



Gastrointestinal Sistem Kanama Yeri Tayini ve Meckel Divertikülü Görüntülemesi

Determination of Gastrointestinal System Bleeding Site and Imaging of Meckel's Diverticulum

© Ecenur Dursun, © Elgin Özkan

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

Öz

Gastrointestinal kanamanın kendiliğinden durmadığı hastalarda kanama odağının belirlenmesi ve kanamanın durdurulması için müdahale gerekmektedir. Tc-99m ile işaretli eritrositler ile yapılan gastrointestinal kanama sintigrafisi gastrointestinal kanamaların teşhisi ve yönetimi için invaziv olmayan bir görüntüleme seçeneğidir. Pozitif sintigrafi, artan hastane morbidite ve mortalitesinin habercisi iken, negatif sintigrafi iyi klinik gidiş ile koreledir. Böylece sintigrafi tedavi stratejisinin belirlenmesi ve risk sınıflandırmasına yardımcı olur. Bu derleme, gastrointestinal kanama sintigrafisi endikasyonlarını, eritrositlerin radyoaktif işaretlenme yöntemlerini, görüntü yorumlamayı, gastrointestinal kanamayı değerlendirmek için tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi/bilgisayarlı tomografi kullanımını ve Meckel divertikül görüntülemesini gözden geçirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gastrointestinal sistem, kanama, teknesyum-99m, Meckel

Abstract

In patients whose gastrointestinal bleedings does not stop spontaneously, intervention is required to determine the bleedings focus and to stop the hemorrhage. Gastrointestinal bleedings scintigraphy with Tc-99m labeled erythrocytes is a non-invasive imaging option for the diagnosis and management of gastrointestinal bleedings. Positive scintigraphy is a harbinger of increased hospital morbidity and mortality, while negative scintigraphy correlates with good clinical outcome. Thus, scintigraphy helps in determining the treatment strategy and risk stratification. This article reviews indications for gastrointestinal bleeding scintigraphy, methods of radiolabeling of erythrocytes, image interpretation, use of single photon emission computerized tomography/computerized tomography to evaluate gastrointestinal bleeding, and Meckel diverticulum imaging.

Keywords: Gastrointestinal system, bleedings, technetium-99m, Meckel

Giriş

Gastrointestinal sistemde (GİS) kanama varlığının değerlendirilmesinde önemli başlangıç basamağı kanama odağının Treitz ligamenti proksimalı veya distalinde olup olmadığının, yani üst ya da alt GİS kanama tanımının yapılmasıdır. Üst GİS kanama, alt GİS kanamadan daha sıktır ve 2-3 kat artmış mortalite oranına sahiptir (1). En sık nedenleri özofagus varisleri, gastrit ve peptik ülserlerdir. Alt GİS kanama ise akut

gastrointestinal hemoraji ile gelen tüm olguların yaklaşık %20'sini oluşturur. Yaklaşık %4 oranında mortaliteye sahiptir (2). %85'i kendiliğinden dururken, geri kalan %15'i girişimsel müdahalelerden fayda görür (3). Alt GİS kanamanın en sık sebepleri divertiküler hastalık ve başlıca çekum ve sağ kolon kaynaklı anjiyodisplazilerdir (2). Üst GİS kanamaları, üstün tanısal etkinliği nedeniyle sıklıkla endoskopi ile saptanabilirken, alt GİS kanamadan şüpheleniliyorsa veya bir üst GİS kanama kaynağı dışlanmışsa, tanısal değerlendirmede bir sonraki adım

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Doç. Dr. Elgin Özkan, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi; Cebeci Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: ozkanelgin@ankara.edu.tr **ORCID ID:** orcid.org/0000-0001-8543-0744

©Telif Hakkı 2022 Türkiye Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

olarak sintigrafi yapılabilir. Üst ve alt GİS kanama için farklı klinik yaklaşım prosedürleri gerekmesi nedeniyle, kanama odağının belirlenmesi önemlidir ancak bunun klinik olarak ayırt edilmesi zor olabilmektedir. Örneğin; üst GİS kanama, genellikle hematemez veya meleno ile kendini gösterirken, asendan kolon kanamalarında da meleno olabilir. Yine hematokezya çoğunlukla alt GİS kanamadan kaynaklanırken, aktif bir üst kanama da benzer tabloya yol açabilir. İnvaziv olmayan görüntüleme ve diğer testler klinisyene uygun tedaviyi belirlemede yardımcı olabilir (4).

GİS kanamada kullanılan girişimsel ve girişimsel olmayan tanı yöntemleri arasında; endoskopi, baryumlu radyolojik tetkikler, sintigrafi ve anjiyografi yer almaktadır. Bilgisayarlı tomografi (BT) ile yapılan anjiyografi, daha kolay ulaşılabilmesi ve yüksek rezolüsyonu nedeniyle radyonüklid çalışmaya alternatiftir. Bununla birlikte, kanamanın genellikle aralıklı olması ve hastanın işlem sırasında aktif olarak kanaması olup olmadığından klinik olarak emin olunamaması nedeniyle başarı şansı kısıtlıdır. Buna karşın, GİS kanama sintigrafisi dinamik görüntüler ve 24. saate kadar sürebilen takip görüntüleri ile aralıklı kanamayı tespit edebilir. Böylece tedavi stratejisinin belirlenmesi ve risk sınıflandırmasına yardımcı olur (5). Pozitif sintigrafi, artan hastane morbidite ve mortalitesinin habercisi iken, transfüzyon veya cerrahi gibi daha agresif girişim gerektiren rölatif olarak yüksek riskli popülasyonun belirlenmesine yardımcı olur. Tersine, negatif sintigrafi iyi klinik gidiş ile koreledir. Aktif olarak kanamayan, oldukça düşük volümlü veya yavaş hızlı ve muhtemelen kanamanın spontan olarak durduğu hastaların saptanmasında rol oynayabilir. Böylece, agresif girişimleri önleyerek hem morbidite hem de mortalitede azalmaya yol açabilir (6). GİS kanama sintigrafisi, hızlı, kolay uygulanabilir, minimal risk ve düşük radyasyon maruziyeti özelliği ve hastanın konforu açısından değerlendirildiğinde yüksek duyarlılığa sahiptir.

