

TORAKS MALİGNİTELERİNİN EVRELEME VE YENİDEN EVRELEMESİNDE PET UYGULAMALARI

PET APPLICATIONS FOR STAGING AND RESTAGING IN THORACIC MALIGNANCIES

Tunç Öneş, Tanju Yusuf Erdil

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

e-mail: tones@marmara.edu.tr, yerdil@marmara.edu.tr

DOI:10.5152/tcb.2015.060

Özet

Son 10 yıl içinde, Flor-18 izotopu ile işaretlenmiş deoksiglukoz (FDG) ile yapılan Pozitron Emisyon Tomografi'nin (PET) kullanımı torasik onkolojide evreleme ve yeniden evrelemedeki yüksek doğruluk oranları ile yaygın biçimde kabul görmüştür. Bu derlemenin amacı torasik malignitelerin değerlendirilmesinde PET taramanın kullanımı ile elde edilen sonuçlara odaklanmaktır. Literatür taraması Ocak 2015 tarihinde PubMed ve Google Akademik aracılığıyla yapılmıştır. Literatür taraması "PET" ve farklı torasik tümörlerin aynı sözcük dizisinde kullanılması ile bulunan ve İngilizce dilinde yayımlanmış makaleler ile sınırlanmıştır. Başlangıçta seçilen 3000 makaleden ilgisiz olanlar elendikten sonra yaklaşık 100 çalışma ayrıntılı biçimde analiz edilmiştir. Sonuç olarak torasik maligniteli olguların değerlendirilmesinde Bilgisayarlı Tomografi (BT) entegre edilmiş PET tarayıcıları (PET-BT) önemli bir basamak olarak kendisini kabul ettirmiştir. Yeni PET ajanlarının araştırılıp kullanıma girmesi ve simultane Manyetik Rezonans Görüntüleme'nin (MR) entegre edildiği PET tarayıcıları (PET/MR) görüntüleme torasik onkoloji için gelecekte yeni seçenekler sunacaktır.

Anahtar kelimeler: Torasik tümörler, tümör evrelemesi, ¹⁸F-FDG, pozitron-emisyon tomografi/bilgisayarlı tomografi, PET tarama

Abstract

In the last 10 years, Fluorine-18 fluorodeoxyglucose (FDG) Positron Emission Tomography (PET) scan has been widely adopted in thoracic oncology, showing high accuracy in staging and restaging. The aim of this review was to focus on the results of PET scan use in the evaluation of thoracic malignancies. The literature search was performed on January 2015 in PubMed and Google Academic. The search was restricted to publications in English, using in the same string the word "PET" with different thoracic tumors. From 3000 papers initially selected, the irrelevant articles eliminated and then approximately 100 manuscripts were analyzed. In conclusion, positron emission tomography/computed tomography (PET-CT) has established itself as an important step in the evaluation of patients with thoracic malignancies. Further evaluation and come into use of newer PET tracers and simultaneous Magnetic Resonance Imaging (MRI) with PET (PET/MR) imaging will offer additional options in thoracic oncology in future.

Keywords: Thoracic neoplasms, tumor staging, ¹⁸F-FDG, positron-emission tomography/computed tomography, PET scan

GİRİŞ

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), onkolojik görüntüleme son yıllarda büyük bir popülerite kazanmış ve onkolojik olguların evrenmesi, yeniden evrenmesi ile tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde vazgeçilmez bir görüntüleme modalitesi olarak etkinliğini kanıtlamıştır. Pozitron yayan radyonüklidler ve bunlarla işaretli radyofarmasötiklerin kullanılarak gerçekleştirildiği bu tüm vücut görüntüleme yönteminde en sık kullanılan görüntüleme ajanı ise Flor-18 ile işaretli fluoro-2-deoxy-

D-glucose yani FDG'dir. FDG, çoğu malign tümörlerin ortak bir göstergesi olan artmış glikoz metabolizmasını ortaya koyarak tümör yaygınlığının etkin olarak görüntülenebilmesini sağlar. PET görüntülemede hastadan gelen radyoaktif fotonların algılanması ile "emisyon görüntüleme" yapılırken (FDG PET), yeni nesil cihazlarda ise aynı cihaza entegre edilen X-ışın tüpü sayesinde "transmisyon görüntüleme" çok kısa bir süre içinde gerçekleştirilebilmekte ve yüksek çözünürlüklü morfolojik imajlar PET imajları ile karşılaştırılarak (füzyon) birlikte sunulabilmektedir (FDG PET-BT).

Bu derlemenin amacı, torasik malignitelerin evrenmesi ve yeniden evrenmesi konusunda PET uygulamalarının rolünü ve bu konuda literatürde yer alan son gelişmeleri aktarmaktır.

AKCİĞER KANSERLERİ

Her iki cinsiyet birlikte değerlendirildiğinde akciğer kanserleri halen en sık (%12,9) görülen kanser olma özelliğini korumaktadır (1). Literatürde küçük hücreli akciğer kanserlerine (KHAK) kıyasla, küçük hücre dışı akciğer kanserlerinde (KHDAK) FDG PET ve FDG PET-BT'nin kullanımını sorgulayan çok daha fazla çalışma mevcuttur. Tüm akciğer kanserlerinin yaklaşık %85-90'ını oluşturan KHDAK için günümüzde FDG PET-BT artık rutin olarak kullanılan bir tanı yöntemi haline gelmiştir. Tanı esnasındaki ilk evreleme uygun tedavi stratejisinin planlanabilmesi açısından çok önemli olup, günümüzde FDG PET-BT bu aşamada Bilgisayarlı Tomografi'nin (BT) yerine daha sık kullanılmaya başlamıştır (2).

T evreleme için önemli olan, primer lezyonun daha doğru ve net bir şekilde saptanıp mediastinal infiltrasyon ile göğüs duvarı tutulumunun da FDG PET-BT ile daha doğru bir şekilde tesbit edilebilmesi nedeni ile simultane füzyon görüntülerinin elde edilemediği FDG PET artık günümüzde çok daha az kullanılmaktadır (3, 4). Bir meta-analizde FDG PET-BT'nin T evreleme için doğruluk oranı %82, FDG-PET ve BT'nin doğruluk oranları ise sırası ile %55 ve %68 olarak bildirilmiştir (5). Konvansiyonel görüntülemeye kıyasla FDG PET-BT'nin sağladığı diğer avantajlar, plevral tutulum ve malign plevral efüzyonların daha doğru bir biçimde değerlendirilebilmesidir (6). Kollabe görünümdeki akciğer dokusunda ve konsolidasyon varlığında BT'ye kıyasla primer lezyon boyutlarının daha iyi değerlendirilebilmesi de dikkat çeken diğer bir noktadır (7).

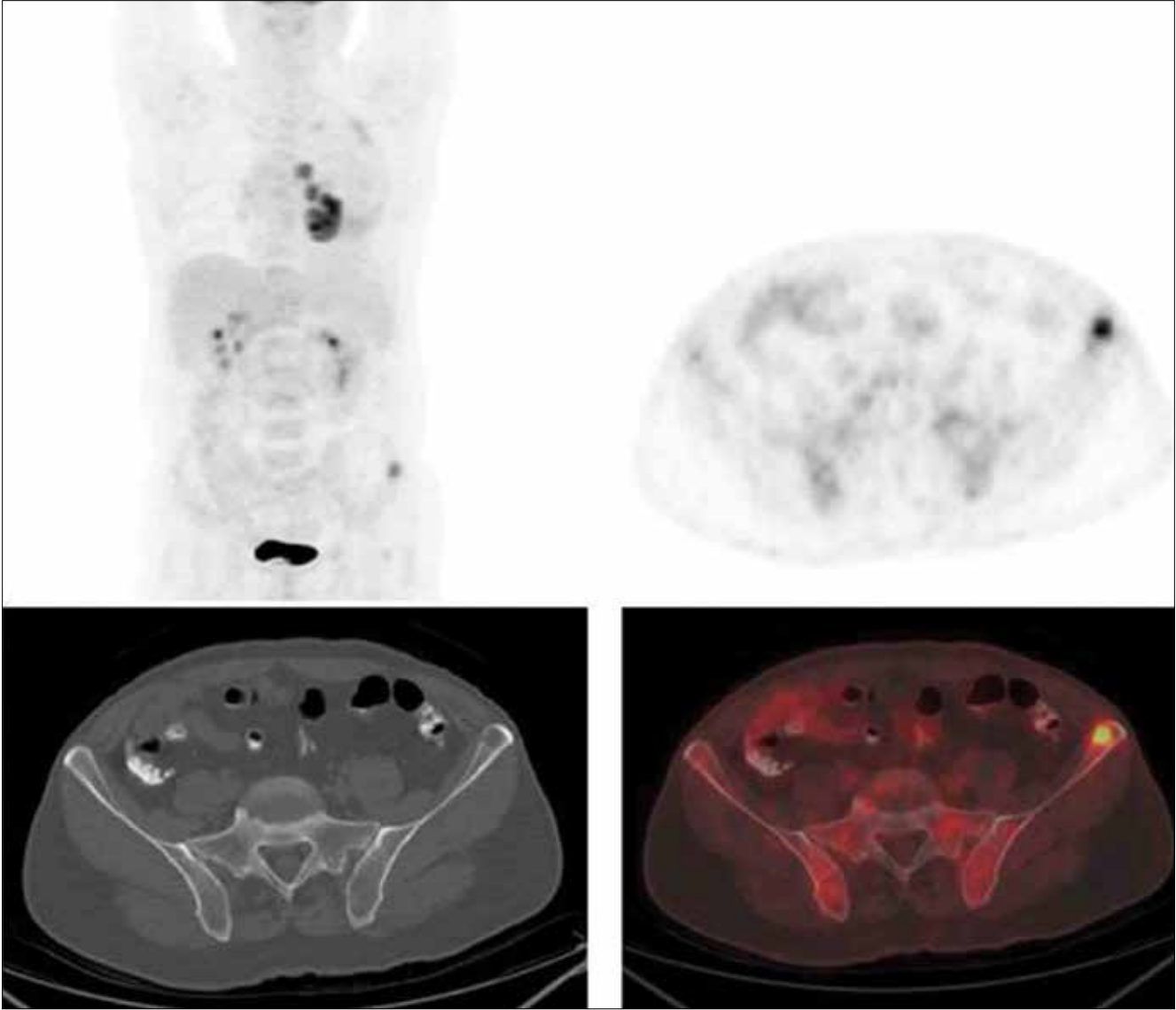
Lenf nodu evrelemesi (N evreleme) sonrasında N0 ve N1 olarak evrenen olguların kütatif cerrahi rezeksiyona aday olması ve N3 olarak evrenen olguların ise genellikle inoperable kabul edilmesi nedeni ile konvansiyonel görüntüleme yöntemleri ile FDG-PET ve/veya FDG PET-BT'yi kıyaslayan pek çok çalışma yapılmıştır (8). Konvansiyonel görüntüleme yöntemlerinde kullanılmakta olan boyut kriterinin (>1 cm) yetersiz kalması nedeni ile duyarlılık oranlarında %60'lara, özgüllük oranlarında ise %77'ye kadar düşebilen istatistiksel meta-analiz sonuçları mevcuttur (9). Prenzel ve ark. yaptıkları çalışmada, kısa çapı 1 cm'nin altında kalan yaklaşık %44 oranında ve kısa çapı 1 cm'nin üstünde olup metastatik olmayan ise yaklaşık %77 oranında lenf nodu varlığını raporlamışlardır (10). T evreleme ile

