



TNTD, Çocuklarda Radioiyodin MIBG Sintigrafisi Uygulama Kılavuzu 2.0

TSNM, Procedure Guideline for Radioiodinated MIBG Scintigraphy in Children 2.0

Gonca Kara Gedik¹, Tamer Aksoy², Funda Aydın³, Nedim Güldür⁴, Emel Ceylan Günay⁵, Pelin Özcan Kara⁶, Bilge Volkan Salancı⁷, Pınar Özgen Kıratlı⁷

¹Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Konya, Türkiye

²Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

³Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

⁴Dr. Sami Ulus Kadın Doğum ve Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Eğitim Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Ankara, Türkiye

⁵Bilim Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

⁶Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

⁷Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet

Meta-İyodobenzilguanidin (MIBG), bir noradrenalin analogu olup, nöroektodermal kökenli tümörlerin görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Bu kılavuz pediatrik hastalarda, MIBG sintigrafisinin rutin klinik uygulamalarını özetlemektedir.

Anahtar kelimeler: MIBG sintigrafisi, kılavuz, pediatri

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

Abstract

Meta-Iodobenzylguanidine (MIBG), a combination of iodinated benzyl and a guanidine group, is a noradrenaline analogue which enables the imaging of neuroectoderm-derived tumors. This guideline summarizes the MIBG scintigraphy protocol currently used for pediatric patients in the clinical routine.

Key words: MIBG scintigraphy, guideline, pediatrics

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

Amaç

Bu kılavuzun amacı çocuklarda Meta-İyodobenzilguanidin (MIBG) sintigrafisi uygulamaları konusunda nükleer tıp hekimlerine yardımcı olmaktır. MIBG sintigrafisinin endikasyonları, görüntüleme protokolleri ve değerlendirilmesi ile ilgili bilgiler bu kılavuzun kapsamını oluşturmaktadır.

I. Genel Bilgiler ve Tanımlar

MIBG, bir noradrenalin analogu olup, adrenal medulladan kaynaklanan tümörlerin görüntülenmesi amacıyla 1980'li yılların başında geliştirilmiştir (1). I-123 yada I-131 işaretli MIBG, başta nöroblastom ve feokromasitoma olmak üzere nöroektodermal orijinli tümörlerin görüntülenmesi amacıyla kullanılmaktadır (2-6). Bu grup içinde yer alan diğer tümörler,

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Gonca Kara Gedik, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Konya, Türkiye

E-posta: goncakara@yahoo.com

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

paragangliomlar, medüller tiroid karsinomu, karsinoid tümörler, derinin Merkel hücreli tümörleri ve bu tümörlerin metastazları olup, bu tümörlerde de MIBG tutulduğu bilinmektedir (7,8).

MIBG, nöroendokrin kökenli hücelere epinefrin taşıyıcısı aracılığıyla aktif transport mekanizması ile alınmakta ve nörosekretuar granüllerde depolanarak diğer doku hücrelerine kıyasla spesifik bir konsantrasyona ulaşmaktadır.

MIBGI-131 yada I-123 ile işaretlenebilmektedir. I-123, 159 keV'lik enerjisi ile özellikle SPECT görüntülemeye, 360 keV enerjili gama fotonu emisyonu yapan I-131'e göre daha uygundur. Ayrıca I-123 işaretli MIBG ile 24 saat içinde sonuca ulaşılabilen ancak I-131 işaretli MIBG'de, optimum hedef zemin oranının sağlanabilmesi için geç görüntüleme yapılması gerekebilmektedir. Teorik olarak bakıldığında ve klinik deneyimler göz önünde bulundurulduğunda I-123 işaretli ajan tercih edilmesi gereken radyofarmasötik olup, görüntü kalitesi ve düşük radyasyon yükü ile SPECT/BT hibrid sistemlerinde daha doğru anatomik lokalizasyon sunabilmektedir. Ancak, geç görüntülemeye imkan sağlaması ve kolay erişilebilir olması nedeniyle I-131 işaretli MIBG, özellikle erişkin yaş grubunda tercih edilebilmektedir. Ek olarak MIBG tedavisinin planlanmasında, tümördeki tutulumun ve retansiyonun değerlendirilmesi amacıyla I-131 MIBG tercih edilmektedir.

