



Kemik Metastazları

Halil Özer , Mehmet Sedat Durmaz 

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Temel bilgiler ve patofizyoloji
- Görüntüleme bulguları
- Kemik metastazlarının dağılımı
- Spinal metastazlar
- İdeal görüntüleme yöntemi
- Patolojik kırık

Özer H, Durmaz MS. Kemik Metastazları. Trd Sem 2021; 9: 137-155.

GİRİŞ

Kemik metastazları iskelet sisteminin en sık görülen malign hastalığı olup primer kemik tümörlerinden yaklaşık 25-35 kat daha yaygındır [1, 2]. Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl yaklaşık 140.000 yeni vaka bildirilmektedir [1, 2]. **Erişkin hastalarda kemik metastazlarının %80'i prostat, meme, akciğer, tiroid ve böbrek kanserlerinden kaynaklanmaktadır. Çocuklarda ise kemik metastazlarının çoğunluğunu nöroblastomlar ve lösemiler oluşturur [1-4]. Aksiyel iskelet yani pelvis, omurga ve kaburgalar sıklıkla etkilenirken, apendiküler iskelet nadiren tutulur (Resim 1) [5].**

Kemikler, akciğer ve karaciğerden sonra metastazdan etkilenen üçüncü en sık organdır. Meme ve prostat kanserli hastalarda en yaygın uzak metastaz bölgesi kemiklerdir [6, 7]. Meme ve prostat kanserli hastaların %70'inde; akciğer, tiroid ve renal hücreli kanserli (RCC) hastaların ise %35-40'ında otopside kemik metastazı tespit edilmiştir. Kemik metastatik

hastalığın tek tutulum bölgesi olabilir. Kemik metastazı hastaların %15'inde primer hastalık tanısı olmadan ilk bulgu olabilir ve %20-60'ında primer lezyon bulunamaz [3, 4].

Bu yazıda, kemik metastazları için klinik bulgular ve patofizyoloji kısaca gözden geçirilerek hangi hastalara nasıl görüntüleme yapılacağı, görüntüleme bulguları, spinal metastazlar ve patolojik kırıklar anlatılmaktadır.

Klinik bulgular

Hastalar en sık ağrı ile başvurur, ancak ağrı ile kemik metastazı arasındaki ilişki anlaşılmamıştır. Ağrı kemik metastazı için zayıf bir prediktör olup, ağrı olmaması kemik metastazını dışlamaz.

Kemik metastazları önemli bir morbidite nedenidir. Hareket kısıtlılığı, patolojik kırık, spinal kord ve nöral kök basısı, hiperkalsemi ve enfeksiyon gibi komplikasyonlar yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir [2, 8]. Bu nedenle doğru evreleme ve optimal tedavi için

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye

✉ Halil Özer • drhalilozer@gmail.com

© 2021 Türk Radyoloji Derneği.
Tüm hakları saklıdır.

doi: 10.5152/trs.2021.2021-11-14
turkadyolojiseminerleri.org



Resim 1. A-D. Apendiküler ve aksiyel iskelette kemik metastazları. Sağ el 1. parmak distal falanksta T1A (A) sekansta hipointens, PD (B) sekansta hiperintens izlenen, kemikte destrüksiyona yol açan ve yumuşak doku komponenti bulunan RCC metastazı. Lomber ve sakral vertebra korpuslarında yükseklik kaybına neden olmayan sagittal T1A (C) ve T2A (D) sekanlarda hipointens izlenen akciğer kanseri metastazları.

kemik metastazlarının erken tespiti önemlidir. Erken tanı komplikasyon riskini azaltır ve cerrahi fiksasyon, radyoterapi veya bifosfonat tedavisi gibi tedavi stratejilerinin uygulanmasına izin verir [3].

Patofizyoloji

Meme ve prostat kanserleri kemiğe metastaz yapma eğiliminde olduklarından, “osteotropik

tümörler” olarak isimlendirilir. Bunun aksine serviks, endometrium, mesane ve gastrointestinal kanserler nadiren kemik metastazı yaparlar [3, 9].

Uzak metastazlar tümör hücrelerinin vasküler yapılar veya lenfatik sistem aracılığı ile taşınması sonucu ortaya çıkar. Kemiklerde lenfatik sistem olmadığı için yayılım vasküler yolla olur. En sık yayılım yolu venöz sistem olup, arteriyel sistemin rolü daha azdır. Arteri-

yel sistem ile metastaza tipik örnek; pulmoner veni invaze eden akciğer kanseridir. Daha nadiren intrakardiyak tümörlere veya sağdan sola şanta bağlı olarak da görülebilir. Lokal yayılım daha az görülür. Pancoast tümörünün komşu vertebra ve kostalara invazyonu lokal yayılıma örnektir [2-4].

Akciğer ve karaciğer venöz kanı filtreleyen organlar olup, hücrelerin geçişine izin vermez. Bu durum metastatik hastalığın akciğer ve karaciğerde daha sık görülmesini açıklar. Kemik metastazları, karaciğerde veya akciğerde hastalık olmadan da ortaya çıkabilir. Bu yayılım büyük ölçüde Batson tarafından gösterilen kapak yapısı içermeyen paraspinal venöz pleksus aracılığı ile meydana gelmektedir. Batson pleksusu kafa tabanından başlayarak sakruma kadar uzanan, tüm omurgaları çevreleyen venöz ağdır. Bu venöz ağın varlığı kemik metastazlarının çoğunun aksiyel iskelet sistemi ve uzun kemiklerin proksimalinde olması ile sonuçlanır [2-4].

Kemik yapımı ve yıkımı arasındaki dengeyi sağlayan faktörlere bağlı olarak, kemik metastazları blastik (kemik oluşturan) veya litik (kemik yıkıcı) olabilir. Ancak çoğu kemik metastazında hem osteoblastik hem de osteoklastik aktivite bir arada görülür. Litik metastazlar agresif olma eğilimindeyken, sklerotik metastazlar tipik olarak daha yavaş progresyon gösterir. Patolojik süreçlere sekonder görülen normal reaktif kemik oluşumu da skleroz ile sonuçlanır. Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta kemik metastazları öncelikle kemik iliğini infiltre eder, kortikal yıkım ise daha sonra görülür, bu durum kemik metastazlarının tanısında gecikmeye neden olur [2-4, 9-11].

Kemik metastazlarının dağılımı

Kanlanma ve kırmızı kemik iliğinin fazla olması nedeniyle vertebra, pelvis, kostalar ve uzun kemiklerin proksimal kesimleri metastazların başlıca tutulum yerleridir. Metastazların daha az yerleşim gösterdiği bölgeler mandibula, patella ve uzun kemiklerin distal kesimleridir. Apendiküler iskeletteki metastazlar en sık akciğer kanserlerine sekonder görülür ve tipik

olarak skafoid, lunat ve falankslar etkilenir (Resim 2) [3].

GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

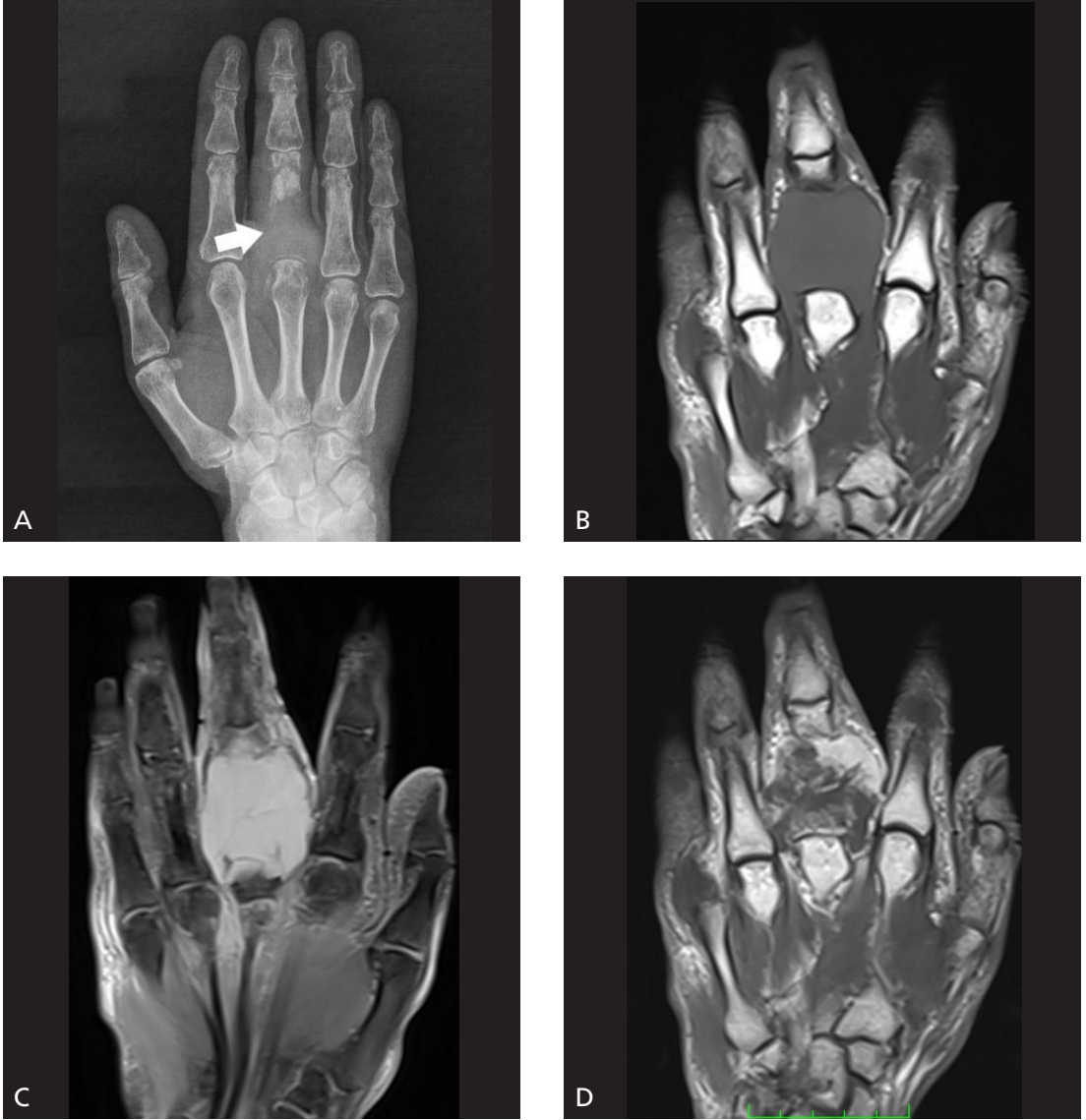
Kırk yaş üstü hastalarda kemikte ortaya çıkan yeni lezyon, aksi ispat edilinceye kadar metastaz olarak kabul edilir. Görüntüleme hastanın klinik, fizik muayene ve laboratuvar bulgularına bağlı olarak yapılmalıdır. Primer hastalık ve hastalığın metastatik yayılımı belirlenmelidir [2-4].

Primer kanser tanısı bilinen hastalarda kemik metastazı tarama konusunda herhangi bir görüş birliği yoktur. Hastalar progresif kemik ağrısı ile başvurursa görüntüleme endikasyonu vardır. Ekstremiteler lezyonlarında etkilenen bölgenin ilk olarak radyografi ile değerlendirilmesi, patolojik kırık şüphesi varsa bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile değerlendirme önerilir. Sırt ağrısı olan hastalarda ise nörolojik bulgular olmasa bile metastazı göstermek, spinal kanal uzanımını belirlemek ve kord kompresyonunu dışlamak için MRG yapılmalıdır.

Hastalığın evrelemesi ve tedavi takibi için tüm aktif tutulum bölgelerini hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirebilen ideal görüntüleme yöntemi kullanılmalıdır. Tek bir görüntüleme yöntemi tüm bu kriterleri karşılamayabilir. Tüm vücut görüntüleme teknikleri arasında kemik sintigrafisi (KS), BT, pozitron emisyon tomografisi BT (PET/BT) ve MRG bulunmaktadır. Bu görüntüleme tekniklerinden hangisinin veya hangilerinin seçileceğine hastanın mevcut klinik durumuna göre karar verilmelidir [2-4]. PET/BT kanser hastalarının çoğunda kemik ve kemik dışı metastazlarının belirlenmesi için en uygun tanısal tetkiktir. Mikst litik-blastik veya blastik tümörlerin taraması KS ile yapılabilir.

Radyografi

Radyografiler kemik ağrısı olan hastalarda ilk görüntüleme yöntemidir. Kemik taraması ile saptanan bulguları doğrulamak için de yaygın olarak kullanılmaktadır [3, 6]. Radyografilerin metastatik kemik hastalığında duyarlılığı düşük olup,



Resim 2. A-D. Akciğer kanserine bağlı falanks metastazı. (A) Radyografide 3. parmak proksimal falaksta kemikte destrüksiyona yol açmış kötü sınırlı litik lezyon (ok). MRG'de koronal T1A'da (B) hipointens, PD'de (C) hiperintens izlenen ve heterojen kontrast tutulumu gösteren (D), yumuşak doku komponenti bulunan kemik lezyonu.

asemptomatik hastaların taramasında genellikle kullanılmaz [3, 9, 12]. Ancak vertebral dizilim ve belirgin kompresyon kırıklarının belirlenmesi için spinal radyografiler kullanılabilir. Ayrıca pür litik lezyonların tespitinde radyografiler KS'den daha duyarlı olup, multipl myelom hastalarında radyografik kemik survey ilk evrelemede hala standart olarak kullanılmaktadır.

Kemik metastazları; litik, blastik, mikst litik/blastik ve litik blow-out gibi farklı radyografik

paternlerde görülebilir. En sık litik patern görülür ve coğrafik, güve yeniği tarzında ya da permeatif tipte kemik yıkımı görülebilir (Tablo 1) [2-4].

Litik metastazlar primer tümöre özgü değildir. Meme ve akciğer en sık litik kemik metastazı yapan primer tümörlerdir. Litik blow-out paterni primer tümör bölgesi için daha spesifiktir. Tipik olarak RCC ve tiroid karsinomlarında görülür, ancak meme ve akciğer karsinomlarında da görülebilir. Bazı akciğer, meme ve gast-

Tablo 1: Primer kanserlerin metastatik görüntüleme paternleri

Litik	Mikst	Blastik
KHDAK	Meme	Prostat
Böbrek	GİS	Karsinoid
Multipl myelom	Skuamoz hücreli kanserler	KHAK
Tiroid		Hodgkin lenfoma
Baş-boyun		Medulloblastom
Nöroblastom		
Malign melanom		

GİS: Gastrointestinal sistem, KHAK: Küçük hücreli akciğer kanseri, KHDAK: Küçük hücreli dışı akciğer kanserleri

rointestinal sistem tümörlerinde mikst (litik/blastik) patern görülebilir [2-4].

Blastik metastazlar daha çok prostat karsinomuna bağlı olarak görülür. Daha az sıklıkta karsinoid tümör, medulloblastom, meme ve küçük hücreli akciğer karsinomlarına bağlı görülebilir (Resim 3) [2-4].

Lezyonun radyografik olarak belirgin hale gelmesi için gereken litik yıkım miktarı lezyonun kemik içindeki yerleşim yerine bağlıdır. Kortikal ve intrakortikal lezyonlar küçük boyutlarda bile belirgin hale gelirken, intramedüller lezyonlar ancak büyük boyutlara ulaştıktan sonra radyografik olarak tespit edilebilirler [13].

Litik lezyonlar tipik olarak intramedüller kemiklerin trabeküllerinde incelmeye neden olur ve kötü sınırlı görülür. Kötü sınır özelliği normal kemik ile litik lezyon arasındaki anormal trabeküllere bağlı olarak oluşur. Blastik metastazlar ise klasik olarak, kalınlaşmış trabeküllere sekonder oldukça iyi sınırlı yuvarlak nodüler lezyonlar olarak görülür [3, 14].

Kemik metastazları reaktif yeni kemik oluşumu veya skleroz ile iyileşebilir. Skleroz lezyonun kenarlarından başlayarak merkeze doğru ilerler. **Litik bir metastazdaki sklerotik değişiklik genellikle tedaviye yanıtı gösterir. Sklerotik veya mikst lezyonlarda yeni gelişmiş osteolizis, mevcut osteolizisin artması ve mevcut lezyonun boyut artışı göstermesi progresyon göstergeleridir [3, 15].**

Radyografik olarak tedavi yanıtını değerlendirmede birtakım zorluklar bulunmaktadır.

Öncelikle herhangi bir radyografik değişikliğin ortaya çıkması için yaklaşık 3-6 ay gereklidir. Radyografiler yumuşak doku metastazları hakkında da bilgi vermez. Ayrıca iyileşme ve yeni kemik oluşumuna bağlı sklerotik lezyonları, yeni sklerotik metastazlardan ayırt etmek zordur [3, 16, 17].