benzer şekilde N evreleme için FDG PET-BT'nin FDG PET ve BT'ye kıyasla daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmiştir (11). Bir başka çok merkezli çalışma ve meta-analizde N evreleme için FDG PET-BT'nin yüksek negatif öngörü (%91) ile özgüllüğe (%83), ancak sınırlı pozitif öngörüye (%29) sahip olduğu yayınlanmıştır (12, 13). Kısa çapı 1 cm'nin altında kalan lenf nodları için FDG PET-BT'nin duyarlılığı %32 olarak bulunurken, kısa çapı 1 cm'nin üstünde olan lenf nodları için ise bu değer %85 olarak raporlanmıştır. Mediastinal lenf nodları için geç görüntüleme yapılması durumunda daha iyi duyarlılık değerlerinin elde edilebileceği bildirilmiştir (14). FDG PET-BT için literatürde bildirilen bu olumlu sonuçlara rağmen, mediastinoskopi yerine bu noninvaziv yöntemin kullanılamayacağı ayrıca vurgulanmıştır (15, 16). Mikrometastazlar nedeniyle literatürde %8'e varan yanlış negatif sonuçlar bildirilmiş olup, granülomatöz hastalıklar nedeni ile yanlış pozitif sonuçlar alınabileceği de yine akılda tutulmalıdır (17).

Yeni tanı almış KHDAK olgularının yaklaşık %18-36'sında uzak metastazlar saptanmaktadır (Şekil 1) (18). Sırası ile en sık metastaz saptanan alanlar; beyin, iskelet sistemi, karaciğer ve sürrenal glandlar olarak sıralanabilir. Literatürde, FDG PET ile yeni tanı almış olan KHDAK olgularının yaklaşık %28'inde, klinik olarak semptom vermeyen uzak metastazlar saptanmış ve bu olguların yaklaşık %53'ünde tedavi protokolü bu nedenle değişmiştir (19, 20). FDG PET-BT ile gereksiz torakotomilerin önüne geçilebileceği de ayrıca literatürde vurgulanmaktadır (21, 22).

Küçük hücreli akciğer kanseri tanısı alan olgular tanı esnasında kemosensitif olsalar dahi, daha sonra gelişen relaps ve rekürrensler nedeni ile tedavi sonuçları beklentileri karşılamamaktadır (23). Tanı esnasında olguların %60-70'i yaygın hastalık kategorisindedir (24). Literatürde yeni tanı alan KHAK olgularında FDG PET'in evreleme ve klinik tedavi protokollerinde %10-33 oranında değişikliğe neden olabileceği bildirilmiştir (2). 120 KHAK olgusunu kapsayan bir çalışmada FDG PET konvansiyonel görüntüleme prosedürleri ile kıyaslandığında; 10 olgunun evresinde artış, 3 olgunun evresinde ise düşme dikkati çekmiştir (25). Bir başka çalışmada konvansiyonel yöntemler ile sınırlı hastalık kategorisinde değerlendirilen 26 olgudan 4'ü (%15) FDG PET sonrası yaygın hastalık kategorisinde değerlendirilirken, yaygın hastalık kategorisinde değerlendirilen 20 olgunun ise 8'i (%40) sınırlı hastalık kategorisinde tekrar evrenmiştir (26).

Manyetik Rezonans Görüntüleme'nin (MR) entegre edildiği FDG PET tarayıcıları (FDG PET/MR) ile yapılan çalışmalar güncel literatürde daha çok yer almaya başlasa da henüz KHDAK için basılmış bilimsel makale



Şekil 1. Tanı esnasında sol iliak kemikte metastatik lezyon saptanan Küçük Hücreli Olmayan Akciğer Kanseri olgusu

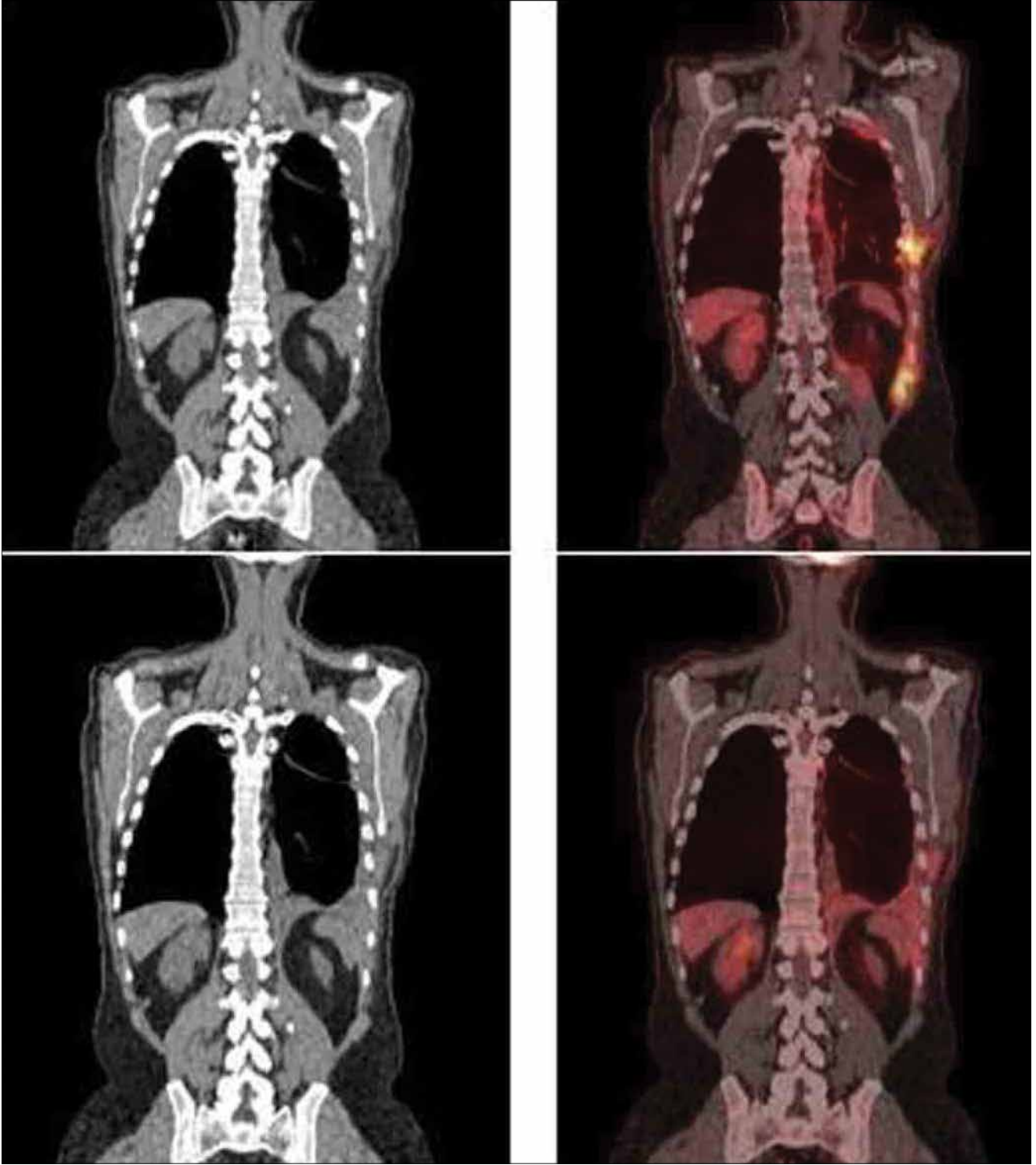
sayısı çok kısıtlıdır. Fraioli ve ark.'nın yakın geçmişte yayınlanan bir çalışmasında, FDG PET-MR'in preop olguları evrelerken faydalı olabileceği bildirilmiştir (27).

