



Büyük Damar Vaskülitlerinde F-18 FDG PET/BT ile Görüntüleme Kılavuzu

Procedure Guideline with F-18 FDG PET/CT in Large Vessel Vasculitis

✉ Seyit Ahmet Ertürk¹, ✉ Elgin Özkan², ✉ Hakan Demir³, ✉ Feyza Çağlıyan⁴, ✉ Semra Özdemir⁵, ✉ Seyhan Karaçavuş⁶,
✉ Hülya Yalçın⁷, ✉ Fevziye Canbaz Tosun⁸

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye

²Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

³Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

⁴Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

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

⁶Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kayseri Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye

⁷Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye

⁸Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

Öz

Büyük damar vaskülitleri, Takayasu arteriti ve dev hücreli arterit (DHA) olmak üzere iki ana varyantı olan, esas olarak büyük arterleri etkileyen enflamatuvar bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. DHA, periartiküler yapıların enflamasyonu ile karakterize romatizmal enflamatuvar bir durum olan polimiyaljiya romatika (PMR) ile birliktelik gösterebilmektedir. Flor-18 (F-18) florodeoksiglukoz (FDG) pozitron emisyon tomografisi (PET)/bilgisayarlı tomografi (BT), onkolojide sıklıkla kullanılmakta olan fonksiyonel bir görüntüleme tekniğidir ve enflamatuvar hastalıklar alanında da önemli bir rol oynamaktadır. Bu kılavuzun amacı, Nükleer Tıp hekimlerine büyük damar vaskülitleri ve/veya PMR şüphesi ya da tanısı olan hastaların F-18 FDG PET/BT ile değerlendirilmesi sırasında, endikasyonların belirlenmesi, hasta hazırlığı, görüntüleme yöntemleri, değerlendirme ve raporlama aşamalarında yardımcı olmaktır.

Anahtar Kelimeler: Büyük damar vaskülitleri, Takayasu arteriti, dev hücreli arterit, FDG, PET/BT

Abstract

Large vessel vasculitis is defined as an inflammatuar disease that mainly affects large arteries, with two main variants, Takayasu arteritis and giant cell arteritis (GCA). GCA may be associated with polymyalgia rheumatica (PMR), a rheumatic inflammatory condition characterized by inflammation of periarticular structures. Fluorine-18 (F-18) fluorodeoxyglucose (FDG) positron emission tomography (PET)/computed tomography (CT) is a functional imaging technique frequently used in oncology and plays an important role in the field of inflammatory diseases. The aim of this guideline is to assist nuclear medicine physicians in determining indications, patient preparation, imaging methods, evaluation and reporting stages during the evaluation of patients with suspected or diagnosed large vessel vasculitis and/or PMR with F-18 FDG PET/CT.

Keywords: Large vessel vasculitis, Takayasu arteritis, giant cell arteritis, FDG, PET/CT

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Prof. Dr. Elgin Özkan, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: ozkanelgin@yahoo.com ORCID ID: orcid.org/0000-0001-8543-0744



Copyright© 2024 Yazar. Türkiye Nükleer Tıp Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.
Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makedir.

Copyright© 2024 The Author. Published by Galenos Publishing House on behalf of Turkish Nuclear Medicine Society.
This is an open access article under the Creative Commons AttributionNonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Giriş ve Amaç

Büyük damar vaskülitleri, dev hücreli arterit (DHA) ve Takayasu arteriti (TA) gibi kan damarlarını etkileyen bir grup otoimmün hastalığı içerir. DHA, bursaları, tendonları veya tendon kılıflarını ve eklemleri etkileyen romatizmal enflamatuvar bir durum olan polimiyaljiya romatika (PMR) ile birliktelik gösterebilmektedir. Flor-18 (F-18) florodeoksiglukoz (FDG) pozitron emisyon tomografisi (PET)/bilgisayarlı tomografi (BT), DHA, PMR ve TA'nın tanılmal çalışmalarda ve tedaviye yanıtın izlenmesinde giderek daha fazla rol oynamaktadır.

Bu kılavuzun amacı Nükleer Tıp hekimlerine büyük damar vaskülitleri ve/veya PMR şüphesi ya da tanısı olan hastaların F-18 FDG PET/BT ile değerlendirilmesi sırasında, endikasyonların belirlenmesi, hasta hazırlığı, görüntüleme yöntemleri, değerlendirme ve raporlama aşamalarında yardımcı olmaktır.

Genel Bilgiler ve Tanımlamalar

Vaskülit, kan damarlarında enflamasyon ve damar duvarı hasarı ile karakterize klinikopatolojik süreç verilen isimdir. Vaskülitler damar duvar yapılarına hasar veren enflamatuvar lökositlerin varlığı ile tanımlanır. Damar duvar bütünlüğünün kaybı, kanamaya ve lümenin bozulması sonucu doku iskemisine ve nekrozuna neden olabilir. Genel olarak, etkilenen damarların boyutu, tipi ve yeri, vaskülitin spesifik tipine bağlı olarak farklılık gösterir. Vaskülit, nötrofil ve eozinofil gibi hücresel elemanların kontrolsüz akümüasyonu ve aktivasyonu sonucu primer bir süreç olarak ortaya çıkabildiği gibi (örneğin; nekrotizan vaskülit), immün komplekslerin damar duvarında birikimi veya insan lökosit antijeni-1 eksikliği gibi altta yatan başka bir hastalığa ikincil olarak da gelişebilir. Vaskülitler tek bir organ ile sınırlı olabileceği gibi birden çok organ sistemi ile de ilişkili olabilir (1).

Vaskülitlerin hastalık isimleri ve tanımları, yıllar içerisinde bir değişime uğramıştır. Uluslararası Chapel Hill Konsensus Konferansı (CHCC), çoğu vaskülit formunun adlarını ve tanımlarını belirleyen, en yaygın kullanılan terminoloji sistemlerinden birini geliştirmiştir. Enfeksiyöz olmayan vaskülitlerin sınıflandırılması, öncelikle ilgili predominant damarların boyutuna dayanmaktadır. Tüm bu hastalıklarla ilgili arterlerin boyutunda bir miktar örtüşme olabilir. Bu nedenle büyük damar vaskülitleri, adından da anlaşılacağı gibi çoğunlukla büyük arterleri etkiler. Aynı prensip, orta damar vaskülitinin ağırlıklı olarak orta arterleri etkilediği ve küçük damar

vaskülitinin ağırlıklı olarak küçük arterleri ve kılcal damarları etkilediği orta ve küçük damar vaskülitleri için de geçerlidir. CHCC bazı vaskülit türlerinin tek bir baskın boyuttaki damarı (değişken damar vaskülit) içermediğini de kabul etmektedir. 2012 yılında yayınlanan CHCC vaskülit isimlendirmesine göre TA ve DHA büyük damar vaskülitlerini oluştururken Poliarteritis Nodosa ve Kawasaki Hastalığı orta boyllu damar vaskülitlerini, anti-nötrofil sitoplazmik antikor ilişkili vaskülitler ve immün-kompleks ilişkili vaskülitler ise küçük damar vaskülitlerini oluşturmaktadır (2,3,4).

