

MEDIASTİNAL KİTLELERDE RADYONÜKLİD TANI YÖNTEMLERİ

Serkan İŞGÖREN

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

e-mail: serkanisgoren@hotmail.com

Mediasten birçok farklı dokuyu içeren oldukça karışık bir anatomik bölge olup, çok sayıda malign ve benign hastalık bu bölgede kitle olarak ortaya çıkabilmektedir. Mediastinal kitleler anatomik olarak ön, orta ve arka mediasten olarak üç ana bölgeye ayrılarak incelenirler. Mediastinal kitle ayırıcı tanısında lezyonun lokalizasyonu ve patolojinin prevelansı önemli rol oynar. Mediastinal bölge patolojileri çok geniş bir yelpazede yer aldığından ayırıcı veya spesifik tanıya ulaşmak için öncelikle non-invaziv görüntüleme yöntemlerine başvurulmaktadır. Ayrıca, non-invaziv görüntüleme yöntemlerine lezyon lokalizasyonu, boyutu, büyüme paterni ve lezyonun komşu dokulara invazyon durumunun değerlendirilmesinde ihtiyaç duyulmaktadır.

Non-invaziv görüntüleme yöntemlerinden nükleer tıp radyonüklid görüntüleme yöntemlerinin rezolüsyonu ve yapısal ayrıntıları göstermedeki başarısı bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans ve ultrasonografi gibi radyolojik görüntüleme yöntemlerine oranla çok daha düşük olmakla birlikte, radyonüklid görüntüleme yöntemleri mediastinal kitlelerin değerlendirilmesinde konvansiyonel radyolojik yöntemler ile elde edilemeyen önemli ve yararlı ek fonksiyonel bilgiler verebilmektedir. Bu nedenle radyolojik ve nükleer tıp görüntüleme yöntemleri birbirlerine alternatif olmayıp, aksine birbirlerini tamamlayıcı yöntemlerdir.

Nükleer tıp radyonüklid görüntüleme yöntemleri radyoaktif madde ile işaretli kimyasal moleküller veya biyolojik materyaller kullanılarak lezyonlardaki fonksiyonel ve metabolik değişiklikleri göstererek klinisyenlere yararlı bilgiler verebilmektedir. Radyonüklid görüntüleme yöntemlerinden en sık ve yaygın kullanılan, gama kamera cihazları ile elde edilen

sintigrafik yöntemlerdir. Gama kamera yöntemlerine göre çok daha yeni bir yöntem olan pozitron emisyon tomografisi (PET) görüntüleme yöntemi, ülkemizde gün geçtikçe yaygınlaşan ve klinik kullanımı hızla artış gösteren bir radyonüklid görüntüleme yöntemidir.

Hem PET cihazlarının hem de gama kamera cihazlarının temel görüntüleme prensipleri benzer olup, hastadan yayılan gama ışınlarını görüntü haline getirmektedir. Ancak, her iki görüntüleme cihazı ve görüntülemelerinde kullanılan radyofarmasötikler birbirlerinden belirgin farklılıklar içerirler. PET görüntülemesinde kullanılan radyofarmasötikler pozitron bozulumu yapanlar. Pozitron bozulması yapan radyofarmasötikler kararlı hale gelmek için, çekirdeklerinden pozitif yüklü elektron (pozitron) fırlatırlar. Bu pozitif yüklü fırlayan elektron çevredeki negatif yüklü bir elektrona çarparak annihilasyon (yok olma) olayına yol açar. Bu çarpışan pozitron ve negatif elektronun kütleleri enerjiye dönüşür ve 511 kiloelektronvolt'luk enerjiye sahip birbirine 180° aksi yönde hareket eden iki adet gama ışını oluşmasını sağlarlar. PET cihazlarında bulunan dedektörler hastadan yayılan bu 511 keV'luk gama ışınlarını eş zamanlı algılanarak görüntü haline getirirler. Pozitron yayan radyofarmasötikler yapay radyoaktif maddeler olup siklotronlarla elde edilirler. Bu radyoaktif maddeler çok kısa yarı ömürlere sahip olduklarından üretildikleri siklotronların PET merkezlerinin içerisinde veya yakınında bulunması gerekmektedir. Pozitron görüntülemede kullanılan radyonüklidler arasında ¹¹C, ¹³N, ¹⁵O ve ¹⁸F yer alır. Bu radyoaktif maddelerin büyük kısmı insan hücrelerinin yapıtaşlarını oluşturan elementlerin radyoaktif formlarıdır. Bu nedenle-

dir ki, PET görüntülemesi fizyolojik bir yöntemdir ve diğer non-invaziv görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak lezyonun metabolik ve fonksiyonel aktivitesi hakkında bilgiler sağlamaktadır.

