken, triple-negatif tümörlerde peritümöral ödem varlığının artmış nüks olasılığını, irregüler kitlelerin ise neoadjuvan kemoterapiye düşük yanıt gösterdiği öne sürülmüştür (35, 36).

Kısaltılmış Meme MRG

Pahalı bir yöntem olması, kolay ulaşılabilir olmaması ve yalancı pozitiflik olasılığı nedeniyle, 2014 yılında kısaltılmış protokoller geliştirilmeye başlanmıştır (37). Henüz meme kanseri taraması için kullanılmaya başlayan bu değerlendirme için bazı çalışmacılar prekontrast T1 ve ilk faz kontrastlı T1A sekansları kullanırken, bazı çalışmacılar T2A, STIR, ikinci faz kontrastlı, çıkarımlı ya da MIP imajları kullanmaktadır. Temel amaç hem inceleme süresini kısaltmak hem de radyoloğun değerlendirme süresini azaltmaktır. Tarama amaçlı başvuran birçok kadının meme MRG bulguları negatif olacağı için değerlendirme

oldukça kolaylaşmaktadır. Öte yandan özellikle MIP imaj kanserin olmadığını göstermekte kullanılabilecek pratik bir sekanstır. Çalışmalarda kısaltılmış MRG'de saptanan kanserler erken evre olup, duktal karsinoma in situ olguları da orta ya da yüksek grad olarak bulunmuştur ki bu bulgu rutin MRG bulguları ile koreledir. Kısaltılmış MRG, özellikle meme kanseri açısından ortalama riske sahip kadınlarda tarama amaçlı kullanılabilecek ucuz ve güvenilir bir yöntem olarak yerini almaya başlamıştır.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – A.K.; Design – A.K.; Supervision – A.K.; Resources – A.K.; Materials – A.K.; Data Collection and/or Processing – M.G.; Analysis and/or Interpretation – A.K.; Literature Search – A.K.; Writing Manuscript – A.K.; Critical Review – A.K.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – A.K.; Tasarım – A.K.; Denetleme – A.K.; Kaynaklar – A.K.; Malzemeler – A.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – M.G.; Analiz ve/veya Yorum – A.K.; Literatür Taraması – A.K.; Yazıyı Yazan – A.K.; Eleştirel İnceleme – A.K.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Heywang SH, Fenzl G, Hahn D, Krischke I, Edmaier M, Eiermann W, et al. MR imaging of the breast: comparison with mammography and ultrasound. *J Comput Assist Tomogr* 1986; 10: 615-20. [\[Crossref\]](#)
- Kaiser W, Zeitler E. MR imaging of the breast: fast imaging sequences with and without Gd-DTPA. Preliminary observations. *Radiology*. 1989; 170: 681-6. [\[Crossref\]](#)
- Harms SE, Flamig DP. MR imaging of the breast: technical approach and clinical experience. *Radiographics* 1993; 13: 905-12. [\[Crossref\]](#)
- Kuhl CK, Mielcareck P, Klaschik S, Leutner C, Wardelmann E, Gieseke J, et al. Dynamic breast MR imaging: are signal intensity time course data useful for differential diagnosis of enhancing lesions? *Radiology* 1999; 211: 101-10. [\[Crossref\]](#)
- Kuhl CK, Schild HH. Dynamic image interpretation of MRI of the breast. *J Magn Reson Imaging* 2000; 12: 965-74. [\[Crossref\]](#)
- Kuhl C. The changing world of breast cancer. *Invest Radiol* 2015; 50: 615-28. [\[Crossref\]](#)