TA öncelikle aort ve ana dallarını etkilemektedir. Bununla birlikte tek başına aort tutulumu da izlenebilir. Aort dallarından ise mezenter arter ve renal arter tutulumu daha sıktır. Enflamasyon ve hasar genellikle etkilenen damarların bir kısmında lokalize olurken, pan-aortit gibi yaygın tutulum da görülebilir. Hastalık başlangıcı genellikle 30 yaşından öncedir. Oküler ve temporal arter tutulumu nadirdir. Zaman zaman nedeni bilinmeyen ateş ile prezente olabilir. Temporal arterit olarak da bilinen DHA ise, ağırlıklı olarak aortu ve/veya ana dalları gibi orta-büyük çapta damarları etkiler. Karakteristik olarak karotid arterin bir veya daha fazla dalını, özellikle de temporal arteri tutar. Bununla birlikte, özellikle aort ve ana dalları olmak üzere birden fazla lokalizasyondaki arterleri tutabilen sistemik bir hastalıktır. Hastalık genellikle 50 yaşın üzerinde ortaya çıkar ve görülme sıklığı yaşamın sekizinci ve dokuzuncu dekadlarında belirgin şekilde artar (5,6). DHA, boyun, omuz, bel, kalça ve uyluk kaslarında ağrı ile karakterize olan PMR ile yakından ilişkilidir. DHA'lı hastaların yaklaşık yarısında PMR kanıtı bulunurken, PMR'lı hastaların yaklaşık %20'sinde eşlik eden DHA vardır (7). Histopatolojik olarak hastalık, damar duvarı içinde enflamatuvar mononükleer hücre infiltratları ve sık dev hücre oluşumu ile seyreden bir panarterittir. Büyük damar vaskülitlerinde en belirgin iltihabi infiltrasyon genellikle intima media etrafında ve parçalanmış internal elastik membranda görülür. Çoğunlukla intimada kalınlaşma ile seyreder. Yaygın tutulumda ise tüm arteryel katmanlar etkilenebilir (6). Temporal arter biyopsisi ve konvansiyonel anjiyografi, sırasıyla DHA ve TA tanısı için yıllardır altın standart tanı testleri olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte temporal arter biyopsisi negatif ise tanı tümüyle dışlanamamaktadır. Kaldı ki konvansiyonel anjiyografi ile tanı koyabilmek için hastalığın lümen içerisinde daralmaya neden olan ileri evrede olması gerekmektedir.

Bu nedenle son yıllarda ultrasonografi (USG), manyetik rezonans (MR) görüntüleme ve F-18 FDG PET/BT gibi damar duvarındaki değişiklikleri daha erken dönemde ortaya koyabilecek görüntüleme yöntemleri, Avrupa Romatoloji Dernekleri Birliği'nin (*The European Alliance of Associations for Rheumatology - EULAR*) 2018 yılı önerileri doğrultusunda tanının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (8). Büyük damar vaskülitlerinin tedavisinde steroid uygulaması esastır. Bununla birlikte hastalığın farklı dönemlerinde steroidler ile birlikte immünoşüpresif tedavilerin kombinasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ajanlar, eritrosit sedimentasyon hızı veya C-reaktif protein gibi akut faz yanıtı ajanlarının üretim düzeylerini etkileyerek, bu biyobelirteçlerin hastalık aktivitesinin klinik değerlendirmesi üzerindeki etkisini azaltmaktadır. Bu nedenle DHA ve TA hastalarının daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesinde görüntüleme yöntemlerinin katkısı daha önemli hale gelmektedir (9).

F-18 FDG PET/BT, onkolojide sıklıkla kullanılmakta olan fonksiyonel bir görüntüleme tekniğidir ve enflamatuvar hastalıklar alanında da önemli bir rol oynamaktadır. F-18 FDG-PET'in kullanımı, inflame arterler ve sinoviyal eklem komponentlerindeki enflamatuvar hücrelerin yüksek glikolitik aktivitesine dayanmaktadır (10). Bu nedenle F-18 FDG-PET, DHA ve TA hastalarında sistemik büyük damar vaskülitini varlığını belirleyebilir ve PMR durumunda peri-artiküler ve ekstra-artiküler sinovyal yapıların enflamasyonunu gösterebilir. Negatif temporal arter biyopsisi, büyük damar vaskülitini kesin olarak dışlamadığından klinik olarak şüpheli olgularda F-18 FDG-PET/BT ile değerlendirme önerilmektedir (11). F-18 FDG-PET/BT sonuçları, nedeni bilinmeyen ateşi olan hastalarda, büyük damar vaskülitini dışlayarak diğer enflamatuvar süreçlerin tanımlanmasını sağlayabilir (8,11). Artmış FDG tutulumu esas olarak aktif hastalık sürecini temsil ederken, ateroskleroza ikincil artmış FDG tutulumu vaskülit hastalarının değerlendirilmesinde hata kaynağı olabilir (11,12).

Bu kılavuzdaki öneriler, F-18 FDG PET/BT ile vaskülit değerlendirme uygulamasının ülkemizdeki standardizasyonunu sağlamak üzere "Türkiye Nükleer Tıp Derneği Kardiyoloji Çalışma Grubu" tarafından uluslararası çalışmalar ve güncel kılavuzlar değerlendirilerek hazırlanmıştır.

Genel Klinik Endikasyonlar

2023 yılında gözden geçirilen yeni EULAR Kılavuzu'na göre klinik pratikte büyük damar vaskülitlerinde

görüntüleme yöntemlerinin kullanımı için iyi klinik uygulama niteliğinde ilkeler ve güncel bilimsel veriler doğrultusunda oluşturulan öneriler belirlenmiştir (13). Buna göre iyi klinik uygulama ilkeleri 3 ana başlıkta toplanmıştır. Birincisi, DHA şüphesi olan hastalarda klinik teşhisi desteklemek için erken bir görüntüleme yöntemi yapılmalıdır. Görüntüleme yöntemi tedavi başlangıcını geciktirmemelidir. İkincisi, seçilen görüntüleme yöntemi deneyimli uzman tarafından, uygun ekipman, standardize edilmiş prosedürler kullanılarak yapılmalıdır. Üçüncüsü, klinik olarak DHA şüphesi yüksek olan ve görüntüleme sonucu pozitif olan hastalarda biyopsi veya ileri görüntüleme yöntemi gibi ek bir teste gerek kalmadan DHA tanısı konabilir. Klinik olasılığı düşük ve görüntülemesi negatif olan hastalarda DHA tanısının olası olmadığı düşünülebilir. Görüntüleme bulgularının net olmadığı durumlar dahil, diğer tüm durumlarda tanıya yönelik ek çabalar gereklidir.

Klinik pratikte büyük damar vaskülitlerinde görüntüleme yöntemlerinin kullanımı için bilimsel verilerin kanıt düzeyine göre oluşturulan öneriler 8 başlıkta toplanmış olup, seviye 1, kesitsel çalışmaların sistematik sonuçlarını içeren kanıt düzeyi en yüksek öneriler iken, seviye 5 mekanizma temelli akıl yürütmeye dayanan kanıt düzeyi en düşük önerilerdir.

Görüntüleme Yöntemleri İçin Güncel Öneriler

1. DHA şüphesi olan hastalarda temporal ve aksiller arter USG'si, mural enflamatuvar değişiklikleri incelemek için ilk tercih edilecek görüntüleme yöntemi olmalıdır (Seviye 1).

2. Yüksek çözünürlüklü MRG veya FDG-PET, DHA şüphesi olan hastalarda kraniyal arterlerin değerlendirilmesi için USG'ye alternatif olarak kullanılabilir. MR görüntüleme ve FDG-PET'in USG'ye göre avantajları, veri toplama standardizasyonunun daha yüksek olması ve aynı anda birden fazla damarın incelenebilmesidir (Seviye 1).

3. FDG-PET, alternatif olarak MR görüntüleme veya BT, DHA şüphesi olan hastalarda ekstrakraniyal arterlerin mural enflamasyonunu veya lümenal değişikliklerini tespit etmek için kullanılabilir. FDG-PET, yüksek tanısallıkla destekleyen kanıtlar ve özellikle atipik semptomları olan hastalarda enfeksiyonlar veya tümörler gibi diğer ciddi patolojileri tespit etme olasılığı nedeniyle ekstrakraniyal damarların değerlendirilmesinde USG'ye

ilk görüntüleme alternatifi olarak düşünülmelidir (PET-Seviye 1, BT-Seviye 3, MRG-Seviye5).

4. TA şüphesi olan hastalarda, tanı amaçlı mural enflamasyon veya lüminal değişiklikleri araştırmak için ilk görüntüleme yöntemi olarak MR görüntüleme kullanılmalıdır (Seviye 3).

