



# TNTD, Tc-99m İşaretli Radyofarmasötikler ile Beyin Perfüzyon SPECT Uygulama Kılavuzu 2.0

## TSNM, Procedure Guideline for Brain Perfusion SPECT Using Tc-99m Labeled Radiopharmaceuticals 2.0

Bilge Volkan-Salancı<sup>1</sup>, Funda Aydın<sup>2</sup>, Meryem Kaya<sup>3</sup>, Olga Yaylalı<sup>4</sup>, Özgür Akdemir<sup>5</sup>, Pınar Makineci Koç<sup>6</sup>, Tansel Çakır<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

<sup>3</sup>Medicana International Istanbul Hospital, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup>Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye

<sup>5</sup>Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>6</sup>Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

<sup>7</sup>Medipol Üniversitesi Hastanesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

### Özet

Bu kılavuzda kısaca Tc-99m işaretli radyofarmasötikler kullanılarak beyin perfüzyon SPECT görüntülemenin nasıl yapılması gerektiği konusunda güncel bilgilerimiz ve Türkiye Nükleer Tıp Derneği tarafından oluşturulan Nöropsikiyatri Çalışma grubunun görüşleri özetlenmiştir. Bu kılavuzda görüntüleme yöntemleri, uygulamalar ve raporlamalar ile ilgili tüm ayrıntılar hakkında bilgiler özetlenmiş olup verilen tavsiyelerde ülkemiz yasa ve yönetmelikleri dikkate alınmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Beyin perfüzyon SPECT, ECD, HMPAO, Tc-99m

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

### Abstract

This guideline summarizes our recent knowledge and the opinions of the Brain Interest group, formed by the Turkish Society of Nuclear Medicine, about how to perform brain perfusion SPECT using Tc-99m-labeled radiopharmaceuticals. The information about the imaging modalities, applications, and reporting details are summarized in this guideline and the recommendations are composed according to the laws and regulations in our country.

**Key words:** Brain perfusion SPECT, ECD, HMPAO, Tc-99m

**Conflicts of Interest:** The authors reported no conflict of interest related to this article.

### Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Bilge Volkan-Salancı, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

**E-posta:** bilgev@hacettepe.edu.tr

© Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır. / © Nuclear Medicine Seminars, published by Galenos Publishing.

## I. Amaç

Bu uygulama kılavuzunun amacı nükleer tıp uzmanlarına Tc-99m işaretli radyofarmasötikleri kullanarak yapılan beyin perfüzyon SPECT çalışmalarının doğru görüntülenmesi, yorumlanması ve raporlanması konusunda yardımcı olmaktır.

## II. Giriş ve Tanımlamalar

### Bölgesel Beyin Kan Akımı

**SPECT:** (Beyin perfüzyon SPECT) Beyin perfüzyonunu gösteren radyofarmasötiklerin hastalara verilmesi sonrasında beyindeki dağılımının belirlenebilmesi için alınan kesitsel görüntüleri tanımlar.

**Radyofarmasötikler:** Beyin perfüzyon çalışmalarında kullanılan radyofarmasötikler kan-beyin bariyerini geçebilmekte ve beyindeki tutulumu bölgesel beyin perfüzyonunu yansıtmaktadır. Bu kılavuzda Tc-99m ile işaretli etil sisteindimer (ECD) ve iki farklı ticari formu bulunan hegzametilpropilenaminoksim (HMPAO) radyonüklidlerinin kullanımı açıklanacaktır. Her iki ajanın beyinde kinetik davranışı benzer olmakla birlikte tutulum mekanizmalarının farklı olması özel bazı durumlarda farklı sonuç vermelerine neden olmaktadır (1,2).

