



NÜKLEER TIP SEMİNERLERİ

Nuclear Medicine Seminars

TÜRKİYE NÜKLEER TIP DERNEĞİ
Turkish Society of Nuclear Medicine

July 2022 Cilt: 8 Sayı: 2 www.nukleertipseminerleri.org

NÜKLEER TIP SEMİNERLERİ

Nuclear Medicine Seminars

İmtiyaz Sahibi / Association Owner

Tevfik Fikret Çermik

Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Editör / Editor

Tamer Özülker

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, İstanbul, Türkiye

Yardımcı Editör / Associate Editor

Özlem Özmen

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Nükleer Tıp Kliniği, Ankara, Türkiye

Danışma Kurulu/Advisory Board

Gülin Uçmak

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Dr. Abdurahman Yurtaslan Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Nükleer Tıp Kliniği, Ankara, Türkiye

Murat Fani Bozkurt

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

M. Özdeş Emer

Güven Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Ankara, Türkiye

Elif Özdemir

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

Ankara Şehir Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği

Elgin Özkan

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

Nükleer Tıp Seminerleri Dergisi, Türkiye Nükleer Tıp Derneği'nin resmi yayın organıdır.

The Nuclear Medicine Seminars is an official journal of the Turkish Nuclear Medicine Society.



TÜRKİYE NÜKLEER TIP DERNEĞİ
Turkish Society of Nuclear Medicine



Galenos Yayınevi Kurucusu ve Sahibi/
Galenos Publishing House Owner and Publisher
Derya Mor
Erkan Mor
Genel Yayın Koordinatörü/Publication Coordinator
Burak Sever
Web Koordinatörleri/Web Coordinators
Fuat Hocalar
Turgay Akpınar
Grafik Departmanı/Graphics Department
Ayda Alaca
Çiğdem Birinci
Gülşah Özgül
Finans Koordinatörü/Finance Coordinator
Sevinç Çakmak
Emre Kurtulmuş

Proje Koordinatörleri/Project Coordinators
Aysel Balta
Gamze Aksoy
Gülşah Akın
Hatice Sever
Melike Eren
Özlem Çelik Çekil
Pınar Akpınar
Rabia Palazoğlu
Sümeyye Karadağ
Araştırma&Geliştirme/Research&Development
Nihan Karamanlı
Dijital Pazarlama Uzmanı/
Digital Marketing Specialist
Ümit Topluoğlu

Yayınevi İletişim/Publisher Contact
Adres/Address: Molla Gürani Mah. Kaçamak Sk.
No: 21/1 34093 İstanbul, Türkiye
Telefon/Phone: +90 (212) 621 99 25
Faks/Fax: +90 (212) 621 99 27
E-posta/E-mail: info@galenos.com.tr/yayin@galenos.com.tr
Web: www.galenos.com.tr Yayıncı Sertifika No: 14521
Yayın Tarihi/Publication Date: Temmuz 2022/July 2022
E-ISSN: 2149-6447
Dört ayda bir yayımlanan süreli yayındır.
The international scientific journal is published every four months.



NÜKLEER TIP SEMİNERLERİ

Nuclear Medicine Seminars

Amaç Kapsam

Nükleer Tıp Seminerleri Dergisi, Türkiye Nükleer Tıp Derneği'nin sürekli tıp eğitimi faaliyetleri kapsamında elektronik-dergi olarak yayınlanan, bilimsel içerikli resmi yayın organıdır. Derginin yayın dili Türkçedir. Mart, Temmuz, Kasım aylarında yılda 3 sayı olacak şekilde yayınlanmaktadır.

Nükleer Tıp Seminerleri dergisinin yayın hedefi uluslararası medikal yayıncılık standartları ve etik ilkelere uygun olarak nükleer tıp alanında görev yapan hekimlere, fizikçilere, radyofarmasistlere ve diğer sağlık profesyonellerine yönelik hakemli eğitim materyallerinin oluşturulmasıdır. Kanıt dayalı tıp literatürüne yansımış güncel bilgileri içeren Derleme, İlginç Olgular, Atlas ve Uygulama Kılavuzları gibi eğitim amaçlı yazılar ve görsel materyaller derginin içeriğini oluşturmaktadır.

Nükleer Tıp Seminerleri Dergisi, **CINAHL Complete, EBSCO, Embase, Gale, ProQuest, DOAJ, Index Copernicus, ARDI, GOALI, Hinari, OARE, J-Gate, IdealOnline**, ve **Türk Medline** tarafından indekslenmektedir.

Derginin yayın politikası Nükleer Tıp Seminerleri Dergisi yönergesi kapsamında Türkiye Nükleer Tıp Derneği Yönetim Kurulu tarafından atanan bir Editör ve bir Editör yardımcısından oluşan Editörler Kurulu tarafından uluslararası tıbbi yayıncılık standartları ve etik prensiplere bağlı kalınarak belirlenir ve denetlenir. Editörler Kurulu her sayı için Nükleer Tıp çalışmaları konularından bir veya iki ana başlık belirler ve içerik planlaması ve koordinasyonu için bir konuk Editör atanır. Editörler Kurulu, konuk Editör ile birlikte alt başlıkları ve yazarları planlarlar. Yazıların basım öncesi denetimi ve içerik düzenlemeleri konuk Editör ve Editörler Kurulu tarafından yapılır. Konuk Editörlerin görev ve sorumlulukları (www.nukleertipseminerleri.org) internet adresinde yayınlanan Nükleer Tıp Seminerleri Dergisi yönergesi ile belirlenmiştir. Çalışma gruplarının başkan ve çekirdek üyeleri Dergi Danışmanlar Kurulu'nu oluşturmaktadır. Uygulama kılavuzları için konuk Editör atanmaz.

Reklam vermek isteyen kuruluşlar Türkiye Nükleer Tıp Derneği'ne başvurmalıdır.

Açık Erişim Politikası

Dergide açık erişim politikası uygulanmaktadır. Açık erişim politikası Budapest Open Access Initiative(BOAI) <http://www.budapestopenaccessinitiative.org/> kuralları esas alınarak uygulanmaktadır.

Açık Erişim, "[hakem değerlendirmesinden geçmiş bilimsel literatürün], İnternet aracılığıyla; finansal, yasal ve teknik engeller olmaksızın, serbestçe erişilebilir, okunabilir, indirilebilir, kopyalanabilir, dağıtılabilir, basılabilir, taranabilir, tam metinlere bağlantı verilebilir, dizinlenebilir, yazılıma veri olarak aktarılabilir ve her türlü yasal amaç için kullanılabilir olması"dır. Çoğaltma ve dağıtım üzerindeki tek kısıtlama yetkisi ve bu alandaki tek telif hakkı rolü; kendi çalışmalarının bütünlüğü üzerinde kontrol sahibi olabilmeleri, gerektiği gibi tanınmalarının ve alıntılanmalarının sağlanması için, yazarlara verilmelidir.

Baskı İzinleri

CC BY-NC-ND lisansı altında yayınlanan materyalin ticari amaçlı kullanım (satış vb.) için telif hakkı sahibi ve yazar haklarının korunması için izin gereklidir. Baskı izinleri için başvurular Editör ofisine yapılmalıdır.

Telif Hakkı

Yazar (lar) makalesinin telif hakkını, makalenin yayına kabul edilip edilmediği durumlarda geçerli olacak şekilde Nükleer Tıp Seminerleri Dergisi'ne devreder. Telif hakkı, herhangi bir çoğaltma biçiminde (baskı, elektronik ortam veya başka herhangi bir şekilde) makalenin çoğaltılması ve dağıtılması için münhasır ve sınırsız hakları kapsar; ayrıca tüm diller ve ülkeler için çeviri haklarını da kapsar. ABD yazarları için telif hakkı devredilebilecek ölçüde devredilmiştir.

Yayın kararını aldıktan ve kabul ettikten sonra, başvurulara "Telif Hakkı Devir Bildirimi" eşlik etmelidir. Form, derginin makale gönderme ve değerlendirme sitesinden indirilebilir. Telif hakkı devir formu katkıda bulunan tüm yazarlar tarafından imzalanmalı ve ıslak imzalı belgenin taranmış bir sürümü sunulmalıdır.



NÜKLEER TIP SEMİNERLERİ

Nuclear Medicine Seminars



About

The Nuclear Medicine Seminars is a legal scientific publication, which is published as an electronic journal in context of continuing medical education activities of the Turkish Nuclear Medicine Society. The official language is Turkish, and it is being published three times a year, in March, July, November.

The aim for publishing the Nuclear Medicine Seminars is providing peer-reviewed educational materials in conjunction with the international medical publishing standards and ethical issues, to physicians, physicists, radiopharmacists, and other health professionals working in the field of nuclear medicine. The contents of the journal are educational and visual materials, such as Reviews that incorporates the updated information based on evidence-based medicine, Interesting Cases, Atlas and Application Guidelines.

The Nuclear Medicine Seminars is indexed in **CINAHL Complete, EBSCO, Embase, Gale, DOAJ, ARDI, GOALI, Hinari, OARE, ProQuest, Index Copernicus, J-Gate, IdealOnline, and Türk Medline.**

The publication policy of the journal is determined and audited by the Editorial Board that appointed by the Board of Directors of Turkish Nuclear Medicine Society, and which includes an Editor and an Assistant Editor, according to Nuclear Medicine Seminars directives and international medical publishing standards and ethical principles. The Editorial Board determines one to two main headings from the working area of Nuclear Medicine for each issue, and appoints a guest Editor for content planning and coordination. The Editorial Board plans the sub-headings and the authors, together with the guest Editor. The reviews and content revisions are conducted by the guest Editor and the Editorial Board prior to publication. The missions and the responsibilities of the guest Editors were determined by the directives of Nuclear Medicine Seminars that issued in (www.nukleertipseminerleri.org) internet address. The Advisory Board of the journal includes the president and the core members of study groups. A guest Editor is not appointed for the application Guidelines.

The institutions willing to advertise should make an application to the Turkish Nuclear Medicine Society.

Open Access Policy

This journal provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge.

Open Access Policy is based on the rules of the Budapest Open Access Initiative (BOAI) <http://www.budapestopenaccessinitiative.org/>. By "open access" to peer-reviewed research literature, we mean its free availability on the public internet, permitting any users to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of these articles, crawl them for indexing, pass them as data to software, or use them for any other lawful purpose, without financial, legal, or technical barriers other than those inseparable from gaining access to the internet itself. The only constraint on reproduction and distribution, and the only role for copyright in this domain, should be to give authors control over the integrity of their work and the right to be properly acknowledged and cited.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

Copyright

The author(s) transfer(s) the copyright to his/her article to The Nuclear Medicine Seminars effective if and when the article is accepted for publication. The copyright covers the exclusive and unlimited rights to reproduce and distribute the article in any form of reproduction (printing, electronic media or any other form); it also covers translation rights for all languages and countries. For U.S. authors the copyright is transferred to the extent transferable.

After receiving and accept decision for publication, submissions must be accompanied by the "Copyright Transfer Statement". The form is available for download on the journal's manuscript submission and evaluation site. The copyright transfer form should be signed by all contributing authors and a scanned version of the wet signed document should be submitted.





NÜKLEER TIP SEMİNERLERİ

Nuclear Medicine Seminars

Yazarlara Bilgi

Nükleer Tıp Seminerleri Dergisinde sadece Editörler Kurulu ve Konuk Editör tarafından belirlenen ve davet edilen yazılar yayınlanır. Bu sistem dışında dergiyeye gönderilen yazılar değerlendirilmeye alınmaz.

YAZILARIN FORMATI

"Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publications (<http://www.icmje.org>)" kurallarına göre düzenlenmelidir. Yazarlar, yayın haklarının devredildiğini belirten onay belgesini (Yazarlık, Yayın Hakkı Devri, Maddi Yardım ve Teşekkür-Kabul İzin Formu) uygun biçimde doldurarak Dergi Editörüne göndermelidir. Bu formlara dergi web adresinden (www.nukleertipseminerleri.org) ulaşılabilir. Bu belgenin tüm yazarlar tarafından imzalanarak dergiyeye gönderilmesi ile birlikte yazarlar, gönderdikleri çalışmanın başka bir dergide yayınlanmadığı ve/veya yayınlanmak üzere incelemede olmadığı konusunda garanti vermiş, bilimsel katkı ve sorumluluklarını beyan etmiş sayılırlar. Dergide yayınlanan yazılar için herhangi bir ücret ya da karşılık ödenmez.

Yazarlar Derleme, İlginç Olgular, Atlas ve Uygulama Kilavuzları gibi yazıları derginin online yazı kabul sistemi üzerinden gönderirler (www.nukleertipseminerleri.org). Yazılarının telif hakkını Nükleer Tıp Seminerleri'ne bıraktıklarını bildiren onay formunu doldurmaları gereklidir. Ayrıca yayında adı olan tüm yazarlar bilimsel katkı ve sorumluluklarını ve çıkar çatışması olmadığını bildiren toplu imza ile yayına katılmalıdır.

Editörler Kurulu yayın koşullarına uymayan yazıları; düzeltmek üzere yazarına geri gönderme, biçime düzenleme veya reddetme yetkisine sahiptir. Gönderilen yazılar, editör, editör yardımcısı, konuk editörün incelemesinden geçip, gerek görüldüğü takdirde, istenen değişiklikler yazarlarca yapıldıktan sonra yayımlanır. Makaleler yayınlanmadan önce intihal programı olan iThenticate ile taranmaktadır.

Nükleer Tıp Seminerleri'nin isim hakkı ve yayınlanan içeriklerin telif hakları yazarların yazılı izinleriyle Türkiye Nükleer Tıp Derneği'ne, yazıların bilimsel ve etik sorumlulukları yazarlara aittir. Yazılar, tablolar, görseller ve diğer tüm içeriklerin kullanımı ve tıpkı basmaları için Türkiye Nükleer Tıp Derneği'ne müracaat edilmelidir.

YAZIM KURALLARI

Kısaltmalar

Makalelerde kullanılan kısaltmalar uluslararası kabul görmüş şekilleriyle kullanılmalı, ilk kullanıldıkları yerde açık olarak yazılmalı ve parantez içinde kısaltılmış şekli gösterilmelidir. Örneğin, ilk geçtiği yerde, Pozitron Emisyon Tomografi (PET); biçiminde verilmelidir. İlaç adları kullanımında ilaçların jenerik adları Türkçe okunuşlarıyla yazılır. Ölçüm birimleri metrik sisteme uygun olarak verilmeli; örneğin, "mg" olarak yazılmalıdır. Nokta kullanılmamalı; ek alırsa (!) ile ayrılmamalıdır. Laboratuvar ölçümleri Uluslararası Sistem (US; Système International: SI) birimleri ile bildirilmelidir.

YAZIM DİLİ

Derginin yayın dili Türkçe olup, Türkçe yazılarda Türk Dil Kurumu'nun Türkçe sözlüğü veya www.tdk.gov.tr adresi esas alınmalıdır. Makalelerin ve özetlerin, dergiyeye gönderilmeden önce gerek duyulduğunda, gramer kuralları yönünden profesyonelce gözden geçirilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca gönderilmiş olan makalelerdeki yazım ve dilbilgisi hataları düzeltilmektedir. Makalelerin yazım vedil bilgisi kurallarına uygunluğu yazarların sorumluluğundadır.

DERGİYE GÖNDERİLECEK MAKALE TÜRLERİ VE ÖZELLİKLERİ

* Her makale için 3-4 kelimelik kısa başlık eklenmelidir.

* Yazarların isimleri, kurumları, akademik ünvanları ve ORCID ID numaraları verilmelidir.

* Sorumlu yazarın ismi, adresi, telefonu (cep telefonu dahil), faks numarası ve e-posta adresi verilmelidir.

* Metin, Times Roman yazı tipinde 12 puntluk yazı tipi kullanılarak her iki tarafta 2,5 cm kenar boşlukları olacak şekilde satırlar arasında çift boşluk bırakılarak yazılmalıdır.

Nükleer Tıp Seminerleri (International Committee for Medical Journal Editors: ICMJE) hazırlanan ve yeniden düzenlenmiş 5. Baskısı 1997 yılında (International Committee of Medical Journal Editors. Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. New England Journal of Medicine, 1997;336:309-315); kısaca; "Vancouver stili" diye anılan kurallara göre düzenlenmiş yazıları yayınlar.

Aksi belirtilmedikçe gönderilen yazılarla ilgili tüm yazışmalar birinci isim yazarla yapılacaktır.

Derleme

Derlemeler en fazla üç yazar tarafından yazılmış olmalıdır. Türkçe başlık, Türkçe özet ve Türkçe anahtar kelimeler, İngilizce başlık, İngilizce özet, İngilizce anahtar kelimeler içermelidir. Derleme türü makalelerde özet tek paragraf olacak şekilde hazırlanmalı ve 400 kelime ile sınırlı olmalıdır. Şu alt başlıklar bulunacak şekilde bulunmalıdır; Tam metin dosyası en fazla 4000 kelime olmalı, kaynak sayısı ise 70 adedi geçmemelidir.

Giriş: Derlemenin anahtarlarını içermeli ve konuyla ilgili daha önceki çalışmalardan bahsedilmelidir.

Derleme metni: Metin başlıklar ve konularla ilgili paragraflar içerir. Her bir başlık en az bir hükme ulaşmalıdır.

Sonuç: Derlemenin konusuyla ilgili çıkarımları içeren kısa bir paragraf hazırlanmalıdır. Uygunsuz, sonraki araştırmalarla ilgili önerilerde bulunulur.

İlginç Olgular

Tanı, ayırıcı tanı, klinik değerlendirme tedaviye etki açısından özellik ve bilimsel önem taşıyan, bir ya da birden çok olgunun özelliklerini sunan ve tartışan yazılardır.

Olgu sunumları; Türkçe ve İngilizce başlık, Türkçe ve İngilizce özetler, Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler (en fazla 3 kelime), Ana metin, (Giriş, Olgu Sunumu ve Tartışma bölümlerini içermelidir.), Kaynaklar, Tablo/Şekil/Resim bölümlerini içerir.

Ana metin alt başlıkları yazı içeriğinin gerektirdiği biçimde düzenlenir. Olgu sunumlarının Giriş ve Tartışma kısımları kısa ve öz olmalı, özet kısmı tek paragraf olacak şekilde en fazla 150 kelime olacak şekilde hazırlanmalıdır. Bölümlendirilmiş özet hazırlanmasına gerek yoktur. Olgu sunumlarının ana metin bölümü (başlık sayfası, kaynaklar, tablo/şekil/resim hariç) 1000 kelimeyi kaynak sayısı 10'i geçmemelidir.

Atlas

Tanı, ayırıcı tanı, klinik değerlendirme ve tedaviye etki açısından özellik ve önem taşıyan belirli bir konuya, lezyona veya antiteye odaklanmış güncel ve bilimsel önem taşıyan yazılardır.

Atlas sunumları; Türkçe ve İngilizce başlık, Türkçe ve İngilizce özetler, Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler (en fazla 3 kelime), Ana metin, (Giriş, Olgu Sunumları ve Tartışma bölümlerini içermelidir.), Kaynaklar, Tablo/Şekil/Resim bölümlerini içerir.

Ana metin alt başlıkları yazı içeriğinin gerektirdiği biçimde düzenlenir.

Atlasların Giriş ve Tartışma kısımları kısa ve öz olmalı, özet kısmı tek paragraf olacak şekilde en fazla 150 kelime olacak şekilde hazırlanmalıdır. Atlasların ana metin bölümü (başlık sayfası, kaynaklar, tablo/şekil/resim hariç) 2000 kelimeyi kaynak sayısı 20'i geçmemelidir.

Uygulama Kilavuzu

Türkiye Nükleer Tıp Derneği çalışma grupları tarafından Nükleer Tıp görüntüleme ve tedavileri konusunda hekimlere ve sağlıkçılara yol göstermek, metodolojiyi tanımlamak, bu uygulamaların doğru ve standart bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak amacıyla hazırlanır.

Çalışma grubunun her üyesi kilavuzun yazarlarından biridir. Çalışma grubunun başkanı tarafından kilavuz metninin oluşturulmasında görev verilen üyelerinişimleri başa yazılır, diğer üyeler yazar listesinde alfabetik sıra ile yer alırlar.

Kilavuzlar "SNM/EANM Guideline for Guideline Development 6", Delbec D, Chiti A, Christian P, et al. JNMT 2012;40:1-7" de tanımlanan formata göre hazırlanır. Türkçe ve İngilizce W, Türkçe ve İngilizce özetler, Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler (en fazla 3 kelime) tanımlanmalıdır. Ana metin; giriş, amaç, tanımlar, endikasyonlar, hasta hazırlığı, radyofarmasötik, uygulama, radyasyon güvenliği, kaynaklar, Tablo/Şekil/resim bölümlerini içerir.

Kaynaklar

Kaynaklar ana metindeki geçiş sırasına göre numaraları ve metinde, tablolarda, tablo ya da şekil dipnotlarında parantez içinde gösterilir. Her kaynak, tüm yazar adları eklenerek sıralanabilir. Kaynak sayfa numaraları açık olarak yazılmalıdır. Kaynakların yazımında, aşağıdaki örnekler dikkate alınır. Burada örneği verilmemiş kaynakların yazım kuralları için "Ortak kurallar" a başvurulur. Dergi adları Index Medicus'taki biçime göre kısaltılır; burada bulunmayan bir dergi ise, kısaltılmadan yazılır. Dergi listesi A.B.D. Ulusal Tıp Kütüphanesi (USA-NLM; National Library of Medicine) web sitesinden (<http://www.nlm.nih.gov>) elde edilebilir.

Kaynakların ağırlıklı olarak son yıllarda yayımlanmış olanlardan seçilmesi önerilir.

Kaynakların doğruluğundan yazar(lar) sorumludur.

Dergi: Yazar A, Yazar B, Yazar C. Makalenin başlığı. Dergi adının kısaltılması 2011;4:25-27.

Kitap: Yazar A, Yazar B, Yazar C. Bölüm başlığı. In: Kitabın adı. Kaçıncı baskı olduğu. Editörler

Editör A, Editör B, Editör C. Yayınlanma yeri: Yayınevi; 2011. sayfa. 25-27.

Kaynak yazımı için örnekler:

Dergi Yazıları:

Dergi: Soukup V, Dušková J, Pešl M, et al. The prognostic value of t1 bladder cancer substaging: a single institution retrospective study. Urol Int 2014;92:150-156.

Yazar kurum ise: The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing: Safety and performance guidelines. Med J Aust 1996;164:282-284.

Ek sayı: Goodman WK, McDougle JC, Price LH. Pharmacotherapy of obsessive compulsive disorder. J Clin Psychiatry 1992;53(Suppl 14):29-37.

Kitaplar

Kitap yazar(lar) kişi ise: Jacobson E. The Self and the Object World. 2nd Edition. New York: International Universities Press; 1964.

Kitap yazarı kurum ise: Institute of Medicine (US). Looking at the Future of the Medicaid Program. Washington: The Institute; 1992.

Kitap bölümü: Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. Laragh JH, Brenner BM, editörler. Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis, and Management içinde. 2. Baskı. New York: Raven Press; 1995; s. 465-478.

Çeviri kitap: Amerikan Psikiyatri Birliği. Mental Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabı. 4. Baskı. Koroğlu E, çev. editörü. Ankara: Hekimler Yayın Birliği; 1995.

