

# PET/BT Nedir, Endikasyonları Nelerdir?

Recep SAVAŞ

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Özel Sağlık Hastanesi, İzmir

PET/ BT; Pozitron Emisyon Tomografi ve Bilgisayarlı Tomografi cihazlarının birleşmesi ile oluşan hibrid bir görüntüleme yöntemidir. PET, verilen radyofarmosötik ile vücudun fonksiyonu hakkında bilgi toplarken, BT vücuttaki normal ve patolojik dokuların anatomik detayını vermektedir. Her iki cihazın birleşmesi ile elde edilen veriler, iki cihazın toplamı değil verilerin çarpımı gibidir.

Klinik endikasyonları olarak en çok kanser tanı, evreleme, yeniden evreleme ve tedavi sonrası değişiklikleri görme amaçlı kullanılır. Bu amaçla kullanımda genelde beyinden pelvis bitimine kadar vücut bölümü çekime dahil edilir. Malign melanom ve multipl myelom ile alt ekstremitte tümörlerinde beyinden ayak ucuna dek tüm vücut çekimi yapılır. PET/BT'nin tüm vücut uygulaması yapılan onkolojik endikasyonlar dışında iki özel uygulama alanı daha vardır: Beyin ve kalp. Bu iki organın değerlendirilmesinde sadece bu bölgeler çekilir, vücudun diğer alanları çekime alınmaz.<sup>1,2</sup>

PET çekimleri esnasında FDG adı verilen glikozun radyoaktif hale getirilmiş bir şekli kullanılır. Bu madde hastaya damar yolu ile verilir. Kanser hücrelerinin normal hücrelerden daha hızlı metabolizmaya sahip olması nedeniyle FDG, bu hücrelerde daha fazla tutulur ve tümör dokusunun yeri görüntülenebilir. Ancak vücutta tümör hücreleri kadar aktif şeker kullanan beyin, kalp gibi vücut bölgelerimiz yanında enfeksiyon ve inflamatuvar alanlarda benzer tutulum yapar.

PET/BT için ideal görüntüleme hazırlıkları bir gün önceden başlar. Hastaların istirahat etmesi ve bol su içmesi önerilir. Çekime gelmeden önce 4-6 saatlik açlık mutlak gereklidir. Şeker hastalarının kan şekeri düzeyleri normale yakın hale getirilmelidir. Şeker düzeyi 150mg/dl ve daha düşük olmalıdır.

Hastaya damardan FDG enjekte edildikten sonra yaklaşık 45-60 dakika sakin bir ortamda bekletilir. Çekim sırasında önce BT daha sonra PET görüntüleri elde olunur ve bu işlem 15-20 dakika kadar sürer. BT çekimi kontrastlı ve standart dozda uygulanırsa iki tetkikin verimi iyi değerlendirme ile belirgin artar. Elde edilen PET ve BT görüntüleri daha sonra iş istasyonlarında incelenerek raporlanır.

Beyin ve kalp amaçlı sadece bu bölgelere yapılan çekimlerin hem hazırlığı hem de çekim tekniği ve süresi farklıdır. Beyin amaçlı PET/BT endikasyonu; beyin tümörlerinde diğer yöntemlerle tanı konulamayan kitle lezyonlarının karakterizasyonu, radyasyon nekrozu-rekürren/rezidiv tümör ayırımı, kognitif bozukluklar, Alzheimer hastalığının erken evresinde tanı, Alzheimer Hastalığı tanısının doğrulanması ve diğer demanslardan ayırıcı tanısında, cerrahi yapılması planlanan dirençli epilepsi hastalarında odağın yerinin belirlenmesi amacıyla kullanılır. Kalp için yapılan PET/BT ise miyokard dokusunun canlılığını saptama amaçlıdır. Miyokard perfüzyonu SPECT ile tanı koyulamayan veya şüpheli sonuç alınan hastalarda infarkt dokusunda miyokard canlılığının belirlenmesi ya da revaskülarizasyon ya da transplant öncesi miyokard canlılığının tayini için kullanılır.