Literatürde PET-BT ile kullanılabilir yeni görüntüleme ajanları olarak ise "18F-fluorothymidine", "18F-FMISO", "64Cu-ATSM", "RGD peptides", "11C-Methionine", "11C-Choline" ve 18F-Fluorocholine" dikkati çekmektedir (2). Yine "epidermal growth factor receptor – EGFR" için yapılan bazı çalışmalar da gelecek için ümit vaat etmektedir (28, 29).

PLEVRAL MALİGNİTELER

Plevra, mezotel hücreleri ve konnektif dokudan oluşan, akciğeri saran (visseral plevra), mediasten, diafragma ve göğüs duvarını (parietal plevra) dōşe-

yerek potansiyel boşluk oluşturan ince bir membrandır. Plevrayı etkileyen malign lezyonların çoğu, diffüz malign mezotelyomalardır. FDG'nin malign plevral mezotelyomaların (MPM) tanısında ve ilk evrelemedeki olumlu katkılarını bildiren pek çok araştırma mevcuttur (30-35). Son yıllarda bu çalışmaları rekürrens tayininde FDG PET ve FDG PET-BT'nin kullanımını sorgulayan yayınlar takip etmiştir (Şekil 2) (36-38). Gerbaudo ve ark. FDG PET-BT'nin rekürrens tayininde hassas bir yöntem olduğunu ifade etmekle kalmamışlar, FDG tutulum paterni ile yoğunluğunun ise prognoz için yol gösterici olduğunu da bildirmişlerdir (38). Günümüzde kullanılan tedavi yöntemlerindeki gelişmeler sayesinde MPM olguları için beklenen yaşam süresi ve uzak metastazların görülme olasılığı artmıştır. FDG PET ve FDG PET-BT'nin uzak metastazların



Şekil 2. Üst kesitlerde progresse olduğu izlenen malign plevral mezotelyoma olgusu

saptanmasındaki rolü yine literatürde vurgulanan diğer önemli bir konu olmuştur (30-33, 35). Erasmus ve ark. preop olgular için planlanan bir çalışmada, olguların %24'ünde konvansiyonel görüntüleme yöntemleri ile saptanamayan ekstratorasik metastazları FDG PET-BT ile saptayabilmışlerdir (35). Gerbaudo ve ark. ise

olguların %26'sında (11 hasta) ve toplam 20 lezyon alanında FDG PET-BT ile daha önce bilinmeyen uzak metastazlar saptamışlardır (38).

Son yıllarda yapılan çalışmalara göz atıldığında, Frauenfelder ve ark. MPM olgularının intratorasik evrelenmesinde FDG PET-BT'nin BT'ye kıyasla daha iyi

sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (39). Kawaguchi ve ark. ise port alanındaki lokal rekürrenslerin tesbitinde bu yöntemin kullanışlı olduğunu ileri sürmüşlerdir (40). Eylül 2012'de "International Mesothelioma Interest Group – iMig 2012" tarafından Boston'da düzenlenen konferansta, MR ve FDG PET-BT'nin günümüzdeki önemi ve BT ile elde edilen klinik bulgulara olan katkıları ayrıca vurgulanmıştır (41). Elliye di epitelial MPM olgusunu retrospektif olarak değerlendiren Niccoli-Asabella ve ark. FDG PET-BT'nin kontrastlı BT'ye kıyasla lokal yayılımın, lenf nodu tutulumunun ve uzak metastazların saptanmasında daha hassas bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (42).

MPM olgularında FDG PET-BT ile geç görüntüleme esnasında azalan Standardize Tutulum Değerleri'nin (SUV) saptanmasının benign karakterdeki lezyonlar açısından anlamlı olabileceği konusunda görüş birliği olmakla birlikte, artan ya da sebat eden SUV değerlerinin ayırıcı tanıya katkısı ise tartışmalıdır (43-45).

Toplam 61 çalışmanın retrospektif olarak birlikte değerlendirildiği bir çalışmada, MPM'nin evrenmesinde FDG PET-BT'nin MR, BT ve FDG-PET'e kıyasla daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmiş ancak N2 ve T4 olgular için düşük bulunan duyarlılığına (sırası ile %38 ve %67) dikkat çekilmiştir (46). Yine Pilling ve ark. sınırlı sayıda olguyu kapsayan (n=20) çalışmalarında N2 ve T4 olarak evrelenen olgular için FDG PET-BT'nin yetersiz kalabileceği konusunda uyarıda bulunmuşlardır (47). 54 olguyu kapsayan çalışmalarında ise Plathow ve ark. FDG PET-BT'nin evre II ve evre III olgular için MR, BT ve FDG PET'e kıyasla daha doğru sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (48).

Nadir görülen "Plevranın Soliter Fibröz Tümörü" için FDG PET veya FDG PET-BT'nin benign/malign lezyon ayrımı ve uzak metastazların saptanmasındaki olumlu rolü literatürde pek çok olgu için bildirilmiştir (49-51).

ÖZEFAGUS KANSERİ

Özefagus kanserlerinin yaklaşık %90-100 oranında FDG avid olduğu ve submukozal alana ulaşan tüm lezyonların patolojik karakterde FDG tutulumu gösterdiği bildirilmiştir (52-54). Günümüz şartlarında özefagus kanserleri için FDG PET-BT'nin Endoskopik Ultrasonografi (EUS) ve BT ile elde edilen klinik bulguları desteklediği ancak diagnostik doğruluğunun ise tatmin edici düzeyde olmadığı bildirilmektedir (55-57). Bu kanserler için lenf nodu evrelemesi, sağkalım ile ilişkisi olan temel prognostik faktördür (58, 59). Optimal N evrelemesi için EUS ve BT ile birlikte FDG PET-BT'nin de kullanılmasının etkili olduğu konusunda yayınlar vardır (60-64). Yine son teknolojik gelişmeler

