



# Benign ve Malign Kemik Lezyonlarını Değerlendirmede Tek Foton Emisyon Tomografi/Bilgisayarlı Tomografinin Değeri

## The Value of Single Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography in Evaluating Benign and Malignant Bone Lesions

Mustafa Aras<sup>1</sup>, Halil Turgut Turoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

### Öz

Anatomik görüntüleme yöntemlerindeki gelişmelere rağmen kemik sintigrafisi bir çok benign ve malign kemik lezyonunun değerlendirilmesinde hala önemli bir yere sahiptir. Konvansiyonel sintigrafik yöntemlerin duyarlılığının yüksek olmasına karşın özgülüğünün istenilen düzeyde olmaması sintigrafide saptanan bulguların radyolojik görüntüleme yöntemleriyle korelasyonunu gerektirmektedir. Entegre tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi (SPECT/BT) cihazları ile sintigrafiden gelen fonksiyonel bilgi ve BT'nin sağladığı anatomik ayrıntı tek bir incelemede birleştirilerek her iki modalitenin kendi başlarına sağladığı tanısal performanstan çok daha iyi sonuçlar daha kolay şekilde alınmaktadır. Bu derlemede benign ve malign kemik lezyonlarını değerlendirmede SPECT/BT'nin yeri tartışılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Kemik sintigrafisi, benign kemik lezyonları, malign kemik lezyonları, SPECT/BT

### Abstract

The bone scan is still an important imaging tool for evaluating benign and malignant bone lesions despite the advances in anatomical imaging methods. On the other hand, its relatively poor specificity makes it necessary to correlate scintigraphic findings with radiological methods. The functional data from scintigraphy and the structural information from computed tomography are combined in integrated single-photon emission computed tomography/computed tomography (SPECT/CT) devices. Its diagnostic performance is higher than that of either alone. Herein, we briefly discussed the value of SPECT/CT in evaluating benign and malignant bone disorders.

**Keywords:** Bone scan, benign bone lesions, malignant bone lesions, SPECT/CT

### Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Mustafa Aras, Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

**E-posta:** drmustafa.aras@hotmail.com

© Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır. / © Nuclear Medicine Seminars, published by Galenos Publishing.

## Giriş

Kemik sintigrafisi kemik patolojilerini saptamaya yarayan noninvaziv ve oldukça duyarlı bir görüntüleme yöntemidir. Miyokardial perfüzyon görüntülemesinden sonra konvansiyonel nükleer tıp uygulamaları içinde en sık yapılan ikinci tetkiktir (1). Kolay ulaşılabilir olması, diğer görüntüleme yöntemlerine kıyasla fiyatının uygun olması, tüm iskeletin tek bir incelemede taranabilir olması ve uzun yıllardır günlük pratikte kullanılması sebebiyle klinik tecrübenin fazla olması gibi nedenlerden dolayı bir çok kemik lezyonunun saptanmasında ve karakterize edilmesinde tercih edilmektedir. Anatomik görüntüleme yöntemlerindeki gelişmelere rağmen kemik patolojilerini değerlendirmede hala önemli bir yere sahiptir. İskelet gerek normal fizyolojik büyüme sürecinde gerekse patolojik durumlara yanıt olarak sürekli değişen aktif bir organdır (1). Sağlıklı kemikte kemik yapımı (osteoblastik aktivite) ve yıkımı (osteoklastik aktivite) süreklilik göstermektedir. Osteoblastlar osteoid matriks yapar ve daha sonra hidroksiapatit kristalleri bu matrikse tutunarak kemiğin mineralize olmasını sağlar. Kemik sintigrafisinde sıkça kullanılan Tc-99m ile işaretli difosfonat türevleri lokal kan akımı ve osteoblastik aktivite ile doğru orantılı olarak hidroksiapatit kristallerine bağlanırlar. Kemik yapımındaki çok küçük değişiklikleri dahi gösterebildiğinden, kemik sintigrafisi ile lezyonlar direkt grafi veya BT'den çok daha erken sürelerde (örneğin; travma sonrası 24-48 saat içinde) anatomik değişiklikler henüz oluşmadan saptanabilir (2). Kemik sintigrafisinin osteoblastik lezyonları saptamada duyarlılığı %95'lere ulaşırken yalancı negatiflik oranları ise %5 civarındadır (1). Bu derlemede iskelet sisteminin benign ve malign patolojilerinin değerlendirilmesinde SPECT/BT'nin rolü tartışılacaktır.