**Epilepsi:** Epileptik nöbetler sırasında bölgesel beyin kan akımı epileptojenik nöronlar lehine yeniden düzenlenir. Ancak hastaların interiktal dönemlerinde beyin kan akımı bu bölgelerde azalır. Bölgesel beyin kan akımında gerçekleşen bu değişiklikler iktal ve interiktal beyin perfüzyon SPECT çalışmaları ile değerlendirilebilir. Hasta epilepsi nöbeti geçirdiği ve nöbet video-elektroensefalografi (EEG) ile belgelendiği sırada radyofarmasötik enjeksiyonu yapılarak alınan beyin perfüzyon görüntülemeleri "İktal beyin perfüzyon çalışmaları"dır. Bu görüntüler epilepsi odağının beyin içerisindeki yerleşiminin belirlenmesi (lokalizasyon ve lateralizasyon) amacı ile interiktal görüntüler ile birlikte değerlendirilir. Hastanın tercihen 24 saat epilepsi nöbeti geçirmediği bilinen ve EEG ile belgelendirilebilen zaman aralığında yapılan beyin perfüzyonu görüntülemeleri ise "İnter iktal perfüzyon çalışmaları"dır.

## III. Endikasyonlar

### a. Cerrahi öncesi epileptojenik odağın belirlenmesi:

İlaça dirençli epilepsi hastalarında epileptojenik odağın klinik değerlendirme, EEG ve Manyetik rezonans

görüntüleme (MRG) ile net olarak belirlenemediği durumlarda (non-lezyonel epilepsi ya da bu tetkiklerin lateralizasyon ve lokalizasyonda birbiri ile çelişen sonuçlar verdiği durumlar) iktal ve interiktal beyin perfüzyon SPECT çalışmaları ile bölgesel beyin kan akımı değerlendirilebilir (3).

**b. Serebrovasküler hastalık:** Beyin perfüzyon SPECT çalışmaları serebrovasküler hastalıkların (inme, geçici iskemik olay (TIA: transient ischemic attack), Moyamoya hastalığı vs.) tanısının konması ve akut inmeli hastalarda trombolitik tedaviye yönlendirilecek hastaların seçiminde kullanılabilir (4). Ayrıca beyin perfüzyon SPECT çalışmaları ile asetazolamid ya da karbon dioksit gibi vazodilatatör uyarılara verilen yanıt değerlendirilebilir. Kronik serebrovasküler olaylarda vasküler reaktivite ya da rezerv ölçülerek bu hastaların tedavileri planlanabilir. Yine serebrovasküler rezerv testleri arasında bulunan karotid balon oklüzyon testi ile herhangi bir neden ile cerrahisi planlanan hastalarda serebrovasküler kollaterallere bağımlı olan ve olmayan beyin alanları beyin perfüzyon SPECT çalışmaları ile birlikte değerlendirilebilir.

**c. Demans:** Demans şüphesi ile değerlendirilen hastada ayırıcı tanı yapılması ve demans tanısının erken konulması amacı ile beyin perfüzyon SPECT çalışmaları yapılabilir (5).

**d. Beyin ölümü:** Beyin ölümü tanısının doğrulanması, beyin kan akımının olmadığına gösterilmesi için beyin perfüzyon SPECT çalışması yapılabilir. Bu amaçla planar görüntülerin alınması da yeterli olur (6).

**e. Progresif inflamatuvar hastalıklar:** Rasmussen ensefaliti (7), viral ensefalit (8), vaskülitlerin (SLE, Behçet hastalığı) (9) tanısının konmasında beyin perfüzyon SPECT yapılabilir.

**f. Travmatik beyin hasarı:** Travma sonrasında morfolojik görüntüleme ile patoloji saptanmayan hastalarda nöropsikolojik sekel belirlenmesinde beyin perfüzyon SPECT çalışmaları kullanılabilir. Perfüzyon anomalisi saptanması bu hastaların izleminde prognostik öneme sahiptir (10).

**g. Diğer endikasyonlar:** Parkinsonizm (11), depresyon hastalarının izlemi için de beyin perfüzyon SPECT çalışmaları yapılabilir.

#### IV. Kontraendikasyonlar

- Gebelik
- Emzirme: Emziren annelere 24 saat boyunca bebeği emzirmemeleri; sütlerini sağıp, atmaları önerilmelidir.
- Hasta uyumunun sağlanamaması.

