

Enfektif Endokardit Tanısında Nükleer Tıp Uygulamaları

Nuclear Medicine Procedures in Diagnosis of Infective Endocarditis

© Hakan Demir¹, © Fevziye Canbaz Tosun², © Gülay Durmuş Altun³, © Elif Özdemir⁴, © Semra Özdemir⁵, © Feyza Şen⁶

¹Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

³Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye

⁴Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

⁵Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

⁶Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

Öz

Enfektif endokardit (EE) kalbin endokardiyal yüzeylerinin ve varsa kalpteki protez materyallerin enfeksiyonu olarak tanımlanmaktadır. EE tanısı ve tedavideki tüm güncel gelişmelere karşın halen mortalitesi ve morbiditesi yüksek bir hastalıktır.

EE hastalarda pek çok özgün olmayan şikayet ve bulgulara neden olur. Halen tanısı ve ayırıcı tanısında çeşitli güçlükler bulunmaktadır. Tanıyı desteklemek için Duke kriterlerinden yararlanılır. Ayrıca ekokardiyografi, bilgisayarlı tomografi (BT) manyetik rezonans, pozitron emisyon tomografisi (PET)/BT, işaretli lökosit sintigrafisi, kan kültürü, polimeraz zincir reaksiyonu incelemeleri kullanılmakla birlikte histopatolojik tanı altın standarttır.

Bu kılavuzda son yıllarda EE tanısında giderek artan sıklıkta kullanılan nükleer tıp yöntemleri (PET/BT ve işaretli lökosit sintigrafisi) ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: EE, işaretli lökosit sintigrafisi, Tc-99m heksametilpropilenamin oksim, In-111 oksim, F-18 florodeoksiglukoz, PET/BT

Abstract

Infective endocarditis (IE) is described as infection of endocardial surfaces of heart and if available prosthesis materials. Despite all up to date developments in diagnosis and treatment of its, IE is mortal and morbid disease.

IE causes numerous non-specific symptoms and findings in patients. Currently, various difficulties are observed in diagnosis and differential diagnosis of IE. Duke criteria is used for supporting of diagnosis. Also, echocardiography, computerized tomography (CT), positron emission tomography (PET)/CT, magnetic resonance, labeled leukocyte scintigraphy, blood culture, polymerase chain reaction investigations are used. Although, histopathological diagnosis is gold standard. In this procedure guideline nuclear medicine methods (PET/CT and labeled leukocyte scintigraphy) will be handled that used more frequently in recent years for diagnosis of IE.

Keywords: IE, labeled leukocyte scintigraphy, Tc-99m hexamethylpropyleneamine oxime, In-111 oxime, F-18 fluorodeoxyglucose, PET/CT

Giriş

Bu kılavuzun temel amacı enfektif endokardit (EE) tanısı düşünülen, bu nedenle F-18 florodeoksiglukoz (FDG) pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı

tomografi (PET/BT) ve işaretli lökosit sintigrafisi (İLS) yapılacak olgularda, nükleer tıp hekimlerine, endikasyonların belirlenmesi, uygulama, görüntüleme, değerlendirme ve raporlama aşamalarında yardımcı olmaktadır. Bu kılavuzdaki öneriler EE tanısında F-18

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Hakan Demir, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

E-posta: hakandemir99@yahoo.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-4466-0011

©Telif Hakkı 2020 Türkiye Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

FDG PET/BT ve İLS'nin kullanımının ülkemizdeki standardizasyonunu sağlamak için Türkiye Nükleer Tıp Derneği Kardiyoloji Çalışma Grubu tarafından uluslararası makaleler ve kılavuzlar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Enfektif Endokardit

EE kalbin endokardiyal yüzeylerinin, varsa kalpteki protez materyallerin veya kardiyak cihazların enfeksiyonu olarak tanımlanmaktadır (1). Doğal ya da protez kapaklarda veya kalbe takılan cihazlarda görülebilir. EE tanı ve tedavideki gelişmelere rağmen halen yüksek mortalite ve morbiditeye sahiptir. Akut %12-22, 1 yıllık dönemde ise %40'a varan mortalitesi mevcuttur (2). Ülkemizdeki EE sıklığı konusunda sağlıklı rakamlar bulunmamakla birlikte Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan çalışmalara göre yıllık görülme sıklığı 2-4 olgu/100,000'dir (1). EE gelişmekte olan ülkelerde daha çok akut romatizmal ateş geçiren genç hastalarda ve doğal kapaklarda görülmektedir. Ancak gelişmiş ülkelerde protez kapaklı veya kardiyak cihaz takılmış yaşlı hastalarda daha sık saptanmaktadır (3).

