

RADYOLOJİ

Bu kitapta yayınlanan yazıların her türlü yayın hakkı KATKI PEDIATRİ DERGİSİ'ne aittir. Yazıların bilimsel içeriğinden yazar(lar) sorumludur. İçindeki yazıların tamamı veya herhangi bir parçası Katkı Pediatri Dergisi Yayın Kurulu'ndan izin alınmadıkça başkalarınınca yayımlanamaz, çoğaltılamaz.

Web://<http://www.pediatri.hacettepe.edu.tr>
e-mail: pedbas@hacettepe.edu.tr

KATKI Pediatri Dergisi

Yıl: 2016 • Sayı: 1 • Ay: Ocak - Şubat

YAYIN SAHİBİ

**Hacettepe Pediatri Eğitimi Geliştirme ve Destekleme Derneği adına
Prof. Dr. Gülsev Kale**

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Gülsev Kale

YAYIN İDARE MERKEZİ ADRESİ

**Ali Suavi Sok. 23/64 Maltepe / Ankara
Tel: 0-312 232 44 25**

YAYININ TÜRÜ

Yerel süreli yayın

YAYIN ŞEKLİ

2 Aylık - Türkçe

BASIM

**Alp Ofset Matbaacılık Mak. San. ve Tic. Ltd. Şti
Ali Suavi Sok No: 60 Maltepe / Ankara
Tel: 0-312-230 09 97**

BASIM TARİHİ / YERİ

Mart 2016 / ANKARA

KATKI

Pediatric Dergisi

*Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı
ve Çocuk Sağlığı Enstitüsü yayınıdır*

CİLT: 37 SAYI: 1 YIL: 2016

EDİTÖR

Prof. Dr. Elif N. ÖZMERT

SAYI EDİTÖRÜ

Prof. Dr. Mithat HALILOĞLU

YAYIN KURULU

Prof. Dr. Elif N. ÖZMERT

Prof. Dr. Hasan ÖZEN

Prof. Dr. Ali DÜZÖVA

Prof. Dr. Gülen Eda UTİNE

YÜRÜTME KURULU

Dr. Yağmur ÜNSAL

Dr. Hatice BEKTAŞ

Dr. Özlem SARITAŞ NAKİP

DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Gülsev KALE

Prof. Dr. Alev ÖZÖN

Prof. Dr. Aysel YÜCE

Prof. Benan BAYRAKÇI

Doç.Dr.Özge SOYER

Prof. Dr. Canan AKYÜZ

Prof. Dr. Fatma GÜMRÜK

Doç. Dr. Deniz Nazire ÇAĞDAŞ AYVAZ

Prof. Dr. Dilek YALNIZOĞLU

Prof.Dr.Elif N.ÖZMERT

Prof. Dr. Gülen Eda UTİNE

Prof. Dr. Kadriye YURDAKÖK

Prof. Dr. Mehmet CEYHAN

Prof. Dr. Murat YURDAKÖK

Prof. Dr. Orhan DERMAN

Prof. Dr. Özlem TEKŞAM

Prof. Dr. Rezan TOPALOĞLU

Prof. Dr. Seza ÖZEN

Prof. Dr. Süheyla ÖZKUTLU

Prof. Dr. Şafak GÜÇER

Prof. Dr. Turgay COŞKUN

Prof. Dr. Uğur ÖZÇELİK

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Gülsev KALE

İçindekiler

**Radyolojik Görüntüleme Yöntemleri,
Kontrast Maddeler ve
Radyasyonun Biyolojik Etkileri5**
Dr. H. Nursun Özcan
Dr. Mithat Haliloğlu

Nöroradyolojik İncelemeler17
Dr. Elif Günay Bulut
Dr. Kader Karlı Oğuz

**Baş ve Boyun Görüntüleme
İlkeleri25**
Dr. Onur Akça
Dr. Burçe Özgen

Solunum Sistemi Radyolojisi35
Dr. Altan Güneş
Dr. Mithat Haliloğlu

**Çocuklarda Abdominal
Görüntüleme59**
Dr. Altan Güneş
Dr. Mithat Haliloğlu

**Genitoüriner Sistem Radyolojisine
Yaklaşım73**
Dr. Sinan Balcı
Dr. Mithat Haliloğlu

**Kas-İskelet Sistemine Radyolojik
Yaklaşım85**
Dr. Selçuk Akkaya
Dr. Fatma Bilge Ergen

**Çocuklarda Kardiyak
Görüntüleme99**
Dr. Altan Güneş
Dr. Tuncay Hazirolan

**Pediyatrik Hastalarda
Vasküler Girişimsel Radyoloji113**
Dr. Gonca Eldem
Dr. Bora Peynircioğlu

**Pediyatrik Hastalarda Non-Vasküler
Girişimsel Radyoloji119**
Dr. Türkmen Çiftçi

ISSN 1300 - 4336

RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ, KONTRAST MADDELER VE RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ

Dr. H. Nursun Özcan*, Dr. Mithat Haliloğlu **

Teknolojide meydana gelen gelişmelere paralel olarak radyolojik inceleme ve görüntüleme yöntemlerindeki hızlı ilerlemeler tanı ve tedavinin değerlendirilmesinde önemli rol oynar hale gelmiştir. Radyografiyle başlayan süreç, ultrasonografi (US), bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve nükleer incelemelerin de katılımıyla zenginleşmiştir. Radyolojik görüntüleme yöntemleri birbirini tamamlayıcı olabildiğinden, her bir yöntemin pozitif ve negatif yönleri, sınırlılıkları bilinmeli, görüntüleme yöntemleri klinik soruna ve olguya uygun olarak seçilmelidir.

Klinisyenin görüntüleme yöntemini seçerken dikkat etmesi gereken önemli noktalar; görüntüleme yönteminin endikasyonları ve kontraendikasyonları, aranan klinik soruna cevap oluşturup oluşturmayacağı, seçilecek yöntemin uygulanabilirliği ve ulaşılabilirliği ve yöntemin maliyeti olarak sıralanabilir. Kontrast madde kullanımı endikasyonları, kontraendikasyonları ve kontrast maddeye bağlı gelişebilecek komplikasyonlar bilinmesi gereken diğer önemli konulardır.

Görüntüleme Yöntemleri

Sık kullanılan radyolojik görüntüleme yöntemlerinin (konvansiyonel radyoloji, US, BT ve MRG) avantajları, dezavantajları ve limitasyonları tablo-I'de verilmiştir.

* Uzman Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Radyolojisi Bilim Dalı

** Profesör Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Radyolojisi Bilim Dalı

Tablo I. Sık kullanılan radyolojik görüntüleme yöntemleri

Görüntüleme Yöntemi	Avantajları	Dezavantajları ve Limitasyonları
Konvansiyonel radyografi	Çok ucuz Kolay ulaşılabilir	İyonize radyasyon Düşük kontrast rezolüsyonu Yumuşak doku görüntülemesi sınırlı Görüntülerin süperpoze olması
Ultrasonografi	Ucuz İyonize radyasyon içermez Gerçek zamanlı inceleme Dinamik inceleme	Kullanıcıya bağlı
Bilgisayarlı tomografi	Kolay ulaşılabilir Kısa görüntüleme zamanı Kortikal kemiğin incelenmesinde çok iyi	İyonize radyasyon İV kontrast verilirse potansiyel yan etkiler Kemik iliğinin görüntülenmesinde yetersiz
Manyetik rezonans görüntüleme	İyonize radyasyon içermez Yumuşak doku kontrast rezolüsyonu çok iyi Kemik iliğinin değerlendirilmesinde çok iyi	Pahalı Kolay ulaşılabilir değil Uzun görüntüleme zamanı Klostrofobi Gadolinium bazlı kontrast maddeye bağlı nefrojenik sistemik fibrozis riski

Konvansiyonel Radyografi

Birçok hastalığın tanısıl sürecinde ilk başvuru olan görüntüleme yöntemi radyogramlardır. Özellikle pnömoni, kalp yetmezliği, ince bağırsak obstrüksiyonu tanılarının konmasında, intraperitoneal hava varlığının gösterilmesinde, travma, osteomyelit ve artropatilerin değerlendirilmesinde ilk yöntem olan direkt grafilerin pek çok avantajı vardır. Kontrast madde kullanılarak yapılan floroskopik incelemeler özellikle pediatrik radyolojide çok önemli yer tutmaktadır. Konvansiyonel radyografinin en önemli kısıtlılığı iyonize radyasyon içermesi ve düşük kontrast rezolüsyonudur.

Ultrasonografi

60 yılı aşkın bir süredir tıpta kullanılmakta olan US, ses enerjisinden görüntü üretme temeline dayanır, dolayısıyla iyonize radyasyon içermez. BT ve MRG yöntemleri ile karşılaştırıldığında göreceli olarak daha ucuzdur. US görüntüleri kesitsel ve gerçek zamanlı olarak elde edilmektedir. Gerçek zamanlı görün-

tüleme, statik görüntüleme gösterilemeyen ancak provakatif manevralar sonrası gösterilebilen patolojilerin tanınmasında çok önemlidir. Ayrıca US biyopsi ve enjeksiyon gibi birçok girişimsel işlemde de klavuz olarak kullanılmaktadır.

Bilgisayarlı Tomografi

İlk prototip BT cihazının 1967-1971 yılları arasında Londra’da kullanıma girmiştir. Radyoloji tarihindeki bu büyük başarı 1979 yılında Amerikalı fizikçi Allan MacLeod Cormack ve İngiliz elektrik mühendisi Sir Godfrey Newhold Hounsfield’a Nobel Tıp ödülünü kazandırmıştır. Türkiye’de ise ilk BT Hacettepe Üniversitesi’nde 1976 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak BT cihazları da hızla ilerleme göstermektedir. Özellikle çok kesitli BT’lerin kullanıma girmesiyle daha kısa görüntüleme süresinde daha ince kesit kalınlığı ve daha uzun görüntüleme mesafesi elde etmek mümkün olmuştur. Saniyeler içerisinde çok geniş vücut alanları taranarak değişik düzlemlerde rekonstrüksiyonlar yapmak, incelenen alanın veya patolojinin üç boyutlu görüntülerini elde etmek mümkün olmuştur. BT, oral ve/veya intravenöz kontrast madde kullanarak veya kullanmadan birçok sistemin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. BT’nin en büyük dezavantajı iyonize radyasyon kullanmasıdır. BT inceleme sırasında alınan radyasyonun röntgen filmleri ile ve doğal radyasyon ile karşılaştırmalı değerleri tablo-II’de sunulmuştur. BT anjiyografi ise tanısal görüntüleme için birçok alanda konvansiyonel anjiyografinin yerini almıştır.

Son yıllarda literatürde, BT’de daha düşük doz kullanımı ile ilgili birçok çalışma yer almaktadır. İlk kez 2001 yılında “CT ALARA” konferansı düzenlenerek tanısal bilgiye ulaşmayı sağlayan mümkün olan en düşük doz alımının sağlanması gerektiği belirtilmiştir. Bu kavram ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prensibi olarak bilinir. Özellikle çocuklarda BT tetkiki isterken ‘iyonize radyasyon içermeyen başka bir görüntüleme yöntemi (US veya MRG) kullanılabilir mi?’ sorusunu bir kez daha gözden geçirmek gereklidir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Özellikle santral sinir sistemi, kas iskelet sistemi, kardiyotorasik ve abdomen bölgelerinin görüntülenmesinde sıklıkla kullanılan MRG diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında göreceli olarak daha pahalıdır. MRG, iyonize radyasyon içermeyen bir görüntüleme yöntemidir. Güçlü bir elektromagnet içinde yatan hastanın hücrelerinde magnetin gönderdiği radyo dalgaları ile uyarılan hidro-

jen atomlarının ürettiği enerji, bazı özel arabirimler (koil) ile önce sayılara, bilgisayarda işlendikten sonra görüntüye dönüştürülür. MRG'de tek proton içeren ve insan dokularında en fazla bulunan element olan hidrojen atomları en sık kullanılır. Radyo dalgaları varlığında hidrojen atomları manyetizmanın etkisiyle düzgün şekilde sıralanır bu dizilim sırasında elde edilen yoğunluğa göre bilgisayar ortamında görüntü oluşturulur. Alınan sinyal yoğunluğunun doku tipine göre değişmesi ise görüntülemenin esasını oluşturur.

Diğer görüntüleme yöntemlerine göre başlıca avantajları; yüksek yumuşak doku kontrastı, çok planda görüntüleme yapabilmesi, iyonize radyasyon içermemesi, iyotlu kontrast madde kullanılmaması, kıkırdak dokusu ve kemik iliğinin yüksek kalitede görüntülenmesi, vasküler yapıların kontrastsız görüntülenebilmesi, hem anatomik hem de fonksiyonel bilgi alınabilmesidir. Başlıca dezavantajları; hareketsiz atomlara duyarsız olması (kalsiyum atomları içeren kemik korteksi veya kalsifikasyon alanları), solunum hareketine, kardiyak ve peristaltik hareketlere son derece duyarlı olması, sabit ferromanyetik objelerin artefakt oluşturması, özellikle 6 yaşın altındaki çocuklarda görüntüleme sırasında sedasyon veya anestezi gerekmesi, klostrrofobi, her zaman kolay ulaşılabilir olmaması ve tetkikin uzun sürmesidir. MRG'de, BT ve floroskopik incelemelerde kullanılan daha farklı olarak gadolinyum bazlı kontrast maddeler kullanılmaktadır.

Radyolojik Kontrast Maddeler

Radyografik olarak bir doku ya da organın iyi bir şekilde görüntülenebilmesi için, farklı yoğunluktaki bir madde ile çevrelenmiş olması gerekir (böbreklerin yağ dokusu ile çevrelenmesi gibi). Kontrast oluşturarak bir doku veya organın görünür kılınması için kullanılan maddeler, kontrast maddeler olarak tanımlanır. Kontrast maddeler yoğunluklarına ve radyogramlarda oluşturdukları görüntüye göre radyolüsent (negatif) kontrast maddeler ve radyoopak (pozitif) kontrast maddeler olarak iki ana gruba ayrılır.

Radyolüsen (negatif) kontrast maddeler

Oksijen, karbondioksit ve hava gibi gazlar bu grupta yer alır. Röntgenogramlarda siyah renkte görülürler. Ventrikülografi, pnömoensefalografi gibi invaziv yöntemlerde kullanılan bu maddeler, günümüzde BT ve MRG yöntemlerinin yaygın kullanımı ile artık kullanılmamaktadır.

Radyopak (pozitif) kontrast maddeler

Ağır metal tuzları ve organik iyot bileşikleri olarak iki grupta değerlendirilir.

a. Ağır metal tuzları

1897 yılında bizmut bileşikleri, daha sonra baryumlu bileşikler gastrointestinal sistem görüntülemelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Baryumlu incelemeler hala gastrointestinal sistem görüntülemelerinde etkin yöntemlerdir. Baryum sülfat, gastrointestinal sistemden emilmez ve mukozal yüzeylerin değerlendirilmesini sağlar. Dikkat edilmesi gereken bir nokta genel durumu kötü olan hastalarda görülebilen baryum aspirasyonu ve buna ikincil pulmoner inflamatuvar reaksiyonlardır. Aspirasyon geliştiği takdirde baryumlu kontrast madde verilmesi hemen durdurulmalı, hastaya postural drenaj uygulanmalıdır. Gereklik durumunda oksijen, antibiyotik ve steroid tedavileri başlanmalıdır. Aspirasyon riski yüksek olan, yutma disfonksiyonu bulunan ancak gastrointestinal sistem incelemesi gereken hastalarda, düşük dansiteli baryum solüsyonları veya düşük osmolariteli non-iyonik kontrast maddeler kullanılmalıdır. Oral ya da rektal baryum uygulamalarından sonra nadiren kramp veya ishal görülebilir.

b. Organik iyot bileşikleri

Suda eriyen ve yağda eriyen olarak iki ayrı formda bulunur. Suda eriyen formlar; intravenöz, intratekal veya oral yoldan verilebilir. Yağda eriyen formlar; lenfanjiyografi, siyalografi, dakriyosistografi ve kemoembolizasyonda kullanılır. Tüm suda çözünen kontrast maddelerde radyasyonun absorpsiyonunu iyot atomları sağlar. Kontrast maddelerin yüksek osmolarite nedeniyle görülen yan etkilerinin önüne geçmek amacıyla yürütülen çalışmalar sonucu osmolaritesi düşük, iyonik olmayan (non-iyonik kontrast maddeler) üretilmiştir.

Günlük radyoloji işleyişinde; floroskopik işlemlerde (baryum sülfat dışında) ve BT'de iyot bileşikleri içeren kontrast maddeler, MRG'de ise gadolinyum bazlı kontrast maddeler kullanılmaktadır. İntravenöz kontrast maddeler BT veya MRG gibi kesitsel görüntüleme yöntemlerinde özellikle infeksiyon, inflamasyon, iskemi ve neoplastik patoloji durumlarında kullanılmalıdır.

İyot içerikli kontrast madde kullanımı için risk faktörleri ve premedikasyon

Risk faktörü taşıyan hastalarda endikasyon iyi konmalıdır. Uygulama öncesi ve sonrası hasta takip edilmelidir. Risk faktörleri majör ve minör faktörler olarak iki grupta incelenir.

Major faktörler

- Kontrast madde allerjisi olduğu bilinen hastalar
- Allerji/astım öyküsü olan hastalar
- Renal patolojiler
- Kardiyovasküler hastalığı olanlar
- Çocuk ve yaşlılar
- Nefrotoksik ilaç kullanım öyküsü olan hastalar

Minör faktörler

- Disproteinemi (Multiple myeloma, Waldenström makroglobulinemisi)
- Kan diskrazileri (Orak hücreli anemi)
- Diabetes mellitus (kronik ve ağır hastalar majör risk grubundadır)
- Azotemi
- Dehidratasyon
- Anksiyete

Kronik diabetes mellitus ve ağır proteinürisi olan hastalarda kontrast madde kullanılmamalıdır. Gebelerde ve tiroid karsinomlu olgularda iyotlu kontrast madde kullanılmaz. Feokromasitoma hastalarında ise kullanılan iyotlu kontrast maddeler, yüksek miktarda katekolamin salınımına yol açarak hipertansif krize neden olabilirler.

Premedikasyon

Kontrast maddeye bağlı akut alerjik reaksiyon gelişimi için yüksek riskli hastalarda, kontrastlı inceleme yapılması zorunlu ise öncesinde premedikasyon önerilmektedir. Oluşan akut alerjik reaksiyondan bazofil ve eozinofillerden salınan histamin ve diğer mediatörler sorumlu tutulmaktadır. Yapılan çalışmalar intravenöz steroid kullanımının kan histamin düzeyini baskıladığını göstermektedir. Amerikan Radyoloji Kolejinin (ACR) 2015 yılında yayınladığı çocuklar için tavsiye edilen premedikasyon yöntemi şu şekildedir.

1. Prednizolon 0,5-0,7 mg/kg oral (maksimum doz 50 mg), kontrast madde uygulamasından 13, 7 ve 1 saat öncesinde üç doz olarak verilir.
2. Difenhidramin 1,25 mg/kg oral (maksimum doz 50 mg), kontrast madde uygulamasından 1 saat önce verilir.

Not: Uygun intravenöz dozlar oral ilaç alamayan hastalarda kullanılabilir.

İyot içerikli kontrast maddelerin yan etkileri

İyonik olmayan kontrast maddelerin kullanılmaya başlanmasından sonra iyot içerikli kontrast maddeye bağlı yan etki görülme sıklığı oldukça azalmıştır. Bir çok çalışmada genel yan etki veya alerjik reaksiyon gelişme oranının % 0,18 ile 0,7 arasında değiştiği bildirilmiştir. İyotlu kontrast maddelere bağlı yan etkiler çeşitli kategorilerde incelenebilir; alerjik reaksiyonlar veya fizyolojik reaksiyonlar, bunlar da ayrıca hafif, orta ve ciddi reaksiyonlar olarak sınıflandırılır.

Alerjik reaksiyonlar, klinik olarak herhangi bir ilaç veya alerjene bağlı gelişen anafaktik reaksiyon ile aynıdır. Fizyolojik reaksiyonlar hafif veya kendini sınırlayan vazovagal reaksiyonları (örn. bradikardi ile birlikte hipotansiyon), daha nadir olarak kardiyovasküler olayları (örn. aritmiler, miyokardiyal kontraktilitenin bozulması) ve kardiyojenik ve non-kardiyojenik pulmoner ödemini içermektedir.

Hafif şiddette reaksiyonlar; kol ağrısı, bulantı, kusma, sıcaklık hissi, kaşıntı, terleme ve baş ağrısıdır. Bu durumlardan herhangi biri gelişirse kontrast madde verilmiş hızı yavaşlatılır veya durdurulur. Genellikle psikolojik telkin yeterlidir.

Orta şiddette reaksiyonlar; taşikardi, bradikardi, tansiyon yükselmesi veya hafif düşmesi, jeneralize veya difüz eritem, nefes darlığı, bronkospazm, yüz ve larinks ödemi şeklinde görülebilir.

Ciddi reaksiyonlar; artan laringeal ödem, anjiyoödem, vagal reaksiyon, hipotansif şok, akciğer ödemi, konvülziyonlar, respiratuar ve kardiyak arresttir.

Orta şiddetli ve ciddi reaksiyonlar acil tedavi ve yakın takip gerektirir. Hayati tehlike arz eden iyotlu kontrast madde reaksiyonlarının tama yakını kontrast madde enjeksiyonu sonrası hemen veya ilk 20 dakika içerisinde gerçekleşir. Akut olmayan reaksiyonların ortaya çıkması 3 saatten 2 güne kadar uzayabilir ancak en erken 30 dakika içinde veya en geç enjeksiyondan 7 gün sonra ürtiker ve/veya devam eden döküntü şeklinde görülürler. Bu geç reaksiyonlar genellikle kendi kendini sınırlar ve tedavi gerektirmezler.

Kontrast nefropatisi

Kontrast nefropatisi, intravasküler iyotlu kontrast madde kullanımı sonrasında, eşlik eden başka bir nefrotoksik olayın olmadığı durumlarda, böbrek fonk-

siyonlarında ani bozulmadır. Kontrast nefropatisi birden fazla şekilde tanımlanmıştır. Serum kreatinin değerinin 0,5-1,0 mg/dl artması veya bazal kreatinin değerinde %25-50 oranlarında yükselme olarak tanımlanmaktadır. Serum kreatinin değeri kontrast madde alımını takiben 48-72 saat içinde yükselmekte, normal değerlere 7-10 gün sonra dönmektedir. Kronik böbrek disfonksiyonu, eşlik eden başka bir risk faktörü yoksa sık görülmez. Yüksek tansiyon, diabetes mellitus, 24 saatten az sürede çoklu dozlarda kontrast madde kullanımı, renal risk faktörü taşıyan hastalarda (tek böbrek öyküsü, renal transplant, geçirilmiş böbrek cerrahisi, böbrek neoplazisi, diyaliz) inceleme öncesi serum kreatin takibi yapılmalı ve hidrasyon sağlanmalıdır. Serum kreatin değeri 2 mg/dl ve üzerinde olan hastalarda iyotlu kontrast madde verilmemelidir. Sodyum bikarbonat infüzyonu, *N*-asetilsistein kullanımının nefropatiyi önlediği ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır.

Gadolinyum içeren kontrast maddelerin yan etkileri

İntavenöz gadolinyum şelatlarının kullanımı sonrası akut yan etki gelişme insidansı %0,07-2,4 arasında değişmektedir. Ciddi hayati tehlike arz eden alerjik ya da alerjik olmayan yan etki gelişme insidansı ise daha da az olup %0,001-0,01 arasındadır. İyotlu kontrast maddelerde olduğu gibi, daha önce gadolinyum içeren kontrast maddeye karşı yan etki gelişen bir hastada bir sonraki uygulamalarda reaksiyon gelişme olasılığı daha fazladır. Benzer şekilde astım ve diğer alerjik hastalıkları olan kişilerde gadolinyum şelatlarına bağlı alerjik reaksiyon gelişme riski %3,7 oranından daha fazladır. Uygun dozlarda kullanıldığı zaman gadolinyum bileşiklerinin nefrotoksik olduğuna dair belirgin bir kanıt yoktur. Böbrek fonksiyonları bozuk hastalar ($GFR < 15-30 \text{ ml/dk/1,73m}^2$) nefrojenik sistemik fibrozis gelişimi için yüksek risk altındadır. Gadolinyum içeren kontrast maddeler kan-plasenta bariyerini geçip, fetal dolaşıma katılabilir ve amniyotik sıvı içerisinde birikebilir, bu nedenlerden dolayı gebelerde kullanımları kontraendikedir.

