

# Kemik metastazı taramasında Tc-99m-MDP kemik sintigrafisi ile MRG'nin karşılaştırılması

Emir Şilit, C. Çınar Başekim, Hakan Mutlu, Zekai Pekkaflı, Eşref Kızılkaya, A. Fevzi Karlı

## AMAÇ

Malignitesi nedeniyle takip edilen olgularda bilinen ya da araştırılan kemik metastazlarının taramasında manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile konvansiyonel sintigrafi bulgularını karşılaştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

35-63 yaşlar arasında 13'ü kadın, 15'i erkek 28 olgu kemik metastazı taraması için tüm vücuda yönelik koronal planda turboSTIR (short tau inversion recovery) sekansla MRG ve Tc 99m metilendifosfonat kullanılarak yapılan sintigrafi ile değerlendirildi.

## BULGULAR

Olguların 25'inde kemik metastazı varlığı klinik takip, diğer görüntüleme yöntemleri ve biyopsi ile doğrulandı. Olguların 20'sinde MRG ile, 23'ünde ise sintigrafi ile kemik metastazı saptandı. Sintigrafide iki olguda metastaz olarak değerlendirilen 4 lezyonun metastaz olmadığı MRG ile gösterildi. Üç olguda ise sintigrafisi ile metastaz olarak değerlendirilen dört lezyon MRG'de izlenmedi. İskelet sistemi dışında metastazları olduğu bilinen 11 olgudan 7'sinde bu lezyonlar MRG'de saptandı. İstatistiksel değerlendirmede kemik metastazı varlığının tespitinde MRG ile sintigrafinin etkinlikleri benzer bulundu (Mc Nemar, p=0,25).

## SONUÇ

Kemik metastazı taramasında halen sintigrafik inceleme yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonuçlarımız gösterdi ki bu konuda tüm vücut MRG incelemesi de sintigrafisi kadar kıymetli bilgiler vermektedir. Yapılacak çalışmaların çoğalması, MRG teknolojisindeki gelişmeler ve cihazların yaygınlaşması ile gelecekte MRG kemik metastazı taramasında konvansiyonel sintigrafinin yerini alabilir.

Günümüzde kemik metastazı taramasında yaygın olarak konvansiyonel kemik sintigrafisi kullanılmaktadır. Diğer görüntüleme yöntemlerinin bu amaçla kullanımında birçok kısıtlamalar vardır. Direkt grafilere, kemik mineral yoğunluğunun %50'den fazla azalması veya artması durumunda anormallik izlendiğinden geç bulgu vermekte ve tüm kemik yapıyı görüntülemek için birçok grafi almak, dolayısıyla yüksek doz radyasyon vermek gerekmektedir. Bilgisayarlı tomografi (BT) incelemesi ise kortikal harabiyeti erken dönemde göstermekte ancak medüller patolojileri görüntülemeye sınırlı kalmaktadır. Ayrıca BT ile tüm vücut aralıksız kesitlerle tek seansta görüntülemek uzun süre radyasyona maruz kalınması, spiral olmayan cihazlarda incelemenin uzun sürmesi, sadece aksiyel düzlemde görüntüleme nedeniyle anatomik oryantasyonun zaman zaman güç olması gibi sebeplerle pratikte kullanılmamaktadır (1). Her iki tekniğe göre daha duyarlı olduğu için sintigrafik incelemeler kemik metastazı taramasında rutin olarak kullanılmaktadır. Ancak özgüllüğü düşük olduğu için sintigrafide anormal olarak bildirilen alanların metastaz olup olmadığının bazen diğer görüntüleme yöntemleri ile doğrulanması gerekmektedir (1,2).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), önceleri çok zaman alıcı ve pahalı bir inceleme yöntemi olduğu için tüm vücut görüntülemesinde kullanılmamıştır. Son yıllarda teknolojik gelişmeler ve hızlı sekansların kullanıma girmesi sayesinde tüm vücut görüntülemesinde MRG kullanılmaya başlanmıştır (1-3).