EE ateş, halsizlik, baş ağrısı, gece terlemesi, tırnak değişiklikleri, anemi, kalpte üfürüm, splenomegali, lökositoz gibi pek çok enfeksiyonlarda da görülebilen şikayet ve bulgularla seyretmektedir (1). Bu durum tanı ve ayırıcı tanıda güçlükler neden olur. Klinikte akut, subakut ve kronik olgular şeklinde görülür. Hastaların %90'ında ateş, %85'inde kalpte üfürüm saptanırken yaklaşık %25 olguda tanı sırasında beyin, akciğer veya dalakta emboli birlikte bulunur. Yaşlı veya immün yetmezlik sorunu bulunanlarda atipik klinik görülebilir. Ayırıcı tanısında diğer enfeksiyonlar, romatolojik, nörolojik, otoimmün hastalıklar ve maligniteler bulunur. Günlük laboratuvar tetkiklerde EE'ye özel bulgular yoktur. Tanıda ekokardiyografi (EKO) (transtorasik veya transözefagial), BT, manyetik rezonans, PET/BT, İLS, kan kültürü, polimeraz zincir reaksiyonu incelemeleri önerilir. Ancak histopatolojik tanı altın standarttır. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae* veya *Neisseria gonorrhoeae* en sık saptanan mikrobiyolojik etkenlerdir (3).

EE pek çok farklı klinik tablolar ile ortaya çıkabilir. Bu nedenle son yıllarda tanı-tedavi kılavuzlarında tüm sürecin bir ekip tarafından yönlendirilmesi önerilmektedir. Bu ekipte kardiyoloji, kalp damar cerrahisi, enfeksiyon hastalıkları ve klinik mikrobiyoloji, radyoloji, nükleer tıp, patoloji, nöroloji, beyin cerrahisi ve anestezi uzmanlarının bulunması tavsiye edilmektedir. Ancak böyle bir ekip EE tanı ve tedavi

işlemlerini daha hızlı, doğru, standart ve etkin bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca daha karmaşık hastaların daha tecrübeli hekimlerin bulunduğu, tüm tanı ve tedavi olanaklarına sahip referans merkezlere yönlendirilmesi önerilmektedir (4).

Özgün olmayan bulgulara neden olması ve klinik olarak EE tanısı çeşitli zorluklar barındırmasından dolayı tanıyı desteklemek için 1994 yılında Duke Üniversitesi Endokardit Servisi tarafından ortaya konulan ve 2000 yılında modifiye edilen Duke Kriterleri (mDK) (4) ile 2015 yılında Avrupa Kardiyoloji Derneği tarafından geliştirilen tanı kriterleri kullanılmaktadır (4,5).

Avrupa Kardiyoloji Derneği Enfektif Endokardit Tanı Kriterleri (4,5)

Majör Kriterler

1. Enfektif Endokarditle Uyumlu Pozitif Kan Kültürü

- İki ayrı kan kültüründe EE ile uyumlu tipik mikroorganizmaların üremesi ya da,
- EE ile uyumlu mikroorganizmaların kan kültürlerinde sürekli üremesi, >12 saat arayla alınmış en az iki kan kültüründe pozitif sonuç alınması; ya da üç ayrı kan kültürünün hepsinde ya da 4 ayrı kan kültürünün çoğunda pozitif sonuç alınması ya da,
- Coxiella burnetii* için tek şişe pozitif kan kültürü ya da faz I antijenlerine karşı IgG antikor titresinin >1:800 olması.

2. Endokard Tutulum Kanıtları

- EE düşündürücü EKO bulguları
 - Vejetasyon
 - Apse, psödoanevrizma, intrakardiyak fistül
 - Kapak perforasyonu veya anevrizması
 - Yapay kapakta ortaya çıkan yeni kısmi ayrışma
- Yapay kapak çevresinde F-18 FDG PET/BT'de (sadece kapağı >3 aydan daha uzun zaman önce implante edilmiş hastalar için) veya tek foton emisyon tomografisi (SPECT)/BT ile birlikte İLS'de anormal aktivite belirlenmesi
- Kardiyak BT'de kesin paravalvüler lezyonlar

Minör Kriterler

- Yatkınlık:** EE'e yatkınlık oluşturan kalp hastalığı, intravenöz (iv) ilaç kullanımı

2. **Ateş:** >38 °C
3. **Vasküler Olaylar:** Sadece görüntülemeyle saptananlar dahil, majör arteriyel embolizm, septik pulmoner enfarktlar, mikotik anevrizma, intrakraniyal kanama; konjunktival kanamalar ve Janeway lezyonları
4. **İmmünolojik Olaylar:** Glomerülonefrit, Osler nodülleri, Roth lekeleri, romatoid faktör pozitifliği
5. **Mikrobiyolojik Kanıtlar:** Majör kriterleri karşılamayan kan kültürü pozitiflikleri ya da EE ile uyumlu bir mikroorganizmayla aktif enfeksiyon gösteren serolojik kanıtlar;

Kesin EE tanısı için; 2 majör kriter ya da 1 majör +3 minör kriter ya da 5 minör kriter,

Olası EE tanısı için; 1 majör +1 minör kriter ya da 3 minör kriter gereklidir.