Nefrojenik sistemik fibrozis

Nefrojenik sistemik fibrozis (NSF) ile ilgili ilk vaka 1997 yılında tanı almış olup, 2000 yılında 14 vakadan oluşan ilk çalışma yayınlanmıştır. 2006 yılında, çeşitli çalışma grupları gadolinyum içeren kontrast maddelerin kullanımı ile, böbrek fonksiyonları bozulmuş hastalarda NSF gelişme riski arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Hastalık, belirgin cilt bulguları nedeni ile ilk olarak nefrojenik fibrozisle giden dermopati olarak adlandırıl-

mıştır. Özellikle ekstremitelerden başlayan, bazen gövdeye doğru uzanabilen kalın ve sertleşmiş cilt bulguları progresif sistemik sklerozis ile benzerlik gösterir. Otopsi yapılmış vaka bildirimlerinde, miyokard, perikard ve plevrada fibrozis, sinir ve kas tutulumu belirtilmiş olup, hastalığın cilt dışı tutulumları nedeni ile isimlendirme NSF şeklinde değiştirilmiştir. NSF hastalarında kalın cildin yanı sıra, skleral plaklar, eklem kontraktürleri, kas güçsüzlükleri, kaşıntı ve ağrı bulguları da vardır.

Literatürde biyopsi yapılarak bildirilmiş NSF hastalarının %85'inde GFR<15 ml/dk/1,73m²'dir. Hastaların %62'sinde, tek seferde yüksek doz kontrast madde uygulaması, son 6 ay içerisinde kontrast madde maruziyeti, geçmişte veya devam eden diyaliz öyküsü belirtilmiştir. Literatürde GFR>30 ml/dk/1,73m² olup, NSF gelişen bir tane vaka bulunmaktadır. Aynı GFR değerine sahip hastalardan bazılarında NSF gelişip, bazılarında gelişmemesi, araştırmacıları "Hastalığı tetikleyen başka faktörler var mı?" sorusuna yönlendirmiştir (örneğin; geçirilmiş vasküler cerrahi, hiperkoagülabilité veya trombotik olaylar, yüksek doz eritropoetin kullanımı, immün sistem baskılanması, infeksiyon, metabolik asidoz ve yüksek düzeylerde serum demir, kalsiyum, fosfor değerleri). NSF gelişiminde kesin olarak kanıtlanmış tetikleyici bir faktör henüz bildirilmemiştir.

Sonuç olarak, böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalarda, NSF gelişiminde gadolinyumlu kontrast madde kullanımı bir risk faktörüdür. Radyolog ve klinisyen her hasta için gadolinyum kullanımında kâr ve zarar ilişkisini gözetmeli, karar kullanım yönünde ise tetkik süresince hasta radyolog gözetiminde olmalıdır.

Emziren annelerde iyot içerikli ve gadolinyum içerikli kontrast madde kullanımı

Yapılan çalışmalara göre, ilk 24 saat içerisinde annedeki iyotlu kontrast madde miktarının %1'inden azı süte geçmektedir. Dolayısıyla, bebek tarafından absorbe edilen kontrast madde miktarı, anneye verilen dozun %0,01'inden azdır. Gadolinyum içerikli kontrast maddelerde ise, ilk 24 saatte süte geçme oranı, annedeki dozun %0,04'ünden azdır, bebek tarafından absorbe olunan doz anneye verilen dozun %0,0004'ünden azdır. Hem iyot içerikli hem de gadolinyum içerikli kontrast maddelerin plazma yarılanma ömürleri yaklaşık olarak 2 saattir. 24 saat içerisinde kontrast maddenin tama yakını kan dolaşımından temizlenmektedir. Emziren anneler, kontrastlı tetkik sonrasında, ilk 24 saat içerisinde emzirmeyi kesmeli, bu dönemdeki sütü sağarak boşaltmalıdırlar.

Radyasyonun biyolojik etkileri

Radyasyonun biyolojik etkileri stokastik ve deterministik etkiler olarak iki grupta sınıflandırılır.

1. Stokastik etkiler: Radyasyonun stokastik etkilerinin eşik dozu yoktur ve etkinin şiddeti maruz kalınan radyasyon dozu ile korelasyon göstermez. Stokastik etkiler, mutajenik etkiler, kanser ve lösemi yapıcı etkilerdir.

2. Deterministik etkiler: Deterministik etkilerin ortaya çıkması için belirli bir radyasyon eşik dozu bulunmaktadır. Etkinin şiddeti maruz kalınan radyasyon dozu ile korelasyon gösterir, hangi radyasyon dozunda hangi semptom ve bulguların ortaya çıkacağı önceden öngörülebilir. Katarakt, infertilite, epilasyon, diğer cilt bulguları, akut radyasyon sendromları radyasyonun deterministik etkileri sonucunda görülür.

Tablo II’de farklı kaynaklardan alınan yaklaşık etkin doz birimleri ve bu dozlara eş değer akciğer grafisi sayıları verilmiştir.

Tablo II. Farklı kaynaklardan alınan yaklaşık etkin doz birimleri ve bu dozlara denk gelen akciğer grafisi sayıları

	Etkin doz	Eşdeğer Akciğer Grafisi Sayısı
Akciğer radyografisi (tek yön)	0,02 mSv	1
Uçak yolculuğu (6 saat)	0,04 mSv	2
Doğal radyasyon (yıllık)	3 mSv	150
Beyin BT	2-4 mSv	100-200
Toraks BT	5-7 mSv	250-350
Abdominopelvik BT	12-15 mSv	600-750

Kaynaklar

1. Brockow K, Sánchez-Borges M. Hypersensitivity to contrast media and dyes. Immunol Allergy Clin North Am. 2014; 34: 547-564.
2. Brockow K. Contrast media hypersensitivity-scope of the problem. Toxicology. 2005; 209: 189-192.
3. Broome DR. Nephrogenic systemic fibrosis associated with gadolinium based contrast agents: a summary of the medical literature reporting. Eur J Radiol. 2008; 66: 230-234.
4. Cowper SE, Robin HS, Steinberg SM, et al. Scleromyxoedema-like cutaneous diseases in renal-dialysis patients. Lancet. 2000; 356: 1000-1001.

5. Davenport MS, Cohan RH, Ellis JH. Contrast Media Controversies in 2015: Imaging Patients With Renal Impairment or Risk of Contrast Reaction. *AJR Am J Roentgenol.* 2015 Mar 2;1-8.
6. Davenport MS, Cohan RH, Khalatbari S, et al. The challenges in assessing contrast-induced nephropathy: where are we now? *AJR Am J Roentgenol.* 2014; 202: 784-789.
7. Knopp EA, Cowper SE. Nephrogenic systemic fibrosis: early recognition and treatment. *Semin Dial.* 2008; 21: 123-128.
8. Morcos SK. Review article: Acute serious and fatal reactions to contrast media: our current understanding. *Br J Radiol.* 2005; 78: 686-693.
9. Rofsky NM, Weinreb JC, Litt AW. Quantitative analysis of gadopentetate dimeglumine excreted in breast milk. *J Magn Reson Imaging.* 1993; 3: 131-132.
10. Shibui K, Kataoka H, Sato N, Watanabe Y, Kohara M, Mochizuki T. A case of NSF attributable to contrast MRI repeated in a patient with Stage 3 CKD at a renal function of $eGFR > 30 \text{ mL/dk/1.73m}^2$. *Jpn J Nephrol.* 2009; 51: 676.
11. Webb JA, Stacul F, Thomsen HS, Morcos SK; Members Of The Contrast Media Safety-Committee Of The European Society Of Urogenital Radiology. Late adverse reactions to intravascular iodinated contrast media. *Eur Radiol.* 2003; 13: 181-184.

NÖRORADYOLOJİK İNCELEMELER

Dr. Elif Bulut*, Dr. Kader Karlı Oğuz**

Nörogörüntüleme pediatrik nöropatolojileri ortaya koymada büyük önem taşır. Direkt kafa grafisi, kraniyal ultrasonografi (US), bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) pediatrik nörogörüntüleme de tek başına ya da birlikte kullanılan modalitelerdir. Bu bölümde, her bir modalitenin pediatrik nörogörüntüleme alanları, birbiri üzerine avantaj ve dezavantajları ayrı ayrı tartışılacaktır.

Direkt kafa grafileri

En sık travma, kafadaki bir şişliğin değerlendirilmesi veya kraniyofasiyal anomaliler (kraniyosinostoz gibi) için kullanılır. Kraniyal US ya da MRG'de şüphelenilen kemik bulgulara açıklık getirebilir ancak direkt kafa grafisi günümüzde artan bir sıklıkla yerini, özellikle BT olmak üzere, diğer modalitelere bırakmaktadır. Bununla birlikte radyasyon maruziyetini en aza indirmek için seçilmiş vakalarda tercih edilebilir.

Ultrasonografi

Kolay ulaşılabilirliği, ve iyonize radyasyon içermemesi diğer modalitelere göre önemli avantajdır. Kontrast madde gerektirmez ve sedasyona nadiren ihtiyaç duyulur. Etkinliği primer olarak uygulayıcının yetenek ve tecrübesine, kemik veya havanın engellemediği bir pencerenin varlığına dayanır. Kraniyal US özellikle prematüre infantlarda intrakraniyal kanama veya periventriküler lökomalazinin tespit ve takibi için kullanılır. Diğer sık endikasyonları term infantta hipoksik iskemi sekeli, ekstrakorporeal membran oksijenasyon uygulanan infantlarda kanama ya da enfarkt varlığının araştırılmasıdır.

* Uzman Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

** Profesör Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

Bilgisayarlı Tomografi

İyonize radyasyon kullanmakla birlikte yeni jenerasyon BT, efektif kolimasyon ile radyasyon maruziyetini ilgililenilen alana sınırlar. Gelişmiş çok dedektörlü, çok kesitli tomografi teknolojisi ile hızlı, yüksek çözünürlüklü aksiyal planda görüntüler elde edildikten sonra retrospektif olarak, izotropik çok planlı reformat ya da üç boyutlu (3B) rekonstrüksiyon görüntüleri oluşturulabilir. Çok dedektörlü BT hasta yaşı, kilosu ve incelenecek alana göre radyasyon maruziyetini en aza indirmek için çeşitli algoritmalar kullanır. Pediatrik santral sinir sistemi, baş ve boyun bölgesinin incelenmesinde BT tetkiki yapılacaksa çok dedektörlü BT tercih edilmelidir. Hızı ve direkt koronal görüntülemenin risklerini ortadan kaldırması nedeniyle, günümüze çok dedektörlü BT travmanın acil değerlendirilmesinde standart yöntem olmuştur. İnfant ve küçük çocuklarda sedasyon veya anestezi ihtiyacını belirgin şekilde düşürmektedir. Bazı durumlarda intravenöz (İV) kontrastlı, bazı durumlarda ise beyin omurilik sıvısına (BOS) kontrast verilerek görüntüleme yapılır.

İnce anatomik yapıları ortaya koymak için yüksek rezolüsyonlu kemik ve yumuşak doku algoritmaları önemlidir. Kemik algoritma, normal ya da yetersiz beyin gelişimi, artmış kafa içi basıncı, displastik ya da metabolik kemik patolojilerinin bir göstergesi olan kemik sütürlerin ortaya konulması için de önemlidir. İleri bilgisayar görüntüleme teknolojisi görüntü füzyonu (MRG/tek foton emisyon BT, BT/pozitron emisyon tomografisi), iki boyutlu reformat görüntüleme, 3B volümetrik görüntüleme, segmentasyon ve yüzey görüntüleme tekniklerini kapsar. Bu yüksek çözünürlüklü görüntüleme teknikleri ile BT anjiyografi ve venografi; stereotaktik cerrahi, radyoterapi, radyocerrahi için planlama ve kılavuz görüntü; kraniyoservikal anomali ve skolyozun operasyon öncesi görüntüleri; girişimsel radyoloji ve nörocerrahi prosedürlerinin gerçek zamanlı ya da stereotaktik kılavuz imajları oluşturulur. Yüzey 3B rekonstrüksiyonlar ayrıca aksesuar sütür ve fissürlerin kırıklardan ayırımına yardımcı olur.

Fetus, yenidoğan ve küçük infantlarda beyin, boyun ve spinal nöroaksın primer görüntüleme veya taramasında, US tercih edilen prosedürdür. US'nin klinik şüpheyi tatmin etmediği veya akustik pencerenin kapalı olduğu durumlarda, özellikle akut ya da acil durumlarda, beyin BT primer postnatal modale olarak yerini alır.

Kraniyal BT görüntüleme için spesifik akut endikasyonlar;

1. *Kafa travması*; intrakraniyal yaralanma şüphesinde hızlı tanı için faydalıdır. Eğer intrakraniyal yaralanmanın klinik kanıtı varsa tercih edilmesi gereken görüntülemedir. Klinik gerileme tekrar BT görüntüleme için genellikle bir endikasyondur.
2. *Sebebi bilinmeyen bilinç durum bozukluğu*; uygun stabilizasyondan sonra BT görüntüleme endikedir.
3. *Baş ağrısı*; görüntüleme ihtiyacını belirlemede en önemli faktör klinik değerlendirmedir. Baş ağrısı için BT endikasyonları;

- Anormal nörolojik bulgu
- Görme keskinliğinde açıklanamayan azalma
- Nöbet
- Belirgin davranış değişikliği
- Kafa genişliğinin artması
- Kafa içi basınç artışı semptomları
- Açıklanamayan baş ağrılarının sıklığında artış, yeni gelişen şiddetli veya devamlı ağrı

4. *Nöbet*

Nöbet için BT endikasyonları;

- Devam eden anormal nörolojik bulgular/bozulmuş bilinç durumu
- Fokal nörolojik bulgular veya elektroensefalografi bulguları
- Anti-epileptik tedaviye yanıt alınamaması
- Nörokutanöz lezyonlar

5. *Kafanın anormal boyut/şekli*; kraniyal anomalilerin tanısında fizik muayene genellikle yeterlidir.

- *Büyük kafa*; hızlı büyüyen kafa US veya BT ile değerlendirilmelidir.
- *Küçük kafa*; neredeyse her zaman anormal beyin gelişimine sekonder bir patolojidir. BT veya MRG ile değerlendirilmelidir.

Santral sinir sistemi (SSS) enfeksiyonu şüphesi olan bir hastada, lomber ponksiyon (LP) için klinik kontraendikasyon varlığında acil BT görüntüleme yapılmalıdır. Belirgin beyin ödemi/şifti, daralmış bazal sisternler, SSS enfeksiyonunu dışlayan başka bir patolojinin saptanması, LP'nin radyolojik kontraendikasyonlarıdır. LP'nin radyolojik kontraendikasyonu ya da LP'de enfeksiyonu destekleyen bulguların varlığında tedaviye başlanır ve ideal olarak <24-48 saat içinde MRG yapılmalıdır. Ayrıca ventriküloperitoneal (VP) şant disfonksiyonu ve postoperatif komplikasyon şüphesi de BT endikasyonları arasındadır.

Tüm bu endikasyonlarda BT görüntülemenin öncelikli amacı, akut veya subakut kanama, ödem, herniasyon, kırık, hipoksik-iskemik hasarlanma, fokal enfarkt, hidrosefali, tümör ya da anormal koleksiyonu (pnömosefali, apse, ampiyem) saptamaktır. Ayrıca BT görüntüleme, kalsifikasyonu saptamak ya da doğrulamak isteniyorsa istenmesi gereken tetkiktir. MRG için primer endikasyon teşkil eden bazı durumlarda eğer MRG ulaşılabilir değilse BT'den yararlanılabilir. Görüntüleme bulguları açısından MRG'nin BT'ye belirgin üstünlüğü olamayan klinik durumlarda, infant ve küçük çocuklarda anestezi ya da ağır sedasyondan kaçınmak için BT kullanılabilir.

Radyasyondan korumanın uygun tatbiki, doz azaltımı, iyonik olmayan kontrast ajanların ve sedasyonun uygun kullanımı sağlandığında, çocukluk çağında BT görüntülemenin kontraendikasyonları nadirdir.

Kraniyal BT görüntülemede kontrast madde kullanımı

Bilgisayarlı tomografi tetkikinde kontrast madde kullanımının amacı kraniyal damarları, anormal vasküler geçirgenliği ve kan-beyin bariyerinin yıkımını ortaya koymaktır. MRG'ye zorunlu alternatif olduğu belli durumlar dışında (MRG yapılamayan tümör, SSS enfeksiyonu gibi durumlar), kraniyal BT'de çoğunlukla kontrast madde kullanılmaz. Kontrastlı BT, kortikal venleri ortaya koyarak, düşük dansiteli subaraknoid koleksiyonu (benign ekstrakraniyal koleksiyonlar, infantın benign eksternal hidrosefalisi), düşük dansiteli subdural kolleksiyondan (kronik subdural hematoma veya higroma) ayırabilir.

Beyin BT anjiyografi ve venografi

BT anjiyografi (BTA) ve BT venografi, MRG ile eşit ya da üstün vasküler uzaysal ve zamansal rezolüsyon sağlar. BTA özellikle akut travmatik vasküler yaralanmalarda (karotid diseksiyon veya transeksiyon), vasküler anomalilere bağlı kanamalarda (anevrizma, vasküler malformasyon), akut oklüzif vasküler hasta-

lıklarda (karotid veya vertebrobaziller oklüzyon, dural sinüs veya venöz tromboz) etkin bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca BT perfüzyon ve cerrahi/radyoterapi planlama için vasküler haritalama gibi dinamik teknikler uygulanabilir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme kraniyal görüntülemelerde genelde BT'ye üstündür. Son zamanlarda gelişmiş teknikler MRG'nin duyarlılık, özgüllük ve etkinliğini daha da arttırmıştır. MRG, FLAIR (fluid attenuated inversion recovery), STIR (short tau inversion recovery), GRE (gradient recalled echo), MTI (magnetization transvers imaging) sekansları ve İV gadolinium (Gd) uygulaması ile artmış rezolüsyon sağlar. Görüntüleme zamanını azaltmak, yapısal rezolüsyonu arttırmak, fonksiyonel rezolüsyon sağlamak için hızlı ve ultra hızlı MR teknikleri (fast spin echo, fast gradient echo, echo planar görüntüleme) geliştirilmiştir. Önemli diğer uygulamalar arasında MR vasküler görüntüleme-MR anjiyografi (MRA) ve MR venografi (MRV)-, perfüzyon MRG (PMRG), difüzyon ağırlıklı ve difüzyon tensor görüntüleme (DWI, DTI), BOS akım ve hareket görüntüleme, beyin aktivasyon teknikleri (fonksiyonel MRG) ve MR spektroskopisi yer alır. Hızlı ve ultra hızlı görüntüleme teknikleri ayrıca fetal görüntüleme, morfometrikler, tedavi planlama ve gerçek zamanlı MR kılavuzluğunda girişimsel prosedürler için kullanılmaktadır. MRG; yeni tekniklerle birlikte, konvansiyonel myelografi, ventrikülografi, sisternografi ve anjiyografi gibi invaziv prosedürlerin rollerini yeniden tanımlamıştır. MR tüm planlarda eşit çözünürlük ile multiplanar görüntüleme sağlar. Yumuşak doku rezolüsyonunu kemik dokudan etkilemez.

FLAIR sekansı BOS gibi akan sıvının sinyalini baskılayarak, subaraknoid veya ventriküler mesafeye yakın komşulukta, akmayan sıvı içeren lezyonların görünürlüğünü artırır. STIR tekniği ise yağın sinyalini baskılayarak, yağ dokusu fazla olan bölgelerde (orbita, baş-boyun, vertebra) sıvı içeren lezyonların görünürlüğünü artırır. GRE sekansı demir, kalsiyum veya kanamayı saptamak için manyetik duyarlılık (T2*) etkisini artırır. MTI metodu arka plandaki dokuları baskılayarak vasküler akım ve Gd kontrastını artırır.

Difüzyon MRG su moleküllerinin difüzyon hızındaki farklılıklarına dayanarak görüntü oluşturur. Difüzyon oranı veya *apparent diffusion coefficient* (ADC), serbest veya saf suda (BOS gibi), makromoleküle bağlı suya (gri-beyaz cev-

her gibi) oranla daha yüksektir. ADC bir dokunun matürasyon derecesini de kapsayan mikroyapısal veya fizyolojik durumuna göre değişir. Özellikle intraselüler enerji mekanizmasının primer ve sekonder bozukluklarına duyarlıdır. Klasik örnekler arasında hipoksi ve iskemi, diğer örnekler arasında hipoglisemi, metabolik hastalıklar (mitokondriyal), viral ensefalit, status epileptikus yer alır. Difüzyon görüntülemenin en önemli kullanım alanı difüz veya fokal iskemik hasarın erken tanısıdır. İskemik hasarın saniyeleri içerisinde dokunun ADC'si düşer ve bu düşüş bir saat içerisinde progresif olarak artar. Konvansiyonel MRG bulgularının negatif olduğu erken dönemde, sitotoksik ödemi yansıtan DWI'de yüksek, ADC haritada ise düşük intensite görülür. Difüzyon görüntülemenin son zamanlardaki kullanımları arasında beyin matürasyonunun değerlendirilmesi, tümör karakterizasyonu yer almaktadır.

Perfüzyon MRG, dinamik Gd kontrastlı T2* ağırlıklı MRG tekniği ile serebral perfüzyon dinamiklerini değerlendirmek için kullanılır. Bu yeni teknik rölatif serebral kan hacmi, rölatif serebral kan akımı ve ortalama geçiş süresi gibi hemodinamik parametreleri analiz ederek gelişmekte olan beynin normal ve anormal vasküler dinamiklerini nitelik ve nicelik olarak inceler.

Beyin aktivitesinin lokalizasyonu için kullanılan fonksiyonel MRG güncel araştırmaların en aktif tarafındadır. Fonksiyonel MRG bir beyin aktivasyon görüntüleme olup, duyuşsal (görsel, işitsel), motor ve kognitif merkezlerin aktivasyonu veya uyarımına eşlik eden kan akımındaki lokal ya da bölgesel değişikliklerin ortaya konulduğu bir görüntülemedir. Fonksiyonel MRG kognitif ve davranışsal hastalıklar ile ilgili önemli bilgiler sağlar. Ayrıca daha güvenli ve etkili tümöral rezeksiyon, AVM rezeksiyonu ve epilepsi ablasyonu için kılavuz görevi görür.

MR spektroskopisi (MRS) girişimsel olmayan in vivo biyokimyasal analiz sağlar. Sinyal intensitesi metabolit konsantrasyonu ile lineer olarak arttığından, bu modalite selüler metabolitler ile ilgili kantitatif bilgiler sağlar. Morfolojik değişiklikler MRG veya diğer görüntü modaliteleri ile saptanmadan önce, MRS selüler biyokimyasal değişiklikleri saptayabilir. Böylece hem takip değerlendirme, hem de prognoz için ek öngörü sağlar. Tek ya da multivoksel proton MRS, sağlıklı ve hastalıklı dokularda düşük konsantrasyonlu metabolitleri saptayabilir. Ayrıca pediatrik kullanım için fosfor spektroskopisi de geliştirilmiştir. Son zamanlarda MRS özellikle beyin gelişimi ve matürasyonu, perinatal beyin hasarı, çocukluk SSS tümörleri veya tedavi etkileri, metabolik ve nörodegeneratif hastalıklar için kullanılır.

Harekete hassas MRG teknikleri, vasküler akım ve perfüzyonu değerlendirmenin yanı sıra, pulsatil kardiovasküler akımın diğer sıvı dokular (BOS gibi) üzerindeki etkilerini göstermek için kullanılabilir. Bu MR teknikleri, operasyon öncesi ve sonrası BOS dinamiğindeki anormalliklerin değerlendirilmesinde (hidrosefali, hidrosiringomyeli) faydalıdır.