Bu derleme, gastrointestinal kanama sintigrafisi endikasyonlarını, eritrositlerin radyoaktif işaretlenme yöntemlerini, görüntü yorumlamayı, gastrointestinal kanamayı değerlendirmek için tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi/BT kullanımını ve Meckel divertikül görüntülemesini gözden geçirmektedir.

Endikasyonlar

GİS kanama sintigrafisinin en yaygın endikasyonu, özellikle alt GİS kaynaklı kanamanın tespittir. Sintigrafi genel olarak 0,05-0,2 mL/dk hızındaki kanamayı tespit

edebilir (7,8). Bununla birlikte aralıklı ve mikroskopik düşük hacimli kanamalar, sintigrafik saptama sınırının altındadır. Bazı araştırmacılar daha düşük oranlar belirtse de sintigrafinin genel duyarlılığı %93, özgüllüğü %95 olarak bildirilmiştir (9,10). GİS kanama sintigrafisi, kronik okkült kanamalar için tercih edilmemelidir. GİS kanama sintigrafisinin diğer endikasyonları; risk sınıflaması, zamanında tanısız anjiyografiye yönlendirmek ve anjiyografik girişim veya cerrahi planlamaya yardımcı olmak olarak sıralanabilir.

GİS kanama sintigrafisi güvenli bir prosedürdür. Radyasyon maruziyeti nedeniyle gebelik kontrendikedir. Emziren hastalarda emzirmeye 12 saat ara verilmelidir (11).

Tetkik Öncesi Hazırlık

Hastanın tetkikten bir gece önce aç olması, bağırsakların boşaltılması ve damar yolunun açılması tercih edilir. Sintigrafi öncesi iyi bir anamnez almak ve hastanın semptomları hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Hastanın daha önce herhangi bir bağırsak ya da karın operasyonu geçirip geçirmediği ve ameliyatın yakın zamanda olup olmadığı not edilmelidir. Yine yakın zamanda çekilen baryumlu grafi, sintigrafik yorumlamayı olumsuz yönde etkileyeceği için, sorgulanmalıdır. Hastanın kullandığı ilaçları bilmek, özellikle işaretlemenin ideal olmadığı durumları açıklamaya yardımcı olabilir.

Tablo 1. İşaretleme kalitesinde bozulmaya sebep olabilecek ilaçlar ve maddeler

Sebep	Mekanizma
Metildopa	Kalay iyonunun oksidasyonu; reduksiyonda azalma
Hidralazin	Kalay iyonunun oksidasyonu; reduksiyonda azalma
Kinin	RBC'ye karşı olası antikor
Doksorubisin	İlaç konsantrasyonu ile orantılı olarak düşük etiketleme verimliliği
İyotlu kontrast madde	Kalay reduksiyonunda azalma; Tc-99m bağlanmasının değiştirilmesi
Çikolata	Bilinmiyor
Heparin	Kalay iyonu varlığında Tc-99m-perteknetat ile komplekslerin oluşumu, renal ekskresyona neden olur
Fazla/az kalay iyonu	Tc-99m-perteknetat indirgememesinin değiştirilmesi
Kan transfüzyonu	Bilinmiyor

İşaretleme verimini olumsuz yönde etkileyebilen nedenler Tablo 1’de listelenmiştir (12,13,14,15,16,17,18).

Radyofarmasötikler

GİS kanama sintigrafisinde, Teknesyum-99m (Tc-99m) işaretli eritrositler ve Tc-99m işaretli sülfür kolloidler (SK) kullanılır (7,19). Tc-99m işaretli SK, ilk 3-8 dakikada normal retiküloendotelial sistem (karaciğer, dalak ve kemik iliği) tarafından tutularak hızla dolaşımdan uzaklaştırılırken, kanama olması durumunda damar dışına çıkacağından aktivite abdomende görünür hale gelir. Radyofarmasötik enjeksiyonu sırasında aktif kanama olması durumunda en hassas yöntemlerden birisidir. İlk 30 dakika içerisinde anormal bir aktivite görülmezse test negatif olarak kabul edilebilir. Dezavantajı ise kısa görüntüleme süresi (20-30 dakika) nedeniyle özellikle aralıklı GİS kanamalarında testin duyarlılığının düşük olmasıdır. Ayrıca karaciğer ve dalaktaki yüksek zemin aktivite bu organlar çevresinden kaynaklanabilecek gastrointestinal kanamaları gizleyebilir. Bu nedenlerle, birçok çalışma Tc-99m işaretli eritrositlerin daha üstün olduğunu göstermiştir. Tc-99m işaretli eritrositler, uzun intravasküler yarı ömürleri nedeniyle, özellikle aralıklı kanamaların tespiti için avantaj sağlarlar (9,10,20).

Tc-99m ile eritrositleri işaretleme için 3 yolu vardır: *in vivo* yöntemde, 1 mg kalay pirofosfat enjekte edildikten sonra 555-1110 MBq Tc-99m-perteknetat intravenöz olarak enjekte edilir. Verimliliği %75 ile %80 arasında değişmektedir. Tavsiye edilmemekle birlikte kan ürünü almak istemeyen hastalarda kullanılabilir. Modifiye *in vivo* yöntemde, kalay pirofosfatın intravenöz enjeksiyonu ile *in vivo* yöntemde benzer şekilde başlar, daha sonra 3-5 mL kan hastadan alınır ve 555-1110 MBq Tc-99m-perteknetat ve az miktarda antikoagülan içeren kurşun korumalı enjektöre çekilir. Enjektör hafifçe çalkalanır, ardından hastaya yeniden enjekte edilir. Bu yöntemde verimlilik %85 ile %90 civarındadır. *In vitro* yöntemde, hastadan kan alınır ve kalay pirofosfat içeren bir şişeye eklenir, daha sonra herhangi bir hücre dışı kalay iyonunu oksitlemek ve böylece Tc-99m-perteknetatın hücre dışı indirgenmesini önlemek için sodyum hipoklorit eklenir ve sitrat tamponu ile karıştırılır. 555-1110 MBq Tc-99m-perteknetat karışıma eklenerek inkübe edilir ve hastaya enjekte edilir. Bu yöntem, hedef-arka plan oranını iyileştiren ve serbest perteknetatın sonuçların yorumlanmasına müdahale etme olasılığını azaltan en yüksek işaretleme verimliliğine (>%97) sahiptir. Bu yöntemin tek dezavantajı, modifiye edilmiş *in vivo* yöntemde göre daha maliyetli olmasıdır (12,21). Her üç yöntemin ortak yanı; kalay iyonu, Tc-99m-perteknetatı

redükte ederek hemoglobinin beta globulin zincirlerine bağlanmasını sağlar.