Doğal kapaklı hastalarda EKO vejetasyon bulgusu pek çok olguda tanı koydurucudur. Ancak protez kapaklı hastalarda ve kardiyak cihaz bulunan hastalarda EKO artefaktlar nedeniyle yetersizdir. Doğal kapaklı hastalarda mDK yardımıyla %80 duyarlılık ve özgüllük ile EE tanısı konulabilmektedir. Ancak protez kapaklı, kardiyak cihaz bulunan veya EKO'su normal hastalarda tanı konulması zorlaşmaktadır. Olguların yaklaşık %30'unda tanı kesinleştirilememektedir. Ayrıca bu olgularda EKO'da vejetasyon görülmesi yeterli ve özgün bir bulgu değildir. Bu nedenle EE tanısı için duyarlılığı ve özgüllüğü yüksek yeni yöntemlere gereksinim duyulmaktadır. İLS ve F-18 FDG PET/BT gibi nükleer tıp yöntemleri EE tanısında son yıllarda daha fazla kullanılmaktadır.

Endikasyonlar

1. EE tanısı düşünülen ancak klinik değerlendirme ve diğer tanı yöntemleri ile tanısı konulamayan doğal kapaklı hastalar,
2. Klinik olarak yüksek olasılıklı EE düşünülen mDK'ya göre olası EE veya EE tanısı dışlanmış protez kapaklı hastalar.

Potansiyel Endikasyonlar

1. EE tanısı net olarak ortaya konulamayan kardiyak cihazlı hastalar,
2. Nedeni bilinmeyen ateş veya bakteriyemi bulunan kardiyak cihazlı hastalar,
3. Klinik olarak EE tanısı olasılığı yüksek olan ancak EKO ve/veya kan kültüründe tanı koyulamayan hastalar,
4. Enfeksiyon yaygınlığının araştırılması,

5. Olası emboli odaklarının saptanması,
6. Antibiyotik tedavi yanıtının değerlendirilmesi (4).

Prosedür-I (F-18 FDG PET/BT)

Hasta Hazırlığı ve Görüntüleme

Hamilelerde radyasyon maruziyeti sonrası fetüs ve embriyoda oluşabilecek hasarlar nedeniyle F-18 FDG PET/BT önerilmez (6). Şüpheli durumlarda tetkik öncesi gebelik testi yapılması önerilir. Anne sütünde yüksek doz F-18 FDG ekskrete edilmediğinden tetkik sonrası emzirmenin kesilmesi önerilmez (6). Ancak anne kucağında bebeği emzirirken oluşacak radyasyon maruziyetini engellemek için tetkikten 12 saat sonrasına kadar sütün sağılıp başkası tarafından bebeğe verilmesi tavsiye edilir (6).

Onkolojik hastalarda F-18 FDG PET/BT için hastaların 4-6 saat aç olması, kan glukoz düzeyinin en fazla <150-200 mg/dL olması önerilir. Miyokart dokusunda F-18 FDG tutulumu düzeyi değişkendir. Bazen fizyolojik olarak yoğun bir tutulum görülebilir. Fizyolojik olarak yüksek F-18 FDG miyokart tutulumu artefaktlara bağlı olarak EE tanısını zorlaştırabilir. Bu nedenle fizyolojik miyokardiyal F-18 FDG tutulumunu azaltmak için hastaların tetkikten bir gün öncesinden başlamak üzere düşük karbonhidratlı, yüksek yağ içerikli diyet uygulamaları önerilmektedir. Diyette < 1 gr'den daha düşük karbonhidrat bulunmalıdır (Tablo 1) (7). Bu sayede miyokardın glukoz tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir. Fizyolojik miyokardiyal tutulumu azaltmak için kullanılabilecek bir diğer yöntem

Tablo 1. Düşük karbonhidratlı örnek diyet listesi

Sabah	Çay-kahve
	2 tane yumurta
	2 dilim yağlı peynir
	Zeytin (sınırsız)
Öğle-akşam	Et-tavuk-balık (unsuz) Hindi-köfte (ekmeksiz)
	Marul-maydonoz-roka salatası (zeytinyağlı)
Yasaklar	Tüm meyve ve sebzeler (örnek listedekiler hariç)
	Unlu gıdalar (ekmek, pasta, pilav, makarna, galeta)
	Kuru baklagiller
	Süt ve sütü gıdalar (yoğurt, ayran, dondurma vb.)
	Tüm kuruyemişler Tüm çorbalar

tetikten hemen önce heparin enjeksiyonu yapılmasıdır. Bu amaçla hastalara 50 IU/kg, ultra-fraksiyone heparin F-18 FDG enjeksiyonundan 15 dk önce iv bolus olarak enjekte edilebilir. EE tanısı için 10-15 µCi/kg F-18 FDG'nin iv enjeksiyonundan 45-60 dakika sonra tüm vücut PET/ BT görüntüleme yapılmalıdır. Tüm vücut görüntüleme ek olarak henüz mevcut literatürde yararı net olarak ortaya konulmamakla birlikte kalpten Elektrokardiyogram triger eşliğinde kardiyak gated görüntüleme ve 10 dakikalık toraks bölgesel görüntüleme de tercih edilebilir.