En çok kullanım endikasyonu olan onkoloji olgularında endikasyonlar çok geniş ve kişiden kişiye değişebilir. Ancak devlet tarafından ödemesi karşılanan genel endikasyonlar aşağıdaki gibidir:

- Tanı amaçlı PET/BT çekimi diğer yöntemlerle tespit edilen malignite şüpheli kitlelerde metabolik karakterizasyon amacıyla kullanılır. Örneğin akciğerde mevcut 1 santimetre ve daha büyük soliter pulmoner nodül ya da kitlelerde kullanılabilir. Kitlenin metabolik aktivitesi yanı sıra eşlik eden diğer lezyonlar (örneğin lenfadenopati, organ metastazları) saptanabilir. PET/BT aynı zamanda invaziv tanısal bir işlem için, örneğin heterojen ve büyük kitlelerde ya da yeri belirlenemeyen tümörlerde biyopsi yerinin belirlenmesi için kullanılabilir.
- Evreleme, kanser tanısı almış hastalarda hastalığın yaygınlığının belirlenmesini ifade eder. PET/BT ile kanserin vücuttaki dağılımını göstermek genellikle hastada kemoterapi (KT) ve/veya radyoterapi (RT) tedavilerine başlanmamış olması gereklidir. Evreleme amaçlı PET/BT endikasyonu olan ve RT uygulanması düşünülen tüm tümörlerde aynı zamanda RT planlama endikasyonu ile de PET/BT uygulanabilir.
- Yeniden evreleme, kanserin ilk tedaviden sonraki takip aşamasında herhangi bir nüks (rekürrens) saptanması veya rekürrens lehine bulgular olması durumunda başka metastazların olup olmadığını

araştırmaya ya da hastalığın yaygınlığını göstermeye yönelik bir ifadedir. PET/BT ile yeniden evreleme yapmak için ya diğer görüntüleme yöntemleri ile rekürrens veya rezidüel kitle gösterilmesi, ya da tümör belirteçlerinde rezidüel veya rekürrens hastalık düşündürülecek ölçütlerde yükselme tespit edilmesi yanısıra rekürrens ve/veya metastaz potansiyeli yüksek olan orta-yüksek dereceli malign melanomlarda ilk 3 (üç) yıl ve yüksek grade'li non-Hodgkin lenfomalarında ilk 2 (iki) yıl takipte yılda bir kez olmak üzere rekürrens/metastaz kontrol amaçlı rutin PET/BT endikasyonu konabilir.

- d. Tedaviye yanıtın değerlendirilmesi, KT veya RT'nin tamamlanmasından sonra tümörün verdiği yanıt araştırmaya yönelik bir ifadedir. Bu amaçla PET/BT endikasyonu konması için kemoterapi tamamlandıktan sonra en erken iki hafta, radyoterapi tamamlandıktan sonra ise en erken üç ay geçmiş olması gereklidir.
- e. Kemosensitivitenin belirlenmesi, sadece KT ile tedavi edilen ve alternatif KT protokolleri uygulanabilecek kanserlerde, tümörün uygulanan KT protokolüne erken dönemde verdiği yanıtı araştırmaya yönelik bir uygulamadır. Bu amaçla PET uygulanabilmesi için tedaviye başlanmadan önce PET ile evreleme çalışmasının da yapılmış olması gereklidir.

PET/BT endikasyonları yukarıdaki endikasyonlarla sınırlı değildir. Örneğin tedavi edilemeyen yüksek ateş olgularında odağın yerinin belirlenmesi, vaskülit sendromlarında tutulan damarın yerinin ve aktivasyon kriterinin belirlenmesi, aterosklerotik plakların özellikle vulnerable plakların yerinin ve varlığının tespiti, paraneoplastik sendromlar ve ailede yüksek kanser riski olan olgularda erken tanı için tarama amaçlı kullanılabilir.



**Resim 1:** Nazofarinks sağ lateral duvardan kaynaklanan hipermetabolik kitle.

Tetkikin kullanım endikasyonları deneyimler arttıkça daha da artacaktır.<sup>1</sup>