Nöroblastom, çocukluk çağıının en sık görülen solid tümörlerinden biridir. Hastalığın evresi prognoz ve tedavi açısından önemli olduğundan ve hastaların %80'i metastaz (evre 4) ile prezente olduğundan, hastalığın yaygınlığının değerlendirilmesi için tüm lezyonların doğru tanımlanması gerekmektedir (9,10) MIBG sintigrafisinin primer ve sekonder nöroblastomda özgünlüğü %100'e yaklaşmaktadır. Tetkikin lezyon bazında duyarlılığı %80, evreleme bazında ise %90-95 olarak bildirilmektedir (11-14). Yüksek MIBG afinitesi göstermesi nedeniyle I-131 işaretli MIBG nöroblastomun tedavisinde de kullanılabilir (15-17).

Nöroblastomlu hastalarda MIBG sintigrafisi ve kemik sintigrafisinin rolü ile ilgili farklı sonuçlar bulunmaktadır. Tüm lezyonların gösterilmesinde ne MIBG sintigrafisi ne de kemik sintigrafisi tek başına yeterli değildir. Bazı olgularda MIBG negatif sonuçların kemik sintigrafisinde pozitif olduğu,

bazılarında ise MIBG pozitif olanların kemik sintigrafisi ile gösterilemediği bildirilmektedir (18). Bu nedenle başlangıçta her iki incelemenin de yapılması önerilmekte, tedavi sonrası primer tümör ve metastazlarının yanıt değerlendirilmesi amacıyla ise MIBG sintigrafisi önerilmektedir.

II. Klinik Endikasyonlar

a. Onkolojik Endikasyonlar

a1. Tanı, lokalizasyon, nöroendokrin tümör ve metastazlarının evreleme ve tedavi yanıtını değerlendirme:

- Feokromasitoma.
- Nöroblastom.
- Ganglionöroblastoma.
- Ganglionörom.
- Paraganglioma.
- Karsinoid tümörler.
- Medüller tiroid karsinomları.
- Merkel hücreli tümörler.
- MEN2 sendromları.

a2. Yüksek doz MIBG tedavisi öncesi tümör tutulumu ve retansiyon zamanının planlanması amacıyla.

a3: Tedavi yanıtını değerlendirmede MIBG tutulumunun intansitesinin ve fokal MIBG tutulum odaklarının sayısının değerlendirilmesi.

a4: Nöroendokrin kökenli tümörden şüphelenildiğinde konfirmasyon amacıyla.

b. Onkoloji Dışı Endikasyonlar

Adrenal medullanın fonksiyonel değerlendirilmesi (hiperplazi), miyokard, tükürük bezleri ve akciğerlerin sempatik inervasyonunun ve hareket bozukluklarının değerlendirilmesi.

III. Kontrendikasyonları

Pediyatrik yaş grubunda herhangi bir kontrendikasyon bulunmamaktadır.

IV. Prosedür

İstekte bulunan hekim radyoyot işaretli MIBG'nin siklotron ürünü olduğu, dolayısıyla her an elde hazır olmadığı ve maddenin temini için bir süre beklenebileceği konusunda bilgilendirilmelidir. Benzer şekilde, kullanılan radyonüklide göre, enjeksiyondan

sonra görüntüleme için de birkaç gün beklenmesi gerektiği hastanın hekimine açıklanmalıdır.

A. İşlemlerle İlgili Önceki İncelemeler

Hasta ile ilgili klinik bulgu ve biyokimyasal sonuçlar, önceki tedaviler (cerrahi, kemo-ve/veya radyoterapi) ve diğer görüntüleme bulguları hakkında bilgi sağlanmalıdır.