¹⁸F'in diğer pozitron yayan radyonüklidlere oranla nispeten uzun yarı ömüre (110 dakika) sahip olması, birkaç saatlik mesafelere nakledilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle ülkemizde ve dünyada en yaygın kullanılan PET radyofarmasötüğü ¹⁸F ile işaretli glikozdur. ¹⁸F- florodeoksiglüköz (FDG) glikozun vücuttaki metabolizmasını yansıtan, malign hücrelerde ve yüksek metabolik aktiviteye sahip tüm hücrelerde tutulum gösteren bir ajandır.

Nükleer tıpta daha yaygın uygulanan radyonüklid görüntüleme yöntemleri tek foton yayan radyonüklidler kullanılarak yapılan, gama kamera cihazları ile elde edilen sintigrafik çalışmalardır. Tek foton yayan radyonüklidler biyolojik olmayan elementlerdir, en yaygın kullanılanları teknesyum-99m perteknetat, talyum-201, iyot-123 ve iyot-131, galyum-67 ile indiyum-111'dir. Bu radyonüklidlerin enerjileri pozitron yayan radyonüklidlere oranla daha düşüktür ve 80-360 keV arasında değişen enerjilerde gama ışınları yayarlar. PET çalışmalarında kullanılanlardan çok daha uzun, bir kaç saat ve gün arasında değişen yarı ömüre sahiptirler. Bunların üretim ve temini kolaydır. Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (single photon emission computed tomography-SPECT) olarak adlandırılan bir gama kamera görüntüleme tekniğiyle, kamera hasta etrafınızda dönerek pek çok açıdan görüntüler alınır. SPECT yöntemi sintigrafi çalışmalarında kesitsel görüntüler elde edilmesine olanak sağlar, görüntü kalitesini artırır ve lezyonların derinliğini değerlendirmeyi mümkün kılar.

Son yıllarda radyonüklid görüntülemeler açısından en önemli gelişmelerden biri de SPECT/BT ve PET/BT gibi hibrid görüntüleme sistemlerin kullanıma girmesi olmuştur. İki ayrı görüntüleme modalitenin birlikte kullanımı klinik anlamda yararlı pek çok bilgi elde edilmesine olanak sağlamıştır. Mediastinal bölge patolojilerinin değerlendirilmesinde hem tek foton yayan, hem de pozitron yayan radyoaktif ajanlar ile yapılan radyonüklid görüntülemelerin kullanımı giderek artış göstermektedir. Karmaşık anatomik yapısı nedeniyle görüntüleme yöntemleri için zor bir bölge olan mediastinal bölge görüntülemelerinde SPECT/BT ve PET/BT gibi hibrid görüntüleme yöntemlerinin kullanımı nükleer tıp hekimlerinin verdikleri sonuçlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini arttırmakta, klinisyenlerin de nükleer tıp görüntülerine daha hakim olmalarına olanak vermektedir. Bu yazıda mediastende yer kaplayan kitlelerde kullanılan nükleer tıp yöntemleri ve kullanım alanları özetlenmeye çalışılacaktır.

1. Mediastinal guatr

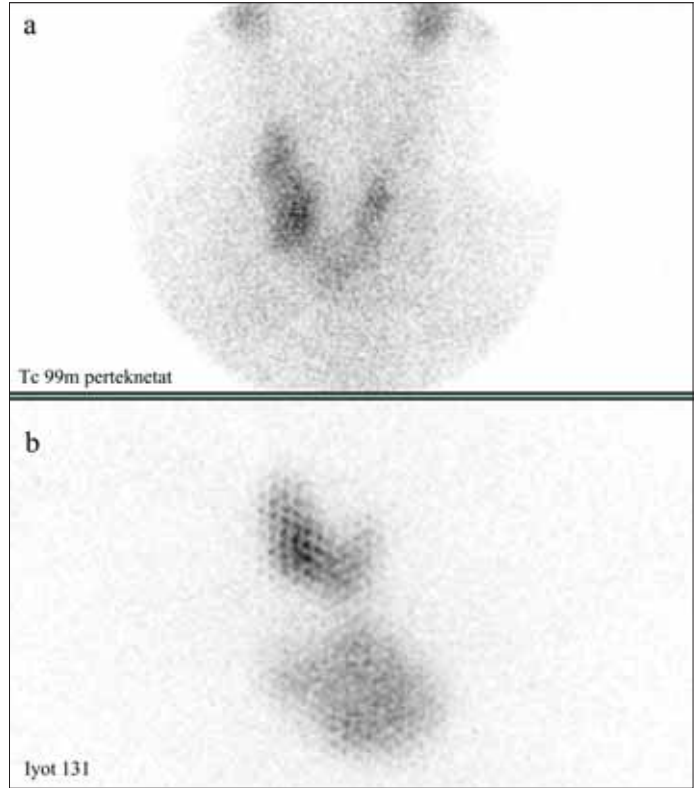
Mediastinal guatr'lar tüm mediastinal kitlelerin yaklaşık % 10'unu oluştururlar. Mediastinal guatrların çoğu ön medi-