- Kuhl C. The current status of breast MR imaging part I. Choice of technique, image interpretation, diagnostic accuracy, and transfer to clinical practice. *Radiology* 2007; 244: 356-78. [\[Crossref\]](#)
- Martincich L, Deantoni V, Bertotto I, Redana S, Kubatzki F, Sarotto I, et al. Correlations between diffusion-weighted imaging and breast cancer biomarkers. *Eur Radiol* 2012; 22: 1519-28. [\[Crossref\]](#)
- Bickel H, Pinker-Domenig K, Bogner W, Spick C, Bago-Horvath Z, Weber M, et al. Quantitative apparent diffusion coefficient as a noninvasive imaging biomarker for the differentiation of invasive breast cancer and ductal carcinoma insitu. *Investigative Radiology* 2015; 50: 95-100. [\[Crossref\]](#)
- Sardanelli F, Boetes C, Borisch B, Decker T, Federico M, Gilbert FJ, et al. Magnetic resonance imaging of the breast: Recommendations from the EUSOMA working group. *Eur J Cancer* 2010; 46: 1296-316. [\[Crossref\]](#)
- 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; 193: 986-93. [\[Crossref\]](#)
- Spick C, Szolar DHM, Preidler KW, Tillich M, Reittner P, Baltzer PA. Breast MRI used as a problem-solving tool reliably excludes malignancy. *Eur J Radiol* 2015; 84: 61-4. [\[Crossref\]](#)
- Peters NH, Borel Rinkes IH, Zuithoff NP, Mali WP, Moons KG, Peeters PH. Meta-analysis of MR imaging in the diagnosis of breast lesions. *Radiology* 2008; 246: 116-24. [\[Crossref\]](#)
- Medeiros LR, Duarte CS, Rosa DD, Edelweiss MI, Edelweiss M, Silva FR, et al. Accuracy of magnetic resonance in suspicious breast lesions: a systematic quantitative review and meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat* 2011; 126: 273-285. [\[Crossref\]](#)
- Bennani-Baiti B, Baltzer PA. MR imaging for diagnosis of malignancy in mammographic microcalcifications: a systematic review and metaanalysis. *Radiology* 2017; 283: 692-701 [\[Crossref\]](#)
- Choi JW, Moon W-J. Gadolinium Deposition in the Brain: Current Updates. *Korean J Radiol* 2019; 20: 134-47. [\[Crossref\]](#)
- Spick C, Szolar D, Preidler K, Tillich M, Reittner P, Baltzer PA. Breast MRI used as a problem-solving tool reliably excludes malignancy. *Eur J Radiol* 2015; 84: 61-4. [\[Crossref\]](#)
- Kolb T, Lichy J, Newhouse J. Comparison of the performance of screening mammography, physical examination, and breast US and evaluation of factors that influence them. An analysis of 27,825 patient evaluations. *Radiology* 2002; 225: 165-75. [\[Crossref\]](#)
- Gupta D, Billadello L. Breast MR imaging in newly diagnosed breast cancer. *Radiol Clin North Am* 2017; 55: 541-52. [\[Crossref\]](#)
- Raza S, Vallejo M, Chikarmane S, Birdwell R. Pure ductal carcinoma in situ: A range of MRI features. *Am J Roentgenol* 2008; 191:689-99. [\[Crossref\]](#)
- DeMartini W, Lehman C. A review of current evidence-based clinical applications for breast magnetic resonance imaging. *Top Magn Reson Imaging* 2008; 19: 143-50. [\[Crossref\]](#)
- D'Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, et al. BI-RADS_ Atlas, breast imaging reporting and data system. 5th edition. Reston (VA): 2013 American College of Radiology; 2013.