Şekil, Tablo ve Grafikler

* Tüm figürleri (grafikler, çizelgeler, fotoğraflar ve çizimler) metindeki alıntı sırasına göre numaralandırın. Gönderim sırasında aşağıdaki dosya biçimleri kabul edilebilir: AI, EMF, EPS, JPG, PDF, PPT, PSD, TIF. Şekiller metin dosyasının sonuna yerleştirilebilir veya gönderilmek üzere ayrı dosyalar olarak yüklenilebilir. Tüm görüntüler aşağıdaki görüntü çözünürlüklerinde, hedeflenen boyutta veya üstünde olmalıdır ZORUNLU: Line Art 800 dpi, Kombinasyon (Line Art + Yarım Ton) 600 dpi, Yarım Ton 300 dpi. Görüntü dosyaları da gerçek görüntüye mümkün olduğunca yakın kırılmalıdır.

Şekil ve tablo seçiminde dikkatli karar verilmelidir. Derleme ve orijinal araştırmalar için en fazla 4 adet, olgu sunumları için 2 adet şekil/tablo kabul edilecektir. Tüm resimler "Şekil" olarak adlandırılmalı ve metin içinde numaralandırılmış olarak belirtilmelidir. Şekiller tanımlayıcı bir başlık ve açıklama içermelidir. Ana metinde bulunmayan ve şekillerde kullanılan tüm kısaltmalar, şekil açıklamalarında tanımlanmalıdır. Özellikle olan bir yazıda dörtten daha fazla şekil/tablo olması gerekiyorsa bu durumda yazar, Editörler Kuruluna bunu bildirmelidir. Bütün tablo ve şekiller metin içinde atıf yapılmalıdır.

Her bir tablo ayrı sayfaya basılacak, metin içinde geçtiği sıraya göre numaralandırılır. Her tablonun bir başlığı bulunur ve gerektiğinde (örneğin, tabloda geçen kısaltmalar) tablo altına açıklamaları yazılır. Her bir tablo ana metne başvurması gereği doğurmayacak biçimde anlaşılır olmalıdır.

Daha önce yayımlanmış bir şekil veya tablo kullanılmak istenirse, yazarlardan çizimlerin temin edilmesi ve kaynağın tüm detaylarının bildirilmesi gereklidir. Şekil üretimi için yayınevi izni araştırması yapılacaktır. Şekil ve çizimlerin ilgili izinlerinin alınmasından yazarlar sorumludur.

NÜKLEER TIP SEMİNERLERİ



Instructions to Authors

Nuclear Medicine Seminars

Only the manuscripts that determined and invited by the Editorial Board and the Guest Editor are published in Nuclear Medicine Seminars. The other manuscripts that sent to the journal out of this concept are not taken into consideration.

The format of the manuscripts should be constructed according to "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publications (<http://www.icmje.org>)" regulations. The authors should also complete a consent form properly for delivering the publication rights (Authorship, Delivery of Publication Rights, Financial Aid, and Acknowledgements-Consent Permission Form), and send the form to the journal Editor. These forms can be reached from the journal's web address (www.nukleertipseminerleri.org). By signing this document, all authors guarantee that the manuscript has not been published previously and/or under assessment for publishing in a journal, and declare their scientific contribution and responsibility on the manuscript. No fee or provision is paid for the manuscripts that published in the journal.

The authors send the Reviews, Interesting Cases, Atlas and Application Guidelines by the online submission system of the journal (www.nukleertipseminerleri.org). They should also complete the approval form, which states that they delivered the copyrights to the Nuclear Medicine Seminars. Also, all authors must participate to the manuscript by signing for their scientific contribution and responsibilities, and they do not have conflict of interest on the manuscript.

The Editorial Board has right to organize, send back to the author, arrange the format, or refuse the manuscript in cases when the manuscript do not comply with the publication requirements. The manuscripts are published after the reviews of the Editor, Assistant Editor, and Guest Editor, and after completion of the necessary revisions, if there is any, by the authors. The manuscripts are being evaluated prior to publication by the plagiarism detection software, iThenticate.

The royalty of the Nuclear Medicine Seminars, and the copyrights of the published content that delivered by the written permissions of the authors, are belonged to Turkish Nuclear Medicine Society, and the scientific and ethical responsibilities of the manuscripts are belonged to the authors. An appeal to the Turkish Nuclear Medicine Society is necessary for using and copying of the manuscripts, tables, visual materials, and all remaining content.

RULES FOR WRITING

Abbreviations

The abbreviations that used in the manuscripts should be used according to their internationally accepted styles, should be written in unabbreviated forms and should be written as abbreviated in parenthesis at the first place in manuscript. For example, Positron Emission Tomography (PET) should be used in the first mention. If the drug names are used, the generic names should be written in Turkish pronunciation. The measurement units should be in metric scales, e.g. "mg". A period should not be used, and the attachments should be separated by (1). The laboratory values should be reported by International System (Système International: SI) units.

LANGUAGE

The publication language of the articles is Turkish, and Turkish manuscripts should be based on the Turkish Dictionary or the www.tdk.gov.tr/web page of the Turkish Language Society. If necessary, the manuscripts and the abstracts should be reviewed professionally for grammatical rules prior to submitting to the journal. Also, the typos and grammatical errors in the submitted manuscripts are being corrected. The appropriateness of the manuscripts to writing and grammatical rules are in responsibility of the authors.

ARTICLE TYPES AND PROPERTIES

- * There must be a short title for each article containing 3-4 words
- * There must be the author names, affiliations, education degrees and ORCID ids
- * There must be the name, address, phone number, fax number and email address of the corresponding author,
- * The text should be written in Times New Roman and 12 punto, and there must be 2,5 cm space (double space).

Nuclear Medicine Seminars publishes the manuscripts that prepared in conjunction with the rules of International Committee for Medical Journal Editors: ICMJE, 5th edition, which was published in 1997 (International Committee of Medical Journal Editors. Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. New England Journal of Medicine, 1997; 336:309-315), and which is called shortly as "Vancouver Style".

The articles should be written in PC based computers with Microsoft Word software. There should be 2 cm of space in both sides of the page, double line-spacing, and the font should be "Arial, Calibri, or Times New Roman". All of the correspondence for the articles should be made to the first author, unless otherwise stated.

Reviews

The reviews should be prepared by a maximum of three authors. It should contain Turkish title, Turkish abstract, Turkish keywords, English title, English abstract, and English keywords. The abstract should be one paragraph in reviews, and should not exceed 400 words. It should consist the following sub-headings:

The full-text should be maximum 4000 words, and the number of the references should be maximum 70.

Introduction: It should contain the mainframe of the review, and it should mention the previous work on the subject.

Review body: Text should include headings and paragraphs related to the subject. Each heading should reach to a conclusion.

Conclusion: A brief paragraph should be prepared to include the outcomes about the subject of the review. If appropriate, it should make recommendations for the future studies.

Interesting Cases

These are the manuscripts that present and discuss the properties of one or more cases, which have scientific importance for diagnosis, differential diagnosis, clinical evaluation, and treatment.

Case reports: These include Turkish and English titles, Turkish and English abstracts, Turkish and English keywords (maximum 3 words), Main text (which contains Introduction, Case Report, and Discussion), References, and Tables/figures/images.

Sub-headings of the main text should be arranged according to the content of the manuscript. The Introduction and Discussion sections of the case reports should be brief, and the abstract should be one paragraph with a maximum of 150 words. It is not necessary to prepare structured abstract. The main text of the case reports (excluding title page, references, tables/figures/images) should not exceed 1000 words, and number of the references should not exceed 10.

Atlas

These are the texts that focused on a specific issue, lesion, or entity, which has recent or scientific importance for diagnosis, differential diagnosis, clinical evaluation, and treatment.

Atlas presentations: These include Turkish and English titles, Turkish and English abstracts, Turkish and English keywords (maximum 3 words), Main text (which contains Introduction, Case Report, and Discussion), References, and Tables/figures/images.

Sub-headings of the main text should be arranged according to the content of the manuscript. The Introduction and Discussion sections of the atlases should be brief, and the abstract should be one paragraph with a maximum of 150 words. The main text of the case reports (excluding title page, references, tables/figures/images) should not exceed 2000 words, and number of the references should not exceed 20.

Application Guideline

These are prepared by the workgroups of Turkish Nuclear Medicine Society for the physicians and health professionals for guidance, defining the methodologies, and providing accurate and standardized applications about the imaging and treatment options of Nuclear Medicine.

Each member of the workgroup is also an author of the guideline. The names of the members, who were recruited for the preparation of the guideline, are presented in first order, and the names of the remaining members are presented in alphabetical order afterwards.

The guidelines are prepared according to the format that described in "SNM/EANM Guideline for Guideline Development 6", Delbec D, Chiti A, Christian P, et al. JNMT 2012;40:1-7". They include Turkish and English titles, Turkish and English abstracts, Turkish and English keywords (maximum 3 words). Main text should contain Introduction, Aim, Definitions, Indications, Patient Preparation, Radiopharmaceuticals, Application, Radiation Safety, References, and Tables/figures/images.

References

References are numbered according to the order in the text, and presented in parenthesis in the text, tables, and footnotes of tables and images. Each reference may be ordered by mentioning all of the author names. The page numbers in references should be mentioned clearly. The following samples should be taken into consideration for the references. The "Common Rules" are applied for the references without samples. The names of the journals should be abbreviated according to Index Medicus; and unabbreviated names should be used for the journals which are not listed. The list of the journals can be obtained from the webpage (<http://www.nlm.nih.gov>) of the National Library of Medicine of USA.

It is recommended to choose the references from the publications in recent years.

The accuracy of the reference(s) is in the responsibility of the authors.

Journal: Author A, Author B, Author C. Title. Abbreviated Name of the Journal 2011;4:25-27.

Book: Author A, Author B, Author C. Chapter Title. In: Name of the Book. Edition Number. Editors Editor A, Editor B, Editor C. Place of Publication: Publisher, 2011. Pages. 25-27.

Books for references

Journal Articles

Journal: Soukup V, Dušková J, Pešl M, et al. The prognostic value of t1 bladder cancer substaging: a single institution retrospective study. Urol Int 2014;92:150-156.

Institution as the Author: The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing: Safety and performance guidelines. Med J Aust 1996;164:282-284.

Supplement: Goodman WK, McDougle JC, Price LH. Pharmacotherapy of obsessive compulsive disorder. J Clin Psychiatry 1992;53(Suppl 14):29-37.

Books

Person as the Author(s): Jacobson E. The Self and the Object World. 2nd Edition. New York: International Universities Press; 1964.

Institution as the Author: Institute of Medicine (US). Looking at the Future of the Medicaid Program. Washington: The Institute; 1992.

Book Chapter: Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. Laragh JH, Brenner BM, editor. Hypertension: Pathophysiology, Diagnosis, and Management içinde: 2. Baskı. New York: Raven Press; 1995; s. 465-478.

Translation: Amerikan Psikiyatri Birliği. Mental Bozuklukların Tanınması ve Sayımsal El Kitabı. 4. Baskı. Köroğlu E, çev. editörü. Ankara: Hekimler Yayın Birliği; 1995.

Figure, Table, and Illustrations

* Number all figures (graphs, charts, photographs, and illustrations) in the order of their citation in the text. At submission, the following file formats are acceptable: AI, EMF, EPS, JPG, PDF, PPT, PSD, TIF. Figures may be embedded at the end of the manuscript text file or loaded as separate files for submission. All images MUST be at or above intended display size, with the following image resolutions: Line Art 800 dpi, Combination (Line Art + Halftone) 600 dpi, Halftone 300 dpi. Image files also must be cropped as close to the actual image as possible.

Figures and tables should be selected carefully. A maximum of 4 figures/tables should be allowed for reviews and original articles, and 2 figures/tables should be allowed for case-reports. All images should be named as "Figure" and should be cited numerically in the text. Figures should have a descriptive title and explanation. All abbreviations which are not in the main text, and only in the figures, should be defined in the figure explanations. If more than 4 figures/tables are needed in a specified manuscript, authors should inform Editorial Board about it. All tables and figures should be cited in the text.

Each table should be printed on separate pages, and numbered according to the order in the text. Each table should have a title and footnotes, if necessary (e.g. abbreviations in the tables). Each table should be exploratory enough that there should be no need to check the text.

If a previously published figure or table is going to be used, all illustrations and all details of the references should be provided by the authors. Publisher permission will be sought for the production of the figures. The required permissions for the figures and illustrations are in responsibility of the authors.



NÜKLEER TIP SEMİNERLERİ

Nuclear Medicine Seminars

Editörden/Editorial

Değerli Meslektaşlarım,

Nükleer Tıp Seminerleri dergimizin hedeflerinden biri, bilimsel yenilikler ve değişen klinik uygulamaların ışığında, geleneksel Nükleer Tıp görüntüleme yöntemlerinde güncelleme yapmak ve bilgilerimizi tazelemek. Bu düşünceyle, sayımızın konusu olarak belirlediğimiz "Gastrointestinal Sistem Hastalıklarında Nükleer Tıp Görüntüleme Yöntemleri" Nükleer Tıpta bu değişimlerden en çok etkilenen uygulama alanlarından birisi. Sayının ilk yazısının başlığının yazarları Dr. Burak Demir, Dr. Nuriye Özlem Küçük ve Dr. Muhammet Halil Baltacıoğlu tarafından "Nostaljik Nükleer Tıp Uygulamaları" (1) olarak belirlenmesi bu açıdan oldukça anlamlı. Daha ucuz, radyoaktivite içermeyen laboratuvar yöntemlerinin geliştirilmesi; Bilgisayarlı Tomografi, Manyetik Rezonans Görüntüleme, Ultrasonografi gibi yüksek duyarlılık ve çözünürlük sağlayan görüntüleme yöntemlerinin kullanıma girmesiyle gastrointestinal sistemin değerlendirilmesine yönelik Nükleer Tıp tetkiklerinin bazıları neredeyse hiç kullanılmaz oldu. Tc-99m ile işaretli iminodiasetik asit türevleri ve Tc-99m sülfür kolloid gibi radyofarmasötiklerin teminindeki güçlükler de bu duruma katkı yaptı. Tüm bunlara karşın dinamik ve fonksiyonel görüntüleme yapma özelliğiyle Nükleer Tıp yöntemleri klinik pratikteki yerini kaybetmedi. Dr. Ecenur Dursun ve Dr. Elgin Özkan, yaklaşık 50 yıl önce uygulanmaya başlayan Gastrointestinal Kanama Sintigrafisinin uygulama yöntemleri ve çalışmaların nasıl yorumlanacağına dair yönergeleri özetledikleri yazılarında, bu yöntemin halen geçerliliğini koruduğunu gösterdiler (2). Hepatobiliyer Sintigrafinin akut kolesistit tanısında kullanımına ilişkin ilk klinik denemeler 1975 yılında yapıldı (3,4). Dr. Gizem Sütçü ve Dr. Çiğdem Soydal Hepatobiliyer Sintigrafisi başlıklı yazılarında, Batın Ultrasonografisi gibi radyasyon maruziyeti olmayan, kolay ulaşılabilir ve ucuz bir yöntemin olması nedeniyle zaman içinde bu endikasyon için kullanımı giderek azalan Hepatobiliyer Sintigrafinin, karaciğer cerrahisi öncesinde rezidü karaciğer dokusunun fonksiyonunun değerlendirilmesi gibi yeni kullanım endikasyonlarını vurguladılar (5). Dr. Mine Araz "Karaciğer Kan Havuzu Görüntülemesi ve Selektif Dalak Sintigrafisi" çalışmalarının yapıldığı tekniklerini özetledi ve özgül değerinin yüksekliğiyle radyolojik yöntemlere halen alternatif oluşturmalarını olgular eşliğinde gösterdi (6).

Konuk editörlüğü üstlenerek değerli çabalarıyla bu derlemenin oluşmasını sağlayan Sayın Dr. Kemal Metin Kır, aynı zamanda sayının son yazısında gastrointestinal motor fonksiyon sintigrafilerini değerlendirdi (7).

Başta konuk editörümüz olmak üzere bizlerle değerli bilgi ve birikimlerini paylaşan tüm yazarlarımıza teşekkür ediyor, bütün meslektaşlarımız tarafından sayımızın beğenileceğini umuyorum.

Saygılarımla,

Prof. Dr. Tamer ÖZÜLKER

Kaynaklar

1. Demir B, Küçük NÖ, Baltacıoğlu MH. Gastrointestinal Sistem Hastalıklarında Nostaljik Nükleer Tıp Uygulamaları Nucl Med Semin 2022;8:120-126.
2. Dursun E, Özkan E. Gastrointestinal Sistem Kanama Yeri Tayini ve Meckel Divertikülü Görüntülemesi Nucl Med Semin 2022;8:127-135.
3. Eikman EA, Cameron JL, Colman M, et al. A test for patency of the cystic duct in acute cholecystitis. Ann Intern Med 1975;82:318-322.
4. Ronai PM, Baker RJ, Bellen JC, et al. Technetium-99m-pyridoxylidene-glutamate: A new hepatobiliary radiopharmaceutical. Part II: Clinical aspects. J Nucl Med 1975;16:728-737.
5. Sütçü G, Soydal Ç. Hepatobiliyer Sintigrafisi. Nucl Med Semin 2022;8:136-142.
6. Araz M. Karaciğer Kan Havuzu Görüntülemesi ve Selektif Dalak Sintigrafisi Nucl Med Semin 2022;8:143-148.
7. Kır KM. Gastrointestinal Motilite Çalışmaları: (Özofagus Transit Zamanı, Gastroözofageal Reflü İncelemesi, Mide Boşalım Zamanı, İnce ve Kalın Barsak Transit Zamanı) Nucl Med Semin 2022;8:149-156.

NÜKLEER TIP SEMİNERLERİ

Nuclear Medicine Seminars



Editörden/Editorial

Değerli Meslektaşlarım,

Derginin bu sayısı, gastroenterolojide PET dışı Nükleer Tıp uygulamalarına ayrıldı. Bu bağlamda, geçmişte çok sık kullanılan karaciğer dalak sintigrafisinin günümüzde hemen hiç kullanılmadığı, bazı incelemelerin farklı nedenlerle artık hiç kullanılmadığı bilinmektedir. Bu yüzden; karaciğer dalak sintigrafisi, C-14 üre nefes testi, Schilling testi gibi tetkikler, Nostaljik İncelemeler başlığı altında gözden geçirilmiştir. Yakın zamana kadar, hepatobiliyer incelemeler için bile, radyofarmasötik temininde güçlükler yaşanmakta idi. Hepatobiliyer Sintigrafi, Gastrointestinal Kanama Yeri ve Meckel Divertikülü İncelemesi Karaciğer Kan Havuzu Görüntülenmesi ve Selektif Dalak Sintigrafisi ayrı başlıklar altında irdelenmiştir.

Gastrointestinal sistemde motilite çalışmaları için radyofarmasötik hazırlanması ve standardizasyonu, incelemenin özelliği gereği özel önem arz eder. Hastada, mevcut motiliteyi etkilemeden, fizyolojik sonuçlar elde edebilmeyi sağlayan bu incelemeler de tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de eskisi kadar sık kullanılmamaktadır. Motilite incelemeleri de ayrı bir başlık altında derlenmeye çalışılmıştır.

Derginin bu sayısının hazırlanmasına katkıda bulunan meslektaşlarıma müteşekkirim. Sayın Editörler, Dr. Tamer Özülker ve Dr. Özlem Özmen'e bize bu olanağı sağladıkları için teşekkür ediyorum. Her türlü sabır, destek ve özverisi için dergi sekreterimiz Özlem Çelik'e teşekkürü borç bilirim.

Derginin bu sayısının, okuyuculara yararlı olacağını umuyorum. Sevgi ve saygı ile....

Dr. K. Metin Kır

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı

TÜRKİYE NÜKLEER TIP DERNEĞİ
Turkish Society of Nuclear Medicine



Gastrointestinal Sistem Hastalıklarında Nostaljik Nükleer Tıp Uygulamaları

Nostalgic Nuclear Medicine Applications in Gastrointestinal System Disorders

✉ Burak Demir, ✉ Nuriye Özlem Küçük, ✉ Muhammet Halil Baltacıoğlu

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

Öz

Gastrointestinal sistem hastalıklarında nükleer tıp görüntüleme ve test yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin bazıları günümüzde teknolojiye ve tanı yöntemlerinde çeşitli gelişmeler sebebiyle artık çoğu merkezde uygulanmamakta olup, yerlerini başka tanınal yöntemler almıştır. Her ne kadar şu anda pek kullanım alanı bulunmasa da bu tetkiklerin bilinmesi hem nükleer tıbbın tarihi hem de metodolojisinin öğrenilmesinde katkı sağlayacaktır. Bu derlemede ise nostaljik olarak daha önce sıklıkla uygulanmış olan Karbon-14 üre nefes testi, Schilling testi ve Teknesyum-99m sülfür kolloid ile karaciğer dalak görüntülemesi özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gastroenteroloji, nükleer tıp, sintigrafi, üre nefes testi, karaciğer-dalak görüntüleme

Abstract

Nuclear medicine scans and tests are frequently used in investigation of various gastrointestinal system disorders. But some of these tests are no longer in use in many centers due to improvements in technology and development of better alternatives. Although these tests are no longer in use, learning those tests and methods will contribute to the development of better understanding of nuclear medicine history and methodology. In this review Carbon-14 urea breath test, Schilling test and Technetium-99m-sulfur colloid liver-spleen imaging are summarized as nostalgic nuclear medicine applications in gastrointestinal system disorders.

Keywords: Gastroenterology, nuclear medicine, scintigraphy, urea breath test, liver-spleen imaging

Giriş

Günümüzde gastrointestinal sistem hastalıklarında moleküler görüntüleme ve test yöntemlerinin birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Ancak zamanla gerek radyoaktivite içermeyen alternatiflerin yaygınlaşması (örneğin C-13 üre nefes testi) (1,2), klinik olarak teste ihtiyaç kalmaması ve radyoizotop temininde zorlukları (örneğin schilling testi) veya bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) görüntüleme gibi alternatif görüntüleme yöntemlerinde yaşanan gelişmeler ve bu tetkiklerin daha yaygın hale gelmesi sebebiyle bazı yöntemler (örneğin karaciğer-dalak sintigrafisi) artık günümüzde çoğu merkezde uygulanmamaktadır. Bu yöntemler her ne kadar günümüzde uygulanmasa da

nükleer tıbbın tarihi, gösterdiği gelişmeler ve fonksiyonel görüntüleme yöntemlerinin altyapısının anlaşılması için en azından genel konseptinin bilinmesi gerekmektedir.

Karbon-14 Üre Nefes Testi

C-14 üre nefes testi bir gastrit etkeni olan *Helicobacter pylori*'nin (*H. pylori*) (3) memeli hücrelerinde ve normal insan gastrik mukozasında bulunmayan üreaz enzimini buldurması (4,5) sebebiyle *H. pylori* enfeksiyonu tanısında kullanılabilen bir yöntemdir. Bu yöntemde midede mevcut bakteri varlığını doğrulamak için bu bakterilerin C-14 ile işaretli üreyi parçalayarak amonyak ve C-14 CO₂'nin üretilmesi ve bu işaretli C-14 CO₂'nin tespiti kullanılmaktadır. C-14 üre nefes testi oral olarak

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Prof. Dr. Nuriye Özlem Küçük, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Tel.: +90 312 595 62 40 **E-posta:** kucuko68@yahoo.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-0717-8261

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

uygulanan C-14 üre sonrasında ekshale edilen nefesin belirli zaman aralıkları ile örnekleme ve sonrasında bu örneklerin sıvı sintilasyon sayacında analiz edilmesi şeklinde tatbik edilir (6).