PET/BT Görüntüleme Özet Şeması

1. 24 saat önce düşük karbonhidratlı özel diyet
2. 4-6 saat açlık
3. Kan şekeri ölçümü (Hedef <150-200 mg/dL)
4. F-18 FDG iv enjeksiyon (10-15 µCi/kg)
5. 45-60 dakika bekleme
6. Heparin enjeksiyonu (tercihe bağlı): Görüntülemeden 15 dakika önce 50 IU/kg iv bolus. Diyetle birlikte ya da tek başına, tercihe bağlı olarak uygulanabilir.
7. Tüm vücut PET/BT görüntüleme (verteks-ayak tabanı)
8. Toraks 10 dakikalık bölgesel görüntü ve gated görüntüleme (tüm vücuda ek olarak tercihen)

F-18 FDG PET/BT sonrası maruz kalınan radyasyon dozları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Değerlendirme ve Raporlama

Protez kapaklı veya metalik kardiyak cihaz bulunan hastalarda BT'de oluşan metalik artefaktlar attenüasyon düzeltmesi (AD) yapılmış PET görüntülerinde yeni artefaktlara neden olur. Bu durum aktivite yoğunluklarının olduğundan daha yüksek görülmesi ve yanlış pozitif değerlendirmelere yol açar. Bundan kaçınabilmek için AD/PET görüntülerinin mutlaka AD yapılmamış görüntülerle (NAD/PET) birlikte değerlendirilmesi önerilir (8) (Şekil 1,2).

F-18 FDG PET/BT ile EE tanısında görüntüler görsel, yarı-sayısal ve sayısal olarak değerlendirilebilir. Görsel değerlendirmede aktivite tutulum yeri, yoğunluğu ve dağılımına dikkat edilir. Doğal kapak, protez kapak, kardiyak cihaz santral veya periferik bölümlerinde, damar greftleri çevresinde yoğun, heterojen, yer yer fokal artmış FDG tutulumları EE tanısını destekler. Ameliyat sonrası enflamasyon durumunda ise daha çok orta düzeyde, homojen ve diffüz artmış aktivite tutulumları gözlenir. EE durumunda damar greftlerinde peritubuler tutulum sütürlerdeki tutulumdan daha fazladır. Damar greftlerinde post-operatif değişikliklerde ise sütürlerdeki tutulum peritubuler tutulumdan daha fazladır (9). EE hastalarında primer enfeksiyon dışında gizli enfeksiyon kaynakları, septik emboli, kolon kanseri, metastatik enfeksiyonlar hastalığa eşlik edebilir. Bu açıdan kardiyak bölge dışındaki alanlar da dikkatlice incelenmelidir. Sayısal değerlendirmede standart uptake değeri (SUV) kullanılabilir. Ancak henüz mevcut literatürlerde EE tanısını desteklemek için her hangi bir SUV eşik değeri bulunmamaktadır. SUV değerleri tanı almış hastalarda takiplerde ve antibiyotik tedavisinin etkinliğini değerlendirmede yardımcı olabilir. Fakat bu alanda daha geniş çaplı araştırmalara gereksinim bulunmaktadır.

Kılavuz ekinde (Ek 1 ve Ek 2) normal ve patolojik F-18 FDG PET/BT rapor örnekleri sunulmuştur.

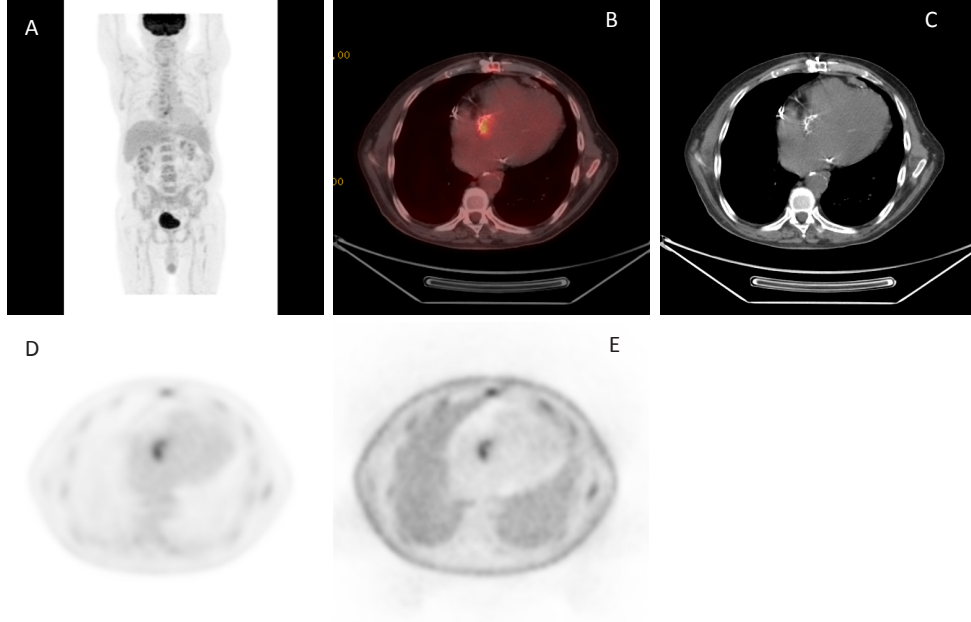
Hata Kaynakları

F-18 FDG PET/BT'de yanlış pozitif sonuçlara yol açan nedenler arasında; yeni geçirilmiş cerrahiye bağlı enflamasyon (ameliyat sonrası ilk 3 ay), doku yapıştırıcıları, aktif non-enfektif trombüs, kardiyak tümör, kardiyak metastaz, vaskulit ve aterosklerotik plak sayılabilir (2). Öte yandan uzun süreli antibiyotik kullanımı, vejetasyon boyutunun PET/BT rezolüsyon sınırı altında olması (<3-5 mm), beyin embolisi, yetersiz hasta hazırlığı (diyet), yüksek kan şekeri PET/BT değerlendirmede yanlış negatif sonuçlara neden olabilmektedir (2).