#### V. Prosedür

##### A. Hasta hazırlığı:

**A1. Randevu öncesi hastalar merkezi sinir sistemini uyaran maddeleri (örn: kafein içeren kahve, kola ya da enerji içecekleri) aşırı tüketmemeleri konusunda uyarılmalıdır.**

##### A2. Enjeksiyon öncesi hasta hazırlığı:

- Hasta loş aydınlatmalı, sessiz bir odaya alınmalı,
- Enjeksiyondan 10-15 dakika önce intravenöz damar yolu açılmalı,
- Hastanın olabildiğince rahat bir pozisyonda (tercihen yatar pozisyonda) beklemesi sağlanmalı,
- Hastanın gözleri açık olmalı, kulak tıkacı kullanılmamalı,
- Hasta enjeksiyondan en az 5 dakika önce ve enjeksiyon sonrasında en az 5 dakika boyunca konuşmaması, hareket etmemesi, herhangi bir yazıyı okumaması konusunda uyarılmalı, bu süre zarfında hastane personelinin hasta ile karşılıklı iletişimi kısıtlanmalı,
- Hasta sürekli gözlem altında tutulmalı ve enjeksiyon sırasında radyofarmasötik dağılımını etkileyebilecek olaylar (örn: hasta hareketi, konuşması, nöbet geçirmesi vs.) kaydedilmeli,
- Eğer hasta epilepsi tanısı ile görüntülemeye alınacak ise hastanın en az 2 saat öncesinden skalp EEG kayıtları alınmaya başlanmalı, enjeksiyon sonrasında da kayda devam edilmeli,
- Hasta uyumunun sağlanamayacağı durumlarda hastalara enjeksiyondan 5 dakika sonra kısa etkili benzodiazepin türevi ilaçlar verilebilir. Bu ilaçların dozlarının çocuklarda ve yaşlılarda ilgili anestezi uzmanına ya da hastanın sorumlu hekimine danışılması gerekir. Sedasyon uygulanması durumunda hastaların uygun monitorizasyonu (örn: doku oksijenasyonu izlemi, vital bulgu izlemi) sağlanmalıdır ve herhangi bir yan etki izlenmesi durumunda hastaya müdahale edilmek üzere ilaç antidotu ve acil müdahale gereçleri hazır bulundurulmalıdır.

##### A3. Hasta öyküsü:

- Hastanın güncel nöropsikolojik durumu ve yakınmaları sorgulanmalı.
- Hastanın geçmiş ve güncel morfolojik (MRG ve BT) ve işlevsel (fonksiyonel MRG, FDG PET) görüntülemeleri incelenmeli ve raporları değerlendirilmeli.
- Hastaya ait EEG raporları ve sorumlu nöroloğun notları değerlendirilmeli.
- Hastanın kullanmakta olduğu ilaçlar not edilmeli.
- Hasta özgeçmişinde olası nöropsikolojik hastalıklar, travma, cerrahi, radyasyon alımı sorgulanmalı.
- Hasta soy geçmişinde benzer hastalık tanılı bireyler sorgulanmalıdır.

##### B. Dikkat edilecek hususlar

Tüm görüntüleme süresince hastalar gözlem altında tutulmalıdır. Bu gözlem özellikle çocuk hastalarda ve demans hastalarında önemlidir

##### C. Radyofarmasötikler:

**C1. Tc-99m işaretli ECD, HMPAO (stabilize formu ya da stabilize olmayan form).**

##### C2. Radyofarmasötiklerin hazırlanması:

- Radyofarmasötikler üretici firma talimatları doğrultusunda hazırlanmalı,
- Molibden-teknesyum jeneratörünün 24 saatten uzun sağımları kullanılamaz (örn: jeneratör ilk geldiğinde ya da pazartesi ilk sağım),
- HMPAO kullanılacaksa 2 saatten daha kısa sürede sağılmış taze jeneratör sağımları kullanılmalı,
- Stabilize olmayan HMPAO kitlerinin raf ömrü çok kısa olduğundan bağlandıktan sonra 10 dakika içerisinde enjeksiyon yapılmalıdır.