- Kuhl CK, Jost P, Morakkabati N, Zivanovic O, Schild HH, Gieseke J. Contrast-enhanced MR imaging of the breast at 3.0 and 1.5 T in the same patients: Initial experience. *Radiology* 2006; 239: 666-76. [\[Crossref\]](#)
- Rahbar H, Partridge SC, DeMartini WB, Thursten B, Lehman CD. Clinical and technical considerations for high quality breast MRI at 3 Tesla. *J Magn Reson Imaging* 2013; 37: 778-90. [\[Crossref\]](#)

25. Tofts PS, Brix G, Buckley DL, Evelhoch JL, Henderson E, Knopp MV, et al. Estimating kinetic parameters from dynamic contrast-enhanced T (1)-weighted MRI of a diffusible tracer: standardized quantities and symbols. *J Magn Reson Imaging* 1999; 10: 223-32. [\[Crossref\]](#)
26. Helbich TH, Roberts TP, Gossmann A, Wendland MF, Shames DM, Adachi M, et al. Quantitative gadopentetate-enhanced MRI of breast tumours: testing of different analytic methods. *Magn Reson Med* 2000; 44: 915-24. [\[Crossref\]](#)
27. Braman NM, Etesami M, Prasanna P, Dubchuk C, Gilmore H, Tiwari P, et al. Intratumoural and peritumoural radiomics for the pretreatment prediction of pathological complete response to neoadjuvant chemotherapy based on breast DCE-MRI. *Breast Cancer Res* 2017; 19: 57. [\[Crossref\]](#)
28. Li L, Wang K, Sun X, Wang K, Sun Y, Zhang G, et al. Parameters of dynamic contrast-enhanced MRI as imaging markers for angiogenesis and proliferation in human breast cancer. *Med Sci Monit* 2015; 21: 376-82. [\[Crossref\]](#)
29. Yim H, Kang DK, Jung YS, Jeon GS, Kim TH. Analysis of kinetic curve and model-based perfusion parameters on dynamic contrast enhanced MRI in breast cancer patients: correlations with dominant stroma type. *Magn Reson Imaging* 2016; 34: 60-5. [\[Crossref\]](#)
30. Pinker K, Helbich TH, Morris EA. The potential of multiparametric MRI of the breast. *Br J Radiol* 2017; 90: 20160715. [\[Crossref\]](#)
31. Meisamy S, Bolan PJ, Baker EH, Bliss RL, Gulbahce E, Everson LI, et al. Neoadjuvant chemotherapy of locally advanced breast cancer: predicting response with in vivo (1)H MR spectroscopy-a pilot study at 4 T. *Radiology* 2004; 233: 424-31. [\[Crossref\]](#)
32. Alduk AM, Brcic I, Podolski P, Prutki M. Correlation of MRI features and pathohistological prognostic factors in invasive ductal breast carcinoma. *Acta Clin Belg* 2016; 72: 1-7. [\[Crossref\]](#)
33. Dietzel M, Baltzer PA, Vag T, Gröschel T, Gajda M, Camara O, et al. Application of breast MRI for prediction of lymph node metastases -systematic approach using 17 individual descriptors and a dedicated decision tree. *Acta Radiol* 2010; 51: 885-94. [\[Crossref\]](#)
34. Kaiser CG, Herold M, Krammer J, Baltzer P, Gajda M, Camara O, et al. Prognostic value of "prepectoral edema" in MR-mammography. *Anticancer Res* 2017; 37: 1989-95. [\[Crossref\]](#)
35. Wu J, Li B, Sun X, Cao G, Rubin DL, Napel S, et al. Heterogeneous Enhancement Patterns of Tumor-adjacent Parenchyma at MR Imaging Are Associated with Dysregulated Signaling Pathways and Poor Survival in Breast Cancer. *Radiology* 2017; 285: 401-13. [\[Crossref\]](#)
36. Bae MS, Shin SU, Ryu HS, Han W, Im SA, Park IA, Noh DY, Moon WK. Pretreatment MR Imaging Features of Triple-Negative Breast Cancer: Association with Response to Neoadjuvant Chemotherapy and Recurrence-Free Survival. *Radiology* 2016; 281: 392-400. [\[Crossref\]](#)
37. Kuhl CK, Schrading S, Strobel K, Schild HH, Hilgers RD, Bieling HB. Abbreviated breast magnetic resonance imaging (MRI): first postcontrast subtracted images and maximum-intensity projection-a novel approach to breast cancer screening with MRI. *J Clin Oncol* 2014; 32: 2304-10. [\[Crossref\]](#)