Bilgisayarlı tomografi

Çok kesitli helikal BT cihazları ile izotropik voksellerde görüntüleme yapılarak, yüksek kaliteli koronal ve sagittal reformat görüntüleri kolaylıkla elde edilebilir. Multiplanar görüntüleme ile özellikle pelvis ve apendiküler iskelette hastalığın uzanımı daha iyi değerlendirilebilir [2, 4]. MRG'nin kontendike olduğu durumlarda (kalp pili), solunum ve kalp hareketleri nedeniyle iyi görüntülenemeyen anatomik bölgelerde (kostalar ve sternum) ve kemik dışı organ metastazlarının değerlendirilmesinde BT tetkiki tercih edilir. BT ile kemik korteksi ve dolayısıyla da korteks bütünlüğü yüksek çözünürlükte görüntülenerek değerlendirilir. BT perkutan biyopsiye kılavuzluk için de kullanılabilir [3, 15].

BT'nin kortikal ve trabeküler kemik için çözünürlüğü radyografilere kıyasla oldukça üstündür. BT'de yumuşak doku çözünürlüğü MRG'den düşük olsa da, kemik destrüksiyonu olmadan önce kemik iliği metastazlarını gösterebilir (Resim 4). Böylece radyografide izlenemeyen kemik metastazlarının daha



Resim 3. A-D. Litik, blastik, mikst, litik blow-out kemik metastazlarının radyografik görünüşleri. (A) Vertebra, kosta ve pelvik kemiklerde meme kanserine bağlı litik lezyonlar (oklar). (B) Sağ femur büyük trokanterde meme kanseri metastazı ile uyumlu mikst litik/blastik kemik lezyonu (ok). (C) Sol humerus proksimal metadiafizer kesimde prostat kanserine bağlı sklerotik kemik lezyonları (oklar). (D) Sağ el 1. parmakta kortikal düzensizliğe ve patolojik kırığa yol açan RCC metastazına bağlı litik blow-out kemik lezyonu (ok).

erken tespitini sağlar. Kemik metastazı tanısında BT'nin duyarlılığı KS'den düşük olup duyarlılık %77, özgüllük %83 bulunmuştur (Tablo 2) [18].

Metastatik kemik lezyonlarında kemoterapi veya radyoterapiye yanıt olarak ortaya çıkabilen sklerotik değişiklikler BT ile gösterilebilir. BT'de Hounsfield unit (HU) kullanılarak, kemik metastazlarındaki sklerotik değişiklikler

kantifiye edilebilir ve tedavi yanıtı objektif olarak değerlendirilebilir [3, 16].

Kolay erişilebilirlik ve hızlı görüntüleme, BT'nin önemli üstünlükleridir. Ancak yumuşak doku kontrastı MRG'den belirgin daha düşüktür. Bu nedenle spinal kanal uzanımı, kord basısı, sinir basısı, komşu yumuşak doku veya eklem tutulumundan şüpheleniliyorsa, MRG tercih edilmelidir.



Resim 4. A-C. Kemik iliğini göstermede MRG'nin önemi. (A) BT'de Lomber vertebralarda prostat kanserine bağlı sklerotik metastazlar güçlükle seçilebilmektedir. MRG'de kontrast öncesi (B) ve sonrası T1A (C) sekanslarda metastatik kemik lezyonları kolaylıkla seçilebilmektedir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Diffüz kemik iliği tutulumunu gösteren en iyi görüntüleme yöntemi MRG'dir. Ayrıca MRG lokal hastalığı değerlendirmede diğer görüntüleme yöntemlerinden üstündür (Resim 4). Lezyonun komşu yumuşak dokuya uzanımı, eklem ve nörovasküler yapılar üzerindeki etkisi MRG ile daha iyi gösterilebilir. Vertebra metastazlarını değerlendirmede tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Benign ve malign kompresyon kırıklarının ayırımında faydalıdır. Spinal kord ödemi göstermesi MRG'nin üstünlüğüdür.

İyonizan radyasyon içermediği için MRG gebe hastalarda da kullanılabilir [2-4, 19].

MRG kortikal yıkım ve osteoblastik süreç olmadan kemik iliğinde tümör tutulumunu gösterebilir. Kemik metastazlarının tanısında MRG'nin duyarlılığı FDG-PET/BT ile benzer, BT veya KS'ye göre ise daha yüksektir. MRG için duyarlılık ve özgüllük sırasıyla %90 ve %96 bulunmuştur [18].

Kemik metastazları için standart MRG protokolü farklı planlarda elde edilmiş T1 ağırlıklı (T1A) ve yağ baskılı T2A sekanslarından oluşur. Yağ baskılı T2A sekans yerine short tau inversiyon recovery sekansı (STIR) kullanıla-

Tablo 2: Metastatik kemik lezyonu ve kemik hastalığı tanısında görüntüleme yöntemlerinin duyarlılık ve özgüllükleri

Görüntüleme Yöntemi	Duyarlılık	Özgüllük
Metastatik kemik lezyonu		
BT	77,1	83,2
Kemik sintigrafi	75,1	93,6
MRG	90,4	96,0
FDG-PET/BT	94,2	97,2
Metastatik kemik hastalığı		
BT	72,9	94,8
Kemik sintigrafi	86,0	81,4
MRG	90,6	95,4
FDG-PET/BT	93,7	97,4

BT: Bilgisayarlı tomografi, KS: Kemik sintigrafi, MRG: Manyetik rezonans görüntüleme, FDG-PET/BT: Florodeoksiglikoz pozitron emisyon tomografi/ Bilgisayarlı tomografi

bilir. Kimyasal yağ baskılama teknikleri manyetik alan gücü ve cihaza bağlıdır. STIR sekansı özellikle geniş görüntüleme alanı (FOV= Field of View), metalik artefaktlar ve diğer manyetik alan inhomojeniteleri gibi durumlarda, diğer yağ baskılama tekniklerine üstünlük gösterir. Yumuşak doku uzanımlarını belirlemede ve karakterize edilemeyen lezyonlarda kontrast madde yararlıdır. Aynı seansta beyin ya da visseral organ metastazlarını tespit etmek için MRG yapılacak ise kontrast madde kullanılır [2-4].

Normal kemik iliği yüksek oranda yağ içerir ve T1A görüntülerde yüksek sinyalli olarak izlenir. Metastatik hastalıkta tümör hücreleri yağlı kemik iliğinin yerini alır ve T1A görüntülerde düşük sinyalli odaklar şeklinde görülür. T2A görüntülerde bulgular farklı tümör tipine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Litik lezyonlar yüksek sinyalli, blastik lezyonlar ise kemik iliğine göre düşük sinyalli veya izointens izlenir (Resim 5 ve 6). Düşük sinyalli lezyonların (blastik) çevresinde T2A'da sinyal artışı (halo işareti) izlenebilir ve malignite için oldukça spesifiktir. Hemoraji veya melanin içeriğine bağlı olarak (malign melanom) kemik metastazları T1A'da yüksek sinyal odakları gösterebilir. Metastazlar genellikle normal

dokuya göre daha fazla kontrast tutulumu gösterir [2-4].

MRG kısa T2 relaksasyon süresi nedeniyle kemik korteksinin değerlendirilmesinde yetersizdir. Bu nedenle kostalar gibi korteksi daha belirgin olan kemikler, aynı zamanda solunum hareketi de olduğundan BT ile daha iyi değerlendirilir [2].

MRG kemik metastazı ile benign kırıkların ayırımında yardımcıdır. Bu durum özellikle, benign yetmezlik kırıkları ve metastazların sık görüldüğü vertebra korpusları ve pelvik kemiklerde çok önemlidir. T1A'da kırık çevresinde izlenen iyi sınırlı düşük sinyalli alanlar patolojik kırığı düşündürür (Resim 7) [20]. İleri MRG teknikleri problem çözücü olarak kullanılabilir. Dinamik kontrastlı MRG'de, metastatik kemik lezyonları hızlı kontrast tutulumu ve erken kontrast yıkanması gösterir [21]. Kimyasal şift MRG'de, faz dışı sekanslarda en az %20'lik sinyal kaybı metastatik kemik hastalığını önemli ölçüde dışlar [2, 22]. Diffüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ile elde edilen yüksek sinyal, tümör hücrelerinin ekstrasellüler boşlukta ki suyun serbest hareketini engellemesi sonucu görülür [2, 4, 19]. Kırık bölgesindeki kemik iliğinin görünür difüzyon katsayısı (ADC) değerleri, benign kırıkların patolojik kırıklardan ayırt edilmesinde yardımcıdır.