5. TA şüphesi olan hastalarda FDG-PET, BT veya USG alternatif görüntüleme yöntemleri olarak kullanılabilir. USG torasik aortun değerlendirilmesi için sınırlı değere sahiptir (BT-Seviye 3, PET ve USG-Seviye 5).

6. Konvansiyonel anjiyografi daha önce bahsedilen konvansiyonel görüntüleme yöntemleri onun yerini aldığından, DHA ve TA tanısında önerilmemektedir (Seviye 5).

7. DHA veya TA için relaps şüphesi durumunda, özellikle laboratuvar belirteçleri güvenilir değilse, damar anormalliklerinin değerlendirilmesi için USG, FDG PET veya alternatif olarak MR görüntüleme düşünülebilir. Klinik ve biyokimyasal remisyondaki hastalar için görüntüleme rutin olarak önerilmemektedir (Seviye 5).

8. DHA veya TA'lı hastalarda, ekstrakraniyel damarların özellikle önceki vasküler enflamasyon alanlarındaki yapısal hasarının uzun dönem takibi için MR anjiyografi, BT anjiyografi veya USG kullanılabilir. Görüntüleme metodu ve görüntüleme sıklığı için hasta bazında karar verilmelidir (Seviye 5).

F-18 FDG PET/BT Endikasyonları

1. DHA şüphesi olan hastalarda kranial ve ekstrakraniyal arterlerdeki değişikliklerin değerlendirilmesi,

2. TA şüphesi olan hastalarda MR görüntülemeye alternatif olarak mural enflamasyon veya lüminal değişikliklerin değerlendirilmesi,

3. Nedeni bilinmeyen ateş ile başvuran ve özellikle atipik semptomları olan hastalarda enfeksiyonlar veya tümörler gibi diğer patolojilerin ayırt edilmesi,

4. DHA veya TA için relaps şüphesi olan ancak laboratuvar belirteçleri güvenilir olmayan olgularda arterlerin değerlendirilmesi.

Prosedür

Hasta Hazırlığı

Yeterli hasta hazırlığının temel amacı, hastalıklı doku ve organlarda radyofarmasötik tutulumunu korurken, kalp kası, iskelet kasları, kahverengi yağ doku ve üriner sistem gibi normal dokulardaki fizyolojik radyofarmasötik

tutulumunu azaltmaktır. Bu amaçla, hastaların F-18 FDG enjeksiyonundan önce en az 6 saat aç kalmaları gerekmektedir (14). Ayrıca, F-18 FDG enjeksiyonu öncesi 24 saat içinde yorucu fiziksel aktivitelerden kaçınılmalıdır. F-18 FDG enjeksiyonu sırasında ve sonrasında, kaslarda ve kahverengi yağ dokusunda fizyolojik tutulumu en aza indirmek için hastalar uygun sıcaklık kontrollü bir odada (20-22 °C) dinlenmelidir (15). Bazı durumlarda (düşük vücut kitle indeksli anksiyöz hastalar gibi) kahverengi yağ dokuda F-18 FDG tutulumunu azaltmak için enjeksiyondan 1 saat önce oral 20 mg propranolol kullanılabilir (16). Görüntüleme öncesi hastalardan mesanelerini boşaltmaları istenir. Nedeni bilinmeyen ateş ve kalp tutulumu şüphesi olan hastalar (endokardit, sarkoidoz gibi) miyokarttaki fizyolojik aktiviteyi azaltmak için özel bir diyet ile hazırlanmalıdır. Bunun için Türkiye Nükleer Tıp Derneği Kardiyoloji Çalışma Grubu tarafından hazırlanan enfektif endokardit ve kardiyak sarkoidoz görüntüleme kılavuzlarında önerilen düşük karbonhidratlı, yüksek yağ içerikli diyet PET/BT görüntülemeye 24 saat önce uygulanmalıdır. Buna ek olarak F-18 FDG enjeksiyonundan 15 dakika önce intravenöz heparin enjeksiyonu yapılabilir.

Kan glukoz düzeyinin enflamatuvar lezyonlardaki F-18 FDG uptake'ine etkisi açık bir şekilde araştırılmamakla birlikte, 195 hastayı içeren prospektif bir çalışma verilerine dayanarak (17), açlık kan glukoz düzeyleri ile arter duvarındaki F-18 FDG uptake'i arasında negatif bir korelasyon bildirilmiştir (17). Bu nedenle açlık kan glukoz düzeyinin mümkün olan en düşük seviyede olması tercih edilirken (<126 mg/dL), 180 mg/dL altındaki açlık kan glukoz seviyeleri kabul edilmektedir (11,14).

DHA için yüksek klinik şüphesi olan hastaların, özellikle geçici görme kaybı veya çene kladikasyonu gibi iskemik belirtileri varsa, kalıcı görme kaybı riski nedeniyle derhal glukokortikoidler ile tedavi edilmesi gerekmektedir (18). Bu belirtiler neredeyse tüm DHA hastalarının tedavi başlangıcından önce ortaya çıktığı için glukokortikoid kullanım süresi ve F-18 FDG-PET görüntüleme zamanı arasında geçen süre önem kazanmaktadır. Nielsen ve ark. (19) tarafından yapılan çalışmada büyük damar vaskülitlerinin değerlendirilmesinde F-18 FDG-PET'in tanılarda doğruluğunun glukokortikoid tedavisi başladıktan sonraki 3 gün boyunca devam ettiği ve sonrasında tutulumun önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. 60 mg prednizon başladıktan 72 saat sonra yapılan F-18 FDG PET görüntüleme duyarlılığının, tedavi öncesi PET'e

eşit kaldığı, ancak 10 günlük glukortikoid tedavisinden sonra %36'ya düştüğü gösterilmiştir (19). Benzer şekilde, glukortikoid tedavisinden sonraki 1 gün içinde USG ile değerlendirilen temporal arter intima-medya kalınlığının, 1 hafta sonra yapılanlara göre daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir (20). Bu nedenle, görüntülemenin en iyi şekilde yapılabilmesi için tedaviden önce veya en azından glukortikoid tedavisine başladıktan sonraki 72 saat içinde yapılması önerilmektedir (13). Ancak, PMR veya TA gibi durumlarda, iskemik komplikasyon riski olmadıkça glukortikoid tedavisinin kesilmesi ya da PET sonrasına ertelenmesine izin verilebilir. Glukokortikoid kullanımı enflamasyonu baskılayanın yanısıra karaciğerdeki F-18 FDG tutulumunu artırarak vasküler F-18 FDG tutulumunun eksik ölçülmesine ve/veya eksik skorlanmasına neden olabilir (21).

Radyofarmasötikler

F-18 FDG'nin enjekte edilen aktivitesi 2,5-5,0 MBq/kg aralığında olup, 70 kg'lık standart bir yetişkinde 175-350 MBq veya 4,7-9,5 mCi aralığındadır (14). Ancak gerekli doz görüntüleme cihazına ve kullanılan çekim süresine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bebekler ve çocuklar için aktiviteler 2008 yılında yayınlanan EANM pediatrik dozaj kartına göre azaltılmalıdır (22,23) (www.eanm.org/docs/dosagecard.pdf). Aşırı kilolu ve obez hastalarda daha yüksek aktiviteler gerekebilir. İyi bir venöz erişim sağlamak için minimum 21-gauge kateter kullanılarak F-18 FDG intravenöz olarak uygulanmalıdır (11).