PET/BT değerlendirirken bazı fizyolojik olayların da FDG tutabileceği akılda tutulmalı ve değerlendirme ona göre yapılmalıdır. Beyin, kalp, tonsil dokusu, tükrük bezleri, çekum gibi vücudun bazı bölgelerinde kendine has FDG tutulumu ve böbrekler, üreter ile mesanede de atılım nedeniyle fizyolojik tutulum gözlenir. Normal ve patolojik dokuların radyonüklid tutulumları arasındaki farkı değerlendirmenin çeşitli metodları vardır. Önce görsel (kalitatif) değerlendirme yapılır, ardından semikantitatif değerlendirmeye geçilir. Gözle değerlendirmede; geri plan ve çevre doku aktivitesine göre artmış tutulum gösteren odaklar değerlendirilir. Semikantitatif değerlendirme ise aktivitenin mevcut olduğu alanda, standart tutulum değeri (SUV) (standart uptake value) ölçülmesidir. Böylelikle glukozun vücuttaki dağılımının kalitatif olarak değerlendirilmesinin yanında ilgili birim alandaki aktivite miktarı enjekte edilen doza ve hastanın vücut ağırlığına göre normalize edilerek sayısal bir indekse elde edilir.

### **SUV = Dokudaki aktivite konsantrasyonu; Uygulanan radyonüklid dozu / Hastanın ağırlığı**

Dokudaki aktivite konsantrasyonu  $\mu\text{Cu/g}$ , enjekte edilen doz  $\text{mCu}$  ve hastanın ağırlığı da gram cinsinden hesaplanır. SUV değeri minimum, maksimum ve ortalama olarak hesaplanabilir. Ortalama SUV değeri ROI (region of interest) deki tüm piksellerin matematiksel ortalama değeri iken, minimum ve maksimum değerler ROI içindeki en düşük ve en yüksek piksel değerlerini göstermektedir.<sup>2</sup>

SUV değerinin 2.5-3.0 üzerinde olması malignite açısından sensitif ve spesifik olarak kabul edilmekteydi. Ancak yapılan çalışmalar SUV değerinin malign ve benign patolojilerin ayrımı açısından fikir vermesine karşı kesin bir tanı değerinin olmadığını göstermektedir. Daha çok takip çalışmalarında ve tedaviye yanıtı öngörmede kullanılması önerilmektedir.

PET/BT çekim endikasyonları için vücudun bölgeleri tek tek ele alınabilir:

### **Baş-boyun Bölgesi**

Baş-boyun kanserleri tüm kanserlerin yaklaşık % 2-3'ünü oluşturmaktadır. Bu tümörlerin yüzeysel yayılımı klinisyenlerce kolayca görülebildiği halde derin invazyon, lenfadenopati varlığı, diğer senkron ya da metakron tümörler ya da metastaz saptanması için görüntülemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bölgede en sık kullanım endikasyonu, histopatolojik malign tanısı olan lenf bezlerinin primer yerinin araştırılmasıdır. Tanı amaçlı kullanılacağı gibi evreleme, yeniden evreleme ve tedaviye yanıt değerlendirme amaçlı da kullanılabilir. Tiroid kanserlerinde tiroidektomi ve radyoiodot ablasyon tedavisi sonrası takipte tüm vücut iyot-131 tarama tetkiki negatif olan ve serum tiroglobulin düzeyi artması durumunda kullanım endikasyonu doğmaktadır. Tiroid meduller kanserde

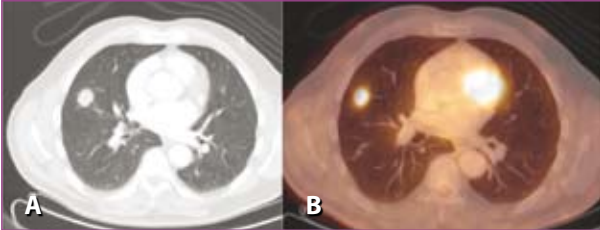
tiroidektomi sonrası takipte diğer görüntüleme yöntemlerinin açıklayamadığı kalsitonin ve/veya CEA düzeyleri yükselmelerinde de PET/BT uygulanır.