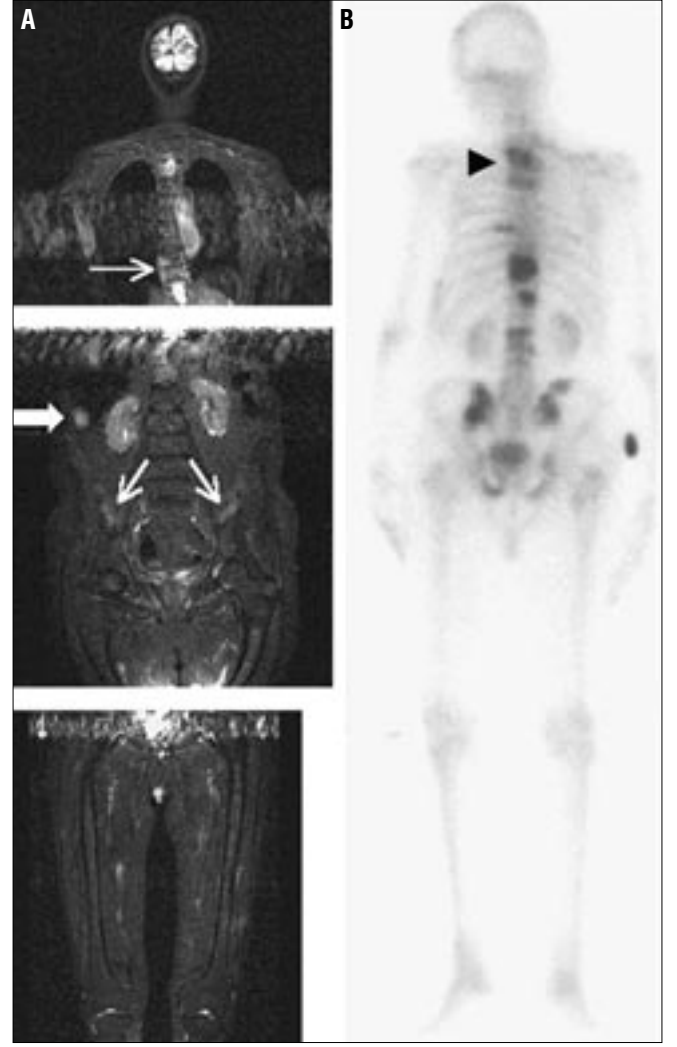
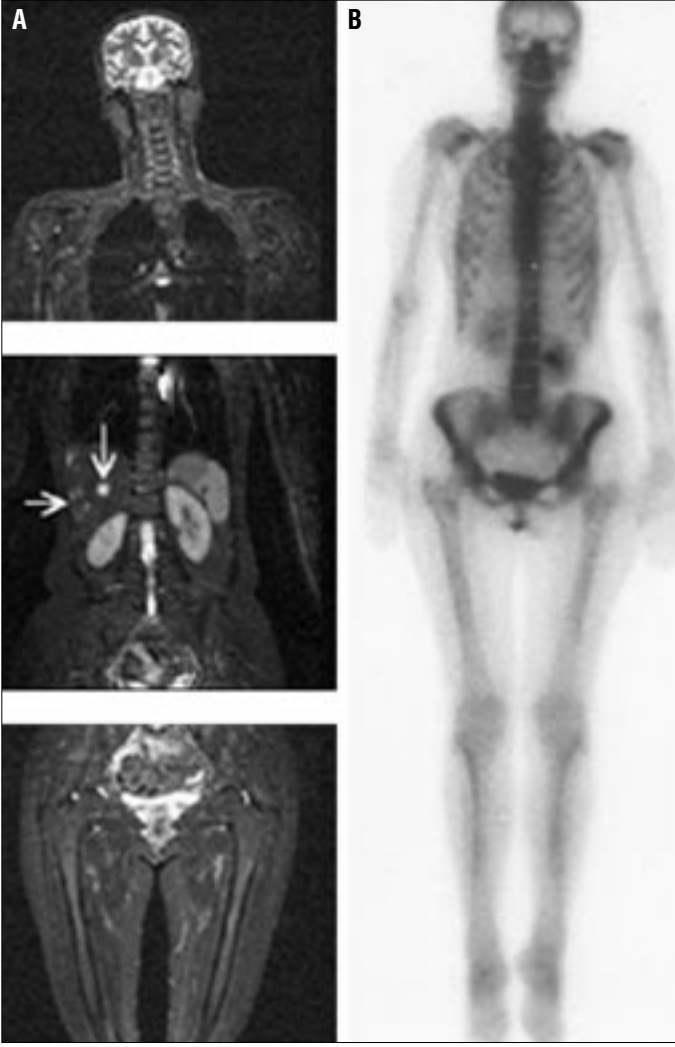
MRG ve sintigrafinin kemik metastazı taramasındaki yeri konusunda karşılaştırmalı çalışmalar yaygınlaşmaya başlamıştır (1,4). Çalışmamızda, kemik metastazı bulunan ya da şüphesi olan olgularda MRG ile konvansiyonel sintigrafisi bulgularının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## Gereç ve yöntem