## Planar ve Tek Foton Emisyon Tomografisi Görüntüleme

Planar görüntüleme tüm vücudu değerlendirmeye olanak sağlaması, maliyetinin düşük ve duyarlılığının ise yüksek olmasından dolayı kemik taramada önemli bir yere sahiptir. Tek foton emisyon tomografisi (SPECT) görüntüleme özellikle vertebral kolon, göğüs kafesi, pelvis ve kranium gibi kemik yapıların üst üste bindiği, anatominin karışık olduğu yerlerdeki lezyonları saptamada ve karakterize etmede kemik sintigrafisinin duyarlılık, özgülük, negatif ve pozitif öngörü değerlerini arttırmaktadır (1,2). Bir çok klinik durumda kemik sintigrafisi ile, diğer görüntüleme yöntemlerine

gerek kalmadan, tanı için yeterli bilgi elde edilmekle birlikte; SPECT kesitlerinin yeni çekilmiş bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) veya pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi (PET/BT) görüntüleri ile birebir karşılaştırılması lezyonları karakterize etmede tetkikin performansını daha da arttırmaktadır (1). Ancak farklı cihazlardan elde edilen anatomik (BT, MR vb.) ve fonksiyonel (planar ve SPECT) görüntülerin sanal füzyon yapılması hasta ve/veya solunum hareketi gibi nedenlerden dolayı hem zor ve hataya açık, hem de zaman alan bir işlemdir. Füzyon görüntülemenin avantajlarından yararlanırken yukarıda sayılan sınırlılıkları ortadan kaldırmak amacıyla SPECT/BT cihazları geliştirilmiştir.

## Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi

Hibrit görüntülemenin günlük nükleer tıp pratiğindeki yeri ve önemi her geçen gün artmaktadır. PET/BT'den sonra SPECT/BT de bir çok nükleer tıp biriminde kullanılmaya başlamıştır. Hibrid (entegre) SPECT/BT aygıtları aynı hasta masasını ancak iki ayrı gantri kullanan gamma kamera ve BT cihazlarının, birbiriyle uyumlu kesitsel görüntülemesine izin verecek şekilde birleştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Öndeki gantri çift dedektörlü gama kameraya (SPECT'e), arkadaki gantri ise BT'ye aittir. Hem SPECT hem de BT için ortak ve tek olan hasta masası; bilgisayar kontrolü altındadır. SPECT/BT aygıtlarında önce SPECT görüntülemesi yapılır ve hemen sonra BT incelemesi yapılır. Hastanın aynı masada yatarken gama kamera detektöründen BT detektörüne hareket ettirilmesi ile SPECT/BT incelemesi gerçekleştirilir. SPECT emisyon ve BT transmisyon çekimleri ayrı ayrı bilgisayar belleğine kaydedilir. BT verilerinden elde edilen foton azalımı (atenüasyon) düzeltme katsayıları SPECT görüntülerine uygulanır. SPECT veri setlerinin bu BT tabanlı atenüasyon düzeltmesi işlemi sayesinde doku atenüasyonu için düzeltilmiş SPECT görüntüleri elde edilir. Foton azalımı düzeltmesi yapılmış SPECT görüntüleri ile BT görüntüleri birleştirilir (çakıştırılır). Bu şekilde elde edilen görüntülere "füzyon" veya ko-registrasyon ("co-registration") imajları adı verilir. SPECT ve BT görüntüleme eş zamanlı (simültane) yapılmadığı için bu iki ardışık inceleme arasında hastanın hareket etmemesi çok önemlidir; aksi takdirde hareket artefaktı oluşur. Sintigrafiden gelen fonksiyonel bilgi ile BT'nin sağladığı anatomik ayrıntı tek bir incelemede birleştirilerek her iki modalitenin