Bu bölge ile ilgili larinks kanseri dışında nazofarinks (Resim 1), orofarinks, özefagus gibi diğer tüm bölgelerin primer tümörlerinde evreleme, yeniden evreleme ve tedaviye yanıt amaçlı kullanılabilir. Larinks kanserinde de PET/BT özellikle kitleye eşlik eden lenf bezlerinin karakterizasyonu ve metastatik odak varlığının araştırılması için kullanılabilir ama devlet ödeme endikasyonları içinde yer almamaktadır.<sup>3,4</sup>

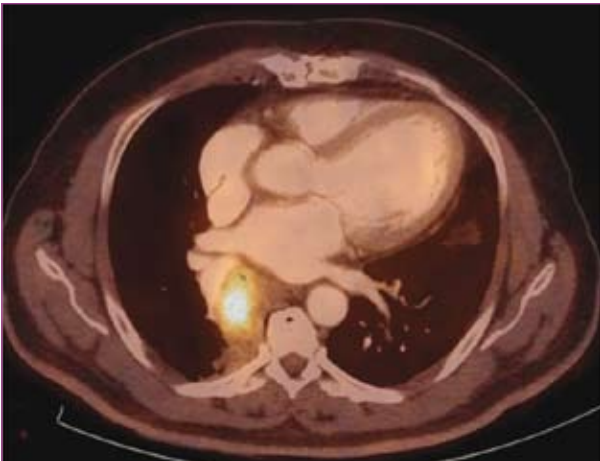
## Toraks

### Soliter pulmoner nodül (SPN)'ün değerlendirilmesi

Akciğer kanserleri sıklıkla soliter bir akciğer nodülü olarak ortaya çıkabilir. 1 cm.den büyük tamamı kalsifik olmayan ve yağ içermeyen lezyonlar için PET/BT yapılabilir (Resim 2). Bu konuda yapılan meta-analitik değerlendirmelerde SPN'de duyarlılığı % 96 gibi değerlere ulaşmaktadır. Yani PET/BT %100 doğruluk veren bir yöntem değildir. Bunun nedeni malign olmadığı halde yüksek metabolik aktivite gösteren ve dolayısıyla PET'de yanlış pozitif sonuçlara yol açan inflamatuvar akciğer opasiteleri ile yanlış negatif sonuçlara neden olabilen düşük glikoz afiniteli tümörlerdir. Granülomatöz hastalıklar başta olmak üzere aktif makrofaj içeren bütün infeksiyonlar ve inflamasyonlar PET'de potansiyel yanlış



**Resim 2:** Sağ akciğer orta lobda izlenen nodül (a), PET/BT füzyon görüntüde (b) hipermetabolik özellikte ve operasyon sonucu adenokarsinom.



**Resim 3:** Sağ akciğer alt lobda santral kitle ve distalinde FDG tutmayan atelektazi alanı. Küçük hücreli dışı akciğer kanseri.

pozitiflik sebebi olarak bilinmektedir. En sık yanlış pozitiflik nedenleri arasında tüberküloz, sarkoidoz, koksido-mikoz, aspergilloz ve diğer bazı infeksiyonlar sayılabilir.

### Küçük hücreli dışı akciğer kanserlerinde (KHDAK) evreleme

Akciğer kanserinden şüphelenilen ya da tanı konmuş hastalarda uzak metastaz varlığının bilinmesi ve mediastinal lenfatik yayılım araştırılması, izlenecek tedavi stratejisinin seçilmesi ve prognoz tahmini açısından çok önemlidir. Beklenen yaşam süresi düşük olan metastazlı hastalarda gereksiz invaziv girişimlerden kaçınmak ve diğer tedavi seçeneklerini uygulamak kabul edilen bir görüştür.

KHDAK'de teşhis anında hastaların %65-80'inin inoperabl olduğu tahmin edilmektedir. PET/BT ile primer tümör (T), mediastinal lenf nodları (N) ve sistemik metastazlar (M) değerlendirilebilir (Resim 3).

Cerrahi ve RT sonrası oluşan parankimal skar dokusu varlığında en önemli sorun bu doku ile rezidü ya da rekürren tümör ayırımının yapılmasıdır. BT de benzer görünümüleri nedeniyle ayırım her zaman mümkün olmazken PET/BT ile bu hastaların çoğu doğru değerlendirilmektedir. FDG tutulumu cerrahi sonrası tipik olarak 6 hafta içinde azalır. Tedavi sonrası değişiklikleri tümörden ayırmada PET/BT nin sensitivitesi çok yüksektir.

PET/BT ile tedaviye cevabın araştırılmasındaki diğer bir yaklaşım da erken dönemde kemoterapiye yanıtın aranmasıdır. Burada tedavi öncesi FDG tutulum yoğunluğu ile ilk veya ikinci kemoterapi kürü sonrası FDG tutulumu karşılaştırılır. FDG tutulumunda azalma olan hastaların bu tedaviye iyi cevap verdikleri ve daha uzun yaşadıkları gösterilmiştir.