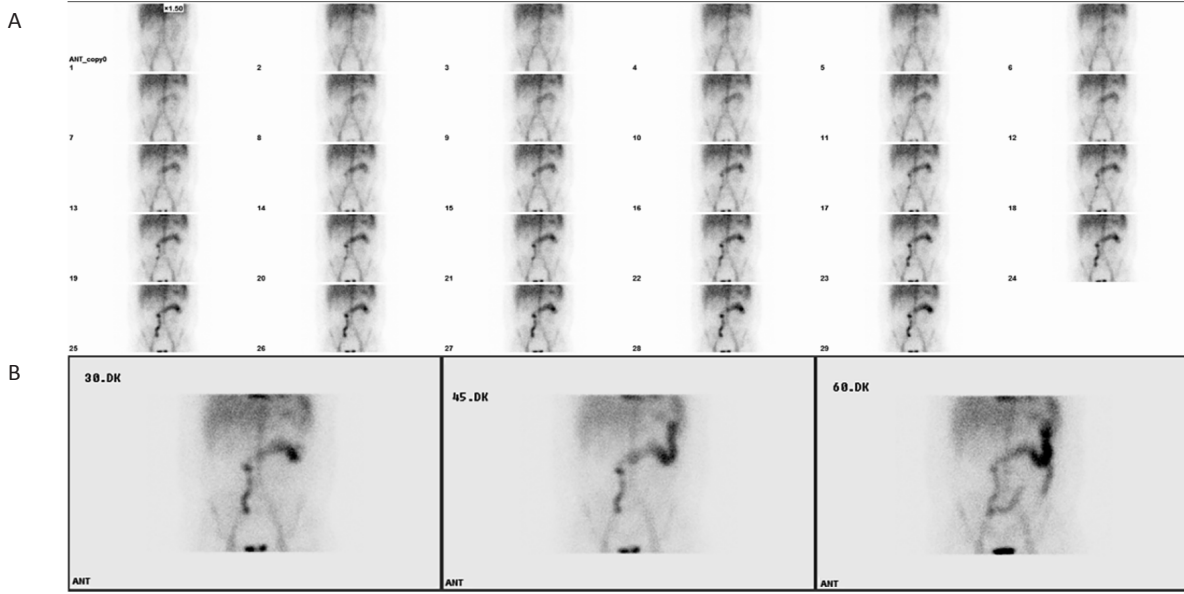
Görüntüleme Protokolü

GİS kanama sintigrafisi için önerilen radyofarmasötik dozu yetişkinler için 15-30 mCi, çocuklar için 2,16-21,2 mCi’dir (79-784 MBq) (EANM pediatrik dozaj kartına göre) (4,11,22,23). Görüntüleme için düşük enerjili genel amaçlı veya düşük enerjili yüksek rezolüsyonlu paralel delikli kolimatörler kullanılır. Hasta supin pozisyonda görüntüleme masasına yatırıldıktan sonra abdomen ve pelvisin görüntü alanına girmesi sağlanır. Hastaya kamera altında radyoaktivite enjekte edildikten sonra 128x128 matrisli tercihen çift başlıklı gama kamera kullanılarak görüntüleme elde edilir. Dinamik görüntüler genellikle 10-20 sn aralıklar ile alınır. Kanama odağı tespit edilmediği takdirde, minimum 60 dakikalık ilk görüntüleme tavsiye edilir (24,25,26,27). Statik görüntüler için 500.000 sayımlık anterior görüntü ve gerekli görülürse lateral ve posteriordan görüntüler eklenir. Kanama tespit edildikten sonra görüntüleme sonlandırılabilir. Tarama süresi standardize edilmemiştir, ancak kolonda olası bir intermitan kanamayı tespit edebilecek kadar uzun olmalıdır. Bazı çalışmalar 1-2 saatin optimal (28,29) olacağını gösterse de, 1-4 saatlik bir görüntüleme aralığı daha uygundur (11). Tc-99m işaretli SK ile yapılan görüntülemelerde ise radyoaktivite enjeksiyonunu takiben 20-30 dakika süresince 1-2 dakika aralıklarla seri dinamik görüntüleme yapılır.

İşaretleli eritrositler ile yapılan GİS kanama sintigrafisinin önemli bir kısıtlılığı, kanama bölgesinin kesin lokalizasyonu için yeterli bilgi sağlayamamasıdır. Fonksiyonel tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (SPECT) verilerini yazılım programları aracılığıyla BT görüntüleri ile birleştirerek ya da direkt SPECT/BT kameraları kullanarak bu kısıtlılığın üstesinden gelinebilir. Hibrid görüntülemenin kontrast rezolüsyonunu artırarak, lokalize edilmesi zor kanama bölgelerinin tespitinde yararlı olduğu bildirilmiştir (30,31,32,33,34). SPECT veya SPECT/BT kanama bölgesi lokalizasyonunun saptanmasında duyarlılığı ve özgüllüğü artırır (35).

