

# TORAKS KİTLELERİNDE PET İLE METABOLİK KARAKTERİZASYON

## METABOLIC CHARACTERIZATION OF THORACIC MASS BY PET

Sait Sager, Betül Vatankulu

İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

e-mail: saitsager@yahoo.com, bvatankulu@gmail.com

DOI:10.5152/tcb.2015.059

### Özet

Florodeoksiglikoz (FDG) ile Pozitron Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi (PET/BT) malignitelerin görüntülenmesinde yaygın kullanılmakta olup, akciğer kanseri tanısında ve evrelemede de kullanılabilir. FDG PET/BT, benign-malign lezyonların ayırımında, lokal nüks ve uzak metastazların saptanmasında ayrıca tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde yararlıdır. FDG PET/BT görüntüleme soliter pulmoner nodüllerde malignite riski değerlendirilmesinde kullanılabilir ve soliter pulmoner nodül karakterizasyonunda tek başına BT'ye göre daha kesin sonuç vermektedir. Aynı zamanda plevral kitle ve efüzyonların tanısında ve mediasten-göğüs duvarı tümörlerinin değerlendirilmesinde yararlıdır. Bu yazıda soliter pulmoner nodüllerde, plevral kitlelerde mediasten-göğüs duvarı kitlelerinde PET/BT görüntülemenin önemi gözden geçirildi.

**Anahtar kelimeler:** PET/BT, soliter pulmoner nodül, plevral kitle, mediasten-göğüs duvarı tümörü

### Abstract

Positron Emission Tomography/Computed Tomography (PET/CT) with fluorodeoxyglucose (FDG), which is commonly used for detailed evaluation of malignancies, can be used for the diagnosis and staging of patients with lung cancer. FDG-PET/CT is also useful for differentiating malignant from benign lesions, detecting local recurrence and distant metastases, and monitoring treatment response. PET/CT can be used in the case of solitary pulmonary nodules to evaluate the malignancy risk, and it is more accurate than CT alone for characterizing solitary pulmonary nodules. It is also useful in the diagnosis of pleural effusion and mass and evaluation of mediastinum and chest wall tumors. In this paper, the importance of PET/CT in studying solitary pulmonary nodules, pleural effusion and mass, and mediastinum and chest wall tumors is reviewed.

**Keywords:** PET/CT, solitary pulmonary nodule, pleural mass, mediastinum-chest wall tumor

### SOLİTER PULMONER NODÜL

Soliter pulmoner nodül, akciğer parankimi içerisinde yerleşimli çapı 3 cm'den küçük, atelektazi ve adenopatinin eşlik etmediği, direk grafide lokal dansite veya opasite artışı ile kendini gösteren nodüllere denir (1). 3 cm'den büyük ise kitle olarak tanımlanır ve bu kitlelerde malignite ihtimali yüksektir. Soliter pulmoner nodül saptandığında bu lezyonun benign-malign ayrımının yapılması önemlidir. Böyle bir nodülde malignite ihtimali yaklaşık %40-60 oranındadır (2). Erken evrede saptanan ve rezeke edilen akciğer kanserli olgularda beş yıllık sağkalım oranının yüksek olduğu bilinmektedir.

Soliter pulmoner nodül etyolojisinde genel olarak benign ve malign durumlar olmak üzere iki grup has-

talık yer alır. Genelde benign nedenlere daha fazla rastlanmaktadır (3). Son yıllarda rezeksiyon verilerine bakılarak yapılan çalışmalarda malignite oranının da yüksek olduğu bildirilmiştir (4). Soliter pulmoner nodüllere genellikle akciğer grafisi ve/veya Bilgisayarlı tomografi (BT)'lerde tesadüfen saptanmaktadır. Tespit edilen akciğer nodüllerinin önemli bir kısmı radyolojik olarak belirsiz (indeterminate) tanımlamasına girmektedir. Bu aşamadan sonra klinik öykü ve malignite riski de göz önüne alınarak akciğer nodülü ya izleme alınır ya da biyopsi (transbronşiyal veya transtorasik ince iğne aspirasyonu) gibi invaziv işlemlere gidilir. Böyle bir nodülde en ideal yaklaşım, nodül benign ise gereksiz rezeksiyondan kaçınmak, nodül malign ise kısa sürede rezeksiyonunu sağlamaktır. Bu durumda hastaya en az invaziv yöntemler tercih edilerek ve hastanın kliniği

ile değerlendirilerek, varsa geçmiş dönemlere ait incelemeleri ile de karşılaştırılarak benign-malign ayrımı yapılabilmektedir.