Son yıllarda RT planlamasında PET/BT giderek artan sıklıkta kullanılmaktadır. Yalnızca anatomik bilgi sağlayan BT ye göre PET/BT' nin kattığı fonksiyonel bilgiler, tümör volüm ve lokalizasyonunun daha doğru belirlenmesini ve canlı tümör odaklarının gösterilmesi sayesinde radyasyon sahasının normal dokuya zarar vermeden minimize edilmesini sağlamaktadır. Radyasyon portalı ve tümör volümünde PET/BT kullanılması tedavi planlamasını yaklaşık %50 hastada değiştirmektedir.<sup>1</sup>

### Plevral malignitelerde PET/BT

Malign plevral hastalığı olan hastalarda PET/BT, tümörün anatomik yerini ve yaygınlığını belirler; biyopsi yeri için rehberlik edebilir, ancak mezotelyoma, lenfoma veya metastatik hastalık ayırımı yapamaz (Resim 4). Ayrıca inflamatuvar hastalıklarda ve özellikle talk plöredrez sonrası yanlış pozitif sonuç verebilir.

### Küçük hücreli akciğer kanserlerinde (KHAK) PET/BT

Tüm akciğer kanserlerinin %20-25'ini oluşturan KHAK, daha agresif biyolojik davranışı ve klinik seyri ile KHDAK kanserlerinden farklılaşır. Evrelemede TNM sınıflaması geçerli olsa da, daha çok sınırlı hastalık ve yaygın hasta-

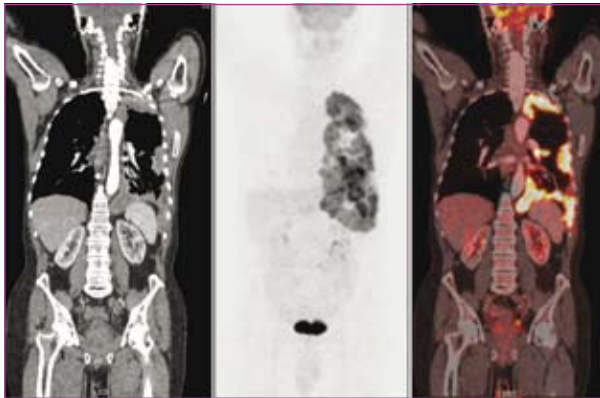
lık olarak ikili sınıflama kullanılmaktadır. Burada sınırlı hastalık bir hemitoraksa (mediastinal, karşı hiler ve aynı taraf supraklaviküler lenf nodları dahil) sınırlı kalışı ifade ederken, bunun dışındaki tutulumlar yaygın hastalığı tanımlar. Hastaların %60-80'inde ilk teşhis anında yaygın hastalık bulunur. Yaygın hastalıkta en sık iskelet sistemi, karaciğer, plevra, retroperitoneal bölge, yumuşak doku, kemik iliği, beyin ve karşı akciğer tutulumları görülür. Dolayısıyla ilk evrelemede çok sayıda tanısal işleme gereksinim vardır. PET/BT'nin bu hastalığın evrelemesinde potansiyel olarak etkin rol oynayabileceği beklenir. Yine KT veya RT sonrası tedaviye yanıt amaçlı kullanılabilir.

### Mediastinal kitlelerde PET/BT

Mediastinal kitlelerin tanı evreleme ve yeniden evreleme ile tedavi sonrası değişiklikler için kullanılabilir. Özellikle mediastinal kitlelerin tanısında benign-malign ayrımı ya da biyopsi yerinin tespiti amaçlı yararlı olmaktadır. En önemli mediastinal kitlelerden olan timomanın özellikle postoperatif takibinde nüks yönünden değerlendirmek mümkündür.