##### C3. Radyofarmasötiklerin kalite kontrolü

- Radyokimyasal saflık üretici firma talimatı doğrultusunda yapılmalı,
- Radyokimyasal saflık ECD için %90'ın üzeri ve HMPAO için %80'in üzeri olmalı,
- Uygun radyokimyasal saflık elde edilemeyen kitler hastaya enjekte edilemez.

**C4. Radyofarmasötiklerin bağlanma sonrası raf ömrü:**

- ECD bağlanma sonrasında 6 saat,
- Stabil HMPAO bağlanma sonrasında 4 saat,
- Stabil olmayan HMPAO bağlanma sonrasında 30 dakika boyunca kullanılabilir.

**Tablo 1. Tc-99m işaretli beyin perfüzyon radyofarmasötikleri için radyasyon dozimetrisi (12,13)**

En yüksek radyasyon dozunu alan organ			
	Organ	Doz (mGy/MBq)	Efektif doz (mSV/MBq)
Erişkin			
Tc-99m ECD	Mesane	0,05	0,0077
Tc-99m HMPAO	Böbrek	0,034	0,0093
Çocuk*			
Tc-99m ECD	Mesane	0,11	0,022
Tc-99m HMPAO	Böbrek	0,14	0,027
*(≥ 5 yaş)			

**C5. Radyofarmasötik dozu:**

- Erişkin dozu: 555-1110 MBq (15-30 mCi),
- Çocuk dozu: EANM pediatrik doz tablosu kullanılarak kiloya göre doz hesaplanmalıdır.

**C6. Radyasyon dozimetrisi**

Çocuklar ve erişkinler için ICRP tarafından belirlenen radyasyon dozimetrisi değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

**D. Görüntüleme****D1. Enjeksiyon-görüntüleme süresi:**

- Özgül olmayan tutulumun temizlenebilmesi için enjeksiyon sonrasında hastaların bir süre bekletilmesi önerilir.

- Her hasta için standart bir bekleme süresi olmalı.
- Tc-99m ECD için enjeksiyon sonrasında 30-60 dakika gecikme ile görüntü alınmalı.
- Tc-99m HMPAO için enjeksiyon sonrasında 30-90 dakika gecikme ile görüntü alınmalı.

**D2. Hasta pozisyonu**

- Çekim öncesi radyasyon maruziyetini azaltmak ve hasta hareketini önlemek için hastalar çekim öncesinde ve sonrasında tuvalete gönderilmelidir.
- Hastaya çekim konusunda bilgilendirme yapılmalı, çekim boyunca hareketsiz kalmalarının gerektiği açıklanmalıdır.
- Hasta uyumu sağlanamıyor ise hastalara sedasyon yapılabilir.

**D3. Kameralar**

- SPECT görüntüleme çekim süresini kısaltacağı ve daha iyi performans göstereceği için iki başlı ya da üç başlı gama kameralar ile yapılmalı, tek dedektör ile

görüntüleme yapılacaksa yeterli sayım istatistiğine ulaşıldığından emin olunmalıdır.

- En az 5 milyon sayım toplanacak şekilde çekim yapılmalıdır.
- Yüksek rezolüsyonlu ya da ultra yüksek rezolüsyonlu kolimatör kullanılmalı; varsa fan-beam kolimatörler tercih edilmelidir.
- Çekim sırasında dedektörlerin hasta başı çevresinde mümkün olan en kısa mesafeden geçmesi önerilir. Bu amaçla hasta omuzlarının görüntü dışında kalması sağlanmalıdır.
- Görüntü matrisi en az 128x128 olmalıdır. Matris boyutu seçilirken sistem rezolüsyonunun 1/3-1/2'si olmalıdır. Daha yüksek matris kullanılması durumunda toplam sayımların seçilen matris oranında artırılması gerekir (15).

- Açısal örnekleme <3° (360° rotasyon) olmalıdır.
- Uygun piksel boyutu için gerek olması durumunda uygun zoom'lama yapılmalıdır.