Bu testin dışında *H. pylori* tanısı için radyoaktivite içermeyen C-13 üre nefes testi (2), mide mukozal doku örnekleme ve kanda *H. pylori* antikoru araştırılması da kullanılmaktadır. Günümüzde C-13 üre nefes testi kızılötesi spektrofotometri veya lazer-assisted ratio analizi gibi C-13 CO₂ tespitinde kullanılabilecek daha ucuz yöntemlerin geliştirilmesi ve C-13'ün radyoaktif olmaması gibi sebepler ile büyük oranda C-14 üre nefes testinin yerini almıştır (7,8,9).

Endikasyonlar

1. Klinik olarak *H. pylori* kolonizasyonu veya enfeksiyonu şüphesi.

2. Eradikasyon confirmasyonu. Eğer bu endikasyonla uygulanacak ise tedavinin bitişinin üzerinden en az 1 ay geçmiş olması gerekmektedir.

Hasta Hazırlığı

1. Hastaların antibiyotik ve bizmut içeren ilaçları testten 30 gün önce bırakması gerekmektedir.
2. Sükralfat, proton pompası inhibitörleri testten 2 hafta önce kesilmelidir.
3. En az 6 saat açlık gerekmektedir.
4. Hastanın anamnezi, son kullanılan ilaçları öğrenilmelidir.
5. Test eğer *H. pylori* eradikasyon tedavisi sonrasında uygulanıyor ise tedaviden 4 hafta sonra uygulanmalıdır.

Radyofarmasötik

- 37 kBq aktivite içeren hazır C-14 üre kapsülleri kullanılmaktadır.
- Kullanılan radyoizotop ¹⁴C saf beta yayıcısı olup 5730 yıl yarı ömre ve 160 keV maksimum enerjiye sahiptir. Beta emisyonları ölçebilmek için sıvı sintilasyon sayacı kullanılır.

Prosedür

1. Nefes örneği toplanması

Test hastanın 37 kBq C-14 üre kapsülünü 20 mL su ile yutması ile başlar. Dozdan 3 dakika sonra hastaya 20 mL daha su içirilir. Dozdan 10 dakika sonra hastadan derin nefes alması istenir ve bir pipet ile balona ekshale etmesi sağlanır.

2. Örnek analizi

a. Her balon için 1 mmol hyamine, metanol ve timolftalein içeren 2,5 mL trapping solüsyonu sintilasyon şişesine eklenir. Balonlarda mevcut olan hava, hava pompası ve plastik tüp kullanılarak sintilasyon vialine aktarılır. Trapping solüsyonundaki maviden saydama olan renk değişimi transferin sonlandığını ve 1 mmol CO₂'nin solüsyona aktarıldığını gösterir. Hemen ardından 10 mL sintilasyon sıvısı eklenip karıştırılır.

b. Tüm zaman işaretli örnekler, boş (blank - geri plan) örneği (C-14 uygulanmadan önce) ve standart (kalibre edilmiş C-14 ilave edilmiş ikinci boş örneği) örnekler C-14 penceresi kullanılarak 5-20 dakika boyunca sıvı sintilasyon sayacında sayılır.

c. Hesaplamalar

Dakikada sayım sayıları (cpm) geri plana göre düzeltilip aşağıdaki formül kullanılarak dakika başına disintegrasyon'a (dpm) çevrilebilir:

$$dpm = (\text{örnek cpm} - \text{Blank cpm}) / \text{Etkinlik}$$

Sayaç etkinliği ise bilinen miktarda referans aktivite içeren C-14 standartının boş örneğe eklenerek sayaçta sayılması ve elde edilen standart sayımdan geri plan sayımının çıkartılıp şişenin üzerinde yer alan dpm değerine bölünmesi ile elde edilir.

$$\text{Etkinlik} = (\text{Standart cpm} - \text{Blank cpm}) / \text{standart dpm}$$

3. Değerlendirme kriteri

Üretici (Ballard Medical Products) tarafından belirlenmiş referans değerleri:

- 10. dakika örneğinde <50 dpm = HP için negatif
- 10. dakika örneğinde 50-199 dpm = HP için belirsiz
- 10. dakika örneğinde ≥200 dpm = HP için pozitif

4. Raporlamada hasta demografik bilgilerinin yanı sıra

- a. Endikasyon,
- b. Prosedür (uygulanan radyofarmasötik ve dozu, nefes örnekleme zamanları ve sayıları vb.),
- c. Sonuç (örneğin 10. dakika örneğinde net dpm),
- d. Referans aralıkları,
- e. Değerlendirme (pozitif, negatif, belirsiz vb.) yer almalıdır.

5. Hata kaynakları arasında kullanılan ilaçlar, diyetle uyulmaması, geçirilmiş mide cerrahisi ve aklorhidri ve kemoluminesans gösterilebilir. Eğer sintilasyon sıvısı eklendikten hemen sonra 50-300 dpm değeri ölçülür ise 1-2 saat veya sonraki gün, kemoluminesans sebebiyle yanlış pozitif sonucunda dışlanması amacıyla tekrar sayım yapılmalıdır.

Sonuç

Her ne kadar şu an görüntüleme, patoloji, laboratuvar teknikleri ve radyoaktivite içermeyen alternatifleri gelişse de C-14 üre nefes testi *H. pylori* tanısında non-invaziv bir teknik olup daha önceki yıllarda yaygın olarak klinik tanı-tedavi algoritmalarında kendine yer bulmuştur. Ancak son yıllarda diğer tetkiklerin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla beraber günümüzde rutin kullanımda artık çoğu merkezde uygulanmamaktadır.

Schilling Testi

Schilling testi idrarda radyo-kobalt işaretli vitamin B12'nin tespitiyle ilgili çalışması sonrasında ismini Dr. Robert F. Schilling'ten almıştır. Her ne kadar günümüzde laboratuvar test yöntemlerinde gelişmeler sebebiyle uygulanmasa da geçmişte hastaya uygulanan vitamin B12'nin absorpsiyon hızı ve problemin kaynağının tespitinde önemli bir rolü olmuştur (10,11).

Endikasyonlar

B12 eksikliği semptomu ve bulguları gösteren hastalara uygulanabilir. Ayrıca vitamin B12 eksikliği etiyojisinin de araştırılmasında kullanılabilir.

Kontraendikasyonlar

Hamilelik dışında bir kontrendikasyon bulunmamaktadır.

Hasta Hazırlığı

1. Hastalar gece yarısından itibaren aç olmalı ve radyofarmasötik uygulaması sonrasında ise en az 2 saat boyunca aç kalmalıdır.
2. Testten önceki en az 3 gün boyunca parenteral B12 uygulanmamalıdır.
3. Metoklopramid gibi gastrointestinal stimulan ilaçlar kullanılmamalıdır.
4. Yakın zamanda uygulanmış olan Tc-99m içeren tetkikler sayımla etkileşebileceği için yanlış sonuç alınmasına sebep olabilirler.

Radyofarmasötik

Co-57 ile işaretli 0,5 µCi aktivite, 0,5 µg B12 içeren vitamin B12 kapsülleri kullanılır. Co-57 272 gün yarı ömre sahip olup elektron yakalama ile bozunmaktadır. %86 oranında 122 keV ve %11 oranında 136 keV enerjiye sahip gamma fotonları yayımlar.

Prosedür

Schilling testi 4 aşamadan oluşmaktadır (11,12). İlk aşama ve sonraki aşamalar anormal çıkarsa ayırıcı tanının sağlanması için sonraki aşamalara geçilir. Geri plan aktivitesi tespiti amacıyla hastalara işaretli B12 uygulanması öncesi idrar örneği alınır. Schilling testi Co-57 ile işaretli vitamin B12'nin oral uygulama sonrasında 24 saatlik idrarda atılımının miktarının ölçümüne dayanır (13).

• Basamak 1

Hastaya Co-57 işaretli vitamin B12 oral olarak uygulanır ve bunu takiben 1 saat sonra intramusküler 1000 µg vitamin B12 uygulanır. İntramusküler enjeksiyonda amaç radyoaktif B12'nin vücutta mevcut B12 reseptörlerine bağlanmasının engellenmesi ve idrarla atılımının sağlanmasıdır. Yirmi dört saatlik idrar toplanması ile absorpsiyon ve atılım değerlendirilir. Üriner atılımın normal aralığı %10-40 arasında olup %7-10 arası değerler şüpheli, <%7 değerler ise anormal olarak değerlendirilir. Eğer anormal bulgu saptanırsa 3-7 gün sonra ikinci basamak uygulanır.

• Basamak 2

Bu basamakta intrinsik faktör eksikliği araştırılmakta olup 1. basamak oral intrinsik faktör eklenerek tekrar edilir. Yirmi dört saatlik idrar toplanması ile absorpsiyon ve atılım değerlendirilir.

Eğer 2. basamak değeri >%9 ise hastada intrinsik faktör eksikliği (pernisyöz anemi) düşünülmelidir. Ancak yine anormal sonuç saptanırsa 3. basamağa geçilir.

• Basamak 3

Bu aşamada etiyojoloji olarak bakteriyel aşırı çoğalma araştırılmakta olup tetrasiklin gibi geniş spektrumlu bir antibiyotik sonrası tekrar işaretli B12 uygulanır. Eğer antibiyotik tedavisi sonrası vitamin B12 emilimi düzeldiyse bakteriyel aşırı çoğalma B12 eksikliği sebebi olarak düşünülmelidir. Sonuç halen anormal ise 4. basamağa geçilir.

• Basamak 4

Hastaya 3 gün boyunca pankreatik enzim uygulanır ve sonrasında Co-57 işaretli B12 ile 1. basamak tekrar edilir. Pankreatik enzimler ince bağırsakta B12 vitaminin R proteinlerinden ayrılmasını sağlarlar. Eğer pankreatik enzim uygulanması sonrasında test normal (%10-40) olarak sonuçlanır ise pankreatik yetmezlik ön planda düşünülmelidir. Eğer sonuçlar halen anormal (<%9) ise duodenal pH'ı değiştirebilecek ilaç kullanımı gözden geçirilmeli ve varsa ilaçlar kesilerek 4. basamağın tekrarlanması önerilir.

Yanlış Pozitif Sonuç Sebepleri

1. İdrar toplama işleminin yetersiz olması. Renal yetmezlik ve obstrüksiyon mevcut ise daha uzun süre idrar toplanmalıdır (14).
2. Kronik vitamin B12 ve folat eksikliği. Bu iki vitaminin kronik yoksunluğu intestinal epitel hücre fonksiyonunu bozarak testin yanlış pozitif sonuç vermesine sebep olabilir.
3. Düşük spesifik aktivite
4. Kusma, ishale yol açarak vitamin B12 absorpsiyonunu bozabilecek hastalıklar.
5. Gastrik pH'ı etkileyebilecek ilaç kullanımı.

Yanlış Negatif Sonuç Sebepleri

1. Hastanın yakın zamanda benzer enerjiye başka bir radyofarmasötik ile tetkik edilmiş olması.
2. Fekal kontaminasyon

Sonuç

Şu anda çoğu ülkede vitamin B12 eksikliği tanısında Schilling testi uygulanmamaktadır. İşaretli kobalamin artık temin edilememekte olup aynı veriyi elde edebilecek bir test yöntemi de bulunmamaktadır. Şu anda B12 eksikliği tanısında serum vitamin B12 düzeyleri kullanılmaktadır. Ayrıca homosistein ve metilmalonik asit düzeyleri de araştırılmaktadır. Diğer kullanılabilecek metodlar arasında da CobaSorb testi ve C-14 işaretli B12 testi bulunmaktadır.

Düşük kobalamin düzeylerine sahip hastalarda anti-intrinsik faktör antikörleri çalışabilmekte olup bu antikörler pernisiyöz anemi tanısının doğrulanmasında kullanılabilmektedirler.

Karaciğer-Dalak Sintigrafisi

Karaciğer-dalak sintigrafisi, karaciğer ve dalak değerlendirilmesinde kullanılabilen non-invaziv bir Nükleer Tıp görüntüleme tekniğidir. Karaciğer ve dalak anatomisini daha net bir şekilde gösterebilen BT, MRG ve ultrasonografi (USG) gibi tetkiklerin yaygınlaşmasıyla artık nadiren uygulanmakla birlikte Tc-99m kolloid karaciğer-dalak görüntüleme hepatosellüler hastalıklar, hepatomegali, splenomegali ve yer kaplayan fokal nodüler hiperplazi gibi lezyonların araştırılmasında kullanılabilmektedir (15,16,17).

Endikasyonlar

Bu çalışma karaciğer ve dalağın şekli, boyutu ve bu organlarda mevcut retikuloendotelial hücrelerdeki

fonksiyonel bozuklukların tespitinde kullanılabilir. Yer kaplayan lezyon araştırılmasında ise özellikle fokal nodüler hiperplazi şüphesi bulunan lezyonlarda kullanılır. Karaciğer hastalığı şüphesi durumunda retikuloendotelial sistem fonksiyonu araştırılmasında ve buna göre karaciğer biyopsisi, hepatotoksik ajanla tedaviye devam edilmesi veya kesilmesi gibi kararların verilmesinde etkili olabilir. Bunlara ek olarak SPECT kullanımı ve atenüasyon düzeltilmesi ile karaciğer ve dalaktaki aktivite tutulumunun kantifikasyonu mümkün hale gelmiştir.

Hasta Hazırlığı

Herhangi bir spesifik hasta hazırlığına gerek yoktur.

Radyofarmasötik

Karaciğer-dalak sintigrafisi için Tc-99m ile işaretli kolloidler kullanılmakta olup intravenöz enjeksiyonu takiben hızlı bir şekilde karaciğer, dalak ve kemik iliğindeki retikuloendotelial sistem hücrelerince fagosite edilirler.

En sık kullanılan ajan olarak ise Tc-99m sülfür kolloid gösterilebilir. Tc-99m sülfür kolloid'in ortalama parçacık boyutu 0,3-1,0 µm arasında olup gerçek bir kolloide göre daha büyüktür. Görüntüleme için 4-6 mCi Tc-99m sülfür kolloid kullanılmaktadır.

Karaciğerde Tc-99m kolloid tutulumu ve dağılımı karaciğerdeki fonksiyonel retikuloendotelial hücrelerin ve hepatic perfüzyonun dağılımını göstermektedir. Normal hastalarda partiküllerin çoğu karaciğer ve dalaktaki retikuloendotelial hücrelerde (karaciğerde özellikle kupffer hücreleri) hızlı bir şekilde tutulur ve her iki organın da aynı anda görüntülenmesini sağlar. Teknesyum kolloid ajanları yaklaşık olarak 2-3 dakika içerisinde kan akımından temizlenmekte olup normal şartlarda yaklaşık olarak %80-90'ı karaciğerde, %5-10 kadarı da dalakta tutulmaktadır. Geri kalan kısmı ise kemik iliği gibi diğer retikuloendotelial sistem hücrelerinde tutulmaktadır. Karaciğerde azalmış, dalak ve kemik iliğinde ise artmış Tc-99m kolloid tutulumu "kolloid shift" olarak adlandırılmakta olup karaciğerin fagositik komponentinde bir hasara işaret edebilmektedir. Bunun dışında partikül boyutu ile kolloidin organlara dağılımı arasında kısmi bir korelasyon bulunmaktadır. Daha büyük partiküller daha çok dalakta tutulmakta iken daha küçük boyutlu partiküller karaciğerde ve en küçük boyutlu partiküller ise daha çok kemik iliğinde tutulum göstermektedir (18,19).

Prosedür

1. Hastalarda işlem öncesinde gerekli anamnez, varsa daha önce uygulanmış anatomik görüntülemeler, karaciğer fonksiyon testleri elde edilmelidir.
2. Görüntülemeye Tc-99m sülfür kolloid enjeksiyonunu takiben 10-15 dakika veya daha sonra başlanmalıdır. Karaciğer fonksiyonu azalmış ve/veya portal hipertansiyonu olan hastalarda karaciğerde aktivite tutulumu gecikebilmektedir. Bu sebeple bu hasta grubunda görüntüleme öncesinde 20-30 dakika kadar beklemek faydalı olabilir.
3. Anterior, posterior, sağ lateral, sağ anterior oblik ve sağ posterior oblik görüntülemeler karaciğerin görüntülenmesi için elde edilir. Dalak için sol lateral ve sol posterior oblik görüntülemeler ilave edilebilir.
4. Her görüntü yaklaşık 500k-1000k sayım alınarak ve düşük enerji kollimatör kullanılarak elde edilir.
5. Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (SPECT) görüntüleme özellikle fokal veya multifokal yer kaplayan hastalık araştırılmasında kullanılmaktadır.
6. Karaciğer ve dalak yerleşiminin değerlendirilmesi için boyut işaretçisi ve kosta sınırı işaretçisi kullanılabilir.

Normal Karaciğer Görüntülemesi

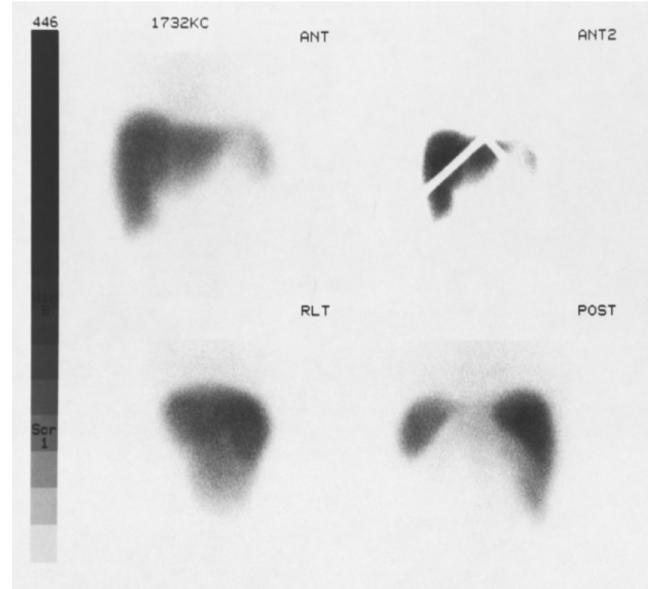
Normal karaciğerde homojen bir Tc-99m sülfür kolloid tutulumu izlenmektedir. Karaciğer genelde dominant sağ lob ve daha küçük sol lobdan oluşmaktadır. Porta hepatis sıklıkla karaciğer sağ lobun inferior medial komşuluğunda azalmış aktivite tutulumu izlenen bir alan olarak gözlenebilmektedir. Ayrıca karaciğerin periferik kısımlarında kostaların sebep olduğu indentasyonlar gözlenebilir. Ayrıca anterior görüntülerde memenin sebep olduğu atenüasyon sebebiyle özellikle sağ lobda yalancı defektler görülebilir. Karaciğerin normal boyutu anterior görüntülerde genelde 17-18 cm olup karaciğerin ve dalağın şekli, aktivite dağılımının niteliği (homojen/heterojen), fokal defekt varlığı ve kolloidin karaciğer, dalak ve kemik iliğinde rölatif dağılımı raporlanmalıdır (Şekil 1) (20).

Anormal Karaciğer Görüntülemesi

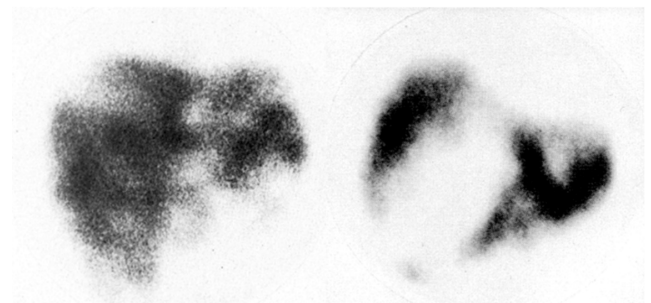
Karaciğerde yer kaplayan lezyonlar teknesyum kolloid görüntülemeye tespit edilebilen fokal azalmış aktivite tutulumu gösteren alanlar olarak izlenebilmektedir. Radyonüklid görüntüleme histolojik tanıdan ziyade lokalizasyon ve lezyon varlığının doğrulanmasını sağlamaktadır. Günümüzde 8 mm'ye kadar olan lezyonlar görüntülenebilmektedir.

Karaciğer parankiminde izlenen defektler non-spesifik olup çok sayıda defekt izlenen hastalarda metastatik hastalık ön planda düşünülmelidir (Şekil 2). Karaciğerde geniş bir alanda azalmış aktivite birikimi ise radyasyon tedavisine bağlı olabilir. Bu tarz bir defekt ise keskin doğrusal sınırlar ile ayırt edilebilir. İntrahepatik lezyonlar dışında ise komşu ekstraparankimal patolojiler (subdiyafragmatik sıvı, renal tümörler vb.) de periferik defektlere yol açabilir.

Dalak ve kemik iliğinde artmış kolloid tutulumu ise "kolloid shift" olarak adlandırılmaktadır ve portal hipertansiyon ve/veya azalmış hepatik fonksiyon

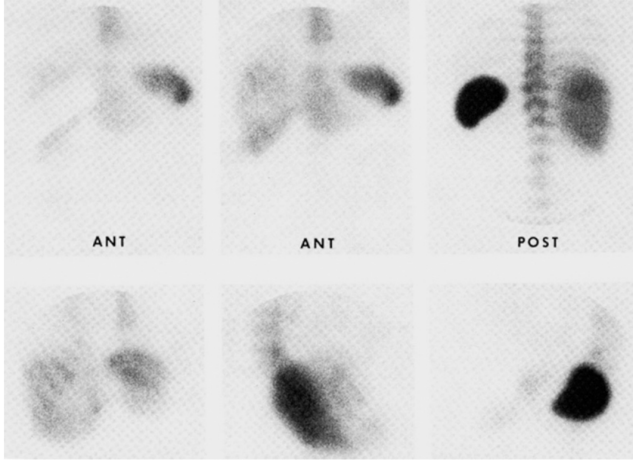


Şekil 1. Normal Tc-99m sülfür kolloid dağılımı izlenen karaciğer-dalak sintigrafisi örneği. Karaciğerin dalaktan daha yoğun bir şekilde homojen aktivite dağılımı gösterdiği ve kemik iliğinde belirgin aktivite tutulumu izlenmediği gözlenmektedir



Şekil 2. Karaciğerde mevcut çok sayıda metastatik lezyon sebebiyle karaciğer fokal azalmış aktivite tutulumu gösteren alanlar izlenen hastalara ait Tc-99m sülfür kolloid sintigrafisi görüntüleri

durumlarında gözlenmektedir. Karaciğer sirozu bu durumun en sık rastlanan sebebidir (Şekil 3).



Şekil 3. Karaciğer sirozuna sekonder karaciğerde azalmış, dalakta ve kemik iliğinde rölatif artmış (kolloid shift) Tc-99m sülfür kolloid tutulumu izlenen hasta görüntüleri

Diğer anormal kolloid dağılımı durumlarına ise diffüz pulmoner aktivite tutulumu örnek olarak gösterilebilir. Diffüz pulmoner aktivite tutulumu siroz, enfeksiyon vb. durumlarda izlenebilmektedir. Superior vena kava obstrüksiyonu durumunda ise kol enjeksiyonu sonrasında umbilikal kollateraller yolu ile karaciğer anterior-orta kesimi (quadrate lob) yüksek oranda aktivite tutarak fokal yoğun aktivite tutulumu sergileyebilir. Bunun dışında Budd-Chiari sendromu, fokal nodüler hiperplazi ve rejenerasyon nodülü içeren sirozda da fokal artmış aktivite tutulumu izlenebilmektedir.