Birçok klinik durumda kraniyal MRG tercih edilen görüntüleme modalitesidir. Bunlar gelişimsel gerilik (statik ensefalopati ya da nörodejeneratif hastalık), açıklanamayan nöbetler (özellikle fokal), dirençli epilepsi, açıklanamayan nöroendokrin bozukluklar, açıklanamayan hidrosefali, neoplastik süreçlerin preoperatif değerlendirilmesi ve tümoral cevap/televi etkilerinin takibi, şüpheli enfeksiyöz, postenfeksiyöz ve diğer inflamatuvar ve non-inflamatuvar ensefalitler (ensafalit, postenfeksiyöz demyelinizan hastalıklar, vaskülit), migrasyonel ve diğer submakroskopik disgeneziler (kortikal displazi), nörokütanöz sendromlar (nörofibromatozis 1, tüberosklerozis gibi), vasküler hastalıklar, kanama, travma sekeli yer alır. Temel ve kapsamlı kraniyal MRG protokolü ideal olarak sagittal T1 ağırlıklı, aksiyal T2 ağırlıklı, aksiyal FLAIR, aksiyal GRE, açılı koronal STIR, aksiyal difüzyon sekanslarını kapsamalıdır. Klinik endikasyona veya temel protokolün sonuçlarına bağlı olarak diğer sekanslar prospektif olarak protokole eklenebilir ya da retrospektif olarak elde edilir. Bunlar kontrastlı görüntüleme, MRA, MRV, MRS, perfüzyon MRG ve yüksek çözünürlüklü bölgesel görüntülemedir. Bu prosedürlerin radyolog gözetiminde yapılması özellikle sedasyon veya anestezi altındaki çocuklarda ya da yoğun bakım/acil koşullarında süreci iyileştirir.

Beyin MRG'de kontrast madde kullanımı

İntravenöz Gd, kan havuzu etkisi, kan-beyin bariyerinin bozulması ve anormal vasküler geçirgenlik yolu ile kontrastlanmaya neden olur. Lezyonların kanlanma özelliklerini ve meninksleri gösterir. Basit infarktlar, anatomik anormallikler, kan ve kan ürünlerinin değerlendirilmesinde MRG kontrastsız yapılıdır. Diğer durumlarda kontrast madde genellikle yararlıdır. Özellikle şüpheli veya bilinen vasküler malformasyon, tümör, enfeksiyon için kullanımı önerilmektedir.

Manyetik rezonans görüntülemenin bir avantajı da kontrast madde enjeksiyonu gerektirmeden, proton akım parametreleri ve yazılım kontrastına dayalı teknikler yoluyla vasküler görüntüleme (MRA, MRV) yapabilesidir. MRA ve MRV görüntüleme arterial oklüzif hastalıktan, venöz oklüzif hastalığın ayrımını sağlar. Vasküler malformasyon tiplerini (kavernöz malformasyon, AVM) ayırmada, hemorajik infarktı hematomdan ayırmada, atipik ya da tanımlana-

mayan intrakraniyal kanamayı değerlendirmede kullanılabilir. MRA bazı vasküler malformasyon olgularının cerrahi, nörogirişim ve radyocerrahi sonrası takiplerinde konvansiyonel anjiyografi ihtiyacını azaltır. İntrakraniyal vasküler anomalilerin (vasküler malformasyon, anevrizma) değerlendirilmesinde, MRG daha önce süphelenilmemiş eski kanama alanlarını ortaya koyabilir.

Manyetik rezonans görüntüleme metalik objeler genellikle sinyal kaybı ve alan distorsiyon artefaktlarına neden olur. Bazı ferromanyetik ve elektronik cihazlar (kalp pili gibi) varlığında MRG kontraendikedir. Manyetik rezonans görüntüleme, US ve BT kadar hızlı olmadığından ve görüntü kalitesi hareket ile kolayca bozulduğundan, çoğu infant ve küçük çocuğa sedasyon veya anestezi gerekir. Özellikle acil ve yoğun bakım şartlarında uygulanması zordur.

Kaynaklar

1. Barnes PD. Brain imaging. In: Blickman JG, Parker Bruce R., Barnes PD. Pediatric Radiology (3rd ed). Philadelphia: Mosby/Elsevier, 2009: 205-207.
2. Fritz J, Polansky SM, O'Connor SC. Neonatal neurosonography. Semin Ultrasound CT MR, 2014 Aug;35(4):349-64.
3. Gaillard WD, Chiron C, Cross JH, et al. Guidelines for imaging infants and children with recent-onset epilepsy. Epilepsia 2009; 50: 2147-2153.
4. Gunner KB, Smith HD. Practice guideline for diagnosis and management of migraine headaches in children and adolescents: part one. J Pediatr Health Care 2007.
5. Hayes LL, Coley BD, Karmazyn B, et al. Expert panel on pediatric imaging. ACR Appropriateness criteria, headache-child. Reston (VA). American College of Radiology (ACR) 2012; 8p.
6. http://www.rch.org.au/clinicalguide/guideline_index/Radiology_Guidelines_Acute_indications/
7. Kneen R, Michael BD, Menson E et al. Management of suspected viral encephalitis in children - Association of British Neurologists and British Pediatric Allergy, Immunology and Infection Group national guidelines. J Infect. 2012; 64: 449-477.
8. Lell MM, Anders K, Uder M et al. New techniques in CT angiography. Radiographics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc. 2006;26 Suppl 1:S45-62.
9. Lowe LH, Bailey Z. State-of-the-art cranial sonography: Part 1, modern techniques and image interpretation. AJR Am J Roentgenol 2011 May;196(5):1028-33.
10. Pediatric and congenital head imaging guidelines, Medsolutions 2009.
11. Simbrunner J, Riccabona M. Imaging of the neonatal CNS. Eur J Radiol 2006 Nov;60(2):133-51.

BAŞ VE BOYUN GÖRÜNTÜLEME İLKELERİ

Dr. Onur Akça*, Dr. Burçe Özgen**

Baş ve boyun bölgesi orbita, burun ve paranasal sinüsleri, kulak ve temporal kemiği, çene kemiklerini ve temporomandibüler eklemi, nazofarenks, oral kavite, farenks, larenks ve boynu içerir. Baş ve boyun görüntülenmesinde direk grafiler, ultrasonografi (US), bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve nükleer tıp tetkikleri kullanılır. Geniş bir alanı içine alması, birçok organı barındırması ve karmaşık anatomisi nedeniyle radyolojik olarak değerlendirmesi göreceli olarak zor bir bölgedir. Bu bölgenin değerlendirilmesinde kullanılması gereken radyolojik yöntem hastaya, değerlendirilecek alana ve şüphelenilen patolojiye göre değişkenlik gösterir.

Baş-boyun bölgesinin görüntülenmesinde kullanılabilecek görüntüleme yöntemleri

Direkt grafi

Direkt grafi günümüzde baş-boyun görüntülenmesinde öncelikle travma ve radyoopak yabancı cisimlerin saptanmasında tercih edilen tetkiktir. Ucuzdur ve diğer x-ışını kullanan tetkiklere göre daha az radyasyon dozu içerir. Sedasyona ihtiyaç duyulmaz.

Direkt grafiler çekilen bölgeye, ışının yönüne ve açısına göre isimlendirilirler. Farklı anatomik bölgelere yönelik görüntüleme alt başlıklarında detaylı olarak tanımlanmıştır.

Ultrasonografi

Ultrasonografi iyonizan radyasyon içermemesi, sedasyon gerektirmemesi gibi pek çok avantaja sahiptir. Yüzeysel tüm patolojilerde lezyon yapısının ve kan-

* Uzman Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

** Doçent Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

lanmasının değerlendirilmesi için kullanılan ilk tercih yöntemidir. Hemanjiyom gibi vasküler anomalilerin tanısında Doppler US ile birlikte kullanılır. Çocukluk çağında boyun kitlelerinin değerlendirilmesinde yine ilk tercih edilecek yöntem olup, solid ve kistik lezyon ayırımının yapılabilmesi nedeniyle ayırıcı tanıya yardımcı olur. Yine çocukluk çağında lenfadenopati (LAP) görüntülemesinde, ayırıcı tanı ve takipte ilk sırada kullanılır. US ayrıca tükürük bezlerinin ve tiroid bezinin değerlendirilmesinde de seçilecek ilk görüntüleme yöntemidir.

Bilgisayarlı Tomografi

Son yıllarda BT teknolojisinde meydana gelen yenilikler ile görüntüleme hızının artması ve radyasyon dozlarının düşmesi ile direkt grafiler yerini genel olarak BT'ye bırakmıştır. Paranasal sinüs, orbita, fasiyal kemikler, çene ve temporal kemiklerin ince kesitle ve farklı düzlemlerde görüntülenmesi gerekliliği, BT'nin önemli bir tetkik olarak yerini sağlamlaştırmaktadır. Boyun BT tetkiki sırasında tiroid bezinin ışınlanıyor olması en büyük dezavantajlarından.

Kitle, enfeksiyon ve vasküler anomaliler için kullanıldığında BT tetkikinin baş boyun bölgesindeki tüm alanlar için intravenöz (iv) kontrast madde enjeksiyonuyla beraber yapılması gerekir. Baş boyun bölgesinin travma için yapılan değerlendirmelerinde, vasküler patoloji aranmıyorsa ya da hava yolundaki konjenital-edinsel stenozların görüntülenmesinde kontrast maddeye gerek yoktur. Standart tetkikte görüntüleme alanı klavikula ile kafa tabanı arasındadır. Kilovolt, miliamper, kesit kalınlığı, kontrast madde dozu ve hızı gibi parametreler hasta yaşına ve klinik bilgiye göre tetkik öncesinde radyolog tarafından belirlenir. Kalsifikasyon veya kanama açısından değerlendirme isteniyorsa kontrastlı tetkik öncesinde kontrastsız kesitler de elde edilmelidir. Mandibula, fasiyal kemikler ve orbital kemik yapılarının posttravmatik görüntülenmesinde de öncelikli tetkik kontrastsız BT'dir.

Kraniyofasiyal anomalilerde hem kemik yapıları hem de yumuşak dokuları gösterebilmesi nedeniyle tercih BT olmalıdır. Bu, özellikle koanal atrezi/stenoz düşünülen yenidoğanlarda zaman kaybını azaltır. Paranasal sinüslerin, orbitanın ve temporal kemiğin travmatik, inflamatuvar hastalıklarında da anatomiye güzel gösterebilmesi, kemik ve yumuşak doku değişikliklerini ayırt edebilmesi açısından öncelikli görüntüleme yöntemi BT'dir. Çocukluk çağı baş-boyun tümörlerinde de BT ayırıcı tanı (özellikle kalsifikasyon ve yeni

kemik oluşumunu saptaması nedeniyle) ve cerrahi öncesi kemik yapıların değerlendirilmesinde kullanılır.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Çocuklarda baş boyun bölgesinin görüntülenmesinde, derin yerleşimli lezyonların ve özellikle de kitlelerin değerlendirmesinde MRG önemli konuma sahiptir. Olası intrakraniyal, pteriogopalatin fossa ve kavernoöz sinüs infiltrasyonunun, kitlelerin uzanımının saptanmasında diğer tüm tekniklere göre üstündür. Sinir patolojilerinin incelenmesinde öncelikli yöntem olarak kullanılır. MR anjiyografi ve venografi Doppler US'ye ek olarak damar görüntülenmesinde kullanılabilir.

Boyun MRG tetkiki standart bir tetkik değildir. İçerdiği sekanslar ve planlar, kontrast madde kullanılıp kullanılmayacağı tetkikte verilen klinik bilgiye göre planlanmaktadır. Son yıllarda difüzyon görüntüleme standartlar içerisinde girmiş olup baş boyun görüntüleme de hemen her zaman sorun çözücüdür ve ayrıcı tanı için standart MRG tetkikiyle beraber yapılmalıdır.

Manyetik rezonans görüntüleme, 6 yaşından küçük çocuklarda çoğunlukla uyku esnasında veya sedasyon ile yapılır. Demir tozu veya manyetik özelliği olan yabancı cisim yaralanmalarında MR tetkikinin kesinlikle kullanılmaması gerektiği akılda tutulmalıdır. Cerrahi implantlar genellikle MR uyumlu olmakla beraber yüksek manyetik alana sahip cihazlarda, kalp pili ve kulak implantı bulunan hastalarda MRG'nin kullanılamayacağı da hatırlanmalıdır.

Nükleer tıp tetkikleri

Çocukluk çağında nükleer tıp teknikleri daha çok tiroid görüntülenmesinde kullanılır. İyot-123 ve Teknesyum-99m seçilmiş ajanlardır. Ektopik tiroid dokusu araştırması, konjenital hipotiroidi, soliter tiroid nodülü incelemesinde faydalıdır. Çocukluk çağı ve adölesan dönemi baş boyun neoplazilerinde (özellikle lenfomalarda) PET-BT'nin yeri de giderek artmaktadır.

Alana Göre Görüntüleme İlkeleri

Orbita

Her ne kadar intraoküler hastalıkların tanısında, özellikle de ön segment hastalıklarında oftalmolojik muayene ön planda olsa da; travma, kitle gibi durum-

larda ve enfeksiyöz süreçlerin komplikasyonlarının incelenmesinde radyolojik görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulur. Travmada kemik ve yumuşak doku zedelenmesinin incelenmesinde, yabancı cisim şüphesi varlığında direkt grafi istenebilir. Ancak günümüzde kırık için yüksek şüphe varlığında ve yabancı cismin tam lokalizasyonunu belirlemek için BT tercih edilmesi gereken yöntem olmalıdır. Ağaç parçası, kıymık, kağıt veya diğer organik yabancı cisimler BT’de sadece hava benzeri görüntü oluşturabilir, bu nedenle organik yabancı cisim yaralanmalarında bu bilgi mutlaka tetkiki değerlendirilecek radyoloğa iletilmelidir. Maksillo-fasiyal travmalarda ince kesitle alınan BT tetkiki (aksiyal kesitler, koronal ve sagittal reformatlar ve 3B görüntüleme ile) direkt grafilere göre daha fazla kırığın tanınabilmesini sağlamakta, üstelik toplam maliyeti de azalmaktadır.

Orbita bölgesi enfeksiyonlarından preseptal-orbital selülit ayrımı BT ile yapılabilir. Kavernoöz sinüs trombozu, periorbital enfeksiyonun intrakraniyal uzanımının saptanması gibi durumlarda ise incelemeye kontrastlı orbita/yüz MRG tetkiki eklenmelidir. Dakriyosistit/dakriyoadenit şüphesinde kontrastlı BT veya MRG tanıya yardımcı olur.

Orbita bölgesi konjenital anomalilerinde, orbitanın kemik yapılarının değerlendirmesinde kontrastsız BT yeterlidir. Bulbus oküliyi ilgilendiren, lökokori ile bulgu veren persistan hiperplastik primer vitreous gibi konjenital oküler lezyonların ayırıcı tanısı için seçilecek yöntem ise kontrastlı MRG olmalıdır.

İntraoküler kitlelerin tanısında ve ekstraorbital yayılımının değerlendirilmesi/ tedavi planının ve izleminin yapılmasında MRG seçilmesi gereken yöntemdir. Optik sinir ve kiyazma patolojilerinde ise seçilecek yöntem kontrastlı MRG olmalıdır.

Paranasal sinüsler ve nazal kavite

Altı yaşından küçük çocuklarda klinik bakteriyel sinüzit tanısı alan olgularda görüntüleme gerekli değildir. Tedaviye yanıt alınmayan durumlarda, tekrarlayan enfeksiyonlarda ve cerrahi tedavi öncesi planlama için görüntüleme yöntemi BT olmalıdır. Daha önce görüntülemede Waters grafisi ilk tercih olarak kullanılmakta iken günümüzde BT ve gerekirse MRG sadece uzamış veya komplike enfeksiyonlarda yapılmaktadır. Tanı anında veya izlemde intrakraniyal basınç artışı bulguları (baş ağrısı, kusma) veya ense sertliği olan olgularda, menenjit, subdural ampiyem, epidural apse, beyin apsesi gibi sinüzitin

intrakraniyal komplikasyonlarına yönelik kontrastlı BT/MRG ile görüntüleme gereklidir. Benzer şekilde eşlik edebilecek orbital enfeksiyonlarda ve Pott apsesi gibi enfeksiyon komplikasyonlarında da kontrastlı BT/ MRG istenmelidir.

Kulak ve temporal kemik görüntülemesi

Temporal kemik görüntülemesinde direkt grafi yerini diğer görüntüleme yöntemlerine bırakmış olup sadece implant sonrası cihazın pozisyonunu değerlendirmek için kullanılır. Transorbital grafi, Schüller grafisi, Stenvers grafileri temporal kemik incelemelerinde kullanılabilir.

Komplikasyonsuz otit için görüntülemeye ihtiyaç yoktur. Akut otit komplikasyonlarının değerlendirilmesinde ve kronik otit için BT tetkiki kullanılır. Mastoidite bağlı epidural ve parankimal apsenin görüntülenmesinde kontrastlı BT ve MRG beraber kullanılır. Ayrıca orta ve dış kulağın konjenital lezyonlarında, kemik labirentin konjenital ve akkiz lezyonlarında da BT kullanılır. Özellikle konjenital işitme kaybında koklear sinirin değerlendirilmesinde, konjenital fasiyal paralizde, fasiyal sinir ve fasiyal kollikulusun görüntülenmesinde MRG tetkiki gerekir.

Temporal kemik travmalarında da ilk ve en değerli yöntem BT'dir. Özellikle muayenede otore veya dış kulak yolunda kanlı akıntısı olan temporal kemik travmalarında ince kesitli ve temporal kemiğe odaklanmış BT görüntülemesi şarttır.

Fasiyal sinir bulgusu olan çocuklarda da öncelikle kemik kanal patolojilerinin dışlanması için BT, takibinde gerekirse MR ile değerlendirme gerekir.

Menenjit sonrası gelişen işitme kaybında BT'ye ek olarak erken proliferatif dönemde labirentis ossifikans tanısı için kontrastlı MRG kullanılmalıdır. Kulak bölgesi tümörlerinde kemik destrüksiyonunun değerlendirilmesi için BT, kitlenin tüm sınırlarının gösterilmesi ve intrakraniyal uzanımın saptanabilmesi için ise MRG tetkiki öncelikle tercih edilmelidir.

Prussak mesafesinin değerlendirilmesi, konjenital veya akkiz koleastatom olgularında kontrastsız/kontrastlı BT değerlidir. Kolesteatomun kesin tanısı için difüzyonlu kulak MRG gerekebilir.

Çene ve temporomandibüler eklem görüntülemesi

Panoramik mandibula grafisi genellikle çenenin ve dişlerin tek bir grafide görüntülenmesi istendiğinde elde edilir ve dişler ile çevre yapıların ilişkisini

ortaya koyar. En sık olarak ortodontik tedavinin planlanmasında, travmada, tümörler ile diş ve kemiklerinin ilişkisinin değerlendirilmesinde kullanılır. Bu grafi ile mandibulanın tüm segmentleri, stiloid proses, tempoamandibuler eklem (TME), maksiller sinüslerin inferioru görüntülenir. TME değerlendirilmesi için en sık kullanılan direkt grafi yöntemi transkraniyal projeksiyon (Schüller projeksiyonu) olup bu teknik ile eklem lateral kesimi iyi görüntülenir. Çene ve TME travmatik olgularında ince kesit kontrastsız BT kullanılır. TME'yi ilgilendiren konjenital anomali ve ankilozlarda ince kesit BT ve BT ile bu bölgenin 3 boyutlu görüntülenmesi tercih edilmelidir. Mandibuler-maksiller kemiği ilgilendiren enfeksiyöz süreçlerde de BT ve MRG birbirlerini tamamlayıcı olup çoğu zaman birlikte kullanılırlar.

Temporomandibuler eklem ve eklem diskinin değerlendirilmesinde ana yöntem kontrastsız TME MRG'dir. Bu tetkik ile eklem aralığı ve disk patolojileri için özel sekanslar alınır ancak tümöral-enfeksiyöz durumlar hakkında yeterli bilgi vermez. Bu nedenle TME'yi ilgilendiren tümöral süreç şüphesi varlığında kontrastlı yüz MRG istenmelidir.

İnfra ve suprahyoid boyun görüntülenmesi

Boynun konjenital lezyonlarının (tiroglossal kanal kisti, lenfanjiyom, brankial kleft anomalileri, dermoid kist, teratom, lingual tiroid dokusu) tanısında ve takibinde ilk tercih edilecek yöntem US'dir. Lezyonun derin yapılarla ilişkisinin değerlendirilmesi için BT/US kullanılabilir. Dermal sinüs traktı ve brankial ark anomalilerinde traktusun görüntülenmesi için fistülogram yapılabilir.

Komplike olmamış boyun enfeksiyonlarında görüntüleme genellikle gerekli değildir. Apse araştırılması için US, retrofarengeal apse değerlendirmesi için lateral radyogramlar kullanılabilir.

Retrofarengeal apsenin üst mediastene uzanımı ihtimal dahilinde ise kontrastlı BT öncelikli olarak tercih edilmelidir. Derin boyun enfeksiyonu tanısında kontrastlı BT/MRG kullanılır.

Lenfadenopati görüntülenmesi

Çocukluk grubunda, boyun bölgesinde lenfadenit sık görülür. Bu nedenle LAP'ın görüntülenmesinde ilk basamak olarak US yeterlidir. Tedavi ile lenfadenopatilerin gerilememesi durumunda BT veya MRG ile ileri görüntüleme yapılabilir. American College of Radiology uygunluk kriterlerine göre 14 yaşın altında ateşi olan ve olmayan çocukların değerlendirmesinde US 9 üzerinden

9 puanla desteklenirken, BT 8 puan MRG ise 7 puan ile önerilmektedir. 14 yaş altında ateşli soliter boyun kitleleri ve 14 yaş altı febril/afebril soliter veya multipl boyun kitlelerinde PET/BT kullanımı 9 puan üzerinden 1 puan olarak uygun bulunmamıştır. Bilinen malignansi durumunda (özellikle Hodgkin Lenfoma) evreleme için kullanılan PET/BT diğer tetkiklerle kıyaslandığında sonucu 1/3 oranında değiştirmektedir.

Baş/Boyun tümörleri

Tümör görüntülemesinde BT kullanılabilir, ancak özellikle intrakraniyal uzanımı olabilecek yüksek yerleşimli olgularda, paraspinal yerleşimli olup spinal kanala uzanabilecek tümörlerde MRG kullanılmalıdır. Damar, sinir invazyonunun değerlendirilmesi için de MRG gereklidir. Takiplerde tekrarlayan X ışını maruziyetinin önlenmesi için MRG kullanılabilir. Kafa tabanı, nazofarenks, oral kavite ve orofarenks görüntülemesinde öncelikli yöntem MRG'dir. Her ne kadar MRG ile malign lezyonların kemik infiltrasyonu daha erken tanımlanabilse de kemik iliği infiltrasyonu olmadan sadece kortikal destrüksiyon varlığında BT daha öncelikli yöntemdir. Bu nedenle kafa tabanı neoplastik veya inflamatuvar durumlarında BT ve MRG birlikte tercih edilmelidir.

Tükürük bezi, tiroid ve paratiroid hastalıkları

Tükürük bezinin görüntülenmesinde ilk tercih US olmalıdır. BT ve MRG enfeksiyon-inflamasyon yayılımının ve sınırlarının değerlendirmesi için kullanılabilir. Sialolitiazis tanısında kontrastsız BT, siyalografi, siyalolitiazise bağlı kanal genişlemesinin gösterilmesinde MRG siyalografi kullanılır. Konvansiyonel siyalografi çocuklarda nadir olarak uygulanır ve günümüzde yerini MRG siyalografiye bırakmıştır.

Çocukluk çağı tükürük bezi tümörleri çok nadirdir ve baş boyun tümörlerinin yaklaşık %32'sini oluşturur. Tümörün görüntülenmesinde ve takibinde kullanılması gereken tetkik MRG'dir. Çocukluk çağında tekrarlayan parotitlerinde görüntüleme gerekli değildir, ancak ayrıca tanı için MRG ve MRG siyalografi kullanılabilir. Ayrıca apse gibi komplikasyon varlığında da US/BT/MRG kullanılabilir.

Tiroid ve paratiroid hastalıklarında ilk seçilecek görüntüleme yöntemi US'dir. Hipo/hipertiroidizmin görüldüğü tiroidit tanısında US önemli yer kapsar. Erişkinde sıklıkla kullanılsa da çocukluk çağında tiroidit tanısı için sintigrafiye nadir olarak başvurulmaktadır.