Görüntülerin Değerlendirilmesi

Kardiyak kan havuzu, vasküler kompartman, karaciğer, dalak ve penil dolaşım Tc-99m işaretli eritrositlerin normal fizyolojik dağılım alanlarıdır. Serbest Tc-99m-perteknetata bağlı mesanede az miktarda aktivite görülebilir. Sintigrafik olarak GİS kanamasının tespit edilebilmesi için aktif kanama olmalı ve kanama



Şekil 1. Gastrointestinal kanama için pozitif sintigrafik bulgular. A) Dinamik görüntüler B) Anterior statik takip görüntüleri

göstergesi olarak 4 kriterin karşılanması gereklidir (12). Bunlar, daha önce aktivite tutulumu olmayan bir bölgede ekstrasvasküler aktivite odağının görünür hale gelmesi, zamanla bu alanda aktivite yoğunluğunun artması, anterograd veya retrograd olarak hareket etmesi ve bağırsak segmenti trasesine uymasındır (Şekil 1A, B). Kanama odağı belirlerken, ana besleyici damarlar ve bunların anatomisi hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Abdomendeki ana besleyici damarlar, embriyolojik olarak ön, orta ve arka bağırsakları perfüze eder. GİS kanama sintigrafisinde ön bağırsakta mide ve duodenumun ikinci kısmı görünür. Bu alanı sol gastrik arter, ana hepatik arter ve splenik arterden oluşan çölyak trunkus besler. Orta bağırsak, duodonal papilladan transvers kolon büyük kısmına kadar superior mezenterik arter tarafından perfüze edilir. Superior mezenterik arterin dalları arasında, inferior pankreatikoduodonal arter, intestinal arterler, iliokolik arter, sağ kolik arter ve orta kolik arter yer alır. Arka bağırsak, transvers kolonun geri kalan kısmından anal kanal proksimaline kadar inferior mezenterik arter tarafından beslenir. Inferior mezenterik arterin dalları arasında sol kolik arter, sigmoid dalları ve superior rektal arter yer alır (12,36). Ana arteriyel dağılım lokalizasyonu, anjiyografik girişimi planlamaya yardımcı olur (4).

İşaretleme verimini etkileyen ilaçlar (Tablo 1), eritrosit işaretleme tekniğinin kötü olması ve benzeri nedenler kan havuzunda serbest Tc-99m-perteknetat miktarını artırır. Bu da GİS kanamayı taklit eden artefaktlara neden olur. Serbest Tc-99m-perteknetat, tükrük bezi ve/

veya mide salgısı nedeniyle üst GİS'de görülebilir. Yine üreter ve mesanede fizyolojik aktivite GİS aktivitesi ile karıştırılabilir. Penil aktivite rektal kanama ile karıştırılabilir. Tüm bunların üstesinden gelebilmek için lateral görüntüler ya da SPECT/BT görüntüleri ayırıcı yardımcı olabilir. Serbest Tc-99m-perteknetat varlığını dışlamak için boyundan statik görüntüleme yapılmalıdır. Ekzojen tiroid hormonu kullanan veya daha önce I-131 sodyum iyodür veya tiroid süpresyonu ile tedavi edilen olgularda, serbest Tc-99m-perteknetat olmasına rağmen tiroid bezi görünür hale gelmeyebilir. Benzer şekilde tükrük bezi aktivitesini etkileyen birtakım ilaçlar ve klinik durumlar (antihistaminikler, antipsikotikler, kemoterapi, Sjögren sendromu vb.) nedeniyle de tükrük bezleri görünür hale gelmeyebilir. Bu nedenle hastadan iyi bir anamnez almak çok önemlidir.

Uterin leiomyoma, splenozis, pankreas psödokisti, enterik olmayan kanama/hematoma, karın içi vasküler tümörler, böbrek-idrar yollarına ait aktivite, abdominal aort anevrizması, bağırsak iskemisi, hepatik hemanjiyom, kaput medusa, dilate mezenterik venler, anjiyodisplazi, Crohn hastalığı gibi nedenlerle GİS kanama sintigrafisinde yanlış pozitif bulgu ortaya çıkabilir. Yakın zamanda geçirilmiş abdominal cerrahi öyküsü varsa, normal postoperatif hiperemiye bağlı belirgin aktivite artışı görülebilir (10,11). Yanlış pozitif nedenlere bağlı aktivitenin, gerçek gastrointestinal kanamadan farkı hareketsiz, sabit olmasıdır.

Radyoaktif işaretlenmiş eritrositlerle gastrointestinal kanama yerini daha iyi lokalize etmek için SPECT veya

SPECT/BT görüntüleme yapılabilir. Özellikle anjiyografi veya cerrahi gibi klinik yaklaşımı planlamada faydalıdır. Şüpheli odak saptandığında SPECT veya SPECT/BT görüntüleme yapılır. SPECT/BT ile daha hızlı tanı koymak için çekim süresi kısaltılabilir. Doğru lokalizasyon, daha erken tedavi yanıtı ile ilişkilidir.

Cerrahi planlamada GİS Kanama Sintigrafisi

GİS kanama sintigrafisinin cerrahi planlamadaki yerini değerlendiren birkaç makaleye göre birbirinden farklı görüşler ortaya atılmıştır. Bazı çalışmalarda, GİS kanama sintigrafisinin cerrahi planlama için etkili araç olduğu bulunurken (37,38); bazıları bunun sadece anjiyografiden önce bir tarama aracı olarak yararlı olduğunu öne sürmüş (39); ve yine bazıları da cerrahi planlamada GİS kanama sintigrafisini yetersiz olarak değerlendirmiştir (40). Bu sonuçlar göz önüne alındığında, GİS kanama sintigrafisinin cerrahi planlamada ne kadar iyi bir performans gösterdiği belirsizdir.