Tablo 2. F-18 florodeoksiglukoz radyasyon dozimetrisi*(6)

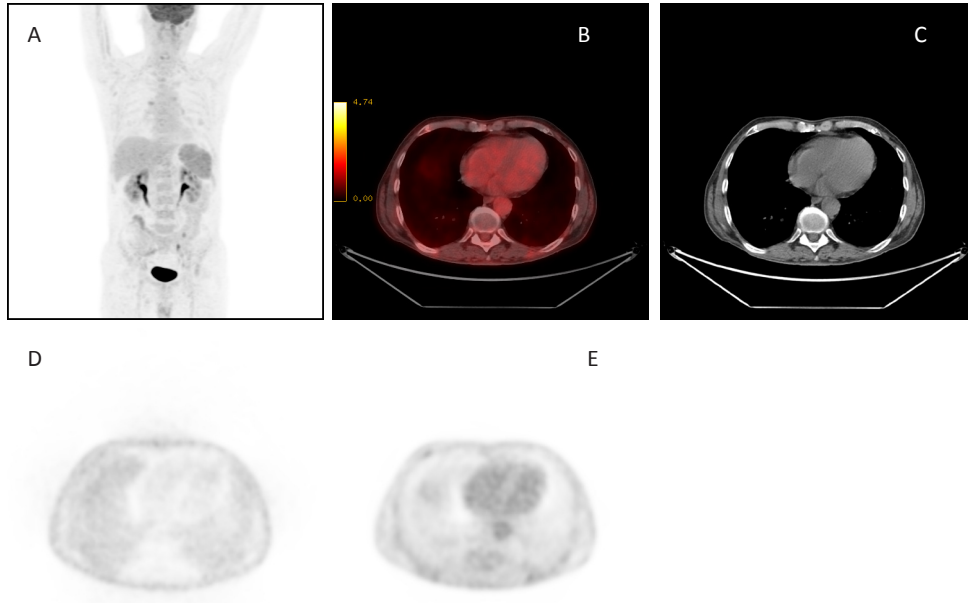
	Yetişkin	15 yaş	10 yaş	5 yaş	1 yaş
Aktivite (MBq)	555	302	189	120	70
Ağırlık (kg)	70	55	32	19	10
En yüksek doz alan organ	Mesane	Mesane	Mesane	Mesane	Mesane
Absorbe edilen doz (mGy/MBq)	1,3×10 ⁻¹	1,6×10 ⁻¹	2,5×10 ⁻¹	3,4×10 ⁻¹	4,7×10 ⁻¹
Efektif doz (mSv/ MBq)	1,9×10 ⁻²	2,4×10 ⁻²	3,7×10 ⁻²	5,6×10 ⁻²	9,5×10 ⁻²

mSv: milliSievert, MBq: Mega Becquerel, *: FDG PET/BT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: Version 2,0'dan uyarlanmıştır. PET/BT: Pozitron emisyon tomografisi/ bilgisayarlı tomografi



Şekil 1. Aort kapak protezi bulunan EE düşünülen bir hastada F-18 FDG PET/BT görüntüleri: Aort kapak çevresinde fokal artmış FDG tutulum odağı, EE düşündürülen görünüm izlenmektedir. Tüm vücut MIP görüntüsü (A), transaksiyel füzyon (B), transaksiyel BT (C), transaksiyel AD/PET (D), transaksiyel NAD/PET (E).

EE: Enfektif endokardit, FDG: Florodeoksiglukoz, PET/BT: Pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi, MIP: Maksimum intensite projeksiyon, AD/PET: Attenüasyon düzeltilmiş PET görüntüsü, NAD/PET: Attenüasyon düzeltilmesi yapılmamış PET görüntüsü



Şekil 2. EE şüpheli bir hastada F-18 FDG PET/BT görüntüleri: EE düşündürülen görünüm izlenmemektedir. Tüm vücut MIP görüntüsü (A), transaksiyel füzyon (B), transaksiyel BT (C), transaksiyel AD/PET (D), transaksiyel NAD/PET (E).