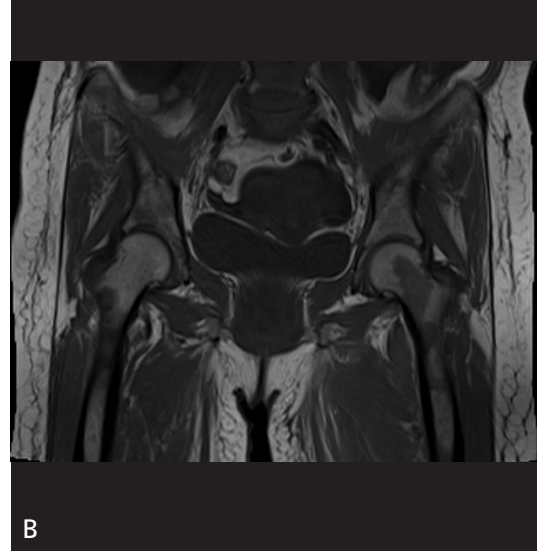
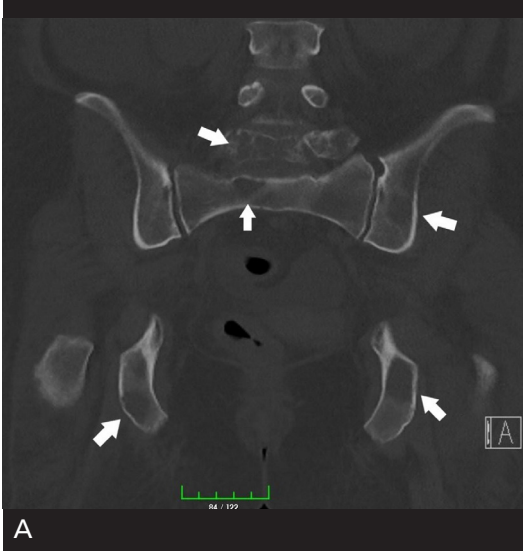
Resim 5. A-D. Blastik kemik metastazının BT ve MRG görünümü. (A) BT’de vertebra korpus ve posterior elemanlarında prostat kanserine bağlı sklerotik kemik metastazları. MRG’de sklerotik metastaz ile uyumlu T1A (B) ve T2A yağ baskılı (C) sekanslarda hipointens görünüm. (D) Kemik sintigrafisinde tüm kemikler değerlendirilerek yaygın kemik metastazı ile uyumlu tutulumlar izlenmektedir.

MRG, metastatik kemik hastalığında tedavi yanıtını değerlendirmek için kullanılabilir. Tedavi yanıtını değerlendirirken lezyonlarının boyut ve sayısı yanında, T1A sekanslarda oluşan sinyal değişiklikleri de dikkate alınmalıdır. DAG, morfolojik değişiklikler görülmeden tedavi yanıtını değerlendirmek için kullanılabilir. Tümör hücrelerinin ölmesi ile ekstrasellüler boşlukta hacimsel artış meydana gelir. Bu artış sıvıların serbest difüzyo-

nuna izin verir ve ADC değerindeki artış ile sonuçlanır [16, 17].

Kemik Sintigrafisi

Teknesyum-99m (Tc-99m) tüm vücut KS, kemik metastazı taramasında en yaygın kullanılan ve maliyeti düşük bir görüntüleme yöntemidir. Radyolojik görüntüleme tekniklerinin aksine, fonksiyonel bir değerlendirme sağlar.



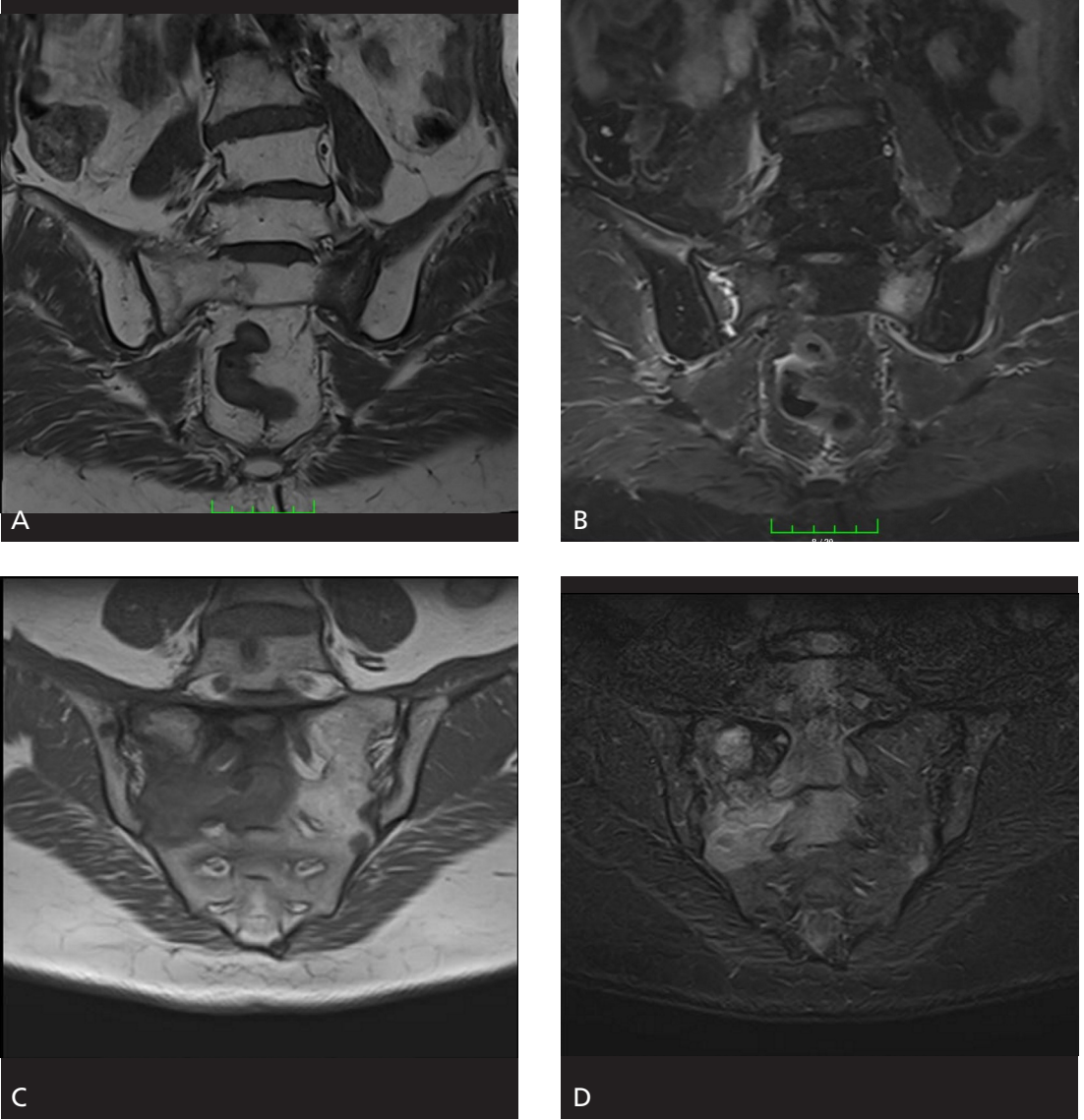
Resim 6. A-C. Litik kemik metastazlarının BT ve MRG görünümü. (A) BT’de lomber vertebra ve pelvik kemiklerde litik meme kanseri metastazları (oklar). MRG’de pelvik kemikler ve her iki femurda litik kemik metastazları ile uyumlu T1A (B) sekanslarda hipointens, aksiyel yağ basıklı T2A (C) sekanslarda hiperintens görünüm.

Tc-99m metilen difosfonat (MDP) en sık kullanılan radyofarmasötiktir. **Etiyolojinin iyi ya da kötü huylu olmasından bağımsız olarak osteoblastik aktivitenin arttığı yerlerde tutulum görülür ve osteoblastik kemik metastazları (prostat ve meme kanseri) tanısında oldukça güvenilirdir.** Kemik sintigrafisinin önemli bir avantajı aynı anda tüm kemiklerin görüntülenebilmesidir (Resim 5) [2, 3].

KS metastatik kemik hastalığının saptanmasında oldukça duyarlı ve özgündür. Yapılan bir meta-analizde KS’nin duyarlılığı %86, özgüllüğü %81 olarak bildirilmiştir [18]. Bunun yanında, KS osteoblastik aktivitesi çok az olan

veya hiç olmayan tümörleri (multipl myelom, RCC, tiroid ve baş-boyun kanserleri gibi) saptamada az duyarlıdır [2, 3].