kendi başlarına sağladığı tanısal performanstan çok daha iyi sonuçlar daha kolay şekilde alınmaktadır. BT görüntüleri atenüasyon düzeltmenin yanı sıra lezyonların anatomik lokalizasyonu ve karakterizasyonu için de kullanılır. Planar ve SPECT kemik görüntülemesinin duyarlılığının yüksek olmasına karşın özgüllüğünün istenilen düzeyde olmaması sintigrafide saptanan bulguların direkt grafi, BT veya MR gibi radyolojik görüntüleme yöntemleriyle korelasyonunu gerektirmektedir. Bu ek görüntülemeler zaman alıcı olmasının yanı sıra hasta için de stres kaynağıdır. SPECT/BT'nin sağladığı anatomik korelasyon sintigrafide raporlanan şüpheli bulguların sayısında da düşüşe neden olurken; sintigrafisonrasıda hailerigörüntülemeyöntemlerine olan ihtiyacı en aza indirmiştir. Bu nedenle kemik SPECT/BT "one-stop shop" ("tek yerde sonuç", "tek yerde çözüm" veya "hepsi tek yerde") olarak isimlendirilir. Günlük pratikte bir çok klinik durumda sıkça kullanılan planar ve SPECT görüntüleme için belirlenmiş görüntüleme protokolleri varken; SPECT/BT için henüz genel kabul görmüş böyle bir protokol oluşturulmamıştır. Radyasyon maruziyetini en aza indirmek için, klinik ihtiyaca göre seçili hastalarda kısıtlı bölgelerde tetkikin tanısal performansını arttırmada kullanılabilir. Tüm vücut görüntülemesi normal olan hastalar ile tipik benign veya tipik malign lezyon içeren olgularda önerilmezken, tüm vücut görüntülemede şüpheli bulgu saptanan olgularda kullanımı tavsiye edilmektedir (2). Nadir seçilmiş olgularda lezyonları daha iyi karakterize etmek için i.v. kontrast madde de kullanılabilir. Radyasyon dozunu azaltmak için çok iyi hidrasyon ve mesane ile gonad dozunu azaltmak için sık sık idrara çıkmak önerilir. Pediatrik popülasyonda bunlara ek olarak düşük pediatrik doz uygulanması, sedasyon (hareket artefaktlarından kaynaklanan suboptimal görüntü kalitesi ve tekrarları önlemek için), çocuğa yapılacak işlemin çocuğun yaşına uygun bir dille anlatılması çok önemlidir. Çocuk hastalarda, tüm vücut kemik sintigrafisi ve şüpheli bulgular ile daha detaylı lokalizasyon ve mesane üriner kontaminasyon tarafından maskelenen lezyonları ortaya çıkarmak için aynı gün SPECT görüntülemesi yapmak ve kemik SPECT sonrası da şüpheli ve müphem bulgular için iyonizan radyasyon içermeyen manyetik rezonans görüntülemesi önermek uygun olur. Çocuk nöroblastoma hastalarında kemik sintigrafisinin ve kemik SPECT'nin I-131 veya I-123 metaiyodobenzilguanidin ile kombine edilmesi hem saptanan lezyon sayısını, hem de duyarlılığı artırır.