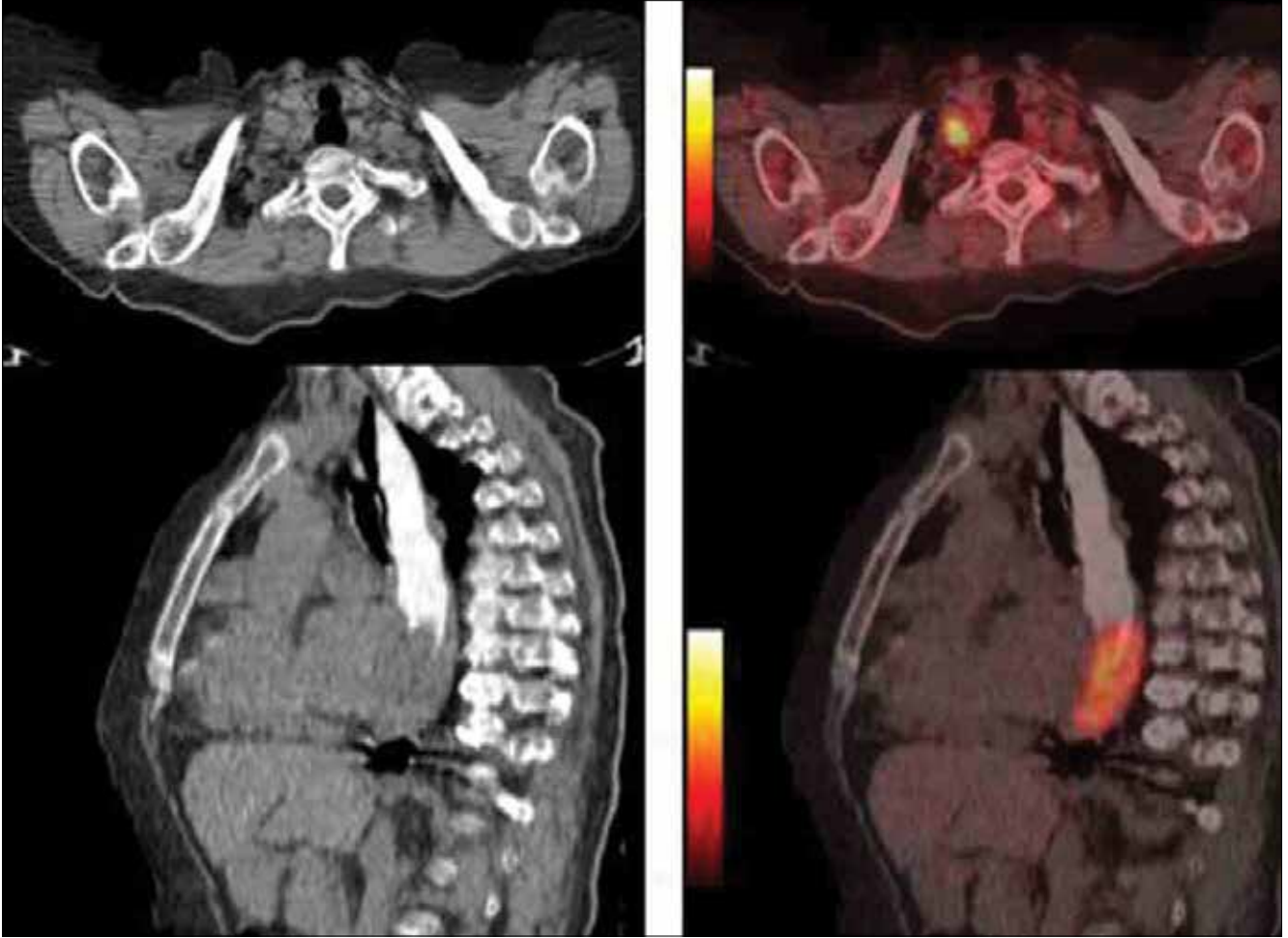
işığında, MR görüntüleme ile özofagus kanserinin T evrelemesi konusunda artık çok daha iyi sonuçlar alınabildiği literatürde bildirilmiştir (65, 66). Bu gelişmelere paralel olarak kısıtlı sayıda olgu içeren (15 olgu) çok yakın tarihli bir çalışmada N evreleme için FDG PET-MR'ın diagnostik performansının EUS, PET-BT ve BT'ye kıyasla daha iyi olduğu yayınlanmıştır (67). Yine bu çalışmada T evreleme için FDG PET-MR ile elde edilen bulgular, altın standart olan EUS ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış ve bu yöntemin preop lökorejyonel evreleme için umut vaat eden bir yöntem olduğu vurgulanmıştır (67). Japonya'da preop olgularda, FDG PET-BT ile 5-7 mm'lik kesit kalınlığı ile çalışılan kontrastlı BT'nin karşılaştırıldığı bir çalışmada, FDG PET-BT'nin lenf nodlarına olan metastazların değerlendirilmesinde daha yüksek bir özgüllük ve pozitif öngörü değerine sahip olduğu bildirilmiştir (68). 115 olguyu kapsayan ve 64 kesitli ve kontrastlı BT ile yapılan başka bir benzer çalışmada ise FDG PET-BT'nin özellikle paraözefageal lenf nodlarının saptanmasında daha yüksek bir duyarlılığa sahip olduğu bulunmuştur (69).

FDG PET ile yapılan çalışmalarda, saptanan uzak metastazlar nedeniyle olguların yaklaşık %20'sinden fazlasında tedavi protokollerinde değişikliğe gidildiği bildirilmiştir (Şekil 3) (70, 71). 2009 yılında yayınlanan çok merkezli ve toplam 129 olguyu kapsayan prospektif bir çalışmada (106 olgu FDG PET ile 23 olgu ise FDG PET-BT ile görüntülenmiştir) ise olguların yaklaşık % 41'inde yeni lezyon (53 olguda olmak üzere toplam 148 yeni lezyon) saptanmış, %6 olguda T evrelemede, %26 olguda N evrelemede ve %27 olguda ise M evrelemede farklılık olduğu bildirilmiştir (72). Bu evreleme değişiklikleri sonucunda 45 olgunun (%35) tedavi planlamasında majör değişikliğe gidilirken, tedavi planında değişikliğe gerek olmayan olgu sayısı ise sadece 6 (%5) olarak gerçekleşmiştir.

Özofagus kanserlerinin erken rekürrenslerinin saptanmasında ise toplam 725 olgunun retrospektif olarak irdendiği başka bir çalışmada FDG PET-BT'nin kullanışlı bir görüntüleme yöntemi olmadığı vurgulanmıştır (73).

TİMİK TÜMÖRLER

Timus, çocukluk çağında immünitenin gelişmesi ve olgunlaşmasında çok önemli bir rol oynayan lenfatik sisteme ait bir organdır. Timik tümörler nadir görülürler. Epitelial timik neoplazmlar tüm timik tümörlerin yaklaşık yarısını oluştururken lenfomalar yaklaşık %25'ini ve diğer alt tipler (teratom vs.) ise geri kalan kısmı oluşturmaktadır (74). Timusun fizyolojik FDG tutulum paterni ve kemoterapi sonrası izlenebilen



Şekil 3. Tanı anında sağ supraklavikuler lenf nodunda metastaz saptanan özofagus ca olgusu

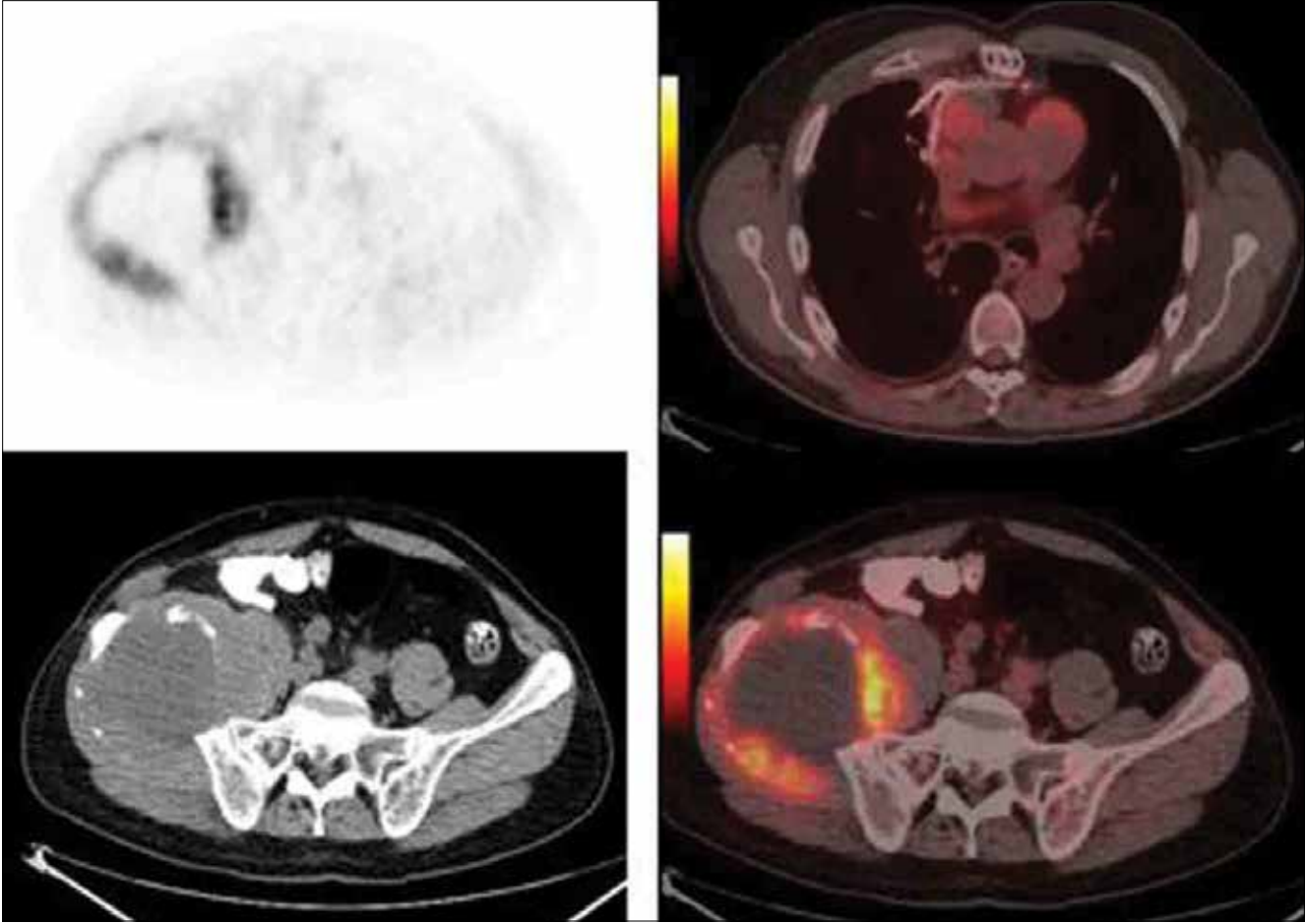
“timik rebound hiperplazi” akılda tutulmak kaydı ile FDG PET-BT'nin timik tümörlerin görüntülenmesinde faydalı olduğu bildirilmiştir (75, 76). Mediastinal lenfomanın timik rebound hiperplaziden ayırt edilebilmesinde SUVmax değerinin 3,4'den yüksek olmasının güçlü bir prediktör olduğu raporlanmıştır (77).