Travma sonrası servikal vertebranın görüntülenmesi

Kafa travmalarında ilk muayenede Glaskow Koma Skorunun 13'den düşük olması, hastanın entübe olması, fokal nörolojik bulgu olması, üst veya alt ekstremitelerde parestezi, ameliyat öncesi durumlar gibi acil kesin tanı gereken servikal yaralanmalarda, çoklu travmalarda, direkt grafide kemik hasarının olması veya grafinin teknik olarak uygun olmaması ya da yeterince değerlendirilememesi durumunda servikal bölge BT ile değerlendirilmelidir. Tetkikte genellikle kontrast madde kullanımı gerekli değildir. Süperior da foramen magnumdan başlayarak servikal vertebraların sonuna kadar tarama yapılır. İnce kesit aksiyel görüntülerin sagittal ve koronal reformatları da değerlendirilmelidir.

Kafa travması geçiren ancak yukarıdaki kriterleri karşılamayan ve boyun ağrısı olan çocuklarda 1 metre veya daha yüksekten düşme, 5 veya daha fazla merdiven basamağından düşme, kafaya aksiyel yüklenme (dalma, yüksek hızlı trafik kazası, bisiklet kazası) mevcutsa boyun hareketleri değerlendirilmeden önce 3 yönlü servikal grafi ve hasta ağzını açabiliyorsa odontoid peg grafisi çekilmelidir.

Nörolojik bulgular mevcutsa MRG ile inceleme gereklidir. Vertebral dizilimde bozulma, vasküler yaralanma ihtimali olan transvers foramenden geçen kırık şüphesi varlığında BT veya MR anjiyografi yapılmalıdır. MRG'nin kemik yaralanma ile beraber olabilecek ligaman ve yumuşak doku hasarını gösterebildiği unutulmamalıdır.

Kaynaklar

1. ACR-ASNR-SPR Practice parameter for the performance of Computed tomography (CT) of the extracranial head and neck, Amended 2014 (Resolution 39) , <http://acr.org/guidelines>.
2. ACR-ASNR-SPR Practice parameter for the performance of Magnetic Resonance Imaging (MRI) of the head and neck, Revised 2012 (Resolution 19), <http://acr.org/guidelines>.
3. American Academy Of Pediatrics, Subcommittee on Management of Sinusitis and Committee on Quality Improvement . "Clinical practice guideline: management of sinusitis." Pediatrics 2001; 108(3): 798-808.
4. Barnes, P. D. Head and neck Imaging In: Johan G. Blickman, MD, PhD, FACR, Bruce R. Parker, MD and Patrick D. Barnes, MD (eds):Pediatric Radiology: The Requisites: The Requisites (3rd ed), Mosby, 2009:297-338.

5. Kadom, N. and E. Y. Lee (2012). "Neck masses in children: current imaging guidelines and imaging findings." *Semin Roentgenol* 2012; 47(1): 7-20.
6. Benjamin J. Ludwig, Jimmy Wang, Rohini N. Nadgir, et al. "Imaging of cervical lymphadenopathy in children and young adults." *AJR Am J Roentgenol* 2012; 199(5): 1105-1113.
7. NICE (National Institute for health and Care Excellence), Head Injury, Triage, assessment, investigation and early management of head injury in children, young people and adults : January 2014, Nice clinical guideline 176. P:26-30
8. Turner BG, Rhea JT, Thrall JH, Small AB, Novelline RA. "Trends in the use of CT and Radiography in the evaluation of facial trauma, 1992-2002: Implications for current costs" *AJR Am J Roentgenol* 2004; 183(3)
9. Maik Ellies and Rainer Laskaw . " Diseases of the salivary glands in infants and adolescents" *Head and Face Med.* 2010;6:1.

SOLUNUM SİSTEMİ RADYOLOJİSİ

Dr. Berna Oğuz*

Solunum sistemi hastalıklarının değerlendirilmesinde görüntüleme yöntemi olarak akciğer radyografisi, floroskopi, ultrasonografi (US), bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG), anjiyografi ve girişimsel radyoloji teknikleri kullanılmaktadır. En sık kullanılan görüntüleme yöntemi akciğer radyografisidir. Radyoloji teknolojisinin ilerlemesi ile birlikte hızlı görüntüleme, ince kesit kalınlığında yüksek çözünürlüklü inceleme, üç boyutlu görüntü oluşturabilme ve anjiyografi tekniklerini içeren BT ve MRG'nin kullanıma girmesi toraks anatomisinin ve anormalliklerin daha detaylı değerlendirilmesine imkan sağlamıştır. Doğru klinik gerekçelerle hangi radyolojik yöntemlerin hangi sırayla istenilmesi gerektiğini bilmek tanıya yaklaşımda önemli bir basamaktır. Doğru tanıya ulaşabilmek için radyolojik bulguların yorumlanmasında klinik bilgi, fizik muayene ve laboratuvar bulgularının bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

AKCİĞER GRAFİSİ

Akciğer hastalıklarının değerlendirilmesinde ilk seçilecek radyolojik tetkik akciğer radyografisi olmalıdır. Standart bir akciğer radyografisi ayakta ve postero-anterior pozisyonda (PA) çekilir. İki yönlü akciğer grafisinde rutinde PA grafîye ek olarak, kardiyak magnifikasyonu azaltmak amacıyla sol yan akciğer radyografisi çekilir. Spesifik bir lezyon araştırmak için sağ yan grafi isteniyorsa istek belgesinde belirtilmelidir. İdeal bir akciğer radyogramının elde edilebilmesi için en önemli faktör hastanın hareketsiz kalması ve derin bir inspiryum yaparak kısa süre nefesini tutarak durmasıdır. Erişkin yaş grubunda bu ilke kolaylıkla yerine getirilebilse de yenidoğan ve süt çocuğunda, uyumu olmayan küçük çocuklarda bunu sağlamak mümkün olmamaktadır. Yenidoğan ve süt çocuğu döneminde yatarak (supin) ve antero-posterior (AP) pozisyonda akciğer grafisi çekilir. Yürüme çağındaki küçük çocuklarda oturarak veya ayak-

* Doçent Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Radyolojisi Bilim Dalı

ta AP grafi çekilebilir. Sık olmamakla birlikte ihtiyaç duyulduğunda çocuklarda aşağıda belirtilen standart dışı farklı projeksiyonlarda grafiler çekilebilir:

- Ekspiryum grafileri: hava hapsi ve pnömotoraksın değerlendirilmesinde kullanılır. Çocuklarda özellikle yabancı cisim düşünüldüğünde istenebilir.
- Lateral dekübit grafileri: plevral sıvı ve pnömotoraksın değerlendirilmesinde kullanılır. Hasta çekim sırasında sağ yanına yatırılırsa “sağ yan dekübit grafisi”, sol yanına yatırılırsa “sol yan dekübit grafisi” olarak adlandırılır. Plevral sıvıyı değerlendirirken hasta şüpheli taraf üzerine yan yatırılarak, pnömotoraks değerlendirirken ise hasta şüpheli taraf yukarıda kalacak şekilde diğer tarafının üzerine yan yatırılarak grafi çekilir.

Akciğer radyografilerini değerlendirirken sistematik yaklaşım önemlidir. Sistematik yaklaşımda izlenmesi gereken kurallar şunlardır:

1. Radyografi üzerinde hastanın adı -soyadı, tetkik tarihi ve taraf işaretinin kontrol edilmesi.
2. Radyografiye ait teknik özelliklerin göz önünde bulundurulması.
 - Projeksiyon (ayakta veya yatarak, PA veya AP, lateral)
 - Solunum fazı (inspirasyon veya ekspirasyon)
 - Pozisyon (dönüklük olup olmadığı)
 - Artefakta bağlı gölge varlığı
3. Anormal radyolojik bulguların sistematik bir sırayla değerlendirilmesi
 - Trakea ve bronşlar
 - Mediasten ve hiluslar
 - Kalp ve büyük damarlar
 - Akciğer parankim alanları
 - Majör fissürler ve plevra
 - Diyafram
 - Yumuşak dokular
 - Toraks kemikleri
4. Klinik bilgi, fizik muayene, laboratuvar ve radyolojik bulgular birlikte göz önünde bulundurularak en olası tanının belirlenmesi veya ayırıcı tanı listesinin oluşturulması.

Radyografi tekniğinin radyolojik değerlendirme üzerine etkisi

Pek çok klinik endikasyon için tek bir PA veya AP radyografi yeterlidir. Yatarak ve AP pozisyonunda kalp olduğundan daha büyük, mediasten olduğundan daha geniş izlenir. Plevral sıvı ve pnömotoraksı supin filmde saptamak zordur. Bu durumda dekübit grafi yararlı olacaktır. Lateral grafi mediastinum ve akciğer bazallerinin değerlendirilmesinde veya frontal grafide görülen bir lezyonu lokalize etmek için yardımcıdır. Lateral grafi değerlendirilirken retrosternal ve retrokardiyak bölgede translüsen akciğer havalanmasının izlendiği “temiz boşluk” olduğu bilinmelidir. Bu bölgelerdeki translüsensi kaybı patolojiye işaret eder. Örneğin anterior mediasten kitleleri retrosternal bölgedeki lüsensinin obliterasyonuna neden olur. Ancak normal bir timus bezinin de retrosternal bölgeyi doldurabileceği unutulmamalıdır. Ayrıca yan grafide kraniyalden kaudal yöne doğru gittikçe vertebra korpusları daha translüsen olarak izlenmelidir. Bu lüsensinin kaybı posterior bazalde bir konsolidasyona işaret edebilir. Her iki diyafram da lateral grafide takip edilmelidir. Sol hemidiyaframın anteriorda kalp ile komşu kenarı seçilemeyebilir. Posterior kostofrenik sulkus akut açı ile sonlanır. Küçük miktarlardaki plevral sıvı bu açıda küntleşmeye neden olur.

Solunum fazının ekspiryumda olması kalp ve mediasteninin normalden geniş görünmesine, bronkopulmoner yapıların belirginleşmesine, akciğer dansitesinin artmasına, damarların silik görünmesine yol açar. Dolayısıyla kalp yetmezliği veya bronkopnömoni ile karışabilir. Ekspiryumda diyaframın yükselmesi akciğer bazalinde bulunan lezyonların gözden kaçmasına sebep olur. Ekspiryum grafisinde toraks kafesinin konfigürasyonu değişir ve transvers çap longitudinal uzunluğa göre daha dominant olur, inspiryumda ise bu oran tersdir. İyi bir inspiryum filminde akciğer damarları görülecektir.

İdeal bir akciğer radyografisi simetrik olmalıdır. Rotasyonu değerlendirmenin en iyi yolu anterior kostal arkların medial uçlarının vertebralara uzaklığının ölçülmesidir. Pozisyon düzgünse bu uzaklıklar her iki tarafta simetrik olmalıdır. Klavikula asimetrisi erişkinlerde kullanılabilir ancak çocuklar için daha az güvenilirdir, çünkü çocuklarda toraksın üst kısmı simetrik iken inferiorda rotasyon olabilir. Grafinin simetrik olmaması tek taraflı akciğer lüsensisine neden olur. Hiperlüsün akciğerin en sık sebebi filmin dönük olmasıdır. Arkada kalan ve büyük görülen hemitoraks karşı tarafa göre daha lüsün izlenir. Tek taraflı akciğer hiperlüsensisinin diğer bir sık nedeni X-ışınının sapması ile ilişkilidir. Göğüs duvarı yumuşak dokularının her iki hemitoraksta simetrik değerlendirilmesi bu teknik hataya bağlı görünümün ayırt edilmesinde oldukça faydalıdır.

Hasta yaşının radyolojik değerlendirme üzerine etkisi

Bebeklerde toraks üçgen şeklindedir ve ön-arka derinlik rölatif olarak artmıştır. Yenidoğan ve küçük infantlarda kalp gölgesinin altında hava bronkogramı seçilebilir, ancak periferde doğru uzanımı görülürse patolojik kabul edilir. İnfanlarda diyaframın ön krusları daha yüksektedir ve kostofrenik sinüsler daha sığdır. Alt zonların görülmesi zorlaşır.

Akciğer radyografisi değerlendirilirken timus bezinin çocuğun yaşına göre değişik büyüklük ve şekillerde olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Aksi takdirde normal timus bezi kitle olarak yorumlanabilir. Genellikle 3 yaşına kadar akciğer radyografisinde timus bezi izlenmektedir. Kalp ve komşu damarsal yapılar ile eş dansitededir. Konturları yumuşaktır ve komşu organlara bası etkisi oluşturmaz. Akciğer radyografisinde timusun sık görülen 3 klasik işareti vardır.

1. Dalga işareti: anterior kostal arkusların timus üzerine olan indentasyonu sonucu oluşur.
2. Yelken işareti: timusun sağ lobunun inferior konturunun sağ akciğerin minör fissürü (horizontal fissürü) ile sınırlanması sonucunda üçgen şeklinde görünmesidir. Hem frontal hem de yan grafide izlenebilir.
3. Kardiyotimik çentik: frontal projeksiyonda mediasteninin sağ veya sol kenarında küçük indentasyon görülmesidir.

Stres altında (ARDS, cerrahi, steroid tedavisi, kemoterapi, radyoterapi gibi durumlarda) timusun hem boyutu küçülebilir hem de şekli değişebilir. Stres durumu bitince timus boyutunun %50 sinden fazlasına kadar büyüyebilir. Daha çok çocuklarda görülen bu duruma “timik rebound” denir. Akciğer radyogramında şüphede kalınan durumlarda öncelikle US ile timus yapısını ve görünümünü değerlendirmek mümkündür. Kitle ayırımında gerekirse BT veya MRG çekilebilir.

Beş yaşından küçük çocuklarda trakeanın fleksibl olması ve göreceli olarak geniş çapı nedeniyle trakeanın laterale deviasyonu ve hatta angülasyonu sık görülen bir bulgudur. Bu bulgu, servikal fleksiyon durumunda ve ekspiryum filmlerinde daha belirgindir. Bu fizyolojik trakea deviasyonu genellikle sağa doğrudur, aortik arkın tersi yönündedir. İntratorasik trakeanın anteriora doğru yer değiştirmesi patolojiktir. Ayrıca 5 yaş üstü çocuklarda lateral deviasyon da patolojiktir.

Akciğer grafisi değerlendirilirken faydalanılan yardımcı işaret ve bulgular

- Siluet işareti: grafideki bir lezyonun lokalizasyonunu tanımlamaya yardımcı olur. Yumuşak doku dansitesindeki anatomik bir oluşumun sınırlarının aynı düzlemdeki komşu bir opasite tarafından silinmesidir. Normalde kalbin alt kenarı sol hemidiyaframı siler. Patolojik olarak sağ akciğer orta lob lezyonları kalbin sağ kenarını, sol üst lob lingula lezyonları kalbin sol kenarını siler. Plevral sıvı kalp ve diyafram konturunu silebilir.
- Hava bronkogramı: alveoler boşluğun tutulduğunu gösteren önemli bir işarettir. Etrafı yüksek dansiteli alveoler boşluk tarafından çevrelenmiş patent hava yolları içerisindeki havayı temsil eder. Bu bulgu sıklıkla konsolidasyon, atelettazi, pulmoner ödemde izlenir.
- Ekstraplevral kitle göğüs duvarı ile geniş açı oluşturur.
- İntraparankimal lezyon komşu plevra ile dar açı oluşturur.

Radyolojik bulguların sistematik olarak değerlendirilmesi

Trakea ve bronşlar:

Daha öncede belirtildiği gibi beş yaşından küçük çocuklarda özellikle ekspiryum grafilerinde trakeanın sağa deviasyonu sık görülen bir bulgudur. Beş yaş üstü çocuklarda lateral deviasyon patolojiktir. İntratorasik trakeanın anteriora doğru yer değiştirmesi patolojiktir. Subglottik bölgede trakea konturu bilateral simetrik konveksite gösterir (trakeal omuz işareti). Bu bölgenin distalinde trakea çapı sabittir, konturları düzgün ve paraleldir. Aortik ark düzeyinde lokalize indentasyon vardır. Trakeada inflamasyon olduğu zaman altta yatan ödem subglottik trakeada daralmaya yol açar ve omuz işareti kaybolur. Ters V işareti ortaya çıkar. Krup veya laringotrakeaobronşit olgularında nonspesifik bir bulgudur. Trakeada difüz daralma konjenital olabilir (tam kıkırdak halkalara bağlı). Fokal daralma sıklıkla trakeal entübasyon sonucundadır. Anormal vasküler yapının trakeaya basısı radyografilerde görülebilir ancak BT ve MRG anatomiyi belirlemek ve hava yolu ile ilişkinin değerlendirilmesi için daha detaylı bilgi verir. Trakeomalazi, trakeanın ekspiryum sırasında dinamik kollapsı olarak tanımlanır. İzole olabileceği gibi vasküler halka veya trakeoözefageal fistül ile birlikte görülebilir. Stridor ve nadiren dispne klinik bulgularıdır. Trakeaya dışarıdan bası yapan konjenital ve tümöral kitlelerden şüphe edildiğin-

de BT veya MRG kitlenin karakterizasyonu için gerekecektir. Üst hava yolu tıkanıklığı düşünülüyor ise lateral radyografi önerilir. Uzamış entübasyon sonucunda, kronik öksürük durumlarında (kistik fibrozis) ve Mounier-Kuhn sendromunda (konjenital trakeomegali) trakeada genişleme izlenebilir.

Mediasten ve hiluslar:

Lenfadenopati ve kitle açısından mediasten genişliği ve hiluslar değerlendirilmelidir. Hilusların dansitesi, pozisyonu, şekli değerlendirilmelidir. Normalde sol hilus sağa göre daha yüksektir. Dansite ve boyut olarak eşit izlenirler. Mediasten bölümlere ayrılarak değerlendirilmesi ayırıcı tanı yapmayı kolaylaştırır:

- Ön mediasten önde sternumun arkası, arkada ise perikardın ön kısmı, aorta, brakiosefalik damarlar arasında kalan bölgedir. Sık görülen kitleleri timoma, teratom, tiroid bezine ait kitleler ve lenfomadır.
- Orta mediasten ön ve arka mediasten arasında kalan kısımdır. Lenfadenopatiler ve bronkojenik kistler görülebilir.
- Arka mediasten perikardın arka kenarları, büyük damarlar ve vertebra korpusları arasında kalan kısımdır. Arka mediastende görülen kitleler nörojenik tümörler, nöroenterik kistler (sıklıkla hemivertebra, anterior spina bifida, kelebek vertebra gibi vertebra anomalileri eşlik eder), özefagus duplikasyon kistleridir.
- Hilus gölgelerinin genişlemesi lenfadenopatiye bağlı olabilir. En sık da enfeksiyonlara sekonder gelişir. Çok büyük lenfadenopatilerde tümör, sarkoidoz ve tüberküloz da düşünülmelidir. Lateral film, frontal projeksiyonda genişlemeye yol açan durumun gerçekten hilusda olup olmadığının ayırt edilmesinde yardımcıdır. Örneğin pulmoner konsolidasyon, frontal grafide hilus üzerine süperpoze olup geniş görünmesine yol açabilir.

Kalp ve büyük damarlar:

Kalbin büyüklüğü, şekli ve pozisyonu, yer değişikliği değerlendirilmelidir. Pulmoner damarlanmanın artmış veya azalmış olması, pulmoner konusun küçük (pulmoner atrezi) veya belirgin olması (pulmoner hipertansiyon) değerlendirilmelidir. İnfantlarda mediasten ve kalp göreceli olarak büyüktür ve normal kalbin transvers çapı toraksın transvers çapının %60'ını kaplar. İnen ve çıkan aortanın tarafı değerlendirilmelidir. Sağ arkus aorta konjenital kalp hastalıkları ve vasküler halka ile birlikte olabilir. Kardiyomegalinin konje-

nital kalp hastalığı, kardiyomiyopati, konjestif kalp yetmezliği, perikardiyal efüzyon gibi birçok nedeni vardır. Perikardiyal efüzyonda kalp konturları düzleşip “çadır görünümü” oluşturabilir. Kardiyomegali görülünce akciğerler pulmoner vaskülerite açısından da değerlendirilmelidir. Akciğer radyografisinin periferdeki 1/3'lük kısımda pulmoner arterlerin dalları gözlenmemelidir. Eğer görülürse pulmoner kanlanma artmıştır. Santralde pulmoner damarlanma görülmez ise pulmoner kanlanma azalmış demektir. Proksimal arterlerde dilatasyon, periferdeki dallarda kalibrenin azalması (budanmış ağaç görünümü) pulmoner hipertansiyona işaret eder. Kalbin anatomik ve fonksiyonel değerlendirmesi açısından ekokardiyografi daha detaylı bilgi verir.

Akciğer parankim alanları

A. Azalmış akciğer dansitesi (hiperlüsensi): Her iki akciğerde lüseni farkı olup olmadığı, hiperlüsensinin lokal bir alanda mı yoksa tüm lobu veya akciğeri mi ilgilendirdiği tanımlanmalıdır. Akciğer hacmini ve vasküleriteyi değerlendirmek gerekir.

a) Difüz bilateral akciğer hiperlüsensisi üç şekilde sınıflandırılır:

- Artmış akciğer hacmi ile birlikte normal vaskülarite
- Artmış akciğer hacmi ile birlikte azalmış vaskülarite
- Normal akciğer hacmi ile birlikte azalmış vaskülarite

Artmış akciğer hacmi ile birlikte normal vaskülerite fizyolojik veya küçük hava yolu tıkanıklığına bağlı olabilir. Bu iki durumu ayırt etmek için hemidiyaframaların pozisyonu, konfigürasyonu ve mediastinal pozisyon değerlendirilmelidir. Radyografi çekilirken sürekli ağlayan bir çocukta derin inspirasyon fazında grafinin yakalanması mümkündür ve bu durumda hiperlüsen büyük akciğerler izlenir. Bu duruma bağlı görünümde bir ipucu lateral ve frontal grafide her ikisi de inspirasyon fazında değilse uyumsuzluk olmasıdır. Ancak bronşiolit ve astım hastalarında hava hapsine bağlı hiperlüsen görünüm solunumun tüm fazlarında aynı kalır ve diyaframdaki düzleşme hem frontal hem de lateral filmde izlenir. Bu olgularda lateral grafide retrosternal havalanma artışı genellikle görülür.

Artmış akciğer hacmi ile birlikte azalmış vaskülarite özellikle bronşiolitis obliteransın ileri dönemlerinde görülebilir. Akciğer grafisinde bulgular belirgin olmasa bile solunum fonksiyon testlerinde ciddi tutulumun işaretleri buluna-

bilir. Bu durumda BT ile mozaik perfüzyonun ve diğer bulguların görülmesi tanısal bilgi sağlar.

Eğer bir çocukta normal hacimli hiperlüsen akciğer azalmış vaskülerite ile birlikte ise kardiyovasküler hastalıklar (Fallot tetralojisi veya pumoner arter stenozu) düşünülmelidir. Altta yatan anormalliği saptayabilmek için kardiyovasküler silüetin değerlendirilmesi gerekir. Ekodardiyografi veya daha ileri kardiyak incelemeler doğru tanıyı ortaya çıkaracaktır.

b) Tek taraflı hiperlüsen akciğer

Radyografinin dönüklüğüne bağlı olması en sık nedendir. Farklı patolojik nedenleri vardır. Doğru tanıya ulaşmak için radyolojik bulguların dikkatlice analizi gerekmektedir. Teknik tuzaklar ve ekstrapulmoner nedenler dışlandıktan sonra esas olan hiperlüsen akciğerin normal mi yoksa anormal akciğer mi olduğunun belirlenmesidir. Bu durumu belirlemek için karşılaştırmalı olarak akciğer vasküleritesinin değerlendirilmesi önemli bilgi sağlar. Akciğer damarlanmasının sayısı ve çapının değerlendirilmesi subjektiftir ve deneyim önemlidir. Genel olarak bilinen şudur ki azalmış vasküleritesi olan taraf anormal akciğerdir. Artmış veya normal vasküleritesi olan taraf normaldir. Diğer bir ipucu eğer inpirasyon ve ekspirasyon grafileri alındı ise bunları karşılaştırmaktır. Ekspirasyon grafisinde en az değişiklik olan veya hiç değişiklik olmayan taraf anormaldir. Hemitoraksın büyüklüğünü değerlendirmek de önemlidir, küçük ve daha opak görülen hemitoraks anormaldir.