Çalışmamızda, kemik metastazı olduğu bilinen ya da şüpheli edilen, MRG inceleme için herhangi bir kontrendikasyonu bulunmayan ("pace-maker", protez, v.b.), yaşları 35-63 arasında değişen (ortalama yaş 54), 13'ü kadın, 15'i erkek, toplam 28 hasta sintigrafi ve MRG ile incelendi. Hastalarda primer odak 9'unda meme, 7'sinde akciğer, 5'inde prostat, 4'ünde kolon ve üçünde mesane karsinomu idi. Olgulardan 19'u bilinen kemik ve diğer organ metastazları nedeniyle takip edilirken 9 olgu kemik metastazı taraması için ilk kez müracaat etti. Olgula-

E. Şilit (E), C. Ç. Başekim, H. Mutlu, Z. Pekkaflı,  
E. Kızılkaya, A. F. Karlı  
GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, Radyoloji Servisi,  
İstanbul

Gelişi: 08.07.2002 / Kabulü: 31.10.2002



**Resim 1.** Meme kanserini nedeniyle takip edilen 48 yaşındaki kadın hastanın (A) tüm vücuda yönelik turboSTIR MR görüntülerinde; kemik yapılarında anormal sinyal intensitesi izlenmemekle birlikte karaciğerde multipl metastazlar görülüyor (oklar). (B) Kemik sintigrafisinde metastaz düşündürülen anormal aktivite artışı izlenmiyor (sol akromiyoklaviküler eklemden dejeneratif değişiklikle uyumlu orta dereceli aktivite artışı görülüyor).

**Resim 2.** Multipl kemik metastazları bulunan mesane kanserli 60 yaşında erkek hastada (A) tüm vücuda yönelik turboSTIR MR görüntülerde torakolomber ve sakroilyak metastazlara (oklar) ek olarak karaciğer lezyonu (kalın ok) da görülüyor, ancak üst torakal bölgede lezyon izlenmiyor. (B) Kemik sintigrafisinde MRG'den farklı olarak üst torakal bölgede lezyon kolaylıkla görülüyor.

rın primer lezyonları ve bilinen metastazlarına göre sınıflaması Tablo'da sunulmuştur.

Olgulara önce MRG inceleme, sonrasında aynı gün ya da birkaç gün içinde sintigrafik inceleme yapıldı.

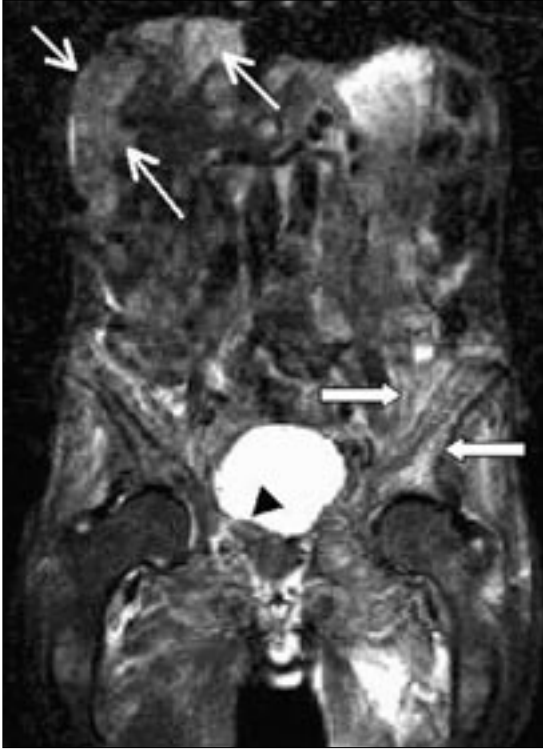
MRG inceleme 1.5 Tesla Siemens Vision marka MR cihazı ile vücut sargısı kullanılarak yapıldı. Her hastada 3 farklı çekimle kranyumdan ayağa kadar tüm vücudun koronal planda turboSTIR (short tau inversion recovery) sekansla görüntüleri elde edildi (Resim 1). Sekans parametreleri TR/TE 7000/60 msn, inversion time 150 msn, NEX 1, kesit kalınlığı 8 mm, kesit sayısı 16, FOV 400x500 - 500x500 idi. Her bir bölge için çekim