Kaira ve ark. timik epitelyal tümörlerdeki FDG tutulumu ile glukoz transporter-1 ekspresyonunun pozitif bir korelasyon gösterdiğini bulmuşlardır (78). Sung ve ark. ise düşük risk timoma olgularında heterojen bir tutulum paterni izlendiğini, yüksek-risk timoma olguları ile timik karsinomlarda ise homojen bir tutulum paterni gözlemlendiğini bildirmişlerdir (79). İnvaziv timomalarda noninvaziv timomalara kıyasla daha yüksek bir FDG tutulumu izlenmektedir (80). İnvaziv timoma olgularında, %5 olguda uzak metastaz olabilmekte ve FDG PET-BT ile bu metastazlar tesbit edilebilmektedir (Şekil 4) (81). El-Bawab ve ark. timoma olgularında SUVmax değerlerinin timik hiperplazi olgularına kıyasla anlamlı biçimde yüksek olduğunu (sırası ile 4,75 ve 1,89) bildirmişlerdir (82).

Epitelyal timik tümörler için yapılan yakın tarihli bir meta-analiz çalışmasında FDG PET ile düşük gradlı timomalar, yüksek gradlı timomalar ve timik karsinomlar için istatistiksel olarak farklı SUVmax değerleri saptanmıştır (83).

Timik karsinomlar, timik epitelyal tümörlerin yaklaşık %20'sini oluştururlar ve uzak metastaz yapmaya eğilimleri ise daha fazladır (84). Genellikle FDG PET-BT'de nekrotik ve kalsifiye lezyon alanları içeren multilobüle kitle lezyonlar olarak izlenirler. Timik karsinomların yüksek FDG tutulumları ile (SUVmax ≥ 7) timomalardan ayırt edilebileceği bildirilmiştir (85, 86). FDG PET-BT'nin rezidüel veya rekürrent hastalığın tesbitinde BT'ye üstün olduğu bildirilmektedir (82).

Lenfomalar, çocuklarda ön mediastende en sık rastlanan kitle lezyonlar olarak karşımıza çıkarken erişkin olgu grubunda ise 2. sırayı almaktadır. Lenfomanın timik tutulumu Hodgkin Lenfoma'da Non-Hodgkin Lenfoma'ya kıyasla daha sık izlenir (87). Timik lenfomaların timomalardan ayırıcı tanısının FDG PET-BT yardımı ile yapılabilmesi zor olabilir ancak timik



Şekil 4. İskelet sisteminde sağ iliak kemikte ekspansil karakterde metastaz saptanan opere invazif timoma olgusu

lenfomalar genç popülasyonda daha sık görülüp, agresif seyredip tedaviye ise daha iyi yanıt verirler. Kemoterapi sonrası rebound hiperplazi ile timik rezidüel/rekürrent lenfomanın ayırıcı tanısı ise daha zor olup, timusun asimetrik büyümesi, SUVmax'ın 3,4'ün üzerinde olması ve semptomatik tablonun lenfoma lehine olduğu raporlanmıştır (77).

Timik karsinoidler, iyi diferansiye, nadir görülen ve erkeklerde daha sık rastlanılan tümörlerdir. Çeşitli endokrin sendromlar ile birlikte (Cushing Sendromu, Multiple Endokrin Neoplaziler v.s.) görülebilen bu lezyonlar bronşial karsinoidlere zıt olarak genellikle FDG avid olup FDG PET-BT ile primer lezyonların, metastazların ve rekürrenslerin tesbiti mümkündür (88). Galyum 68 ile işaretli peptidlerin kullanılarak somatostatin reseptörlerinin görüntülenmesi ile de rekürrenslerin ve metastazların tesbit edilebileceği bildirilmiştir (89, 90).

Ön mediasten, ekstraparadikal germ hücreli tümörlerin en sık görüldüğü alan olup bu tümörlerin FDG tutulumu ise lezyonların gradı ile yakından ilişkilidir (91). Ekstraparadikal germ hücreli tümörlerin rekürrens-

lerinin saptanmasında FDG PET-BT'nin kullanılabileceği literatürde bildirilmiştir (92).

Timolipomalar için ise FDG PET-BT'nin ek bir katkısı bulunamamıştır (75).

GÖĞÜS DUVARI TÜMÖRLERİ

Göğüs duvarının kemik, sinir, kas, damar ve subkutan doku gibi yapısal komponentlerinin tümünden benign ve malign tümörler gelişebilir. Erişkin yaş grubunda göğüs duvarının en sık rastlanan malign tümörü kondrosarkom olmasına rağmen, çocuklarda en sık görülen malign tümör Ewing sarkoma (ES) ailesi tümörleridir (93, 94).

Kondrosarkomlar göğüs duvarına ait primer tümörlerin yaklaşık üçte birini oluşturur ve nadiren görülür. Tüm kondrosarkomların ise yaklaşık %15'i göğüs duvarından menşey alır (95). FDG PET-BT genellikle ekstrapulmoner metastazların ekarte edilebilmesi için kullanılabilir (96). Tüm olguların yaklaşık %25'ini torasik kondrosarkomların oluşturduğu retrospektif bir çalışmada, preterapötik SUV değerleri ile tümörlerin

histopatolojik grad değerlendirmesi birlikte kullanıldığında, lokal relaps ve uzak metastaz için yüksek riskli hastaların tesbit edilebileceği bildirilmiştir (97).

Çocuklarda ES ailesine ait tümörlerin %13'ü göğüs duvarı yapılarından, sıklıkla da kosta veya interkostal yumuşak dokudan kaynaklanır (98). ES ailesi içinde klasik ES, atipik ES, primitif nöroektodermal tümör (PNET) ve Askin tümörü yer almakta olup bu tümörler küçük yuvarlak mavi hücreli tümörler grubundadır (99). Askin tümörü ile PNET arasında histolojik fark bulunmamakta ve Askin tümörü torakopulmoner PNET'i tanımlamaktadır (100). 2014 yılında yapılan yakın tarihli bir çalışmada toplam 6 olgu FDG PET-BT ile değerlendirilmiş olup, bu olgularda 4,0'dan 18,6'ya kadar değişebilen artmış SUVmax değerleri raporlanmıştır (101). Nanthakumaran ve ark. ise rekürren torasik ES olgularının değerlendirilmesinde FDG PET-BT'nin faydalı olabileceğini bildirmişlerdir (102). Bir başka olgu sunumunda ise FDG-PET ile kemik sintigrafisi ve galyum-67 sintigrafisine kıyasla daha fazla sayıda metastatik lezyon odağı saptanmıştır (103). ES ailesi tümörleri için literatürde henüz yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır.

Literatürde göğüs duvarından menşey alan primer tümörler için kısıtlı sayıda çalışma mevcut olup olgu sunumları daha ağırlıktadır. Bu çalışmaları kısaca özetlemek gerekirse schwannomlara ayrıca değinmek gerekir. Periferik sinir kılıfı tümörlerinden olan ve schwann hücrelerinden gelişen malign schwannoma'lar daha çok genç ve orta yaşlı erişkinlerde nadir görülen ancak agresif seyredabilen lezyonlardır. Halac ve ark. malign schwannomlarda FDG PET-BT'nin evreleme, yeniden evreleme ve tedaviye yanıtı değerlendirmede kullanılabileceğini bildirmişlerdir (104). Benign schwannomların da orta düzeyde FDG tutulumu göstererek metastatik lezyonları taklit edebileceği akılda tutulmalıdır (105, 106). Literatürde bildirilen ve göğüs duvarından menşey alıp anlamlı şekilde FDG tutulumu gösteren diğer mezenşimal lezyonlar ise hibernomalar, göğüs duvarının primitif primer nöroektodermal tümörleri, desmoid tümörler, miksofibrosarkomalar, liposarkomlar ve soliter plazmasitomlar olarak bildirilmiştir (107-112). Nishiyama ve ark. ise 13 farklı histopatolojik tipte, toplam 42 torasik sarkom olgusunu içeren çalışmalarında medyan SUVmax değerini 10,2 olarak bulmuşlar ve tedavi sonrası prognozu öngörmeye FDG PET-BT'nin kullanılabileceğini vurgulamışlardır (113).