Pediyatrik Olgularda GİS Kanama Sintigrafisi

Üst GİS kanama, kanamanın lokalizasyonuna ve hastanın yaşına göre değişen birkaç farklı etiyolojiye sahiptir. Bir aylık yenidoğanlarda, süt proteini duyarlılığı, koagülopati, stres gastriti veya ülseri, vitamin K eksikliği, vasküler anomali ve anne kanı yutulması sorumlu olabilir. Bir ila 2 aylıklarda, stres gastriti veya ülser, gastrointestinal duplikasyonlar, gastrik veya özefageal varisler, bağırsak obstrüksiyonu veya vasküler anomaliler sorumlu olabilir. İki aydan büyük çocuklarda ve adolesanlarda ise kostik yutma, bağırsak tıkanıklığı, Crohn hastalığı sorumlu olabilir (41). Alt GİS kanama da yaşa göre farklı etiyolojilere sahiptir. Bir aylık yenidoğanlarda, nekrotizan enterokolit, alerjik proktokolit, Hirschsprung hastalığı, volvuluslu malrotasyona bağlı görülebilir. Bir ila 2 aylıklarda, anal fissür, enfeksiyöz kolit, alerjik proktokolit, Meckel divertikülü, Hirschsprung hastalığı, bağırsak duplikasyonu, lenfonodüler hiperplazi ve invajinasyon; 2 ila 5 yaşındakilerde, anal fissürlerde, enfeksiyöz kolitte, poliplerde, Meckel divertikülünde, Henoch-Schönlein purpurasında, hemolitik üremik sendromda veya lenfonodüler hiperplazide; ve 5 yaşından büyük çocuklarda anal fissür, enfeksiyöz kolit, polip, enflamatuvar bağırsak hastalığı ve Henoch-Schönlein purpurasına bağlı kanama görülebilir (41).

GİS kanama sintigrafisi için pediyatrik hastalarda uygulanması önerilen aktivite, Avrupa Nükleer Tıp Derneği pediyatrik dozaj kartına göre hesaplanır. Aksi takdirde, genellikle yetişkinler için olan protokol

uygulanır. Pediyatrik popülasyonda GİS kanama sintigrafisi, radyasyon dozunun düşük olması nedeniyle tercih edilir ve bu yaş grubunda BT anjiyografiden mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır (42). SPECT/BT kullanılması gerekiyorsa BT dozu hastanın boyuna, kilosuna ve yaşına uygun olmalıdır (34).

Sonuç olarak, GİS kanama sintigrafisi, özellikle alt GİS'i içeren ve belirgin GİS kanaması olduğundan şüphelenilen hastaları değerlendirmek için başvuru hızı, kolay uygulanabilir, minimal risk ve düşük radyasyon maruziyeti içeren, hastaya uygulanacak tedavi stratejisinin belirlenmesi ve risk sınıflandırmasına yardımcı olabilen non-invazif radyonüklid görüntüleme yöntemidir.

Meckel Divertikülü Sintigrafisi

Giriş

Meckel divertikülü, GİS'in en sık görülen konjenital anomalisidir (43). Gelişmekte olan embriyoda normalde intrauterin hayatın 9. haftasına kadar oblitere olması gereken omfalomezenterik kanalın inkomplet obliterasyonu sonucu oluşan, ileum ansının antimezenterik kısmına yerleşik, bağırsak duvarının tüm katlarını içeren gerçek bir divertiküldür.

Meckel divertikülü için 2'ler kuralı geçerlidir. Toplumda yaklaşık %2 oranında görülür. Terminal ileumda genellikle ileoçekal valvin 50-80 cm proksimalinde (2 feet uzağında) yer alır. Yaklaşık %2 oranında heterotropik jejunal duodenal mukoza; %60 oranında heterotropik gastrik mukoza içerir (44,45). Erkeklerde 2 kat daha fazla görülür. Yaşamın ilk 2 dekadında, sıklıkla da ilk 2 yıl içerisinde kendini gösterir. Lezyonların çoğu (%96) yaşam boyunca asemptomatik kalsa da, hastaların küçük bir yüzdesinde komplikasyonlar (obstrüksiyon, kanama, invajinasyon, volvulus vb.) ortaya çıkar. Çocukta en sık görülen prezentasyon ağrısız rektal kanamadır (46). Duodenumdaki pankreatik bikarbonat tipik olarak normal mide mukozası tarafından salgılanan asidi nötralize eder, Meckel divertikülünde ise ektopik mide mukozası, nötralize edilmeyen bir asit salgılayıp komşu mukozanın ülserasyonuna yol açarak ağrısız rektal kanamaya neden olur. Rektal kanama tipik olarak frenk üzümü jölesi veya tuğla rengi olarak tanımlanır. Bununla birlikte invajinasyona, divertiküle bağlı fibröz bir bandın varlığı ince bağırsak obstrüksiyonuna, divertülde meydana gelen enflamasyon perforasyona neden olabilir (47,48,49,50).

Odağı bilinmeyen GİS kanamada ektopik gastrik mukozanın tespiti için Meckel sintigrafisi önerilir. Tc-99m perteknetat ile yapılan sintigrafik görüntülemeye, %85 hassasiyet, %95 özgüllük oranları rapor edilmiştir (44,45). Meckel sintigrafisi hastanın aktif kanaması yoksa öncelikli olarak tercih edilmelidir; aktif kanaması olan çocuklarda kullanılacak en iyi yöntem işaretli eritrosit ile yapılan GİS kanama sintigrafisidir (51).

Tetkik Öncesi Hazırlık

Çalışma öncesinde mutlak gerekli olmamakla birlikte, en iyi duyarlılık için hastanın 3-4 saat aç olması sağlanmalıdır (51). Çekime başlamadan önce hastanın mesanesini boşaltması istenir. İntestinal mukozayı irrite ederek, serbest Teknesyum tutulumuna ve yanlış pozitifliğe neden olabileceğinden laksatif kullanımı önerilmez. Tc-99m-perteknetatın mide mukozasından uptake'ine engel olması nedeniyle çalışma öncesinde potasyum perklorat kullanılmamalıdır. Yine sintigrafik çalışmadan birkaç gün önce baryum ile inceleme yapılmamalıdır. Baryum incelemesi sırasında verilen kontrast madde lezyon saptanmasını güçleştirebilir. Meckel sintigrafisi öncesinde H2 reseptör antagonistleri, pentagastrin veya glukagon ile premedikasyon protokolleri mevcuttur. Premedikasyon mutlak zorunluluk olmamakla beraber tetkikin duyarlılığını artırmaktadır (Tablo 2) (12,41).