Her ne kadar BT, MRG ve USG gibi tetkiklerin gelişmesi sebebiyle ikinci plana düşse de karaciğer-dalak sülfür kolloid görüntülemenin bazı kullanım alanları bulunabilmektedir. Atenüasyon düzeltilerek elde edilen SPECT görüntüleme ile karaciğer ve dalağın farklı alanlarının fonksiyonu non-invaziv olarak haritalandırılabilir (21). Hepatosellüler kanser hastalarında yapılmış olan bir çalışmada ise sülfür kolloid SPECT/BT'de karaciğer ve dalağın ortalama aktivite tutulum yoğunluklarının oranı ile anatomik fonksiyonel karaciğer dokusu hacminin çarpımı ile elde edilen total karaciğer fonksiyonu değerinin daha uzun sağkalım ile ilişkili olduğu bulunmuştur (22). Artık çok yaygın olarak kullanılsa da halen kullanım alanları bulunabilmesi sebebiyle sülfür-kolloid ile karaciğer-dalak sintigrafisi görüntüleme yöntemi seçimi sırasında akla gelmelidir.

Sonuç

Gerek diğer laboratuvar yöntemlerinin gelişmesi, radyoaktivite içermeyen alternatif tanı yöntemlerinin ortaya çıkması veya radyonüklid temininde yaşanan zorluklar sebebiyle gastrointestinal sistem hastalıklarında da diğer sistemlerde olduğu gibi bazı Nükleer Tıp teknikleri artık günümüzde rutin olarak kullanılmamaktadır. Bu tetkiklerden daha önce sıklıkla kullanılan C-14 üre nefes testi, Schilling testi ve karaciğer-dalak sintigrafisi döneminde oldukça kıymetli veriler sağlayabilen Nükleer Tıp tetkikleri olarak öne çıkmaktadır. Bu derlemede kısaca bu tetkiklerin arka planı, uygulamaları, endikasyonları ve şu andaki konumları özetlenmiştir. Bu bilgiler her ne kadar günümüzde çoğu merkezde uygulanmasa da sağlam bir nükleer tıp metodolojisi temeli için öğrenilmeye değer niteliktedir.

Kaynaklar

1. Shirin H, Kenet G, Shevah O, et al. Evaluation of a novel continuous real time 13C urea breath analyser for Helicobacter pylori. Aliment Pharmacol Ther 2001;15:389-394.
2. Israeli E, Ilan Y, Bar Meir S, BuenaVida C, Goldin E. A novel 13C-urea breath test device for the diagnosis of Helicobacter pylori infection: continuous online measurements allow for faster test results with high accuracy. J Clin Gastroenterol 2003;37:139-141.
3. Chey WD, Wong BC; Practice Parameters Committee of the American College of Gastroenterology. American College of Gastroenterology guideline on the management of Helicobacter pylori infection. Am J Gastroenterol 2007;102:1808-1825.
4. Delluva AM, Markley K, Davies RE. The absence of gastric urease in germ-free animals. Biochim Biophys Acta 1968;151:646-650.
5. Marshall BJ, Warren JR, Francis GJ, Lang ton SR, Goodwin CS, Blincow ED. Rapid urease test in the management of Campylobacter pyloridis-associated gastritis. Am J Gastroenterol 1987;82:200-210.
6. Balon H, Gold CA, Dworkin HJ, McCormick VA, Freitas JE. Procedure Guideline for Carbon-14-Urea Breath Test. J Nucl Med 1998;39:2021-2014.
7. Savarino V, Vigneri S, Celle G. The 13C urea breath test in the diagnosis of Helicobacter pylori infection. Gut 1999;45:118-22.
8. Sabbagh P, Mohammadnia-Afrouzi M, Javanian M, et al. Diagnostic methods for Helicobacter pylori infection: ideals, options, and limitations. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 2019;38:55-66.
9. Lopes AI, Vale FF, Oleastro M. Helicobacter pylori infection - recent developments in diagnosis. World J Gastroenterol 2014;20:9299-9313.

10. Mazokopakis EE, Karefilakis CM, Giannopoulou C. [Is Schilling test necessary for the etiological diagnosis of B12 insufficiency?]. *Hell J Nucl Med* 2009;12:84-86.
11. Wiersinga WJ, de Rooij SEJA, Huijmans JGM, Fischer C, Hoekstra JBL. [Diagnosis of vitamin B12 deficiency revised]. *Ned Tijdschr Geneesk* 2005;149:2789-2794.
12. Uchamaru K. [Vitamin B12 absorption test]. *Nihon Rinsho* 2004;62 (Suppl 12):161-163.
13. Ramphul K, Mejias SG. Schilling Test. In: StatPearls. StatPearls Publishing 2022 Jan.
14. G. Jean-Louis, N. Farè. Vitamin B12: Absorption, Metabolism, and Deficiency. In: *Encyclopedia of Gastroenterology*. Editors Leonard R. Johnson. Elsevier; 2004. p. 619-624.
15. Hoefs JC, Wang F, Kanel G, Braunstein P. The liver-spleen scan as a quantitative liver function test: correlation with liver severity at peritoneoscopy. *Hepatology* 1995;22:1113-1121.
16. Rogers JV, Mack LA, Freeny PC, Johnson ML, Sones PJ. Hepatic focal nodular hyperplasia: angiography, CT, sonography, and scintigraphy. *AJR Am J Roentgenol* 1981;137:983-990.
17. Royal HD, Brown ML, Drum DE, Nagle CE, Sylvester JM, Ziessman HA. Procedure guideline for hepatic and splenic imaging. *J Nucl Med* 1998;39:1114-1146.
18. Middleton ML, Strober MD. Planar scintigraphic imaging of the gastrointestinal tract in clinical practice. *Semin Nucl Med* 2012;42:33-40.
19. Willyard CE, Kalathil SC. Nuclear Medicine Liver/Spleen Test. In: StatPearls. StatPearls Publishing 2021 Jan.
20. Mettler FA, Guiberteau MJ. Liver-Spleen Imaging. In: *Essentials of nuclear medicine and molecular imaging (Seventh Edition)*. Elsevier; 2018 p. 213-218.
21. Matesan MM, Bowen SR, Chapman TR, et al. Assessment of functional liver reserve: old and new in 99mTc-sulfur colloid scintigraphy. *Nucl Med Commun* 2017;38:577-586.
22. Bowen SR, Chapman TR, Borgman J, et al. Measuring total liver function on sulfur colloid SPECT/CT for improved risk stratification and outcome prediction of hepatocellular carcinoma patients. *EJNMMI Res* 2016;6:57.



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

GIS 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, GIS 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). GIS 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

GIS kanama sintigrafisinin en yaygın endikasyonu, özellikle alt GIS kaynaklı kanamanın tespitidir. 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). GIS kanama sintigrafisi, kronik okkült kanamalar için tercih edilmemelidir. GIS kanama sintigrafisinin diğer endikasyonları; risk sınıflaması, zamanında tanısız anjiyografiye yönlendirmek ve anjiyografik girişim veya cerrahi planlamaya yardımcı olmak olarak sıralanabilir.

GIS 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

Sebepler	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 GIS 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

redukte ederek hemoglobinin beta globulin zincirlerine bağlanmasını sağlar.

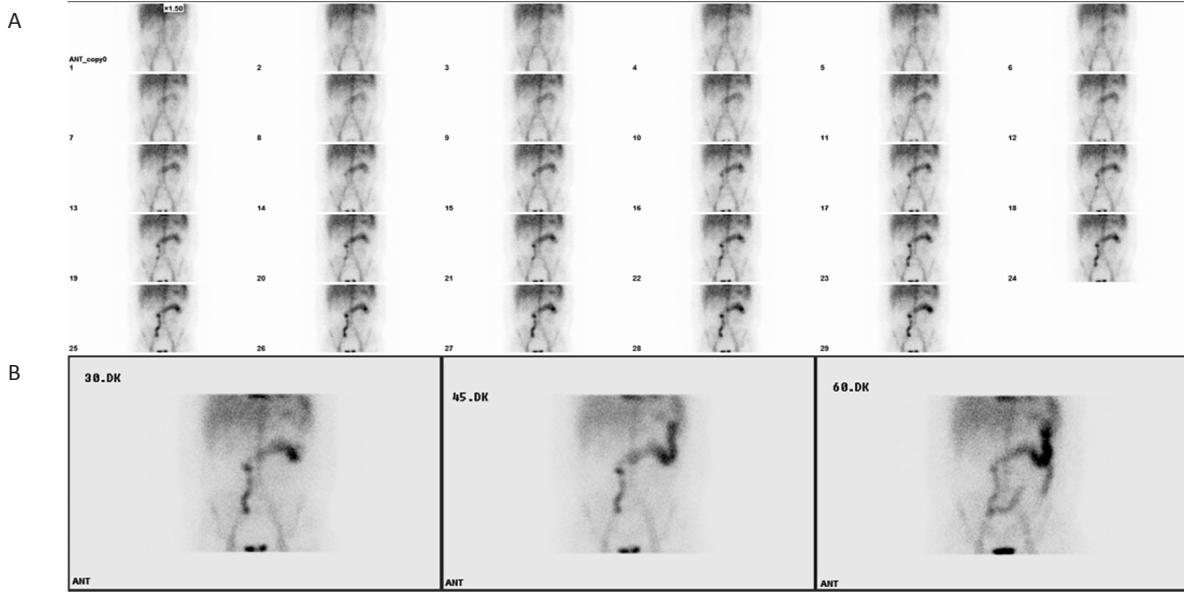
Görüntüleme Protokolü

GİS kanama sintigrafisi için önerilen radyofarmasötik dozu yetişkinler için 15-30 mCi, çocuklar için 2,16-21,2 mCi'dir (79-784 MBq) (EANM pediyatrik 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 intermittan 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.

İşaretleme eritrositler ile yapılan GIS 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 gelinir. 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 GIS 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 hepatic arter ve splenic 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 mesanedeki 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, hepatic 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 adölesanlarda 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 başvurulan hızlı, 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 görüntüleme, %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 aracılığıylaadır.

Görüntüleme Protokolü

Supin pozisyonda, düşük enerjili genel amaçlı veya düşük enerjili yüksek rezolüsyonlu kolimatör kullanılarak, 140 keV enerji, %20 pencere aralığında, dinamik görüntüleme 64x64 veya 128x128 matrikste, statik görüntüleme 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).

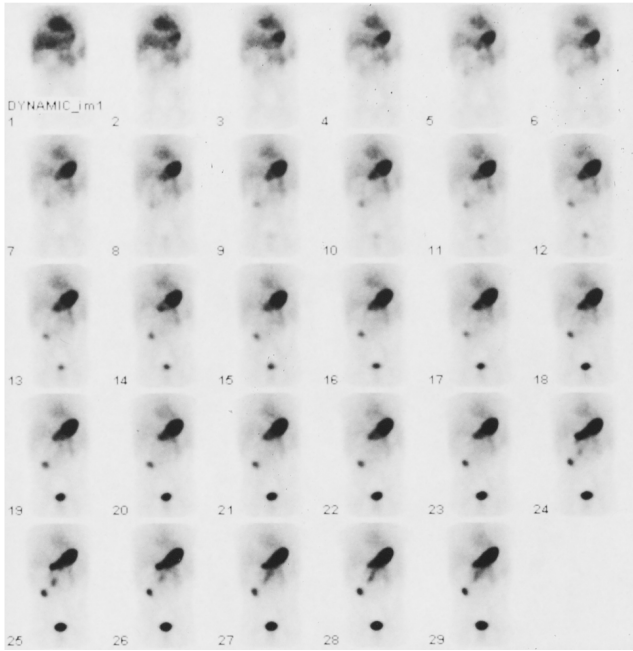
Görüntülerin negatif ya da şüpheli olması halinde dinamik görüntüleme 1. saate kadar uzatılabilir veya SPECT çalışması yapılabilir (64x64 veya 128x128 matrikste 30 sn/görüntü olacak şekilde 360°). SPECT/BT, Meckel divertikülünde artefaktları azaltan ve cerrahi planlamaya yardımcı olan bir teknik olarak 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 alınmasını 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, subkütan	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 meningomyelose 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, Gutfilem 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.



Hepatobiliyer Sintigrafi

Hepatobiliary Scintigraphy

© Gizem Sütçü, © Çiğdem Soydal

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

Öz

Hepatobiliyer sistem sintigrafisi karaciğer ve biliyer sistemin değerlendirilmesinde kullanılan bir Nükleer Tıp görüntüleme yöntemidir. Görüntüleme için karaciğerde hepatositler tarafından tutulan ve biliyer sistem ile gastrointestinal sisteme geçen radyofarmasötikler kullanılır. Membrofeninin hepatik ekskresyonu daha yüksek olduğundan orta ya da ileri düzeyde hepatik disfonksiyon varlığında disofenin yerine tercih edilebilir. Hepatobiliyer sintigrafide yanlış negatiflik ve pozitifliğe neden olabilecek pek çok klinik durum vardır. Bu nedenle tanısız doğruluğunu artırmak için bazı fizyolojik ve farmakolojik uygulamalar yapılabilir. Normal bir hepatobiliyer sintigrafide radyofarmasötik hızlı bir şekilde kan havuzundan temizlenerek hepatik parankimde tutulmalıdır. Ardından intrahepatik ve ekstrahepatik safra yolları, safra kesesi ve proksimal ince barsağa radyoaktivite geçişi izlenmelidir. Tüm bu geçiş 1 saat içinde tamamlanmalıdır. Sarılığı olan yenidoğanlarda hepatobiliyer sintigrafi, en sık iki etiyoloji olan neonatal hepatit ile biliyer atrezinin ayırıcı tanısının yapılması amacıyla uygulanabilir. Hepatobiliyer sintigrafisinde neonatal hepatit olan olgularda azalmış karaciğer tutulumu izlenirken biliyer atrezide karaciğerde aktivite tutulumu normaldir. Akut kolesistit, geçmişte hepatobiliyer sintigrafi için en yaygın klinik endikasyonu oluşturmakla birlikte günümüzde ultrasonografinin yaygın kullanımı nedeniyle kullanımı azalmıştır. Hepatobiliyer sintigrafide safra kesesinde aktivite izlenmemesi akut kolesistiti düşündürür ancak spesifik değildir. Akut kolesistit varlığını değerlendirebilmek için ya geç görüntüler alınmalıdır ya da morfin uygulanmalıdır. Kronik safra kesesi hastalığı ise gecikmiş safra kesesi dolumu ile kendini gösterir. Kronik kolesistitin bir diğer bulgusu da safra kesesi ejeksiyon fraksiyonunda azalma olmasıdır. Safra kaçakları karaciğer, safra kesesi, safra yolları, barsak ya da üriner sistem dışındaki bir lokalizasyonda radyoaktivite bulunması ile kolaylıkla tanınabilir. Epigastrik yakınmaları olan hastalarda hepatobiliyer sintigrafi sırasında radyofarmasötüğün duodenumdan mideye geçişinin izlenmesi

Abstract

Hepatobiliary scintigraphy is a nuclear medicine imaging method to evaluate liver and biliary system. For imaging, radiopharmaceuticals that are taken up by hepatocytes and secreted to the biliary system are used. Mebrofenin can be preferred over disofenin in patients with hepatic dysfunction due to its higher hepatic excretion rate. There are several clinical conditions that can be false negative or positive findings in hepatobiliary scintigraphy. For this reason, some physiological and pharmacological applications can be performed to increase diagnostic sensitivity. In a normal hepatobiliary scintigraphy, radiopharmaceutical should be cleared from blood pool and taken up by liver parenchyma. Then radiopharmaceutical should be pass through to intrahepatic and extrahepatic biliary tract, gallbladder and proximal small bowel. All this passage should be completed with 1 hour. In newborn with jaundice, hepatobiliary scintigraphy can distinguish two most common etiologies; neonatal hepatitis and biliary atresia. While liver uptake is decreased in neonatal hepatitis, it is normal in biliary atresia. Although acute cholecystitis is the most common indication for hepatobiliary scintigraphy in the past, today because of the common usage of ultrasonography clinical application of hepatobiliary scintigraphy for this indication is decreased. Absence of the radioactivity in gallbladder in hepatobiliary scintigraphy is the finding of acute cholecystitis but it is not specific. For further evaluation, late imaging or morphine medication is needed. Chronic gallbladder disease shows itself with late gallbladder filling. Another finding of chronic cholecystitis is decrease of gallbladder ejection fraction. Biliary leakage can easily be diagnosed with appearance of radioactivity in the locations apart from liver, gallbladder, biliary system, small bowel or urinary tract. In patients with epigastric discomfort, diagnosis of enterogastric reflux can be done in the case of passage of radiopharmaceutical from duodenum to stomach. Application of hepatobiliary scintigraphy for evaluation of future liver remnant function in patients who will undergo

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Doç. Dr. Çiğdem Soydal, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: csoydal@yahoo.com ORCID ID: orcid.org/0000-0002-6199-8551

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

ile enterogastrik reflü tanısı konulabilir. Parsiyel hepatektomi planlanan hastalarda geriye kalacak karaciğer dokusunun fonksiyonun hesaplamak amacıyla hepatobiliyer sintigrafisi uygulaması oldukça güncel bir yöntemdir. Geriye kalacak karaciğer dokusu yeterli olmayıp hipertrofiye gitmesi amacıyla embolik ya da cerrahi girişimler uygulanan hastalarda ortaya çıkan hipertrofinin fonksiyonda ortaya çıkardığı değişiklik de hepatobiliyer sintigrafisi ile hesaplanabilir. Sonuç olarak hepatobiliyer sintigrafisi, karaciğer fonksiyonunun ve safra yolları ve safra kesesinin değerlendirilmesinde yüksek duyarlılığa sahip, kolay uygulanabilir, non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir. Akut kolesistit tanısında kullanımı azalmakla birlikte günümüze karaciğer cerrahisi öncesinde rezidü karaciğer dokusunun fonksiyonunun değerlendirilmesi gibi hepatobiliyer yeni kullanım endikasyonları bulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hepatobiliyer sistem, sintigrafisi, nükleer tıp

hepatectomy is a recent method. In patients who underwent embolic or surgical procedures due to insufficient future liver remnant, postprocedural functional change in hypertrophic liver can be calculated with hepatobiliary scintigraphy. To conclude, hepatobiliary scintigraphy, is an easily performed and non-invasive imaging method with high sensitivity for the evaluation of liver function and biliary system and gallbladder. Despite, decrease of its application for diagnosis of acute cholecystitis, today it found new application areas such as evaluation of future liver remnant function before liver surgery.

Keywords: Hepatobiliary system, scintigraphy, nuclear medicine

Giriş

Hepatobiliyer sistem sintigrafisi karaciğer ve biliyer sistemin değerlendirilmesinde kullanılan bir Nükleer Tıp görüntüleme yöntemidir. Görüntüleme için karaciğerde hepatositler tarafından tutulan ve biliyer sistem ile gastrointestinal sisteme geçen radyofarmasötikler kullanılır. Bu nedenle hem karaciğer fonksiyonlarının hem de biliyer sistem ve safra kesesi fonksiyonlarının değerlendirilmesine olanak sağlar (1). Hepatobiliyer sintigrafisinin güncel bir kullanım alanı da son yıllarda karaciğer cerrahisi planlanan hastalarda geriye kalacak karaciğer dokusunun fonksiyonunun hesaplanmasıdır. Bu şekilde cerrahi sonrası karaciğer yetmezliği gelişme riski öngörülebilmektedir (2,3). Preoperatif dönemde kalacak karaciğer rezervi yetersiz olduğu için portal ven embolizasyonu uygulanan hastalarda ortaya çıkan hipertrofinin karaciğer fonksiyonuna etkisi de hepatobiliyer sintigrafisi ile değerlendirilebilir (4).

Endikasyonlar

Hepatobiliyer sintigrafisi ile hepatositlerin işlevi, safra yolları, safra kesesi kontraktilesi ve oddi sfinkterini ilgilendiren patolojiler değerlendirir (1). Bunlar;

1. Yetişkinlerde fonksiyonel biliyer ağrı sendromları,
2. Çocuklarda fonksiyonel biliyer ağrı sendromları,
3. Neonatal hiperbilirubinemi (neonatal hepatit ile biliyer atrezi ayırıcı tanısı),
4. Akut ve kronik kolesistit,
5. Safra yolu perforasyonları ya da safra kaçaklarının araştırılması,

6. Koledok kistleri,
7. Biliyer enterik bypass cerrahisi sonrası değerlendirme,
8. Afferent loop sendromu,
9. Transplante karaciğer fonksiyonlarının değerlendirilmesi,
10. Safra kesesi ejeksiyon fraksiyonunun (GBEF) hesaplanması,
11. Parsiyel hepatektomi öncesi karaciğer loblarının fonksiyonlarının değerlendirilmesi,
12. Enterogastrik reflü değerlendirilmesi,
13. Gastrektomi sonrası biliyer reflü değerlendirilmesi,
14. Oddi sfinkter disfonksiyonu.

Kontrendikasyonlar

Hepatobiliyer sintigrafisi için tek mutlak kontrendikasyon radyofarmasötik maddeye karşı hipersensitivite öyküsü olmasıdır. Ayrıca üreme çağındaki kadınlarda olası gebelik açısından değerlendirme önerilir (1,5).

Radyofarmasötikler

Hepatobiliyer sintigrafide Tc-99m ile işaretli iminodiasetik asit (İDA) deriveleri kullanılır. İDA deriveleri hepatositlerce tutulur ve bilirubine benzer bir mekanizma ile unkonjuge bir şekilde ekskrete edilirler. Başlıca kullanılan İDA deriveleri; diisopropil İDA (disofenin) ve metiltribromo İDA'dır (mebrofenin) (6).

Mebrofenin, %98 oranında hepatositlerde tutulur ve plazma yarılanma ömrü yaklaşık 17 dakikadır. Disofenin ise, %88 oranında hepatositlerde tutulur ve plazma yarılanma ömrü yaklaşık 19 dakikadır. Mebrofeninin disofenine göre avantajı hepatositlerde tutulma oranının daha yüksek olması nedeniyle yüksek bilirubin değerinden daha az etkilenmesidir (6).

Tc-99m-disofenin ve Tc-99m-mebrofenin, yetişkinler için 111-185 MBq (3-5 mCi) dozda intravenöz (iv) yolla uygulanır. Ancak hiperbilirubinemi varlığında daha yüksek aktiviteler gerekebilir. Mebrofeninin hepatik ekskresyonu daha yüksek olduğundan orta ya da ileri düzeyde hepatik disfonksiyon varlığında disofenin yerine tercih edilebilir. Bebekler ve çocuklar için önerilen doz 1,8 MBq/kg'dir (0,05 mCi/kg). Hiperbilirubinemili yenidoğan bebeklerde ise her zaman mebrofenin tercih edilmelidir. Önerilen doz ise 37 MBq'dir (1).

Hasta Hazırlığı

Hepatobiliyer sintigrafi öncesi hastanın safra yolları ve gastrointestinal sistem ile ilişkili cerrahi prosedür öyküsü, en son oral alım zamanı, kullandığı ilaçlar öğrenilmeli, bilirubin ve karaciğer enzim düzeylerini içeren kan tetkikleri, safra kesesi ve abdomeni ilgilendiren görüntüleme sonuçları gözden geçirilmelidir. Safra kesesinin uygun bir şekilde görüntülenebilmesi için bebek ve çocuklarda minimum 4 saat, erişkinlerde 4-6 saat açlık gereklidir. Bununla birlikte, 24 saatten daha uzun süre aç kalmak radyofarmasötüğün safra kesesinde tutulumunu geciktirebilir.