Görüntüleme Protokolü

Yeterli radyofarmasötik biyodistribüsyonu için intravenöz F-18 FDG uygulaması ile çekim arasında en az 60 dakika olması önerilmektedir (11). Zaman aralığının standardizasyonu, özellikle semikantitatif analizler kullanılırken ve takip çalışmalarında ve merkezler arasında F-18 FDG tutulumu karşılaştırılırken büyük önem arz etmektedir. Hastalar sırtüstü pozisyonda kollar vücudun yanında olacak şekilde baştan dize kadar (opsiyonel olarak ayaklar dahil) tüm vücut PET/BT görüntüleme protokolü ile görüntülenir (11). Atenüasyon düzeltilmesi ve anatomik korelasyon için düşük doz kontrastsız bir BT yapılmalıdır. Tüm vücut görüntülemeye yatak başına çekim süresi 2-3 dakika olarak önerilir. Bununla birlikte kullanılan PET kamera sistemine bağlı olarak yatak başına çekim süresi artırılıp azaltılabilir. Birimlerin kullandıkları PET kamera sistemine göre ideal süreyi belirlemesi önerilir. Baş ve

boyun bölgesindeki kraniyal arterlerin (yüzeysel temporal, fasiyal, maksiller, yüzeysel oksipital dalları ve vertebral arterler) tespiti, yatak pozisyonu başına çekim süresi artırılarak (5 dakika/yatak başı) ve daha büyük görüntü matrisleri (dolayısıyla daha küçük vokseller) uygulanarak iyileştirilebilir (24). Bu, daha küçük yapıların parsiyel volüm etkisini azaltacaktır. Görüntüleme süresini ve radyasyon dozunu azaltmak ve görüntü kalitesini iyileştirmek için dijital PET/BT kameralar kullanılabilir. Yine isteğe bağlı olarak BT-anjiyografi (A) ve ayrıca MR görüntüleme veya MRG (A) ile de kombine edilebilir. Büyük damar vaskülitleri veya PMR tanısı/şüphesi olan hastalarda F-18 FDG PET/BT görüntüleme önerileri Tablo 1'de sunulmuştur (8,11).

Değerlendirme ve Raporlama

Rutin klinik uygulama için, yorumlama kriterlerinin tek tip, tekrarlanabilir ve kullanımı kolay olmalıdır. Vaskülit değerlendirmesi için birçok PET raporlama kriteri önerilmiştir ve son yıllarda elde edilen kanıtlar görsel bir derecelendirme sisteminin kullanımını desteklemektedir (8). Bu skorlama sistemine göre: Grade 0 = tutulum yok (mediasten aktivitesinden düşük veya eşit); Grade 1 = düşük dereceli tutulum (karaciğer aktivitesinden düşük); Grade 2 = orta dereceli tutulum (karaciğer aktivitesine eşit), Grade 3 = yüksek dereceli

Tablo 1. Büyük damar vaskülitleri ve PMR'de F-18 FDG PET/BT görüntüleme önerileri

- En az 6 saat açlık
 - 24 saat içinde ağır fiziksel aktivitelerden kaçınma
 - Nedeni bilinmeyen ateş veya kardiyak tutulum şüphesi olan durumlarda:
12-24 saat önce düşük karbonhidratlı özel diyet
12-18 saat açlık
Heparin enjeksiyonu (tercihe bağlı)
 - Kan şekeri ölçümü (hedef tercihen <126 mg/dL)
 - F-18 FDG iv enjeksiyonu (2,5-5,0 MBq/kg)
 - En az 60 dakika bekleme (tercihen 90-120 dakika)
 - Sırtüstü kollar yanda hasta pozisyonu
 - Verteks-dizler dahil (tercihen ayaklar dahil tüm vücut) görüntüleme
 - 3D: 2-3 dakika/yatak başı (kamera sistemine bağlı olarak artırmak mümkün)
 - Kraniyal arterler için 5 dakika/yatak başı (dijital kamera değilse)
 - Düşük doz kontrastsız BT ile anatomik korelasyon ve atenüasyon düzeltilmesi
- *BT anjiyografi (A), MR veya MR anjiyografi (A) ile kombinasyon [PET/BT(A), PET/MR(A)]

FDG: Florodeoksiglukoz, MR: Manyetik rezonans, PET: Pozitron emisyon tomografisi, BT: Bilgisayarlı tomografi, PMR: Polimiyaljiya romatika, F-18: Flor-18

tutulmuş (karaciğer aktivitesinden yüksek) olarak kabul edilmekte ve Grade 2 muhtemel pozitif (+) ve Grade 3 büyük damar vaskülitini için pozitif olarak kabul edilmektedir (Tablo 2) (12,25). Büyük damar vaskülitini açısından negatif (Grade 0) olarak değerlendirilen hasta örneği Şekil 1'de, pozitif (Grade 3) hasta örneği ise Şekil 2A'da verilmiştir. Buna ek olarak, 7 ile 11 farklı vasküler bölgedeki tutulumu değerlendiren, görsel tabanlı kalitatif bir puanlama sistemi olan toplam vasküler skor (TVS) büyük damar vaskülitini için



Şekil 1. Nedeni bilinmeyen ateş etiyojisi araştırılan 65 yaşında erkek hastaya vaskülit ayırıcı tanısı amacıyla yapılan F-18 FDG PET/BT görüntüleme bulguları (A: MIP, B: Toraks aksiyel füzyon, C: Koronal füzyon, D: Sagittal füzyon) büyük damar vaskülitini açısından negatif olup, rapor formatı Örnek Rapor 1'de verilmiştir

F-18: Flor-18, FDG: Florodeoksiglukoz, PET: Pozitron emisyon tomografi, BT: Bilgisayarlı tomografi, MIP: Maksimum intensite projeksiyon

Tablo 2. F-18 FDG PET/BT görsel "grade"leme sistemi		
Grade	Damar duvarı aktivite derecesi	Yorum
0	Damar duvarında aktivite yok ya da = mediasten	Negatif
1	Damar duvarı aktivitesi < Karaciğer	Negatif
2	Damar duvarı aktivitesi = Karaciğer	Muhtemel pozitif
3	Damar duvarı aktivitesi > Karaciğer	Pozitif

FDG: Florodeoksiglukoz, PET: Pozitron emisyon tomografisi, BT: Bilgisayarlı tomografi, F-18: Flor-18

geliştirilmiştir (11). Örneğin; yedi farklı vasküler bölgede (torasik aorta, abdominal aorta, subklavyen arterler, aksiller arterler, karotid arterler, iliak arterler ve femoral arterler) tutulum derecesi negatif (0) veya pozitif olarak belirlenebilir, ayrıca kalitatif olarak 0 (FDG tutulumu yok), 1 (minimal ancak ihmal edilemez FDG tutulumu), 2 (artmış FDG tutulumu) ve 3 (çok belirgin FDG tutulumu) olarak puanlanabilir. Her bir vasküler bölge karaciğerin referans alındığı görsel skorlamaya göre de puanlanabilir. Dolayısıyla, 0 (yedi vasküler bölgenin hiçbirinde vasküler FDG tutulumu yok) ile 21 (yedi bölgenin tamamında vasküler FDG tutulumu 3 puan) arasında değişen bir TVS hesaplanabilmektedir (Tablo 3) (11). Buna benzer olarak bazı çalışmalarda PET Vasküler Aktivite Skoru (PETVAS) olarak adlandırılan, aortanın 4 segmentini içeren 11 arter dalının değerlendirildiği skorlama sistemi kullanılabilmektedir (Tablo 4). Değerlendirmede TVS