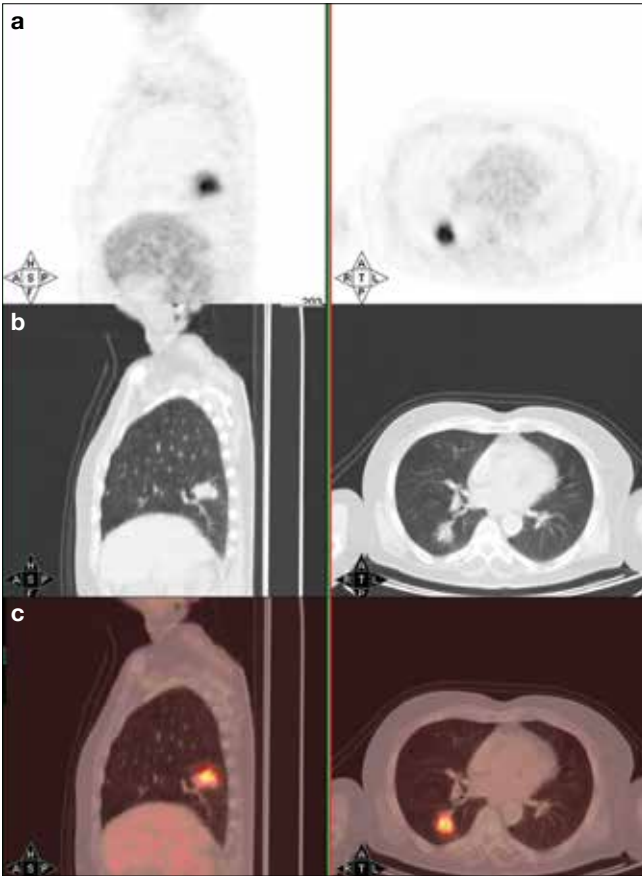
Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) pozitron yayan radyoaktif ajanlar ile işaretli metabolik maddelerin vücutta verilerek, kameralar aracılığıyla vücuttaki dağılımlarının incelendiği bir görüntüleme yöntemidir. En sık kullanılan ajan F-18 ile işaretli Fluorodeoksiglukoz (FDG)'dur. Malign lezyonlarda benign olanlara göre daha fazla artmış glukoz metabolizması, buna bağlı olarak FDG tutulumu ve birikimini artırarak malign-benign ayrımını sağlamaktadır. FDG PET akciğer kanserinin tanısında, evrelemede, tedaviye yanıt değerlendirmesinde ve takibinde yaygın olarak kullanılmaktadır (5). Pozitron emisyon tomografisi ile BT'nin birlikte kullanıldığı PET/BT yöntemi ile lezyonların aynı anda hem anatomik hem de metabolik görüntüsü bir arada değerlendirilebilmekte, özellikle malignitelerde evreleme daha doğru olarak yapılabilmektedir (Resim 1) (6).

PET'de neoplastik lezyonlarda verilen ajanların tutulum paterni neoplastik hücre sayısı, metabolik

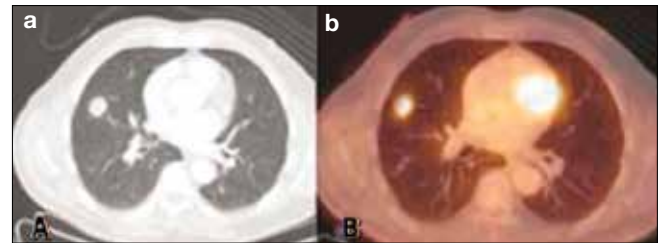
aktivitesi ve lezyon boyutları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. PET incelemesi ile lezyon alanındaki glukoz tüketimi Standart Uptake Değeri (SUD) denilen kantitatif bir parametre ile değerlendirilebilmektedir. Burada birim alandaki aktivite miktarı enjekte edilen doza ve hastanın vücut ağırlığına göre normalize edilerek sayısal bir değer elde edilir [SUD= İlgili alandaki aktivite miktarı (mCi/mL)/ enjekte edilen doz (mCi)/vücut ağırlığı (kg)]. SUDmaks değerinin 2,5-3'ten yüksek olması akciğer ve mediasten lezyonlarında malignite olasılığını güçlendirmektedir. Ancak SUDmaks'ın kesin bir tanı değeri yoktur. Daha çok takip çalışmalarında ve tedaviye yanıt değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

FDG-PET ile metabolik karakterizasyon ya da malignite araştırılması, özellikle *soliter akciğer nodülü* (SPN) değerlendirilmesinde son yıllarda daha da önem kazanmıştır. Malign özellikte olan nodüller akciğer kanserinin erken bulgusu olabileceği gibi, pek çok malign olmayan hastalıklarda da soliter pulmoner nodüller görülebilmektedir. Toraks BT'de malignite düşündürülen bazı bulgular olsa bile, bu bulgulara göre ameliyat edilen nodüllerin %20-40'nın selim olduğu; böylece pek çok hastanın gereksiz yere biyopsi ve/veya torakotomiye ve olası komplikasyonlarına maruz kaldığı bilinmektedir. Ameliyat öncesi PET yapılması durumunda ise bu hastaların önemli bir kısmı gereksiz invaziv girişimden kurtarılabilir. FDG-PET'in fokal akciğer lezyonlarında benign malign ayrımında duyarlılığı %90-94, özgüllüğü ise %94-96 arasında rapor edilmiştir (7, 8). Ayrıca PET ile kombine edilmiş BT ile yapılan PET/BT görüntülemeleri ile terapötik olmayan reseksiyon sayısında %17-20 oranında azalma gösterilmiştir (9). Resim 2'de soliter pulmoner nodülde PET/BT görüntülemesinde artmış FDG tutulumu görülmektedir.

Granülomatöz hastalıklar başta olmak üzere aktif makrofaj içeren bütün infeksiyonlar ve inflamasyonlar FDG-PET'de potansiyel yanlış pozitiflik sebebi olarak bilinmektedir. En sık yanlış pozitiflik nedenleri arasında



**Resim 1. a-c.** Akciğer Ca tanılı hastanın PET, CT ve füzyon görüntülerinde sağ akciğer üst lob posterior segmente yerleşimli düzensiz sınırlı parankimal kitle lezyonda belirgin artmış FDG tutulumu izlenmektedir.



**Resim 2. a, b.** Sağ akciğer orta lobda yerleşimli soliter pulmoner nodülde malignite düzeylerinde artmış FDG tutulumu mevcut post op patolojisi adenokarsinom ile uyumludur.

tüberküloz, sarkoidoz, koksoidomikoz, aspergilloz ve diğer bazı infeksiyonlar bildirilmiştir. Fungal ve diğer infeksiyonların sık olduğu yerlerde ikamet edenlerde akciğerdeki lezyonların malignite riskini değerlendirmek için yapılan meta-analitik çalışmalarda FDG PET/BT'de aktivite tutulumunun değişkenlik gösterdiği ve yapılan bir çalışmada duyarlılık ve özgüllüğün sırasıyla %87 ve %82 olduğu gösterilmiştir (10). Resim 3'de PET/BT çalışmasında inflamasyona sekonder oluşan nodüler lezyonlarda düşük yoğunlukta FDG tutulumu izlenmektedir. Yine düşük metabolik aktiviteli tümörler (bronkoalveolar tümör, karsinoid tümör gibi) FDG-PET'de yanlış negatif sonuç verebilmektedir. Ayrıca, PET'in sınırlı uzaysal çözünürlüğü nedeniyle 1 cm'den daha küçük lezyonlarda yanlış negatif sonuç oranı artmaktadır. Hiperglisemide de kompetitif inhibisyonla FDG'nin tümör "uptake"inin azalacağı bilinmektedir.