B. Hasta Hazırlığı

Çocuk ve ebeveynleri inceleme hakkında detaylı bilgilendirilmelidir. Tiroid blokajı ve diğer ilaç etkileşimleri açıklanmalıdır. İyi bir hidrasyonun maruz kalınacak radyasyon hasarını azaltacağı unutulmamalıdır.

B1. Enjeksiyona Hazırlık

MIBG enjeksiyonundan 60 dakika önce enjeksiyon yapılacak bölgeye lokal anestezi krem uygulanabilir.

B2. Tiroid Blokajı

Tiroid blokajı çocuklarda erişkinlerden daha radyosensitif olan tiroid bezinin gereksiz yere radyasyona maruz kalmasını engellemek amacıyla uygulanır. Enjeksiyondan bir gün önce başlanır I-123 MIBG için enjeksiyondan sonra 1-2 gün daha ve I-131 MIBG için enjeksiyondan sonra 2-3 gün daha tiroid blokajına devam edilir.

Çocuklarda yaşa göre önerilen tiroid blokaj uygulaması aşağıdaki gibidir:

1 ay-3 yaş arası çocuklarda günde 32 mg potasyum iyodür,

3-13 yaş arası çocuklarda günde 65 mg,

Daha büyük çocuklarda günde 130 mg.

Yenidoğanlarda sadece enjeksiyondan bir gün önce 16 mg potasyum iyodür uygulaması yeterli olmaktadır. Alternatif olarak perklorat (Irenat) ile hızlı blokaj uygulanabilir.

B3. İlaç Etkileşimleri

Pek çok ilaç MIBG'nin hücre içersine alımını ve veziküler depolanmasını etkileyebilir (19). Bu nedenle hastanın kullanmakta olduğu ilaçlar sorgulanmalıdır.

Fenoterol (Berotec), Salbutamol (Ventolin), Terbutalin (Bricanyl) ve Ksilometazolin (Otrivine) içeren nazal damla ve spreyler enjeksiyon ve görüntüleme öncesinde kesilmelidir.

Pediyatrik yaş grubunda nadiren kullanılmakla birlikte bazı kalp ilaçlarının da MIBG ile etkileşimi olduğu akılda bulundurulmalıdır. Pediyatrik yaş grubunda kullanılıp MIBG ile etkileşimde bulunan kalp ilaçları aşağıdadır:

Kalsiyum kanal blokerleri: Nifedipin (Adalat), Nikardipin (Cardene), Amilodipin (Norvasc).

Anjiyotensin konvertan enzim inhibitörleri: Kaptopril (Kaptopril, Kapril), Enalapril (Enapril, Konveril).

Adrenerjik reseptör blokerleri: Labetalol (Trandate), Amiodarone (Cordarone).

Sodyum pompası inhibitörleri: Digoksin (Lanoxin).

B3. Dikkat Edilecek Noktalar

1. Tiroid blokajının tam yapılıp yapılmadığı kontrol edilmelidir.

2. MIBG ile etkileşimi olan ilaçların kullanımı sorgulanmalıdır.

3. MIBG enjeksiyonu yavaş infüzyonla tercihen 5 dakikalık bir sürede yapılmalıdır.

C. Radyofarmasötik

C1. Radyonüklid

İyot-123 (I-123).

İyot-131 (I-131).

C2. Farmasötik

MIBG (Meta-iodobenzilguanidin)

Enerjisinin 159 keV olması, görüntü kalitesi yüksek imajlar vermesi, görüntülemenin kısa sürede sonuçlanması ve radyasyon dozu nedeniyle I-123 işaretli MIBG, I-131 MIBG işaretli MIBG'ye oranla çocuklarda tercih edilmekte ve önerilmektedir. Bununla birlikte I-131 işaretli MIBG maliyetinin düşük oluşu ve daha kolay bulunabilmesi nedeniyle sık kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca I-131 MIBG, MIBG tedavisi planlanan hastalarda tercih edilmektedir.