süresi 2,27-3,23 dakika sürdü. Göğüs bölgesindeki incelemede kalp hareketlerinden etkilenmemek için EKG tetiklemeli inceleme yapıldı (bu durumda inceleme süresi ortalama 6 dakika oldu). MRG inceleme süresi bir hasta için 25-35 dakika sürdü. En geniş FOV kullanılarak mümkün olduğunca geniş vücut alanı incelemeye dahil edildi; buna rağmen bazı olgularda bacak alt yarısı ve ayak inceleme alanına girmedi. Bu bölgelere yönelik ilave çekim yapılmadı. Kilolu hastalarda üst ekstremitenin omuz dışındaki bölümleri inceleme alanı dışında kaldığından kollar baş üzerine alınarak çekim yapıldı. Zayıf hastalarda ise üst ekstremiteler vücut yanına

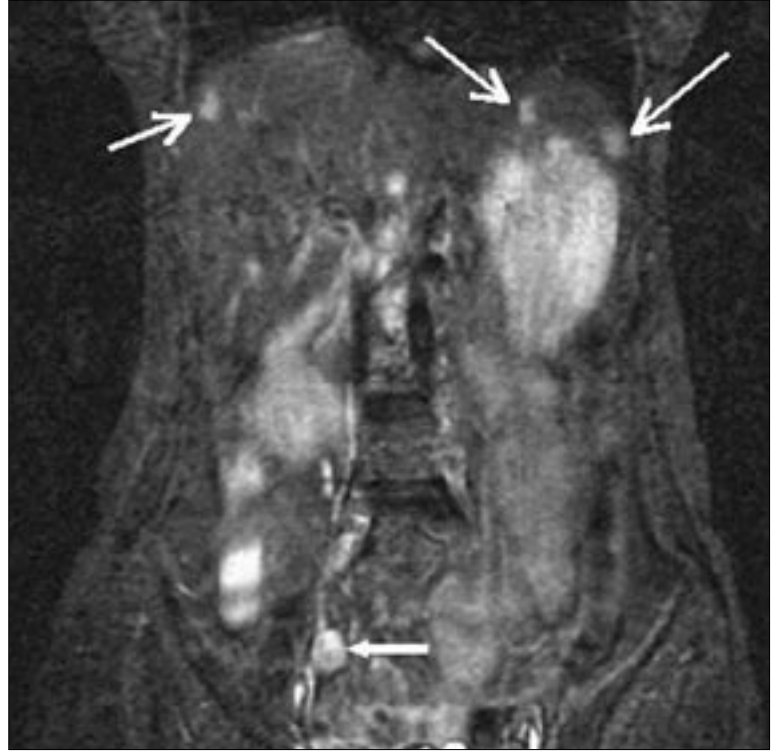
birleştirilerek görüntülenmesinde zorluk yaşanmadı.

Konvansiyonel sintigrafik inceleme 550-740 mBq Tc-99m-metilen difosfonat (Tc-99m-MDP) intravenöz yolla bolus tarzında verildikten 2-4 saat sonra ADAC (Genesys EPIC) gama kamera ile anterior ve posterior planda tüm vücut taraması yapıldı. Gerekliğinde anormallik saptanan bölgelerden spot görüntüler alındı.

MRG bulguları sintigrafi sonuçları bilinmeden değerlendirildi. Öncelikle tüm vücut kemik yapıları değerlendirildi, ardından inceleme alanındaki diğer organ ve dokularda patoloji varlığı iki farklı radyolog tarafından araştırıldı. Şüpheli alanlar 3D Virtuoso (Si-



**Resim 3.** Prostat karsinomu nedeniyle takip edilen kemik metastazları bulunan 62 yaşında erkek hastanın pelvis bölgesine yönelik turboSTIR MR görüntüsünde sol iliak kemikteki lezyona eşlik eden yumuşak doku komponentleri (*kalın oklar*) ve karaciğerdeki metastazlar (*oklar*) ile mesane tabanında sağda invazyon (*ok başı*) görülüyor.