Radyofarmasötik

Yetişkinlerde 8-12 mCi (296-444 MBq), çocuklarda minimum 0,25 mCi (9,25 MBq) olmak üzere yaklaşık 0,05 mCi/kg (1,85 MBq/kg) Tc-99m-perteknetat intravenöz yoldan uygulanır (52). Tc-99m-perteknetat mide mukozasında lokalize olduğu için tercih edilen ajandır. Bu ajanın lokalizasyon mekanizması hem pariyetal hücreler hem de mide mukozasının müsin salgılayan hücreleri aracılığıyla.

Görüntüleme Protokolü

Supin pozisyonda, düşük enerjili genel amaçlı veya düşük enerjili yüksek rezolüsyonlu kolimatör kullanılarak, 140 keV enerji, %20 pencere aralığında, dinamik görüntülemeye 64x64 veya 128x128 matrikste, statik görüntülemeye ise 256x256 matrikste abdominopelvik bölgeden (ksifoid- simfizis pubis arası) anterior projeksiyonda dinamik ve statik görüntüler alınır.

Opsiyonel olarak 1 dakika süresince 1-5 saniyelik kanlanma görüntüleri alınabilir; takiben minimum 30 dakika süren 30-60 s/frame hızında dinamik görüntüler alınır. Altmış dakikalık dinamik görüntüleme, klinik şüphenin yüksek olduğu ve ilk 30 dakikalık görüntülerin negatif olduğu durumlarda yapılabilir (53). Dinamik görüntüleme sonunda posterior, lateral ve oblik projeksiyonlarda 500.000 sayım statik görüntüler alınır. Mesane boşaltıldıktan sonra ek statik görüntü alınması önerilir. İstenirse yarım saatte bir spot görüntülerle takip edilebilir. Bir doz furosemid (1 mg/kg IV), belirgin renal toplayıcı sistem veya üreterin temizlenmesine yardımcı olabilir (53).

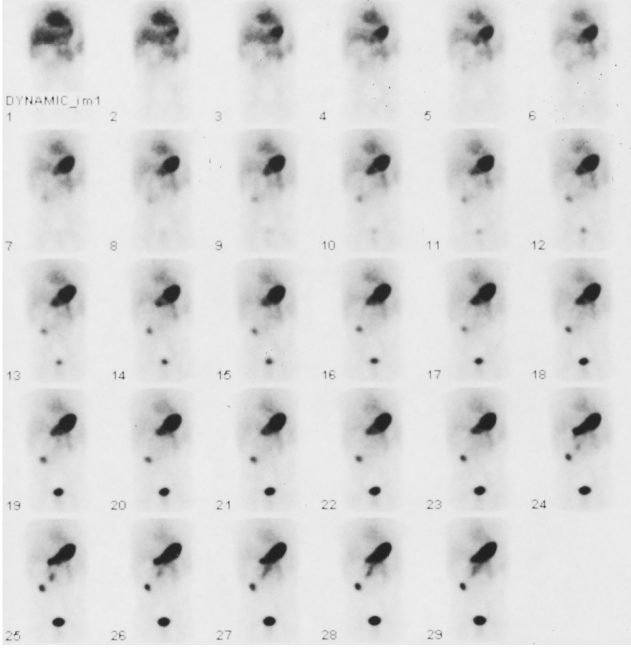
Görüntülerin negatif ya da şüpheli olması halinde dinamik görüntüleme 1. saate kadar uzatılabilir veya SPECT çalışması yapılabilir (64x64 veya 128x128 matrikste 30 sn/görüntü olacak şekilde 360°). SPECT/BT, Meckel divertikülünde artefaktları azaltan ve cerrahi planlamaya yardımcı olan bir teknik olarak tanımlanmıştır (54). SPECT/BT kullanılıyorsa BT dozları hastanın boyuna, kilosuna ve yaşına göre ayarlanmalıdır (33,53).

Görüntülerin Değerlendirilmesi

Meckel divertikülü sintigrafisinde kullanılan Tc-99m-perteknetat, ektopik mide mukozasında mukus sekresyonu yapan hücrelerde tutulur. Midede konsantrasyonu enjeksiyondan sonra ilk 5-10 dakikada başlar ve zamanla artar. Ektopik mide mukozasında da mide ile aynı şekilde tutulum gözlenir. Pozitif çalışmada

Tablo 2. Meckel divertikülü görüntülemesini artıran ilaçlar

İlaç	Doz/zaman	Etki
Simetidin (diğer H2 blokörler, famotidin, ranitidin, veya proton pompa inhibitörleri farklı dozajlarda kullanılabilir)	Çocuklarda 20 mg/kg/gün, 2 gün peroral Yenidoğanlarda 10-20 mg/kg/gün, 2 gün	Tc-99m-perteknetatın intraluminal hücreler tarafından salınmasını engelleyerek alımı artırır ve uzatır.
Glukagon	Tc-99m-perteknetat enjeksiyonundan 10 dakika sonra 50 µg/kg, IV	Tc-99m-perteknetatın mide aktivitesini hafifçe azaltır ve peristaltik aktiviteyi azaltır.
Pentagastrin (yan etkilerinden dolayı ABD'de tavsiye edilmiyor)	Tc-99m-perteknetat enjeksiyonundan 20-30 dakika önce 6 µg/kg, subkutan	Tc-99m-perteknetatın gastrik mukozal alımını artırır, böylece hedef-arka plan oranını artırır.



Şekil 2. Meckel divertikülü için pozitif sintigrafik bulgular

sintigrafik olarak sıklıkla sağ alt kadranda mide ile eş zamanlı ortaya çıkan fokal aktivite tutulumu saptanır (12). Bu bulgu genellikle çalışmanın ilk 30 dakikasinda ortaya çıkar ancak mevcut mide mukozasının miktarına bağlı olarak ortaya çıkması 1 saati bulabilir (Şekil 2).