Uzamış açlık ya da aşırı tokluk durumunda safra kesesinin kontrakte edilmesi amacı ile İDA bileşiklerinin enjeksiyonundan en az 30 dakika öncesinde kolesistokinin analogları (CCK) verilebilir (6).

Protokol

Hepatobiliyer sintigrafi için çok amaçlı düşük enerjili ya da yüksek çözünürlüklü kolimatör içeren geniş görüntü alanına sahip gama kameralar kullanılır. Karaciğer, safra kesesi, safra yolları ve ince bağırsakları içerecek şekilde abdomenden alınacak sintigrafik görüntüler, radyofarmasötik enjeksiyonu ile başlayarak 60 dakika boyunca anterior ya da sol anterior oblik projeksiyondan 1 dakikalık dinamik görüntüler olarak elde edilir (1). 128x128 matriks standart olarak önerilir. Akut kolesistit şüphesinde birinci saatin sonunda radyofarmasötüğün bağırsaklara geçişi görülmezse 3-4. saatte geç görüntüleme ya da morfin uygulaması yapılabilir. Bazı durumlarda (ileri derece genel durum

bozukluğu, ileri düzey hepatik disfonksiyon, ana safra kanalı obstrüksiyonu şüphesi, ya da biliyer atrezi şüphesi) 18-24. saatlerde geç görüntüleme gerekebilir. Kalp ve karaciğer üzerine ilgi alanları çizilerek zaman aktivite eğrileri elde edilebilir. Karaciğer üzerine çizilen ilgi alanı kullanılarak hepatik ekstraksiyon fraksiyonu ve ekstraksiyon yarı zamanı hesaplanabilir (6,7). GBEP hesaplaması için kolesistokinin ejeksiyonu öncesi ve sonrası safra kesesi çevresinden ve komşu karaciğer dokusundan ilgi alanları çizilir.

Hepatobiliyer sintigrafinin tanısal doğruluğunu artırmak için bazı fizyolojik ve farmakolojik uygulamalar yapılabilir. Bu uygulamalar şu şekildedir:

1. Görüntüleme öncesi CCK analogu uygulaması: Görüntüleme öncesi 24 saatten uzun açlığı olan, parenteral hiperalimentasyon tedavisi uygulanan ya da ileri derecede düşük hastalarda yalnızca pozitif sonuçları azaltmak amacıyla radyofarmasötik enjeksiyonundan 15-30 dk önce 0,02 mikrogr/kg dozunda, 30-60 dk'lık CCK analogu uygulanabilir. Ayrıca Oddi sfinkter disfonksiyonu şüphesinde 3 dk'lık CCK analogu enjeksiyonundan 15 dk sonra başlatılan görüntülemede karaciğer parankimi ve ana safra kanalına çizilen ilgi alanları kullanılarak zaman aktivite eğrileri çizilebilir.
2. Morfin sülfat uygulaması: Akut kolesistit şüphesinde 30-60. dakikalarda safra kesesi görünür hale gelmediyse, 0,04 mg/kg ya da 2 mg standart doz, 2-3 dakika iv infüzyon şeklinde morfin sülfat uygulanır. Eğer sistik kanal açık ise morfin etkisi ile Oddi sfinkterinde oluşacak spazm ile radyofarmasötik safra kesesine dolacak ve kese görünür hale gelecektir. Morfin enjeksiyonu öncesinde intrahepatik safra yolları ve ana safra kanalında radyoaktivite izlenmeli ve ince bağırsağa geçiş görülmelidir. Morfin enjeksiyonu sonrasında görüntülemeye 30-60 dk boyunca devam edilmelidir. Morfin için kontrendikasyonlar intrakraniyal basınç artışı, solunum depresyonu, morfin alerjisi ve akut pankreatit olarak sıralanabilir.
3. CCK analogu stimülasyonu: Safra kesesi kontraktilesini ejeksiyon fraksiyonunu hesaplayarak değerlendirmek için CCK analogu ile stimülasyon yapılabilir. CCK stimülasyonu amacıyla farklı CCK analoglarının kullanıldığı farklı metodlar mevcut olup, ejeksiyon fraksiyonunun normal değerleri de kullanılan analog ve uygulanan metod tipine göre değişiklik gösterir. Geçerliliği en yüksek metot 0,02 mikrogr/kg CCK analogunun 60 dakikalık süre boyunca iv infüze edildiği yöntem olup, bu yöntem

ile normal safra kesesi ejeksiyon fraksiyon değeri $\geq 38\%$ 'dir (5).

4. Yağlı diyet uygulaması: CCK analogu yerine yağlı gıda tüketimi ile de safra kesesi stimüle edilerek ejeksiyon fraksiyonu hesaplanabilir. Ancak CCK analogu uygulamasına göre standardizasyonu daha zor bir uygulamadır.
5. Fenobarbital uygulaması: Biliyer atrezi şüphesi olan yenidoğanlarda radyofarmasötüğün biliyer ekskresyonunu artırmak ve tanısal duyarlılığı artırmak amacı ile 5 mg/kg/gün dozunda günde iki doza bölünerek sintigrafi öncesindeki 3-5 gün boyunca oral yolla uygulanabilir. Bu durumda radyofarmasötik olarak disofenin yerine hepatik ekstraksiyon oranı daha yüksek olan mebrotfenin tercih edilmelidir.
6. Ursodeoksikolik asit uygulaması: Biliyer atrezi şüphesi olan yenidoğanlarda görüntüleme öncesi ursodeoksikolik uygulaması da bir alternatiftir. Görüntüleme öncesi 2-3 gün boyunca günde iki doza bölünerek 20 mg/kg/gün dozunda ursodeoksikolik asit uygulanır ve sintigrafik inceleme boyunca uygulanmaya devam edilir. Fenobarbitale göre en büyük avantajı sedasyona neden olmamasıdır.

Yorumlama

Normal bir hepatobiliyer sintigrafide radyofarmasötik hızlı bir şekilde kan havuzundan temizlenerek hepatik parankimde tutulmalıdır. Ardından intrahepatik ve ekstrahepatik safra yolları, safra kesesi ve proksimal ince bağırsağa radyoaktivite geçişi izlenmelidir. Tüm bu geçiş 1 saat içinde tamamlanmalıdır (Şekil 1) (6,7).

Hepatobiliyer Sintigrafinin Kullanıldığı Durumlar

Yenidoğan Sarılığı

Yenidoğan sarılığının etiyolojisinde başlıca biliyer atrezi, neonatal hepatit, kistik fibrozis, alfa-1 antitripsin eksikliği ve Alagille sendromu olmak üzere pek çok patoloji yer alır. Hepatobiliyer sintigrafi, en sık iki etiyoloji olan neonatal hepatit ile biliyer atrezinin ayırıcı tanısının yapılması amacıyla uygulanabilir (8).

Hepatobiliyer sintigrafisinde neonatal hepatit olan olgularda azalmış karaciğer tutulumu izlenirken biliyer atrezide karaciğerde aktivite tutulumu normaldir. Ciddi hepatosit disfonksiyonu olan hastalarda aktivite tutulumu azalmış olabilir. Ancak 24 saatin sonunda

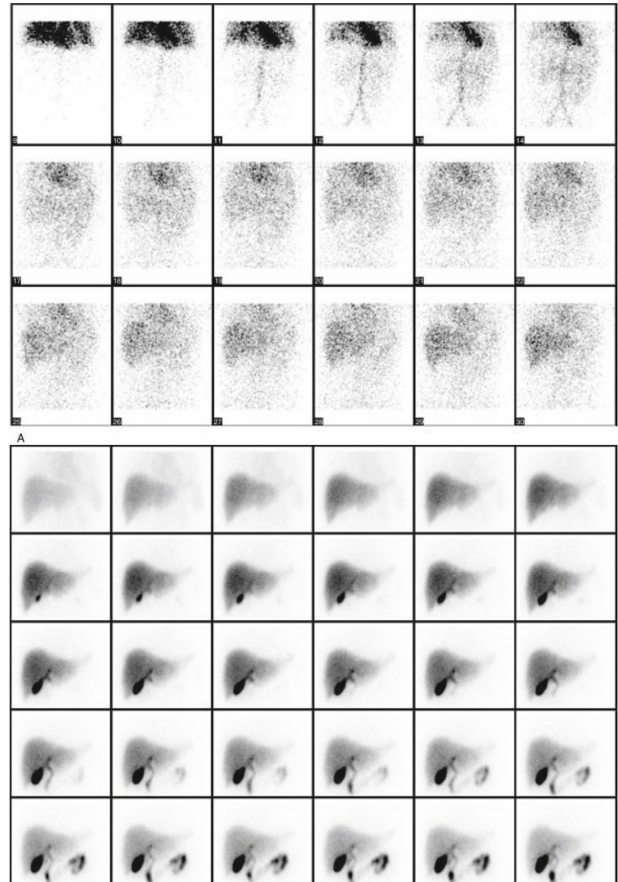
bile bağırsağa radyoaktivite geçişi izlenmez (Şekil 2) (1,5,6).

Akut Kolesistit

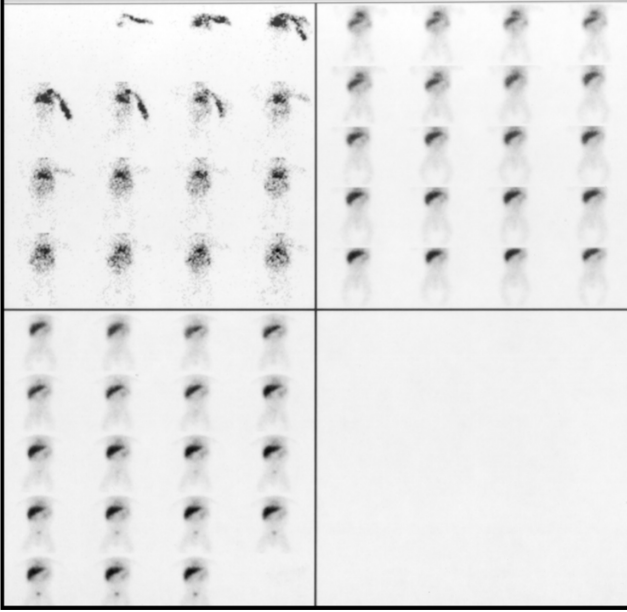
Akut kolesistit, geçmişte hepatobiliyer sintigrafi için en yaygın klinik endikasyonu oluşturmakla birlikte günümüzde ultrasonografinin yaygın kullanımı nedeniyle kullanımı azalmıştır (9).

Hepatobiliyer sintigrafide safra kesesinde aktivite izlenmemesi akut kolesistiti düşündürür ancak spesifik değildir. Akut kolesistit varlığını değerlendirebilmek için ya geç görüntüler alınmalıdır ya da morfin uygulanmalıdır. Üç-4. saat geç görüntülerde ve morfin uygulaması sonrası 30. dakikada alınan görüntülerde safra kesesi hala görülüyorsa bu akut kolesistit tanısını desteklemektedir (Şekil 3) (10). Safra kesesi çevresinde hepatik bant şeklinde artmış aktivite birikimi izlenmesi rim sign olarak adlandırılır ve bu bulgu ciddi ileri evre kolesistit varlığının göstergesidir (11).

Akut kolesistit şüphesinde hepatobiliyer sintigrafi



Şekil 1. Normal hepatobiliyer sintigrafisi



Şekil 2. Biliyer artezi tanısı yenidoğana ait hepatobiliyer sintigrafi görüntüsü. Çalışma boyunca safra yollarına radyoaktivite geçişi izlenmemektedir

yorumlanırken yanlış negatiflik ve yanlış pozitifliğe neden olabilecek durumlar şunlardır:

Yanlış pozitiflik nedenleri (akut kolesistit olmadığı halde safra kesesinin görüntülenemediği durumlar);

- Yeterli olmayan açlık süresi (<2 saat),
- Uzamış açlık (>24 saat),
- Şiddetli hepatoselüler hastalık,
- Yüksek düzeyde yaygın safra kanalı obstrüksiyonu,
- Pankreatit,
- Safranın bağırsağa hızlı transit olması,
- Şiddetli kronik kolesistit,
- Kolesistektomi öyküsü.

Yanlış negatiflik nedenleri (akut kolesistit mevcut olduğu halde safra kesesinin görüntülendiği durumlar);

- Akut akalkülöz kolesistit,
- Safra kesesini simüle eden genişlemiş kistik kanal işaretinin varlığı,
- Safra kesesi perforasyonu nedeniyle safra sızıntısı,
- Safra kesesini simüle eden konjenital anomaliler,
- Safra kesesi veya ince bağırsağı simüle eden böbreklerde aktivite,
- Safra kesesini simüle eden bir bağırsak döngüsü (100-200 mL su içmek radyofarmasötici duodenumdan uzaklaştırarak, safra kesesinin bağırsaktan ayırımı sağlayabilir. Duodenumdaki aktiviteyi safra

kesesinden daha iyi ayırt etmek için lateral projeksiyondan ek görüntüler elde edilebilir) (1).

Kronik Kolesistit (Kronik Safra Kesesi Hastalığı)

Kronik kolesistit, tekrarlayan biliyer kolik semptomları ile kendini gösterir. Genellikle ultrason ile tanı doğrulanır. Eğer safra kesesinde taş tespit edilirse genellikle bu hastalara kolesistektomi yapılır. Ancak bazen taş saptanmaz bu durumda safra kesesinin fonksiyonunun (GBEF) değerlendirilmesi için hepatobiliyer sintigrafi yapılabilir. Genelde bu hastalarda kronik akalkülöz kolesistit hastalığından şüphelenilmektedir (12).

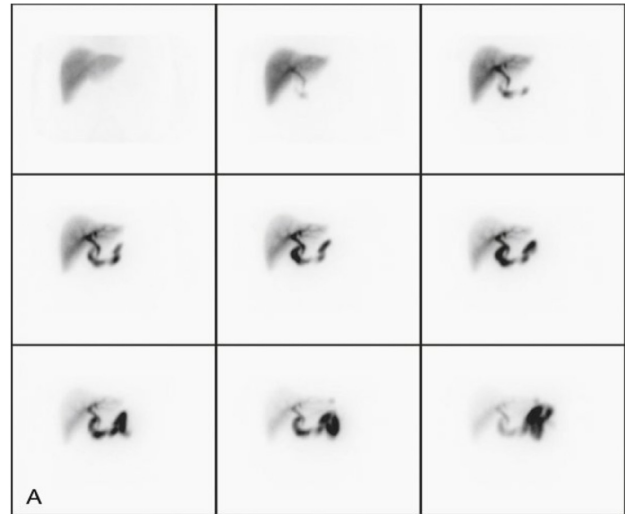
Kronik safra kesesi hastalığı gecikmiş safra kesesi dolumu ile kendini gösterir. Erken görüntülerde akut kolesistite benzer şekilde safra kesesine aktivite geçişi izlenmez ancak 3-4. saatte alınan geç görüntülerde ya da morfin uygulaması sonrası 30. dakikada safra kesesi izlenir (1). Kronik kolesistitin bir diğer bulgusu da GBEF'de azalma olmasıdır (5,13,14).

Safra Kaçakları

Safra kaçakları karaciğer, safra kesesi, safra yolları, bağırsak ya da üriner sistem dışındaki bir lokalizasyonda radyoaktivite bulunması ile kolaylıkla tanınabilir. Sinematik görüntülerin değerlendirilmesi ya da dekübit pozisyonda görüntüleme ile tanısal doğruluk artırılabilir (1,5,6).

Enterogastrik Reflü

Epigastrik yakınmaları olan hastalarda hepatobiliyer sintigrafi sırasında radyofarmasötüğün duodenumdan



Şekil 3. Akut kolesistit tanısı olan hastaya ait hepatobiliyer sintigrafi görüntüsü. Çalışma süresi boyunca safra kesesine radyoaktivite geçişi izlenmemektedir

mideye geçişinin izlenmesi ile enterogastrik reflü tanısı konulabilir (Şekil 4).

Oddi Sfinkter Disfonksiyonu

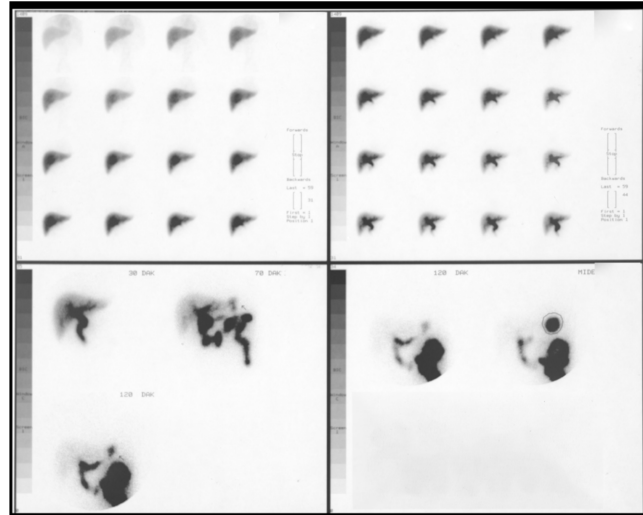
Kolesistektomi sonrası Oddi sfinkter disfonksiyonu gelişir ise ana safra kanalında parsiyel bir obstrüksiyona neden olur. Görüntüleme öncesi CCK analogu ya da morfin uygulaması sintigrafik duyarlılığı artırabilir. Ayrıca hepatic hilum-duedonum transit zamanı ya da morfin sonrası yüzde olarak safra akımının hesaplanması gibi sayısal analizler yapılabilir (1,5).

Parsiyel Hepatektomi Öncesi Karaciğer Loblarının Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

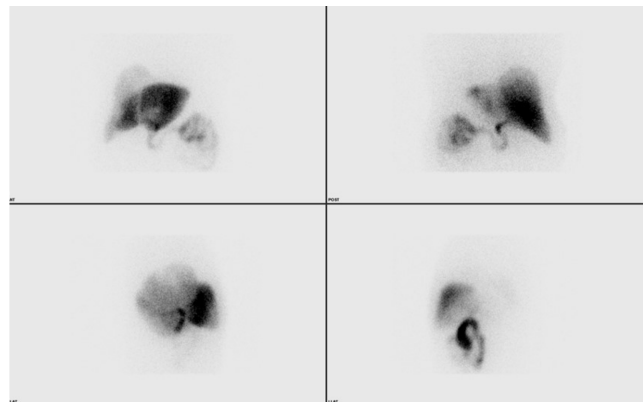
Parsiyel hepatektomi planlanan hastalarda geriye kalacak karaciğer dokusunun fonksiyonunu hesaplamak amacıyla hepatobiliyer sintigrafi uygulaması oldukça güncel bir yöntemdir. Bu amaçla kullanılan anatomik görüntüleme yöntemleri geriye kalacak karaciğer hacmini göstermekle birlikte kalacak hacim her zaman fonksiyon ile korele olmamaktadır. Geriye kalacak karaciğer dokusu yeterli olmayıp hipertrofiye gitmesi amacıyla embolik ya da cerrahi girişimler uygulanan hastalarda ortaya çıkan hipertrofinin fonksiyonda ortaya çıkardığı değişiklik de hepatobiliyer sintigrafi ile hesaplanabilir (Şekil 5). Bu durumda en yaygın kullanılan yöntem dinamik sintigrafik görüntülerden kalp/mediasten kan havuzu ve karaciğer loblarından seçilen ilgi alanları ile zaman/aktivite eğrileri çizmektir. Yapılan kantitatif analiz ile karaciğer sağ ve sol loblarının toplam karaciğer fonksiyonuna katkısı hesaplanabilir. Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi/bilgisayarlı tomografi görüntüleme yapılan hastalarda özel yazılımlar kullanılarak ayrıca segmental düzeyde ilgi alanları çizilerek segmentektomi öncesi de geriye kalacak karaciğer dokusunun toplam fonksiyona katkısı hesaplanabilir (2,3,4).

Sonuç

Hepatobiliyer sintigrafi karaciğer fonksiyonunun ve safra yolları ve safra kesesinin değerlendirilmesinde yüksek duyarlılığa sahip, kolay uygulanabilir, non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir. Tanısal doğruluğunu artırmak için farklı fizyolojik ve farmakolojik uygulamalar yapılabilir. Akut kolesistit tanısında kullanımı azalmakla birlikte günümüze karaciğer cerrahisi öncesinde rezidü karaciğer dokusunun fonksiyonunun değerlendirilmesi gibi yeni kullanım endikasyonları bulunmuştur.



Şekil 4. Enterogastrik reflü tanısı olan hastanın hepatobiliyer sintigrafi görüntüsü. Radyofarmasötüğün 70. dakikadan itibaren duedonumdan mideye kaçışı izlenmektedir



Şekil 5. Sağ portal ven ligasyonu yapılan hastaya ait hepatobiliyer sintigrafi görüntüleri. Sol lob ve kaudat lobda hipertrofi izlenmektedir

Kaynaklar

1. Tulchinsky M, Ciak BW, Delbeke D, et al. SNM practice guideline for hepatobiliary scintigraphy 4.0. J Nucl Med Technol 2010;38:210-218.
2. Chapelle T, Op De Beeck B, Huyghe I, et al. Future remnant liver function estimated by combining liver volumetry on magnetic resonance imaging with total liver function on (99m)Tc-mebrofenin hepatobiliary scintigraphy: can this tool predict post-hepatectomy liver failure? HPB (Oxford) 2016;18:494-503.
3. Uña-Gorospe JA. Determination of the segmental hepatic clearance rate of ^{99m}Tc-mebrofenin and its application in the functional assessment of future liver remnant after

- liver resection. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol (Engl Ed)* 2021;40:385-396.
4. Okada M, Ihara K, Miyoshi K, et al. Portal vein embolization via the ipsilateral percutaneous transhepatic approach versus laparotomic transileocecal approach: complications, profile and changes in future liver remnant volume. *Br J Radiol* 2022;31:20210854.
 5. Snyder E, Banks KP. Hepatobiliary Scintigraphy. [Updated 2021 Jul 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538243/>
 6. Nadel HR. Hepatobiliary scintigraphy in children. *Semin Nucl Med* 1996;26:25-42.
 7. Shah I, Bhatnagar S, Rangarajan VI, Patankar N. Utility of Tc99m-Mebrofenin hepato-biliary scintigraphy (HIDA scan) for the diagnosis of biliary atresia. *Trop Gastroenterol* 2012;33:62-64.
 8. Ansong-Assoku B, Shah SD, Adnan M, Ankola PA. Neonatal Jaundice. 2022 Feb 19. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. PMID: 30422525.
 9. Ziessman HA. Acute cholecystitis, biliary obstruction, and biliary leakage. *Semin Nucl Med* 2003;33:279-296.
 10. Kiewiet JJ, Leeuwenburgh MM, Bipat S, Bossuyt PM, Stoker J, Boermeester MA. A systematic review and meta-analysis of diagnostic performance of imaging in acute cholecystitis. *Radiology* 2012;264:708-720.
 11. Meekin GK, Ziessman HA, Klappenbach RS. Prognostic value and pathophysiologic significance of the rim sign in cholescintigraphy. *J Nucl Med* 1987;28:1679-1682.
 12. Gracie WA, Ransohoff DF. The natural history of silent gallstones: the innocent gallstone is not a myth. *N Engl J Med* 1982;307:798-800.
 13. DiBaise JK, Richmond BK, Ziessman HH, et al. Cholecystokinin-cholescintigraphy in adults: consensus recommendations of an interdisciplinary panel. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2011;9:376-384.
 14. Ziessman HA. Hepatobiliary scintigraphy in 2014. *J Nucl Med* 2014;55:967-975.