C3. Uygulama Dozu

I-123 için erişkindeki 400 MBq doz referans kabul edilerek, minimum 80 MBq olacak şekilde hastanın kilosuna göre dozun belirlenmesi önerilmektedir.

I-131 MIBG için ise referans doz 80 MBq olacak şekilde hasta kilosuna göre doz ayarlanmalı ve minimum doz 35 MBq olarak belirlenmelidir (20).

Hastalığın doğru evrelendirilmesinin önceliği ve MIBG tedavisinden elde edilen deneyimler göz önünde bulundurulduğunda, MIBG'nin tanısal duyarlılığının uygulanan aktivitenin miktarı ile doğru orantılı olduğu akılda bulundurulmalıdır.

C4. Enjeksiyon Tekniği

Enjeksiyon periferik bir venden en az 5 dakikada yavaş infüzyon şeklinde uygulanmalıdır. Yavaş enjeksiyon yapıldığı takdirde bulantı, taşikardi, solgunluk ve karın ağrısı gibi yan etkiler nadir olarak izlenmektedir. Santral venöz kataterden

MIBG vermekten kaçınılmalı, zorunlu hallerde ise enjeksiyonun çok daha yavaş yapılmasına özen gösterilmelidir.

C5. Radyasyon Dozu

Uygulanan aktivite miktarı ve çocuğun yaşına bağlı olarak radyasyon dozu değişmektedir. Aşağıdaki tablolarda I-123 ve I-131 MIBG için çeşitli organların maruz kaldığı radyasyon dozları belirtilmiştir (Tablo 1, 2), (21).

D. Görüntüleme Protokolü

Genel olarak çocuklara uygun, rahat edebilecekleri bir atmosfer yaratılması, deneyimli teknisyen ve çalışanların varlığı ile anne-baba desteği çalışmaya

kolaylaştıracaktır. Bu şekilde genellikle sedasyona gerek kalmadığı görülmektedir. Ancak 1-3 yaş arası çocuklarda sedasyona gerek duyulabilmektedir.

D1. Görüntüleme Zamanı

I-123 MIBG kullanıldığında görüntüleme 20-24 saat sonra yapılır. Kırk sekiz saatten geç olmamak şartıyla bazı şüpheli bulguları olan hastalarda geç görüntüleme yapılabilir. I-131 MIBG ile ise, görüntüleme 48 saat sonra yapılmakta ve 3. gün ya da sonrasında tekrarlanabilmektedir.

D2. Kolimatör Seçimi

I-123 ile düşük enerjili, I-131 ile yüksek enerjili kolimatör seçilir.

D3. Hasta Pozisyonu

En iyi görüntü kalitesi hasta kameraya en yakın durumda pozisyonlandığında elde edilmektedir. Dolayısıyla çocuk kolimatöre mümkün olduğunca yaklaştırılarak görüntü alınır.

D4. Görüntüleme Parametreleri

Tüm vücut görüntüleme ve kranyum, toraks, abdomen, pelvis, alt ve üst ekstremitelerden anterior, posterior ve gerekirse lateral projeksiyonlarda spot

Tablo 1. I-123 için uygulanan aktivite başına absorbe olan radyasyon dozu (mGy/MBq)