asten yerleşimli ve sadece %1 kadarı tamamen intratorasik yerleşimlidir (1,2). Mediastinal baskı hissi ile başvuran hastalarda mediastinal guatr'dan sıklıkla ele gelen guatr bulunması ve akciğer filminde mediastinal kitle gözlenmesiyle şüphelenilir. Pozitif bir radyoaktif iyot sintigrafisi tanıyı doğrulamakta yeterlidir ve ek invaziv tanısal girişim uygulanmasına gerek kalmaz (3).

Mediastinal guatr sıklıkla servikal guatr'ın toraksa uzanımından kaynaklanmaktadır. Ancak, servikal ve intratorasik tiroid komponentlerinin ilişkisinin BT ve ultrasonografi ile gösterilemediği, birbirine sadece ince bir fibroz bant ile bağlı oldukları durumlarda bulunmaktadır (3).

Günümüzde tiroid sintigrafisi görüntülemelerinde sıklıkla tercih edilen ajan teknesyum-99m perteknetat'tır. Ancak, üstün biyodağılıma sahip olmaları ve enerjilerinin teknesyum 99m perteknetat'a göre daha yüksek olması nedeniyle iyot-123 ve iyot-131 radyonüklidleri intratorasik yerleşimli guatr gösterilmesi için uygulanacak sintigrafi çalışmalarında tercih edilmelidirler (Resim 1) (1, 3, 4).

Mediastinal guatr'lı hastaların büyük çoğunluğuna cerrahi girişim gerekmektedir. Bunun yanında, cerrahi girişimin uygun olmadığı hastalarda trakeal basıyı ve kitle boyutunu azaltmak amacıyla rekombinant TSH (rhTSH) eşliğinde I-131 tedavisi de uygulanabilmektedir (3).



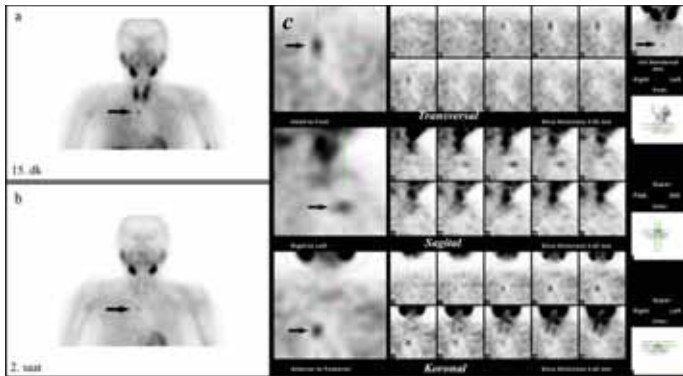
Resim 1. Tc-99m perteknetat ile yapılan tiroid sintigrafisinde tutulum göstermeyen, iyot-131 ile yapılan sintigrafide saptanan mediastinal guatr. (a) Tc-99m perteknetat görüntüsü, (b) I-131 görüntüsü

2. Mediastinal paratiroid patolojileri

Hiperparatiroidizmi bulunan hastaların yaklaşık %1-10'unda paratiroid patolojisinin ektopik mediastinal yerleşimli olduğu saptanır (5). Ektopik yerleşimli paratiroid patolojileri, özellikle preoperatif lokalizasyon görüntülemesi yapılmamış hiperparatiroidili hastalarda, başarısız paratiroidektomi cerrahisinin en önemli nedenlerindedir (6). Mediastinal paratiroid patolojilerinin tanısı ve cerrahisi, değişik ve sık rastlanmayan anatomik yerleşimleri nedeniyle zordur. Bu patolojilerin çoğu ön mediastende, timus bezinin üst polünde yerleşirler ve çoğunlukla sadece servikal insizyon çıkarılmaları için yeterli olabilmektedir. Servikal insizyonla çıkarılması mümkün olmayan derin mediastinal yerleşimli vakalarda mediastinal eksplorasyon yaklaşık %2 olguda gerekebilmektedir (5,7,8).