**E. Özel uygulamalar**

**E1. Vazodiyatör uygulaması:** Karbonik anhidraz inhibitörü olan asetazolamid (Diamox) vazodilatasyon yaparak bölgesel beyin kan akımını artırır.

- **Endikasyonlar:** Geçici iskemik olay, inme (14), karotid stenozu/tıkanıklığı, damar anomalileri, karotid cerrahi öncesi değerlendirme gereken hastalarda serebrovasküler rezerv değerlendirilmesi ve serebrovasküler cerrahi ya da stent uygulaması gereken hastalarda girişim öncesi ve sonrasında serebrovasküler rezerv değerlendirilmesi.

**• Kontraendikasyonlar:**

- o Sulfa türevlerine alerji.
- o Akut inme ve intrakranial kanaması olan hastalarda akut olay sonrasında ilk 3 günde yapılması önerilmez.

o Böbrek ve karaciğer yetmezliği olan hastalarda dikkatli kullanılmalıdır.

**• Göreceli kontraendikasyonlar**

- o Migren (migren hastalarında migren atağını tetikleyebilir).

**• Asetazolamid dozu**

- o Erişkin: 1000 mg yavaş infüzyon.
- o Çocuk: 14 mg/kg.

**• Asetazolamid özellikleri**

- o Asetazolamid bir diüretik olduğu için öncesinde hastaların mesanelerini boşaltması sağlanmalıdır. Postural hipotansiyon gözlenebilir.

o Yan etki olarak hafif vertigo, kulak çınlaması, perioral parestezi ve nadiren bulantı yapabilir. Bu yan etkiler genel olarak kendi kendini sınırlar ve tıbbi müdahale gerektirmez.

o Hastalardan bu uygulamaya yönelik yazılı onam alınmalıdır.

#### • Çalışma protokolü

o Asetazolamid etkisi infüzyondan 15-20 dakika sonra belirgin olur, radyofarmasötik enjeksiyonu bu zaman diliminde yapılmalıdır.

o İki gün protokolü: Asetazolamid ile ve bazal şartlarda alınan görüntüler karşılaştırılır. Önce bazal beyin perfüzyonu yapılırsa perfüzyon defektleri önceden bilinerek asetazolamid uygulamasında bu açıdan dikkatli olunması sağlanabilir. Önce asetazolamid testinin yapılması durumunda da tetkik normal ise bazal çalışma gerekliliği ortadan kalkacaktır.

o **Tek gün protokolü:** Bir günde hem bazal hem de asetazolamid testi ile beyin perfüzyon sintigrafisi yapılır. İkinci görüntüde ilk uygulamanın en az iki katı dozda radyofarmasötik verilmelidir.

#### E2. Epilepsi protokolü

##### • İktal beyin perfüzyon çalışması

o **Hasta hazırlığı:** Epilepsi hastaları video-EEG ünitesinde monitorize edilmeli, hastaların nöbet tipi ve nöbet semiyolojisi belirlenmelidir.

o **Radyofarmasötik:** Tc-99m ECD ya da stabilize Tc-99m HMPAO kullanılması önerilir. HMPAO stabilize olmayan formu iktal beyin perfüzyon çalışmaları için önerilmez.

o **Enjeksiyon:** Hastaya intravenöz damar yolu açılmalı, radyofarmasötik enjektöre çekilmeli ve uygun kurşun enjektör kılıfı içerisinde hasta kolunda hazır bekletilmelidir. Bekleme sırasında hastaların sürekli skalp EEG monitorizasyonu yapılmalıdır. Hasta nöbeti başladığında (klinik ve EEG) radyofarmasötik intravenöz puşe edilmeli ve hasta kaydı alınmaya devam edilmelidir. Radyofarmasötik enjeksiyon zamanı not edilmelidir.

o **Çekim:** Nöbet sonrasında hasta vital bulguları stabilize edildikten sonra hasta nükleer tıp ünitesinde çekim için çağrılır. Post iktal dönemde hastaların kooperasyon sağlaması zor olabileceğinden sağlıklı görüntüleme yapılabilmesi için hasta sedatize edilebilir.