KS’nin en önemli dezavantajı spesifik olmasıdır. Birden fazla lezyon saptanması metastatik kemik hastalığı lehinedir. Eozinofilik granülom, fibröz displazi ve enkondrom gibi polioyotik hastalıklar metastatik kemik hastalığını taklit edebilir. Dejeneratif vertebral hastalıklar tutulum yapabileceği için KS ile vertebraların değerlendirilmesi zordur. Bu nedenle benign nedenleri dışlamak için radyografi, BT ve MRG gibi radyolojik görüntüleme yöntemleri ile korelasyon gereklidir. Uzaysal çözü-



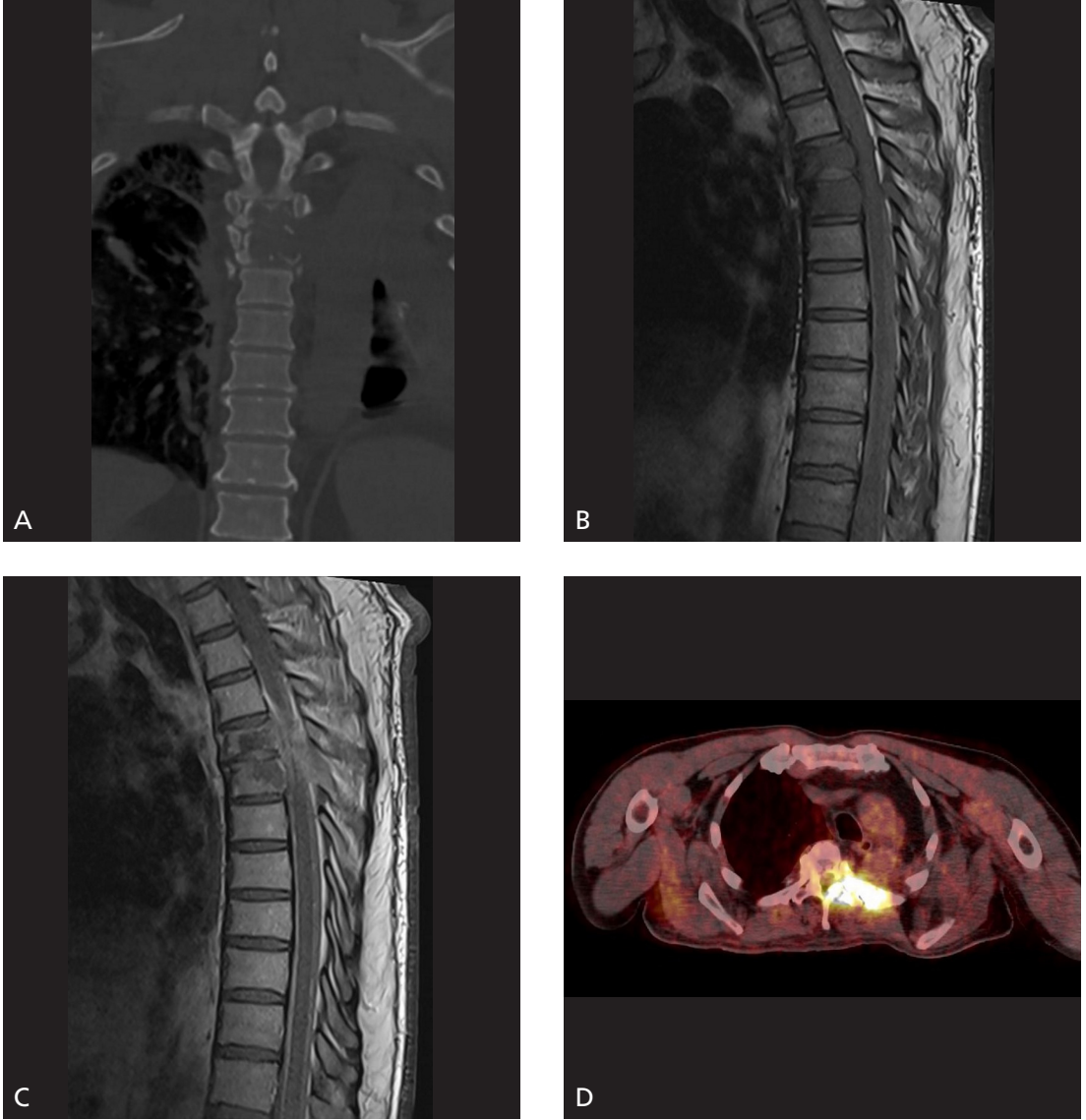
Resim 7. A-D. Yetmezlik kırığı ve sakrum metastazı. Bilinen hastalığı olmayan kadın hastada yetmezlik kırığını ile uyumlu koronal T1A (A) ve yağ baskılı koronal T2A (B) sekanslarda her iki tarafta vertikal uzanımlı lineer fraktür hatları ve solda eşlik eden kemik iliği ödemi. Akciğer kanseri olduğu bilinen kadın hasta, sakrum vertebra korpuslarında ve sağ yarısında metastaz ile uyumlu T1A'da (C) hipointens ve yağ baskılı T2A'da (D) hiperintens lezyon.

nürlüğünün düşük olması, direk olarak tümör hücrelerini göstermemesi, litik lezyonların az veya hiç tutulum göstermemesi diğer dezavantajlarıdır [3].

Pozitron Emisyon Tomografisi / Bilgisayarlı tomografi

PET/BT günümüzde birçok kanser evrelemesi ve tedavi yanıtının değerlendirilmesi

amacıyla kullanılan moleküler görüntüleme yöntemidir. Kemikler ile birlikte diğer uzak metastazları tespit etmede yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir. Kemik metastazları için sodyum florid (18F-NaF) veya fluoro-2-deoksi-glikoz (18F-FDG) kullanılabilir. **FDG** tümör hücrelerindeki artmış metabolik aktiviteyi gösterir. **KS'**e göre daha özgüldür, ancak duyarlılığı özellikle blastik metastazlarda daha düşüktür. Bu durum blastik kemik metastazla-



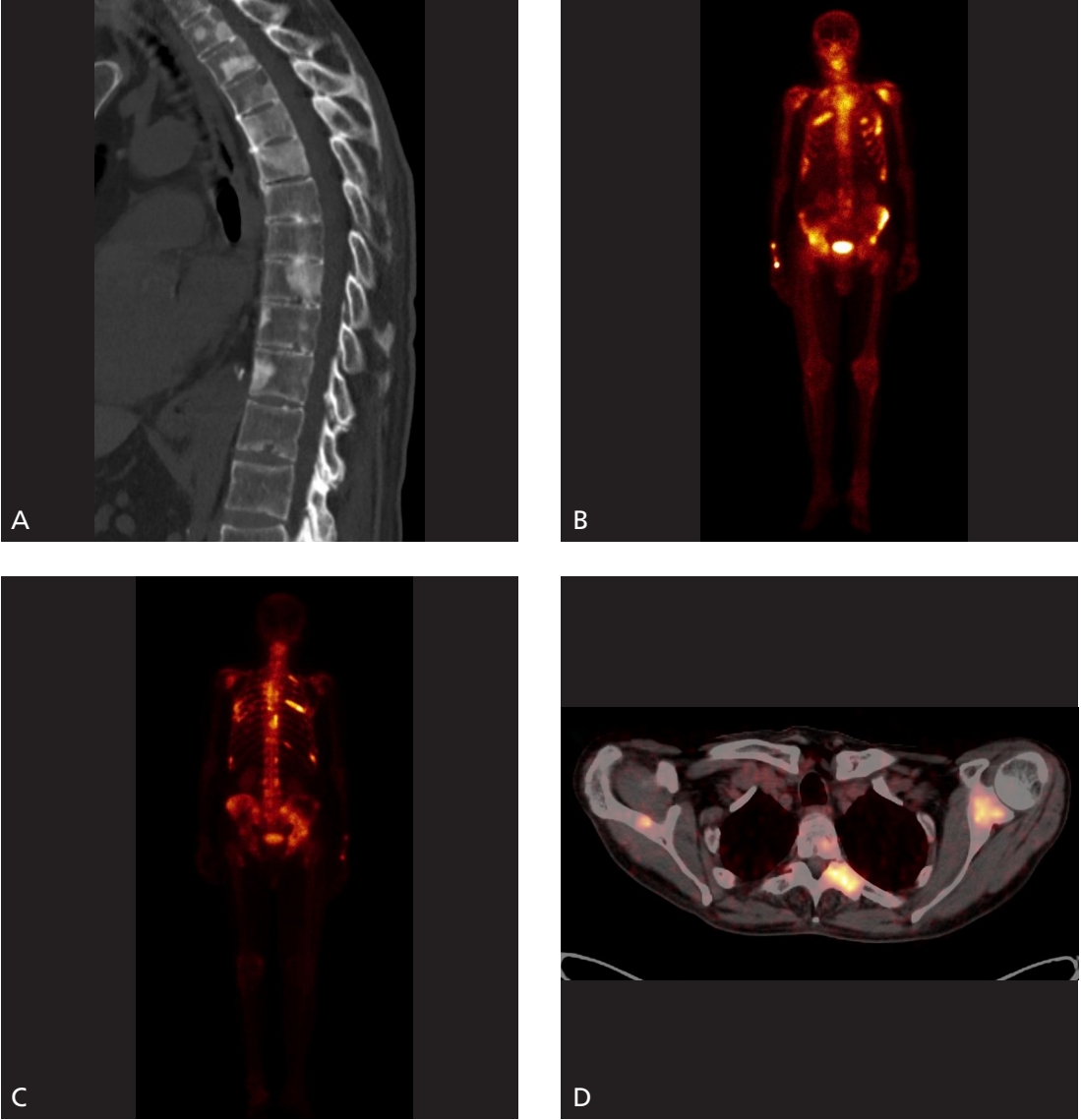
Resim 8. A-D. MRG ve FDG-PET/BT. Akciğer kanserine bağlı vertebra metastazları. (A) BT'de T5 ve T6 vertebra korpuslarında ve posterior elemanlarında litik lezyonlar. MRG'de kontrast öncesi (B) ve sonrası (C) T1A sekanslarda hipointens, kontrast tutulumu gösteren kemik lezyonları. MRG'de aynı zamanda dural kontrastlanma ve spinal kanal uzanımı izlenebilmiştir. FDG PET/BT'de ise (D) lezyonlarda belirgin tutulum mevcuttur.