Bazı durumlar Meckel divertikülü için yanlış yorumlamaya neden olabilir. Gastrointestinal kaynaklı başlıca hata kaynakları, invajinasyon, volvulus, apandisit, ince bağırsak karsinoidi ve enflamatuvar bağırsak hastalıkları (Crohn hastalığı veya ülseratif kolit) olarak sıralanabilir. GİS kaynaklı olmayan yanlış pozitif hata kaynaklarından bazıları hidronefroz, abdominal vasküler yapılara ait anevrizma, hemanjiyom, ektopik böbrek, lenfoma, sakral meningomyelosel ve yakın zamanda geçirilmiş laparoskopik cerrahidir (55,56).

Sonuç olarak, Meckel sintigrafisi uygulaması kolay, hızlı sonuç veren bir radyonüklid görüntüleme yöntemidir. Olası hata kaynaklarının bilinmesi değerlendirmede göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynaklar

- Burke SJ, Golzarian J, Weldon D, Sun S. Nonvariceal upper gastrointestinal bleeding. *Eur Radiol* 2007;17:1714-1726.
- Mariani G, Pauwels EK, AlSharif A, et al. Radionuclide evaluation of the lower gastrointestinal tract. *J Nucl Med* 2008;49:776-787.
- Currie GM, Kiat H, Wheat JM. Scintigraphic evaluation of acute lower gastrointestinal hemorrhage: current status and future directions. *J Clin Gastroenterol* 2011;45:92-99.
- Grady E. Gastrointestinal bleeding scintigraphy in the early 21st century. *J Nucl Med* 2016;57:252-259.
- Kim BS, Li BT, Engel A, et al. Diagnosis of gastrointestinal bleeding: a practical guide for clinicians. *World J Gastrointest Pathophysiol* 2014;5:467-478.
- Howarth DM. The role of nuclear medicine in the detection of acute gastrointestinal bleeding. *Semin Nucl Med* 2006;36:133-146.
- Winzelberg GG, McKusick KA, Strauss HW, Waltman AC, Greenfield AJ. Evaluation of gastrointestinal bleeding by red blood cells labeled in vivo with technetium-99m. *J Nucl Med* 1979;20:1080-1086.
- Zuckerman DA, Bocchini TP, Birnbaum EH. Massive hemorrhage in the lower gastrointestinal tract in adults: diagnostic imaging and intervention. *AJR Am J Roentgenol* 1993;161:703-711.
- Siddiqui AR, Schauwecker DS, Wellman HN, Mock BH. Comparison of technetium-99m sulfur colloid and in vitro labeled technetium-99m RBCs in the detection of gastrointestinal bleeding. *Clin Nucl Med* 1985;10:546-549.
- Bunker SR, Lull RJ, Tanasescu DE, et al. Scintigraphy of gastrointestinal hemorrhage: superiority of 99mTc red blood cells over 99mTc sulfur colloid. *AJR Am J Roentgenol* 1984;143:543-548.
- Dam HQ, Brandon DC, Grantham VV, et al. The SNMMI procedure standard/EANM practice guideline for gastrointestinal bleeding scintigraphy 2.0. *J Nucl Med Technol* 2014;42:308-317.
- Ziesmann H, O'Malley J, Thrall J. *Nuclear Medicine: The Requisites*. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013. p. 307-321.
- Drug-radiopharmaceutical interactions. Available from: <https://nuclearpharmacy.uams.edu/nuclear-pharmacy-resources/drug-radiopharmaceutical-interactions/> Accessed December 14, 2015.
- Braga AC, Oliveira MB, Feliciano GD, et al. The effects of drugs on the labeling of blood elements with technetium-99m. *Curr Pharm Des* 2000;6:1179-1191.
- Vidal MV, Gutfilen B, da Fonseca LM, Bernardo-Filho M. Influence of tobacco on the labeling of red blood cells and plasma proteins with technetium-99m. *J Exp Clin Cancer Res* 1998;17:41-46.
- Bustani H, Colavolpe C, Imbert-Joscht I, Havlik P, Pisano P, Guillet BA. Chocolate intake associated with failed labeling of (99m)Tc red blood cells. *J Nucl Med Technol* 2009;37:107-110.
- Kawabe J, Higashiyama S, Torii K, et al. Poor labeling of Tc-99m red blood cells in vivo in a radionuclide intestinal bleeding study of a patient who had recently undergone frequent blood transfusions. *Clin Nucl Med* 2003;28:911-912.