Amerikan göğüs cerrahları birliğine göre test öncesi malignite ihtimali düşük-orta ihtimalli olan (%5-60) ve çapı en az 8-10 mm olan intermediate grup SPN'lerde nodül karakterizasyonu amacıyla FDG PET yapılması gerekmektedir. Eğer test öncesi malignite ihtimali yüksek olan (>%60) ve FDG PET'de hipermetabolik olan nodüllerde kriterleri uygun ise hastanın cerrahi olarak değerlendirilmesi tercih edilmelidir (11).

PET/BT görüntülemeye F-18 FDG enjeksiyonundan yaklaşık bir saat sonra rutin görüntüler alınmaktadır. Dual faz PET görüntüleme (DFG) 2. veya 3. saatte ilave bir görüntüleme daha yaparak ikisinin karşıla-

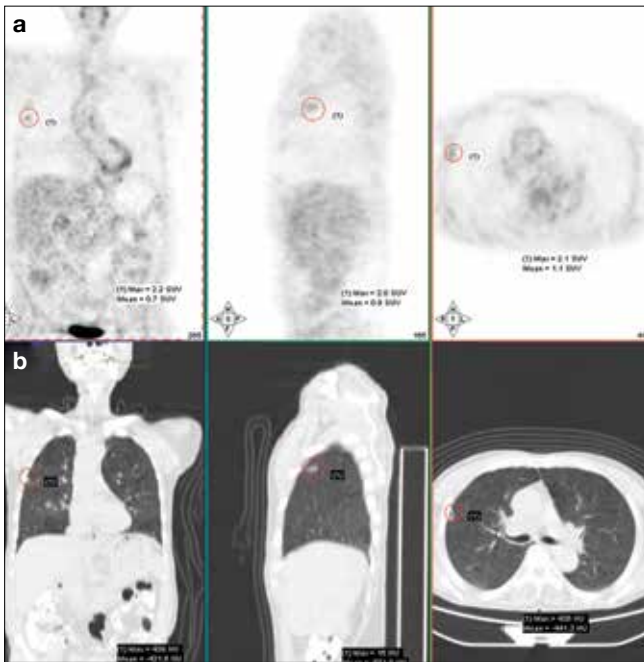
tırılması amacıyla yapılan görüntülemeye verilen isimdir. Akciğerdeki malign nodüllerde 120. ve/veya 180. dakikalarda alınan görüntülerde SUDmax değerindeki artışın malignite ihtimalini artırdığı, SUDmax değerindeki azalmada ise lezyonun daha çok benign orijinli olabileceği yönünde görüşler bildirilmiştir (12). Bununla birlikte yapılan geniş çaplı çalışmalarda granülatöz lezyonlarda da geç görüntülerde FDG tutulumunda ve SUDmax değerinde artış gösterilmiş olup dual faz görüntülemenin benign ve malign lezyonların ayırımında yeterli olmadığı belirtilmiştir (13).

PET görüntülemesi ile soliter pulmoner nodüllerin değerlendirilmesinde F-18 FDG dışında başka ajanlar da kullanılmıştır. Bu ajanlardan birisi olan C-11 kolin ile FDG'nin karşılaştırıldığı bir çalışmada kanser ve tüberküloz olguları araştırılmış ve FDG PET'de hem kanser hem de tüberkülozda yüksek SUD değeri bulunurken, Karbon-11 (C-11) kolin ile görüntülemeye ise sadece malign olgularda uptake değeri yüksek bulunmuş, tüberküloz olgularında ise uptake değeri düşük olarak saptanmıştır. Böylece bu yöntemin malignite-tüberküloz ayırımında kullanılabileceği öne sürülmüştür (14). Soliter pulmoner nodüllerdeki benign malign ayırımı için yeni çıkan bir çok PET ajanı ile de çalışmaların yapılacağı görünmektedir.

## PLEVRAL KİTLE VE EFÜZYONLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Plevra, toraks duvarının iç çeperini ve akciğerlerin yüzeyini saran tek katlı mezotelyum hücreleri, bağ dokusu, vasküler yapılar ve lenfatiklerden oluşan çok ince yapıda bir zarıdır. Toraks duvarının iç çeperini saran plevra kısmına pariyetal plevra adı verilir. Pariyetal plevra mediastinal yüzde akciğer hiluslarının üzerine sıkıca saracak şekilde kıvrılır. Akciğer loblarını saran plevra kısmı ise visseral plevra olarak isimlendirilir. Normal bir insanda hiçbir radyolojik görüntüleme yöntemi ile izlenemez. Patolojik durumlarda plevrada veya çevresinde meydana gelen yapısal değişiklikler nedeniyle plevra çeşitli görüntüleme yöntemleri ile incelenebilmektedir.