Karaciğer Kan Havuzu Görüntülemesi ve Selektif Dalak Sintigrafisi

Liver Blood Pool Imaging and Selective Spleen Scintigraphy

© Mine Araz

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

Öz

Karaciğer ve dalak görüntülemesinde ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi radyolojik yöntemlerin gelişmesi ile birlikte sintigrafik incelemeler daha geri planda kalmıştır. Ancak fonksiyonel görüntüleme, bazı endikasyonlarda, özellikle yüksek özgüllüğe sahip olması nedeniyle halen ayırıcı tanıda tercih edilmektedir. Son yıllarda gamma kameralardaki yenilikler, tomografik incelemelerin daha kolay, hızlı ve efektif uygulanabilir olması, tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi/bilgisayarlı tomografi gibi hibrit görüntüleme sistemlerinin yaygınlaşması, karaciğer kan havuzu ve selektif dalak incelemelerinin önceki yıllara göre daha yüksek deteksiyon gücü ve doğruluk ile yapılabilir hale gelmesini sağlamıştır. Bu derlemede, bu iki tetkikin güncel klinik yaklaşımda kullanım alanları ve uygulama yöntemlerinden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Karaciğer, dalak, sintigrafisi, SPECT, SPECT/ BT

Abstract

Together with the development of radiological methods like ultrasonography, computerized tomography and magnetic resonance imaging in liver and spleen imaging, scintigraphic imaging procedures are kept in the background. However, functional imaging is still of choice in some indications, especially due to its high specificity. Innovations in gamma cameras in the last years, easier, fast and effective applicability of tomographic imaging, widespread availability of single photon emission computed tomography/computed tomography hybrid imaging systems have led liver blood pool and selective spleen examinations to be performed with a higher detection power and accuracy. In this review, clinical applications of these two examinations and practice methods will be discussed.

Keywords: Liver, spleen, scintigraphy, SPECT, SPECT/CT

Giriş

Karaciğer kan havuzu görüntüleme ve selektif dalak sintigrafisi son yıllarda radyolojik görüntüleme yöntemlerinin gelişmesi ile nadiren uygulanır hale gelmiştir. Ancak her iki tetkik de, belirli endikasyonlarda yüksek özgüllüğe sahip oluşları nedeniyle ayırıcı tanının net yapılamadığı olgularda basit ve kolay uygulanabilir oluşları nedeniyle tercih edilmektedir.

Karaciğer Kan Havuzu Görüntüleme

Karaciğer hemanjiyomları (kavernöz hemanjiyomlar) en sık görülen benign karaciğer lezyonlarıdır. Karaciğer

hemanjiyomları çoğunlukla soliterdir. Ancak hastaların %40'ında multipl lezyonlar halinde de bulunabilirler. Hastalar genellikle asemptomatik olmakla birlikte büyük lezyonlar semptomlara neden olabilir (1). Boyutları genellikle 5 cm'nin altındadır, ancak milimetrik boyutlu lezyonlar olabileceği gibi 20 cm kadar büyük de olabilirler. Hemanjiyomlar çoğunlukla karaciğer sağ lobda bulunurlar (2). Mikroskopik olarak tek sıra yassı epitel ile çevrili ve kan havuzu ile dolu değişik boyutta kavernöz vasküler boşluklardan oluşurlar. Büyük boyutlu hemanjiyomlarda lezyon içerisinde tromboz gelişirse kollajen skar veya fibroz nodül de bulunabilir.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Uzm. Dr. Mine Araz, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
Tel.: +90 312 595 64 45 E-posta: minesoylu@yahoo.com ORCID ID: orcid.org/0000-0001-6467-618X

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

Ultrasonografi (USG), bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR) görüntüleme gibi radyolojik görüntüleme yöntemlerinin son yıllarda hızlı gelişme göstermesi nedeniyle karaciğer lezyonlarının detekte edilmesi ve natürünün belirlenmesinde bu yöntemlerin klinikte ilk basmakta kullanılır hale gelmesini sağlamıştır.

Karaciğer lezyonlarının değerlendirilmesinde radyolojik görüntüleme yöntemleri yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olmakla birlikte, ayırt edilemeyen bazı lezyonlarda hemanjiyom tanısının kesinleştirilebilmesi için karaciğer kan havuzu sintigrafisi endikedir (3). Hemanjiyomlarda venöz göllenme olması nedeniyle radyolojik ve radyonüklid görüntülemelerde bazı spesifik bulgular bulunmaktadır (4). Karaciğer hemanjiyomları çok kanlanan lezyonlar olduklarından biyopsi ile kanama riski yüksektir. Sintigrafik değerlendirme, 1970'lerden beri hemanjiyom tanısının konfirmasyonunda ucuz, kolay ulaşılabılır, pratik ve yüksek özgüllüğe (%90-100) sahip bir tetkiktir (5). Büyük boyutlu lezyonlarda (2-3 cm) duyarlılığı da oldukça yüksektir. Ancak daha küçük lezyonlarda planar görüntülemenin duyarlılığı %40 civarındadır (6). Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (SPECT) ve SPECT/BT görüntüleme duyarlılığını artırmakta (%42-74), daha küçük boyutlu (0,5 cm'e kadar) ve derin yerleşimli lezyonların tanınmasını sağlamaktadır (3,7,8,9).

Radyofarmasötik

Karaciğer kan havuzu sintigrafisinde Tc-99m işaretli eritrositler kullanılır. 750-925 MBq (20-25 mCi) Tc-99m perteknetat ile eritrositler bağlanır. Hücre işaretleme yöntemi kullanıldığından, işlem sırasında kan ürünlerinin bulunduğu tüp ve enjektör gibi materyaller laboratuvar kurallarına uygun olarak özenle işaretlenmeli ve karışıklık önlenmelidir.

Eritrositlerin Tc-99m ile işaretlenebilmesi için Tc-99m perteknetatin eritrositlerin içine geçtikten sonra hemoglobine bağlanabilmesi gerekir. Jeneratörden elde edilen Tc-99m perteknetat 7+ değerlikli olup, hemoglobinin β zincirine bağlanabilmesi için 5+ değerlikli hale indirgenmesi gerekir. Eritrositlerin içinde bu redüksiyon reaksiyonunun gerçekleşebilmesi için kalay bileşikleri (genellikle stannöz sitrat, gluseptat veya pirofosfat formu) kullanılır. Bu nedenle, eritrositler, Tc-99m perteknetattan önce Sn²⁺ ile karıştırılır, daha sonra Tc-99m perteknetat ilave edilir. Sn²⁺, eritrositlerin içine girdikten sonra Tc-99m perteknetatı indirgeyerek %80 oranında hemoglobinin β zincirine, %20 oranında heme kısmına bağlanır.

Eritrositlerin işaretlenmesinde 3 yöntem mevcuttur: *in vivo*, modifiye *in vivo* ve *in vitro*. *In vivo* işaretlemede hastaya önce kalay enjeksiyonu yapılır. Sirkülasyonda eritrositlerin içine geçebilmesi için 15-20 dk beklendikten sonra Tc-99m perteknetat enjeksiyonu yapılır. Modifiye *in vivo* metotta ise, kalay enjeksiyonunundan yaklaşık 20 dk sonra hastadan heparinize enjektöre kan alınır ve Tc-99m perteknetat ile karıştırılarak hastaya tekrar enjekte edilir. *In vitro* metotta ise hastadan alınan kan santrifüj edilir ve eritrositler ayrılır. Daha sonra laboratuvar ortamında Tc-99m perteknetat ile inkübe edilir ve hastaya geri verilir (10).

In vitro işaretlemenin bağlanma verimliliği diğer yöntemlerden yüksektir. *In vivo* yöntem ile serbest Tc-99m perteknetat yüzdesi daha fazla olduğundan mide aktivitesi değerlendirmeyi güçleştirebilir (11). Ancak uygulama kolaylığı ve kabul edilebilir bağlanma yüzdesi nedeniyle *in vivo* yöntemler daha sıklıkla kullanılmaktadır.

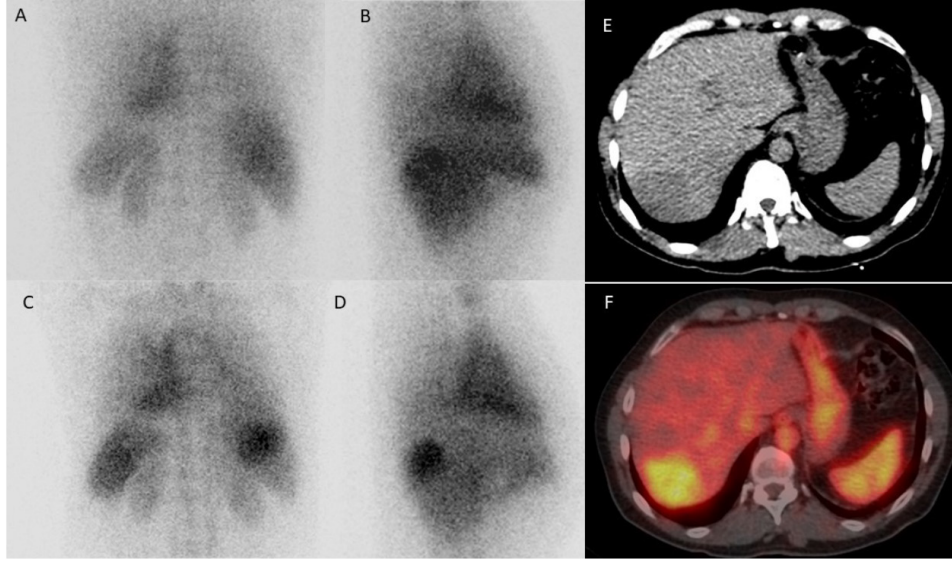
Çekim Protokolü

Çekim öncesi herhangi bir hazırlık gerekmemektedir. Hastanın semptomları, geçirdiği operasyonlar ve uygulanan tedaviler, fizik muayene bulguları, USG, BT ve MR gibi radyolojik görüntülemelerin sonuçları korelatif değerlendirme amacıyla tetkik öncesinde not edilmelidir.

Enjeksiyon ile birlikte başlayan, saniyede bir görüntü olacak şekilde yapılan dinamik çalışma lezyonun lokalizasyonuna göre en uygun pozisyonda yapılmalıdır. Erken ve geç statik planar kan havuzu görüntüleri de anterior, posterior ve sağ lateral pozisyonların yanı sıra, dinamik görüntüleme ile benzer şekilde lezyonun en net ayırt edilebileceği pozisyonda da alınmalıdır. Kan havuzu görüntüleri için genelde 1.000.000-2.000.000 sayım toplanmalıdır. Geç statik planar kan havuzu görüntüleri enjeksiyon sonrası 45-180. dakikada alınabilir. SPECT görüntüleme özellikle 2-3 cm'den küçük lezyonlar için elzem olmakla birlikte doğru lokalizasyon ve sintigrafi öncesinde yapılmış olan BT veya MR ile korele değerlendirilmesi açısından önemlidir. SPECT/BT ise bu anlamda daha büyük katkı sunmaktadır.

Değerlendirme ve Ayırıcı Tanı

Kavernöz hemanjiyomlarda venöz göllenmeye bağlı olarak geç kan havuzu aktivitesi yüksektir. Arteriyel kanlanması olmayan bu lezyonlarda, kan akımı azalmış veya normal olabilir (12). Bu "perfüzyon-kan havuzu uyumsuzluğu" hemanjiyomlar için tanımlanmış tipik bulgudur (13,14) (Resim 1).



Resim 1. Elli yaşında erkek hasta, MR’de karaciğer sağ lob posteriorunda kubbeye yakın alanda yaklaşık 7,5 cm çapında spesifiye edilemeyen lezyon izlenmiş olup, yapılan karaciğer kan havuzu görüntülemesinde; posterior (A) ve sağ lateral (B) pozisyonda alınan erken kan havuzu görüntülerinde bu alanda belirgin kanlanma izlenmezken, posterior (C) ve sağ lateral (D) geç kan havuzu görüntülerinde karaciğer sağ lob üst arka kesiminde yoğun aktivite artışı izlenmiştir. SPECT/BT (E, F) görüntülerinde karaciğer sağ lobda mevcut hipodens lezyonda yoğun fokal aktivite birikimi gözlenmiş olup hemanjiyom ile uyumlu nitelikte değerlendirilmiştir. Serum AFP düzeyleri normal sınırlarda olan hastanın takiplerinde malignite bulgusuna rastlanmamıştır

MR: Manyetik rezonans, BT: Bilgisayarlı tomografi, SPECT: Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi

Nadiren metastazlar, anjiyosarkomlar, atipik hepatoselüler kanserler veya karsinoid tümörler gibi diğer bazı karaciğer tümörlerinin de geç kan havuzu görüntülerinde artmış aktivite birikimi gösterebildiği bildirilmiştir (15,16,17,18,19,20,21). Ancak bu lezyonlarda genellikle kavernoöz hemanjiyomlardan farklı olarak kan akımı artışı da izlenir (3). Atipik olarak, özellikle büyük boyutlu kavernoöz hemanjiyomlarda da %4 oranında dinamik çalışmada kan akımı artışı ile birlikte geç kan havuzu görüntülerinde aktivite tutulumu olabildiği gösterilmiştir (18) Az kanlanan, hipovasküler metastatik lezyonlarda da kan akımı azalmıştır, ancak hemanjiyomlardan farklı olarak bu lezyonlarda geç kan havuzu fazında da aktivite tutulumu düşüktür (5). Her ne kadar uygulama kılavuzlarına göre kan akımı çalışmasının ve erken kan havuzu görüntülerinin hemanjiyom görüntülemesinde opsiyonel olduğu belirtilse de, ayırıcı tanıda bulunan diğer karaciğer lezyonlardan ayırımında önem kazanmaktadır, çünkü kan havuzu görüntülerinde göllenme olan lezyonların %25’inin hepatom gibi diğer karaciğer lezyonları olduğu gösterilmiştir (18,21). Hemanjiyom dışı lezyonlarda kan havuzu aktivitesinin nedeninin tümörler içerisindeki nekrotik boşluklarda göllenme, lezyona komşu alanlarda hepatik sinüzoidal

dilatasyon ve konjesyon olduğu öne sürülmüştür (5,8,14,15,16).

Küçük ve derin yerleşimli lezyonlar özellikle planar çalışmalarda saptanamayabilir. Vasküler yapıya yakın yerleşimli lezyonlar da kan havuzu görüntülerinde ayırt edilemeyebilirler. SPECT veya SPECT/BT, bu lezyonlarda tanısal doğruluğu artırmaktadır (5). Karaciğer kan havuzu görüntülerinde yanlış negatiflik nedenlerinden biri de hemanjiyom içerisinde gelişen fibrozis veya trombozdur (21).

Selektif Dalak Sintigrafisi

Fonksiyonel dalak dokusunun varlığı ve lokalizasyonunun araştırılması için kullanılır. Çocukluk çağında konjenital aspleni veya polispleni tanısında endikedir. Erişkinlerde ise insidental olarak saptanan lezyonların aksesuar dalak olduğunun konfirme edilmesinde, travma sonrası splenozis tanısında veya daha önce splenektomi uygulandığı halde nüks eden bazı hematolojik hastalıklarda (immün trombositopenik purpura veya herediter sferositoz gibi) ektopik/aksesuar veya rezidü dalak dokusunun ayırt edilmesinde kullanılır. Dalak enfarktılarının gösterilmesinde de selektif dalak sintigrafisi tanı koydurucu olabilir (3).

Radyofarmasötik

Selektif dalak sintigrafisinde Tc-99m perteknetat işaretli denatüre eritrositler kullanılır. Eritrositlerin hasarlanması için 49-50 °C su banyosunda 20 dk ısıtılması gerekmektedir. 555-1110 MBq (15-30 mCi) Tc-99m perteknetat işaretleme için kullanılır. Denatüre eritrositler dalak tarafından fagosite edilerek tutulur.

Çekim protokolü

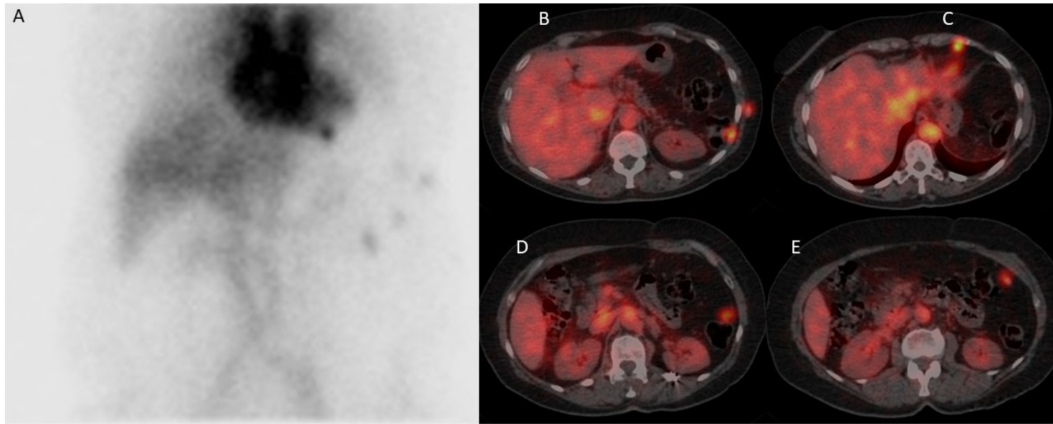
Çekim öncesi herhangi bir hazırlık gerekmemekle birlikte hastanın semptomları, geçirdiği operasyonlar ve uygulanan tedaviler, eşlik eden hastalıkları (trombositopeni vb), USG, BT ve MR gibi radyolojik görüntülemelerin sonuçları tetkik öncesinde not edilmelidir.

Tc-99m perteknetat ile işaretli denatüre eritrositlerin hastaya enjeksiyonundan 30-120 dk sonra dalak dokusunun araştırıldığı ilgi alanından anterior, posterior ve oblik pozisyonlarda 300.000-750.000 sayımlık statik görüntüler elde edilir. Ektopik doku araştırılıyorsa tüm abdomen ilgi alanına girmelidir. Diyafragmatik ruptüre sebep olan travma öyküsü bulunan hastada toraks da görüntülenmelidir. SPECT ve SPECT/BT görüntüleme doğru lokalizasyon, lezyonun aktivitesinin komşu karaciğer veya dalaktan ayırt edilebilmesi, BT ve MR gibi radyolojik görüntülemelerde şüphelenilen lezyonun net olarak değerlendirilebilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır.

Değerlendirme ve Ayırıcı Tanı

Fonksiyonel dalak dokusu selektif olarak görünür hale gelir. Denatüre eritrositler ile dalak sintigrafisi, spesifik bir tetkik olduğundan, belirtilen endikasyonlarda son derece yol göstericidir. Raporlamada görüntülenen lezyonların sayısı, tam lokalizasyonu ve boyutundan bahsedilmelidir (3). Splenektomi geçirmemiş hastalarda karaciğer-dalak aktivitesinin superpozisyonu, aksesuar dalağın ortotopik dalağa göre daha düşük yoğunlukta aktivite tutması, yerleşimlerinin çoğunlukla dalak komşuluğunda veya hilusunda olması nedeniyle bu hasta grubunda özellikle planar sintigrafinin duyarlılığı nisbeten düşüktür. SPECT görüntülemenin duyarlılığı kısmen artırabileceği düşünülmekle birlikte, üst abdominal bölgede karaciğer ve dalak aktivitesinin yoğun olması yine tetkikin ayırt ediciliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle SPECT görüntülemenin planar görüntülemeye üstünlüğü konusunda literatürde tartışmalı veriler mevcuttur. SPECT ile daha küçük lezyonların detekte edilebilir olduğunu savunan yayınlar olmakla birlikte, anterior-posterior dışında lateral ve oblik gibi diğer pozisyonlarda planar sintigrafiler yapıldığı sürece, SPECT çalışmasının önemli bir katkı sağlamadığı da bildirilmiştir (22,23,24). SPECT/BT'nin ise katkıda bulunduğu gösterilen bir olgu sunumu ve bir klinik araştırma bulunmaktadır (25,26,27) (Resim 2).

Laparoskopik splenektomi yapılan hastalarda gama probun katkısının araştırıldığı bir çalışmada, araştırmaya dahil edilen 17 hastanın 2'sinde selektif dalak sintigrafisi



Resim 2. Altmış yedi yaşında kadın hasta, daha önce splenektomi öyküsü olan hastanın folliküler lenfoma nedeniyle yapılan kontrol BT'sinde splenektomi lojunda lenfoma tutulumu düşünülen lenf nodlarına göre daha belirgin ve diffüz kontrastlanan lezyonlar izlenmiş olup, splenozis tanısının netleştirilebilmesi amacıyla selektif dalak sintigrafisi yapılmıştır. Anterior planar görüntüde (A) splenektomi lojunda birden fazla odakta aktivite birikimleri izlenmiştir. SPECT/BT füzyon görüntülerinde (B-E) ise toraks duvarında ve splenektomi lojunda nodüler lezyonlarda aktivite birikimleri izlenmiştir (splenozis)

BT: Bilgisayarlı tomografi, SPECT: Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi

negatifken, gama prob ile introperatif olarak aksesuar dalak lezyonları ayırt edilebilmiştir (28).

Sonuç

Karaciğer hemanjiyomlarının radyolojik olarak net tanısının konulamadığı olgularda karaciğer kan havuzu sintigrafisi yüksek özgülüğe sahip, kolay uygulanabilir bir tetkik olarak kullanılabilir. Denatüre eritrositler ile selektif dalak sintigrafisi de, karın içi lezyonların ayrıca tanısında, ekstopik veya aksesuar dalak araştırılmasında, splenektomi öncesi veya sonrasında fonksiyone dalak dokusunun yüksek özgülük ile yanınması ve lokalize edilmesinde güvenilir bir tetkiktir. SPECT ve SPECT/BT, planar görüntülemelerde tanınamayan olgularda duyarlılığı artırmakta, lokalizasyonun daha doğru yapılabilmesini sağlamaktadır.