Organ	Erişkin	15 yaş	5 yaş
Adrenal	0,017	0,022	0,045
Mesane	0,048	0,061	0,084
Kemik yüzeyi	0,011	0,014	0,034
Beyin	0,0047	0,0060	0,016
Meme dokusu	0,0053	0,0068	0,017
Safra kesesi	0,021	0,025	0,0054
Mide	0,0084	0,011	0,030
İnce barsak	0,0084	0,011	0,030
Kolon	0,0086	0,011	0,029
Miyokard	0,018	0,024	0,055
Böbrekler	0,014	0,017	0,036
Karaciğer	0,067	0,087	0,18
Akciğer	0,016	0,023	0,049
Kas dokusu	0,0066	0,0084	0,020
Özofagus	0,0068	0,0088	0,021
Overler	0,0082	0,011	0,025
Pankreas	0,013	0,017	0,042
Kırmızı kemik iliği	0,0064	0,0079	0,018
Cilt	0,0042	0,0051	0,013
Dalak	0,020	0,028	0,066
Testisler	0,0057	0,0075	0,018
Timus	0,0068	0,0088	0,021
Tiroid	0,0056	0,0073	0,019
Uterus	0,010	0,013	0,029
Diğer organlar	0,0067	0,0085	0,020
Efektif doz (mSv /MBq)	0,013	0,017	0,037

Tablo 2. I-131 MIBG için uygulanan aktivite başına absorbe olan radyasyon dozu (mGy/MBq)

Organ	Erişkin	15 yaş	5 yaş
Adrenal	0,17	0,23	0,45
Mesane	0,59	0,73	1,70
Kemik yüzeyi	0,061	0,072	0,18
Meme dokusu	0,069	0,069	0,18
İnce barsak	0,074	0,091	0,24
Mide	0,077	0,093	0,25
Miyokard	0,072	0,091	0,20
Böbrekler	0,12	0,14	0,30
Karaciğer	0,83	1,10	2,40
Akciğerler	0,19	0,28	0,60
Tükrük bezleri	0,23	0,28	0,51
Overler	0,066	0,088	0,23
Pankreas	0,10	0,13	0,32
Kırmızı kemik iliği	0,067	0,083	0,19
Dalak	0,49	0,69	1,70
Tiroid	0,050	0,065	0,18
Uterus	0,080	0,10	0,26
Diğer organlar	0,062	0,075	0,19
Efektif doz (mSv/MBq)	0,14	0,19	0,43

görüntüler alınır. Görüntüleme kemik sintigrafisinde olduğu gibi dizler birleşik, ayak parmakları içe dönük ve ayak bilekleri görüntü alanına girecek şekilde yapılmalıdır.

D5. Akuzisyon Parametreleri

Statik görüntüler: I-131 MIBG ile görüntüleme yapıldığında >150,000 sayım olacak şekilde baş-boyun, toraks, abdomen, pelvis, üst ve alt ekstremitelerden spot görüntüler alınmalıdır. I-123 MIBG ile görüntüleme yapıldığında ise ise 500,000 sayım ya da 10 dakikalık, baş-boyun, toraks, abdomen, pelvis, üst ve alt ekstremitelerden spot görüntüler alınmalıdır.

2 mm'lik piksel boyutu için 256x256 matris ya da zoom uygulaması ile birlikte 128x128 matris seçilmelidir.

Tüm vücut görüntüleme: I-131 MIBG ile görüntüleme yapıldığında; 4 cm/dk hızla anterior ve posterior görüntüleme yapılmalıdır. I-123 MIBG ile görüntüleme yapıldığında 5 cm/dk hızla anterior ve posterior görüntüleme yapılmalıdır.

D6. Opsiyonel Uygulamalar

MIBG'nin tümör tutulumu ile renal pelvisteki aktivite retansiyonunun ayrımının yapılması gerektiği durumlarda diüretik uygulaması ya da böbrek sınırlarının belirlenmesi amacıyla MAG3/DTPA'dan yararlanır. Mesane aktivitesi, pelvik nöroblastomlarda bile sorun yaratmamakla birlikte bazı olgularda mesanenin kataterize edilmesi gerekebilir. Koopere çocuklarda görüntüleme öncesi işeme ile mesanenin boşaltılması gerekmektedir.

SPECT görüntüleme: MIBG tutulumunun net lokalizasyonunun belirlenmesi amacıyla SPECT görüntüleme faydalı olabilir. Abdomende karaciğere ya da mesaneye yakın yerleşimli lezyonların değerlendirilmesinde SPECT ek katkı sağlamaktadır. SPECT'in yararlılığı çocuğun çekim esnasındaki durumuna ve mevcut donanımının özelliklerine göre değişmektedir.