SONUÇ

Günümüzde, FDG PET-BT torasik malignitelerin ve özellikle KHDAK olgularının değerlendirilmesinde rutin olarak kullanılan bir tanı yöntemi haline gelmiş-

tir. Mikrometastazlar nedeni ile günümüz teknolojik şartlarında mediastinoskopi halen önemini muhafaza etmektedir. Tüm vücudun görüntülenebilmesi ve uzak metastazların saptanmasındaki başarılı konumu bu yöntemi MPM, özofagus kanseri ve invazif timomaların değerlendirilmesinde daha da ön plana çıkarmaktadır. Literatürde göğüs duvarından menşey alan primer tümörler ile relaps ve rekürrensler nedeni ile tedavi seçenekleri yüz güldürmeyen KHAK olguları için halen kısıtlı sayıda çalışma vardır. PET-BT ile kullanılabilecek yeni görüntüleme ajanları ve FDG PET-MR gibi teknolojik gelişmeler ise ilerisi için umut vaad etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: Sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer* 2015;136:E359-86. [\[CrossRef\]](#)
2. Sharma P, Singh H, Basu S, Kumar R. Positron emission tomography-computed tomography in the management of lung cancer: An update. *South Asian J Cancer* 2013;2:171-8. [\[CrossRef\]](#)
3. Lardinois D, Weder W, Hany TF, et al. Staging of non-small-cell lung cancer with integrated positron-emission tomography and computed tomography. *N Engl J Med* 2003;348:2500-7. [\[CrossRef\]](#)
4. De Wever W, Ceysens S, Mortelmans L, et al. Additional value of PET-CT in the staging of lung cancer: comparison with CT alone, PET alone and visual correlation of PET and CT. *Eur Radiol* 2007;17:23-32. [\[CrossRef\]](#)
5. De Wever W, Stroobants S, Coolen J, Verschakelen JA. Integrated PET/CT in the staging of nonsmall cell lung cancer: technical aspects and clinical integration. *Eur Respir J* 2009;33:201-12. [\[CrossRef\]](#)
6. 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. [\[CrossRef\]](#)
7. Pawaroo D, Cummings NM, Musonda P, Rintoul RC, Rassl D, Beadsmoore C. Non-small cell lung carcinoma: accuracy of PET/CT in determining the size of T1 and T2 primary tumors. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:1176-81. [\[CrossRef\]](#)
8. Goldstraw P, Crowley J, Chansky K, et al. The IASLC Lung Cancer Staging Project: proposals for the revision of the TNM stage groupings in the forthcoming (seventh) edition of the TNM Classification of malignant tumours. *J Thorac Oncol* 2007;2:706-14. [\[CrossRef\]](#)
9. Dwamena BA, Sonnad SS, Angobaldo JO, Wahl RL. Metastases from non-small cell lung cancer: mediastinal staging in the 1990s-meta-analytic comparison of PET and CT. *Radiology* 1999;213:530-6. [\[CrossRef\]](#)
10. Prenzel KL, Möning SP, Sinning JM, et al. Lymph node size and metastatic infiltration in non-small cell lung cancer. *Chest* 2003;123:463-7. [\[CrossRef\]](#)

11. Antoch G, Stattaus J, Nemat AT, et al. Non-small cell lung cancer: dual-modality PET/CT in preoperative staging. *Radiology* 2003;229:526-33. [\[CrossRef\]](#)
12. Li X, Zhang H, Xing L, et al. Mediastinal lymph nodes staging by 18F-FDG PET/CT for early stage non-small cell lung cancer: a multicenter study. *Radiother Oncol* 2012;102:246-50. [\[CrossRef\]](#)
13. Lv YL, Yuan DM, Wang K, et al. Diagnostic performance of integrated positron emission tomography/computed tomography for mediastinal lymph node staging in non-small cell lung cancer: a bivariate systematic review and meta-analysis. *J Thorac Oncol* 2011;6:1350-8. [\[CrossRef\]](#)
14. Hu M, Han A, Xing L, et al. Value of dual-time-point FDG PET/CT for mediastinal nodal staging in non-small-cell lung cancer patients with lung comorbidity. *Clin Nucl Med* 2011;36:429-33. [\[CrossRef\]](#)
15. Detterbeck FC, DeCamp MM, Jr, Kohman LJ, Silvestri GA. American College of Chest Physicians. Lung cancer. Invasive staging: The guidelines. *Chest* 2003;123(Suppl1):167S-75S. [\[CrossRef\]](#)
16. Metin M, Citak N, Sayar A, et al. The role of extended cervical mediastinoscopy in staging of non-small cell lung cancer of the left lung and a comparison with integrated positron emission tomography and computed tomography: Does integrated positron emission tomography and computed tomography reduce the need for invasive procedures? *J Thorac Oncol* 2011;6:1713-9. [\[CrossRef\]](#)
17. Dietlein M, Weber K, Gandjour A, et al. Cost-effectiveness of FDG-PET for the management of potentially operable non-small cell lung cancer: Priority for a PET-based strategy after nodal negative CT results. *Eur J Nucl Med* 2000;27:1598-609. [\[CrossRef\]](#)
18. Quint LE. Staging non-small cell lung cancer. *Cancer Imaging* 2007;7:148-59. [\[CrossRef\]](#)
19. Eschmann SM, Friedel G, Paulsen F, et al. FDG PET for staging of advanced non-small cell lung cancer prior to neoadjuvant radiochemotherapy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002;29:804-8. [\[CrossRef\]](#)
20. Seltzer MA, Yap CS, Silverman DH, et al. The impact of PET on the management of lung cancer: The referring physician's perspective. *J Nucl Med* 2002;43:752-6.
21. van Tinteren H, Hoekstra OS, Smit EF, et al. Effectiveness of positron emission tomography in the preoperative assessment of patients with suspected non-small-cell lung cancer: The PLUS multicentre randomised trial. *Lancet* 2002;359:1388-93. [\[CrossRef\]](#)
22. Buck AK, Herrmann K, Schreyögg J. PET/CT for staging lung cancer: Costly or cost-saving? *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2011;38:799-801. [\[CrossRef\]](#)
23. Cheng S, Evans WK, Stys-Norman D, Shepherd FA. Lung Cancer Disease Site Group of Cancer Care Ontario's Program in Evidence-based Care. Chemotherapy for relapsed small cell lung cancer: A systematic review and practice guideline. *J Thorac Oncol* 2007;2:348-54. [\[CrossRef\]](#)
24. Rosti G, Bevilacqua G, Bidoli P, Portalone L, Santo A, Genestreti G. Small cell lung cancer. *Ann Oncol* 2006;17(Suppl 2):ii5-10. [\[CrossRef\]](#)
25. Brink I, Schumacher T, Mix M, et al. Impact of [18F] FDG-PET on the primary staging of small-cell lung cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:1614-20. [\[CrossRef\]](#)
26. Azad A, Chionh F, Scott AM, et al. High impact of 18F-FDG PET on management and prognostic stratification of newly diagnosed small cell lung cancer. *Mol Imaging Biol* 2010;12:443-51. [\[CrossRef\]](#)
27. Fraioli F, Sreaton NJ, Janes SM, et al. Non-small-cell lung cancer resectability: diagnostic value of PET/MR. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2015;42:49-55. [\[CrossRef\]](#)
28. Basu S. The scope and potentials of functional radionuclide imaging towards advancing personalized medicine in oncology: Emphasis on PET-CT. *Discov Med* 2012;13:65-73.
29. Mishani E, Abourbeh G, Eiblmaier M, Anderson CJ. Imaging of EGFR and EGFR tyrosine kinase overexpression in tumors by nuclear medicine modalities. *Curr Pharm Des* 2008;14:2983-98. [\[CrossRef\]](#)
30. Bénard F, Sterman D, Smith RJ, Kaiser LR, Albelda SM, Alavi A. Metabolic imaging of malignant pleural mesothelioma with fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Chest* 1998;114:713-22. [\[CrossRef\]](#)
31. Schneider DB, Clary-Macy C, Challa S, et al. Positron emission tomography with f18-fluorodeoxyglucose in the staging and preoperative evaluation of malignant pleural mesothelioma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;120:128-33. [\[CrossRef\]](#)
32. Carretta A, Landoni C, Melloni G, et al. 18-FDG positron emission tomography in the evaluation of malignant pleural diseases - a pilot study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:377-83. [\[CrossRef\]](#)
33. Gerbaudo VH, Sugarbaker DJ, Britz-Cunningham S, Di Carli MF, Mauceri C, Treves ST. Assessment of malignant pleural mesothelioma with (18)F-FDG dual-head gamma-camera coincidence imaging: comparison with histopathology. *J Nucl Med* 2002;43:1144-9.
34. Gerbaudo VH. 18F-FDG imaging of malignant pleural mesothelioma: scientiam impendere vero. *Nucl Med Commun* 2003;24:609-14. [\[CrossRef\]](#)
35. Erasmus JJ, Truong MT, Smythe WR, et al. Integrated computed tomography-positron emission tomography in patients with potentially resectable malignant pleural mesothelioma: staging implications. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;129:1364-70. [\[CrossRef\]](#)
36. Fiore D, Baggio V, Sotti G, Muzzio PC. Imaging before and after multimodal treatment for malignant pleural mesothelioma. *Radiol Med* 2006;111:355-64. [\[CrossRef\]](#)
37. Tan C, Barrington S, Rankin S, et al. Role of integrated 18-fluorodeoxyglucose position emission tomography-computed tomography in patients surveillance after multimodality therapy of malignant pleural mesothelioma. *J Thorac Oncol* 2010;5:385-8. [\[CrossRef\]](#)
38. Gerbaudo VH, Mamede M, Trotman-Dickinson B, Hatabu H, Sugarbaker DJ. FDG PET/CT patterns of treatment failure of malignant pleural mesothelioma: relationship to histologic type, treatment algorithm, and survival. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2011;38:810-21. [\[CrossRef\]](#)
39. Frauenfelder T, Kestenholz P, Hunziker R, et al. Use of Computed Tomography and Positron Emission Tomography/Computed Tomography for Staging of Local Extent in Patients With Malignant Pleural