### **Malign Kemik Lezyonlarını Değerlendirmede Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi**

Metastaz tarama ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesi kemik sintigrafisinin en sık endikasyonları arasında yer almaktadır. SPECT/BT lezyonların benign/malign ayırımında ve lezyon sınırlarının belirlenmesinde konvansiyonel sintigrafik yöntemlere ek katkılar sağlar. Vertebral kolon ve pelvis, yüksek kırmızı kemik iliği içeriği nedeniyle, iskelette metastatik hastalığın en sık görüldüğü yerlerdir (3). Tüm vücut kemik sintigrafisi kemik metastazı araştırması için duyarlılığı yüksek bir görüntüleme yöntemidir. Ancak bu duyarlılık, tümör tipi, lezyonun yeri ve boyutu gibi bir çok etmene bağlıdır. Osteoblastik veya büyük kısmı osteoblastik olan metastatik lezyonlar; artmış radyofarmasötik tutulumu ("sıcak" lezyon) nedeniyle sintigrafide kolaylıkla görülürler. Oysa, çoğunlukla osteoklastik veya litik olan metastatik lezyonları saptamak; radyofarmasötik tutulumunun ya olmaması ("soğuk" lezyon) veya çevresindeki kemikten ayırt edilememesi nedeniyle, daha zordur. Multipl miyelom gibi osteoklastik veya renal hücreli ve tiroit kanserleri gibi litik lezyonlarla, lenfoma gibi kemik iliğiyle sınırlı lezyonlar için; kemik sintigrafisinin duyarlılığı düşüktür. Florodeoksiglukoz PET/BT kemik iliğinde lokalize, agresif seyirli (destrüktif) ve osteolitik lezyonları saptamada kemik sintigrafisinden daha duyarlıdır. Ancak kemik SPECT/BT incelemesi, tüm vücut kemik sintigrafisinin yüksek duyarlılığına tomografik görüntülemenin (hem SPECT hem BT) süperpoze kemiklerde daha doğru ve detaylı anatomik lokalizasyon sağlama özelliği ile BT'nin özgüllüğünü ekler. SPECT/BT özellikle vertebral kolon ve pelviste saptanan şüpheli aktivite tutulumlarının karakterize edilmesinde ve lezyonlara eşlik eden fraktür ve spinal kord basısı gibi hastaların tedavi ve yönetimini etkileyecek komplikasyonların saptanmasında işe yarar (4) (Şekil 1). Ayrıca SPECT/BT ile planar görüntülemeye göre çok daha fazla sayıda lezyon saptandığı da gösterilmiştir.

Malign kemik lezyonları, özellikle erken dönemlerde, her zaman morfolojik değişikliklere neden olmayabilir. Bu gibi durumlarda SPECT/BT anormal aktivite tutulumunun olası benign nedenlerinin dışlanmasını sağlayarak tanıya gitmede yardımcı olur (5). Kemik lezyonlarını değerlendirilmede planar, SPECT ve SPECT/BT'nin karşılaştırıldığı ilk çalışmalarda planar ve SPECT görüntüleme ile karar verilemeyen lezyonların %90'ından fazlasının SPECT/BT ile doğru şekilde karakterize edildiği gösterilmiştir (6). Lezyonların malign ve benign olarak ayırt edilmesinde entegre