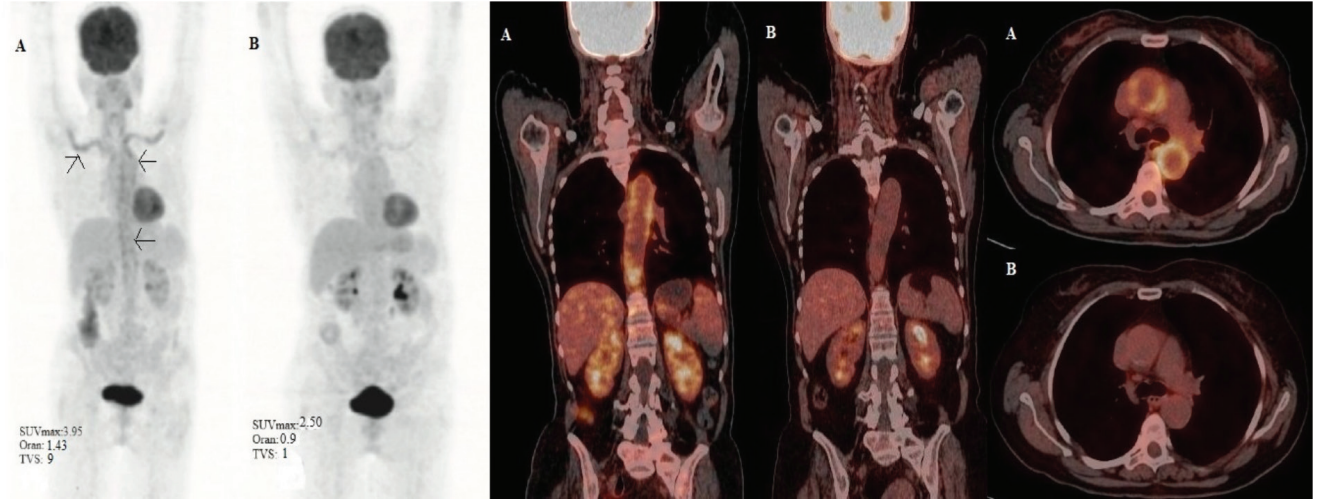
Tablo 3. Total vasküler skor (TVS)

Arter segmentleri	Aktivite tutulum derecesi (Grade) 0, 1, 2, 3
Torasik aorta	
Abdominal aorta	
Subklavyen arter	
Aksiller arterler	
Karotis arterler	
İliak arterler	
Femoral arterler	
TVS (Σ Grade)	

Tablo 4. PET vasküler aktivite skoru (PETVAS)

Arter segmentleri	Aktivite tutulum derecesi (Grade) 0, 1, 2, 3
Çıkan torasik aorta	
Arkus aorta	
İnen torasik aorta	
Abdominal aorta	
Sağ karotis arter	
Sol karotis arter	
İnnominant arter	
Sağ subklavyen arter	
Sol subklavyen arter	
Total vasküler skor (Σ Grade)	

PET: Pozitron emisyon tomografisi



Şekil 2. Halsizlik, çabuk yorulma, hafif ateş (37,6 °C) ve kilo kaybı (12 kg/6 ay) şikayetleri ile başvuran 35 yaşında erkek hastanın laboratuvar değerleri sırasıyla CRP: 21,2 (0-5) mg/L, sedimentasyon hızı: 35 (0-30) mm/saat, Hgb: 12 gr/dL'dir. Muayenede sağ-sol kol arasında arteriyel tansiyon farkı ve aort yetmezliği bulguları saptanan hastaya yapılan BT anjiyografide her iki aksiller arter proksimalinde, her iki subklavyen arterde, torasik ve abdominal aortada vaskülit ile uyumlu duvar kalınlaşması rapor edilmiştir. Takayasu arteriti tanısıyla tedavi öncesi (A: MIP, koronal füzyon ve toraks aksiyel füzyon görüntüleri) ve tedavi sonrası (B: MIP, koronal füzyon, toraks aksiyel füzyon görüntüleri) değerlendirme amacıyla F-18 FDG PET/BT görüntüleme yapılmıştır. Tedavi öncesi değerlendirmede (A) torasik aortada (Grade: 3), abdominal aortada (Grade: 3) ve subklavyen arterlerde (Grade: 3) büyük damar vaskülitisi ile uyumlu diffüz aktivite artışı saptanmıştır (TVS: 9). Glukortikoid tedavi sonrası 3. ayda alınan görüntülerde (B) subklavyen arterlerde (Grade: 1) düşük düzeyde aktivite birikimi dışında diğer alanlarda aktivite birikimlerinin tümüyle gerilediği (Grade: 0) gözlenmiştir (TVS: 1). Tedavi öncesine ait rapor formatı Örnek Rapor 2'de verilmiştir

CRP: C-reaktif protein, Hb: Hemogloblin, BT: Bilgisayarlı tomografi, MIP: Maksimum intensite projeksiyon, F-18: Flor-18, FDG: Florodeoksiglukoz, PET: Pozitron emisyon tomografi, TVS: Total vasküler skor

kullanan çoğu çalışma, vasküler uptake'deki değişim için iyi bir hassasiyet yanı sıra hastalık aktivitesi belirteçleri ile orta düzeyde korelasyon ortaya koymuştur (12). Bununla birlikte günlük pratikte büyük damar vaskülitlerinin F-18 FDG PET/BT ile değerlendirilmesinde hastalık aktivasyonu açısından belirlenmiş TVS eşik değerleri bulunmamaktadır. Ancak TVS'de azalma tedavi yanıtını değerlendirmede etkin olabilir (Şekil 2B). Şekil 3'te de TA tanısı ile remisyonunda takipli bir olgunun semptomlarda yenileme sonucu hastalık aktivasyonunu değerlendirmek için yapılan FDG PET görüntülemesinde arkus aorta ve dallarında tekrarlayan vaskülit bulguları yer alıyor.

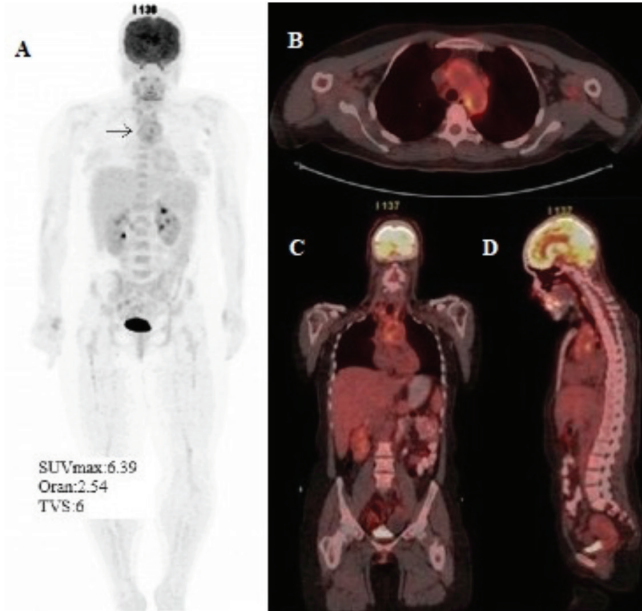
Görsel tabanlı değerlendirmenin yanısıra farklı semikantitatif indeksleri içeren çalışmalar da mevcuttur (26). Hedef vasküler yatak ile referans geri plan aktivite oranını içeren bu semi-kantitatif değerlendirme yönteminde (Hedef/Referans) (H/R) referans organ olarak karaciğer SUV_{max}, SUV_{mean}; vasküler kan havuzu SUV_{max}, SUV_{mean} ve akciğer SUV_{max}'ı kullanılmıştır (Tablo 5). Geri plan aktivite ölçümü için ROI, karaciğerden geçen çeşitli damarları ve arterleri dahil etme şansını azaltmak için karaciğerin sağ lobu üzerine çizilmelidir.

Tablo 5. F-18 FDG PET/BT semikantitatif değerlendirme indeksleri

Hedef: Vasküler arteriyel ROI'den elde edilen SUV _{maks} 'ların ortalaması
Referans: Karaciğer (tercihen sağ lob) SUV _{maks}
H/R: Ortalama arteriyel SUV _{maks} /karaciğer SUV _{maks}
Referans: Kan havuzu, vasküler venöz ROI'den elde edilen SUV _{mean} 'lerin ortalaması
H/R: Ortalama arteriyel SUV _{maks} /venöz SUV _{mean}

FDG: Florodeoksiglukoz, SUV_{maks}: Standardize edilmiş maksimum tutulum, ROI: Region of interest, PET: Pozitron emisyon tomografisi, BT: Bilgisayarlı tomografi, F-18: Flor-18

Kan havuzu için, vena kava inferior veya superior merkezli bir ROI çizilebilir. Tekrarlanan PET/BT incelemeleri önceki çalışmalarda olduğu gibi aynı protokol kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Semikantitatif analizde önceki çalışmalarda olduğu gibi aynı protokol kullanılarak yapılmalıdır. Tedaviye yanıt değerlendirmesi için, başlangıçtaki lezyon bölgesinde hafif FDG tutulumunun bile saptanması rezidüel bir enflamatuvar süreç olarak kabul edilmesi gerektiğinden tedaviden önce yapılmış PET/BT görüntülerinin incelenmesi büyük bir önem arz



Şekil 3. Takayasu arteriti tanısı ile remisyonunda takipli 45 yaşında kadın hastada semptomlarda yinelenme, sedimentasyon hızı: 50 (0-30) mm/saat ve CRP: 32 (0-5) mg/L yüksekliği nedeniyle hastalık aktivasyonunun değerlendirilmesi amacıyla F-18 FDG PET/BT görüntüleme (A: MIP, B: Toraks aksiyel füzyon, C: Koronal füzyon ve D: Sagittal füzyon görüntüleri) yapılmıştır. Değerlendirmede arkus aortada, çıkan ve inen aorta proksimalinde (Grade: 3), brakiosefalik arter ve sol karotis arter proksimalinde (Grade: 3) vaskülit ile uyumlu artmış aktivite birikimleri saptanmıştır.