Genel olarak SPECT görüntüleme 120 projeksiyon, 3 derece açısız örnekleme, devamlı ya da "step and shoot" modu, her bir görüntü 25-35 saniye olacak şekilde, 128x128 matriste gerçekleştirilmelidir. Koopere olamayan hastalarda 6 derece açısız örnekleme, ya da 64x64 matris seçilebilir.

E. Görüntü İşleme

Planar görüntüleme görüntü işleme gerekmemektedir. SPECT görüntüleme yapıldı ise, görüntü kalitesinin daha iyi olması nedeniyle, iteratif rekonstrüksiyon, filtreli geri projeksiyon yerine tercih edilmelidir.

F. Film Çıktısı

Gri skala film çıktıları elde edilir.

G. Değerlendirme/Raporlama/Tuzaklar

G1. Değerlendirme Kriterleri

MIBG sintigrafisini değerlendirirken aşağıdaki noktalar dikkate alınmalıdır:

Hastanın klinik bilgisi.

Eşlik eden semptomlar.

Tutulum intansitesi (MIBG tutulumu hem benign hem de malign tümörlerde izlenmektedir).

Önceden yapılmış olan biyokimyasal, klinik ve morfolojik incelemelerle klinik korelasyon.

Yanlış negatiflik nedenleri (lezyon boyutu, tümör biyolojisi, malign lezyonları maskeleyebilecek fizyolojik tutulumlar, ilaç etkileşimleri vb.).

Yanlış pozitiflik nedenleri (artefaktlar, fizyolojik proseslerin neden olduğu tutulumlar, benign tutulumlar vb.).

MIBG sintigrafisi değerlendirirken yanlış yoruma sebebiyet vermemek için normal biyodağılımın bilinmesi önemlidir. MIBG'nin değişik organlardaki tutulumu katekolamin ekskresyonu ve/veya adrenaljik inervasyona bağlıdır (1). İntravenöz enjeksiyonun ardından maddenin %50'si ilk 24 saatte idrarla atılır. Bu nedenle mesane ve üriner sistemde yoğun tutulum görülebilir. MIBG normal olarak karaciğer tarafından tutulur, ayrıca dalak, akciğerler, tükrük bezleri, iskelet kası ve miyokarda MIBG tutulumu görülebilir (22). I-123 MIBG ile hastaların %75'inde normal adrenaller izlenebilir. I-131 MIBG ile hastaların %15'inde 48-72 saat görüntüleme adrenallerde düşük düzeyde tutulum izlenebilir. Değişken düzeyde nazal mukoza, safra kesesi, kolon ve uterus MIBG tutulumu görülebilir. Bir yaş altındaki çocuklarda miyokarda yoğun tutulum izlenebilir. Serbest iyota bağlı sindirim sistemi ve yeterli kadar bloke edilmediyse tiroid bezinde tutulum görülebilir. Ekstremitelerde düşük düzeyde musküler aktivite izlenebilir. Çocuklarda kahverengi yağ dokusu genelde simetrik olarak trapezius kası boyunca görülür ancak her iki akciğerin üst kesiminden diyaframa kadar vertebral kolon boyunca da kahverengi yağ dokusuna ait tutulum izlenebilir.

G2. Patolojik Tutulumlar

Primer tümör ve tümörün lenf nodu, karaciğer, kemik ve kemik iliği metastazlarında MIBG patolojik

tutulmaları izlenir. İskelet sistemindeki fokal ya da difüz tutulumlar kemik iliği infiltrasyonu ve/veya kemik metastazlarını gösterir. Benign ve malign tümörlerde MIBG tutulum intansitesi aynı olabilir. Benzer şekilde nöroblastomun maturasyonu ile MIBG'nin tutulum intansitesinde herhangi bir değişiklik izlenmeyebilir.