Obstrüktif amfizemde (yabancı cisim aspirasyonu, konjenital lobar amfizem gibi) büyük ve translüsen hemitoraks vardır. İki taraf arasındaki fark, ekspirasyon filminde daha da belirgin hale gelir ve anormal olan tarafta havalanma fazlalığı aynen devam eder. Yabancı cisim aspirasyonu çocuklarda tek taraflı hava hapsinin en sık nedenlerinden birisidir. Parsiyel bronşiyal obstrüksiyon ekspirasyon sırasında hava hapsine neden olur (check-valve mekanizması). Radyolojik bulgular belirgin değilse ekspirasyon grafisi veya dekübit grafi yardımcı bilgi verir. Floroskopi ile dinamik olarak hava hapsi değerlendirilebilir. Eğer bronş tam olarak tıkanırsa radyolojik bulgu olarak atelektazi görülebilir.

Kompansatuvar amfizemde (karşı tarafın kollapsı, lobektomi veya hipoplazisi sonucu gelişen) büyük ve translüsen hemitoraks vardır, karşı taraf akciğerde artmış opasite vardır. Kompansatuvar amfizemde ekspirasyon filminde iki taraf arasındaki aerasyon farkı daha az belirgin hale gelir. Çünkü kompansatu-

var olarak havalanma artışı gösteren akciğer ekspiryum grafisinde boşalacaktır. Normal veya artmış vaskülarite ile birlikte dir.

Küçük ve translüsen hemitoraks pulmoner hipoplazi ve aynı taraflı pulmoner arter hipoplazisinde görülür. Opere olmuş konjenital diyafragma hernilerinde ve Swyer James McCloud sendromunda da (ciddi pnömoni sonrası bronşiolitis obliterans gelişmesi) görülür.

Daha az görülen tek taraflı hava hapsi yapan bir neden de dışarıdan basıya bağlı bronşial obstrüksiyondur. Dışarıdan basıyı yapan vasküler (pulmoner sling) veya vasküler dışı bir neden (duplikasyon kisti, bronkojenik kist) olabilir. Benzer bulgu endolüminal parsiyel tıkanıklığa bağlı da görülebilir (endobronşial tümörler).

Swyer James McLoad Sendromunda predominant olarak tek taraflı bronşiolitis obliterans vardır. Etkilenen akciğer hiperlüsendir ve genellikle küçüktür. Küçük hava yolu obstrüksiyonuna bağlı hava hapsi ve etkilenen parankimde vasküler yapıların küçülmesine ve akciğerin hiperlüsen görünmesine yol açar. Radyolojik tanı özellikle BT ile konulur.

B. Artmış akciğer dansitesi (radyodansite, radyoopasite): Tutulan pulmoner boşluğa göre alveoler tutulum, interstisyel tutulum, hem alveolar hem de interstisyel tutulum izlenebilir. Akciğer grafisinde dansite artışı yapan durumlar aşağıda bildirilmiştir:

- Konsolidasyon
- Buzlu cam görünümü
- Atektazi
- Nodül, kitle
- Kist ve kavite
- Kalsifikasyon
- İnterstisyel hastalık

Konsolidasyon, alveoler alandaki havanın yerini interstisyel sıvı veya beyaz küre, kırmızı küre gibi hücrelerin işgal etmesi sonucu ortaya çıkan, belli bir şekli olmayan, içinde hava bronkogramı bulunabilen, keskin sınırlı olmayan, hacim kaybı göstermeyen opasifikasyonlardır. Ancak çocuklarda, alveoller arası gaz alışverişini sağlayan Lambert kanalları ve Kohn porlarının henüz

gelişimini tamamlamaması sonucu oluşan, genellikle 8 yaş altında görülen yuvarlak pnömoniler düzgün konturlu opasite şeklinde izlenerek tümörü taklit edebilirler. Konsolide alanın içinde kavitasyon veya nekroz alanı görüldüğünde nekrotizan pnömoni veya aspergillozis gibi mantar enfeksiyonları düşünülebilir. Alveoler konsolidasyonun ayırıcı tanısı semptom süresinin akut veya kronik olmasına göre değişeceği için hastanın öyküsü ve gerekirse laboratuvar bulguları filmi değerlendirirken göz önünde bulundurulmalıdır. Akut semptomları olan hastalarda konsolidasyon nedenleri pulmoner ödem (kardiyak nedenler, akut respiratuar distres sendromu-ARDS), pnömoni (sıklıkla bakteriyel etkenler), pulmoner kanama (travma, kanama diyatezleri, Goodpasture's sendromu, pulmoner hemosiderozis gibi) olabilir. Subakut veya kronik semptomları olan hastalarda konsolidasyon nedenleri pulmoner vaskülit ve kollajen doku hastalıkları (Wegener granülomatozis, allerjik anjiit ve granülomatozis, sistemik lupus eritomatozus, miks konnektif doku hastalıkları), kronik interstisyel akciğer hastalıkları (organize pnömoni, nonspesifik interstisyel pnömoni, pulmoner alveoler proteinozis, eozinofilik pnömoniler gibi), malign tümörler (lenfoma) ve aspirasyon olabilir. Yenidoğanlarda mekonyum aspirasyonu, enfeksiyon ve aspirasyonlar, multifokal ve nonhomojen opasifikasyonların en sık nedenidir.

Buzlu cam görünümü sisli veya bulanık dansite artışıdır. Artmış dansite içerisinde damar yapıları izlenebilir. Ayırıcı tanı, semptomların süresine bakılarak yapılır. Akut semptomlar varsa pulmoner ödem (ARDS), hyalen membran hastalığı, pnömoni (pnömosistis viroceii pnömonisi ve viral etkenler), pulmoner kanama, akut interstisyel pnömoni, aşırı duyarlılık pnömonisi akla gelir. Subakut veya kronik semptomları olan hastada nonspesifik interstisyel pnömoni, aşırı duyarlılık pnömonisi, pulmoner alveoler proteinozis, sarkoidoz, lipoid pnömonisi düşünülebilir.

Atelektazi, tüm akciğerde veya akciğerin bir kısmında hacim kaybı (kollaps) olmasıdır. Oluş mekanizmasına göre atelektazi tipleri şunlardır:

1. Obstrüktif atelektazi (rezorptif): Bronş içi obstrüksiyonlara veya bronş dışı basılara bağlı ortaya çıkabilir. Çocuklarda yabancı cisim aspirasyonunda veya lenfadenopati basısına bağlı bronş obstrüksiyonlarında görülebilir.
2. Pasif atelektazi (kompresif): Pnömotoraks, plevral efüzyon, bül ve kitlelerin basısına bağlı komşu akciğer parankiminde görülen atelektaziler.

3. Skartrizan atelektazisi: Enfeksiyon (tüberküloz, mantar), radyoterapi, sarkoidoz, interstisyel fibrozis durumlarında görülen atelektaziler.
4. Adezif atelektazi: ARDS, hyalen membran hastalığında görülen atelektaziler.

Bir akciğer grafisinde lobar atelektaziyi gösteren direkt bulgu fissürlerde yer değiştirmedir. İndirekt bulgular ise atelektazik lobun dansitesinde artış, hiler yer değiştirme, mediastinal yapılarda (kalp ve trakea) atelektazi tarafına doğru çekilme, aynı taraf diyaframda yükselme, damarların bir araya toplanması, diğer loblarda kompensatris havalanma artışıdır.

Fokal konsolidasyon alanlarını kollapstan ayırt etmek önemlidir. Çünkü kollaps yabancı cisim aspirasyonu veya dış bası sonucu gelişebilir ve bu durumlar da bronkoskopi veya cerrahi gerektirebilir. Kollaps subsegmental olduğu zaman, özellikle de astımlı çocuklarda, enfeksiyona bağlı infiltrasyondan ayırmak zor olur. Bu durumda pulmoner infiltratın mukus plak obstrüksiyonu sonucunda mı yoksa altta yatan enfeksiyon sonucunda mı olduğunu ayırt etmede klinik bilgi yardımcı olacaktır.

Pulmoner nodül, akciğerde ayrı ayrı görülen yuvarlak opasitedir. Değişik büyüklükte, soliter veya multipl olabilir. Nodüller 3 cm'den büyük olduğunda kitle terimi kullanılır. Nodülün şekli, büyüklüğü, konturları, büyüme hızı, dansitesi (buzlu cam ya da daha opak nodüller), içerisinde yağ veya kalsifikasyon olması, kavitasyon, hava bronkogramı içermesi, çevresinde halo izlenmesi gibi ayırt ettirici özellikleri tanımlanmalıdır. Çocuklardaki en sık soliter pulmoner nodül nedeni yuvarlak pnömonidir. Etken daha çok pnömokok enfeksiyonlarıdır. Akut fazda içerisinde hava bronkogramı genellikle izlenmez ve yanlışlıkla fokal tümöral lezyon lehine değerlendirilebilir. Enfeksiyon kliniği var ise antibiyotik tedavisi başlanır ve hem klinik hem de radyolojik bulguların tedaviye cevap verip vermediği takip edilir. Diğer soliter pulmoner nodül nedenleri arasında granülomlar (tüberküloz veya mantar), malign tümörler, benign tümörler (hamartom, kondrom, respiratuar papillomatosis) yer almaktadır. Multipl pulmoner nodül varlığında enfeksiyonlar (miliyer tüberküloz, varisella pnömonisi, mantar enfeksiyonları), metastatik nodüller (osteosarkom, Ewing sarkomu, Wilms tümörü, nöroblastom metastazları gibi), sarkoidoz, Langerhans hücreli histiyositoz, silikozis gibi hastalıklar ayırıcı tanıda düşünülmelidir. Kist hidatik, çocukluk çağında daha sık olarak akciğer tutulumu ile izlenmekte olup içi sıvı dolu tek veya çok sayıda nodül veya daha

büyük lezyonlar şeklinde izlenebilmektedir. Bronşa açıldığı zaman kist içinde hava izlenir. Kist hidatiğin germinatif membranı ayrıldığında ise radyografide klasik “nilüfer çiçeği işareti” (sıvı üzerinde yüzen nilüfer çiçeğine benzetildiği için) görülebilir.

Hava kisti terimi, ince duvarlı (duvarı 3 mm'den ince), iyi sınırlı hava içeren lezyonlar için kullanılır. Radyografide ortası lüsen halka şeklindeki radyoopasitelerdir. Hava kistlerinin kaviter nodüllerden ve apselerden farkı ince duvarlı olmasıdır. Pnömosel çocuklardaki en sık nedendir. Çoğunlukla orta ve alt loblar etkilenir. Farklı büyüklükte tek veya çok sayıda olabilirler. Stafilokok ve streptokok enfeksiyonları ile birlikte dir. Enfekte pnömoseller sıvı içerebilir ve hava sıvı seviyesi gösterirler. Akciğer garfisinde hava kisti şeklinde bulgu veren diğer hastalıklar arasında kistik bronşektaziler, Langerhans hücreli histiyositoz, konjenital kistik adenomatoid malformasyon, konjenital akciğer kisti, ekstralober sekestrasyon, konjenital diyafram hernisi sayılabilir.

Kavitasyonların duvarı genellikle 3 mm'den kalındır. Lezyonun nekrotik kısmının bronşiyal sistem içine dökülmesi ve yerine hava dolması ile oluşur. Kaviter akciğer hastalıklarının ayırıcı tanısında enfeksiyonlar (ülkemizde sıklıkla kist hidatik, kaviter tüberküloz granülomu, apse, mantar enfeksiyonları), septik emboliler, vaskülitler, romatoid nodüller, kaviter metastazlar (sarkom metastazları), tüberoskleroz yer almaktadır.

Kalsifikasyonlar da akciğer grafisinde radyoopak izlenir. Pulmoner parankimal kalsifikasyonlar fokal veya difüz olabilir. Pulmoner kalsifikasyon nedenleri arasında iyileşmiş tüberküloz veya fungal enfeksiyonlar, iyileşmiş histoplazmozis veya varisella, hamartomlar, sarkoidozis, silikozis, bronşiyal karsinoid, kalsifiye metastazlar (osteosarkom metastazları), paraziter hastalıklar, alveoler mikrolitiazis, amiloidoz, pulmoner interstisyel ossifikasyon, tedavi sonrası Hodgkin hastalığı, pnömosistis jiroceii enfeksiyonları yer almaktadır.

İnterstisyumu tutarak dansite artışı yapan hastalıklarda radyolojik bulgular lineer veya retiküler opasiteler, nodüler opasiteler, buzlu cam dansiteleri ve bal peteği görünümü (alveoler destrüksiyonla birlikte yaygın akciğer fibrozis bulgusudur) şeklinde olabilir. Bilateral interstisyel patern, Mikoplazma pnömonisi gibi atipik pnömonilerde sık olarak görülür.

Çocuklarda akciğer enfeksiyonları 5 yaş altında genellikle viral, daha büyük çocuklarda bakteriyel etkenlidir. Küçük çocuklarda enfeksiyon daha çok kü-

çük hava yollarını tutar (bronşiyolit). Zaten küçük olan bu bronşlar hafif bir mukozal ödemle daralarak inspiryumda giren havanın ekspiryumda çıkışını engelleyerek “check-valve” tipi obstrüksiyon sonucu havalanma artışına (hiperaerasyona) neden olur. Tam obstrüksiyonda ise subsegmental atelektaziler gelişir. Bronşiyolitin diğer bir radyolojik bulgusu hiluslardan periferde doğru uzanan interstisiyel işaretleri temsil eden çizgisel opasitelerdir. Enfeksiyona bağlı peribronşial doku artışına ve çizgisel atelektazilere bağlıdır. Artmış havalanma ile birlikte bu görünüm “kirli akciğer” olarak isimlendirilir. Akciğer radyografisinde bilateral, sıklıkla parahiler, parakardiak ve retrokardiak alanlarda küçük, sınırları belirsiz opasitelerle birlikte görülen havalanma fazlalığına ise genellikle bronkopnömoni adı verilir. Bakteriyel enfeksiyonlar daha çok bronkopnömoni ya da pnömoni şeklindedir. Konsolide pnömonide lobar ya da segmental opasiteler ve içinde bronşlar (hava bronkogramı) görülür.

Ülkemizde tüberküloz basili ile çocuklukta karşılaşılır. Genellikle üst loblarda ve periferde konsolidasyon oluşturur (primer odak). Birlikte lenfadenopati, plevral efüzyon ve hiler lenfadenopatilerin bronşu basıya uğratması sonucunda atelektaziler izlenebilir. Pnömoni ve lenfadenopati birlikteliğine primer kompleks adı verilir. Büyük çoğunluğu kalsifikasyonla iyileşir. Miliyer tüberküloz, süt çocuğunda ve küçük çocuklarda rastlanan postprimer erken tüberküloz şeklidir. Akciğerlerde bilateral, çoğu zaman simetrik dağılmış, bir çoğu 2-3 mm çapında, bazıları birleşerek daha büyük nodül şeklinde de izlenebilen opasitelerdir.

Tekrarlayan akciğer enfeksiyonlarında özefagus mutlaka radyolojik olarak incelenmeli ve gastroözefageal reflü, trakeo-özefageal fistül, yutma disfonksiyonu gibi aspirasyon pnömonisine neden olabilecek hastalıklar araştırılmalıdır.

Akciğer parankimi dışındaki patolojilerde de akciğer grafisinde dansite artışı görülebilir. Örneğin plevral efüzyon, göğüs duvar lezyonları, kemik lezyonları bunların arasında sayılabilir.

Majör fissürler ve plevra

Fissürlerin yerleşimi, kostofrenik ve kardiyofrenik açılar değerlendirilmelidir. X-ışınları fissür düzlemi teğet geçtiği zaman röntgende izlenirler. Tüm fissürler lateral grafide net olarak izlenir. Sol majör fissür sağa göre daha dik yerleşimlidir. Loküle interlober efüzyonlarda fissürler kalınlaşır ve yer değiş-

tirir. Aksesuar fissürler de bulunabilir (azigos fissür, süperior aksesuar fissür, inferior aksesuar fissür, sol tarafta horizontal fissür gibi). Çocuklarda plevrayı ilgilendiren hastalıklar arasında başlıca plevral efüzyonlar, ampiyem, pnömotoraks, pnömomediastinum yer almaktadır. Plevral kalsifikasyonlar ve plevral kitleler daha nadir görülür.

Plevral efüzyon enfeksiyöz, inflamatuvar, travmatik, renal, kardiyovasküler, tümöral nedenlerle olabilir. Transuda veya eksuda (ampiyem, hemotoraks, şilotoraks) vasfındadır. Yatarak çekilen akciğer grafisinin efüzyonu göstermede duyarlılığı düşüktür ve efüzyon bu grafide homojen dansite artışı şeklinde izlenir. US efüzyonu göstermede ve karakterize etmede oldukça faydalıdır. Efüzyonun lokülasyonunu veya septasyon gösterip göstermediğini BT'den daha duyarlı olarak saptar. Plevral boşluk içindeki sıvının yerini belirleyen yerçekimidir. Hastanın pozisyonu ayakta ise başlangıçta sıvı diyafram ile akciğer bazali arasında birikir. Önce posterior kostofrenik sulkusu doldurur, sonra lateral kostofrenik sinüsü doldurur. Bu nedenle küçük efüzyonları göstermek için lateral film önemlidir. Lateral sulkustan sıvı kapillerler yoluyla plevral boşluğa yükselir ve "Damoiseau curve" konfigürasyonu oluşur. Fazla miktardaki efüzyonlar hemitoraksta difüz opasiteye yol açar ve mediasten karşı tarafa doğru itilir. Tamamen opak bir akciğerde altta yatan patolojinin sıvı olup olmadığını görmek için US yapılmalıdır.

Subpulmoner boşlukta toplanan plevral efüzyonu (subpulmonik efüzyon) tanımak zor olabilir çünkü bu durumda normal diyafragmatik şekil bozulmaz ve "psödodiyafam görünümü" ortaya çıkar. Subpulmoner plevral efüzyonun radyolojik bulguları şunlardır:

- Hemidiyaframın yüksek pozisyonu (psödodiyafam)
- Psödodiyafamın tepe kısmının lateralize olması
- Psödodiyafam ile gastrik fundus arasındaki mesafenin artması. (sol taraftaki efüzyonda)
- Frontal grafide diyafram üzerinde akciğer vasküleritesinin seçilmemesi

Pnömotoraks plevra yaprakları arasında hava toplanmasıdır. Alveolar rüptür sonucunda oluşur. Etyolojisinde travma, bronkopulmoner fistül, pulmoner bleb veya barotravma olabilir. Spontan olarak da gelişebilir. Serbest akciğer konturu "*free lung edge*" visseral plevranın plevral kaviteden ayrılmasını ifa-

de eder ve pnömotoraksın klasik bir bulgusudur. Komşu akciğer parankiminde farklı derecelerde atelektazi görülür. Tansiyon pnömotoraksta mediastinum karşı tarafa doğru yer değiştirir.

Ayakta çekilen akciğer grafisinde hava akciğer apeksini çevreler. Supin pozisyonda serbest plevral hava torasik kavitenin en ön kısmında, akciğer ile göğüs kafesi arasında toplanır. Eğer hava miktarı küçükse tanı bu durumda zorlaşır. Birkaç müphem radyolojik bulgu anterior pnömotoraksı saptamak için yardımcı olabilir:

- Hemitoraksın hiperlügen olması
- Derin lateral kostofrenik sulkus işaretinin izlenmesi
- Mediasten kenarının keskin konturu

Pnömotoraks düşünüldüğünde rutin grafi bulguları tanısal değilse dekübit grafi veya ekspiryum grafisi serbest plevral havanın gösterilmesinde faydalı olacaktır.

Özellikle yenidoğan ve küçük infantlarda deri katlantısının pnömotoraks çizgisi olarak yorumlanması sık karşılaşılan bir durumdur. Bu durumda o çizgi ile toraks duvarı arasında akciğer damarları olup olmadığına bakılması, o çizginin yumuşak dokularla devam edip etmediğinin kontrol edilmesi gerekir.

Pnömomediastinum, mediasten içinde serbest hava bulunmasıdır. Travmaya, primer hastalığa bağlı veya iyatrojenik olarak görülebilir. Astım, şiddetli kusma, öksürük, tekrarlayan valsava manevrasına yol açan durumlar ve yoğun sportif aktiviteler spontan pnömomediastinuma yol açabilir. Yenidoğanlarda zorlu solunum pnömomediastinum nedenidir. Pnömomediastinumun çocuklardaki majör işaretleri:

- Retrosternal ve prekardiyak hiperlügen: havanın anterior kompartmanda toplanması
- Periaortik ve peritrakeal lügen çizgi: Mediastinuma veya mediastinal re-seslere havanın diseke olması.
- Melek kanadı işareti veya büyük yelkenli işareti: Havanın mediastende bulunması nedeniyle timus loblarının elevasyonu ve lateralizasyonu.
- Arter çevresindeki halka işareti: sağ pulmoner arteri çevreleyen radyölüsen çizgi. Lateral filmde izlenir.

- Devamlı diyafram işareti: perikardiyum ve diyafram arasına interpoze olan havanın diyaframın santral kısmının diyaframın kubbesi ile birlikte devamlılık arz edecek şekilde görülmesine yol açar.
- Subkutan amfizem: pnömomediastinumun dolaylı bir bulgusudur. İnfant ve büyük çocuklarda görülür, yenidoğanlarda görülmez.
- Pnömoerikardiyum: pnömomediastinumun dolaylı bir bulgusudur.

Diyafram

Konturları, yüksekliği değerlendirilir. Normalde sağ hemidiyafram sola göre hafif daha yüksektir (kalbin sol diyaframı deprese etmesi nedeniyle). İki diyafram arasında yükseklik farkının fazla olması normal değildir ve araştırılmalıdır. Diyaframda belirgin yükselme atelektazi, paralizi, evantrasyon, konjenital diyafram hernisi, subpulmonik efüzyon sonucu gelişebilir. Diyaframın düzleşmesi akciğerde havalanma artışı olan durumlarda ve loküle subpulmoner pnömotoraks durumlarında görülür. Diyafram konturunun silinmesi durumunda pulmoner kollaps, konsolidasyon, konjenital ekstralober sekestrasyon düşünülebilir. Yenidoğan döneminde solunum sıkıntısı olan bir bebekte diyafram konturları olası konjenital diyafram hernisi açısından değerlendirilmelidir.

Diyafram konturları incelenirken diyafram altı gaz gölgeleri, kalsifikasyon varlığı da değerlendirilmelidir. Normalde mide gaz odacığı solda yerleşimlidir. Perforasyon düşünülen hastalarda ayakta çekilen akciğer grafisinde diyafram altı serbest hava olup olmadığına bakılmalıdır.

Yumuşak dokular

Meme gölgeleri, deri katlantıları, aksiler katlantılar ve göğüs duvarı, omuzlar ve alt boyun bölgesinin yumuşak dokuları değerlendirilmelidir. Örneğin Poland sendromunda pektoralis majör kaslarının, komşu kıkırdak, osseos ve yumuşak doku yapılarının yokluğu veya hipoplazisi nedeniyle aynı taraf akciğerde azalmış radyodansite (hiperlüsensi) görülür. Multipl yumuşak doku kitelleri (örneğin nörofibromlar) akciğer üzerine süperpoze multipl opasitelere neden olur. Adölesan dönemindeki çocuklarda ve büyüklerde bilateral meme ve meme başı gölgesi bilateral simetrik opasite şeklinde izlenir.

Toraks kemikleri

Sternum, klavikula, skapula, kostalar ve vertebralar değerlendirilmelidir. Anterior kosta uçlarında genişleme (raşitik rozary) rikets hastalığının bir bul-

gusudur. Kısa ve geniş kosta iskelet displazisini, destrüktif kemik lezyonlar malignite veya enfeksiyonu düşündürür.

FLOROSKOPİ

Floroskopi hızlı yapılabilen, invazif olmayan dinamik bir inceleme yöntemidir. Göğüs duvarının ve diyafram hareketlerinin değerlendirilmesinde, hava hapsi bulunan hastalarda mediastende kayma olup olmadığını değerlendirilmesinde kullanılır. Diyafram paralizi veya evantrasyonu araştırıldığında floroskopi ile inspiyum ve ekspiyumda diyafram hareketleri gözlenerek paradoks hareket olup olmadığına bakılır. Çocuğun hareketli olması ve koopere olmaması, yeterli inspiyum sağlayamaması nedeniyle akciğer grafisinin tanısal olmadığı durumlarda akciğer sahalarının değerlendirilmesinde floroskopi yardımcıdır. Floroskopi sırasında hastaya değişik yönlere rotasyon yaptırılarak plevral bir lezyon pulmoner bir lezyondan ayırt edilebilir.