EE: Enfektif endokardit, FDG: Florodeoksiglukoz, PET/BT: Pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi, MIP: Maksimum intensite projeksiyon, AD/PET: Attenüasyon düzeltilmiş PET görüntüsü, NAD/PET: Attenüasyon düzeltilmesi yapılmamış PET görüntüsü

Prosedür-II (İşaretli Lökosit Sintigrafisi)

Hasta Hazırlığı ve Görüntüleme

İLS hastadan alınan kanda lökositlerin veya granülositlerin *in vitro* olarak Teknesyum (Tc-99m) heksametilpropilenamin oksim (HMPAO) veya İndium (In-111) oksin ile işaretlenmesi, ardından tekrar hastaya iv olarak enjekte edildikten sonra tüm vücutta enfeksiyon odağı araştırmasında kullanılan bir yöntemdir. Daha ucuz, kolay bulunabilir olması ve görüntü kalitesinin daha iyi olması nedeni ile Tc-99m, In-111'e tercih edilir. İLS için mevcut kılavuzlara göre erişkin hastalarda 5-10 mCi Tc-99m HMPAO veya 300-500 µCi In-111 oksin kullanılır. İşaretleme sürecinin aseptik koşullarda ve Class A laminar hava akımlı çalışma kabinlerinde yapılması önerilir. Süreç kan ve kan elemanları ile 1-2 saat yoğun bir uğraşı gerektirdiğinden radyoaktif ve mikrobiyolojik bulaş olmaması için çok dikkat edilmesi gerekir. Olası yanlış kan ürünü enjeksiyonlarını önlemek adına aynı anda birden fazla hasta için işaretleme yapılması önerilmez. Antibiyotik kullanımının EE tanısında etkileri net değildir. Ancak hastanın antibiyotik kullanım durumunun bilinmesinde fayda vardır. Fakat tetkikten önce antibiyotiklerin kesilmesini önermek için yeterli kanıt mevcut değildir. Tc-99m HMPAO ile yapılan tetkikte enjeksiyondan sonra 4-24. saatlerde, In-111 oksin ile yapılan tetkikte ise 24-48. saatlerde tüm vücut görüntüleme, ilgili bölgelerden statik görüntüleme, SPECT ve olanaklar var ise SPECT/BT görüntüleme yapılmalıdır (5,10,11,12,13). İLS için maruz kalınan radyasyon dozları Tablo 3 ve 4'te gösterilmiştir. EE tanısında F-18 FDG PET/BT ve İLS'nin birbirlerine üstünlük ve dezavantajları Tablo 5'te özetlenmiştir.

Değerlendirme ve Raporlama

EE düşünülen bölgede (kapak, kardiyak cihaz vb.) erken görüntülerde izlenen artmış aktivite tutulumunun yoğunluğu ve/veya boyutu geç görüntülerde giderek artış gösteriyor ya da aynı düzeyde kalıyor ise görüntüleme EE açısından pozitifdir. Erken görüntülerde tutulum izlenmemesi durumunda görüntüleme EE için negatiftir. Erken ve geç görüntülerde artmış aktivite tutulumu yoğunluğu ve/veya boyutu giderek azalıyor ise tetkik şüpheli olarak raporlanmalıdır. SPECT/BT görüntüleme yapılmış ise metalik artefaktlardan etkilenmemek için mutlaka NAD görüntüleme de bakılmalıdır (5,13). Septik emboli açısından tüm vücut görüntüler dikkatli şekilde gözden geçirilmelidir. Beyin, akciğer, yumuşak doku embolilerinde giderek artan aktivite tutulumları görülür. Ancak dalak embolileri ve spondilodiskitler soğuk defektler şeklinde görülür. Bu durum emboliye özgü değildir ve diğer tanı yöntemleri ile doğrulanması gerekir (13).

Hata Kaynakları

Sekonder iyileşme ile granülasyon gösteren yaralar (stomalar, deri greftleri), damar yolları, diyaliz kateterleri, lomber ponksiyon bölgeleri, Paget Hastalığı yanlış pozitiflik oluşturabilir.

Bazı yayınlarda Enterokok ve Kandida'ya bağlı EE olgularında yanlış negatiflik raporlanmıştır (13).

Sonuç

Günümüzde uluslararası uygulama kılavuzlarında EE tanısında nükleer tıp yöntemleri yalnız protez kapaklı hastalar için önerilmektedir. Ancak F-18 FDG PET/BT yüksek duyarlılık, İLS ise yüksek özgüllük değerleri ile EE

Tablo 3. İndium-111 oksin işaretli lökosit sintigrafisi radyasyon dozimetrisi (10)

	Aktivite (MBq)	En fazla doza maruz kalan organ (Dalak) dozu (mGy/MBq)	Efektif doz eşdeğeri (mSv/MBq)
Yetişkin	10-18,5	5,5	0,059
5 yaş çocuk	0,15-0,25/kg	17,0	1,8

mSv: MiliSievert, MBq: Mega Becquerel, mGy: MiliGrey

Tablo 4. Teknesyum-99m heksametilpropilenamin oksim işaretli lökosit sintigrafisi radyasyon dozimetrisi (11)

	Aktivite (MBq)	En fazla doza maruz kalan organ (Dalak) dozu (mGy/MBq)	Efektif doz eşdeğeri (mSv/MBq)
Yetişkin	185-370	0,15	0,011
5 yaş çocuk	3,7-7,4/kg	0,48	0,034

mSv: MiliSievert, MBq: Mega Becquerel, mGy: MiliGrey

Tablo 5. Enfektif endokardit tanısında F-18 florodeoksiglukoz pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi ve işaretli lökosit sintigrafisi yöntemlerinin karşılaştırılması