rında metabolik aktivitenin daha az olması ile ilişkilidir (Resim 8) [2-4].

Kemik metastazları tanısında FDG-PET/BT için duyarlılık ve özgüllük sırasıyla, %94 ve %97 bildirilmiştir [18] Metabolik olarak aktif litik kemik metastazlarının (tiroid, renal ve baş-boyun) taraması için FDG PET/BT daha uygundur [23, 24]. Meme ve prostat kanseri olan hastalarda litik kemik metastazları daha az görüldüğü için KS standart tarama yöntemi-

dir [2-4]. Litik tutulum yapan multipl myelom, minimal reaktif kemik değişiklikleri ile hızlı progresif metastaz yapan lenfoma ve primer litik tümör olan Ewing sarkomunda da FDG PET/BT tercih edilir [25]. FDG PET/BT multipl myelom hastalarında benign ve malign vertebra kırıklarının ayırımında da yararlıdır [2].

18F-NaF PET/BT metastatik kemik hastalığı tanısında KS'ye göre daha yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir. NaF tümör hücrele-



Resim 9. A-D. Kemik sintigrafisi ve PSMA PET/BT. Prostat kanserine bağlı vertebra metastazları. (A) BT'de vertebra korpus ve posterior elemanlarında sklerotik kemik lezyonları. Kemik sintigrafisinde ön (B) ve arka (C) görüntülerde tüm vücuttaki kemik metastazları kolay bir şekilde değerlendirilebilmektedir. (D) PSMA PET/BT'de vertebra ve her iki skapula kemik metastazlarına artmış PSMA tutulumları.

rinden bağımsız olarak osteoblastik aktivite alanlarında tutulum gösterir. NaF-PET/BT için duyarlılık ve özgüllük sırasıyla, %96 ve %99 bildirilmiştir [26]. FDG ile karşılaştırma henüz yapılmamıştır. Prostat ve meme kanserinde KS bulguları şüpheli ise, NaF-PET/BT alternatif olarak kullanılabilir [3].

Ga-68 ile işaretlenmiş prostat-spesifik membran antijeni (Ga-68 PSMA-11) prostat kanseri şüphesi olan hastalarda tanısal ve evreleme amaçlı

kullanılmaktadır. Kemik metastazlarının saptanmasında duyarlılığı %96, özgüllüğü %99 olarak bildirilmiştir [27, 28]. Pelvik lenf nodlarının gösterilmesinde de diğer konvansiyonel görüntüleme yöntemlerine üstündür (Resim 9) [28].

Tüm vücut MRG

Hızlı sekanslar ile birlikte birden fazla anatomik lokalizasyondan bilgi toplayan çok kanallı

tarayıcıların kullanıma girmesi, uzaysal çözünürlükten kayıp olmadan kısa sürede tüm vücut MRG imkanı sağlamıştır. Tüm vücut MRG'de güncel yaklaşım, koronal planda kontrastsız morfolojik görüntüler (T1A ve T2A) ve aksiyel planda DAG'dir. Kemik taraması için vertebralara yönelik sagittal planda ek görüntüler elde edilir [29]. Tüm vücut MRG metastatik kemik hastalığının saptanmasında KS'ye göre daha iyi, PET/BT ile karşılaştırıldığında ise benzer tanısal performansa sahiptir.

Tüm vücut MRG tedavi yanıtını değerlendirmede konvansiyonel görüntüleme yöntemlerine üstündür. Tedavi yanıtı; lezyon boyutu, morfolojik özellikleri, T1A ve T2A sekanslardaki sinyali ve ADC değerleri kullanılarak değerlendirilebilir [18, 29].

SPİNAL METASTAZLAR

Vertebralara, kanlanması ve aktif kemik iliği fazla olduğu için kemik metastazlarının en sık tutulum yeridir. Kanser hastalarının yaklaşık %50'sinde kemik metastazı görülmekte olup bunların %40-70'i vertebra tutulumudur. Daha az sıklıkta pelvis, kosta, kalvaryum ve femur tutulumu görülür. Torakal vertebra tutulumu en sık görülürken, servikal vertebra tutulumu nadirdir. Vertebraların korpusları daha sık etkilenir. Asemptomatik olabileceği gibi, klinik bulguları sırt ağrısı, radiküler ağrı, güçsüzlük, his kaybı, inkontinans, patolojik fraktür, kord basısı ve paralizisi gibi çok geniş spektrumda görülebilir [2, 19].

Vertebra korpus lezyonlarının lateral radyografilerde görünür hale gelmesi için vertebral korpusun %50-75 kadarı yıkıma uğraması gerektiği deneysel olarak gösterilmiştir [13]. Pedikül tutulumu daha kolay tespit edilebilir ve ön-arka radyografilerde göz kırpan baykuş (winking owl) işareti olarak görülür. Pedikül tutulumu metastaz için tipik olmakla birlikte, geç dönem bulgusudur [3, 4].

Vertebral kompresyon daha çok metastaza bağlı gelişir, ancak benign hastalıklara bağlı olarak da görülebilir. Radyografik olarak benign veya malign vertebral kompresyon ayrımı mümkün olmasa da, bazı önemli tanısal ipuçla-

rı bulunmaktadır. Vertebral kompresyonda kırık hattında izlenen hava dansiteleri avasküler nekroz sonucu görülür ve benign hastalıkları düşündürür. Servikal ve üst torakal vertebraların (T6 seviyesinin üzerinde) benign kompresyon kırıkları nadirdir. Kemik destrüksiyonu ve vertebra platosunda izlenen akut açılanma da daha çok metastazı akla getirmektedir [2, 19].

MRG benign ve malign vertebra kompresyon kırıklarını ayırt etmeye yardımcı olabilir. Kemik fragmanının retropulsiyonu, T2A sinyal artışının olmaması, T1A kemik iliği yağ sinyalinin korunması ve konkav arka köşe daha çok benign osteoporotik kırığı düşündürür. Kırık hattı belirgin olup T2A sekanslarda yüksek sıvı sinyaline sahiptir, kırık komşuluğunda horizontal bant benzeri görünüm izlenir. Patolojik kompresyon kırığında kırık hattı belirsiz olup, lezyonlar yuvarlak veya diffüz görünümündedir. Vertebra korpus posterior kesiminin spinal kanal içine konveks olarak uzanması, epidural kitlenmesi, pedikül tutulumu, T2A sekanslarda yüksek veya heterojen sinyal özelliği, yumuşak doku komponenti ve kontrast tutulumu malign kompresyon kırığını düşündürür (Resim 10) [2, 4, 30]. Daha önce anlatılan ileri MRG teknikleri de benign ve malign vertebra kompresyon kırıklarını ayırt etmek için kullanılabilir.

PET/BT ve kemik sintigrafisinde tipik olarak dağınık tutulum odakları görülür. Vertebra endplatoları ve faset eklemlerdeki tutulum metastatik hastalıktan ziyade benign bir olayı düşündürür [2].

YUMUŞAK DOKU METASTAZLARI

Küçük subkutan lezyonlar yaygın metastatik hastalıkta görülebilir. Daha büyük ve derin yerleşimli lezyonlar ise nadir olup, özellikle akciğer kanserine bağlı olarak görülebilir (Resim 11). Soliter büyük lezyonlarda öncelikle primer yumuşak doku tümörleri düşünülmelidir. Ancak, görüntüleme bulguları spesifik değildir [2, 4].