Kaynaklar

- Tait N, Richardson AJ, Muguti G, et al. Hepatic cavernous haemangioma: a 10 year review. *Aust N Z J Surg* 1992;62:521-524.
- European Association for the Study of the Liver (EASL). EASL Clinical Practice Guidelines on the management of benign liver tumours. *J Hepatol* 2016;65:386-398.
- Royal HD, Brown ML, Drum DE, et al. Society of Nuclear Medicine Procedure Guideline for Hepatic and Splenic Imaging 2003:53-57.
- Kim GE, Thung SN, Tsui WM, et al. Hepatic cavernous hemangioma: underrecognized associated histologic features. *Liver Int* 2006;26:334-338.
- Middleton ML. Scintigraphic evaluation of hepatic mass lesions: emphasis on hemangioma detection. *Semin Nucl Med* 1996;26:4-15.
- Yıldız A, Karayalçın B, Güngör F, ve ark. Karaciğer Hemanjiomunun Tanısında Kan Havuzu Spect Çalışmasının Yeri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 1993;7:22-26.
- Tumeh SS, Benson C, Nagel JS, English RJ, Holman BL. Cavernous hemangioma of the liver: detection with single-photon emission computed tomography. *Radiology* 1987;164:353-356.
- Intenzo C, Kim S, Madsen M, Park C. Planar and SPECT Tc-99m red blood cell imaging in hepatic cavernous hemangiomas and other hepatic lesions. *Clin Nucl Med* 1988;13:237-240.
- Rabinowitz SA, McKusick KA, Strauss HW. 99mTc red blood cell scintigraphy in evaluating focal liver lesions. *AJR Am J Roentgenol* 1984;143:63-68.
- Fundamentals Of Nuclear Pharmacy, 5th Edition, 2004, Saha GB, Characteristics of Specific Radiopharmaceuticals p:116.
- Front D, Israel O, Groshar D, Weininger J. Technetium-99m-labeled red blood cell imaging. *Semin Nucl Med* 1984;14:226-250.
- Rubin RA, Lichtenstein GR. Hepatic scintigraphy in the evaluation of solitary solid liver masses. *J Nucl Med* 1993;34:697-705.
- Front D, Hardoff R, Israel O, Schneck SO. Perfusion vascularity mismatch in liver hemangiomas. *Clin Nucl Med* 1978;3:212-213.
- Royal HD, Israel O, Parker JA, Kolodny GM. Scintigraphy of hepatic hemangiomas: the value of Tc-99m-labeled red blood cells: concise communication. *J Nucl Med* 1981;22:684-687.
- Rossleigh MA, Singer I, Bautovich GJ, et al. Blood-pool studies of the liver. Diagnostic patterns exist in cavernous haemangioma. *Med J Aust* 1984;140:337-340.
- Kudo M, Ikekubo K, Yamamoto K, et al. Distinction between hemangioma of the liver and hepatocellular carcinoma: value of labeled RBC-SPECT scanning. *AJR Am J Roentgenol* 1989;152:977-983.
- Middleton ML, Milstein DM, Freeman LM. The importance of early dynamic images in diagnosing hepatic hemangiomas. *Clin Nucl Med* 1993;18:262.
- Ali A, Berg R, Fordham EW. False-positive hepatic blood pool SPECT study for hepatic hemangioma. *Clin Nucl Med* 1994;19:687-688.
- Swayne LC, Diehl WL, Brown TD, et al. False-positive hepatic blood pool scintigraphy in metastatic colon carcinoma. *Clin Nucl Med* 1991;16:630-632.
- Farlow DC, Little JM, Gruenewald SM, Antico VF, O'Neill P. A case of metastatic malignancy masquerading as a hepatic hemangioma on labeled red blood cell scintigraphy. *J Nucl Med* 1993;34:1172-1174.
- Groshar D, Ben-Haim S, Gips S, et al. Spectrum of scintigraphic appearance of liver hemangiomas. *Clin Nucl Med* 1992;17:294-299.
- Gunes I, Yilmazlar T, Sarıkaya I, Akbunar T, Irgil C. Scintigraphic detection of splenosis: Superiority of tomographic selective spleen scintigraphy. *Clin Radiol* 1994;49:115-117.
- Ekmekçi Ş, Diz-Küçükaya R, Türkmen C, et al. Selective Spleen Scintigraphy in the Evaluation of Accessory Spleen/Splenosis in Splenectomized/Nonsplenectomized Patients and the Contribution of SPECT Imaging. *Mol Imaging Radionucl Ther* 2015;24:1-7.
- Phom H, Kumar A, Tripathi M, et al. Comparative evaluation of Tc-99m-heatdenatured RBC and Tc-99m-anti-D IgG opsonized RBC spleen planar and SPECT scintigraphy in the detection of accessory spleen in postsplenectomy patients with chronic idiopathic thrombocytopenic purpura. *Clin Nucl Med* 2004;29:403-409.
- Alvarez R, Diehl KM, Avram A, Brown R, Piert M. Localization of splenosis using 99mTc-damaged red blood cell SPECT/CT and intraoperative gamma probe measurements. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007;34:969.
- Horger M, Eschmann SM, Lengerke C, Claussen CD, Pfannenber C, Bares R. Improved detection of splenosis in

- patients with haematological disorders:the role of combined transmission-emission tomography. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003;30:316-319.
27. Schillaci O, Flippi L, Danielli R, Simonetti G. Single-photon emission computed tomography/computed tomography in abdominal diseases. *Semin Nucl Med* 2007;37:48-61.
28. Barbaros U, Dinççağ A, Erbil Y, et al. Handheld gamma probe used to detect accessory spleens during initial laparoscopic splenectomies. *Surg Endosc* 2007;21:115-119.



Gastrointestinal Motilite Çalışmaları: (Özofagus Transit Zamanı, Gastroözofageal Reflü İncelemesi, Mide Boşalım Zamanı, İnce ve Kalın Barsak Transit Zamanı)

Gastrointestinal Motility Studies: (Esophageal Transit Time,
Gastroesophageal Reflux Studies, Gastric Emptying, Small Bowel
and Colon Transit Time)

© Kemal Metin Kır

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

Öz

Gastrointestinal sisteme ilişkin yakınması olanlarda, bu yakınmaların nedeni çoğu zaman fonksiyonel bozukluklardır ve bu nedenle gastrointestinal sistemde motilitenin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda ilk akla gelen incelemeler, endoskopi ve baryumlu grafilerdir. Manometrik ölçümler, pH monitorizasyonu, nefes testleri, elektromiyografik incelemeler, opak granüller, kablosuz kapsüller gibi çok çeşitli testler kullanılmaktadır. Ancak, bu testlerin hemen hepsinde bir şekilde normal fizyoloji etkilenmekte ve elde edilen test sonuçları yoruma açık hale gelmektedir. Nükleer tıpta kullandığımız motilite çalışmalarında ise, katı veya sıvı halde uygun nitelikte radyoaktif madde ile işaretlenmiş radyofarmasötikler oral olarak uygulandığından, normal fizyoloji hemen hiç değiştirilmeksizin inceleme gerçekleştirilebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında nükleer incelemeler, non-invaziv, kantitatif ve fizyolojik niteliktedir. Mide boşalımında daha belirgin olmak üzere, gastrointestinal motilitenin çok farklı nörohumoral faktörlere bağlı olduğu bilinmektedir ve boşalım karmaşık bir süreçtir. Hastaya ilişkin birçok faktör, test protokollerindeki farklılıklar, görüntülemenin yapıldığı kamera ve kamera sistemi bilgisayar yazılımındaki bazı teknik ayrıntılar test sonuçlarında farklılıklar oluşturabilmektedir. Bu

Abstract

In order to evaluate motility disorders, in patients who have gastrointestinal symptoms, there are so many diagnostic procedures such as endoscopy, barium radiography, manometric measurements, pH monitoring, breath tests, electromyographic studies, radiography with opac granules and wireless capsules. All of these diagnostic tests may alter normal physiology of the patients and some of them may cause patient discomfort. Radionuclide transit time studies have no effect on patient physiology. After giving orally small amount of radioactivity in solid or liquid form, it is possible to get objective and quantitative results without changing patient physiology. In this context, nuclear medicine procedures related to gastrointestinal motility are noninvasive, quantitative and physiologic. There are different neurohumoral factors interacting gastrointestinal motility and the motility has own complexity. Some conditions related to patient, modifications in test protocols, technical details related to gamma camera and used computer software may cause conflicting test results. Although, there are some efforts to reach a consensus and standardisation of the tests, it is advised that every nuclear medicine laboratory may find out their own normal limits. In this manuscript, radionuclide motility studies of esophagus transit time, gastroesophageal

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Prof. Dr. Kemal Metin Kır, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: metinkir@yahoo.com ORCID ID: orcid.org/0000-0003-0008-4972

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

nedenle, standardizasyon ve fikir birliği oluşturma çabalarına rağmen nükleer tıp incelemeleri için bir standart ve fikir birliği oluşmuş değildir. Her birimin kendi test protokolü için normal limitleri belirleme önerisi sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Bu makalede, motilite ile ilgili bozuklukların belirlenmesinde kullanılan mide boşalım zamanı incelemesi ve gastroözofageal reflü çalışmaları daha sık olmak üzere özofagus geçiş zamanı, intestinal ve kolon transit zamanı incelemeleri kısaca özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Özofagus geçiş zamanı sintigrafisi, gastroözofageal reflü sintigrafisi, mide boşalım zamanı sintigrafisi, radyonüklid intestinal transit zamanı incelemesi

reflux studies, gastric emptying studies, small bowel and colonic transit time studies are briefly summerised.

Keywords: Esophageal transit time scintigraphy, gastroesophageal reflux scintigraphy, gastric emptying time scintigraphy, radionuclide intestinal transit time examination

Giriş

Gastrointestinal sistemde motilite bozukluğuna bağlı şikayetleri bulunan hastalarda, motilite bozukluğunu ortaya koyabilecek sintigrafik incelemeler mevcuttur. Bu testler, hastada fizyolojiyi bozmadan, çocuk hastalarda bile kolaylıkla tolere edilebilen, radyasyon dozu düşük incelemelerdir. Kullanılan radyofarmasötüğün intestinal sistemden emilimi ya da sisteme ekskresyonu olmaması gerekir. Özellikle kolon transit zamanı incelemesinde göreceli olarak uzun yarı ömürlü radyoaktif maddeler (In-111, Ga-67 gibi) kullanılmakla birlikte, Tc-99m ile işaretli radyofarmasötikler de kullanılabilir. Özel bir durum yoksa, testin mevcut protokoller doğrultusunda yapılması, test sonuçlarının doğru yorumlanmasında, elde edilen kantitatif değerlerin doğru değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Özofagus Transit Zamanı İncelemesi

Yutma güçlüğü, retrosternal ağrı şikayetleri bulunan hastalarda, semptomların nedenini araştırmak amacıyla endoskopi, baryumlu radyografi ve manometrik incelemeler yapılabilir. Öncelikle anatomik bozukluğun olup olmadığı belirlenmiş olur. Tanı konulamayan ya da tanımlanan testleri tolere edemeyen hastalarda radyonüklid inceleme yerinde olacaktır (1). Akalazyaya, skleroderma, diffüz özofageal spazm ön tanısı olan hastalarda tanı için ya da tedavi yapılıyorsa tedavinin etkinliğinin belirlenmesinde de özofagus transit zamanı incelemesi endikasyonu bulunmaktadır (1,2).

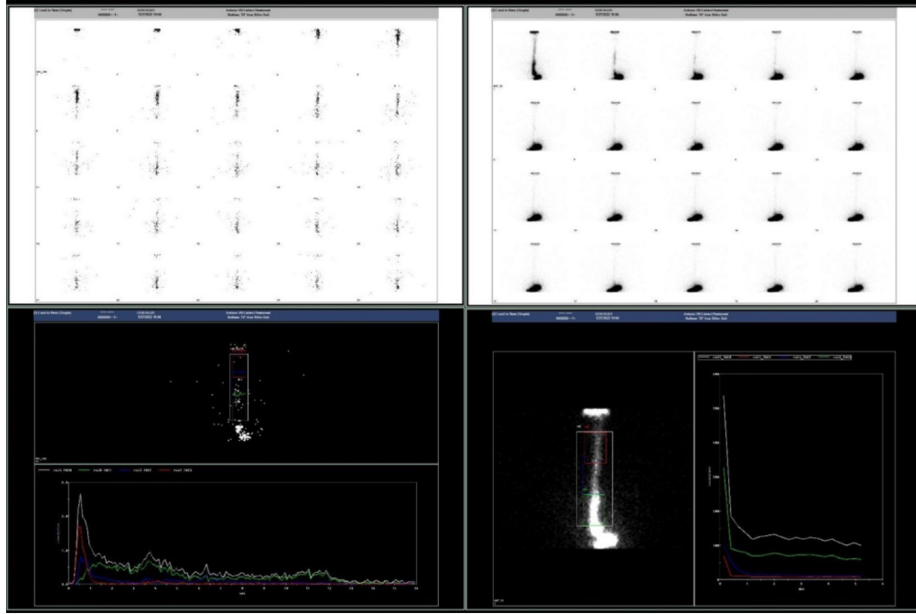
İnceleme için ayakta ya da yatar pozisyonda, özofagus görüntü alanına girecek şekilde hasta kamera önünde pozisyonlandırılır. Gamma kamera sistemi, 0,1 veya 0,5 sn aralıklı 30 sn boyunca, hemen ardından da 10-15 dakika boyunca 15 ya da 30 sn aralıklarla dinamik görüntülemeye devam edecek şekilde ayarlanır. Bir

defada yutulacak miktarda su içerisinde 0,5-1 mCi Tc-99m dietilentriaminpentasetik asit (DTPA) ya da sülfür kolloidi hasta ağzına alır. Kamera görüntülemeye başlatıldığı anda hastadan ağzındaki radyoaktif solüsyonu yutması istenir. Daha sonrasında ise hastadan 15 ya da 30 sn aralıklarla yutkunması istenir (Şekil 1). Krikoid kıkırdağa ve ksifoid çıkıntıya işaret (anatomik marker) konulmasının gerekli olduğunu savunanlar bulunmaktadır (3).

Alınan sinematik görüntüler görsel olarak izlenerek radyoaktif bolusun mideye geçişi takip edilir. Görüntülerde, tüm özofagusu kaplayacak şekilde, rektangüler ya da irregüler ilgi alanı belirlendikten başka 1/3 üst, orta ve alt kesimde birbiriyle devamlılık halinde ilgi alanları belirlenerek zaman aktivite eğrileri oluşturulur. Bilindiği gibi özofagus üst kesiminde çizgili kaslar, alt kesimde de düz kaslar bulunmaktadır. Böylece, özofagus değişik kesimlerinde geçişte bozukluk olup olmadığı ortaya konulmaya çalışılır. Zaman aktivite eğrileri üzerinde istatistiksel hesaplamalarla, özofagustan geçen aktivite miktarı, maksimum aktiviteye göre yüzdelenerek eğri oluşturulabilir. Özofagus geçiş zamanı orofarinkteki toplam aktivitenin %90'ının özofagustan geçişini tamamladığı zaman süresi, geçiş zamanı olarak belirlenir. Bu süre normalde 12 saniyenin altında olmalıdır. Bu sürede uzama geçiş zamanında gecikmeye işaret etmektedir. Akalazyaya gibi geçişin çok geciktiği hastalarda ilk geçiş sonrası alınan görüntülerde özofagusta total aktiviteye göre retansiyon yüzdesi hesaplanabilir. Dinamik görüntülerin görsel sinematik olarak değerlendirilmesi, beklenmedik durumların varlığını ortaya çıkarabilir (reflü, divertikül vs.) (3,4).

Gastroözofageal Reflü İncelemesi

Mide içeriğinin özofagusa geri geçişi ile ortaya çıkan bir durumdur. Bebeklerde erken dönemde daha sık



Şekil 1. Sol üstte 0,1 sn aralıklı dinamik görüntülemelerde radyoaktif yutmuşun özofagustan geçişi izlenmektedir. Özofagus üst orta ve alt kesimde ve tüm özofagusta radyoaktivite geçişinin zaman-aktivite eğrisi sağ altta verilmektedir. Sağ üstte ise ilk yutkunmaktan başlayarak 15 sn aralıklarla hastadan yutkunması istenerek alına görüntüler ve bu görüntülerden elde edilen zaman aktivite eğriler sol altta görülmektedir

olmak üzere, fizyolojik olarak gerçekleşebilmektedir ve genellikle asemptomatiktir. Reflünün sık tekrarlanması ve reflü miktarının çokluğu, mide hiperasiditesi, hipersensitivite ve genetik yatkınlık, bazı kişilerde belirti vermesine neden olarak gösterilmektedir. Mide boşalımında gecikme de bir diğer etken olabilir. Yutkunmadan bağımsız olarak özofagus alt uç sfinkterinin geçici relaksasyonu, abdominal basınç değişimlerinin reflüyü oluşturduğu düşünülmektedir (5). Bebeklerde 18. aydan sonra sıklığının azalmış olması beklenmektedir. Şiddetine bağlı olarak, reflünün, özofagus darlıklarına, ses kısıklığına neden olabileceği bilinmektedir. Kusma, öksürük, tekrarlayan pnömoni varlığında, bu durumun varsa reflüye ilişkin olup olmadığını belirlemekte, ileriki yaşlarda ise, retrosternal ağrı yanma şikayetleri olan kişilerde reflü varlığının belirlenmesinde inceleme endikasyonu bulunmaktadır.

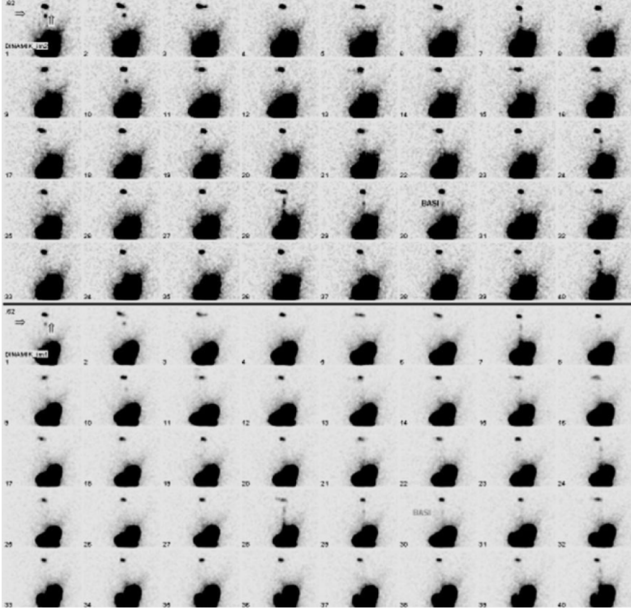
Fizyolojik reflüyü, patolojik olanından kesin olarak ayırt edebilecek standart bir test bulunmamaktadır. Baryumlu grafiler, endoskopi ve biyopsi, pH monitorizasyonu gibi testler kullanılabilir; ancak, özellikle çocuklarda uygulama zorlukları vardır.

Gastroözofageal reflü incelemesi için gastrointestinal sistemden ve trakeobronşiyal sistem mukozasından emilimi olmayan bir radyofarmasötik seçilmelidir. Tc-99m sülfür kolloid en uygun olanlardan biridir. Hastanın

test öncesi aç olması (erişkinde 4-6 saat) gerekmektedir. Düşük dozda (çocuklarda 0,25 mCi kadar) Tc-99m sülfür kolloid bebeğin olağan beslenme koşullarında alabildiği süt ya da mamanın yarısına karıştırılarak, beslendikten sonra, besinin radyoaktif olmayan diğer yarısı daha sonra hastaya verilir. Böylece ağız boşluğunda ve özofagusta aktivitenin tamamının mideye geçtiğinden emin olunur. Erişkinlerde radyoaktivite meyve suyu içerisinde verilebilir (6). Reflü stimülasyonu açısından asitleştirilmiş meyve suyu kullananlar da bulunmaktadır (5). Hastaya verilen sıvı miktarının yaşına göre ayarlanması önemlidir. Hasta mide kapasitesinin çok altında sıvı ile radyoaktivite ile incelemenin yapılmasının testin hassasiyetini azalttığı bilinmektedir. Besleme sırasında olası kontaminasyon için önlem alınmalıdır. Besleme işlemi 0-15 dakika içinde tamamlandıktan sonra hasta kamera yatağına yatırılarak dedektör özofagusu görece şekilde pozisyonlanır, 30 sn aralıklarla 60 dakika boyunca, 128x128 matrikste anterior ya da posterior pozisyonunda dinamik görüntüler alınır (Şekil 2).

Eğer aspirasyon şüphe ediliyorsa, 3-4 saat ya da 24 saat sonra torakal bölgeden geç statik görüntüler alınır.

Dinamik görüntüler değerlendirildiğinde, mideye doldurulan aktivitenin tekrar özofagusa geçmemesi beklenir. Geri kaçış varsa, inceleme süresince geriye kaçış sıklığı, geriye kaçan radyoaktivite yoğunluğu ve



Şekil 2. Reflü varlığının belirlenmesi amacıyla gönderilen hastada, dinamik görüntülerde birden fazla kez radyoaktivitenin özofagus proksimaline kadar geri kaçış gösterdiği izlenmektedir

aktivitenin özofagusta hangi seviyeye kadar ulaştığı belirlenerek reflü varlığı konusunda yorum yapılır. Alınan geç statik görüntülerde hava yollarında ve akciğerlerde aktivite varlığı aspirasyon göstergesidir.

Reflü varlığını belirlemede sintigrafinin duyarlılığı %60-90, özgüllüğü ise %90 civarında verilmektedir (5). Sağlıklı kişilerde de asemptomatik olarak reflü olabileceği göz önüne alındığında negatif test, hasta şikayetleri açısından reflüyü dışlamakta belirleyici olabilir.

Mide Boşalım Zamanı İncelemesi

Bu inceleme, yemek sonrası bulantı, kusma, erken doyma, şişkinlik, karın ağrısı gibi dispeptik şikayetleri bulunan kişilerde bu şikayetlerin mide boşalımında gecikmeyle ilişkisini belirlemede kullanılır. Öte yandan mide boşalımının hızlanması nedeniyle oluşan Dumping sendromunun da doğrulanmasında yardımcı olmaktadır.

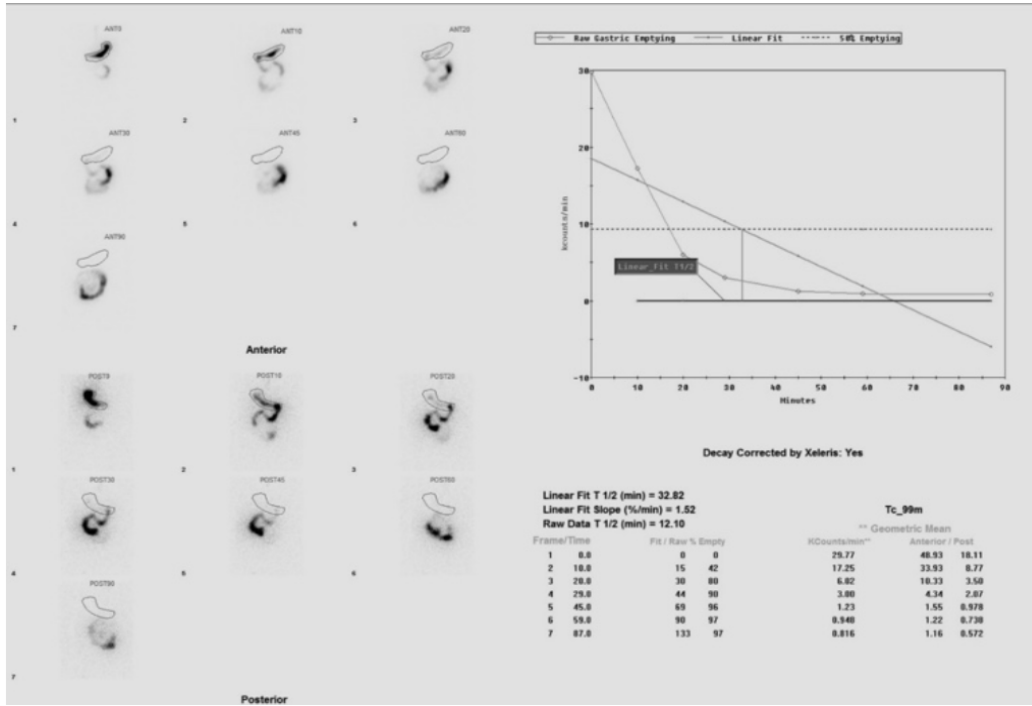
Az miktarda radyoaktivite ile normal fizyolojiyi etkilemeden mide motor fonksiyonunun değerlendirilmesine yönelik değerli bilgiler veren basit bir incelemedir. Ancak, fizyolojik olarak mide boşalımı karmaşık bir süreç olup alınan yiyeceğin katı, sıvı oluşu, içeriği (lipid, karbonhidrat, protein miktarları), kalori miktarı, yiyeceğin hacmi gibi birçok faktör boşalımı etkilemektedir. Başta kan glukoz düzeyi olmak üzere hastaya ilişkin birçok faktör (kullandığı ilaçlar, sigara

tiryakiliği, beslenme alışkanlıkları, alkol alımı vs.) de boşalım hızını etkilemektedir. Test planlarken ve sonucunu yorumlarken bu durumların göz önünde tutulması önem taşımaktadır (7).