**Resim 4.** Kolon karsinomu nedeniyle takip edilen 58 yaşında kadın hastada batın bölgesine yönelik turboSTIR MR görüntüsünde karaciğer ve dalakta metastazlar (*oklar*) ve sağ iliak damarlara komşu lenfadenopati (*kısa ok*) görülüyor.

emens) iş istasyonunda büyütülerek ya da değişik planlarda yeniden oluşturularak değerlendirildi. Metastaz olarak kabul edilen lezyonlar diğer görüntüleme yöntemleri, klinik takip ve dört olguda ise biyopsi ile doğrulandı ve her iki tekniğin duyarlılık ve özgüllüğü hesaplandı. MRG ve sintigafi ile tespit edilen kemik metastazı varlığının istatistiksel analizinde McNemar testi kullanıldı.

### Bulgular

Olguların 25'inde (%89) görüntüleme yöntemleri, klinik takip ve biyopsi ile kemik metastazı tanısı konuldu.

Sintigrafik incelemede, kemik metastazı taraması için ilk kez gelen olguların 4'ünde ve bilinen kemik metastazlı 19 olguda toplam 60 lokalizasyonda metastaz ile uyumlu aktivite artışları (sıcak odak) tanımlandı (duyarlılık %95, özgüllük %80). Sintigrafi ile hiçbir olguda metastaz ile uyumlu soğuk odak tanımlanmadı. Sintigrafide metastaz tanımlanan 23 olgudan (%82) 5'inde aktivite artışı bölgeleri-

nin hasta hikayesi (travma, enfeksiyon gibi) ve diğer görüntüleme yöntemleri ile doğrulanması önerildi. Bu olgularda klinik takip ve diğer görüntüleme yöntemleri ile metastaz olduğu saptandı.

Yapılan MRG incelemede 28 olgunun 20'sinde (%71,4) kemik yapıda 52 lokalizasyonda metastaz ile uyumlu sinyal değişiklikleri izlendi (duyarlılık %83,3, özgüllük %100).

Sintigrafi ile metastaz olarak değerlendirilen 2 hastadaki 4 kemik lezyonunun MRG'de metastaz olmadığı, posttravmatik ya da dejeneratif değişiklikler olduğu görüldü. Bir olguda sintigrafi ve BT inceleme ile metastaz olduğu bilinen üst torakal bölgedeki lezyon MRG incelemede hastadaki ileri skolyoz nedeni ile görülemedi (Resim 2). İki olguda da ön kostalardaki metastatik lezyonlar (üç adet) kesit planının uygunsuz olması ve hareket artefaktları nedeniyle MRG'de izlenmedi. Ayrıca iki olguda MRG ile femurda kemik nekrozu ile uyumlu patolojik sinyal değişikliği izlendi bu olgularda sintigrafide söz konusu böl-

gelerde metastaz tanımlanmamıştı. İki olguda ise kemik metastazlarına eşlik eden yumuşak doku komponentleri MRG ile tespit edildi (Resim 3). Hiçbir olguda MRG incelememiz dışında kalan bacak distali ve ayak kemiklerinde sintigrafide metastatik lezyon bulunmadı. Kemik metastazı tanısında MRG ve sintigrafi bulgularının karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (McNemar,  $p = 0,25$ ).

Diğer görüntüleme yöntemleri ile kemik dışı metastazları saptanmış 11 olgunun 7'sinde karaciğer, akciğer, prostat ve mesane, bölgesel lenf nodu metastazları MRG incelemede de görüldü (Resim 4). Bir olguda daha önceden bilinmeyen sağ plevral sıvı MRG incelemede saptandı.