ULTRASONOGRAFİ

Ultrasonografinin sedasyon ve anestezi gerektirmemesi, iyonize radyasyon içermemesi, invazif olmayan bir görüntüleme yöntemi olması çocuklar için avantajlı özellikleridir. Ayrıca yatak başında yapılabilmesi de bir kullanım kolaylığıdır. Akciğer grafisinde bir hemitoraksın tamamen opak görüldüğü durumlarda US bu görünümün plevral bir sıvıya ya da parankimal bir lezyona ait olup olmadığını gösterir. Diyaframda yükselmeye yol açan subpulmonik efüzyonların görülmesini sağlar. Göğüs duvarı lezyonlarında lezyonun kaynağı hakkında bilgi verir. Mediastinal bir kitle ile karışabilecek büyük timus yapısını değerlendirmeye yarar. Girişimsel işlemlerde (torasentez, göğüs tüpü takılması ve biyopsi alınması) kılavuz görüntüleme yöntemi olarak kullanılır. Literatürde son yıllarda pulmoner parankimi ilgilendiren akut ve kronik hastalıkların değerlendirilmesinde US'nin kullanılabilmesine dair çalışmalar sunulmaktadır. Pulmoner ödem, pnömoni, pnömotoraks, interstisyel akciğer hastalığı, pulmoner enfarkt ve pulmoner kontüzyon gibi durumların değerlendirilmesinde ultrasonografi kullanıma girmeye başlamıştır. Özellikle de yoğun bakım ve yenidoğan ünitelerindeki kritik hastaların takibinde akciğer ultrasonografisi ile yatak başında değerlendirme yapılabilmesi oldukça önemlidir. Yakın gelecekte farklı klinik durumların takibinde akciğer ultrasonogra-

fisinin kullanımının artması ile çocuklarda radyasyon maruziyetinin azalacağı düşünülmektedir.

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

Düz grafi ve US ile tanı konulamayan durumlarda BT tetkiki yapılabilir. Küçük çocukların tetkik sırasında sabit durmasını sağlamak amacıyla sedasyon veya anestezi gerekmesi ve hastanın inceleme sırasında radyasyona maruz kalması nedeniyle endikasyonun doğru ve yerinde konulması çok önemlidir. Radyolojideki teknolojik gelişmeler sonucu çok kesitli BT tekniğinin kullanıma girmesiyle birlikte inceleme süresi önemli ölçüde kısalmış ve sedasyon ihtiyacı büyük oranda azalmıştır. Tetkikin saniyeler gibi çok kısa sürelerde tamamlanması özellikle nefes tutma komutunu yerine getiremeyecek olan pediatrik yaş grubunda hareket artefaktlarının minimuma indirilmesi ve sedasyon için gereken sürenin kısalması açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Çok kesitli BT tekniği ile üç boyutlu rekonstrüksiyon ve BT anjiyografi görüntüleri oluşturulabilmektedir. BT anjiyografide standart bir toraks BT tekniğine göre radyasyon dozu daha fazladır. Bu nedenle tetkik öncesinde klinisyen tarafından radyoloji hekimine detaylı öykü, muayene ve laboratuvar bulgularının verilmesi, düşünülen ön tanıların bildirilmesi, uygun teknik parametreler ve belirlenen en uygun protokolle çekim yapılmasını, dolayısıyla radyolojik bulguların doğru ve eksiksiz tanımlanmasını sağlayacaktır. Özellikle çocukların erişkin döneme göre radyasyona daha duyarlı oldukları da göz önüne alınırsa doğru endikasyonu koymak ve buna uygun protokolle BT çekimini yapmak tekrar ve gereksiz inceleme yapılmasını önleyecektir. Eğer tetkik öncesinde detaylı klinik verilmezse gereksiz kontrast madde kullanımlarına, uygun olmayan protokollere maruz kalınabilir.

Toraks BT endikasyonları aşağıda sıralanmıştır:

1. Mediastinal ve hiler lenf nodlarının değerlendirilmesi
2. Mediastende genişleme izlenmesi durumunda kitleden şüphe edilmesi
3. Trakea ve bronşların yapısal anomali veya yabancı cisim açısından değerlendirilmesi
4. Pulmoner sekestrasyon (BT anjiyografi tekniği ile çekim yapılır)
5. Toraks vasküler anomalileri (BT anjiyografi tekniği ile çekim yapılır)

6. Pulmoner emboli şüphesi (BT anjiyografi tekniği ile çekim yapılır)
7. Soliter nodül, kitle, opasite değerlendirilmesi
8. İnterstisyel akciğer hastalıkları
9. Bronşektazi
10. Plevra anomallileri
11. Göğüs duvarı lezyonları
12. Tümör evrelemesi
13. Metastaz taraması
14. Akciğer hastalığı şüphesi olup akciğer grafisinin normal olduğu durumlar

Yüksek çözünürlüklü BT (YÇBT) çocuklarda tekrarlayan akciğer hastalığı semptomları varlığında, solunum fonksiyon test sonuçları anormal olup akciğer grafisinde normal ya da spesifik olmayan bulgular izlendiği durumlarda kullanılmaktadır. YÇBT tetkikinde kesit kalınlığı minimuma indirilerek uzaysal rezolüsyon arttırılmıştır. Kronik interstisyel akciğer hastalıklarının ve bronşektazinin değerlendirilmesinde akciğer morfolojisini daha detaylı gösterir. Tetkik ince kesit kalınlığında fakat 1-1,5 cm aralıklarla çekildiği için arada incelenmeyen akciğer alanları vardır ve bu nedenle metastaz taramalarında kullanılmamalıdır.

Hava yollarının lümen içi lezyonlarında (yabancı cisim gibi) seçilmiş hastalarda sanal bronkoskopi BT tekniği kullanılır. İnce kesit kalınlığı ile çekim yapıldıktan sonra 3 boyutlu ve sanal endoskopi görüntüleri (BT bronkoskopi) oluşturulur.

MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Her düzlemde görüntüleme özelliğinin olması, iyonize radyasyon kullanmaması ve yumuşak dokuyu ayırt etmede yüksek rezolüsyon gücüne sahip olması MRG'nin avantajlarından. Tetkik süresinin BT'ye göre daha uzun olması, küçük çocuklarda anestezi gerektirmesi, solunum hareket artefaktının optimum kaliteyi daha fazla etkilemesi, yoğun bakım hastalarında uzun inceleme sırasında monitorizasyonun zor, çekim ünitesinde MR uyumlu monito-

rizasyon sistemi yoksa imkansız olması MRG'nin dezavantajlarıdır. Ayrıca maliyeti US ve BT'ye göre daha fazladır. Diğer tetkiklerde olduğu gibi endikasyonun doğru belirlenmesi ve uygun sekansların kullanılması radyolojik bulguların doğru değerlendirilerek tanıya ulaşılması için çok önemlidir. Bu nedenle tetkik için hastayı radyoloji bölümüne gönderen klinisyen ile tetkiki yapacak olan radyoloğun iletişim halinde olması önem taşımaktadır. Mediastinal kitleler, göğüs duvarının primer ya da metastatik lezyonları, brakiyal plexus lezyonları, vasküler patolojiler (MR anjiyografi tekniği ile çekim yapılır) MRG ile değerlendirilebilir. Bu endikasyonların yanı sıra bronşektazinin takibinde (özellikle kistik fibrozis hastalarında), pulmoner nodül ve kitle takibinde tekrarlayan BT'lere alternatif olarak MRG tetkiki kullanılabilir. Ayrıca radyasyon duyarlılığı fazla olan hasta gruplarında (ataksi-telenjiektazi) uygun endikasyon dahilinde pulmoner değerlendirmede MRG tercih edilebilir.

PULMONER ANJİYOĞRAFI

Günümüzde BT anjiyografi ve MR anjiyografi gibi invazif olmayan kesitsel görüntüleme yöntemlerinin kullanımı ile birlikte tanısal konvansiyonel anjiyografi endikasyonları belirgin şekilde azalmıştır. Çocuklarda anjiyografi daha çok embolizasyonun gerektiği durumlarda (cerrahi öncesi vasküler tümör, postravmatik veya postoperatif kanamaların veya arteriovenöz fistüllerin embolizasyonu) veya anjiyoplasti gerektiren vasküler darlıklarda uygulanmaktadır.

Kaynaklar

1. Adler B, Effmann EL. Pneumonia and pulmonary infection. In: Slovis TL, Adler BH (eds). Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1184-1228.
2. Adler B, Effmann EL. Immune disorders. In: Slovis TL, Adler BH (eds). Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1129-1255.
3. Arthur R. Interpretation of the paediatric chest X-ray. Current Paediatrics 2003; 13: 438-447.
4. Biasucci DG, Ricci Z, Conti G et al. Sonographic dynamic assessment of lung injury in a child with hypoplastic left heart syndrome undergoing extracorporeal membrane oxygenation. *Pediatr Pulmonol.* 2014; 49: E147-50.

5. Binkovitz L, Binkovitz I, Kuhn JP. Mediastinum. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging* (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1324-1388.
6. Blickman H. Chest. In: Blickman H (ed). *Pediatric Radiology: the requisities* (2nd ed). Philadelphia: Mosby, 1998: 4-56.
7. Bramson RT, Griscom NT. Interpretation of chest radiographs in infants with cough and fever. *Radiology* 2005; 236: 22-29.
8. Calder A, Owens C. Imaging of parapneumonic pleural effusions and empyeme in children. *Pediatr Rsdiol* 2009; 39: 527-537.
9. Chang L, Lee F, Gwinn J. Normal lateral deviation of the trachea in infants and children. *AJR* 1970; 109: 247-251.
10. Çil BE, Arıyürek OM, Haliloğlu M. Pediatrik yaş grubu akciğer hastalıklarında yüksek rezolüsyonlu BT. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2001; 7: 580-584.
11. Dwek J, Effmann EL. Chest wall. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic İmaging* (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1389-1430.
12. Dwek J, Kuhn JP. Pleura. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic İmaging* (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1431-1450.
13. Dwek J, Kuhn JP. Diaphragm. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic İmaging* (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008:1451-1460.
14. Effmann EL. Normal lung and clinical anatomy. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic İmaging* (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1078-1085.
15. Effmann EL. Congenital lung malformations. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic İmaging* (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1086-1120.
16. Fefferman N, Pinkney L. Imaging evaluation of chest Wall disorders in children. *Radiol Clin N Am.* 2005; 43: 355-370.
17. Frush DP. Imaging evaluation of the thymus and thymic disorders in children. In: Lucaya J, Strife JL (eds). *Pediatric chest imaging*, Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2001: 187-208.
18. Frush DP. Pediatric cardiothoracic CT angiography. In: Slovis TL, Frush DP. *Caffey's Pediatric Diagnostic İmaging* (11th ed) Vol. 1. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1476-1485.
19. Gordon R. The deep sulcus sign. *Radiology* 1980; 136: 25-27.
20. Han B, Yoon H, Suh Y. Thymic ultrasound 1. Intrathymic anatomy in infants. *Pediatr Radiol* 2001; 31: 474-479.
21. Kim OH, Kim WS, Kim MJ, et al. US in the diagnosis of pediatric chest diseases. *Radiographics* 2000; 20: 653-671.

22. Kuhn J, Brody A. High-resolution CT of pediatric lung disease. *Radiol Clin N Am* 2002; 40: 89-102.
23. Liszewski MC, Hersman FW, Altes TA et al. Magnetic resonance imaging of pediatric lung parenchyma, airways, vasculature, ventilation, and perfusion: state of the art. *Radiol Clin North Am.* 2013; 51: 555-82.
24. Long FR, Druhan SM, Kuhn JP. Diseases of the bronchi and pulmonary aeration. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging (11th ed) Vol. 1.* Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1121-1176.
25. Long FR. Interstitial lung disease. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging (11th ed) Vol. 1.* Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1177-1183.
26. Meza PM, Benson M, Slovis M. Imaging of mediastinal masses in children. *Radiol Clin N Am* 1993; 31: 583-604.
27. Murfitt J. The normal chest: methods of investigation and differential diagnosis. In: Sutton D (ed). *Textbook of Radiology and Imaging (6th ed) Vol. 1.* New York: Churchill Livingstone, 1998: 299-352.
28. Nasserli F, Eftekhari F. Clinical and radiologic review of the normal and abnormal thymus: pearls and pitfalls, *Radiographics* 2010; 30:413-428.
29. Newman B, Effmann EL. Lung masses. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging (11th ed) Vol. 1.* Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1294-1323.
30. O'Donovan JC, Effmann EL, Kuhn JP. Systemic diseases and other miscellaneous conditions with lung involvement. In: Slovis TL, Adler BH (eds). *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging (11th ed) Vol. 1.* Philadelphia: Elsevier Mosby, 2008: 1256-1293.
31. Oğuz B, Haliloğlu M. Çocuklarda akciğer görüntülemesi. Kiper N, Köse M. (editörler). *Çocuk Göğüs Hastalıkları Pratik El Kitabı (1. baskı).* İstanbul: Medya Tower Yayıncılık, 2009: 160-167.
32. Oğuz B, Haliloğlu M. Pulmonoloji 1. Akciğer görüntülemesi. *Katkı Pediatri dergisi* 2010; 32: 73-96.
33. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A et al. Use of neonatal chest ultrasound to predict noninvasive ventilation failure. *Pediatrics.* 2014; 134: e1089-94.
34. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A et al. Use of neonatal chest ultrasound to predict noninvasive ventilation failure. *Pediatrics.* 2014;134: e1089-94.
35. Ranganath SH, Lee EY, Restrepo R, Eisenberg RL. Mediastinal Masses in Children. *AJR* 2012; 198: W197-W216.
36. Reali F, Sferrazza Papa GF, Carlucci P et al. Can lung ultrasound replace chest radiography for the diagnosis of pneumonia in hospitalized children? *Respiration.* 2014; 88: 112-5.
37. Shaw D. The chest in children. In: Sutton D (ed). *Textbook of Radiology and Imaging (6th ed) Vol. 1.* New York: Churchill Livingstone, 1998: 529-539.

38. Soto G, Moenne K. Classic Chest Radiology Findings, Pearls and Pitfalls. In: Garcia-Pena P, Guillerman RP (eds). *Pediatric Chest Imaging, Medical Radiology, Diagnostic Imaging*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013: 13-30.
39. Swischuk L Respiratory system, chap 1 in imaging of the newborn, infant and young child. *Willimas and Wilkins, Maryland, 1997: 1-158.*
40. Trinavarat P, Riccabona M. Potential of ultrasound in the pediatric chest. *Eur J Radiol.* 2014; 83: 1507-18.
41. Whitten CR, Khan S, Munneke GJ et al. A diagnostic approach to mediastinal abnormalities. *Radiographics* 2007; 27: 657-671.
42. Zylac C, Standen J, Barnes G et al. Pneumomediastinum revisited. *Radiographics* 2000; 20: 1043-1057.

ÇOCUKLARDA ABDOMİNAL GÖRÜNTÜLEME

Dr. Altan Güneş*, **Dr. Mithat Haliloğlu ****

Çocukluk çağı hastalıklarında bazı durumlarda hikaye alma ve muayenedeki zorluklar ve semptomların nonspesifik olabilmesi klinik değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır. Çoğu hastada tanının kesinleşmesi amacıyla radyolojik incelemelere başvurulur. Esas olarak hikaye ve fizik muayene bulguları hangi radyolojik yöntemin seçilmesi gerektiğini belirlese de görüntüleme yönteminin tanı için yeterliliği, ulaşılabilirliği, avantaj ve dezavantajları da göz önüne alınmalıdır. Çocuklarda abdomen için başlıca görüntüleme yöntemleri direk radyografi, floroskopi, ultrasonografi (US), bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntülemedir (MRG).

Düz Karın Radyografisi

Düz karın radyografisinin başlıca avantajları hızlı, gerektiğinde portabl olarak yatak başında da elde edilebiliyor olması ve kolay ulaşılabilmesidir. Direkt karın grafisi ayakta, yatarak ve dekübit pozisyonlarında elde edilebilir. Yenidoğan döneminden itibaren her yaşta, medikal veya cerrahi birçok patolojiye bağlı semptomun araştırılmasında ilk başvuru tetkiklerden birisidir. Yenidoğan döneminde gastrointestinal sisteme ait konjenital obstrüksiyonların saptanmasında, özefageal atrezi şüphesi olan olgularda ilk seçilecek yöntemdir. Nekrotizan enterokolit şüphesi olan veya tanısı ile takip edilen infantlarda sıklıkla kullanılır. Hava-sıvı seviyelerini ve gaz dağılımını göstererek intestinal obstrüksiyonlarda, dinamik/mekanik veya adinamik/paralitik ileus ayrımında yol gösterir. İntestinal perforasyona bağlı serbest havanın saptanmasında, intraabdominal yer kaplayan lezyonlara bağlı kitle etkisini göstermede yararlıdır. Radyografiler, üriner sisteme ait radyoopak taşları, yumuşak doku

* Uzman Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Radyolojisi Bilim Dalı

** Profesör Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Radyolojisi Bilim Dalı

kalsifikasyonlarını gösterebilir, drenaj kataterleri, nazogastrik tüp gibi çeşitli tüp/kateterin lokalizasyonlarını belirlemede kullanılır. Düz batın grafilerinin alt akciğer sahalarını da içermesi dolayısıyla abdomen ilişkili semptomlara neden olabilen akciğer/plevral patolojileri ekarte edilebilir. Tetkikin kontrast rezolüsyonunun düşük olması ve düşük dozlarda da olsa iyonizan radyasyon içermesi kısıtlılığını oluşturmaktadır.

Floroskopi

Floroskopik inceleme, dinamik bir görüntüleme yöntemidir. Baryum veya suda eriyen iyotlu kontrast maddeler kullanılarak yutma fonksiyonları, özefagus ve gastrointestinal sistemin anatomisi, pasajı, peristaltizmi ve mukozal yapıları değerlendirilir. İntestinal atrezi ve stenozların, konjenital megakolonun, malrotasyonun tanısında, invajinasyonun redüksiyonunda kullanılır. Floroskopik tetkikler de iyonizan radyasyon içermektedir.

Ultrasonografi

Ultrasonografi, görüntü oluşturmak için ses dalgalarını kullanan, iyonizan radyasyon içermeyen görüntüleme yöntemidir. Ses dalgalarının çocuklarda düşük yağ dokusu ve küçük vücut ölçülerine bağlı daha iyi penetre olması daha iyi görüntüler elde edilebilmesi sağlar. Çocuk hastaların acil ve elektif şartlarda değerlendirilmesinde en çok tercih edilen radyolojik yöntemdir. US'nin başlıca avantajları; kolay ulaşılabilmesi, iyonizan radyasyon içermemesi, zararsız olması, dinamik olması, gerçek zamanlı değerlendirmeye olanak sağlaması, incelemenin yatak başında veya intraoperatif olarak da yapılabilmesi ve hasta hareketinden diğer yöntemler kadar etkilenmemesidir. US, yumuşak doku ve visseral organların yanı sıra vasküler yapıların değerlendirilmesinde de kullanılır. Girişimsel işlemlerde kılavuzluk görevi görür. Gebelik takiplerinde, fetal değerlendirmeye olanak sağlar. US, sadece tanının konmasında değil tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde ve hasta takiplerinde de önemli yer tutar. İncelemelerden önce yeterli açlık süresinin sağlanması (infantlarda iki saat, daha büyük çocuklarda dört saat) tetkikin kalitesini etkiler. US'nin kısıtlamaları arasında tetkikin kalitesini düşüren hastaya bağlı obezite, gaz distansiyonu, kooperasyon eksikliği sayılabilir. Tüm bu kısıtlamalara rağmen çocuk hastaların değerlendirilmesinde ilk tercih edilmesi gereken yöntem US'dir.

Bilgisayarlı Tomografi

Son zamanlardaki teknolojik gelişmeler sayesinde, BT ile kısa sürede yüksek kontrast rezolüsyonuna sahip görüntüler elde edilebilmektedir. BT sayesinde sadece kemik ve yumuşak dokular, visseral organlar değil, vasküler yapılar da değerlendirilebilir. Abdomen ve pelvik bölge patolojilerinin araştırılmasında US ile tanı konulamayan hastalarda, travma ve tümörlerin evrelendirilmesinde sıklıkla tercih edilir. İyonizan radyasyon içermesi nedeniyle özellikle çocuk yaş grubu hastalarda BT incelemeleri yapılmadan önce endikasyonun doğru olarak belirlenmesi gerekir. Uygun endikasyonun yanı sıra tetkiklerin, çocuklara göre belirlenmiş BT çekim parametreleri ile daha düşük radyasyon dozlarında yapılması gerekir. Dinamik incelemeler kontrast madde verilmeden ve kontrast madde verildikten sonra belirli zamanlarda tekrarlanarak elde edildiğinden, çocukların aldığı iyonizan radyasyon dozlarını oldukça arttırmaktadır. Bu nedenle çocuk hastalarda, dinamik BT tetkikleri, örneğin karaciğerde US ile saptanmış lezyonun karakterizasyonu veya operasyon öncesi vasküler yapıların değerlendirilmesi gibi belirlenmiş bazı endikasyonların dışında rutinde kullanılmamalıdır. Abdomen BT incelemelerinde sıklıkla oral ve intravenöz kontrast madde uygulanması gerekir. Kontrast madde verilmesinin amacı lezyonların saptanması ve karakterize edilmesi, lenf nodlarının intestinal ve vasküler yapılardan ayırt edilebilmesi, vasküler yapıların değerlendirilmesidir. Kullanılan kontrast maddelere bağlı, başta alerjik reaksiyonlar olmak üzere, nefrotoksisite gibi ciddi yan etkiler oluşabilir. Bu nedenle tetkik öncesinde hastaların olası risklere yönelik değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirmelerin başında da böbrek fonksiyon testleri gelmektedir. Tetkik öncesinde uygun açlık süresi gerekir. BT'nin yaygın olması, kolay ulaşılabilirliği, sıklıkla sedasyon gerektirmemesi, tetkik sürelerinin kısa olması önemli avantajlarıdır. Tüm bu avantajlara rağmen çocuklarda BT incelemeleri, belirlenmiş olan endikasyonlar dahilinde yapılmalı, teknik ve çekim parametrelerine özen gösterilmelidir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Abdomen MRG, problem çözücü olarak US sonrası çocuklarda en sık tercih edilmesi gereken yöntemdir. İyonizan radyasyon içermemesi, kontrast ve yumuşak doku rezolüsyonunun diğer yöntemlere göre daha iyi olması MRG'nin önemli avantajlarıdır. MRG ile abdomende bulunan yapılara ait tümörler, inf-

lamatuar veya enfeksiyöz hastalıklar, vasküler sistemle ilişkili patolojiler değerlendirilebilir. Karaciğer ve pankreastaki demir ve yağ birikimleri kantitatif olarak saptanabilir. MR kolanjiopankreatikografi (MRKP) ile kontrast madde kullanılmadan noninvaziv olarak biliyer ve pankreatik kanal değerlendirilebilir. Koledok kistleri, pankreatikobiliyer sistem ile ilişkili posttravmatik, postoperatif veya postinflamatuar değişiklikler gösterilebilir. MRKP öncesinde hastaların yeterli safra kesesi ve safra yolu distansiyonunu sağlayabilmek, intestinal motiliteyi azaltabilmek amacıyla üç-beş saat aç kalması gerekir. MR enterografi, noninvaziv olarak ince barsakların değerlendirilmesini sağlar. Bu yöntemle sadece lüminal değil, ekstralüminal ve intestinal patolojiler de saptanabilir. MR enterografinin bu yönü, sadece lüminal değerlendirmeye olanak sağlayan endoskopi gibi incelemelere üstünlüğüdür. MRG incelemelerinde, gerekli olan durumlarda gadolinyum şelatları içeren kontrast maddeler intravenöz olarak kullanılır. Gadolinyum şelatları intraabdominal tümörlerin, vasküler ve inflamatuar patolojilerin saptanması ve karakterizasyonunda yararlıdır. Gadolinyumlu kontrast maddeler içerisinde karaciğere spesifik olanlar, karaciğer lezyonlarının karakterizasyonunda, biliyer sisteme ait patolojilerin gösterilmesinde önemli rol oynar. Gadolinyum bileşikleri, iyotlu kontrast maddelere kıyasla daha düşük oranda yan etkiye neden olmaktadır. Böbrek fonksiyonları bozuk olan veya iyotlu kontrast maddeye alerjisi olduğu için BT çekilemeyen hastalarda gadolinyum şelatları kullanılarak MRG yapılabilir. Gadolinyum içeren kontrast maddeler, kronik böbrek yetmezliği olanlarda nefrojenik sistemik fibrozis riski nedeniyle kullanılmamalıdır. MRG'nin, altı yaş altı hastalarda sedasyon veya anestezi altında yapılabilmesi, diğer yöntemlere göre daha uzun sürmesi, kolay ulaşılamaması, pahalı bir yöntem olması başlıca kısıtlamalarıdır.