18. Sampson CB. Complications and difficulties in radiolabelling blood cells: a review. *Nucl Med Commun* 1996;17:648-658.
19. Alavi A, Dann RW, Baum S, Biery DN. Scintigraphic detection of acute gastrointestinal bleeding. *Radiology* 1977;124:753-756.
20. Bunker SR, Brown JM, McAuley RJ, et al. Detection of gastrointestinal bleeding sites. Use of in vitro technetium Tc 99m-labeled RBCs. *JAMA* 1982;247:789-792.
21. Henkin RE, Bova D, Dillehay GL, Karesh SM, Halama JR, Wagner RH. *Nuclear Medicine*. 2nd ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2006. p. 988-993.
22. 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.
23. Lassmann M, Treves ST; EANM/SNMMI Paediatric Dosage Harmonization Working Group. Paediatric radiopharmaceutical administration: harmonization of the 2007 EANM paediatric dosage card (version 1.5.2008) and the 2010 North American consensus guidelines. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2014;41:1036-1041.
24. Bearn P, Persad R, Wilson N, Flanagan J, Williams T. 99mTechnetium-labelled red blood cell scintigraphy as an alternative to angiography in the investigation of gastrointestinal bleeding: clinical experience in a district general hospital. *Ann R Coll Surg Engl* 1992;74:192-199.
25. Wang CS, Tzen KY, Huang MJ, Wang JY, Chen MF. Localization of obscure gastrointestinal bleeding by technetium 99m-labeled red blood cell scintigraphy. *J Formos Med Assoc* 1992;91:63-68.
26. Maurer AH, Rodman MS, Vitti RA, Revez G, Krevsky B. Gastrointestinal bleeding: improved localization with cine scintigraphy. *Radiology* 1992;185:187-192.
27. Ryan P, Styles CB, Chmiel R. Identification of the site of severe colon bleeding by technetium-labeled red cell scan. *Dis Colon Rectum* 1992;35:219-222.
28. Winzelberg GG, Froelich JW, McKusick KA, et al. Radionuclide localization of lower gastrointestinal hemorrhage. *Radiology* 1981;139:465-469.
29. Markisz JA, Front D, Royal HD, Sacks B, Parker JA, Kolodny GM. An evaluation of Tc99m-labeled red blood cell scintigraphy for the detection and localization of gastrointestinal bleeding sites. *Gastroenterology* 1982;83:394-398.
30. Bentley BS, Tulchinsky M. SPECT/CT helps in localization and guiding management of small bowel gastrointestinal hemorrhage. *Clin Nucl Med* 2014;39:94-96.
31. Schillaci O, Spanu A, Tagliabue L, et al. SPECT/CT with a hybrid imaging system in the study of lower gastrointestinal bleeding with technetium-99m red blood cells. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2009;53:281-289.
32. Schillaci O, Filippi L, Danieli R, Simonetti G. Single-photon emission computed tomography/computed tomography in abdominal disease. *Semin Nucl Med* 2007;37:48-61.
33. Schillaci O, Danieli R, Manni C, Simonetti G. Is SPECT/CT with a hybrid camera useful to improve scintigraphic imaging interpretation? *Nucl Med Commun* 2004;25:705-710.
34. Yama N, Ezoe E, Kimura Y, et al. Localization of intestinal bleeding using a fusion of Tc-99m-labeled RBC SPECT and X-ray CT. *Clin Nucl Med* 2005;30:488-489.
35. Dolezal J, Vizda J, Kopacova M. Single-photon emission computed tomography enhanced Tc-99m-pertechnetate disodium-labeled red blood cell scintigraphy in the localization of small intestine bleeding: a single-centre twelve-year study. *Digestion* 2011;84:207-211.
36. Netter FH. *Atlas of Human Anatomy*. 6th ed. Philadelphia: Saunders; 2014. p. 259-271.
37. Alavi A, Ring EJ. Localization of gastrointestinal bleeding: superiority of 99mTc sulfur colloid compared with angiography. *AJR Am J Roentgenol* 1981;137:741-748.
38. Dusold R, Burke K, Carpentier W, Dyck WP. The accuracy of technetium-99m- labeled red cell scintigraphy in localizing gastrointestinal bleeding. *Am J Gastroenterol* 1994;89:345-348.
39. Hunter JM, Pezim ME. Limited value of technetium 99m-labeled red cell scintigraphy in localization of lower gastrointestinal bleeding. *Am J Surg* 1990;159:504-506.
40. Miller TA. Tagged red blood cell imaging to localize gastrointestinal bleeding: is it really that helpful? *Gastroenterology* 1992;102:733.
41. Treves ST. *Pediatric Nuclear Medicine/PET*. 3rd ed. New York: Springer; 2007. p. 192-208.
42. Fahey FH, Treves ST, Adelstein SJ. Minimizing and communicating radiation risk in pediatric nuclear medicine. *J Nucl Med* 2011;52:1240-1251.
43. Sagar J, Kumar V, Shah DK. Meckel's diverticulum: a systematic review. *J R Soc Med* 2006;99:501-505.
44. Hassan F, Naddaf S, Al-Enizi E. Gastrointestinal tract. In: Elgazzar AH, editor. *The Pathophysiologic Basis of Nuclear Medicine*. 1st Edition. Berlin: Springer; 2001. p. 284-294.
45. Casson D, Williams HJ. 2004 radionuclide diagnosis. In: Walker WA, editor. *Pediatric Gastrointestinal Disease*. 4th ed. Canada: BC Decker Inc.; 2004. p. 1907-1922.
46. Mettler FA, Guiberteau MJ. *Essentials of Nuclear Medicine Imaging*. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2012. p. 248-249.
47. St-Vil D, Brandt ML, Panic S, Bensoussan AL, Blanchard H. Meckel's diverticulum in children: a 20-year review. *J Pediatr Surg* 1991;26:1289-1292.
48. Evola G, Piazzese E, Bonanno S, Di Stefano C, Di Fede GF, Piazza L. Complicated Littre's umbilical hernia with normal Meckel's diverticulum: A case report and review of the literature. *Int J Surg Case Rep* 2021;84:106-126.
49. López-Lizárraga CR, Sánchez-Muñoz MP, Juárez-López GE, Pelayo-Orozco L, De la Cerda-Trujillo LF, Ploneda-Valencia CF. A rare case of a strangulated Littre's hernia with Meckel's

- diverticulum duplication. Case report and literature review. *Int J Surg Case Rep* 2017;33:58-61.
50. Horkoff MJ, Smyth NG, Hunter JM. A large incarcerated Meckel's diverticulum in an inguinal hernia. *Int J Surg Case Rep* 2014;5:899-901.
51. Spottswood SE, Pfluger T, Bartold SP, et al. SNMMI and EANM Practice Guideline for Meckel Diverticulum Scintigraphy 2.0. *J. Nucl Med Technol* 2014;42:163-169.
52. Gelfand MJ, Parisi MT, Treves ST, Pediatric Nuclear Medicine Dose Reduction Workgroup. Pediatric radiopharmaceutical administered doses: 2010 North American Consensus Guidelines. *J Nucl Med* 2011;52:318-322.
53. Turgeon DK, Bennet JL. Meckel's diverticulum. *Am J Gastroenterol* 1990;85:777-781.
54. Papathanassiou D, Leihn JC, Menéroux B, et al. SPECT/CT of Meckel diverticulum. *Clin Nucl Med* 2007;32:218-220.
55. Sfakianakis GN, Haase GM. Abdominal scintigraphy for ectopic gastric mucosa: a retrospective analysis of 143 studies. *AJR Am J Roentgenol* 1982;138:7-12.
56. Maurer AH. Gastrointestinal bleeding. In: Ell PJ, Gambhir GG, editors. *Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment*. 3th ed. Sydney: Churchill Livingstone; 2004. p. 911-917.