##### • İnteriktal beyin perfüzyon çalışması

o Hasta hazırlığı: En az 2 saat önceden EEG monitorizasyonuna başlanmalı ve enjeksiyon

sonrasına en az 15 dakika monitorizasyona devam edilmelidir.

o Tetkikin iktal beyin perfüzyon çalışması ile birlikte yorumlanması önerilir.

#### F. Görüntü işleme

**F1. Ham görüntülerin değerlendirilmesi:** Ham görüntülerin sinematik gösterimi ve görüntü sinogramı olası hasta hareketi, hedef/zemin aktivite sayımları ve diğer artefaktlar açısından değerlendirilmeli, gerek görülürse çekim tekrarlanmalıdır.

#### F2. Görüntü işleme:

• Tomografik verilerin rekonstrüksiyonu iki yöntemle yapılabilir

o Filtered-backprojection.

o İteratif rekonstrüksiyon (ordered subset expectation maximization, OSEM).

• Görüntüler verteksten başlayarak kafa tabanına kadar serebellumun tamamını içine alacak şekilde işlenmelidir.

• Veri işleme en yüksek piksel rezolüsyonunda yapılmalıdır.

**F3. Filtreleme:** Çoğunlukla Butterworth gibi düşük geçişli filtreler kullanılmalıdır. Uygulanması gereken cut-off ve order değerleri hastaya verilen doza, çekim tipine göre değişebilir. Çoklu görüntülemelerde (iktal/interiktal, asetazolamid/bazal vs.) her iki çalışmanın da aynı filtre ve rekonstrüksiyon yöntemleri ile hazırlanmasına dikkat edilmelidir.

**F4. Atenüasyon (soğurma) düzeltmesi:** Her hastada atenüasyon düzeltmesi uygulanmalıdır. Bu amaçla kullanılan düzeltme yöntemleri:

• Chang homojen düzeltme matrisi kullanılarak (Tc-99m için Chang atenüasyon düzeltme katsayısı ( $\mu=0,12-0,14$  cm<sup>-1</sup>) kullanılarak yapılır. Sınırlar belirlenirken skalp dahil bütün kafatasında doğru sınır belirlemesi yapılmalıdır. Sınırların doğru seçilip seçilmediği kesit görüntülerinde kontrol edilmelidir.

• SPECT-BT'de BT transmisyon verisi kullanılarak her hastaya özel düzeltme yapılabilir.

**F5. Saçılım düzeltmesi:** Daha iyi sinyal/gürültü oranları elde edileceği için saçılma düzeltmesi yapılması önerilir.

**F6. Yeniden formatlama:** En az üç dik düzlemde (x, y ve z düzlemleri) yeniden formatlama yapılması önerilir.

• Transvers kesitlerin anterior komissür-posterior komissürden geçen çizgiye (AC-PC hattı) paralel

olmasına dikkat edilmelidir. Koronal ve sagittal kesitler bu transvers kesitlere dik olacak şekilde alınır.

- Standart kesitlere ek olarak ilgilenilen beyin bölgesinin ayrıntılı değerlendirilebilmesi için (örn: temporal lobların değerlendirilebilmesi için temporal lob uzun aksına paralel görüntüler) farklı kesitler de alınmalıdır.

#### **F7. Semikantitatif analiz:**

- Görsel değerlendirmeyi desteklemek ve bölgesel kan akımı değişimlerini beyinin diğer alanlarındaki kan akımı ile karşılaştırmak için ilgili beyin bölgelerine ilgi alanları çizerek ve bu değerler diğer referans alanları (örn: serebellum) ile karşılaştırılarak semikantitatif analiz yapılabilir.

- Bir hastanın farklı tetkikleri (örn: iktal/interiktal, asetazolamid/bazal ya da tedavi öncesi/sonrası) arasında karşılaştırma yapılırken standart alanlara göre normalize edilmiş verilerin kullanılması önerilir.