Sık Karşılaşılan Klinik Problemler

Kusma

Kusma, çocuklarda oldukça sık karşılaşılan şikayetlerden olup çoğunlukla nonspesifiktir. Kusma etyolojisi araştırılırken, kusmanın karakteri ve hasta yaşı ayırıcı tanıda önemlidir. Kusmanın safralı ve safrsız olmasına bağlı olarak ayırıcı tanı değişir.

Yenidoğan döneminden iki aya kadar olan dönemde en sık safrsız kusma nedeni gastroözofagiyal reflüdür. Reflü, sıklıkla özofagogastrik bileşkedeki im-

matüriteye bağlıdır ve çoğu hastada reflüye hiyatal herni eşlik etmez. Floroskopik incelemede baryum, aspirasyon şüphesi olan olgularda suda erir iyotlu kontrast maddeler kullanılarak reflü gösterilebilir. Bu yaş grubunda sık karşılaşılan diğer kusma nedeni hipertrofik pilor stenozudur. Stenozda projektıl tarzda safrasız kusma, fizik muayenede hipertrofik kasa bağlı zeytin “olive” saptanabilir. Klinik olarak pilor stenozundan şüphelenen hastalarda ilk tercih US olmalıdır. US’de hipertrofik pilor kasının kalınlığı, kanalın uzunluğu ve transvers düzlemde çapı ölçülür. US ile arada kalınan olgularda ya da stenoz- pilorospazm yönünden karar verilemeyen seçilmiş olgularda floroskopik inceleme yapılabilir.

Yenidoğan döneminden iki aya kadar safralı kusma saptanan hastalarda, ortak safra kanalının duodenuma açılma yerinin distalinde obstrüksiyondan şüphelenmek gerekir. Obstrüksiyon midgut volvulus veya atreziye bağlı olabilir. Duodenal atrezi veya ileri derecede duodenal stenozu olan bebekler hayatın ilk gününde bulgu verirler. Duodenal atrezi/stenozla bağlı düz karın grafilerinde çift kabarcık “double bubble” saptanması tanı için değerli bir bulgudur. Düz karın grafilerinde duodenal obstrüksiyon saptanması halinde çoğunlukla başka inceleme yapmaya gerek yoktur. Ancak bazı olgularda üst gastrointestinal sistemin kontrastlı incelemesi gerekebilir. Midgut volvulus, bağırsak segmentlerinin anormal rotasyon ve fiksasyonuna bağlı gelişimsel anomalidir. Bağırsak segmentlerinde anormal fiksasyona bağlı volvulus, süperior mezenterik arter ve venin dallarında, lenfatiklerde obstrüksiyon oluşabilir. Midgut volvulus şüphesi olan olgularda ilk yapılması gereken radyolojik inceleme üst gastrointestinal sistemin kontrastlı incelemesi olmalıdır. Duodenojejunal bileşkenin anatomisini en iyi gösteren görüntüleme yöntemidir. Ayrıca süperior mezenterik arter ile venin anatomik ilişkisini değerlendirmek için US incelemesi yapılabilir. Atrezi, distal ileal düzeyde veya kolonik düzeyde de olabilir. Bu durumda ilk olarak “kullanılmamış kolon” bulgusunu değerlendirmek açısından kontrastlı kolon tetkiki yapılmalıdır.

İki ay ile iki yaş arasında safrasız kusmanın yine en sık nedeni gastroözofajiyal reflüdür. Ancak idrar yolu enfeksiyonu gibi gastrointestinal sistem dışı nedenlere de bağlı olabilir. Bu yaş grubunda safralı kusma ise malrotasyon, ince barsak obstrüksiyonları veya invajinasyona bağlı olabilir. İki yaş üzerinde kusmanın sebepleri arasında yine malrotasyon, invajinasyon yer almakla birlikte, kusma sıklıkla gastrointestinal obstrüksiyonlarına bağlı değildir.

Kabızlık

Kabızlık şikayeti bulunan çocuklarda hikaye oldukça önemlidir. Mekonyumunu doğumu takiben 48 saatten sonra çıkararak ve doğumdan itibaren kabızlığı bulunan çocuklarda ilk olarak konjenital megakolon (Hirschsprung hastalığı) düşünülmelidir. Tuvalet eğitimi başladıktan sonra geç ortaya çıkan kabızlıkta ise öncelikle fonksiyonel anormallikler düşünülebilir. Fonksiyonel kabızlığı bulunan çocukların düz karın grafilerinde sıklıkla gayta partikülleri ile dolu dilate rektum ve sigmoid kolon izlenir. Baryumlu kolon tetkiki, fonksiyonel ve agangliyonik segmente bağlı kabızlığın ayırımında ilk tercih edilecek yöntemdir. Fonksiyonel kabızlıkta, geçiş zonu göstermeyen normalden geniş rektum ve sigmoid kolon segmentleri, postevaküasyon grafilerinde kontrast maddenin yetersiz boşaltımı saptanır. Konjenital megakolonunda ise inceleme sırasında agangliyonik segmentle gangliyonik segment arasında geçiş zonu saptanır. Postevaküasyon grafilerinde yetersiz boşaltım vardır. Konjenital megakolonun radyolojik bulguları doğumu takiben ilk 1 ayda klasik bulguları göstermeyebilir. Bu dönemde tetkik yapılmış ve bulgular normalse, ancak hastanın semptomları devam ediyorsa kolon tetkikinin tekrarı ve şüpheli olgularda biyopsi yapılması gereklidir.

Abdominal Ağrı

Abdominal ağrı, çocuklarda en sık izlenen şikayet olup akut veya kronik olabilir. Akut ağrı konjenital veya edinsel, abdominal veya abdomen dışı birçok nedene bağlı olarak, yenidoğan döneminden itibaren her yaşta görülebilir. Yenidoğan döneminde en sık saptanan akut nedenler intestinal obstrüksiyon, malrotasyon ve nekrotizan enterokolittir. Daha ileri yaşlarda invajinasyon, akut apandisit, inkarsere herni gibi cerrahi tedavi gerektiren durumlar veya gastrointestinal sistem dışında, over torsiyonu, biliyer ve üriner sistem taşları gibi diğer organ ve sistemleri ilgilendiren durumlara bağlı olarak da görülebilir. Ağrının ekstraabdominal sebepleri arasında pnömoni, plevral efüzyon, orak hücreli anemi, Henoch-Schönlein purpurası gibi hastalıklar sayılabilir. Ağrının birçok hastalığa bağlı olarak görülmesi, tanı koymada tek başına klinik ve fizik muayenenin yetersiz kalmasına neden olabilir. Bu noktada ağrının gastroenterit gibi medikal tedavi gerektiren sebeplere mi yoksa cerrahi tedavi gerektiren durumlara mı bağlı olduğunun saptanmasında radyolojik incelemeler oldukça değerlidir. Tercih edilecek ilk radyolojik yöntem düz karın radyografileri ve US olmalıdır. Düz karın radyografileri, yenidoğanlarda

nekrotizan enterokolit tanısında yardımcıdır. Nekrotizan eneterokolitin düz karın radyografindeki radyolojik bulguları; bağırsak duvarında gaz görünümü “pnömatozis intestinalis” ve/veya portal ven ve dallarında hava görülmesidir. Perforasyon şüphesi olan olgularda ayakta direk batın grafisi veya sol yan dekübitis grafisi elde olunmalıdır. Kontrastlı gastrointestinal floroskopik incelemeler intestinal obstrüksiyon düşünüldüğünde kullanılabilir. BT, obezite, gaz distansiyonu gibi nedenlere bağlı US'nin yetersiz kaldığı durumlarda tercih edilebilir. MRG'nin akut abdominal ağrıda fazla yeri olmamakla birlikte, biliyer veya pankreatik kanal anomalilerinde, kompleks genital sistem anomalilerinde US'nin tamamlayıcısı olarak tercih edilebilir.

Sıklıkla karşılaşılan, cerrahi tedavi gerektiren patolojilere ve radyolojik bulgularına kısaca değinecek olursak; inkarsere herni tanısı klinik olarak kolaylıkla birliktedir, düz karın grafilerinde inguinal kanal ve skrotum gibi lokalizasyonlarda gaz saptanması veya bağırsak obstrüksiyonuna bağlı bulguların görülmesi tanıya yardımcıdır. İnvajinasyon, proksimal bağırsak segmentlerinin distal bağırsak segmentleri içine geçmesi sonucu obstrüksiyon ve iskemi oluşmasıdır. Sıklıkla altı ay, beş yaş arasında, kolik tarzda akut-tekerrürleyen ağrıya ve ilerleyen aşamalarda, intestinal obstrüksiyon, kanlı diyare, safralı kusmaya neden olur. İnvajinasyon, idiyopatik olabileceği gibi Meckel divertikülü, polip, duplikasyon kisti, lenfoma gibi tetikleyici unsurların varlığıyla da gelişebilir. İnvajinasyona bağlı çilek renkli dışkılama, karın ağrısı ve ele gelen kitle şeklindeki klasik semptom ve bulgular olguların yaklaşık 1/4'ünde saptanmaktadır. Bu nedenle invajinasyonun tanısının konmasında ve dışlanmasında görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulur. İnvajinasyon şüphesi olan olgularda ilk olarak düz karın grafisi ve sonrasında US tetkiki yapılmalıdır. Düz karın grafisinde, abdomen sağ yarısında gaz azlığı, çekum ve sağ kolon segmentlerinin izlenememesi, invajinasyonun neden olduğu kitle imajı ve ince barsak segmentlerinde obstrüksiyon bulguları görülebilir. Ancak grafiler tamamen normal de olabilir. US'de içiçe geçmiş bağırsak segmentlerinin görülmesi invajinasyon tanısı koydurur. İnvajinasyon tanısı alan hastalarda floroskopi altında hava veya suda çözünen kontrast madde veya US kılavuzluğunda serum fizyolojik ile redüksiyon denemekte ve invajinasyonun redükte olması halinde laparotomiye gerek kalmamaktadır.

Akut apandisit, çocuklarda cerrahi müdahalenin en sık nedenidir. Tanısındaki gecikme, perforasyona ve komplikasyonlara bağlı morbiditeyi arttırabilir. Çoğu apandisit tanısı klinik bulgular ve fizik muayene ile konabilirken, bul-

guların nonspesifik olduğu çocuklarda sıklıkla radyolojik incelemelere ihtiyaç duyulur. Düz karın grafilerinde sağ alt kadranda hava-sıvı seviyesi içeren bağırsak segmenti ve/veya serbest sıvıya bağlı properitoneal yağ dokunun kolon segmentlerinden uzaklaşması, appendikolit, sağa konkavite gösteren skolyoz saptanabilir. Apendisit tanısında primer inceleme yöntemi US'dir. US'nin yapan kişinin tecrübesine bağlı olması, obezite veya gaz gibi sınırları daraltıcı durumlarda yetersiz kalabilmesi önemli kısıtlamalarıdır. Çocuklarda akut apandisit şüphesi olan olgularda iyonizan radyasyon içermesi nedeniyle BT çok sınırlı olguda kullanılabilir.

Abdominal ağrının diğer nedenlerinden birisi üriner koliktir. Üriner sistem taşlarının saptanmasında düz karın grafileri, US ve BT kullanılabilir. Düz karın grafileri, opak olmayan taşları göstermede yetersizdir. US, taşların saptanmasında, lokalizasyonlarının belirlenmesinde ve takiplerinde sıklıkla başvurulan yöntemdir. US, taşa bağlı akut obstrüksiyonlarda topalayıcı sistemde yeterince dilatasyon olmamasına veya gaz distansiyonu/obezite gibi sebeplere bağlı yetersiz kalabilir. Bu durumda kontrast madde verilmeden, daha düşük radyasyon dozu içeren taş protokolünde BT incelemesi yapılabilir.

Abdominal Travma

Künt abdominal travmalarda düz karın grafileri serbest sıvı, hava ve kırıkları saptamada yardımcıdır. US, hemoperitonyumun, visseral organ yaralanmalarının saptanması için en sık kullanılan ve ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. US ile visseral organ yaralanmalarının tamamı saptanamasa da hastaların US ile hızlı bir şekilde, yatak başında değerlendirilebilmesi US'nin avantajıdır. Yüksek dereceli yaralanmalarda, karaciğer enzimlerinde yükselme, hematüri varlığında BT endikasyonu bulunmaktadır. BT, travmaya bağlı organ ve kemik yapılarıdaki patolojileri saptamada, lokalize etmede ve derecelendirmede primer rol oynar. BT'ye bağlı olarak günümüzde visseral yaralanmaların çoğu medikal olarak takip edilebilir hale gelmiş ve eksploratuar laparotomi sayılarında belirgin azalma saptanmıştır.

Gastrointestinal Kanama

Gastrointestinal sistem (GİS) patolojilerine kanama eşlik edebilir. Kanamanın şekli, miktarı, hemodinamik olarak instabiliteye yol açıp açmaması önemlidir. Üst GİS kaynaklı kanamalar hematemez tarzında iken alt GİS kaynaklı kanamalar hematokezya şeklinde parlak ve/veya vişne çürüğü rengindedir.

Melena hem üst hem de alt GİS kaynaklı olabilir. Kanamanın nedeni araştırılırken öyküde epistaksis, kullanılan ilaçlar sorgulanmalı, rektal kanama şüphesi olan çocuklarda kanamanın gastrointestinal veya genitoüriner sistem kaynaklı bir kanama olup olmadığı ayırt edilmelidir. Yenidoğan döneminde üst GİS kanamasının sebepleri arasında hematolojik hastalıklar, gastrit, stres ülseri, alt GİS kanama sebepleri arasında nekrotizan enterokolit, volvulus sayılabilir. İnfantlarda özofajit, gastrit üst GİS, anal fissür, süt alerjisi, invajinasyon ise alt GİS kanama nedenleri arasındadır. Daha büyük çocuklarda üst GİS kanama nedenleri arasında peptik ülser, varis, alt GİS kanama nedenleri arasında Meckel divertikülü, polipler, travma, inflamatuvar bağırsak hastalıkları, invajinasyon, Henoch Schönlein purpurası, vasküler malformasyonlar, hemoroid sayılabilir. Kanamanın nedeninin ortaya konulmasında görüntüleme yöntemlerine sıklıkla başvurulur. Yenidoğan döneminde nekrotizan enterokolite bağlı kanamalarda düz karın grafileri değerlidir. US, bağırsak segmentlerindeki dilatasyonu, duvar kalınlıklarını, interloop serbest sıvıyı göstermede değerlidir. Peptik ülserle bağlı melena tarzında kanaması olan çocuklarda ve inflamatuvar bağırsak hastalığından şüphe edilenlerde endoskopi ve/veya baryumlu üst gastrointestinal sistem incelemesi yapılabilir. İnfamatuvar bağırsak hastalıklarında sekiz yaş üstü hastalarda MR enterografi tercih edilebilir. Meckel divertikülünden şüphe edilen olgularda sintigrafi yapılabilir. Polipe yönelik endoskopi/kolonoskopi ve/veya baryumlu ince bağırsak-kolon tetkikleri yapılabilir.

Anal-rektal malformasyonlar

Geçmişte imperfore anüsü değerlendirmek için invertogramlar kullanılmakta iken günümüzde pron pozisyonda lateral grafiler kullanılmaktadır. MRG; anal kanal, rektum ve levatör kasının operasyon öncesi değerlendirilmesinde ve operasyon sonrasında hastaların takiplerde kullanılmaktadır. MRG, anorektal malformasyonlara eşlik edebilecek renal ve vertebral anomalilerin gösterilmesinde de yararlıdır.

Abdominal Kitleler

Abdominal yer kaplayan lezyonların değerlendirilmesinde hastanın yaşı, semptomları ve lezyonun lokalizasyonu ayırıcı tanıda önemlidir. Çocuklarda abdominal kitlelere bağlı herhangi bir semptom olmayabilir veya sarılık, diyare gibi nonspesifik semptomlar bulunabilir. Ancak nonspesifik olarak düşünülen sarılık, koledok kistine, diyare nöroblastoma bağlı katekolamin

sekresyonuna bağlı olarak da görülebilir. Fizik muayenede palpasyon bulgusu olması yol göstericidir. Örneğin yenidoğanda, abdominal kitle palpe edildiğinde öncelikle hidronefroz, multikistik böbrek, sağ üst kadran kitlesi palpe edildiğinde hepatoblastom düşünülebilir. Semptomların çoğu nonspesifik olsa da fizik muayene ile birlikte tanıya yönelik değerlendirmelerde önemlidir. Bu yüzden hastaların semptomlarının, fizik muayene, laboratuvar ve radyolojik bulguları ile birlikte değerlendirilmesi gerekir. Yenidoğan döneminde saptanan abdominal ve pelvik kitlelerin büyük kısmı, genitoüriner sistemden köken almaktadır. Bunlar hidronefroz ve multikistik displastik böbrek, ovaryan kistler ve hidrometrokolpostur. Yenidoğanlarda genitoüriner sistem dışında nöroblastom, sakrokoksigeal teratom saptanabilir. Günümüzde antenatal takipler sayesinde abdominal ve pelvik yer kaplayan lezyonların önemli bir kısmı neonatal olarak bilinmektedir. Bir aydan iki yaşa kadar üriner sistem ile ilişkili Wilms tümörü, hidronefroz, retroperitoneal böbrek dışı adrenal hemoraji, nöroblastom saptanabilir. Bu yaş grubunda gastrointestinal sistem ile ilişkili olarak sıklıkla invajinasyon görülür. İki yaşından büyük çocuklarda, kitlelerin ayırıcı tanısında nöroblastom ve Wilms tümörü dışında, travmatik lezyonlar, inflamatuvar patolojiler (perfore apandisit gibi), hepatik lezyonlar, lenfoproliferatif hastalıklar yer almaktadır. Abdominal kitle şüphesi bulunan çocuklarda öncelikle düz karın grafileri elde edilmelidir. Grafilerde kitle, kitle etkisine bağlı bağırsaklarda ve organlarda bası, kalsifikasyon araştırılmalıdır. Nöroblastomlara bağlı adrenal lojlerde veya paravertebral sahalarda punktat kalsifikasyonlar izlenebilir. Adrenal lojlerde hemorajiye bağlı kaba kalsifikasyonlar saptanabilir. Pelvik bölgede dermoid ve teratomlara bağlı dişe benzer kalsifikasyonlar görülebilir. Karın radyografilerinden sonra ilk tercih US'dir. US ile kitlenin lokalizasyonu, iç yapısı, uzanımı, kanlanması değerlendirilebilir. Büyük lezyonların orjinine karar vermede US'de zorluk yaşanan vakalarda ve lezyonun uzanımının saptanmasında kesitsel inceleme yöntemleri, MRG ve BT kullanılabilir. Bu yöntemler lezyonların orjinlerini, iç yapılarını, çevre dokular ile ilişkilerini, uzanımlarını, varsa uzak metastazlarını saptamada, tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde önemlidir. Abdominal kitlelerde MRG, yumuşak doku rezolüsyonunun daha iyi olması, iyonizan radyasyon içermemesi nedeniyle ilk tercih edilmesi gereken yöntem olmalıdır.

Sonuç olarak; öykü ve fizik muayeninin zor olduğu çocuk yaş grubu hastalarda, tanının konulmasında, tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde ve hastaların takiplerinde radyolojik yöntemler önemli yer tutar. Radyolojik yöntemlerin endikasyonlarının, avantaj ve dezavantajlarının iyi bilinmesi, tanının

konulmasında yaşanabilecek olası zaman ve maddi kayıpları en aza indirerek, hızlı ve etkin bir şekilde hastanın tanısının konulmasında ve tedavisinin başlanmasında temel rol oynar.

Kaynaklar

1. Ang A, Chong NK, Daneman A. Pediatric Emergency Care 2001; 17:334-340.
2. Anupindi S, Jaramillo D. Pediatric magnetic resonance imaging techniques. Magn Reson Imaging Clin N Am 2002;10:189-207.
3. Baldisserotto M, Marchiori E. Accuracy of Noncompressive sonography of children with appendicitis according to the potential positions of the appendix. AJR Am J Roentgenol 2000;175:1387-1392.
4. Bombelburg T, Von Lengerke HJ. Sonographic findings in infants with suspected necrotizing enterocolitis. European J Radiol 1992;15:149-153.
5. Buonomo C. The radiology of necrotizing enterocolitis. Radiol Clin North Am 1999; 37:1187-1198.
6. Coley BD, Mutabagani KH, Martin LC, et al. Focused abdominal sonography for trauma (FAST) in children with blunt abdominal trauma. J Trauma 2000; 48: 902-906.
7. Couture A, Baud C, Ferran JL, et al. Gastrointestinal tract sonography in fetuses and children. 1st edn. Springer-Verlag, Heidelberg Berlin New York 2008.
8. Daneman A, Alton DJ, Lobo E, et al. Patterns of recurrence of intussusception in children: a 17-year review. Pediatr Radiol 1998; 28: 913-919.
9. Daneman A, Navarro O. Intussusception Part 1: A review of diagnostic approaches. Pediatr Radiol 2003; 33: 79-85.
10. Daneman A, Navarro O. Intussusception Part 2: An update on the evolution of management. Pediatr Radiol 2004; 34: 97-108.
11. Daneman A, Navarro O. Intussusception: the debate endures. Pediatr Radiol 2005; 35: 95-96.
12. Del-Pozo G, Abillos JC, Tejedor D. Intussusception: US findings with pathologic correlation the crescent-in-doughnut sign. Radiology 1996; 199: 688-692.
13. Elsayes KM, Menias CO, Harvin HJ, et al. Imaging manifestations of Meckel's diverticulum. AJR Am J Roentgenol 2007; 189: 81-88.
14. Fotter R, Sorantin E. Diagnostic imaging in necrotizing enterocolitis. Acta Pediatr Supp 1994; 396: 41-44.
15. Frush DP, Frush KS, Oldham KT. Imaging of acute appendicitis in children: EU versus US or US versus CT? A North American perspective. Pediatr Radiol 2009; 39: 500-505.