G3. Hata Kaynakları

MIBG'nin fizyolojik biyodağılımı ve kinetiği hakkında yetersiz bilgiye sahip olmak.

Sintigrafik rezolüsyon sınırının altında kalan küçük lezyonlar.

Yetersiz hasta hazırlığı (örn. görüntüleme öncesi mesanenin boşaltılmaması pelvik görüntülerin doğru değerlendirilememesine neden olur).

Yoğun fizyolojik ya da patolojik tutulum odaklarına yakın yerleşimli olan lezyonlar.

MIBG tutulumu göstermeyen tümörler (örn. diferansiyasyonda değişiklik, nekroz, etkileşimde bulunan ilaçlar, granül yokluğu, vb.).

Hasta hareketi.

Fokal artmış fizyolojik tutulumlar (üriner sistem ya da barsak aktivitesi).

Tiroid aktivitesi (yetersiz blokaj durumlarında).

İdrar ya da diğer eksternal kontaminasyonlar (tükrük sekresyonu).

H. Kalite Kontrol

MIBG çekimleri uzun süreli tetkikler olduğundan ve bu süre içinde çocuk hareket edebileceğinden hasta klinikten ayrılmadan önce görüntüler artefakt yönünden kontrol edilmelidir.

I. Raporlama

MIBG sintigrafisinin raporunda belirtilmesi gerekenler aşağıdadır:

MIBG dağılımının fizyolojik olup olmadığı.

Tüm patolojik tutulum alanları (intansite, sayı ve lokasyon, gerekliyse zaman içerisindeki MIBG retansiyonu).

Karşılaştırılmalı analiz: Bulgular önceki diğer klinik ve diğer incelemelerle karşılaştırılmalıdır).

Yorumlama: Mümkünse malign lezyon ile ilgili net tanı verilmeli ve ayırıcı tanı yapılmalı, sintigrafinin doğruluğunu sınırlayabilecek faktörlerle ilgili görüş belirtilmelidir.

Kaynaklar

1. Nakajo M, Shapiro B, Copp J, Kalff V, Gross MD, Sisson JC, Beierwaltes WH. The normal and abnormal distribution of the adrenomedullary imaging agent m-I123-iodobenzylguanidine (I-123 MIBG) in man: evaluation by scintigraphy. J Nucl Med 1983;24:672-682.
2. Shapiro B, Copp JC, Sisson JC, Eyre PL, Wallis J, Beierwaltes WH. Iodine-131 metaiodobenzylguanidine for the locating of suspected pheochromocytoma: experience in 400 cases. J Nucl Med 1985;26:576-585.
3. Sisson JC, Shulkin BL. Nuclear medicine imaging of pheochromocytoma and neuroblastoma. Q J Nucl Med 1999;43:217-223.
4. Leung A, Shapiro B, Hattner R, Kim E, de Kraker J, Ghazzar N, Hartmann O, Hoefnagel CA, Jamadar DA, Kloos R, Lizotte P, Lumbroso J, Rufini V, Shulkin BL, Sisson JC, Thein A, Troncione L. Specificity of radioiodinated MIBG for neural crest tumors in childhood. J Nucl Med 1997;38:1352-1357.
5. Khafagi FA, Shapiro B, Fischer M, Sisson JC, Hutchinson R, Beierwaltes WH. Pheochromocytoma and functioning paraganglioma in childhood and adolescence: role of iodine 131I-metaiodobenzylguanidine. Eur J Nucl Med 1991;18:191-198.
6. Shulkin BL, Shapiro B. Current concepts on the diagnostic use of MIBG in children. J Nucl Med 1998;39:679-688.
7. Wieland DM, Wu J, Brown LE, Mangner TJ, Swanson DP, Beierwaltes WH. Radiolabeled adrenergic neuron-blocking agents: adrenomedullary imaging with I-131 iodobenzylguanidine. J Nucl Med 1980;21:349-353.
8. Khafagi FA, Shapiro B, Gross MD. The adrenal gland. In: Maisey MN, Britton KE, Gilday DL eds. Clinical Nuclear Medicine. London: Chapman&Hall, 1989:271-291.
9. Kinnier-Wilson LM, Draper GJ. Neuroblastoma, its natural history and prognosis: a study of 487 cases. Br Med J 1974;3:301-307.
10. Young JL Jr, Ries LG, Silverberg E, Horm JW, Miller RW. Cancer incidence, survival, and mortality for children younger than age 15 years. Cancer 1986;58:598-602.
11. Jacobs A, Delree M, Desprechins B, Otten J, Ferster A, Jonckheer MH, Mertens J, Ham HR, Piepsz A. Consolidating role of I-131 MIBG-scintigraphy in childhood neuroblastoma: five years of clinical experience. Pediatr Radiol 1990;20:157-159.
12. Gelfand MJ. Meta-iodobenzylguanidine in children. Semin Nucl Med 1993;23:231-242.
13. Lumbroso JD, Guermazi F, Hartmann O, Coornaert S, Rabarison Y, Leclère JG, Couanet D, Bayle C, Caillaud JM, Lemerle J, et al. Meta-iodobenzylguanidine (mIBG) scans in neuroblastoma: sensitivity and specificity, a review of 115 scans. Prog Clin Biol Res 1998;271:689-705.