### **VI. Yorumlama ve Raporlama**

#### **A. Yorumlama**

##### **A1. Görsel değerlendirme:**

- Elde edilen görüntüler bilgisayar ekranında değerlendirilmelidir. Farklı renk geçişleri içeren görüntü skalaları hatalı yorumlamalara neden olabileceği için görsel değerlendirme sırasında kesitler mutlaka gri skalada da incelenmeli, saptanan bölgesel perfüzyon bozuklukları teyit edilmelidir.

- Görüntüler değerlendirilirken hastaların anatomik görüntüleri (BT ve MRG) de incelenmelidir. Perfüzyon değişimleri ilgili beyin parankimindeki morfolojik değişiklikler (örn: atrofi vs.) bilinerek değerlendirilmelidir.

- Eğer mümkün ise görüntü çakıştırma teknikleri kullanılarak füzyon görüntüleri üzerinden değerlendirme yapılmalıdır.

##### **A2. Objektif değerlendirme:**

- **İlgi alanı analizi:** Hedeflenen beyin korteksine çizilen ilgi alanları karşı hemisferle ve beyin referans alanları ile karşılaştırma yapılmasını sağlar.

- **Spasyal normalizasyon, normal veritabanları ile karşılaştırma:** Normal yaş-uyumlu veri tabanları ile hasta perfüzyon verileri karşılaştırılabilir. Bu değerlendirme normal varyasyonların yanlışlıkla patolojik raporlanmasını engeller. Sağlıklı bir sonuç alınması için karşılaştırılacak veri tabanının eldeki hasta görüntüleri ile aynı radyofarmasötik ile alınmış olması, yaş-uyumlu olması ve aynı kamera sistemi

ve aynı veri işleme parametreleri ile işlenmiş olması gereklidir. Bu amaçla 3-boyutlu yüzey algoritmaları ya da voksel tabanlı istatistiksel haritalama yöntemleri (statistical parametric mapping: SPM) kullanılabilir.

- **SISCOM analizi:** Aynı hastanın birden fazla beyin perfüzyon görüntülerinin (örn: iktal/interiktal, tedavi öncesi/sonrası) (16,17), karşılaştırılmasında kullanılır.

#### **B. Raporlama**

##### **B1. Genel bilgiler:**

- Her bir beyin perfüzyon SPECT raporunda hastaya ait kişisel bilgiler (hasta adı, dosya numarası, doğum tarihi, vs.) bulunmalıdır.

- Tetkiki isteyen doktor adı, bölümü, tetkik tarihi, istenen endikasyon ve varsa kısa hasta öyküsü raporda yer almalıdır.

- Uygulanan radyofarmasötik ve dozu, uygulama şekli ve zamanı, görüntüleme parametreleri, kullanılan kamera tipi, uygulanan ilaçlar (asetazolamid, sedasyon, vs.) ve uygulanan veri işleme ve değerlendirme teknikleri raporda belirtilmelidir.

##### **B2. Bulgular:**

- Beyinde, subkortikal yapılarda ve serebellumda perfüzyon paterni tariflenmelidir. Perfüzyon anomalisi saptandı ise bulgunun yeri ve özelliği açıklanmalıdır. Anatomik, işlevsel ve damarsal yapılar bulguların tanımlanmasında kullanılabilir.

- Görüntü değerlendirmesini olumsuz etkileyebilecek faktörler varsa (hasta hareketi, gecikmiş enjeksiyon, artefakt, vs.) raporda belirtilmelidir.

- Hastanın eski görüntüleri (iktal/interiktal, tedavi öncesi/sonrası gibi) ile ya da gereği halinde başka işlevsel/anatomik görüntülemeler ile (PET, MRG, vs.) ile karşılaştırma yapılmalıdır.

##### **B3. Yorum ve sonuç:**

- Elde edilen bulgular kısa bir şekilde özetlenmeli ve özellikle belirli hastalık paternleri ile uyumlu ise bu bulgular ile ilişkili olabilecek ayırıcı tanımlar verilmelidir.

- Gerek görülen durumlarda izlem ya da başka görüntüleme yöntemleri önerilmelidir.