CRP: C-reaktif protein, F-18: Flor-18, FDG: Florodeoksiglukoz, PET: Pozitron emisyon tomografi, BT: Bilgisayarlı tomografi, MIP: Maksimum intensite projeksiyon

etmektedir. İki ölçüm arasında bir oran kullanılması, hasta ağırlığı, enjekte edilen radyofarmasötik dozu ve görüntüleme zamanı gibi iki çekim arasındaki oluşabilecek farklılıkların FDG tutulumu ölçümü üzerindeki etkilerini sınırlaması sebebiyle, SUV ölçümlerinin karşılaştırılması yerine TVS kullanılması önerilmektedir (27). Yapılan çalışmalarda hedef/geri plan aktivite oranı üzerinden elde edilen semikantitatif indekslerin, görsel analize üstünlüğü kanıtlanamamıştır. Arter duvarındaki FDG uptake'inin venöz kan havuzuna ait geri plan aktivitesi düzeyine inmesi vasküler enflamasyonu değerlendirmek için iyi bir referans oluşturmaktadır. Ayrıca, arteriyel enflamasyonun karaciğer geri plan aktivitesine göre skorlanması yerleşik bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Semikantitatif indekslerin ise klinik araştırmalarda iyi tanımlanmış hesaplamalar ile uygulanması önerilmektedir (26). Gelecekte büyük çok merkezli çalışma sonuçları klinik

pratikte tüm aşamalarda daha fazla uygulanabilecek tek bir parametrenin belirlenmesini sağlayabilir. Bununla birlikte, rehberlik edecek çalışmaların tümünde glukortikoid tedavisine üç günden daha uzun süre devam edilmemiş olması gerekecektir.

PMR ve DHA sıklıkla bir arada görülebildiği için trokanterik/iskial bursa, kalça sinovyası, servikal ve lomber vertebraların interspinöz bölgeleri veya varsa dizlerin sinovyal dokusu, glenohumeral sinovya, subakromiyal-subdeltoid bursa, supraspinatus tendiniti ve biceps sinovitindeki tutulum dahil olmak üzere tipik FDG eklem tutulum paternlerinin karaciğerin referans alındığı 0-3 derecelendirme sistemi ile (Grade 0 = tutulum yok; Grade 1 = karaciğer aktivitesinden düşük tutulum; Grade 2 = karaciğer aktivitesine eşit tutulum; Grade 3 = karaciğer aktivitesinden yüksek tutulum) rapor edilmesi önerilir (28,29).

Hata Kaynakları

Vaskülit için lineer tarzda, diffüz çevresel aktivite tutulumu tipiktir. Yaşlanmayla birlikte sık görülen aterosklerotik vasküler tutulumda (30,31), düşük intensiteli klasik yamasal tutulum paterni olmasına rağmen büyük damar vaskülitini değerlendirilmesi için yanlış pozitif hata kaynağı olabilir. Bu nedenle aterosklerozun sık görüldüğü bir bölge olan iliofemoral arterlerdeki tutulum dikkatle yorumlanmalıdır. Glukortikoid kullanımı hem damar duvarındaki enflamasyonu baskılayarak hem de karaciğerdeki F-18 FDG tutulumunu artırarak vasküler F-18 FDG tutulumunun eksik ölçülmesine ve/veya eksik skorlanmasına neden olabilir. Kahverengi yağ dokuya ait aktivite tutulumları ile hiperglisemiye bağlı adele dokularında izlenen diffüz aktivite artışları da yanlış negatif hata kaynakları arasında sıralanabilir. Vasküler yapılar içinde yer alan stentler ya da ilgi alanı içerisinde yer alan metal objeler atenüasyon artefaktlarına yol açarak hata kaynağı olabilir. Bu nedenle atenüasyon düzeltmesi yapılmamış görüntüler ile birlikte değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Kalite Kontrol

Görüntü kalitesini etkileyen parametreler hasta kaynaklı, görüntüleme prosedürü kaynaklı ve cihaz kaynaklı olarak sınıflandırılabilir. İdeal hasta hazırlığının yapılmış olması (açlık süresi, kan glukoz düzeyi seviyesi, F-18 FDG dozu vb.), görüntüleme zamanı ve süresine uyulması ve PET/BT sistemi günlük kalite kontrolleri

yanında, SUV ölçümlerinin standardizasyonu amacı ile kalibrasyon işlemlerinin yapılması önemlidir.

Radyasyon Güvenliği

F-18 FDG enjeksiyonundan kaynaklanan doz eşdeğerleri yetişkinlerde $1,9 \times 10^{-2}$ mSv/MBq ile 185 MBq FDG enjeksiyonu için yaklaşık 3,5 mSv düzeyindedir (32). Kullanılan BT parametrelerine göre değişmekle birlikte BT komponentinden kaynaklanan doz 1 ile 20 mSv arasında değişir. Görüntüleme protokolü mümkün olan en düşük hasta dozları ile belirlenmelidir.

Klinik Çalışmalar

Güncel 38 çalışmayı içeren meta-analiz sonuçlarına göre, klinik tanı referans alındığında DHA tanısı için F-18 FDG PET'in duyarlılığı %76 [%95 güven aralığı (GA) %67-83] ve özgüllüğü %95 (%95 GA %71-99) olarak bulunmuştur (9). Temporal arter biyopsisini referans alan iki çalışmada sırasıyla duyarlılık %92 (%95 GA %62-100), %70 (%95 GA %42-98) ve özgüllük %85 (%95 GA %71-94), %86 (%95 GA %72-100) olarak bulunmuştur (33,34). TA hastalarında FDG-PET, önemli heterojenite ile birlikte, hastalık aktivitesinin değerlendirilmesi için %87'lik duyarlılık ve %73'lük bir özgüllük göstermiştir (25). Bu bulgular, FDG-PET ile değerlendirilen TA hastalarını içeren ve duyarlılık ve özgüllüğü sırasıyla %70 ve %77 olarak gösteren önceki bir meta-analiz ile uyumludur (35). Hastalık aktivitesi izleminde F-18 FDG PET'in rolünü araştıran üç çalışmada farklı değerlendirme kriterleri kullanılmış ve çalışmalarda sırasıyla TVS (18 farklı vasküler segmentte; 0-54 puan), PETVAS (aortanın 4 segmentini içeren 11 arter dalı; 0-27 puan) ve SUV üzerinden yanıt izlemi yapılmıştır (36,37,38). Tüm çalışmalarda değerlendirme indekslerinde azalma izlenirken, tedavi kesildikten 6 ay sonra küçük bir grup hastada PETVAS'de artış gözlenmiştir. Yine immünoşüpresif tedavi dozu artırılan grupta SUV'da azalma izlenirken, tedavide değişiklik yapılmayanlarda stabil hedef/geri plan aktivite oranı gözlenmiştir. Hastalık gidişatının tahmininde F-18 FDG PET'in rolünü araştıran düşük hata kaynaklı ve sadece DHA hastalarının dahil edildiği bir çalışmada; bazal TVS >10 olmasının 12 aylık takipte nüksü, kümülatif glukortikoid dozunu ve C-reaktif protein düzeylerini tahmin edemediği ortaya konmuştur (36). DHA ve TA hastalarının dahil edildiği bir başka çalışmada, bazal FDG uptake'inin gelecekteki anjiyografik değişiklikler için yüksek risk (risk oranı 19,5, %95 GA 2,44-156) ile ilişkili olduğu bulunmuştur (39).