PATOLOJİK KIRIK

Patolojik kırık en sık meme kanseri metastazlarına bağlı olarak görülür. Alt ekstremitelerde



Resim 10. A-D. Benign ve malign vertebra kırığı. T1A (A) ve yağ baskılı T2A (B) sekanslarda L1 vertebra korpusunda yükseklik kaybı. Kemik iliği sinyalinin korunması, T2A sinyal artışının olmaması, kemik fragmanın retropulsiyonu ve arka köşenin konkav olması benign kırık lehine. Kontrast öncesi (C) ve sonrası (D) T1A sekanslarda L3 vertebra korpusunda çökme fraktürü. Kemik iliği yağlı sinyalinin kaybı, kırık hattının belirsiz olması, konveks arka köşe, yumuşak doku komponenti, kontrast tutulumu ve epidural uzanım malign vertebral kompresyon kırığını lehine.

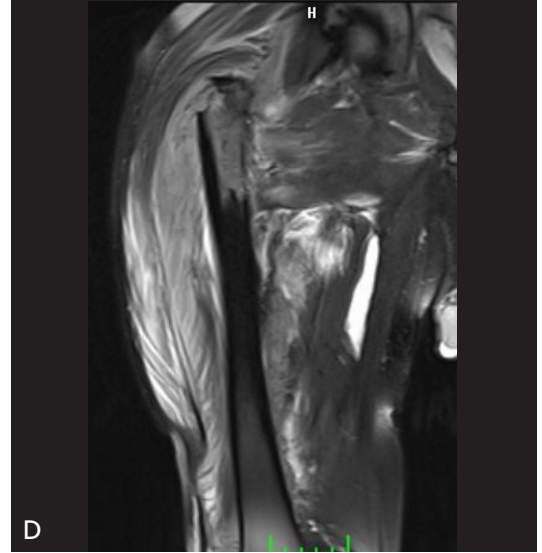
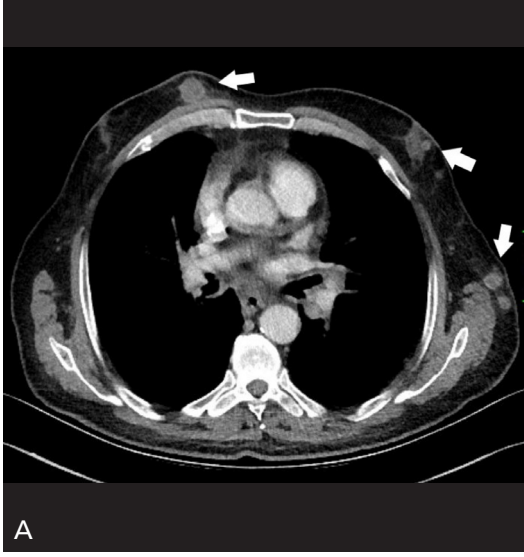
daha sık görülür. Travma ile ilişkili olmayan kırıklar, transvers kırıklar ve küçük trokanterin travmatik olmayan avülsiyonu patolojik kırığı düşündürür [2-4].

Radyografide altta yatan litik, blastik veya mikst tip lezyon alanı boyunca görülen basit transvers kırık patolojik kırığı düşündürmelidir. MRG'de ise, normal yağlı kemik iliğinin izlenmemesi, en-

dosteal çentiklenme ve yumuşak doku komponenti patolojik kırığı düşündürür (Resim 11) [2-4].

TEDAVİ YANITININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kemik metastazlarının tedavi yanıtının değerlendirilmesinde yumuşak dokular için oluş-



Resim 11. A-D. Yumuşak doku metastazı ve patolojik fraktür. (A) Akciğer kanserine bağlı cilt altı yumuşak doku metastazları (oklar). Mesane kanseri metastazına bağlı sağ femurda patolojik fraktür. Radyografide (B) sağ femur proksimal diafiz kesimde transvers fraktür hattı ve altta yatan kortikal incelleme ve düzensizliğe neden olan, düzensiz sınırlı litik lezyon. T1A (C) sekanslarda yağlı kemik iliği sinyalinin kaybı, T2A (D) sekanslarda ödem ve yumuşak doku komponenti olması patolojik kırık lehine.

turulan morfolojik yanıt kriterleri kullanılmaz. Blastik lezyonların değerlendirilmesi ise daha zordur. BT ve sintigrafi gibi konvansiyonel görüntüleme yöntemleri, kemik metastazlarının tedavi yanıtını değerlendirmede düşük doğruluğa sahiptir. PET/BT ve tüm vücut MRG gibi fonksiyonel görüntüleme yöntemleri tedavi yanıtını değerlendirmek için kullanılabilir [2-4, 19, 29].

Kaynaklar

- [1]. Mundy GR. Metastasis to bone: causes, consequences and therapeutic opportunities. *Nat Rev Cancer* 2002; 2: 584-93. [\[Crossref\]](#)
- [2]. Kim SH, Smith SE, Mulligan ME. Hematopoietic tumors and metastases involving bone. *Radiol Clin North Am* 2011; 49: 1163-83, vi. [\[Crossref\]](#)
- [3]. O'Sullivan GJ, Carty FL, Cronin CG. Imaging of bone metastasis: An update. *World J Radiol* 2015; 7: 202-11. [\[Crossref\]](#)