### Tartışma

Tüm vücudun invazif olmayan yöntemlerle görüntülenebilmesi hep ilgi duyulan ancak pratikte her zaman uygulanamayan bir istek olmuştur. Son yıllarda MRG teknolojisindeki geliş-

**Tablo.** Olguların primer odak ve metastazlarına göre sınıflandırılması

Olgu no	Primer lezyon	Sintigrafide kemik metastazı sayısı	MRG'de kemik metastazı sayısı	Açıklama
1	Akciğer	3	3	Kemik dışı met. (+) MRG (-)
2	Meme	2	- (*)	Kemik dışı met. (-)
3	Akciğer	5	5	Kemik dışı met. (+) MRG (-)
4	Meme	-	-	Kemik dışı met. (-)
5	Kolon	2	2	Kemik dışı met. (+) MRG (+)
6	Prostat	2	- (*)	Kemik dışı met. (+) MRG (+)
7	Akciğer	3	2 (**)	Kemik dışı met. (-)
8	Meme	2	2	Kemik dışı met. (-)
9	Mesane	6	5 (**)	Kemik dışı met. (+), MRG (+)
10	Akciğer	2	2	Kemik dışı met. (-)
11	Meme	-	-	Kemik dışı met. (+) MRG (+)
12	Prostat	-	-	Kemik dışı met. (-)
13	Mesane	1	1	Kemik dışı met. (-)
14	Prostat	2	2	Kemik dışı met. (-)
15	Prostat	5	5	Kemik dışı met. (+) MRG (+)
16	Akciğer	2	2	Kemik dışı met. (-)
17	Meme	2	- (**)	Kemik dışı met. (+) MRG (-)
18	Meme	-	-	Kemik dışı met. (-)
19	Kolon	1	1	Kemik dışı met. (-)
20	Akciğer	2	2	Kemik dışı met. (-)
21	Meme	-	-	Kemik dışı met. (-)
22	Akciğer	1	1	Kemik dışı met. (-)
23	Kolon	3	3	Kemik dışı met. (+) MRG (-)
24	Prostat	2	2	Kemik dışı met. (-)
25	Meme	5	5	Kemik dışı met. (+) MRG (+)
26	Mesane	1	1	Kemik dışı met. (-)
27	Meme	4	4	Kemik dışı met. (+) MRG (+)
28	Kolon	2	2	Kemik dışı met. (-)
Toplam		60	52	Kemik dışı met. 11

(\*) Sintigrafide metastaz olarak tanımlanan ancak MRG'de dejenerasyon saptanan lezyonlar

(\*\*) Sintigrafide metastaz olarak tanımlanan ancak MRG'de izlenemeyen lezyonlar  
Met.: metastaz

meler, hızlı gradyentler ve sekanslar sayesinde tüm vücut görüntülemesi pratik olarak kullanılabilir hale gelmiştir (2). Teknolojik gelişmeler hızla devam etmektedir. MRG ile tüm vücut görüntülenirken kontrast ve uzaysal çözünürlükler azalmadan hızlı görüntüler elde etmek amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak geliştirilen sekanslarla tüm vücudu görüntülemek için saniyelerle ifade edilen hızlılara ulaşılmaktadır (3). Ayrıca, hareket edebilen masası olan sistemlerde incelemenin tek seansta yapılabilmesi mümkün olmaktadır (3). Tüm vücuda yönelik MRG incelemenin; kemik metastazı taraması, primer odakın bilinmediği tümörlerin değerlendirilmesi, kemik iliği taraması, pediatrik yaş grubunda multiorgan travmalarının

değerlendirilmesi, kemik biyopsisi planlaması, gebelikte metastaz taraması gibi giderek artan bir kullanım alanı oluşmaktadır (2).

Tüm vücut MRG'nin kemik metastazı taraması için kullanımı yaygınlaşmaktadır. Konvansiyonel sintigrafinin kolay uygulanması ve değerlendirilmesi gibi avantajları yanında düşük uzaysal ve kontrast çözünürlüğü nedeniyle kemik metastazı taramasında kısıtlamaları da vardır (1,2). MRG'nin uzaysal ve kontrast çözünürlüğünün daha iyi olması, anatomik detayları göstermesi, kemik iliğinin ve tümör dokusunun direkt görülmesi gibi avantajları araştırmacıları kemik metastazı taraması için MRG kullanmaya yöneltmiştir. Gosfield ve arkadaşları 35 hastada yaptıkları retrospektif