### Batın

Karaciğer, safra yolları, özefagus, mide, ince barsak ve kolorektal kanserler ile stromal tümörlerin evreleme ve yeniden evreleme ile tedaviye yanıt amaçlı kullanılabilir. Karaciğerin en sık malign lezyonu metastazlardır ve yaklaşık primer tümörlerden 18- 20 kez daha sık görülmektedir (Resim 5). Karaciğere en sık metastaz yapan primer odaklar; kolorektal, mide, pankreas, akciğer ve meme kanserleridir. Kolorektal kanserlerin metastazlarında PET/BT'nin özel yeri vardır. Özellikle karaciğer metastazlarının sayısı cerrahi için önem arz eder. Kolon kanser-



**Resim 4:** Sol hemitoraksı zırh gibi saran plevral kalınlaşma ve bu alanlarda FDG tutulumu. Mezotelyoma olgusu.



**Resim 5:** Karaciğer sağ lobda BT ve PET ile izlenen kolon metastazına bağlı hipermetabolik odaklar.

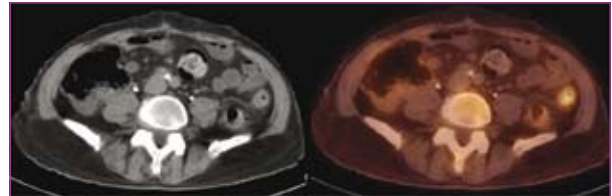
rinin yerini, lenf bezi ve karaciğer ile diğer metastazların saptanmasında yüksek doğruluk oranı mevcuttur (Resim 6). Pankreas (Resim 7) ve ince barsak tümörlerinde tanı amaçlı şüpheli kitle varlığında kullanım endikasyonu mevcuttur. Karaciğerde metastaz varlığında primer tümör tarama amaçlı kullanılabilir. Sürenal bezlerde mevcut 1 cm ve daha büyük kitlelerin varlığında tanı amaçlı benign- malign ayrımında PET/BT yüksek doğruluk değerlerine sahiptir. Ancak primer-metastaz ayrımı yapmak bazen mümkün olamayabilir.

Üriner sistem amaçlı PET/BT kullanımı FDG'nin bu yolla atılması nedeniyle biraz sınırlıdır. Ancak böbrek, ureter ve mesane kanserlerinde tanı ve evrelemeden ziyade yeniden evreleme ve tedaviye yanıt amaçlı kullanılır.

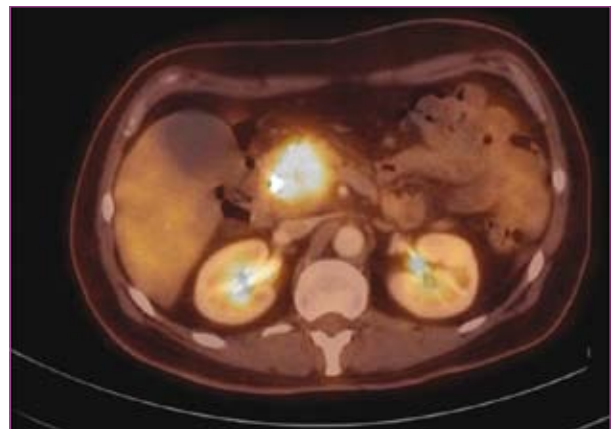
Genital sistem ile ilgili erkeklerde penis ve testis tümörlerinde evreleme, yeniden evreleme ve tedaviye yanıt amaçlı kullanılır. Prostat kanserlerinde tanı amaçlı kullanım endikasyonu yoktur. Ancak metastaz varlığı araştırma amaçlı kullanılabilir ama devlet sigorta sisteminde bu karşılanmaz. Kadınlarda meme, over, serviks, endometrium ile vulva-vajen tümörlerinde tanıdan ziyade yine evreleme ve yeniden evreleme ile tedavi yanıtı amaçlı kullanım endikasyonu vardır. Over kanserlerinde takipte CA 125 yüksekliği PET/BT çekim endikasyonu sebebidir.<sup>5-8</sup>