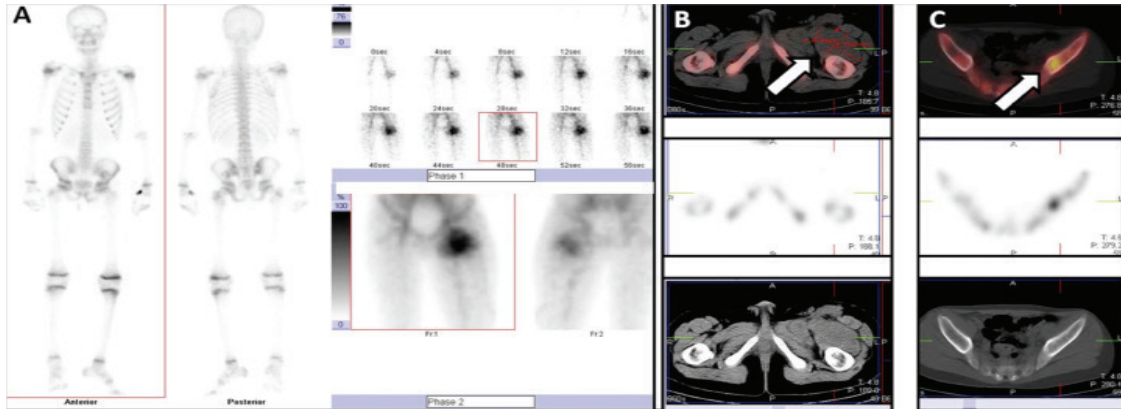
SPECT/BT cihazları ile elde edilen çakıştırılmış “fuzyon” görüntülerinin farklı cihazlarda çekilen SPECT ve BT görüntülerinin ayrı ayrı değerlendirmesinden daha kıymetli olduğu gösterilmiştir (7). Multipl miyelom veya hepatoselüler karsinom gibi kemik sintigrafisinin negatif olabileceği olgularda SPECT/BT’nin BT komponenti olası litik lezyonların saptanmasında kullanılabilir (şekil 2). SPECT/BT lezyonların benign/malign ayırımının yanı sıra biyopsi yerinin belirlenmesinde de faydalıdır.

### Benign Kemik Lezyonlarını Değerlendirmede Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi

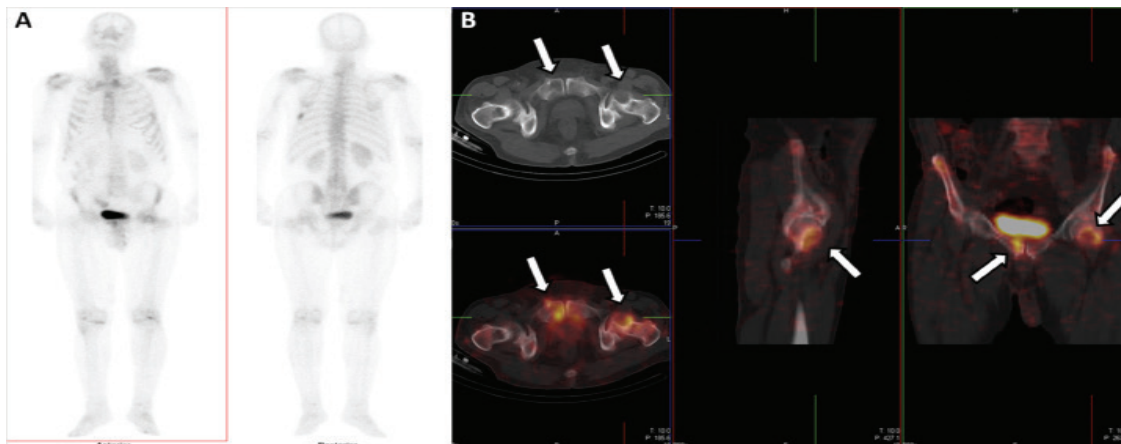
SPECT/BT bir çok primer benign veya enfeksiyöz kemik hastalığında da kemik sintigrafisinin özgüllüğünün yanında duyarlılığını da arttırmaktadır. de arttırmaktadır (8) (şekil 3). Travma hastalarında SPECT/BT ile planar görüntülemeye göre çok daha fazla sayıda lezyon saptandığı gösterilmiştir. Ayrıca

yöntem lezyon lokalizasyonunu iyileştirirken şüpheli bulgu sayısında da düşüşe neden olmuştur. Ligaman ve tendon yaralanmalarının, osteokondral lezyonların, post-travmatik osteoartritin ve stres kırıklarının saptanmasında faydalıdır (2).