Plevral kitle ve efüzyonların değerlendirilmesinde direkt grafi, bilgisayarlı tomografi (BT), ultrasonografi (US), floroskopi (FL) ve manyetik rezonans görüntüleme (MR) gibi radyolojik görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. Ayrıca torakoskopi ve videotorakoskopi yardımcı akciğer cerrahisi (VATS) gibi girişimsel görüntüleme yöntemleri ile torasentez gibi analitik tetkik yöntemler de plevral hastalıkların tanısında kullanılabilir (15). Radyolojik yöntemler çoğunlukla anatomik detay hakkında bilgi vermektedir. Ancak



**Resim 3. a, b.** PET/BT çalışmasında inflamasyona sekonder gelişen nodüler lezyonlarda düşük yoğunlukta FDG tutulumu izlenmektedir.

sadece yapısal bilgiler hastalığın tanısında yeterli olmakta ve nükleer tıp yöntemleri gibi fonksiyonel veya metabolik görüntüleme yöntemleri de tanıya yardımcı olabilmektedir. Radyolojik yöntemlerin malignite ayırıcı tanısında çeşitli dezavantajları nedeniyle FDG PET/BT görüntülemesi önem kazanmıştır. FDG-PET/BT, içerisinde PET ve BT modalitelerinin bir arada bulunduğu entegre bir görüntüleme sistemidir. FDG Flor-18 isimli pozitron saçan radyoizotopla işaretli bir glukoz analogudur. Bu özelliğinden dolayı glukoz metabolizmasıyla doğru orantılı olarak hücre içerisine alınır. PET ile dokuların glukoz metabolizmaları değerlendirilmekte ve metabolik görüntüleri elde edilmektedir. BT ile de anatomik detaylar incelenmektedir.

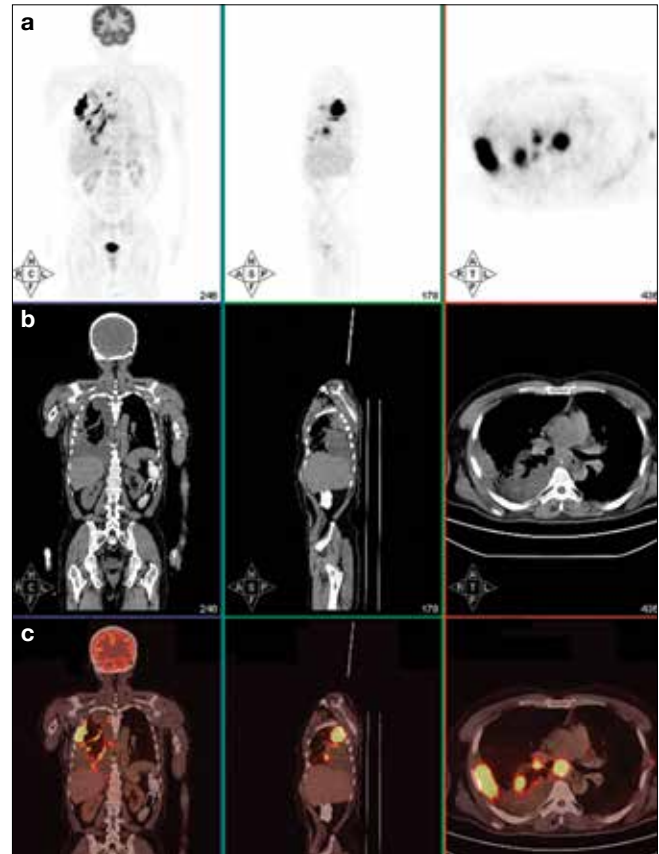
Akciğer Ca'da plevral sıvıda malign hücrelerin saptanması tümör-nod-metastaz (TNM) evrelemesine göre M1a olarak sınıflandırılmaktadır (16). Her ne kadar malign plevral efüzyon akciğer kanserinde kütatif rezeksiyonu engellese de, her görülen efüzyon malign efüzyon değildir. Bu durumun ayırımı konvansiyonel görüntüleme yöntemleri ile yapmak zordur. Yapılan bir çok çalışmada FDG PET/BT görüntülemenin malign-benign efüzyon ayırımının yapılmasında oldukça önemli olduğu, bu çalışmalardan birisinde FDG PET/BT'nin malign efüzyonu göstermede duyarlılık, özgüllük, pozitif prediktif değeri ve negatif prediktif değeri sırasıyla %88,8, %94,1, %94,1 ve %88,8 olarak hesaplanmıştır (17).

Malign plevral mezotelyoma (MPM), plevranın mezotelyal hücrelerinden kaynaklanan kötü prognozlu malign bir tümördür. Agresif seyirli olup en sık plevradan (%90), daha az sıklıkla periton (%6-10) ve perikarddan köken almaktadır. Etyolojide bilinen en büyük faktör asbeste maruz kalmaktır. Histolojik olarak epitelyal, sarkomatöz ve mikst olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır (18). Tanıda öncelikle kullanılan görüntüleme modaliteleri X-Ray, BT ve MR'dır. Gerek tanı ve evrelemede, gerekse takipte direkt röntgen, BT ve MR gibi radyolojik yöntemler ile PET/BT ve Single Foton Emisyon Tomografi/Bilgisayarlı Tomografi (SPECT/BT) gibi sintigrafik yöntemlere ihtiyaç duyulur. Plevral efüzyon, mediastinal plevrada kalınlaşma, 1 cm'den büyük plevral nodulasyonlar ve interlober fissürlerin kalınlaşmaları en sık görülen BT bulgularıdır (19). Ancak bu bulgular tüberküloz, infeksiyon, asbestoz vs. diğer plevral hastalıklarda da görülebilir. Bu nedenle BT benign-malign ayırımında yeterli değildir.

FDG PET/BT görüntüleme, malign plevral tutulumun tanısında BT'den daha başarılıdır. Hastalığın tutulumunun olduğu plevral yüzeylerde nodüler-lineer karakterde kalınlaşmalara eşlik eden orta-yoğun karakterde artmış FDG tutulumları sık görülen PET/BT

bulgularıdır. (Resim 4). Bazen hipermetabolik plevral kalınlaşmalar pulmoner parankime invaze olabilmektedir. FDG PET/BT görüntüleme ile mezotelyomanın tanısı, evrelemesi, yeniden evrelemesi ve tedaviye yanıtı yüksek doğrulukla yapılabilmektedir (20).Yapılan bazı çalışmalarda 2 veya 3. saatte alınan geç görüntülemelerde FDG tutulum yoğunluğunun artış gösterdiği belirtilmiştir (21). Bununla birlikte sarkomatöz tip MPM, diğer tiplerden genellikle daha yüksek yoğunlukta FDG tutulumu gösterir (22).