- [4]. Mulligan ME, Flemming DJ, Murphey MD. Metastatic disease. In: Pope T, Bloem HL, Beltran J, Morrison WB, Wilson DJ. Musculoskeletal imaging: Elsevier Health Sciences; 2014.
- [5]. Zampakis P, Romanos O, Kraniotis P, Solomou EK. Skeletal metastases: an update of the literature with pictorial review. *J Buon* 2011; 16: 24-37.
- [6]. Costelloe CM, Rohren EM, Madewell JE, Hamaoka T, Theriault RL, Yu TK, et al. Imaging bone metastases in breast cancer: techniques and recommendations for diagnosis. *Lancet Oncol* 2009; 10: 606-14. [\[Crossref\]](#)
- [7]. Gandaglia G, Abdollah F, Schiffmann J, Trudeau V, Shariat SF, Kim SP, et al. Distribution of metastatic sites in patients with prostate cancer: A population-based analysis. *Prostate* 2014; 74: 210-6. [\[Crossref\]](#)
- [8]. Coleman RE. Clinical features of metastatic bone disease and risk of skeletal morbidity. *Clin Cancer Res* 2006; 12: 6243s-9s. [\[Crossref\]](#)
- [9]. Roberts CC, Daffner RH, Weissman BN, Bancroft L, Bennett DL, Blebea JS, et al. ACR appropriateness criteria on metastatic bone disease. *J Am Coll Radiol* 2010; 7: 400-9. [\[Crossref\]](#)
- [10]. Guise TA, Mohammad KS, Clines G, Stebbins EG, Wong DH, Higgins LS, et al. Basic mechanisms responsible for osteolytic and osteoblastic bone metastases. *Clin Cancer Res* 2006; 12: 6213s-6s. [\[Crossref\]](#)
- [11]. Yu HH, Tsai YY, Hoffe SE. Overview of diagnosis and management of metastatic disease to bone. *Cancer Control* 2012; 19: 84-91. [\[Crossref\]](#)
- [12]. Hamaoka T, Madewell JE, Podoloff DA, Hortobagyi GN, Ueno NT. Bone imaging in metastatic breast cancer. *J Clin Oncol* 2004; 22: 2942-53. [\[Crossref\]](#)
- [13]. Edlert GA, Gillespie PJ, Grebbell FS. The radiological demonstration of osseous metastases. Experimental observations. *Clin Radiol* 1967; 18: 158-62. [\[Crossref\]](#)
- [14]. Rajarubendra N, Bolton D, Lawrentschuk N. Diagnosis of bone metastases in urological malignancies--an update. *Urology* 2010; 76: 782-90. [\[Crossref\]](#)
- [15]. Choi J, Raghavan M. Diagnostic imaging and image-guided therapy of skeletal metastases. *Cancer Control* 2012; 19: 102-12. [\[Crossref\]](#)
- [16]. Vassiliou V, Andreopoulos D, Frangos S, Tselis N, Giannopoulou E, Lutz S. Bone metastases: assessment of therapeutic response through radiological and nuclear medicine imaging modalities. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2011; 23: 632-45. [\[Crossref\]](#)
- [17]. Bäuerle T, Semmler W. Imaging response to systemic therapy for bone metastases. *Eur Radiol* 2009; 19: 2495-507. [\[Crossref\]](#)
- [18]. Yang HL, Liu T, Wang XM, Xu Y, Deng SM. Diagnosis of bone metastases: a meta-analysis comparing ¹⁸F-FDG PET, CT, MRI and bone scintigraphy. *Eur Radiol* 2011; 21: 2604-17. [\[Crossref\]](#)
- [19]. Isaac A, Dalili D, Dalili D, Weber MA. State-of-the-art imaging for diagnosis of metastatic bone disease. *Radiologe* 2020; 60: 1-16. [\[Crossref\]](#)
- [20]. Yuh WT, Zachar CK, Barloon TJ, Sato Y, Sickels WJ, Hawes DR. Vertebral compression fractures: distinction between benign and malignant causes with MR imaging. *Radiology* 1989; 172: 215-8. [\[Crossref\]](#)
- [21]. Chen WT, Shih TT, Chen RC, Lo HY, Chou CT, Lee JM, et al. Blood perfusion of vertebral lesions evaluated with gadolinium-enhanced dynamic MRI: in comparison with compression fracture and metastasis. *J Magn Reson Imaging* 2002; 15: 308-14. [\[Crossref\]](#)
- [22]. Suh CH, Yun SJ, Jin W, Lee SH, Park SY, Ryu CW. ADC as a useful diagnostic tool for differentiating benign and malignant vertebral bone marrow lesions and compression fractures: a systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol* 2018; 28: 2890-902. [\[Crossref\]](#)
- [23]. Staudenherz A, Steiner B, Puig S, Kainberger F, Leitha T. Is there a diagnostic role for bone scanning of patients with a high pretest probability for metastatic renal cell carcinoma? *Cancer* 1999; 85: 153-5. [\[Crossref\]](#)
- [24]. Brown DH, Lealos M. The value of a routine bone scan in a metastatic survey. *J Otolaryngol* 1998; 27: 187-9.
- [25]. Fogelman I, Cook G, Israel O, Van der Wall H. Positron emission tomography and bone metastases. *Semin Nucl Med* 2005; 35: 135-42. [\[Crossref\]](#)
- [26]. Tateishi U, Morita S, Taguri M, Shizukuishi K, Minamimoto R, Kawaguchi M, et al. A meta-analysis of (18)F-Fluoride positron emission tomography for assessment of metastatic bone tumor. *Ann Nucl Med* 2010; 24: 523-31. [\[Crossref\]](#)
- [27]. Lengana T, Lawal IO, Boshomane TG, Popoola GO, Mokoala KMG, Moshokoa E, et al. (68)Ga-PSMA PET/CT Replacing Bone Scan in the Initial Staging of Skeletal Metastasis in Prostate Cancer: A Fait Accompli? *Clin Genitourin Cancer* 2018; 16: 392-401. [\[Crossref\]](#)
- [28]. Hofman MS, Lawrentschuk N, Francis RJ, Tang C, Vela I, Thomas P, et al. Prostate-specific membrane antigen PET-CT in patients with high-risk prostate cancer before curative-intent surgery or radiotherapy (proPSMA): a prospective, randomised, multi-centre study. *Lancet* 2020; 395: 1208-16. [\[Crossref\]](#)
- [29]. Morone M, Bali MA, Tunariu N, Messiou C, Blackledge M, Grazioli L, et al. Whole-Body MRI: Current Applications in Oncology. *Am J Roentgenol* 2017; 209: W336-W49. [\[Crossref\]](#)
- [30]. Tehranzadeh J, Tao C. Advances in MR imaging of vertebral collapse. *Semin Ultrasound CT MR* 2004; 25: 440-60. [\[Crossref\]](#)

Kemik Metastazları

Halil Özer, Mehmet Sedat Durmaz

Sayfa 137

Erişkin hastalarda kemik metastazlarının %80'i prostat, meme, akciğer, tiroid ve böbrek kanserlerinden kaynaklanmaktadır. Çocuklarda ise kemik metastazlarının çoğunluğunu nöroblastomlar ve lösemiler oluşturur. Aksiyel iskelet yani pelvis, omurga ve kaburgalar sıklıkla etkilenirken, apendiküler iskelet nadiren tutulur.

Sayfa 139

Kırk yaş üstü hastalarda kemikte ortaya çıkan yeni lezyon, aksi ispat edilinceye kadar metastaz olarak kabul edilir.

Sayfa 141

Litik bir metastazdaki sklerotik değişiklik genellikle tedaviye yanıtı gösterir. Sklerotik veya mikst lezyonlarda yeni gelişmiş osteolizis, mevcut osteolizisin artması ve mevcut lezyonun boyut artışı göstermesi progresyon göstergeleridir.

Sayfa 144

Normal kemik iliği yüksek oranda yağ içerir ve T1A görüntülerde yüksek sinyalli olarak izlenir. Metastatik hastalıkta tümör hücreleri yağlı kemik iliğinin yerini alır ve T1A görüntülerde düşük sinyalli odaklar şeklinde görülür. T2A görüntülerde bulgular farklı tümör tipine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Litik lezyonlar yüksek sinyalli, blastik lezyonlar ise kemik iliğine göre düşük sinyalli veya izointens izlenir.

Sayfa 146

Etiyolojinin iyi ya da kötü huylu olmasından bağımsız olarak osteoblastik aktivitenin arttığı yerlerde tutulum görülür ve osteoblastik kemik metastazları (prostat ve meme kanseri) tanısında oldukça güvenilirdir.

Sayfa 147

FDG tümör hücrelerindeki artmış metabolik aktiviteyi gösterir. KS'ye göre daha özgündür, ancak duyarlılığı özellikle blastik metastazlarda daha düşüktür. Bu durum blastik kemik metastazlarında metabolik aktivitenin daha az olması ile ilişkilidir.

Sayfa 150

MRG benign ve malign vertebra kompresyon kırıklarını ayırt etmeye yardımcı olabilir. Kemik fragmanının retropulsiyonu, T2A sinyal artışının olmaması, T1A kemik iliği yağ sinyalinin korunması ve konkav arka köşe daha çok benign osteoporotik kırığı düşündürür. Kırık hattı belirgin olup T2A sekanslarda yüksek sıvı sinyaline sahiptir, kırık komşuluğunda horizontal bant benzeri görünüm izlenir. Patolojik kompresyon kırığında kırık hattı belirsiz olup, lezyonlar yuvarlak veya diffüz görünümündedir. Vertebra korpus posterior kesiminin spinal kanal içine konveks olarak uzanması, epidural kitle olması, pedikül tutulumu, T2A sekanslarda yüksek veya heterojen sinyal özelliği, yumuşak doku komponenti ve kontrast tutulumu malign kompresyon kırığını düşündürür.

Sayfa 151

Radyografide altta yatan litik, blastik veya mikst tip lezyon alanı boyunca görülen basit transvers kırık patolojik kırığı düşündürmelidir. MRG'de ise, normal yağlı kemik iliğinin izlenmemesi, endosteal çentiklenme ve yumuşak doku komponenti patolojik kırığı düşündürür.

Kemik Metastazları

Halil Özer, Mehmet Sedat Durmaz

- Aşağıdaki hastalıkların hangisinde kemik metastazı daha nadir görülür?
 - Akciğer kanseri
 - Prostat kanseri
 - Meme kanseri
 - Kolon kanseri
 - Tiroid kanseri
- Aşağıdaki hastalıkların hangisinde radyografik olarak blastik paternde kemik metastazı beklenmez?
 - Meme kanseri
 - Küçük hücreli akciğer kanseri
 - Karsinoid tümör
 - Prostat kanseri
 - Renal hücreli karsinom
- Metastatik kemik hastalığı tanısında aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?
 - NaF PET/BT tümör hücrelerinden bağımsız olarak osteoblastik aktivite alanlarında tutulum gösterir
 - FDG PET/BT duyarlılığı özellikle blastik metastazlarda daha düşüktür.
 - MRG kemik korteksin değerlendirilmesinde diğer görüntüleme yöntemlerinde üstündür
 - Kemik sintigrafisinde osteoblastik aktivitenin arttığı yerlerde tutulum görülür
 - Blastik kemik metastazları T2A sekanslarda hipointens veya izointens olabilir.
- Vertebral kompresyon kırıklarından hangisi benign nedenleri düşündürmez?
 - Kırık hattının belirsiz olması
 - T6 seviyesinin altında izlenen kırıklar
 - Kırık içerisinde hava dansiteleri
 - Konkav arka köşe
 - Yumuşak doku komponentinin olmaması
- Aşağıdakilerden hangisi patolojik kırığı düşündürmez?
 - Travma ile ilişkili olmayan kırıklar
 - Transvers kırık hattı
 - Yumuşak doku komponenti
 - Endosteal çentiklenme
 - Yağlı kemik iliği sinyalinin korunması