Teknik parametrelerin FDG PET üzerine etkisini araştıran iki çalışmadan birisi glukortikoid tedavinin FDG uptake'i ile ilişkisini incelemiştir. Nielsen ve ark. (19) tarafından başlangıçta hiç glukortikoid tedavisi almamış 24 hastada yapılan çalışmada, tedaviden 3 gün sonra hastaların tümünde bazal FDG aktivitesi devam ederken, tedaviden 10 gün sonra bu oranın %36'ya indiği görülmüştür. TA ve DHA hastalarını içeren ikinci çalışmada enjeksiyondan görüntülemeye kadar geçen sürenin etkisi araştırılmış ve 2 saat sonra alınan görüntülerdeki pozitiflik oranı (%77) 1 saat sonra alınan görüntülere oranla (%56) istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,01$) bulunmuştur (40).

Sonuç

Özetle, mevcut kanıtlara dayanarak, FDG-PET görüntülemenin büyük damar vaskülitisi veya PMR'nin saptanması için iyi bir tanısal değeri vardır. Bununla birlikte hastalık varlığının tanımlanması, hastalık aktivitesinin izlemi ve hastalık ilişkili sonuçların tahmin edilebilmesinde klinik olarak en uygun ve tekrarlanabilir kriterleri seçmek için prospektif çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Kaynaklar

1. Loscalzo J, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, eds. Harrison's principles of internal medicine. 21st edition. 2022.
2. Jennette JC, Falk RJ, Bacon PA, et al. 2012 Revised International Chapel Hill Consensus conference nomenclature of vasculitides. *Arthritis Rheum* 2013;65:1-11.
3. Jennette JC, Falk RJ, Andrassy K, et al. Nomenclature of systemic vasculitides. Proposal of an international consensus conference. *Arthritis Rheum* 1994;37:187-192.
4. Sunderkötter CH, Zelger B, Chen KR, et al. Nomenclature of cutaneous vasculitis: Dermatologic Addendum to the 2012 Revised International Chapel Hill Consensus Conference Nomenclature of Vasculitides. *Arthritis Rheum* 2018;70:171-184.
5. Koster MJ, Warrington KJ. Classification of large vessel vasculitis: can we separate giant cell arteritis from Takayasu arteritis? *Presse Med* 2017;46:e205-213.
6. Watts RA, Robson J. Introduction, epidemiology and classification of vasculitis. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2018;32:3-20.
7. Crowson CS, Matteson EL, Myasoedova E, et al. The lifetime risk of adult-onset rheumatoid arthritis and other inflammatory autoimmune rheumatic diseases. *Arthritis Rheum* 2011;63:633-639.
8. DeJaco C, Ramiro S, Duftner C, et al. EULAR recommendations for the use of imaging in large vessel vasculitis in clinical practice. *Ann Rheum Dis* 2018;77:636-643.

9. Bosch P, Bond M, Dejaco C, et al. Imaging in diagnosis, monitoring, and outcome prediction of large vessel vasculitis: a systematic literature review and meta-analysis informing the 2023 update of the EULAR recommendations. *Ann Rheum Dis* 2023;82:124-125.
10. Kubota R, Yamada S, Kubota K, et al. Intratumoral distribution of fluorine-18-fluorodeoxyglucose in vivo: high accumulation in macrophages and granulation tissues studied by microautoradiography. *J Nucl Med* 1992;33:1972-1980.
11. Slart RHJA, Gladumans AWJM, Chareonthaitawee P, et al. FDG-PET/CT(A) imaging in large vessel vasculitis and polymyalgia rheumatica: joint procedural recommendation of the EANM, SNMMI, and the PET Interest Group (PIG), and endorsed by the ASNC. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2018;45:1250-1269.
12. Lensen KD, Comans EF, Voskuyl AE, et al. Large-vessel vasculitis: interobserver agreement and diagnostic accuracy of 18F-FDG-PET/CT. *Biomed Res Int* 2015;2015:914692.
13. Dejaco C, Ramiro S, Bond M, et al. EULAR recommendations for the use of imaging in large vessel vasculitis in clinical practice: 2023 update. *Ann Rheum Dis* 2023;2023-224543.
14. Jamar F, Buscombe J, Chiti A, et al. EANM/SNMMI guideline for 18F-FDG use in inflammation and infection. *J Nucl Med* 2013;54:647-658.
15. van Marken Lichtenbelt WD, Vanhommel JW, Smulders NM, et al. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. *N Engl J Med* 2009;360:1500-1508.
16. Parysow O, Mollerach AM, Jager V, et al. Low-dose oral propranolol could reduce brown adipose tissue F-18 FDG uptake in patients undergoing PET scans. *Clin Nucl Med* 2007;32:351-357.
17. Bucnerius J, Mani V, Moncrieff C, et al. Optimizing 18F-FDG-PET/CT imaging of vessel wall inflammation: the impact of 18F-FDG circulation time, injected dose, uptake parameters, and fasting blood glucose levels. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2014;41:369-383.
18. Salvarani C, Cimino L, Macchioni P, et al. Risk factors for visual loss in an Italian population-based cohort of patients with giant cell arteritis. *Arthritis Rheum* 2005;53:293-297.
19. Nielsen BD, Gormsen LC, Hansen IT, et al. Three days of high-dose glucocorticoid treatment attenuates large-vessel 18F-FDG uptake in large-vessel giant cell arteritis but with a limited impact on diagnostic accuracy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2018;45:1119-1128.
20. Ponte C, Serafim AS, Monti S, et al. Early variation of ultrasound halo sign with treatment and relation with clinical features in patients with giant cell arteritis. *Rheumatology (Oxford)* 2020;59:3717-3726.
21. Stellingwerff MD, Brouwer E, Lensen KJ, et al. Different Scoring Methods of FDG PET/CT in Giant Cell Arteritis: Need for Standardization. *Medicine (Baltimore)* 2015;94:e1542.
22. Lassmann M, Biassoni L, Monsieus M, Franzius C, Jacobs F. The new EANM paediatric dosage card. EANM Dosimetry and Paediatrics Committees. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007;34:796-798.
23. Lassmann M, Biassoni L, Monsieus M, Franzius C. The new EANM paediatric dosage card: additional notes with respect to F-18. EANM Dosimetry and Paediatrics Committees. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008;35:1666-1668.
24. Huet P, Burg S, Le GD, Hyafil F, Buvat I. Variability, and uncertainty of 18F-FDG PET imaging protocols for assessing inflammation in atherosclerosis: suggestions for improvement. *J Nucl Med* 2015;56:552-559.
25. Soussan M, Nicolas P, Schramm C, et al. Management of large-vessel vasculitis with FDG-PET: a systemic literature review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2015;94:e622.
26. Gheysens O, Jamar F, Gladumans AWJM, et al. Semi-Quantitative and Quantitative 18F-FDG-PET/CT indices for diagnosing large vessel vasculitis: A critical review. *Diagnostics* 2012;11:2355.
27. Van der Valk FM, Verweij SL, Zwinderman KA, et al. Thresholds for arterial wall inflammation quantified by (18)F-FDG PET imaging: Implications for vascular interventional studies. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;9:1198-1207.
28. Yamashita H, Kubota K, Takahashi Y, et al. Whole-body fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in patients with active polymyalgia rheumatica: evidence for distinctive bursitis and large-vessel vasculitis. *Mod Rheumatol* 2012;22:705-711.
29. Cimmino MA, Camellino D, Paparo F, et al. High frequency of capsular knee involvement in polymyalgia rheumatica/giant cell arteritis patients studied by positron emission tomography. *Rheumatology (Oxford)* 2013;52:1865-1872.
30. Ben-Haim S, Kupzov E, Tamir E, Israel O. Evaluation of 18F-FDG uptake and arterial wall calcifications using 18F-FDG-PET/CT. *J Nucl Med* 2004;45:1816-1821.
31. Dunphy MP, Freiman A, Larson SM, Strauss HW. Association of vascular 18F-FDG uptake with vascular calcification. *J Nucl Med* 2005;46:1278-1284.
32. ICRP. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. Addendum 3 to ICRP Publication 53. ICRP Publication 106. Approved by the Commission in October 2007. *Ann ICRP* 2008;38:1-197.
33. Sammel AM, Hsiao E, Schembri G, et al. Diagnostic accuracy of positron emission tomography/computed tomography of the head, neck, and the chest for giant cell arteritis: a prospective, double-blind, cross-sectional study. *Arthritis Rheumatol* 2019;71:1319-1328.
34. Thibault T, Durand-Bailloud B, Soudry-Faure A, et al. PET/CT of cranial arteries for a sensitive diagnosis of giant cell arteritis. *Rheumatology (Oxford)* 2023;62:1568-1575.
35. Cheng Y, Lv N, Wang Z, et al. 18F-FDG PET in assessing disease activity in Takayasu arteritis: a meta-analysis. *Clin Exp Rheumatol* 2013;31:22-27.
36. Sammel AM, Hsiao E, Schembri G, et al. Cranial and large vessel activity on positron emission tomography scan at diagnosis and 6 months in giant cell arteritis. *Int J Rheum Dis* 2020;23:582-588.