Malign-benign plevral lezyon ayırımında FDG-PET'in duyarlılığı %90-95, özgüllüğü %75-80 olarak değerlendirilmektedir (23). FDG PET'de kullanılan SUD değeri prognostik bir gösterge olarak da kullanılmaktadır. Yüksek SUD değerlerinin kötü prognozla birlikte olduğu bildirilmiştir. SUD>3,5 olan olgularda prognozun kötüleştiği, SUD değeri >10 olanlarda ise sürvinin önemli derecede azaldığı belirtilmektedir (24). Ancak aktif granülomatöz ve inflamatuvar süreçler de yüksek metabolik aktivite göstererek tümörü taklit edebilmek-



**Resim 4. a-c.** Plevral mezotelyoma tanılı hastanın PET, CT ve füzyon görüntülerinde sağ hemitoraks plevral yüzeylerdeki kalınlaşmalara uyumlu yoğun karakterde artmış FDG tutulumu izlenmektedir. Ayrıca mediastinal lenfatik istasyonlarda yoğun karakterde artmış FDG tutulumları mevcuttur.

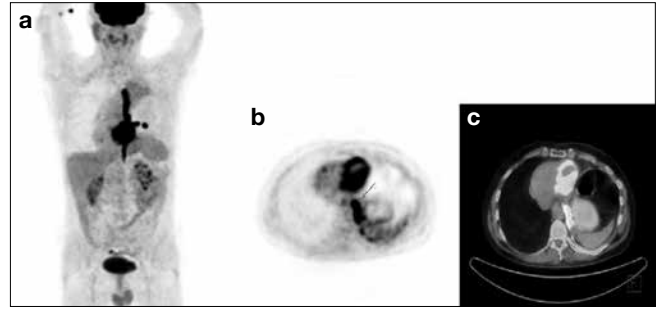
tedir. Talk plörodez uygulanması, enflamatuvar plorit, benign asbest plakları ve tüberküloz plorit en sık görülen yalancı pozitiflik nedenleridir (Resim 5) (25). Küçük boyutlu ve düşük grade olan mezotelyomalarda ise yalancı negatiflik görülebilmektedir (26). FDG PET/BT ile tanıda önemli bir katkı da tutulum yoğunluğunun en fazla olduğu yeri tespit ederek doğru yerden biopsi alınmasıdır.

Malign mezotelyoma olgularında hastalığın yayılımı ve lenf nodu tutulumunun araştırılması evreleme ve tedavi planlaması açısından önemlidir. Mediastinal lenfatiklerde metastaz varlığı kötü prognoz kriteri olup birçok merkezde ekstraplevral pnömonektomi için kontraendikasyon kabul edilmektedir. FDG PET/BT ile N evreleme yetersiz olup ekstraplevral pnömonektomi planlanan hastalarda invaziv N evreleme gereklidir. Bununla birlikte FDG PET/BT'nin esas amacı ekstrasik metastazları gösterip, diğer görüntüleme metodları ile saptanamayan bu metastazların tespiti ile gereksiz cerrahiden kaçınmaktır (27). Malign mezotelyoma olgularında diğer bir FDGPET/BT kullanım endikasyonu kemoterapi tedavisine yanıtın değerlendirilmesidir. Metabolik değişikliklerin morfolojik değişikliklerden önce oluşması FDG PET/BT ile tedaviye yanıtın erken dönemde belirlenmesine olanak sağlamaktadır (28).

Soliter plevral fibröz tümörler tüm plevral tümörlerin %5'ini teşkil ederler. Cerrahi rezeksiyon bu tümörlerde primer tedavi şekli iken %30 oranında relaps görülebilmektedir. BT ve MR görüntülemeye benzer duyarlılığa sahip olup, benign-malign lezyon ayırımında FDG PET/BT yüksek duyarlılığa sahiptir (29).

## MEDIASTEN VE GÖĞÜS DUVARI KİLELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mediastinum önde sternum, arkada kolumna vertebralis, üstte apertura thorasis superior, altta diafragma ve yanlarda plevra mediastinalis ile sınırlanmıştır. Mediastinal kitleler anatomik olarak ön, orta ve arka mediasten olarak üç ana bölgeye ayrılarak incelenirler. Mediastinal bir kitle çeşitli semptomlar ile kendisini gösterir ve bu semptomlar genellikle basıya bağlı, komşu organ veya dokunun invazyonuna bağlı veya tümörle birlikte olabilecek hastalığa bağlı olabilir. Mediastinal bölge patolojileri çok çeşitlilik gösterdiğinden ayırıcı tanıya ulaşmak için öncelikle non-invaziv görüntüleme yöntemlerine başvurulmaktadır. Mediasten kitlelerinin tanısında, uygun tedavinin planlanmasında ve tedavi sonrası takibinde görüntüleme yöntemleri önemli rol oynar. Non-invaziv görüntüleme yöntemlerine, lezyon lokalizasyonu, boyutu, büyüme paterni ve lezyonun komşu dokulara invazyon durumunun değer-



**Resim 5. a-c.** Talk plörodez uygulanmış bir hastada sol hemitoraks medial pleval yüzeylere uyumlu lineer karakterde yoğun artmış FDG tutulumu izlenmektedir.

lendirmesinde ihtiyaç duyulmaktadır. Direkt grafi (DG) mediasten kitlesi düşünülen olgularda ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. DG ile lezyon saptandığında bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile lezyonun lokalizasyonu, tanısız görüntüleme karakteristikleri ve çevre yapılarla olan ilişkisi değerlendirilir. Günümüzde kullanırlığı her geçen gün artan FDG PET/BT ile görüntüleme de malign benign lezyon ayırımında ve tedavi sonrası rekkürren ya da rezidü takibinde lezyonun metabolik aktivitesi hakkında bilgiler sağlayabilmektedir.

Ön mediasten tümörleri timik tümörler, lenfomalar, germ hücreli tümörler, nörojenik tümörler ve mezenkimal tümörler olarak sınıflandırılırlar.