14. Parisi MT, Greene MK, Dykes TM, Moraldo TV, Sandler ED, Hattner RS. Efficacy of metaiodobenzylguanidine as a scintigraphic agent for the detection of neuroblastoma. *Invest Radiol* 1992;27:768-773.
15. Hoefnagel CA, De Kraker J, Valdes Olmos RA, Voute PE. 131I-MIBG as a first line treatment in advanced neuroblastoma. *Q J Nucl Med* 1995;39:61-64.
16. Lumbroso J, Hartmann O, Schlumberger M. Therapeutic use of 131I-metaiodobenzylguanidine in neuroblastoma: a phase II study in 26 patients. "Societe Francaise d'Oncologie Pediatrique" and Nuclear Medicine Co-investigators. *J Nucl Biol Med* 1991;35:220-223.
17. Mairs RJ. Neuroblastoma therapy using radiolabelled 131I metaiodobenzylguanidine 131I-MIBG in combination with other agents. *Eur J Cancer* 1999;35:1171-1173.
18. Gordon I, Peters AM, Gutman A, Morony S, Dicks-Mireaux C, Pritchard J. Skeletal assesment in neuroblastoma-the pitfalls of iodine-123-MIBG scans. *J Nucl Med* 1990;31:129-134.
19. Solanki KK, Bomanji J, Moyes J, Mather SJ, Trainer PJ, Britton KE. A pharmacological guide to medicines which interfere with the biodistribution of radiolabelled meta-iodobenzylguanidine (MIBG) *Nucl Med Commun* 1992;13:513-521.
20. Olivier P, Colarinha P, Fettich J, Fischer S, Frökier J, Giammarile F, Gordon I, Hahn K, Kabasakal L, Mann M, Mitjavila M, Piepsz A, Porn U, Sixt R, van Velzen J. Guidelines for radioiodinated MIBG scintigraphy in children. *Eur J Nucl Med Mol* 2003;30:45-50.
21. Bombardieri E, Giammarile F, Aktolun C, Baum RP, Bischof Delaloye A, Maffioli L, Moncayo R, Mortelmans L, Pepe G, Reske SN, Castellani MR, Chiti A; European Association for Nuclear Medicine. 131I/I-123metaiodobenzylguanidine (MIBG) scintigraphy: procedure guidelines for tumor imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37:2436-2446.
22. Bonnin F, Lumbroso J, Tenenbaum F, Hartmann O, Parmentier C. Refining interpretation of MIBG scans in children. *J Nucl Med* 1994;35:803-810.