#### **VII. Hata Kaynakları**

- Beyin aktivasyonu (çekim sırasında kontrol dışı gerçekleşen).

- Artefaktlar (hasta hareketi, kamera hatası, uygun olmayan görüntü işleme teknikleri, vs.).

- Merkezi sinir sistemi kan akımını değiştirebilecek ilaçların kullanımı.

- Normal varyasyonlar.

- Görsel değerlendirme sırasında uygun olmayan kontrastlama, renk skalası kullanımı.

### Kaynaklar

1. Inoue K, Nakagawa M, Goto R, Kinomura S, Sato T, Sato K, Fukuda H. Regional differences between Tc-99m-ECD and Tc-99m-HMPAO SPET in perfusion changes with age and gender in healthy adults. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003;30:1489-1497.
2. Ito H, Inoue K, Goto R, Kinomura S, Taki Y, Okada K, Sato K, Sato T, Kanno I, Fukuda H. Database of normal human cerebral blood flow measured by SPECT: I. Comparison between I-123-IMP, Tc-99m HMPAO, and Tc-99m ECD as referred with O-15 labeled water PET and voxel-based morphometry. *Ann Nucl Med* 2006;20:131-138.
3. Volkan-Salancı B, Ergun EL, Erbaş B. Epilepside SPECT ve PET. *Katkı Pediatri dergisi* 2013;35:473-498.
4. Ueda T, Sakaki S, Yuh WT, Nochide I, Ohta S. Outcome in acute stroke with successful intra-arterial thrombolysis and predictive value of initial single-photon emission-computed tomography. *J Cereb Blood Flow Metab* 1999;19:99-108.
5. Basely M, Ceccaldi M, Boyer L, Mundler O, Guedj E. Distinct patterns of medial temporal impairment in degenerative dementia: a brain SPECT perfusion study in Alzheimer's disease and frontotemporal dementia. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2013;40:932-942.
6. Sinha P, Conrad GR. Scintigraphic confirmation of brain death. *Semin Nucl Med* 2012;42:27-32.
7. Yacubian EM, Marie SK, Valerio RM, Jorge CL, Yamaga L, Buchpiguel CA. Neuroimaging findings in Rasmussen's syndrome. *J Neuroimaging* 1997;7:16-22.
8. Masdeu JC, Van Heertum RL, Abdel-Dayem H. Viral infections of the brain. *J Neuroimaging* 1995;5:40-44.
9. Kao CH, Lan JL, ChangLai SP, Liao KK, Yen RF, Chieng PU. The role of FDG-PET, HMPAO-SPET and MRI in the detection of brain involvement in patients with systemic lupus erythematosus. *Eur J Nucl Med* 1999;26:129-134.
10. Zuckier LS, Sogbein OO. Brain perfusion studies in the evaluation of acute neurologic abnormalities. *Semin Nucl Med* 2013;43:129-138.
11. Hsu JL, Jung TP, Hsu CY, Hsu WC, Chen YK, Duann JR, Wang HC, Makeig S. Regional CBF changes in Parkinson's disease: a correlation with motor dysfunction. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007;34:1458-1466.
12. ICRP: Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. ICRP Publication 106 *Ann ICRP* 38:105-107.
13. ICRP: Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. ICRP Publication 80 1998; 28(3):100.
14. Vagal AS, Leach JL, Fernandez-Ulloa M, Zuccarello M. The acetazolamide challenge: techniques and applications in the evaluation of chronic cerebral ischemia. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30:876-884.
15. Perkeges J. *Nuclear Medicine Instrumentation*, 2nd edition. Burlington: Jones & Barrlet Learning;2013.
16. Farid K, Volpe-Gillot L, Caillat-Vigneron N. Perfusion brain SPECT and Alzheimer disease. *Presse Med* 2010;39:1127-1131.
17. Kaiboriboon K, Lowe VJ, Chantarujiapong SI, Hogan RE. The usefulness of subtraction ictal SPECT coregistered to MRI in single- and dual-headed SPECT cameras in partial epilepsy. *Epilepsia* 2002;43:408-414.