Teknesyum 99m metoksi izobutil izonitrit (Tc-99m-MIBI) kullanılarak yapılan çift faz paratiroid sintigrafisi hiperfonksiyone paratiroid patolojilerini preoperatif göstermede en çok tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Çift faz paratiroid sintigrafisinde tc-99m MIBI intravenöz yoldan verildikten 15 dakika ve 2 saat sonra boyun bölgesinden, mediasten görüntü alanına girecek şekilde planar ve SPECT görüntüleri alınır. 15. dakika görüntüsünde hem tiroid dokusunda hem de paratiroid patolojilerinde tutulum izlenirken, 2. saatte alınan görüntülerde tiroid dokusu tutulumlarının boşaldığı, paratiroid patolojilerinde tutulumun devam ettiği gözlenir (Resim 2). Bu şekilde enjeksiyondan 2 saat sonra paratiroid patolojileri daha iyi vizualize olur (3,9)

Paratiroid sintigrafisinin mediastinal yerleşimli paratiroid patolojilerinin varlığını saptamadaki başarısı oldukça yüksek iken, lokalizasyon ve komşuluklarını tarif etmekteki başarısı ise oldukça düşüktür. Bu nedenle fonksiyonel sintigrafik görüntüleme yöntemlerinin BT veya MR görüntülemeleriyle desteklenmesi gerekmektedir. Günümüzde kullanımı yaygınlaşan, fonksiyonel ve morfolojik bilgilerin kombine edilmesine olanak veren SPECT/BT hibrid



Resim 2. Tc-99m MIBI ile yapılan paratiroid sintigrafisinde saptanan ektopik mediastinal yerleşimli paratiroid patolojisi. (a) 15. dakika planar görüntü, (b) 2. saat planar görüntü, (c) 2. saat SPECT görüntüsü

görüntüleme yöntemleri özellikle mediastinal paratiroid patolojileri görüntülemelerinde lezyon lokalizasyonu konusunda önemli bilgiler sağlamakta, ek radyolojik görüntüleme uygulamalarına gerek kalmamaktadır (9-11).

Son yıllarda bir PET radyonüklidi olan karbon-11 işaretli metionin' in paratiroid patolojilerini saptamada kullanıldığı yayınlar göze çarpmaktadır. Karbon-11' in yarı ömrünün 20 dakika gibi kısa bir süre olması bu radyonüklidin ancak siklotrona yakın merkezlerde kullanımına olanak sağlamaktadır. Bu nedenlerden dolayı rutin kullanımı sınırlı kalmaktadır. Karbon-11 metionin PET/BT' nin özellikle USG ve paratiroid sintigrafisi gibi konvansiyonel görüntüleme yöntemlerinin paratiroid patolojilerini göstermede yetersiz kaldığı durumlarda kullanılabileceği bildirilmektedir (12).

3. Timik lezyonlar

Ön mediastende en yaygın gözlenen kitleler timus orijindir. Timus lezyonları timik tümörler, timik kistler ve timus hiperplazisi şeklinde sınıflandırılmaktadır. Timik hiperplazi özellikle kemoterapi uygulaması sonrasında rebound fenomeni şeklinde gelişebilmekte ve rezidüel hastalık ile ayırıcı tanısını yapmak oldukça güç olmaktadır. Timik hiperplazinin kanser tedavisi sonrasında gelişebilmesinin yanı sıra yanıklar, steroid kesilmesi, hipertiroidizm, infeksiyonlar ve kardiyak cerrahi sonrası da gelişebilmektedir. FDG PET/BT çalışmalarında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta hiperplazik timus dokusundaki fizyolojik FDG tutulumunun rezidüel hastalıkla karışabilecek düzeyde olabileceğidir (13). Timik tümörlerden en sık görülenleri timoma ile timik karsinomdur ve erişkinde ön mediastenin en yaygın tümörleridirler. FDG PET/BT ile timik hiperplazi, timoma ve timik karsinom ayrımı SUVmax değerleri ve FDG uptake paternleriyle mümkün olabilmektedir. Timik hiperplazide timoma ve timik karsinoma göre daha düşük ve daha diffüz bir FDG uptake'i gözlenirken, timik karsinomda timomaya oranla daha yüksek SUV değerleri saptanır (14).