Göğüs duvarı benign tümörleri osteokondrom, kondrom, fibröz displazi, eozonofilik granüloma, anevrizmal kemik kisti, dev hücreli tümör, kondroblastoma, osteoblastoma gibi tümörlerdir. Göğüs duvarı malign tümörleri ise malign kemik-kıkırdak tümörleri ve yumuşak doku malign tümörleri olarak ayrılırlar. Malign kemik-kıkırdak tümörleri soliter plazmasitom-myelom, kondrosarkom, osteosarkom, primitif nöroektodermal kaynaklı ewing sarkomu, askin tümörü gibi tümörler olup, yumuşak dokunun malign tümörleri ise malign fibröz histiositoma, rabdomyosarkom, liposarkom, fibrosarkom, nörofibrosarkom, leiomyosarkom, desmoid tümör gibi tümörlerdir. Göğüs duvarı kaynaklı tümörlerde FDG PET/BT ile yapılan çalışmalarda aktivite tutulumunun değişkenlik gösterdiği, malign tümörlerde tutulum daha yoğun iken benign tümörlerde tutulumun düşük yoğunlukta olduğu ya da olmadığı belirtilmiştir.

### 1. TİMİK TÜMÖRLER

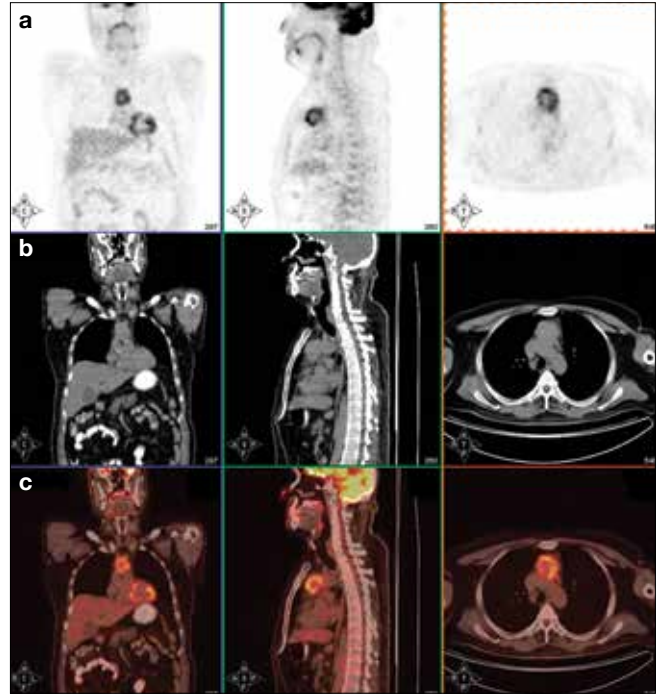
Ön mediastende en sık gözlenen kitleler timus kökenli lezyonlardır. Timus lezyonları timik tümörler, timik kistler ve timüs hiperplazisi şeklinde sınıflandırılmaktadır. Timik hiperplazi özellikle kemoterapi uygulaması sonrasında rebound olarak gelişebilmekte

ve rezidüel hastalık ile ayırıcı tanısını güçleştirmektedir. Timik hiperplazinin kemoterapi 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 artmış tutulum gösterebilmesidir (30). Timik tümörlerden en sık görülenleri timoma ile timik karsinomdur ve erişkinde ön medias-tenin en yaygın tümörleridirler. FDG PET/BT ile timik hiperplazi, timoma ve timik karsinom ayrımı SUDmax değerleri ve FDG uptake paternleriyle mümkün olabilmektedir. Resim 6'da timik karsinom tanılı hastada anterior mediastende yerleşimli kitle lezyona uyumlu yoğun karakterde artmış FDG tutulumu izlenmektedir. Timik hiperplazide timoma ve timik karsinoma göre daha düşük ve daha diffüz bir FDG uptake'i gözlenirken, timik karsinomda timomaya oranla daha yüksek SUD değerleri saptanır (31). Yüksek riskli timoma ve timik karsinomlarda FDG PET/BT'de genellikle yoğun artmış tutulum izlenir ve bu lezyonların tedavi sonrası takibinde, nüks araştırmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada Thomas ve ark. ileri timik epitelyal karsinomu olan Masaoka evre III ve IV tümörü olan 56 hastada F-18 FDG PET/BT'in tedaviye cevabı göstermede ve sağkalımı belirlemede önemli bir role sahip olduğunu göstermişlerdir (32).

## 2. MEDIİASTİNAL LENFOMALAR

Mediastinal lenfomalar çoğunlukla sistemik hastalığın bir belirtisi olarak ortaya çıkar. Anterior mediastende daha sıklıkla bulunmalarına rağmen mediasteninin üç kompartmanında da saptanabilirler. Mediastende görülen lenfomalar hem non hodgkin lenfoma (NHL) hem de hodgkin lenfoma (HL) şeklindedir. Mediastinal tutulum HL'da NHL'ya oranla daha sık rastlanır. HL'ların yarısından fazlasında mediastinal tutulum mevcuttur. Mediastinal yerleşimlilerde en sık noduler sklerozan (%80) ikinci sıklıkta ise Lenfositten zengin tip görülür. FDG-PET/BT lenfomalarda tedavi öncesi evrelemede, nodal ve ektranodal tutulumun gösterilmesinde ve tedaviye yanıt belirlenmesinde çok önemli role sahip olan ve yaygın olarak kullanılan bir görüntüleme yöntemidir (33).

Castleman hastalığı (Anjiyofoliküler hiperplazi), dev lenf bezi hiperplazisi olarak da bilinmektedir. Genellikle ön mediastende yerleşmesine rağmen bazen arka mediastende de görülebilir ve mediastende tek, iyi sınırlı kitle olarak kendini gösterir. Çoğunlukla asemptomatik ancak nadiren bası bulguları görülebilir. PET/BT



**Resim 6. a-c.** Timik karsinom tanılı hastada anterior mediastende yerleşimli kitle lezyona uyumlu yoğun karakterde artmış FDG tutulumu izlenmektedir.

ile görüntülemede primer hastalık ve tutulum alanlarına ait artmış FDG bulguları izlenir (34).