	PET/BT	İLS
Radyasyon dozu (mSv/MBq)	0,095	0,011* ve 0,059**
Düşük karbonhidratlı diyet	Gerekli	Gerekli değil
Kontrolsüz diyabet	Sorunlu	Sorunlu değil
Duyarlılık	Daha yüksek	Yüksek
Özgüllük	Yüksek	Daha yüksek
Cerrahi sonrası görüntüleme (<3 ay)	Önerilmez	Yapılabilir
Rezolüsyon	3-5 mm	1 cm
Uzun hazırlık aşaması ve kan ile temas	Yok	Var
Uzun görüntüleme süresi	Yok	Var
Bulanabilirlik	Yüksek	Orta
Düşük lökosit sayısı	Sorunlu Değil	Sorunlu
Sayısal veri	Yüksek Doğruluk	Yapılabilir
Maliyet (TL, 2020 SUT fiyatlarına göre)	1362	767

mSv: MilliSievert, *: Tc-99m HMPAO, **: In-111 oksin, İLS: İşaretli lökosit sintigrafisi, PET/BT: Pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi, mm: Milimetre, MBq: Mega Becquerel, cm: Santimetre

tanısında ön plana çıkmakta ve EE tanı basamaklarında giderek artan oranlarda yer bulmaktadır. Anatomik yöntemlerden daha önce bulgu vermesi, metalik artefaktlardan etkilenmemesi (NAD görüntüleri yardımcı ile), yarı-sayısal değerlendirmenin mümkün olması ve özellikle PET/BT'nin metastatik enfeksiyon, gizli enfeksiyon kaynakları, septik emboli, gizli maligniteleri göstermedeki üstünlüğü nedeniyle yakın gelecekte tanı basamaklarında nükleer tıp yöntemlerinin daha farklı endikasyonlar ile yer alması ön görülebilir.

Kaynaklar

1. Erba PA, Sollini M, Lazzeri E, et al. FDG-PET in cardiac infections. *Semin Nucl Med* 2013;43:377-395.
2. Gomes A, Glaudemans AWJM, Touw DJ, et al. Diagnostic value of imaging in infective endocarditis: a systematic review. *Lancet Infect Dis* 2017;17:1-14.
3. Yavuz ŞS. İnfektif Endokardit: Güncel Bilgiler. *Klimik Dergisi* 2015;28:46-67.
4. Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur Heart J* 2015;36:3075-3128.
5. Şimşek Yavuz S, Akar AR, Aydoğdu S, et al. İnfektif Endokarditin Tanısı, Tedavisi ve Önlenmesi: Ulusal Uzlaş Raporu, *Klimik Journal / Klimik Dergisi* 2019;32:2-116.
6. Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJ, et al. FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2015;42:328-354.
7. Coulsen R, Chung P, Sonnex E, et al. Suppression of myocardial 18F-FDG uptake with a preparatory "Atkins-style" low-carbohydrate diet. *Eur Radiol* 2012;22:2221-2228.
8. Chen W, Kim J, Molchanova-Cook OP, et al. The potential of FDG PET/CT for early diagnosis of cardiac device and prosthetic valve infection before morphologic damages ensue. *Curr Cardiol Rep* 2014;16:459.
9. Pizzi MN, Roque A, Cuéllar-Calabria H, et al. 18F-FDG-PET/CTA of Prosthetic Cardiac Valves and Valve-Tube Grafts: Infective Versus Inflammatory Patterns. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;9:1224-1227.
10. Roca M, de Vries EF, Jamar F, et al. Guidelines for the labelling of leucocytes with (111) In-oxine. Inflammation/Infection Taskgroup of the European Association of Nuclear Medicine. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37:835-841.
11. de Vries EF, Roca M, Jamar F, et al. Guidelines for the labelling of leucocytes with (99m)Tc-HMPAO. Inflammation/Infection Taskgroup of the European Association of Nuclear Medicine. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37:842-848.
12. Signore A, Jamar F, Israel O, et al. Clinical indications, image acquisition and data interpretation for white blood cells and anti-granulocyte monoclonal antibody scintigraphy: an EANM procedural guideline. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2018;45:1816-1831.
13. Erba PA, Lancellotti P, Vilacosta I, et al. Recommendations on nuclear and multimodality imaging in IE and CIED infections. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2018;45:1795-1815.

Ek 1.

Adı Soyadı:
Tetkik Tarihi:
Doğum Tarihi:

Dosya/Tc Kimlik No:
Rapor Tarihi:
Cinsiyet:

F-18 Florodeoksiglukoz Tüm Vücut Pozitron Emisyon Tomografi/Bilgisayarlı Tomografi

TANI/ÖN TANI ve ENDİKASYON (ICD-10 Kodu): Endikasyon dışı pozitron emisyon tomografi (PET)/bilgisayarlı tomografi (BT) gerekçeli rapor no;

Enfektif endokardit düşünülen hastada 24 saatlik düşük karbonhidratlı diyet sonrası görüntüleme yapıldı.