4. Nörojenik Tümörler

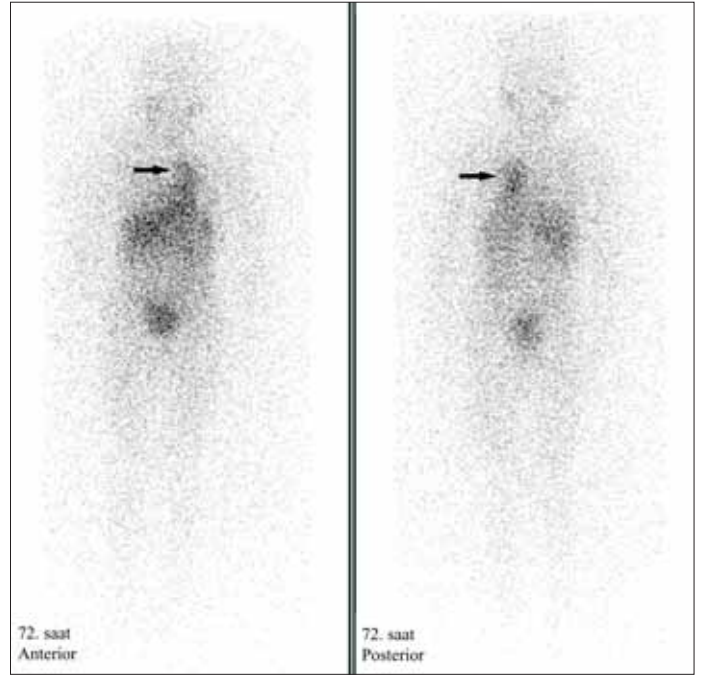
Tüm mediastinal kitlelerin erişkinde yaklaşık %20, çocuklarda ise %35 'ini nörojenik tümörler oluştururlar. Yaklaşık %90'ı arka mediastinal yerleşimlidir. Nörojenik tümörler köken aldıkları yapılara göre sinir kılıfı, sempatik ganglionlar veya parasempatik ganglionlar kaynaklı tümörler şeklinde gruplandırılırlar (15).

Sempatik ganglionlar kaynaklı tümörlerden ganglionöroma benign, ganglionöroblastoma ve nöroblastoma malign alt gruplarda incelenirler. Ganglionöroblastoma histolojik olarak ganglionörom ve nöroblastom arasında yer alan, lokal invazyon ve metastaz yapabilen tümörlerdir. Nörojenik

tümörlerden nöroblastoma ise çocukluk çağı solid tümörlerinden en yaygın saptananlardan biridir ve oldukça malign bir tümördür. Çocukluk çağında mediastinal nörojenik tümörlerin %50' sinden fazlasını nöroblastom oluşturmaktadır. Sempatik ganglionlar kaynaklı tümörler asemptomatik olabilecekleri gibi, basıya veya salgıladıkları vazoaktif polipeptitlere bağlı semptomlarla da hastalar doktora başvurabilmektedir (16).

Parasempatik ganglionlardan köken alan paraganglioma ve feokromositomalar mediastende sıklıkla arka mediastinal, daha nadir olarak orta mediastinal bölgede yerleşirler. Feokromositomaların yaklaşık %15'i adrenal dışı parasempatik ganglionlardan kaynaklanırlar ve bu tümörler paraganglioma olarak adlandırılırlar. Adrenal kaynaklı feokromositomalarda malignite oranı yaklaşık %10 iken, bu oran ekstra-adrenal kaynaklılarda %20-40'a çıkmaktadır (17). Feokromositomaların aktif formları adrenal ve noradrenalin salınımları yapabilmekte ve hipertansiyon gibi değişik klinik bulgulara sebep olabilmektedir (16).

Nörojenik tümörlerden hem sempatik hem de parasempatik ganglion kaynaklı tümörler primitif nöral krestten köken alırlar ve nöroendokrin tümörler grubuna dahildirler. Feokromositoma ve nöroblastomalar katekolamin (epinefrin, norepinefrin) ve prekürsörlerini sentezleme, depolama ve salgılama yeteneğine sahip tümörlerdir. Guanitidin ve noradrenalinin yapısal analogu olan meta iodo benzil guanidin (MIBG), katekolamin yapan tümörlerde ve metastazlarında birikim gösterir. I-123 veya I-131 işaretli MIBG sintigrafisi sempatik ve parasempatik ganglion kaynaklı tümörlerde non-invaziv görüntüleme yapmaya olanak sağlamaktadır (Resim 3). I-123 MIBG yüksek görüntü kalitesi, düşük radyasyon dozu ve SPECT görüntüleme yapılabilmesi avantajlarından dolayı I-131 MIBG' ye oranla özellikle çocuk hastalarda tercih edilmektedir. Benign ve malign, adrenal ve ekstra-adrenal feokromositomalar, primer ve metastatik nöroblastomalar yüksek sensitivite (%85-90) ve yüksek spesifite (>%95) oranlarıyla MIBG sintigrafisi kullanılarak görüntülenebilmektedir (18,19). MIBG sintigrafisi ganglionöroma, ganglionöroblastoma, nöroblastoma, paraganglioma veya feokromositomadan şüphelenilen kitleler varlığında tanının doğrulanmasında, tümörlerin evrelendirilmesinde, tedavi sonrası erken nökslerin saptanmasında ve MIBG tedavisi düşünülen hastalarda endikedir (19). MIBG sintigrafisi, nöroblastom ve feokromositoma hastalarının yaklaşık %5-7'sinde başlangıçta negatiftir ve tümör dokularında MIBG tutulumu gözlenmez. Bu vakalarda tüm vücut kemik sintigrafisi, In-111 oktriotide sintigrafisi, F-18 FDG PET, F-18 DOPA (dihydroxyphenylalanine) PET veya Ga-68 DOTATOC (DOTA-D-Phe1-Tyr3-Octreotide) PET olanak varsa yapılması önerilmektedir (17). Bunlara