### Kas-İskelet

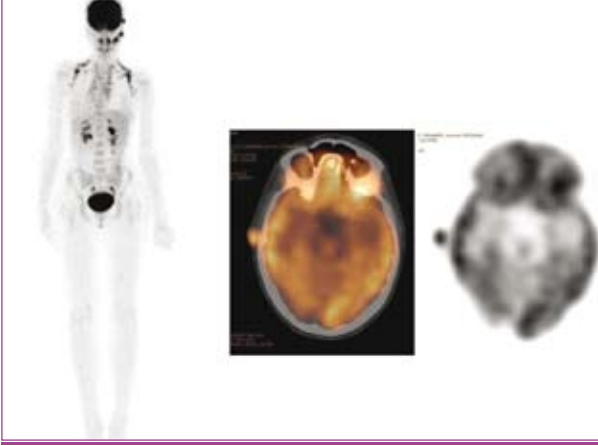
Primer kemik veya yumuşak doku tümörlerinde, primeri bilinmeyen kemik metastazlarında, multipl myelom veya plazmositomda PET/BT çekim endikasyonu vardır. Yumuşak doku tümörlerinde ve primeri bilinmeyen kemik metastazlarında tanı amaçlı kullanılırken, primer kemik tümörleri, multipl myelom ve plazmositomlarda evreleme, yeniden evreleme ve tedaviye yanıt amaçlı kullanılır.<sup>1</sup>



**Resim 6:** İnen kolonda duvar kalınlaşması ve bu alanda FDG tutulumu gösteren kolon kanseri olgusu.



**Resim 7:** Pankreas başı kanseri. Hipermetabolik kitle füzyon görüntüde izleniyor.



**Resim 8:** Tüm vücut çekimi yapılan malign melanom olgusunda saçlı deri ve diğer alanlarda metastatik kitleler hipermetabolik olarak izleniyor.

## Lenfoma ve Malign Melanom

Hematolojik malignitelerin başında gelen lenfomalarda PET/BT kullanımı daha çok diffüz büyük B hücreli NHL veya Hodgkin hastalığı üzerine olmuştur. Bu tipler üzerinde PET/BT'nin güvenilirliği % 90'ın üzerindedir. Diğer tipler ile ilgili veriler yeni sunulmaktadır. Lenfomaların evrelemesi yanı sıra FDG tutan olgularda yeniden evreleme ve tedaviye yanıt amaçlı kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır.<sup>1</sup>

Malign melanom epidermisin bazal tabakasındaki melanositlerden kaynaklanır ve deri kanserleri içinde mortalite ve morbiditesi en yüksek olanıdır. Evreleme amaçlı Clark tümör invazyonu evrelemesinde level 3 ve daha ileri evreler veya kalınlık esas alındığında Breslow

kalınlığı 0.76 mm ve daha kalın olan tümörlerde devlet ödeme kapsamındadır. Bu tümörlerde baştan ayak parmak ucuna kadar tüm vücut dahil edilecek şekilde çekim yapılır (Resim 8).

Sonuç olarak PET/BT günümüzde başta onkolojik hastalıklarda giderek artan bir öneme sahiptir. PET/BT'ye alternatif olarak günümüzde difüzyon görüntüleme MR görüntüleri gelişmektedir. Radyasyon içermemesi ve belli hazırlık gerektirmeden hızlı olarak yapılabilmesi nedeniyle gelecekte PET/BT'nin yerini alacak gibi görünmektedir.

## Kaynaklar

1. Brady Z, Taylor ML, Haynes M et al. The clinical application of PET/CT: a contemporary review. *Australas Phys Eng Sci Med* 2008;31:90-109.
2. Krause BJ, Beyer T, Bockisch A, et al. FDG-PET/CT in oncology. *Nuklearmedizin* 2007;46:291-301.
3. Blodgett TM, Fukui MB, Snyderman CH, et al. Combined PET-CT in the Head and Neck. Part 1. Physiologic, altered physiologic and artifactual FDG uptake. *Radiographics* 2005; 25: 897-912.
4. Fukui MB, Blodgett TM, Snyderman CH, et al. Combined PET-CT in the Head and Neck. Part 2. Diagnostic uses and pitfalls of oncologic imaging. *Radiographics* 2005; 25: 913-930.
5. Blake M, Singh A, Bindu N, et al. Pearls and pitfalls in interpretation of abdominal and pelvic PET/CT. *Radiographics* 2006; 26:1335-1353.
6. Hima B, Dushyant S, Fischman J et al. Bowel hot spots at PET-CT. *Radiographics* 2007; 27:145-159.
7. Kinkel K, Lu Y, Both M. Detection of hepatic metastases from cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology* 2002;224:748-56.
8. Arulampalam TH, Francis DL, Visvikis D, et al. FDG PET for the pre-operative evaluation of colorectal liver metastases. *Eur J Surg Oncol* 2004;30:286- 91.