İskelet sistemi enfeksiyonlarının tanısında, lokalize edilmesinde ve yaygınlığının araştırılmasında SPECT/BT konvansiyonel sintigrafik yöntemlere ek katkılar sağlamaktadır (9). Özellikle osteomyelit şüphesi ile takip edilen olgularda yumuşak doku/kemik tutulumu ayırımını yaparak doğru tanı konulmasında yardımcı olur. Ayrıca osteomyelit olası komplikasyonlarının (sekestrem, involukrum, sinstraktı, vb.) saptanmasında ve cerrahi tedaviye yol göstermede de faydalıdır (5). Komplike ortopedik cerrahiler sonrası değişen anatomi ve eklenen protezler kemik sintigrafisinin raporlanmasını zorlaştırmaktadır. Bu gibi durumlarda SPECT/BT’nin sağladığı anatomik korelasyon, tetkikin daha doğru



şekil 1. Ewing sarkomu nedeniyle takipli olguda sol uyluk proksimali anteriorunda primer kitle ve sol iliak kanatta kemik metastaz A: Planar; B ve C: Tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi görüntüleri



şekil 2. Hepatoselüler karsinom, nedeniyle takipli olguda sol femur başında ve sağ pubik kemikte litik lezyonlar. A: Tüm vücut; B: Tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi görüntüleri



ve daha güvenilir bir şekilde yorumlanmasını sağlar. Dejeneratif değişiklikler özellikle yaşlı hasta grubunda kemik sintigrafisinde sık karşılaşılan bir durumdur. Vertebral kolonda faset artropatisi veya osteofit gibi osteodejeneratif değişiklikler ile metastazlar aynı lokalizasyonda olabilir (2). Her ne kadar dejeneratif değişiklikleri düşündürülen aktivite tutulum paternleri olsa da (anatomik kontur dışına çıkan aktivite tutulumu, faset eklemlerdeki tutulumlar gibi) bulguların radyolojik görüntüleme yöntemleriyle korele edilmesi gerekmektedir. Faset hipertrofisi, disk aralığının daralması, osteofit oluşumu ve vakum fenomeni gibi dejenerasyon bulguları SPECT/BT ile saptanarak malign/benign ayrımı güvenli bir şekilde yapılabilir (5) (Şekil 4).

### Kemik Sintigrafisinde Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografinin Sağladığı Diğer Faydalar

SPECT/BT günlük klinik pratikte genellikle tüm vücut kemik sintigrafisinde şüpheli bulgu saptanan vakalarda geç dönemde (3. fazda) kullanılır. Bazı olgularda kan havuzu fazında elde edilen SPECT/BT görüntülerinin lezyon sınırlarını ve yumuşak doku unsurunu değerlendirmede yararlı olduğu gösterilmiştir (10). SPECT/BT kemik sintigrafisinde zaman zaman karşılaşılan iskelet dışı aktivite tutulumlarının nedenlerinin belirlenmesinde de kullanılır (11). Ayrıca görüntü alanına giren bölgelerde akciğer, karaciğer veya lenf nodu metastazları gibi hastaların tedavi ve yönetimini etkileyebilecek bulguların saptanmasına olanak sağlaması SPECT/BT'nin bir diğer avantajıdır. Ağrı