Resim 3. I-131 MIBG sintigrafisi 72. saat anterior ve posterior tüm vücut görüntüsünde saptanan orta hattın hafif solunda, posterior mediastinal yerleşimli ganglionöroma

ek olarak evre III ve IV feokromositoma ve nöroblastoma hastalarında yüksek dozda I-131 işaretli MIBG tedavisi kullanılabilir. Bu tedavi klinik semptomların azaltmasını ve kitlenin küçülmesini sağlar ancak I-131 MIBG tedavisi tek başına kür sağlayabilen bir tedavi değildir. İleri evre vakalarda cerrahi tedavi, kemoterapi ve I-131 MIBG tedavisinin kombine edilmesi daha yüksek oranda tam remisyon elde edilmesini sağlamaktadır (16).

Nörojenik tümörlerden sinir kılıfından köken alanlar arasında schwannoma, nörofibroma ve malign schwannoma yer almaktadır. Sinir kılıfı kaynaklı tümörlerin tanı ve takibinde kullanılan spesifik bir nükleer tıp görüntüleme yöntemi bulunmamaktadır.

5. Lenfomalar

Lenfomalar, özellikle çocuk yaş grubunda en yaygın rastlanan mediastinal kitle nedenlerindedir. Ön mediastende daha sıklıkla yerleşiyor olmalarına rağmen mediastenin üç kompartımanında da saptanabilmektedirler. Lenfomalar en sık non hodgkin lenfoma (NHL) ve hodgkin lenfoma (HL) şeklinde sınıflandırılırlar. Mediastinal tutulum HL' da NHL'ya oranla daha sık rastlanır. NHL' da hastalık HL'ya oranla daha agresif seyretme eğilimindedir ve kemik iliği tutulumu daha yaygındır (20,21).

Ga-67 sintigrafisi ve FDG-PET lenfoma görüntülemesinde kullanılan nükleer tıp görüntüleme yöntemleridir. Ga-67 demir iyonu analogu gibi davranan nonspesifik bir tümör

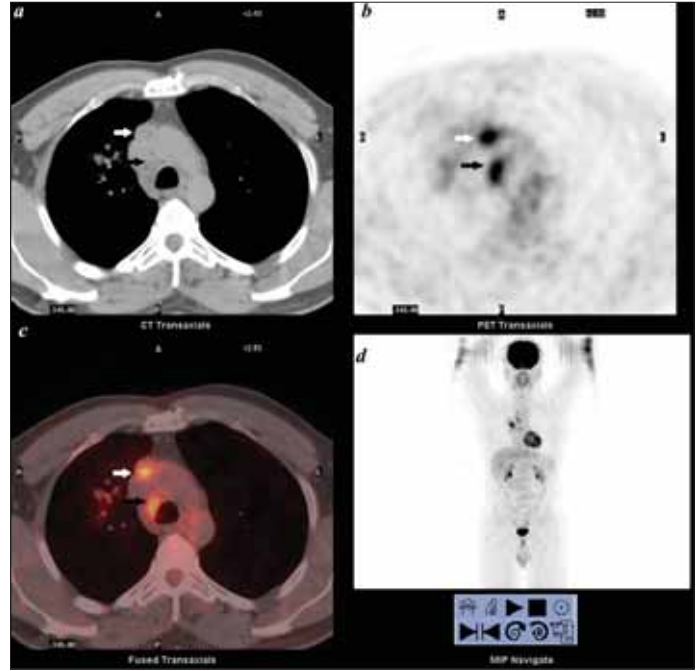
görüntüleme ajanıdır. Neoplastik hastalıklar içerisinde en yaygın lenfomada hastalığın evrelemesinde, nüks değerlendirilmesinde ve tedavi yanıt belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yarı ömrü uzun (78 saat), enerjisi nispeten yüksek, gastrointestinal tutulumu fazla ve türkiyede üretimi mevcut olmadığından sipariş edilmesinin ardından yaklaşık 15 gün beklemek gerektiren bir radyonükliddir (22). Günümüzde yerini büyük ölçüde FDG-PET' e bırakmıştır. FDG-PET lenfomalarda tedavi öncesi evrelemede, nodal ve ektranodal tutulumun gösterilmesinde ve tedaviye yanıt belirlenmesinde çok önemli role sahip, başarılı bir görüntüleme yöntemidir.