## 3. GERM HÜCRELİ TÜMÖRLER

Primer olarak mediastinal bölgeden çıkan germ hücreli tümörlere %1-3 oranında rastlanılmaktadır. Çoğunlukla selim karakterdeki germ hücreli tümörler genelde testis kaynaklıdır ve ekstraponeal olarak en çok mediasten, retroperitoneum, pineal gland ve sakral bölgelerde görülür. Mediastinal germ hücreli tümörlerin %95'i ön mediastende yerleşir ve herhangi bir boyutta olabilir. Mediastinal germ hücreli tümör tanısı konulmadan önce mutlaka primer testiküler tümör olasılığı dışlanmalıdır. Bunun için hastalara skrotal USG başta olmak üzere ürolojik inceleme yapılmalıdır. Tümör markerlarından  $\alpha$ -fetoprotein ve/veya  $\beta$ -hCG artışı olabilir. Bu durumda FDG PET/BT endikasyonu oluşmaktadır. Tümör markırı yüksekliği nedeniyle FDG PET/BT yapılan germ hücreli tümörü olan 92 hastalık bir çalışmada bu yöntemin duyarlılığı, özgüllüğü, pozitif prediktif değeri ve negatif prediktif değeri sırasıyla %94,2, %75,0, %83,0, %90,9 olarak bulunmuştur (35).

## 4. NÖROJENİK TÜMÖRLER

Nörojenik tümörler tüm mediastinal kitlelerin erişkinde yaklaşık %20'sini, çocuklarda ise yaklaşık %35'ini

oluştururlar. Yaklaşık %90'ı arka mediastinal yerleşimlidir. Nörojenik tümörler köken aldıkları yapılara göre sinir kılıfı, sempatik ganglionlar veya parasempatik ganglion kaynaklı tümörler şeklinde sınıflandırılırlar. Çocukluk çağında mediastinal nörojenik tümörlerin %50'sinden fazlasını nöroblastom oluşturmaktadır. 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. Metaiodobenzilguanidin (MIBG) sintigrafisi ganglionöroma, ganglionöroblastoma, nöroblastoma, paraganglioma veya feokromositomadan şüphelenilen kitleler varlığında tanının doğrulanmasında, tümörlerin evrelendirilmesinde, tedavi sonrası erken nükslerin saptanmasında ve MIBG tedavisi düşünülen hastalarda endikedir. Paraganlioma ve feokromositoma gibi tümörlerin görüntülemesinde İndium-111 (In-111) ya da Teknesyum-99m (Tc-99m)'e bağlı Oktretid sintigrafisi ya da duyarlılığı PET kamerası avantajı nedeniyle daha fazla olan Galyum-68 PET yöntemleri kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda malign schwannomalarda FDG PET/BT'nin positif olduğu gösterilmiş olup, mediasten yerleşimli sarkomların preoperatif değerlendirilmesinde de FDG PET/BT'nin kullanılabileceği belirtilmiştir (36).