TEKNİK PROSEDÜR ve GÖRÜNTÜLEME PROTOKOLÜ:

Tarayıcı Modeli: PET/BT Radyofarmasötik: F-18 Florodeoksiglukoz (FDG)
Açlık süresi: 14 saat Enjeksiyon saati: 10:47 Çekim kapsama alanı: Verteks-ayak tabanı
Glukoz düzeyi: 95 mg/dL Çekim saati: 12:10 Yatak sayısı/süre: 6/2 dk
Enjeksiyon yeri: İntravenöz (İV)-sağ kol Radyofarmasötik dozu: 5,04 mCi Kilo: 49kg Boy: 155 cm
Farmakolojik müdahale: 50 mL oral kontrast
BT özellikleri: Non-diagnostik- İV kontrastsız, oral kontrastlı ve düşük mA; kesit kalınlığı 2,5 mm
Rapor Ekleri: 1 adet PET/BT görüntü CD/DVD'si 1 adet lezyon bölgelerinin renkli görüntüleri
Görüntü kalitesi: İyi

BULGULAR:

Kraniyum, serebral ve serebellar hemisferlerde PET rezolüsyon limitleri içerisinde beklenen düzey ve simetride FDG dağılımı izlendi. Boyun yapılarında ve servikal lenfatik zincirlerde fizyolojik sınırlarda FDG dağılımı izlenmektedir.

Akciğer parankim sahalarında ve mediastinel lenfatik istasyonlarda patolojik düzeyde FDG birikimi gösteren herhangi bir lezyon gözlenmedi.

Abdominopelvik organ yapılarında ve lenfatik zincirlerde, peritoneal ve serozal yüzeylerde patolojik FDG tutulumu gösteren herhangi bir odak saptanmadı.

İskelet sisteminin inceleme alanına giren kesitlerinde FDG dağılımı fizyolojik görünümündedir.

SONUÇ ve YORUM:

- Enfektif endokardit düşündürecek PET/BT bulgusu izlenmedi.
- FDG affiniteli malignite bulgusu izlenmedi.

Dr.

Ek 2.

Adı Soyadı:

Dosya/Tc kimlik No:

Tetkik Tarihi:

Rapor Tarihi:

Doğum Tarihi:

Cinsiyet:

F-18 Florodeoksiglukoz Tüm Vücut Pozitron Emisyon Tomografi/Bilgisayarlı Tomografi

TANI/ÖN TANI ve ENDİKASYON (ICD-10 Kodu): Endikasyon dışı pozitron emisyon tomografi (PET)/bilgisayarlı tomografi (BT) gerekçeli rapor no:

Enfektif endokardit düşünülen hastada 24 saatlik düşük karbonhidratlı diyet sonrası görüntüleme yapıldı

TEKNİK PROSEDÜR ve GÖRÜNTÜLEME PROTOKOLÜ:

Tarayıcı Modeli: PET/BT

Radyofarmasötik: F-18 Florodeoksiglukoz (FDG)

Açlık süresi: 12 saat

Enjeksiyon saati: 09:11

Çekim kapsama alanı: Verteks-ayak tabanı

Glukoz düzeyi: 87 mg/dL

Çekim saati: 10:38

Yatak sayısı/süre: 13/3dk

Enjeksiyon yeri: İntravenöz (İV)-solkol

Radyofarmasötik dozu: 5,40 mCi

Kilo: 54kg

Boy: 158 cm

Farmakolojik müdahale: 50 mL oral kontrast

BT özellikleri: Non-diagnostik- İV kontrastsız, oral kontrastlı ve düşük mA; kesit kalınlığı 2,5 mm

Rapor Ekleri: 1 adet PET/BT görüntü CD/DVD'si 1 adet lezyon bölgelerinin renkli görüntüleri

Görüntü kalitesi: İyi

BULGULAR:

Kraniyum, serebral ve serebellar hemisferlerde PET rezolüsyon limitleri içerisinde beklenen düzey ve simetride FDG dağılımı izlendi. Boyun yapılarında ve servikal lenfatik zincirlerde fizyolojik sınırlarda FDG dağılımı izlenmektedir.

Akciğer parankim sahalarında ve mediastende patolojik düzeyde FDG birikimi gösteren herhangi bir lezyon gözlenmedi.

Kalpte mevcut aort kapak protezi çevresinde yoğun fokal artmış FDG tutulumu (SUV_{max}: 5,5) izlendi.

Abdominopelvik organ yapılarında ve lenfatik zincirlerde, peritoneal ve serozal yüzeylerde patolojik FDG tutulumu gösteren herhangi bir odak saptanmadı.

İskelet sisteminin inceleme alanına giren kesitlerinde FDG dağılımı fizyolojik görünümündedir.

SONUÇ ve YORUM:

- Kalpte mevcut aort kapak protezi çevresinde fokal artmış metabolizma odağı, enfektif endokardit lehine değerlendirildi.

- FDG affiniteli malignite bulgusu izlenmedi.

Dr.