37. Quinn KA, Dashora H, Novakovich E, et al. Use of 18F-Fluorodeoxyglucose positron emission tomography to monitor tocilizumab effect on vascular inflammation in giant cell arteritis. *Rheumatology (Oxford)* 2021;60:4384-4389.
38. Dashora HR, Rosenblum JS, Quinn KA, et al. Comparing semiquantitative and qualitative methods of vascular 18F-FDG PET activity measurement in large-vessel vasculitis. *J Nucl Med* 2022;63:280-286.
39. Quinn KA, Ahlman MA, Alessi HD, et al. Association of 18F-Fluorodeoxyglucose positron emission tomography and angiographic progression of disease in large-vessel vasculitis. *Arthritis Rheumatol* 2023;75:98-107.
40. Quinn KA, Rosenblum JS, Rimland CA, et al. Imaging acquisition technique influences interpretation of positron emission tomography vascular activity in large-vessel vasculitis. *Semin Arthritis Rheum* 2020;50:71-76.

Örnek Rapor 1 (Vaskülit Negatif) - Resim 1

.....HASTANESİ NÜKLEER TIP KLİNİĞİ

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

Hasta Adı Soyadı: Dosya/TC kimlik No:

Cinsiyet: Doğum Tarihi:

Tetkik Tarihi: Rapor Tarihi:

TANI / ÖN TANI ve ENDİKASYON: Nedeni bilinmeyen ateş etyolojisi, vaskülit ayırıcı tanısı

Endikasyon dışı pozitron emisyon tomografi (PET) / bilgisayarlı tomografi (BT) gerekçeli rapor no;

TEKNİK PROSEDÜR VE GÖRÜNTÜLEME PROTOKOLÜ:

Tarayıcı Modeli: PET/BT Radyofarmasötik: F-18 Fluorodeoksiglukoz (FDG)

Açlık süresi: 8 saat Glukoz düzeyi: 85 mg/dL Enjeksiyon saati: 14.00

Enjeksiyon yeri: IV-sağ antekübital bölge Çekim kapsama alanı: Verteks-ayak ucu

Çekim saati: 15.00 Radyofarmasötik dozu: 5,04 mCi Kilo:49kg Boy:155 cm

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

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 gözlemlendi.

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

Abdominopelvik organ yapılarında ve lenfatik zincirlerde, peritoneal ve serozal yüzeylerde patolojik FDG tutulumu gösteren herhangi bir odak saptanmadı. Barsak traselerinde öncelikle oral antidiyabetik kullanımına ikincil fizyolojik nitelikte aktivite birikimleri izlendi.

İskelet sisteminin inceleme alanına giren kesitlerinde FDG dağılımı fizyolojik görünümündedir.

Büyük damar duvarlarına uyan lokalizasyonlarda belirgin patolojik artmış FDG tutulumları izlenmedi

Görsel değerlendirme skoru (Grade) : 0**Toplam Vasküler Skor (TVS): 0****Yarı-sayısal değerlendirme (H/R): Hesaplanmadı****Not: Tümüyle negatif olgularda skora verilmeyebilir.****YORUM:**

- Görsel ve yarı-sayısal değerlendirme bulgularına göre büyük damar vaskülitini destekleyen tipik patolojik bulgu izlenmedi ya da

- Büyük damar vaskülitini destekleyen tipik patolojik bulgu izlenmedi.

- Malign lezyon lehine hipermetabolik odak saptanmadı.

Dr.

Örnek Rapor 2 (Vaskülit Pozitif) – Resim 2 (A- Tedavi Öncesi Raporu)

.....HASTANESİ NÜKLEER TIP KLİNİĞİ

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

Hasta Adı Soyadı: Dosya/TC kimlik No:

Cinsiyet: Doğum Tarihi:

Tetkik Tarihi: Rapor Tarihi:

TANI / ÖN TANI ve ENDİKASYON: Vaskülit ön tanılı hasta / Hastalık aktivasyonu değerlendirilmesi (Sedim, CRP yüksekliği ve BT anjiyografide şüpheli duvar kalınlaşması mevcut)

Endikasyon dışı pozitron emisyon tomografi (PET) / bilgisayarlı tomografi (BT) gerekçeli rapor no;

TEKNİK PROSEDÜR VE GÖRÜNTÜLEME PROTOKOLÜ:

Tarayıcı Modeli: PET/BT Radyofarmasötik: F-18 Fluorodeoksiglukoz (FDG)

Açlık süresi: 8 saat Glukoz düzeyi: 85 mg/dL Enjeksiyon saati: 14.00

Enjeksiyon yeri: IV-sağ antekübital bölge Çekim kapsama alanı: Verteks-ayak ucu

Çekim saati: 15.00 Radyofarmasötik dozu: 5,04 mCi Kilo:49kg Boy:155 cm

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

Görüntü kalitesi: İyi

BULGULAR:

Kranium, serebral ve serebellar hemisferlerde PET rezolüsyon limitleri içerisinde beklenen düzey ve simetride FDG dağılımı izlendi. Servikal lenfatik zincirlerde fizyolojik sınırlarda FDG dağılımı gözlemlendi.

Akciğer parankim sahalarında ve mediastinel lenfatik istasyonlarda patolojik düzeyde FDG birikimi gösteren herhangi bir lezyon saptanmadı. Torasik aortada, abdominal aortada ve bilateral subklaviyen arterde damar duvarına uyan lokalizasyonlarda karaciğer geri plan aktivitesinin üzerinde artmış FDG tutulumları (SUV_{maks} : 3,95) izlendi. (Karaciğer referans SUV_{maks} : 2,77) (Grade 3)

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.

Görsel değerlendirme skoru: Grade 3**Toplam Vasküler Skor (TVS): Skor 9** (Torasik Aorta: Skor: 3, Abdominal Aorta: Skor: 3, Karotid Arterler: Skor: 0, Subklavian Arterler: Skor: 3, İliak Arterler: Skor: 0, Femoral Arterler: Skor: 0)**Yarı-sayısal değerlendirme (H/R):** Hedef SUV_{maks} /karaciğer SUV_{maks} : 1,43**YORUM:**

Görsel ve yarı-sayısal değerlendirme bulguları büyük damar vaskülitini ile uyumlu nitelikte değerlendirildi (Grade 3; TVS: 9)

Dr.