- Mesothelioma. *J Comput Assist Tomogr* 2014;Oct 28. [Epub ahead of print]
40. Kawaguchi K, Taniguchi T, Usami N, et al. FDG PET/CT is useful for detecting infiltration to the port site in patients with malignant pleural mesothelioma. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2014;62:157-62. [\[CrossRef\]](#)
 41. Armato SG 3rd, Labby ZE, Coolen J, et al. Imaging in pleural mesothelioma: a review of the 11th International Conference of the International Mesothelioma Interest Group. *Lung Cancer* 2013;82:190-6. [\[CrossRef\]](#)
 42. Niccoli-Asabella A, Notaristefano A, Rubini D, et al. 18F-FDG PET/CT in suspected recurrences of epithelial malignant pleural mesothelioma in asbestos-fibers-exposed patients (comparison to Standard diagnostic follow-up). *Clin Imaging* 2013;37:1098-103. [\[CrossRef\]](#)
 43. Elboga U, Yılmaz M, Uyar M, Zeki Çelen Y, Bakır K, Dikensoy O. The role of FDG PET-CT in differential diagnosis of pleural pathologies. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol* 2012;31:187-91. [\[CrossRef\]](#)
 44. Mavi A, Basu S, Cermik TF, Urhan M, et al. Potential of dual time point FDG-PET imaging in differentiating malignant from benign pleural disease. *Mol Imaging Biol* 2009;11:369-78. [\[CrossRef\]](#)
 45. Yamamoto Y, Kameyama R, Togami T, et al. Dual time point FDG PET for evaluation of malignant pleural mesothelioma. *Nucl Med Commun* 2009;30:25-9. [\[CrossRef\]](#)
 46. Zahid I, Sharif S, Routledge T, Scarci M. What is the best way to diagnose and stage malignant pleural mesothelioma? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2011;12:254-9. [\[CrossRef\]](#)
 47. Pilling J, Dartnell JA, Lang-Lazdunski L. Integrated positron emission tomography-computed tomography does not accurately stage intrathoracic disease of patients undergoing trimodality therapy for malignant pleural mesothelioma. *Thorac Cardiovasc Surg* 2010;58:215-9. [\[CrossRef\]](#)
 48. Plathow C, Staab A, Schmaehl A, et al. Computed tomography, positron emission tomography, positron emission tomography/computed tomography, and magnetic resonance imaging for staging of limited pleural mesothelioma: initial results. *Invest Radiol* 2008;43:737-44. [\[CrossRef\]](#)
 49. Robinson LA. Solitary fibrous tumor of the pleura. *Cancer Control* 2006;13:264-9.
 50. Cortes J, Rodriguez J, Garcia-Velloso MJ, et al. [(18)F]-FDG PET and localized fibrous mesothelioma. *Lung* 2003;181:49-54. [\[CrossRef\]](#)
 51. Cardillo G, Carbone L, Carleo F, et al. Solitary fibrous tumors of the pleura: an analysis of 110 patients treated in a single institution. *Ann Thorac Surg* 2009;88:1632-7. [\[CrossRef\]](#)
 52. Skehan SJ, Brown AL, Thompson M, Young JE, Coates G, Nahmias C. Imaging features of primary and recurrent esophageal cancer at FDG PET. *Radiographics* 2000;20:713-23. [\[CrossRef\]](#)
 53. Hatt M, Visvikis D, Albarghach NM, Tixier F, Pradier O, Cheze-le Rest C. Prognostic value of 18F-FDG PET image-based parameters in oesophageal cancer and impact of tumour delineation methodology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2011;38:1191-202. [\[CrossRef\]](#)
 54. Himeno S, Yasuda S, Shimada H, Tajima T, Makuuchi H. Evaluation of esophageal cancer by positron emission tomography. *Jpn J Clin Oncol* 2002;32:340-6. [\[CrossRef\]](#)
 55. Yoon YC, Lee KS, Shim YM, Kim BT, Kim K, Kim TS. Metastasis to regional lymph nodes in patients with esophageal squamous cell carcinoma: CT versus FDG PET for presurgical detection prospective study. *Radiology* 2003;227:764-70. [\[CrossRef\]](#)
 56. Hsu WH, Hsu PK, Wang SJ, et al. Positron emission tomography-computed tomography in predicting locoregional invasion in esophageal squamous cell carcinoma. *Ann Thorac Surg* 2009;87:1564-8. [\[CrossRef\]](#)
 57. Noble F, Bailey D, Tung K, Byrne JP. Impact of integrated PET/CT in the staging of oesophageal cancer: a UK population-based cohort study. *Clin Radiol* 2009;64:699-705. [\[CrossRef\]](#)
 58. Kayani B, Zacharakis E, Ahmed K, Hanna GB. Lymph node metastases and prognosis in oesophageal carcinoma: a systematic review. *Eur J Surg Oncol* 2011;37:747-53. [\[CrossRef\]](#)
 59. Waterman TA, Hagen JA, Peters JH, DeMeester SR, Taylor CR, Demeester TR. The prognostic importance of immunohistochemically detected node metastases in resected esophageal adenocarcinoma. *Ann Thorac Surg* 2004;78:1161-9. [\[CrossRef\]](#)
 60. van Vliet EP, Heijenbrok-Kal MH, Hunink MG, Kuipers EJ, Siersema PD. Staging investigations for oesophageal cancer: a meta-analysis. *Br J Cancer* 2008;98:547-57. [\[CrossRef\]](#)
 61. Bruzzi JF, Munden RF, Truong MT, et al. PET/CT of esophageal cancer: its role in clinical management. *Radiographics* 2007;27:1635-52. [\[CrossRef\]](#)
 62. Kato H, Kimura H, Nakajima M, et al. The additional value of integrated PET/CT over PET in initial lymph node staging of esophageal cancer. *Oncol Rep* 2008;20:857-62.
 63. Wallace MB, Nietert PJ, Earle C, et al. An analysis of multiple staging management strategies for carcinoma of the esophagus: computed tomography, endoscopic ultrasound, positron emission tomography, and thoracoscopy/laparoscopy. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1026-32. [\[CrossRef\]](#)
 64. Yuan S, Yu Y, Chao KS, et al. Additional value of PET/CT over PET in assessment of locoregional lymph nodes in thoracic esophageal squamous cell cancer. *J Nucl Med* 2006;47:1255-9.
 65. Riddell AM, Allum WH, Thompson JN, Wotherspoon AC, Richardson C, Brown G. The appearances of oesophageal carcinoma demonstrated on high-resolution, T2-weighted MRI, with histopathological correlation. *Eur Radiol* 2007;17:391-9. [\[CrossRef\]](#)
 66. Riddell AM, Hillier J, Brown G, et al. Potential of surface-coil MRI for staging of esophageal cancer. *AJR AM J Roentgenol* 2006;187:1280-7. [\[CrossRef\]](#)
 67. Lee G, I H, Kim SJ, Jeong YJ, et al. Clinical Implication of PET/MR Imaging in Preoperative Esophageal Cancer Staging: Comparison with PET/CT, Endoscopic Ultrasonography and CT. *J Nucl Med* 2014;55:1242-7. [\[CrossRef\]](#)
 68. Okada M, Murakami T, Kumano S, et al. Integrated FDG-PET/CT compared with intravenous contrast-enhanced CT for evaluation of metastatic regional