çalışmada MRG ile 69, sintigrafi ile 63 lezyon saptamışlar ve sintigrafisi pozitif, MRG negatif hiçbir olguları yokken bir olguda sintigrafi normal, MRG pozitif bulmuşlardır (4). Avrahami ve arkadaşları ise primer malignitesi olan ve sırt ağrısı şikayeti bulunan, direkt grafisi, BT incelemesi ve sintigrafisi normal olarak değerlendirilen 40 olgunun 21'inde MRG ile kemik metastazı saptamışlardır (5). Prostat kansinomu (6) ve meme kansinomu (7) kemik metastazı taraması için yapılan MRG-sintigrafi karşılaştırmalı çalışmalarda MRG'nin duyarlılığı ve özgüllüğü sintigrafiden yüksek bulunmuştur.

T2 ağırlıklı spin eko ve gradyent eko sekansların T1 ağırlıklı sekanslara göre kemik metastazı tespitinde daha etkin olduğunu bildiren çalışmalar yanında (8), STIR sekansın T1, T2 ağırlıklı ve gradyent eko sekanslardan daha duyarlı olduğunu bildiren çalışmalar vardır (7,9,10). Hareketli masa sistemleri kullanarak gradyent eko, spin eko ve inversion recovery sekanslar kullanılarak EPI (echo planar imaging) inceleme ile tüm vücudun 18 saniye gibi kısa bir sürede MRG incelemesinin yapıldığı da bildirilmiştir (3). Çalışmamızda, kemik metastazı taraması için MRG'de turboSTIR sekans tercih edildi. Böylece yağı basılanmış kemik iliğinde, protondan zengin tümöral odak ve eşlik eden ödemin hiperintens görünümünü değerlendirmede güçlük yaşanmadı.

Kemik metastazı tanısında sintigrafi ve MRG'yi karşılaştırmak için elbette altın standart histopatolojik tanıdır, ama tüm metastatik lezyonlar için böyle bir tanı uygulaması pratikte kullanılmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda, tanımızı doğrulamak için klinik takip, diğer görüntüleme yöntemleri bulguları, laboratuvar sonuçları ve varsa histopatolojik tanıları kullanıldı. Bu değerlendirme sonucu turboSTIR sekansı kullanarak yapılan MRG incelemenin kemik metastazı taramasındaki etkinliği konvansiyonel sintigrafi ile benzer bulundu. Olgu sayısı az olduğu için kemik metastazlarının bölgesel dağılımının sınıflandı-

rılması ve karşılaştırılması yapılmadı. Ancak pelvis, lomber ve dorsal vertebralar ile femur lezyonları daha kolay değerlendirildi. Kemik dışı metastazların varlığı ise diğer görüntüleme yöntemleri ile karşılaştırılmadığından (sadece hasta hikayesi ve klinik bilgilerle değerlendirildi) bu durum MRG'nin bir üstünlüğü olarak yorumlanmadı. MRG'nin kemik metastazlarını tespit etmedeki duyarlılığı sintigrafiye göre düşük bulundu. Bunun nedeni, kullandığımız MRG tekniğine değil bizim hastalardaki postür bozukluğuna bağlı uygun inceleme planı seçmememize ve incelemedeki hareket artefaktlarına bağlandı. İnceleme sayımız arttıkça bu tür eksikleri de gideceğimizi düşünüyoruz.

MRG henüz, bilinen kontrendikasyonları dışında (pace-maker, protez vb), kemik metastazı taramasında kullanılacak başka kısıtlaması bulunmayan bir teknik değildir. Çalışmamızda üst ekstremiteler, skapula, kostalar ile inceleme dışında kalan ayak kemik yapılarının değerlendirilmesinde güçlükler olmuştur. Diğer literatür çalışmalarında da özellikle üst ekstremiteler ile ilgili değerlendirmede benzer güçlüklerden bahsedilmiştir (1,2). Kesit kalınlığından (8 mm) daha küçük boyutlu lezyonların da gözden kaçabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenlerle sintigrafik incelemelere ya da şüpheli bölgelere yönelik ek MRG inceleme-

lere ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmamızda MRG negatif, sintigrafi pozitif bulunan olgularda MRG görüntüleri yeniden değerlendirildi ancak lezyonlar yine görülmedi. Amacımız MRG'yi tarama yöntemi olarak kullanabilmek olduğundan hiçbir olguda turboSTIR sekansa ilave sekansta ya da koronal plana ilave planda MRG çekimleri yapılmadı.