Ga-67 sintigrafisinde ve FDG-PET çalışmasında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta fizyolojik timus aktivitesidir. Tedavi sonrası rebound timus büyümesi sık rastlanan bir durum olup, homojen radyonüklid tutulumu gözlenmesi ve lenf nodu tutulumunun eşlik etmemesi ile lenfoma tutulumundan ayırt etmek sıklıkla mümkün olabilmektedir (23,24).

6. Metastazlar

Mediastinal metastatik lenf nodu tutulumu en sık akciğer kanseri kaynaklıdır. Diğer mediastinal metastaz yapabilen kanserler arasında baş-boyun kanserleri, meme kanseri, böbrek kanseri ve malign melanom sayılabilir. Küçük hücre dışı akciğer kanserli (KHDAK) hastalarda mediastinal lenf nodlarının doğru evrelendirilmesi tedavi seçiminde önemli bir parametredir.

FDG-PET, KHDAK hastalarında boyuttan bağımsız olarak mediastinal lenf nodlarındaki invazyon durumunu yüksek doğruluk oranlarıyla ortaya koyabilen, kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan non-invaziv moleküler bir görüntüleme yöntemidir. Mediastinal lenf nodu evrelemesinde FDG-PET' in tomografiye göre duyarlılık ve güvenilirlik açısından çok daha üstün olduğu hemen hemen tüm karşılaştırmalı çalışmalarda ortaya konmuştur (Resim 4). Bununla beraber, mediastinal lenf nodlarında inflamasyon varlığında artmış FDG tutulumu gözlenebilmesi, FDG-PET çalışmalarında yanlış pozitifliklere sebep olabilmektedir. Bu nedenle mediastinal lenf nodlarında artmış FDG tutulumu varlığında, histopatolojik korelasyon yapılması önerilmektedir. Bu durumda FDG-PET bulguları mediastinoskopi veya diğer invaziv işlemlere rehberlik etmektedir. FDG-PET'in yanlış negatifliği, yanlış pozitifliğine oranla daha düşük olup, bu oran %5-8 arasında değişmektedir. Negatif prediktif değeri nispeten yüksek bir yöntem olduğundan FDG-PET'in mediastende negatif olduğu durumda genel bir fikir birliği oluşmamış olmakla birlikte mediastinoskopi uygulanmadan direkt cerrahi tedavi uygulanabilir. Bu konuda tartışmalar sürmektedir (25,26).



Resim 4. F¹⁸ FDG-PET/ BT çalışmasında (a) Aksiyel PET, (b) Aksiyel BT, (c) Aksiyel füzyon ve (d) MIP (Maximum intensity projection) görüntülerinde prevasküler (beyaz ok) ve sağ paratrakeal yerleşimli (siyah ok) santimetrik boyutlu lenf bezlerinde, patolojik düzeyde artmış FDG tutulumları (maksimum SUV değerleri sırasıyla 6,8 ve 5,9)

KAYNAKLAR

1. Alsanea O, Clark OH. Benign disorders of the thyroid gland. In Steele GD, Phillips TL, Chabner BA, ed. American cancer society, atlas of clinical oncology. London: BC Decker Inc; 2003: 1-22.
2. Hedayati N, McHenry CR. The clinical presentation and operative management of nodular and diffuse substernal thyroid disease. Am Surg 2002; 68: 245-51.
3. Martin WH, Sandler MP, Gross MD. Thyroid, parathyroid, and adrenal gland imaging. In Sharp PF, Gemmell HG, Murray AD, ed. Practical nuclear medicine, 3th ed. London: Springer; 2005: 247-72.
4. Sarkar SD. Thyroid gland. In Elgazzar AH, ed. The pathophysiologic basis of nuclear medicine, 2nd ed. Heidelberg: Springer; 2006: 209-21.
5. Alesina PF, Moka D, Mahlstedt J, Walz MK. Thoracoscopic removal of mediastinal hyperfunctioning parathyroid glands: personal experience and review of the literature. World J Surg 2008; 32: 224-31.
6. Rubello D, Casara D, Fiore D, et al. An ectopic mediastinal parathyroid adenoma accurately located by a single-day imaging protocol of Tc-99m pertechnetate-MIBI subtraction scintigraphy and MIBI-SPECT-computed tomographic image fusion. Clin Nucl Med 2002; 27: 186-90.
7. Marakovic J, Biocina B, Sutlić Z, et al. Surgical treatment of mediastinal parathyroid adenoma. Acta Med Croatica 2002; 56: 65-8.
8. Marcheix B, Brouchet L, Berjaud J, Dahan M. Recurrent hyperparathyroidism: A sixth mediastinal parathyroid gland. Eur J Cardiothorac Surg 2006; 30: 808-10.