- lymph nodes in patients with resectable early stage esophageal cancer. *Ann Nucl Med* 2009;23:73-80. [\[CrossRef\]](#)
69. Tan R, Yao SZ, Huang ZQ, et al. Combination of FDG PET/CT and contrast-enhanced MSCT in detecting lymph node metastasis of esophageal cancer. *Asian Pac J Cancer Prev* 2014;15:7719-24. [\[CrossRef\]](#)
 70. Luketich JD, Schauer PR, Meltzer CC, et al. Role of positron emission tomography in staging esophageal cancer. *Ann Thorac Surg* 1997;64:765-9. [\[CrossRef\]](#)
 71. Lerut T, Flamen P, Ectors N, et al. Histopathologic validation of lymph node staging with FDG-PET scan in cancer of the esophagus and gastroesophageal junction: A prospective study based on primary surgery with extensive lymphadenectomy. *Ann Surg* 2000;232:743-52. [\[CrossRef\]](#)
 72. Chatterton BE, Ho Shon I, Baldey A, et al. Positron emission tomography changes management and prognostic stratification in patients with oesophageal cancer: results of a multicentre prospective study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:354-61. [\[CrossRef\]](#)
 73. Torrance AD, Almond LM, Fry J, Wadley MS, Lyburn ID. Has integrated 18F FDG PET/CT improved staging, reduced early recurrence or increased survival in oesophageal cancer? *Surgeon* 2013 Oct 24. pii:S1479-666X(13)00111-X.
 74. Detterbeck FC, Parsons AM. Thymic tumors. *Ann Thorac Surg* 2004;77:1860-9. [\[CrossRef\]](#)
 75. Sharma P, Singhal A, Kumar A, Bal C, Malhotra A, Kumar R. Evaluation of thymic tumors with 18F-FDG PET-CT: a pictorial review. *Acta Radiol* 2013;54:14-21. [\[CrossRef\]](#)
 76. Otsuka H. The utility of FDG-PET in the diagnosis of thymic epithelial tumors. *J Med Invest* 2012;59:225-34. [\[CrossRef\]](#)
 77. Gawande RS, Khurana A, Messing S, et al. Differentiation of normal thymus from anterior mediastinal lymphoma and lymphoma recurrence at pediatric PET/CT. *Radiology* 2012;262:613-22. [\[CrossRef\]](#)
 78. Kaira K, Endo M, Abe M, et al. Biologic correlation of 2-F18-deoxy-D-glucose uptake on positron emission tomography in thymic epithelial tumors. *J Clin Oncol* 2010;28:3746-53. [\[CrossRef\]](#)
 79. Sung YM, Lee KS, Kim BT, Choi JY, Shim YM, Yi CA. F18-FDG PET/CT of thymic epithelial tumors: usefulness for distinguishing and staging tumor subgroups. *J Nucl Med* 2006;47:1628-34.
 80. Inoue A, Tomiyama N, Tatsumi M, et al. F18- FDG PET for the evaluation of thymic epithelial tumors: correlation with the World Health Organization classification in addition to dual-time-point imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:1219-25. [\[CrossRef\]](#)
 81. Viti A, Terzi A, Bianchi A, Bertolaccini L. Is a positron emission tomography-computed tomography scan useful in the staging of thymic epithelial neoplasms? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014;19:129-34. [\[CrossRef\]](#)
 82. El-Bawab H, Al-Sugair AA, Rafay M, Hajjar W, Mahdy M, Al-Kattan K. Role of fluoro-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography in thymic pathology. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007;31:731-6. [\[CrossRef\]](#)
 83. Treglia G, Sadeghi R, Giovannella L, Cafarotti S, Filosso P, Lococo F. Is (18)F-FDG PET useful in predicting the WHO grade of malignancy in thymic epithelial tumors? A meta-analysis. *Lung Cancer* 2014;86:5-13. [\[CrossRef\]](#)
 84. Kornstein MJ. Pathology of the thymus and mediastinum. Philadelphia, PA: Saunders, 1995.
 85. Kim JY, Kim HO, Kim JS, et al. 18F-FDG PET/CT is Useful for pretreatment assessment of the histopathologic type of thymic epithelial tumors. *Nucl Med Mol Imaging* 2010;44:177-84. [\[CrossRef\]](#)
 86. Kumar A, Regmi SK, Dutta R, et al. Characterization of thymic masses using 18F-FDG PET-CT. *Ann Nucl Med* 2009;23:569-77. [\[CrossRef\]](#)
 87. Webb RW. The mediastinum: mediastinal masses. In: Webb RW, Higgins C, eds. Thoracic imaging: pulmonary and cardiovascular radiology. Philadelphia, PA: Lippincott Williams Wilkins, 2005:212-70.
 88. Abe T, Sato M, Okumura T, et al. FDG PET/CT findings of thymic carcinoid and bronchial carcinoid in a patient with multiple neuroendocrine neoplasia type1. *Clin Nucl Med* 2008;33:778-9. [\[CrossRef\]](#)
 89. Dutta R, Kumar A, Julka PK, et al. Thymic neuroendocrine tumour (carcinoid): clinicopathological features of four patients with different presentation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010;11:732-6. [\[CrossRef\]](#)
 90. Hephzibah J, Shanthly N, Oommen R. Diagnostic Utility of PET CT in Thymic Tumours with Emphasis on 68Ga-DOTATATE PET CT in Thymic Neuroendocrine Tumour - Experience at a Tertiary Level Hospital in India. *J Clin Diagn Res* 2014;8:QC01-3. [\[CrossRef\]](#)
 91. Kaira K, Abe M, Nakagawa K, et al. (18)F-FDG uptake on PET in primary mediastinal non-thymic neoplasm: A clinicopathological study. *Eur J Radiol* 2012;81:2423-9. [\[CrossRef\]](#)
 92. Buchler T, Dusek P, Brisuda A, et al. Positron emission tomography and clinical predictors of survival in primary extragonadal germ cell tumors. *Klin Onkol* 2012;25:178-83.
 93. van den Berg H, van Rijn RR, Merks JH. Management of tumors of the chest wall in childhood: a review. *J Pediatr Hematol Oncol* 2008;30:214-21. [\[CrossRef\]](#)
 94. Wyttenbach R, Vock P, Tschapperler H. Cross-sectional imaging with CT and/or MRI of pediatric chest tumors. *Eur Radiol* 1998;8:1040-6. [\[CrossRef\]](#)
 95. Burt M, Fulton M, Wessner-Dunlap S, et al. Primary bony and cartilaginous sarcomas of chest wall: results of therapy. *Ann Thorac Surg*. 1992;54:226-32. [\[CrossRef\]](#)
 96. Philip A. Rascoe, Scott I. Reznik, W. Roy Smythe. Chondrosarcoma of the Thorax. *Sarcoma* 2011;2011:342879. [\[CrossRef\]](#)
 97. Brenner W, Conrad EU, Eary JF. FDG PET imaging for grading and prediction of outcome in chondrosarcoma patients. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:189-95. [\[CrossRef\]](#)
 98. Shamberger RC, Laquaglia MP, Krailo MD, et al. Ewing sarcoma of the rib: results of an intergroup study with analysis of outcome by timing of resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:1154-61. [\[CrossRef\]](#)
 99. La Quaglia MP. Chest wall tumors in childhood and adolescence. *Semin Pediatr Surg* 2008;17:173-80. [\[CrossRef\]](#)

100. Contesso G, Llombart-Bosch A, Terrier P, et al. Does malignant small round cell tumor of the thoracopulmonary region (Askin tumor) constitute a clinicopathologic entity? An analysis of 30 cases with immunohistochemical and electron-microscopic support treated at the Institute Gustave Roussy. *Cancer* 1992;69:1012-20. [\[CrossRef\]](#)
101. Xia T, Guan Y, Chen Y, Li J. Askin tumor: CT and FDG-PET/CT imaging findings and follow-up. *Medicine (Baltimore)* 2014;93:e42. [\[CrossRef\]](#)
102. Nanthakumaran S, Inam I, Neeffjes V, Driver CP, Youngson GG. The use of PET/CT in evaluating disease recurrence following Ewing's tumour resection of the chest wall. *Pediatr Surg Int* 2008;24:481-3. [\[CrossRef\]](#)
103. Hung GU, Tan TS, Kao CH, Wang SJ. Multiple skeletal metastases of Ewing's sarcoma demonstrated on FDG-PET and compared with bone and gallium scans. *Kaohsiung J Med Sci* 2000;16:315-8.
104. Halac M, Cnaral F, Sait S, Yılmaz S, Kerim S, Sergülen D, Uslu I. FDG PET/CT findings in recurrent malignant schwannoma. *Clin Nucl Med* 2008;33:172-4. [\[CrossRef\]](#)
105. Kang S. Benign Schwannoma Mimicking Metastatic Lesion on F-18 FDG PET/CT in Differentiated Thyroid Cancer. *Nucl Med Mol Imaging* 2013;47:138-40. [\[CrossRef\]](#)
106. Gungor S, Ones T, Dede F, Inanır S, Erdil TY, Turoglu HT. Diaphragmatic Schwannoma Mimicking Hydatid Cyst Depicted by FDG PET/CT. *The Internet Journal of Nuclear Medicine* 2013;6:1-1.
107. Subramaniam RM, Clayton AC, Karantanis D, Collins DA. Hibernoma: 18F FDG PET/CT imaging. *J Thorac Oncol* 2007;2:569-70. [\[CrossRef\]](#)
108. Demir MK, Koşar F, Sanlı Y, Esmailzadeh S, Urer HN. 18F-FDG PET-CT features of primary primitive neuroectodermal tumor of the chest wall. *Diagn Interv Radiol* 2009;15:172-5.
109. Souza FF, Fennessy FM, Yang Q, van den Abbeele AD. Case report. PET/CT appearance of desmoid tumour of the chest wall. *Br J Radiol* 2010;83:e39-42. [\[CrossRef\]](#)
110. Ito K, Masuda-Miyata Y, Wada S, et al. F-18 FDG PET/CT imaging of bulky myxofibrosarcoma in chest wall. *Clin Nucl Med* 2011;36:212-3. [\[CrossRef\]](#)
111. Yamamoto H, Sugimoto S, Miyoshi K, et al. The role of 18F-fluorodeoxyglucose (FDG)-positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) in liposarcoma of the chest wall. *Kyobu Geka* 2014;67:4-8.
112. Treglia G, Giovanella L, Muoio B, Caldarella C. Solitary Plasmacytoma of the Sternum Mimicking Bone Metastasis in a Patient with a History of Breast Cancer Evaluated by F-18-FDG PET/CT. *Nucl Med Mol Imaging* 2014;48:169-70. [\[CrossRef\]](#)
113. Nishiyama Y, Tateishi U, Kawai A, et al. Prediction of treatment outcomes in patients with chest wall sarcoma: evaluation with PET/CT. *Jpn J Clin Oncol* 2012;42:912-8. [\[CrossRef\]](#)