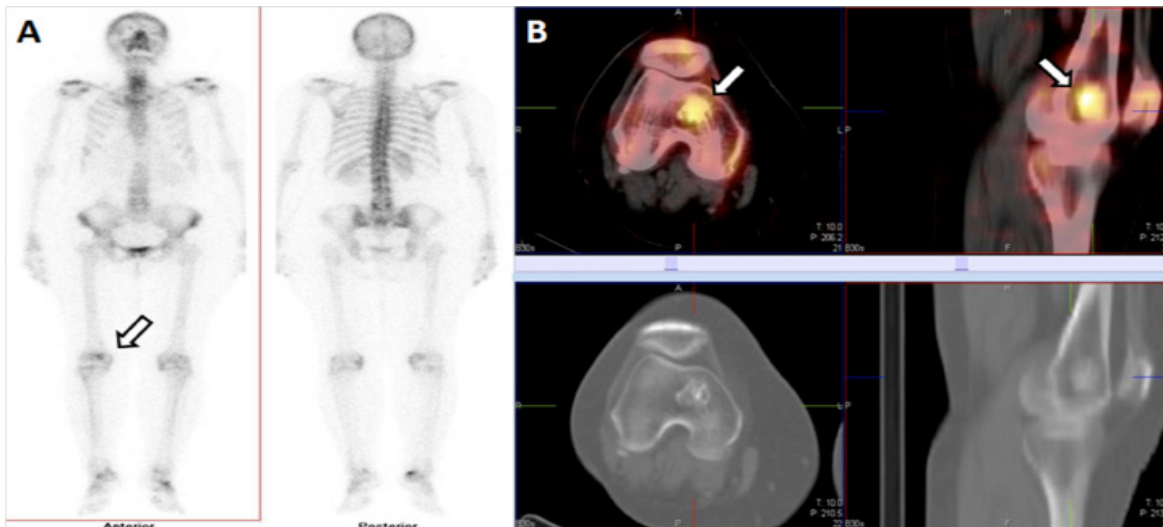
palyasyonu veya patolojik kırık gelişimine engel olmak gibi çeşitli nedenlerden dolayı radyoterapi uygulanacak lezyonlarda tedavi planlamada da kullanılabilir.

### Hangi Hastalar Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi Görüntülemesi İçin Uygundur? (12)

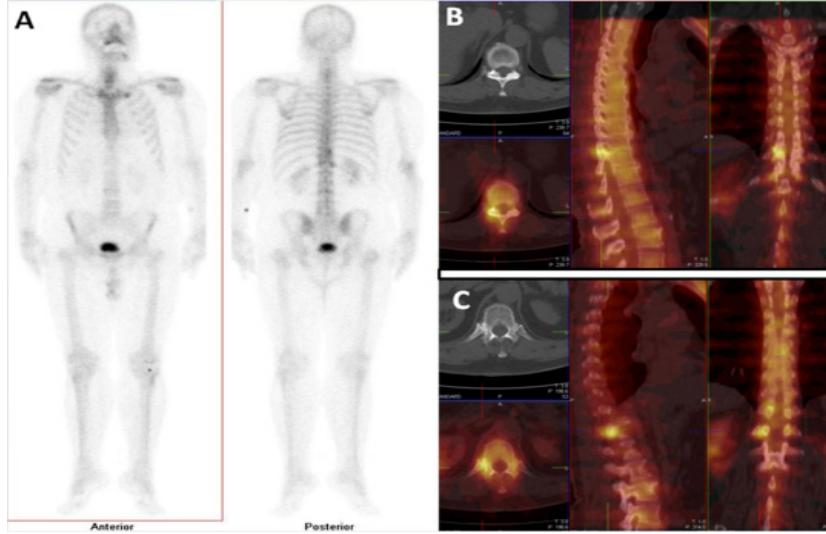
1. Aktif hastalık veya bilinen morfolojik bir patoloji için yüksek şüphe varlığı. SPECT/BT iskelette çok sayıda yerleşimi olan patolojilerin (metastaz, multifokal osteomyelit, paget gibi polioyotik hastalıklar vb.) yerlerini belirleyebilir ve hastalığın yaygınlık derecesini saptayabilir.
2. Tedavi planlaması (tıbbi tedavi, cerrahi, radyoterapi).
3. Tedaviye yanıtın monitorize edilmesi.
4. Tanı aşamasında veya tedavi sonrası klinik/metabolik anlamlılığı kuşkulu olan anormal morfolojik bulguların açıklığa kavuşturulması.
5. Yüksek klinik şüphe varlığına karşın, açık ve net morfolojik patoloji yokluğu.