9. Taillefer R. Tc-99m sestamibi parathyroid scintigraphy. In Freeman L, ed. *Nuclear Medicine Annual*. New York: Raven Pres; 1997: 51-79.
10. Akram K, Parker JA, Donohoe K, Kolodny G. Role of single photon emission computed tomography/computed tomography in localization of ectopic parathyroid adenoma: a pictorial case series and review of the current literature. *Clin Nucl Med* 2009; 34: 500-2.
11. Kaczirek K, Prager G, Kienast O, et al. Combined transmission and (99m)Tc-sestamibi emission tomography for localization of mediastinal parathyroid glands. *Nuklearmedizin* 2003; 42: 220-3.
12. Weber T, Cammerer G, Schick C, et al. C-11 methionine positron emission tomography/computed tomography localizes parathyroid adenomas in primary hyperparathyroidism. *Horm Metab Res* 2010; 42: 209-14.
13. Jerushalmi J, Frenkel A, Bar-Shalom R, et al. Physiologic thymic uptake of 18F-FDG in children and young adults: a PET/CT evaluation of incidence, patterns, and relationship to treatment. *J Nucl Med* 2009; 50: 849-53.
14. Kumar A, Regmi SK, Dutta R, et al. Characterization of thymic masses using (18)F-FDG PET-CT. *Ann Nucl Med* 2009; 23: 569-77.
15. Strollo DC, Rosado-de-Christenson ML, Jett JR. Primary mediastinal tumors. Part II: Tumors of the middle and posterior mediastinum. *Chest* 1997; 112: 1344-57.
16. Franzius C, Schober O. Adrenal tumors. In Bombardieri E, Buscombe J, Lucignani G, Schober O, ed. *Advances in Nuclear Oncology Diagnosis and Therapy*. London: Informa Healthcare; 2007: 177-88.
17. Rozovsky K, Koplewitz BZ, Krausz Y, et al. Added value of SPECT/CT for correlation of MIBG scintigraphy and diagnostic CT in neuroblastoma and pheochromocytoma. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 190: 1085-90.
18. Shapiro B. Imaging of catecholamine-secreting tumours: uses of MIBG in diagnosis and treatment. *Baillieres Clin Endocrinol Metab* 1993; 7: 491-507.
19. Özcan Z, Gökçora N, Alan N, ve ark. Çocuklarda MIBG Sintigrafisi Kılavuzu. *Türk J Nucl Med* 2001; 10: 139-42.
20. Merten DF. Diagnostic imaging of mediastinal masses in children. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 158: 825-32.
21. Williams HJ, Alton HM. Imaging of paediatric mediastinal abnormalities. *Paediatr Respir Rev* 2003; 4: 55-66.
22. Ak İ, Vardareli E, Bekis R, ve ark. Malign hastalıkların değerlendirilmesinde galyum-67 sintigrafisi uygulama kılavuzu. *Türk J Nucl Med* 2001; 10: 103-8.
23. Siegel MJ. Pediatric multislice computed tomography of the chest. In Schoepf UJ, ed. *Multidetector row ct of the thorax*, Heidelberg: Springer; 2006: 375-94.
24. Jadvar H, Connolly LP, Fahey FH, et al. PET imaging in pediatric disorders. In Valk PE, Delbeke D, Bailey DL, et al, ed. *Positron emission tomography*, London: Springer; 2006: 337-57.
25. Steinert HC. PET and PET/CT in Lung Cancer. In Biersack HJ, Freeman LM, ed. *Clinical Nuclear Medicine*, Heidelberg: Springer; 2007: 137-46.
26. Rigo P, Hustinx R, Bury T. PET and PET/CT Imaging in Lung Cancer. In Valk PE, Delbeke D, Bailey DL, et al, ed. *Positron emission tomography*, London: Springer; 2006: 89-106.