Henüz sınırlı sayıdaki olgularla yapılan çalışmamız sonucu MRG'nin tamamen konvansiyonel sintigrafinin yerini alacağını söylememiz mümkün

değildir. Maliyet açısından da turboSTIR MRG'nin konvansiyonel sintigrafiden ucuz olduğu düşünülürse, karşılaştırmalı çalışmaların çoğalması, MRG'deki teknolojik gelişmeler ve MRG cihazlarının yaygınlaşması sonucu yakın bir gelecekte kemik metastazı taramasında MRG, konvansiyonel sintigrafinin yerine geçebilir. Belki de iskelet sistemi dışındaki lezyonları da gösterme başarısı nedeni ile MRG, maligniteli olgulardaki tüm vücut metastazı taramasında kullanılacak ilk yöntem haline gelebilir.

#### A COMPARISON OF PLANAR SCINTIGRAPHY AND MRI IN THE SCREENING OF SKELETAL METASTASES

**PURPOSE:** In this study, we aimed to compare magnetic resonance imaging (MRI) and planar scintigraphy findings of patients with known or suspected skeletal metastases.

**MATERIALS AND METHODS:** Twenty eight patients (13 women, 15 men) ranging from 35 to 63 years old, underwent whole body MRI with coronal plane turboSTIR sequence and Tc 99m methylene diphosphonate planar scintigraphy for detecting skeletal metastases.

**RESULTS:** MRI showed metastases in 20 cases, whereas scintigraphy was positive in 23 cases. In 2 patients where scintigraphy showed 4 lesions, MRI showed them to be degenerative changes. In 3 patients scintigraphy showed 4 metastases that were not seen on MRI. In 7 patients extraskelatal metastases were identified by MRI alone. Statistical analysis showed exact correlation between both techniques (Mc Nemar,  $p=0,25$ ).

**CONCLUSION:** Our results suggest that whole-body MRI is as effective as scintigraphy in skeletal metastases. In the future, developments in MRI technology, increases in the number of MRI units and new studies may make MRI an alternative screening technique to scintigraphy.

**Key words:** • metastases, neoplasm • skeleton • scintigraphy • magnetic resonance imaging

**TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2003; 9:357-361**

#### Kaynaklar

1. Eustache S, Tello R, DeCarvalho V, et al. A comparison of whole-body turboSTIR MR imaging and planar 99mTc-methylene diphosphonate scintigraphy in the examination of patients with suspected skeletal metastases. *AJR* 1997; 169:1655-1661
2. Esutache SJ, Walker R, Blake M, Yucel EK. Whole-body MR imaging. *MRI Clin North Am* 1999; 7:209-236.
3. Johnson KMR, Leavitt GD, Kayser HWM. Total-body MR imaging in as little as 18 seconds. *Radiology* 1997; 202:262-267.
4. Gosfield E, Alavi A, Kneeland B. Comparison of radionuclide bone scans and magnetic resonance imaging in detecting spinal metastases. *J Nucl Med* 1994; 34:2191-2198.
5. Avrahami E, Tadmor R, Dally O, Hadar H. Early MR demonstration of spinal metastases in patients with normal radiographs and CT and radionuclide bone scans. *J Comput Assist Tomogr* 1989; 13:598-602.
6. Fujii Y, Higashi Y, Owada F, et al. Magnetic resonance imaging for the diagnosis of prostate cancer metastatic to bone. *Br J Urol* 1995; 75:54-58.
7. Flickinger FW, Salahattin SM. Bone marrow MRI: techniques and accuracy for detecting breast cancer metastases. *Magn Reson Imaging* 1994; 12:829-835.
8. Algra PR, Bloem JL, Tissing H, et al. Detection of vertebral metastases: comparison between MR imaging and bone scintigraphy. *RadioGraphics* 1991; 11:219-232.
9. Jones KM, Unger EC, Granstrom P, et al. Bone marrow imaging using STIR at 0,5 Tesla and 1,5 Tesla. *Magn Reson Imaging* 1992; 10:169-176.
10. Hoane BR, Shields AF, Porter BA, Schulman HM. Detection of lymphomatous bone marrow involvement with magnetic resonance imaging. *Blood* 1991; 78:728-738.