## KAYNAKLAR

1. Tan BB, Flaherty KR, Kazerooni EA, Iannettoni MD; American College of Chest Physicians. The solitary pulmonary nodule. *Chest* 2003;123(Suppl 1):89-96. [\[CrossRef\]](#)
2. Erasmus JJ, Connolly JE, McAdams HP, Roggli VL. Solitary pulmonary nodules: Part I. Morphologic evaluation for differentiation of benign and malignant lesions. *Radiographics* 2000;20:43-58. [\[CrossRef\]](#)
3. Wang YX, Gong JS, Suzuki K, Morcos SK. Evidence based imaging strategies for solitary pulmonary nodule. *J Thorac Dis* 2014;6:872-6.
4. Odermatt M, Furrer M. Solitary pulmonary nodule on CT - observation or surgical resection? *Ther Umsch* 2012;69:394-400. [\[CrossRef\]](#)
5. Paesmans M, Berghmans T, Dusart M, et al. Primary tumor standardized uptake value measured on fluorodeoxyglucose positron emission tomography is of prognostic value for survival in non-small cell lung cancer: update of a systematic review and meta-analysis by the European Lung Cancer Working Party for the International Association for the Study of Lung Cancer Staging Project. *J Thorac Oncol* 2010;5:612-9. [\[CrossRef\]](#)
6. Jeong YJ, Yi CA, Lee KS. Solitary pulmonary nodules: detection, characterization, and guidance for further diagnostic workup and treatment. *AJR Am J Roentgenol* 2007;188:57-68. [\[CrossRef\]](#)
7. Gould MK, Maclean CC, Kuschner WG, Rydzak CE, Owens DK. Accuracy of positron emission tomography for diagnosis of pulmonary nodules and mass lesions: a meta-analysis. *JAMA* 2001;285:914-24. [\[CrossRef\]](#)
8. Cronin P, Dwamena BA, Kelly AM, Carlos RC. Solitary pulmonary nodules: meta-analytic comparison of cross-sectional imaging modalities for diagnosis of malignancy. *Radiology* 2008;246:772-82. [\[CrossRef\]](#)
9. Silvestri GA, Gould MK, Margolis ML, et al. American College of Chest Physicians. Noninvasive staging of non-small cell lung cancer: ACCP evidenced-based clinical practice guidelines (2nd edition). *Chest* 2007;132 (Suppl 3):178S-201S.
10. Deppen SA, Blume JD, Kensinger CD, et al. Accuracy of FDG-PET to diagnose lung cancer in areas with infectious lung disease: a meta-analysis. *JAMA* 2014;312:1227-36. [\[CrossRef\]](#)
11. Alberts WM. Clinical Practice Guidelines (2nd Edition) Executive Summary: ACCP Evidence-Based Diagnosis and Management of Lung Cancer. *Chest* 2007;132:1-19. [\[CrossRef\]](#)
12. Yang P, Xu XY, Liu XJ, Gong JS. The value of delayed (18)F FDG-PET imaging in diagnosis of solitary pulmonary nodules: A preliminary study on 28 patients. *Quant Imaging Med Surg* 2011;1:31-4.
13. Chen CJ, Lee BF, Yao WJ, et al. Dual-phase 18F-FDG PET in the diagnosis of pulmonary nodules with an initial standard uptake value less than 2.5. *AJR Am J Roentgenol* 2008;191:475-9. [\[CrossRef\]](#)
14. Hara T, Kosaka N, Suzuki T, Kudo K, Niino H. Uptake rates of 18F-fluorodeoxyglucose and 11C-choline in lung cancer and pulmonary tuberculosis: a positron emission tomography study. *Chest* 2003;124:893-901. [\[CrossRef\]](#)
15. Hayashi K, Aziz A, Ashizawa K, Hayashi H, Nagaoki K, Otsuji H. Radiographic and CT appearances of the major fissures. *Radiographics* 2001;21:861-74. [\[CrossRef\]](#)
16. Postmus PE, Brambilla E, Chansky K, et al. The IASLC lung cancer staging project: proposals for revision of the M descriptors in the forthcoming (seventh) edition of the TNM classification of lung cancer. *J Thorac Oncol* 2007;2:286-93. [\[CrossRef\]](#)
17. Gupta NC, Rogers JS, Graeber GM, et al. Clinical role of F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging in patients with lung cancer and suspected malignant pleural effusion. *Chest* 2002;122:1918-24. [\[CrossRef\]](#)
18. Adams VI, Unni KK, Muhm JR, Jett JR, Ilstrup DM, Bernatz PE. Diffuse malignant mesothelioma of pleura: Diagnosis and survival in 92 cases. *Cancer* 1986; 58:1540-51. [\[CrossRef\]](#)
19. Chave G, Chalabreysse L, Picaud G, Blineau N, et al. Malignant pleural mesothelioma with osteoblastic heterologous elements: CT and MR imaging findings. *AJR Am J Roentgenol* 2002;178:949-51. [\[CrossRef\]](#)
20. Spitiilli MG, Treglia G, Calcagni ML, Giordano A. Malignant pleural mesothelioma: utility of 8 F-FDG PET. *Ann Ital Chir* 2007;78:393-6.
21. Gerbaudo VH, Britz-Cunningham S, Sugarbaker DJ, Treves ST. Metabolic significance of the pattern, intensity and kinetics of 18F-FDG uptake in malignant pleural mesothelioma. *Thorax* 2003;58:1077-82. [\[CrossRef\]](#)

22. Krüger S, Pauls S, Mottaghy FM, Buck AK, et al. Integrated FDG PET-CT imaging improves staging in malignant pleural mesothelioma. *Nuklearmedizin* 2007;46:239-43. [\[CrossRef\]](#)
23. Yamamuro M, Gerbaudo VH, Gill RR, Jacobson FL, Sugarbaker DJ, Hatabu H. Morphologic and functional imaging of malignant pleural mesothelioma. *Eur J Radiol* 2007;64:356-66. [\[CrossRef\]](#)
24. Sharif S, Zahid I, Routledge T, Scarci M. Does positron emission tomography offer prognostic information in malignant pleural mesothelioma? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2011;12:806-11. [\[CrossRef\]](#)
25. Kwek BH, Aquino SL, Fischman AJ. Fluorodeoxyglucose positron emission tomography and CT after talc pleurodesis. *Chest* 2004;125:2356-60. [\[CrossRef\]](#)
26. Quint LE. PET: other thoracic malignancies. *Cancer Imaging* 2006;6:S82-8. [\[CrossRef\]](#)
27. Kruse M, Sherry SJ, Paidpally V, Mercier G, Subramaniam RM. FDG PET/CT in the management of primary pleural tumors and pleural metastases. *AJR Am J Roentgenol* 2013;201:W215-26. [\[CrossRef\]](#)
28. Lee HY, Hyun SH, Lee KS, et al. Volume-based parameter of (18)F-FDG PET/CT in malignant pleural mesothelioma: prediction of therapeutic response and prognostic implications. *Ann Surg Oncol* 2010;17:2787-94. [\[CrossRef\]](#)
29. Cortes J, Rodriguez J, Garcia-Velloso MJ, et al. [(18)F]-FDG PET and localized fibrous mesothelioma. *Lung* 2003;181:49-54. [\[CrossRef\]](#)
30. Jerushalmi J, Frenkel A, Bar-Shalom R, Khoury J, Israel O. 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. [\[CrossRef\]](#)
31. 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. [\[CrossRef\]](#)
32. Thomas A, Mena E, Kurdziel K, et al. 18F-Fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the management of patients with thymic epithelial tumors. *Clin Cancer Res* 2013;19:1487-93. [\[CrossRef\]](#)
33. Priola AM, Galetto G, Priola SM. Diagnostic and functional imaging of thymic and mediastinal involvement in lymphoproliferative disorders. *Clin Imaging* 2014;38:771-84. [\[CrossRef\]](#)
34. Halac M, Ergul N, Sager S, Demir A, Buyukpinarbasli N, Sonmezoglu K. PET/CT findings in a multicentric form of Castleman's disease. *Hell J Nucl Med* 2007;10:172-4.
35. Sharma P, Jain TK, Parida GK, et al. Diagnostic accuracy of integrated (18)F-FDG PET/CT for restaging patients with malignant germ cell tumours. *Br J Radiol* 2014;87:1040. [\[CrossRef\]](#)
36. Halac M, Cnaral F, Sait S, Yilmaz S, Kerim S, Sergülen D, Uslu I. FDG PET/CT findings in recurrent malignant schwannoma. *Clin Nucl Med* 2008;33:172-4. [\[CrossRef\]](#)