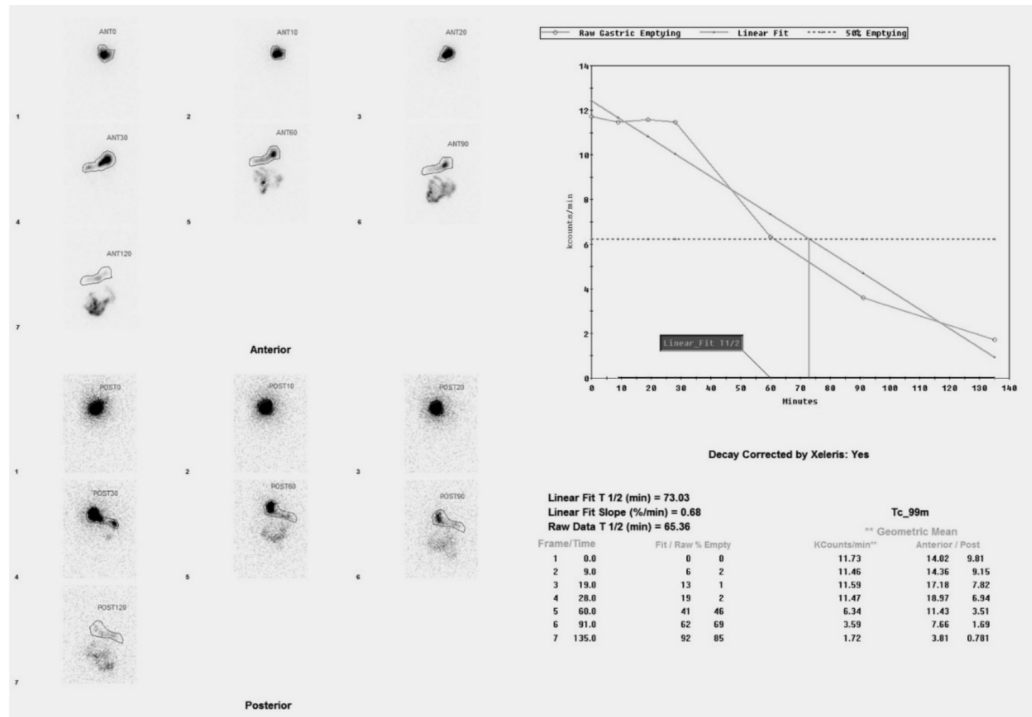
Sıvı ve katı gıdaların boşalım hızı farklılığı bilindiğinden, mide boşalım incelesinin sıvı halde ve katı halde radyofarmasötik kullanarak yapılması gerekliliği vardır. Her iki halde de radyofarmasötüğün gastrointestinal sistemden emiliminin olmaması gerekmektedir. Sıvı faz inceleme için Tc-99m DTPA, Tc-99m sülfür kolloid, In-111 DTPA kullanılabilir. Katı faz inceleme için ise Tc-99m sülfür kolloidin, çığ yumurta ya da yumurta akı ile karıştırıldıktan sonra pişirilerek oluşturulan yiyeceğin kullanılması konusunda fikir birliği oluşmuş bulunmaktadır. Benzer şekilde Tc-99m sülfür kolloid ile işaretlenmiş tavuk karaciğeri, yulaf ezmesi, patates püresi, krep gibi çok farklı yiyecek radyoaktif hale getirilerek kullanılmıştır. Halihazırda katı faz için standart yiyecek olarak 120 gr yumurta akı 0,5-1 mCi Tc-99m sülfür kolloid ile karıştırılarak pişirilmekte, pişmiş bu yiyecek iki dilim ekmek arasında 30 gr reçel ve 120 mL su ile hastaya yedirilmektedir. Hastanın bu yiyeceği 10 dakika içinde tüketmesi ve çalışmanın hemen başlatılması önerilmektedir. Sıvı faz içinse sıvı halde 0,5-1 mCi Tc-99m DTPA, Tc-99m sülfür kolloid ya da In-111 DTPA 350-400 mL su ile içirilerek test başlatılır (8,9).

İki farklı izotop (Tc-99m sülfür kolloid ile yumurta akı katı halde ve In-111 DTPA sıvı halde) kullanma olanağı var ise her iki izotop sıvı ve katı halde aynı anda hastaya verilerek inceleme yapılarak işlem tamamlanabilir. Burada her iki izotopun yarı ömür ve gamma ışını enerji farkı nedeniyle medium enerji kollimatör kullanımı, yarı ömür farklılıkları nedeniyle Tc-99m için radyoaktif parçalanma düzeltilmesi (decay correction), iki izotopun birbirinin sayımlarını etkilemesi nedeniyle gerekli düzeltmelerin (crosstalk) yapılması gerekmektedir. Aksi halde, katı ve sıvı faz için aynı radyoaktif madde (Tc-99m) kullanılacaksa test iki ayrı seansta katı ve sıvı faz ayrı günlerde yapılması gerekmektedir.

Bir gece açlığı takiben, hastaya radyoaktivite (katı veya sıvı halde) verildikten sonra, 0. dakikadan itibaren 10-15 dakika aralıklarla, ayakta anterior ve posterior pozisyonlarda 2 saate kadar görüntüler alınır. Sıvı faz için bu süre yeterli görünmektedir ancak, gecikmenin olduğu hastalarda, katı faz için incelemenin 4 saate kadar uzatılması gerekli görülmektedir. Bu nedenle, 0. ve 30. dakikalar ile 1., 2., 3. ve 4. saatlerde görüntüler alınması önerilmektedir. Alınan görüntülerde mide çevresinden ilgi alanı belirlenerek, ilgi alanında anterior ve posterior pozisyonadaki sayım değerleri birbiri ile çarpılarak elde



Şekil 3a. 0,5 mCi Tc-99m DTPA su ile içirildikten sonra anterior ve posterior pozisyonlarda alınan görüntülerde belirlenen ilgi alanlarında radyoaktivitenin geometrik ortalamaları ve decay correction sonrası zaman aktivite eğrisinde boşalım yarı zamanı hesabı



Şekil 3b. İki yumurta ile karıştırılmış Tc-99m sülfür kolloid pişirilerek meyva suyu ile hastaya yedirildikten sonra alınan görüntülerde benzer şekilde, katı faz için boşalım yarı zamanı hesabı. Görüntülerde de görüldüğü gibi katı fazda ilk 25-30 dakikada boşalmanın olmadığı dönem (lag phase) bulunmaktadır

edilen sayının karekökü alınarak geometrik ortalama bulunur. Sayımın yapıldığı zamana karşılık Tc-99m'in radyoaktif bozunumu düzeltilerek (decay correction), bu rakamsal değerler, zaman aktivite eğrisi oluşturmakta kullanılır. Bu eğri aracılığı ile midedeki radyoaktivitenin yarıya inmesi için geçen zaman T1/2 hesaplanır (Şekil 3a ve b).

Sıvı faz incelemede aktivitenin azalımı eksponansiyel iken katı fazda genellikle lineer bir azalım izlenmektedir. Katı faz incelemenin başlangıcında boşalımın olmadığı bir dönem (lag phase) bulunmaktadır. Bu, katı halde alınan yiyeceğin midede kimüs haline getirilmesi için geçen zaman dilimini anlatmaktadır. Kişiden kişiye değişkenlik gösterebilir. Bu sürenin değerlendirilmesi gerektiğini iddia edenler olduğu gibi, bunun klinik anlamının olmadığını iddia edenler de bulunmaktadır.

Test anında hastanın kan şekerinin bilinmesi önemlidir. Kan şekeri yüksekliği boşalımda gecikmeye yol açmaktadır. Kan şekeri 288 mg/dL üstünde ise şeker regüle edilerek testin yapılması önerilmektedir (9).

Çok çeşitli ilaçlar (prokinetikler, analjezikler antikolinergikler vs.) mide boşalımını etkilemektedir. Bu ilaçların 2-3 gün önceden kesilmesi gerekmektedir.

Sigara tiryakilerine o sabahtan itibaren test bitimine kadar sigara içmemeleri tembihlenmelidir.

Katı faz için 2. saatte boşalımın %40, 4. saatte %90'ın üstünde olması beklenmektedir. Hastanın değerleri bu düzeylerde düşükse mide boşalımında gecikmeden söz edilir. Aksine boşalım 30 dakikada %70,1 saatte %90'ın üzerinde ise boşalımda hızlanmadan söz edilmektedir (9).

İnce Bağırsak Transit Zamanı İncelemesi

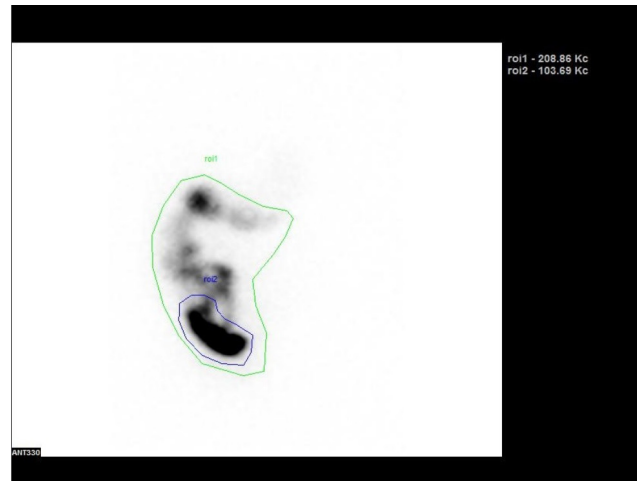
İnce bağırsakta motilite karmaşık bir süreci içerir. Bazı bölgelerde özellikle proksimalde hızlı geçiş varken, distalde yavaştır. Antegrad ve retrograd hareket beklenen bir durumdur. Mideden geçiş başladıktan sonra, bir kısım içeriğin kolona geçişi gözlemlenebilir. Transit, bir süreci gösterdiğinden kesin boşalımın objektif olarak gösterilmesi görece karmaşıktır. Mide boşalımının devamı biçiminde de ele alınması gerekir. Hasta hazırlığı ve test protokolü mide boşalımına benzer. Ancak doğal olarak test süresi uzatılır ve bazen geçişin seyrine göre daha geç 6 saate belki de daha geç sürelerle uzatılması gerekir. Sıvı halde Tc-99m DTPA ya da In-111 DTPA, radyoaktif olmayan test yiyeceği ile birlikte verilir. Alkali ortamda ince bağırsakta çözünen kapsüller içinde radyoaktiviteyi vererek daha seçici olarak geçiş incelemesinin yapılması denenmişse de, bilindiği kadarıyla, en azından ülkemizde radyofarmasötik ticari olarak temini mümkün bulunmamaktadır. Çekumda

biriken aktivitenin toplam aktiviteye oranlanması ile parametrik değerler elde edilmeye çalışılır (Şekil 4). Altıncı saatte %40-46 düzeyinde geçiş varlığı normal değer olarak kabul edilir. Kısa aralıklarla görüntüler alınabilmişse, midedeki aktivitenin %10 boşalımının saptandığı zaman dilimi ile kolona aktivitenin %10'unun geçtiği zaman dilimi arasındaki süre transit zamanı olarak verilebilmektedir (10).

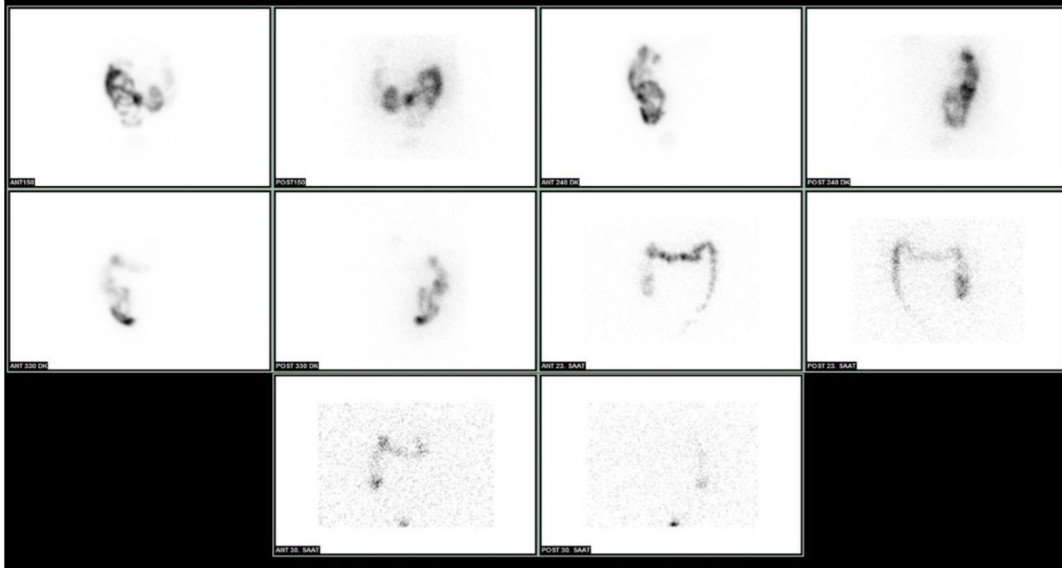
Kronik konstipasyon şikayeti bulunan hastada, motilitede gecikmenin bulunduğu bölgenin belirlenmesinde ince barsak geçiş zamanı işe yarar. Hastalığın yaygınlığına göre tüm intestinal sistemde yavaşlama da olabileceğinden, testin devamında kolon transit zamanı incelemesinin de planlanması gerekebilir (11,12).

Kolon Transit Zamanı İncelemesi

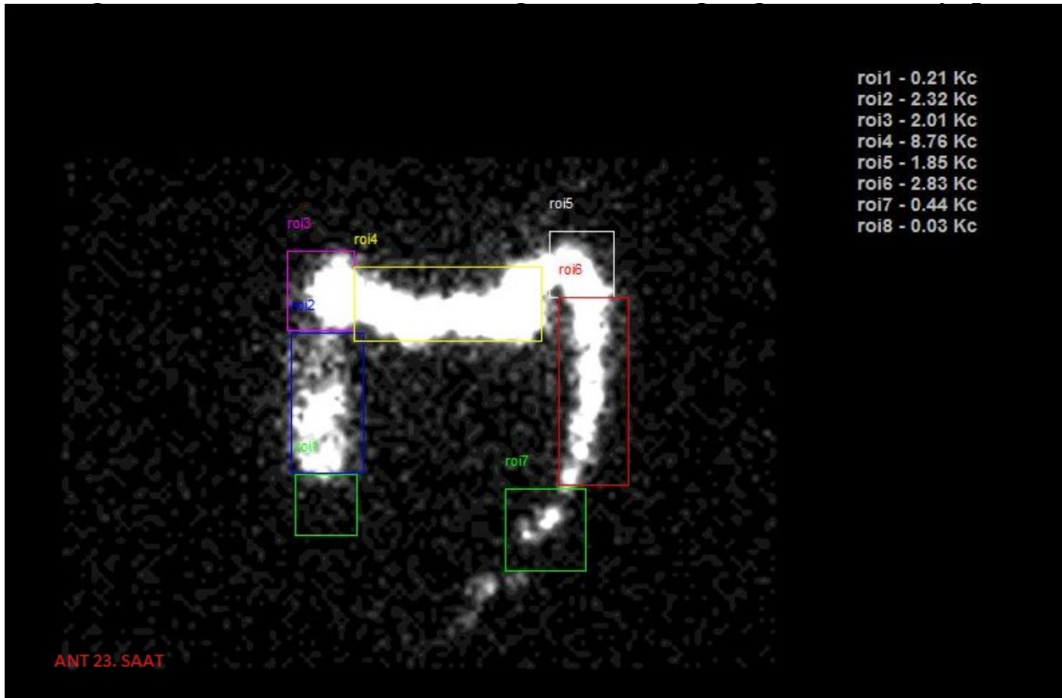
Kronik konstipasyon şikayeti bulunan hastada, tüm kolonda yavaşlama olabileceği gibi bölgesel bir yavaşlama söz konusu olabilir. İnceleme geçişin yavaşladığı bölgeyi belirlemede kullanılır. Kolon transit zamanı incelemesi 72 saate kadar uzayan bir süreyi gerektirdiğinden, kısa yarı ömrü bulunan Tc-99m ile işaretli farmasötikler uygun bulunmamaktadır. Bu nedenle In-111 DTPA ya da Ga-67 sitrat kullanımı gerekmektedir. İlk 6 saatlik süreç mide boşalımı ve ince bağırsak transiti ile ilgili bilgi verirken 72 saate kadar alınan geç görüntüler aktivitenin kolonda geçişini gösteren veriler sağlar. Çıkan kolon, transvers kolon, inen kolon ve rekosigmoid bölgede geç görüntülerde belirlenen ilgi alanlarında geometrik



Şekil 4. Tc-99m sülfür kolloid verilmesinden 5 saat sonra alınan görüntülerde, çekum ve tüm abdomenden belirlenen ROI'ler aracılığıyla o saat için % geçiş veya retansiyon oranı hesaplanabilir.



Şekil 5a. Normal geçiş zamanı bulunan sağlıklı bireyde 30. saate kadar anterior ve posterior pozisyonda alınan statik görüntüler (Tc-99m kullanıldığından daha geç görüntüleme yapılamamıştır)



Şekil 5b. Kolonda değişik bölgelerde ilgi alanlarının belirlenmesi. Her bir ilgi alanındaki sayın değerinin toplam aktiviteye oranı hesaplanarak o ilgi alanının rakamsal değeri ile çarpılmakta örneğin ileocekal bölge değeri 1 ile çarpılırken rektosigmoid bölge 7 ile çarpılmakta, tüm ilgi alanları için elde edilen bu rakamsal değerinin toplamı geometrik merkez değeri olarak verilmektedir

ortalama ve radyoaktivite bozunumu düzeltilmesi (decay correction) yapıldıktan sonra elde edilen sayım değerleri tüm abdominal sayım değerleri ile orantılanarak yüzde geçiş ya da retansiyon oranları belirlenir (13).

Bir diğer parametrik hesaplama da kolon trasesi boyunca ileoçekal bölgeden başlayarak çıkan kolon, hepatic fleksura, transvers kolon, splenik fleksura, inen kolon ve rektosigmoid bölgede ilgi alanları belirlenip bu bölgeler, proksimalden distale 1'den başlayarak 7'ye kadar numaralandırılır. Her ilgi alanında aktivitenin total abdominal sayıma göre orantılanarak elde edilen değer o ilgi alanının numarası ile çarpılarak tüm ilgi alanlarındaki bu çarpım değerleri toplanır. Bu rakamsal değerlerin toplamı o görüntünün alındığı saat için geometrik merkez (geometrik center) değerini verir (Şekil 5). Distalde alınan ilgi alanlarının rakamsal değeri yüksek olduğundan, aktivite distale geçtikçe çarpan değer büyük olduğundan geometrik merkez değeri yükselecektir (14).

Geometrik merkez değerleri 24. saatte 2-7; 48 saatte 4,6-7; 72. saatte 6,2-7,0 arasında normal kabul edilmektedir. Daha düşük değerler gecikmeye işaret etmektedir. Bu arada alınan statik görüntülerin görsel değerlendirilmesi ihmal edilmemelidir (13,14).

Sonuç

Sonuç olarak, radyonüklidlerle gastrointestinal motilite çalışmaları normal fizyolojiyi bozmadan objektif, kolay uygulanan, non-invaziv incelemeler olup rakamsal değerler elde etmemize olanak vermektedir. Bu yönü ile oldukça değerli olmakla birlikte test endikasyonuna göre uygun planlama gerektirmektedir. İntestinal motilite fizyolojik olarak çok fazla değişken içermesi nedeniyle yorumlanması tecrübe gerektirmektedir. Hastaya ilişkin parametrelerin iyi irdelenmesi gerekmektedir. Uygulanan protokole göre her merkezin kendi normal değerlerini oluşturması gerekliliği daima gözönünde tutulmalıdır.

Kaynaklar

1. Al Taei TH, Aly S, Fawzy A. Esophageal Transit Time Scintigraphy in the Assessment of the Esophagus Motility. *Bahrain Med Bull* 2017;39:181-183.
2. Prásek J, Hep A, Dolina J, Díte P. Dynamic esophageal scintigraphy in patients with achalasia. *Nucl Med Rev Cent East Eur* 2000;3:57-60.
3. Solnes LB, Sheikhabaei S, Ziessman HA. Nuclear Scintigraphy in Practice: Gastrointestinal Motility. *AJR Am J Roentgenol* 2018;211:260-266.
4. Maurer AH. Gastrointestinal Motility, Part 1: Esophageal Transit and Gastric Emptying. *J Nucl Med*. 2015;56:1229-1238.
5. Bar-Sever Z. Scintigraphic Evaluation of Gastroesophageal Reflux and Pulmonary Aspiration in Children. *Semin Nucl Med* 2017;47:275-285.
6. Tuncel M, Kiratlı PO, Aksoy T, Bozkurt MF. Gastroesophageal reflux scintigraphy: interpretation methods and inter-reader agreement. *World J Pediatr* 2011;7:245-249.
7. Maurer AH. Advancing gastric emptying studies: standardization and new parameters to assess gastric motility and function. *Semin Nucl Med* 2012;42:101-112.
8. Donohoe KJ, Maurer AH, Ziessman HA, et al. Procedure guideline for adult solid-meal gastric-emptying study 3.0. *J Nucl Med Technol* 2009;37:196-200.
9. Abell TL, Camilleri M, Donohoe K, et al. Consensus recommendations for gastric emptying scintigraphy: a joint report of the American Neurogastroenterology and Motility Society and the Society of Nuclear Medicine. *J Nucl Med Technol* 2008;36:44-54.
10. Maurer AH. Gastrointestinal Motility, Part 2: Small-Bowel and Colon Transit. *J Nucl Med* 2015;56:1395-1400.
11. Read NW, Al-Janabi MN, Holgate AM, Barber DC, Edwards CA. Simultaneous measurement of gastric emptying, small bowel residence and colonic filling of a solid meal by the use of the gamma camera. *Gut* 1986;27:300-308.
12. Bennink R, Peeters M, Van den Maegdenbergh V, et al. Evaluation of small-bowel transit for solid and liquid test meal in healthy men and women. *Eur J Nucl Med* 1999;26:1560-1566.
13. Mariani G, Paglianiti I. Joint SNMMI and EANM guideline for small-bowel and colon transit: an important step towards long-awaited standardization. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2014;41:405-407.
14. Maurer AH, Camilleri M, Donohoe K, et al. The SNMMI and EANM practice guideline for small-bowel and colon transit 1.0. *J Nucl Med* 2013;54:2004-2013.