### Sonuç

SPECT/BT bir çok malign ve benign kemik patolojisinin değerlendirilmesinde konvansiyonel sintigrafik yöntemlere ek katkılar sağlar. Lezyon lokalizasyonunu ve karakterizasyonunu iyileştirirken, saptanan lezyon sayısında da artışa neden olur. Kemik sintigrafisinin yüksek duyarlılığına, hem SPECT hem BT'nin anatomik korelasyonu ile BT'nin özgülüğünü ekleyerek tanısal



Şekil 3. Sağ femur distalinde encondrom. A: tüm vücut; B: Tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi görüntüleri



Şekil 4. Vertebral kolonda dejeneratif değişliklerin ayırt edilmesinde tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi A: Tüm vücut; B ve C: Tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi görüntüleri

doğruluğu arttıran SPECT/BT'nin yeni altın standart olduğu düşünölmektedir. Kemik sintigrafisinde zaman zaman karşılaşılan iskelet dışı radyofarmasötik tutulumlarının nedenlerini araőtırırken de kullanılabilir. Ayrıca görüntü alanına giren bölgelerde lenf nodu, akciğer veya karaciğer metastazlarını göstererek hastaların tedavi ve yönetimini etkileyebilecek bilgiler sunar. Çeşitli nedenlerden dolayı radyoterapi uygulanacak hastalarda tedavi planlamada da kullanılabilir. Yukarıda başlıcaları sayılan potansiyel klinik faydaları nedeniyle SPECT/BT günlük nükleer tıp pratiğinde önemli bir görüntüleme aracıdır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

### Kaynaklar

- Brenner AI, Koshy J, Morey J, Lin C, DiPoce J. The Bone Scan. Semin Nucl Med. 2012;42:11-26.
- Papathanassiou D, Muraille CB, Jouannaud C, Lemoussu LG, Eschard JP, Liehn JC. Single-photon emission computed tomography combined with computed tomography (SPECT/CT) in bone diseases. Joint Bone Spine. 2009;76:474-480.
- Saha S, Burke C, Desai A, Vijayanathan S, Gnanasegaran G. SPECT-CT: applications in musculoskeletal radiology. Br J Radiol 2013;86:20120519.
- Buck AK, Nekolla S, Ziegler S, et al. SPECT/CT. J Nucl Med. 2008;49:1305-1319.
- Horger M, Bares R. The Role of Single-Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography in Benign and Malignant Bone Disease. Semin Nucl Med. 2006;36:286-294.
- Römer W, Nomayr A, Uder M, Bautz W, Kuwert T. SPECT-guided CT for evaluating foci of increased bone metabolism classified as indeterminate on SPECT in cancer patients. J Nucl Med. 2006;47:1102-1106.
- Utsunomiya D, Shiraishi S, Imuta M, et al. Added value of SPECT/CT fusion in assessing suspected bone metastasis: comparison with scintigraphy alone and nonfused scintigraphy and CT. Radiology. 2006;238:264-271.
- Even-Sapir E, Flusser G, Lerman H, Lievshitz G, Metser U. SPECT/multislice low-dose CT: A clinically relevant constituent in the imaging algorithm of nononcologic patients referred for bone scintigraphy. J Nucl Med. 2007;48:319-324.
- Bar-Shalom R, Yefremov N, Guralnik L, et al. SPECT/CT using 67Ga and 111 In-labeled leukocyte scintigraphy for diagnosis of infection. J Nucl Med. 2006;47:587-594.
- Aras M, Öneş T, Özgüven S, et al. Benign ve Malign Kemik Lezyonlarında Kan Havuzu SPECT/BT Konvansiyonel Yöntemlere Ek Faydalı Bulgu Sağlar Mı? 26. Ulusal Nükleer Tıp Kongresi, Nisan 2014, Belek, Antalya.
- Aras M, Erdil TY, Ones T, Dede F, Turoglu HT. Breast cancer lung metastases incidentally detected on bone SPECT/CT: a rare finding that might be missed on whole body scan. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol. 2014;33:191-192.v
- IAEA-TECDOC-1597, Chapter 7. Referral Criteria for SPECT/CT. In Clinical Applications of SPECT/CT: New Hybrid Nuclear Medicine Imaging System. Vienna, 2008.