16. Grattan-Smith JD, Perez-Bayfield MR, Jones RA, et al. MR imaging of kidneys: functional evaluation using F-15 perfusion imaging. *Pediatr Radiol* 2003; 33: 293–304.
17. Haller JO, Cohen HL. Hypertrophic pyloric stenosis: sonographic evaluation. *Radiology* 1986; 161: 335–339.
18. Hoberman A, Charron M, Hickey RW, et al. Imaging studies after a first febrile urinary tract infection in young children. *N Engl J Med* 2003; 348: 195–202.
19. Holmes JF, Brant WE, Bond WF, et al. Emergency department ultrasonography in the evaluation of hypotensive and normotensive children with blunt abdominal trauma. *J Pediatr Surg* 2001; 36: 968–973.
20. Holmes JF, Gladman A, Chang CH. Performance of abdominal ultrasonography in pediatric blunt trauma patients: a meta-analysis. *J Pediatr Surg* 2007; 42: 588–594.
21. Kosloske AM, Love CL, Rohrer JE, et al. The diagnosis of appendicitis in children: outcomes of a strategy based on pediatric surgical evaluation. *Pediatrics* 2004; 113: 29–34.
22. Levy AD, Hobbs CM. From the archives of the AFIP. Meckel diverticulum: radiologic features with pathologic correlation *Radiographics* 2004; 24: 565–587.
23. McDermott VGM. Childhood intussusception and approaches to treatment: A historical review. *Pediatr Radiol* 1994; 24: 153–155.
24. McKenney KL, Nuñez DB Jr, McKenney MG, et al. Sonography as the primary screening technique for blunt abdominal trauma: experience with 899 patients. *AJR* 1998; 170: 979–985.
25. Meradji M, Hussain SM, Robben SG, et al. Plain film diagnosis in intussusception. *Br J Radiol* 1994; 67: 147–149.
26. Meyer JS, Harty MP, Khademian Z. Imaging of neuroblastoma and Wilms' tumor. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2002; 10: 275–302.
27. Park NH, Park SI, Park CS, et al. Ultrasonographic findings of small bowel intussusception, focusing on differentiation from ileocolic intussusception. *Br J Radiol* 2007; 80: 798–802.
28. Partrick DA, Bensard DD, Moore EE, et al. Ultrasound is an effective triage tool to evaluate blunt abdominal trauma in the pediatric population. *J Trauma* 1998; 45: 57–63.
29. Poletti PA, Kinkel K, Vermeulen B, et al. Blunt abdominal trauma: should US be used to detect both free fluid and organ injuries. *Radiology* 2003; 227: 97–103.
30. Poortman P, Lohle PN, Schoemaker CMC, et al. Comparison of CT and sonography in the diagnosis of acute appendicitis: a blinded prospective study. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 181: 1355–1359.
31. Riccabona M, Fotter R. Reorientation and future trends in paediatric uro-radiology. Minutes of a symposium held in Graz. *Pediatr Radiol*. 2004; 34: 295–301.

32. Richards JR, Knopf NA, Wong L, et al. Blunt abdominal trauma in children: evaluation at emergency US. *Radiology* 2002; 222: 749-754.
33. Sargent MA, Babyn P, Alton DJ. Plain abdominal radiography in suspected intussusception: A reassessment. *Pediatr Radiol* 1994; 24: 17-20.
34. Shanbhogue RL, Hussain SM, Meradji M, et al. Ultrasonography is accurate enough for the diagnosis of intussusception. *J Pediatr Surg* 1994; 29: 324-327.
35. Sivit CJ. Imaging the child with right lower quadrant pain and suspected appendicitis: current concepts. *Pediatr Radiol* 2004; 34: 447-453.
36. Thurley PD, Halliday KE, Somers JM, et al. Radiological features of Meckel's diverticulum and its complications. *Clin Radiol* 2009; 64: 109-118.

GENİTOÜRİNER SİSTEM RADYOLOJİSİNE YAKLAŞIM

Dr. Sinan Balcı*, **Dr. Mithat Haliloğlu ****

Pediyatrik ürogenital patolojilerin çeşitliliği ve bu bölgedeki birçok farklı hastalığın benzer klinik hikaye ve semptomla kendini göstermesi, ayırıcı tanıda radyolojik incelemelerin önemini arttırmaktadır. Radyolojik incelemeler idrar yolu enfeksiyonu gibi klinik durumlarda sadece komplikasyonların gösterilmesi ya da eşlik eden başka patolojilerin dışlanması ile sınırlı rol üstlenirken; akut skrotumda tanının konması ve tedavinin yönlendirilmesinde temel bir konudur. Son yıllarda manyetik rezonans (MR) ürografi gibi yeni ve özellikle iyonize radyasyon içermeyen görüntüleme tekniklerinin rutin klinik kullanıma girmesiyle beraber radyoloji, pediyatrik ürogenital sistem hastalıklarının değerlendirilmesinde daha merkezi bir konuma yükselmiştir.

Direkt karın radyografisi, düşük hassasiyet ve özgülüğe sahip bir görüntüleme yöntemi olmakla beraber özellikle acile başvuran vakalarda hala önemini korumaktadır. Direkt karın radyografisinin sınırlı endikasyonları: üriner taş hastalığında taşın gösterilmesi ve intestinal obstrüksiyon, gastroenterit gibi ürogenital sistem hastalıklarıyla benzer semptomlara yol açan diğer bazı patolojilerin değerlendirilmesidir. Bağırsak segmentlerinin gaz dağılımının incelenmesi, intestinal obstrüksiyonun tanınmasının yanı sıra bağırsak segmentlerinde yer değiştirmeye neden olan karında büyük kitleler konusunda yönlendirici olabilir. Üriner sistemde taş araştırılması durumunda karın grafisi yatarak elde olunmalıdır. İntestinal obstrüksiyon öncelikli klinik tanı ise ayakta elde olunacak direk karın grafisi çok düzeyli hava-sıvı seviyelerinin varlığını ve mekanik bir obstrüksiyon mevcutsa distale gaz geçişinin yokluğunu gösterir. Ancak direk karın grafisinde hava-sıvı seviyelerinin olmayışı intestinal obstrüksiyon varlığını dışlayamaz.

Ultrasonografi (US), pediyatrik üroradyolojide çoğunlukla ilk seçenek olan görüntüleme yöntemidir. Gerektiğinde portabl şartlarda yapılabilmesi, iyonize

* Uzman Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

** Profesör Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Radyolojisi Bilim Dalı

radyasyon içermemesi, gerçek zamanlı görüntüleme yeteneği ve girişimsel işlemlere kolaylıkla kılavuzluk edebilmesi US tetkikinin önemini arttırmaktadır. Ayrıca erişkinlere göre pediatrik yaş grubunda obezitenin ve aşırı intraabdominal yağ dokusunun daha az oranda görülmesi, çocuklarda US incelemesini kolaylaştırmakta ve tanısal kalitesini arttırmaktadır. Standart bir US incelemesi ile böbrekler, mesane, erkek çocuklarda skrotum ve kız çocuklarda iç genital organlar yüksek oranlarda değerlendirilebilmektedir. US incelemesi sırasında Doppler modunun kullanımıyla beraber incelenen parankimal organların kanlanması hakkında yoruma gitmek de mümkündür. Son yıllarda doku harmonik görüntüleme, birleşik (compound) görüntüleme ve elastografi gibi yeni ve yardımcı tekniklerin de kullanıma girmesiyle US'nin pediatrik ürogenital sistem görüntülemesindeki merkezi konumu daha da güçlenmiştir.

İntravenöz piyelografi (İVP), daha önceleri böbrek parankimal ve toplayıcı sistem hastalıkları ve ürolitiazis varlığının araştırılmasında yaygın kullanılan bir tetkik iken günümüzde kesitsel görüntüleme yöntemlerinin rutin kullanıma girmesiyle hemen hemen hiç kullanılmamaktadır. İVP, ancak kesitsel görüntüleme yöntemlerine ulaşımın mümkün olmadığı durumlarda alternatif bir tetkik olarak yerini korumaktadır.

Pediatrik üroradyolojide floroskopik tetkiklerin büyük çoğunluğunu voiding sistoüretrografi (VSUG) oluşturmaktadır. Pediatrik VSUG tetkiklerinin major endikasyonu ise vezikoüreteral reflü (VUR) varlığının araştırılmasıdır. VSUG, VUR varlığının yanı sıra mesanenin kapasitesi ve konturları, üretral patolojiler hakkında da ek bilgiler vermektedir. Yöntemin en büyük dezavantajı ise iyonize radyasyon içermesidir. Tetkik sırasında gonadların da doz alması kaçınılmaz olmakla birlikte dijital radyoloji uygulamalarıyla birlikte floroskopide önemli ölçüde doz azaltımına gidilmiştir.

Bilgisayarlı tomografi (BT) ve beraberinde elde olunabilen BT ürografi, erişkinlerde ürogenital sistem radyolojisinde en üstün ve sorun çözücü teknik olarak kabul edilmektedir. Ancak yüksek miktarda iyonize radyasyon içeren bir tetkik olması, pediatrik yaş grubunda erişkinlerde kullanıldığı ölçüde yaygın kullanılmasının önündeki başlıca engeldir. Ayrıca pediatrik hastaların daha küçük vücut ölçüleri ve daha az intraabdominal yağ dokusuna sahip olmaları BT tetkikinin patolojileri optimum saptayabilmesini önlemektedir. Pediatrik ürogenital sistemde BT'nin öncü kullanım alanı çoklu travma varlığı ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) cihazının olmadığı durumlarda sınırlıdır. BT tetkikinin kullanılmasından kaçınılamayan durumlarda çekim protokolleri, kullanılacak kontrast madde miktarı ön tanıya, hasta yaşı ve kilosuna göre ayarlanmalıdır.

Manyetik rezonans görüntüleme, iyonize radyasyon içermemesi ve mükemmel yumuşak doku kontrast rezolüsyonuna sahip olması nedeniyle pediatrik üroradyolojide giderek daha fazla tercih edilen bir görüntüleme yöntemi haline gelmiştir. Ürogenital anatomiye yüksek başarıyla ortaya koyabilmesinin yanında MR ürografi gibi yöntemlerin de eklenmesiyle ürogenital sistem fonksiyonuna dair ek bilgiler de sağlayabilmektedir. Başlıca dezavantajları kloströfobik hastalardaki tolerasyon yetersizliği, küçük çocuklarda tetkik için sedasyon veya genel anestezi gereksinimi ve uzun tetkik süreleridir.

Çocuklarda sık görülen ürogenital sorunların radyolojik algoritmasından söz edilecektir.

İdrar Yolu Enfeksiyonu

İdrar yolu enfeksiyonları, çocukluk çağının en sık görülen genitoüriner patolojisi olup daha çok kızlarda görülür. Erkek çocuklarda ve yeni doğan döneminde görülmesi durumunda altta yatan veya eşlik eden ek genitoüriner patolojilerin görülmesi olasılığı artmaktadır. Özellikle 3-7 yaş arası kız çocuklarda 38.5 derecenin altında ateş varlığında ve 7 yaşın üzerindeki kız çocukların tamamında görüntüleme yöntemlerine başvurulmaksızın takip ve tedavi önerilmektedir (Tablo I).

Tablo I. Çocukluk çağı ilk ateşli idrar yolu enfeksiyonunda dört farklı kılavuzun görüntüleme önerileri

Kılavuz	Ultrason	VSUG	Geç Dönemde DMSA	
NICE	<6 ay	Evet	Pozitif US ve/veya atipik İYE	Atipik İYE*
	>6 ay	Atipik İYE*	Risk faktörleri varsa**	Atipik İYE*
TDA	Hayır	Pozitif DMSA	Pozitif akut DMSA	
AAP	Evet	Pozitif US	Hayır	
ISPN	Evet	Pozitif US ve/veya risk faktörleri varsa***	Pozitif US ve/veya VUR	

* ağır hasta, idrar çıkışı az, karında kitle, kreatinin yüksek, 48 saatte tedaviye yantısız, E. coli dışında etken

** US'de dilatasyon, idrar çıkışı az, ailede VUR

*** Anormal prenatal US, ailede VUR, septisemi, böbrek yetmezliği, < 6 ay erkek çocuğu, uyumsuz aile, mesane boşalması bozuk, 48 saatte tedaviye yantısız, E. coli dışında etken

NICE: National Institute for Health and Care Excellence, TDA: Top-down approach, AAP: American Academy of Paediatrics, ISPN: Italian Society of Paediatric Nephrology.

İdrar yolu enfeksiyonu, klinik bir tanı olup görüntüleme yöntemlerinin yeri ayırıcı tanıya yardımcı olmak ve olası komplikasyonları ortaya koymakla sınırlıdır. Eşlik eden akut piyelonefrit, renal apse, hidronefroz-piyonefroz, üriner taş varlığının dışlanması için tercih edilmesi gereken görüntüleme yöntemi ultrasonografidir. US, kronik enfeksiyonlar sonrası kontur düzensizliği ve parankim eko paterninde heterojeniteye yol açan renal skarları, VUR veya idrar yollarında obstrüksiyona ikincil gelişen hidronefrozu, genitoüriner sistemdeki anatomik varyasyonları yüksek doğruluk oranıyla ortaya koymaktadır, ancak VUR varlığının dışlanması konusunda yeterince güvenilir ve etkin değildir. Akut piyelonefrit veya tekrarlayan üst üriner sistem enfeksiyonu hikayesi mevcut ise, tanı anında ve takiplerde radyolojik yöntemlerin yanı sıra DMSA sintigrafisi böbrek parankim hasarını göstermesi açısından tercih edilebilir.

Özellikle tekrarlayan idrar yolu enfeksiyonlarında eşlik eden idrar yolları anomalilerini ortaya koymak ve ürogenital sistem anatomisini detaylı olarak göstermek amacıyla ileri kesitsel görüntüleme yöntemlerinden BT ürografi veya MR ürografi tercih edilmelidir. BT ürografi, ürogenital anatomiye ve patolojilerini yüksek başarıyla gösterebilmektedir. Ancak standart BT ürografi protokolünde birkaç fazda görüntü alınması tekrarlayan radyasyon maruziyetine sebep olmaktadır, bu nedenle pediatrik yaş grubunda öncelikli olarak tercih edilmemelidir. MR ürografi, iyonize radyasyon içermemesi ve yüksek yumuşak doku kontrast rezolüsyonu gibi avantajlara sahiptir. Ancak bunun yanında uzun tetkik süresi, tetkiki tolere edemeyen veya duramayan çocuklar ve infantlar için anestezinin gerekliliği gibi dezavantajları mevcuttur. Rutin klinik pratikte MR ürografi, iyonize radyasyona maruziyeti istenmeyen ve diğer görüntüleme yöntemleriyle bulguları net olarak tanımlanamayan hastalarda problem çözücü tetkik olarak kullanılmaktadır.

Hematüri

Hematüri araştırılması, makroskopik – mikroskopik hematüri ayrımı ve alta yatan nedenlerin ayırıcı tanısı büyük ölçüde klinik ve laboratuvar bulgulara dayanmaktadır. Hematürinin klinik ayırıcı tanı listesi oldukça geniş olup glomerüller, renal tübüller, toplayıcı sistem, ureter, mesane ve uretradan kaynaklanabilen birçok patolojiyi kapsamaktadır. Özellikle persistan mikroskopik hematüri gibi durumlarda böbrek biyopsisi ile patolojik tanıya gidilmesi gerekebilmektedir. Radyolojik incelemeler özellikle glomerüler kaynaklı olmadığı düşünülen hematüri nedenlerinin aydınlatılmasında yardımcı olmaktadır.

Hematüri nedenlerinin çeşitliliği yanında hematüri etyolojisinin erişkinlerdekinden tamamen farklı spektrumda olması pediatrik hematürinin ayırıcı tanısında farklı görüntüleme algoritmalarına başvurulmasını gerektirmektedir. Çocuklarda erişkindekilerin aksine hematüri araştırılmasında mutlaka kesitsel görüntüleme yöntemlerine başvurulması ve daha agresif radyolojik yaklaşım önerilmemektedir. Hematürinin görüntüleme ile araştırılmasında ilk tercih yöntem olan US tetkikinin normal olması durumunda ileri görüntüleme yöntemlerine başvurulması gerekmemektedir. Bunun istisnası klinik olarak altta yatan önemli bir patolojiden şüphelenilmesi ve US bulguları ile klinik bulgular arasında uyumsuzluk olmasıdır. Pediatrik yaş grubunda tümörler hematürinin daha nadir bir nedenini oluşturduğu için kitle araştırılmasında normal US incelemesi güvenle böbrek ve mesane kitlesi varlığını dışlamaya yetebilmektedir. Tümör saptanması halinde özellikle büyük boyutlu tümörlerde tümörün köken aldığı organın ve uzanımının, komşu anatomik yapılarla ilişkisinin ve varsa uzak metastaz ve lenfadenopati varlığının optimum değerlendirilmesi için kesitsel görüntüleme yöntemlerine başvurulabilir.

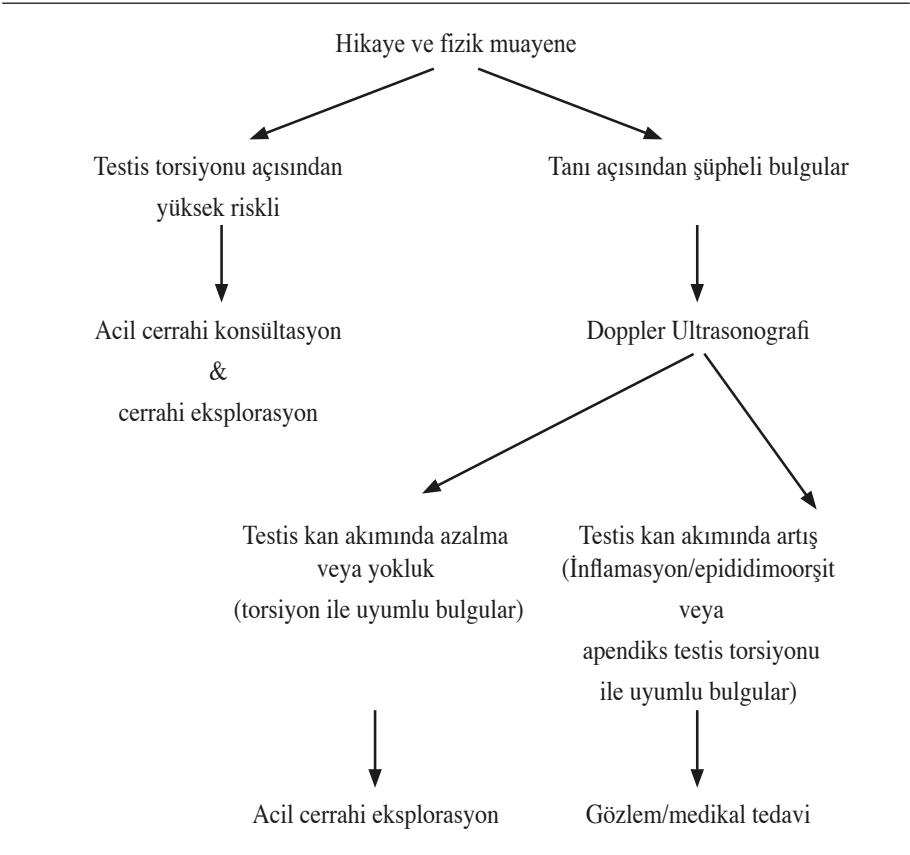
Ürolitiazis pediatrik yaş grubunda erişkinlere kıyasla daha nadir görülmektedir. İntravenöz veya oral kontrast madde verilmeden elde olunan BT tetkiki milimetrik boyutlarda olanlar da dahil olmak üzere ürogenital sistemin herhangi bir bölgesinde yerleşmiş taşların hemen tamamını gösterebilmekle birlikte çocuklarda ureter etrafındaki intraabdominal yağ dokusunun azlığı ve tetkikin riskleri taş araştırılmasında US'yi öncelikli görüntüleme haline getirmektedir. US ile hiperekoik taş, posteriorundaki akustik gölgesi ve Doppler görüntülemeye "twinkle" artefaktı gibi tipik bulguların görülmesi ile ürolitiazis tanısı konmaktadır. US tetkiki taşın oluşturduğu obstrüksiyon ve buna ikincil gelişen hidronefroz varlığını da yüksek doğrulukla ortaya koymaktadır. Erişkin popülasyonun aksine çocuklarda düşük doz kontrastsız BT'nin ürolitiazis tanısındaki yeri tartışmalı olduğundan ve iyonize radyasyon varlığından ötürü pediatrik yaş grubunda BT kullanımı klinik rutinde ve tanı algoritmasında daha geri planda bulunmalıdır. Taş ve hematüri araştırılmasında İVP tetkikinin kullanımı ise ancak US ile tanı konamayan ve BT çekilemeyen veya BT'ye erişimin olmadığı durumlarda sınırlıdır.

Akut Skrotum

Akut skrotal ağrı, klinik olarak hızlı ayırıcı tanıya gidilmesi gereken bir durum olup doğru tedavi kararının zamanında verilememesi testisin kaybıyla

sonuçlanabilir. Akut skrotuma yol açan patolojilerin epidemiyolojileri, görüldükleri yaş grupları ve semptomatolojinin süresi arasında belirgin farklılık olmaması nedeniyle ayırıcı tanıda anamnezin yardımı kısıtlıdır. Fizik muayene yönlendirici olabilmesine rağmen ayırıcı tanı, görüntüleme yöntemlerine başvurulmaksızın güçtür. Fizik muayene bulguları testis torsiyonu açısından yüksek şüphe taşıyorsa doğrudan cerrahiye gidilmesi, ayırıcı tanıda klinik şüphe mevcut ise görüntüleme yöntemlerine başvurulması önerilmektedir (Tablo II). Testislerin yüzeysel yerleşimi ve nispeten homojen parankim eko paterni, epididimi ve herniye ince barsak segmentleri gibi testise komşu normal ya da anormal anatomik yapıları yüksek hassasiyet ve özgüllükle gösterebilmesi nedeniyle akut skrotum değerlendirilmesinde radyolojik olarak US tetkiki ilk ve en önemli tercihtir.

Tablo II. Akut Skrotumda ayırıcı tanı algoritması



Akut skrotal ağrı ve genellikle eşlik eden genital ödem ile prezente olan çocuklarda altta yatan en sık neden testis torsiyonudur. Bazı serilerde akut skrotum ile gelen çocukların % 85 kadarında testis torsiyonu olduğu bildirilmiştir. Ayrıca testis torsiyonu, acil cerrahi müdahale gerektiren bir patoloji olması dolayısıyla akut skrotumda ilk dışlanması gereken patolojidir. Apendiks testis torsiyonu da daha lokalize ancak yoğun skrotal ağrıya neden olmasıyla testis torsiyonunu taklit edebilir. Ancak testis torsiyonunda % 50'lere varan oranda klinik muayene yetersiz kalmaktadır.

Renkli Doppler US incelemede, özellikle karşı taraf testisle karşılaştırıldığında akımın azaldığı veya hiç olmadığı gösterilmesi testis torsiyonu tanısını koydurur. Spermatik kordun etrafında dönmesi ve hedef tahtası gibi konsantrik halkalar şeklinde görünmesiyle tanınabilen '*girdap*' bulgusu da testis torsiyonunu destekleyici bulgudur. Gri skala incelemede testis parankiminin heterojen eko paternde izlenmesi ise torsiyonun daha ileri dönemlerinde izlenen bir bulgu olup testisteki değişikliklerin geri dönüşsüz olduğuna işaret eder. Torsiyon tanısında sintigrafi, US'nin alternatifi bir yöntem olarak düşünülebilir ancak iyonize radyasyon içermesi, düşük rezolüsyonu nedeniyle rutin klinikte tercih edilmemektedir.

Akut skrotal ağrının en sık diğer nedeni epididimit/epididimoorşittir. Gri skala ve renkli Doppler US, epididim ve testis parankimindeki değişiklikleri ve özellikle testis torsiyonunun aksine artmış kanlanmayı yüksek doğruluk oranıyla göstererek sıklıkla karışan epididimoorşit-torsiyon ayrımını kolaylıkla yapabilmektedir.

Testiküler travma varlığında US tetkiki ile testiküler fraktür, tunika albuginea'nın devamlılığı ve bütünlüğü, varsa intratestiküler hematoma varlığı değerlendirilebilir. Testiküler travma varlığında yardımcı tetkik olarak ikinci basamak MRG tetkikidir.

Adneksiyal Patolojiler

Çocukluk çağındaki adneksiyal patolojilerin çoğunluğunu adneksiyal torsiyon gibi aciller ya da adneksiyal kitleler oluşturmaktadır. Adneksiyal torsiyon, idiopatik olarak ortaya çıkabileceği gibi altta yatan ovaryen kitlenin bulgusu olarak da klinikte karşılaşılabılır.

Pediyatrik hastaların adneksiyal patolojilerinin incelenmesinde klinik ön tanıdan bağımsız olarak ilk tercih edilecek radyolojik yöntem ultrasonografidir.

İdrara sıkışık hastalarda mesanenin akustik pencere olarak kullanılması pelvik sonografilerde tanısal kaliteyi arttıran önemli bir faktördür. Ultrasonografi, uterus ve overlerin birbirleriyle olan anatomik ilişkisini, overlerin boyutlarını, varsa kitlenin boyutları ve belirli özelliklerini ortaya koyarak ayırıcı tanıda yardımcı olur. Doppler özelliğinin de kullanılması overlerin kanlanmasının gösterilmesi, over hacminde belirgin artış, stromal eko paternde heterojenite, foliküllerin periferite itilmiş olarak izlenmesi gibi gri skala bulgularının yanında torsiyon tanısının daha yüksek güvenilirlikle konmasını sağlar. Over torsiyonunda subakut ve kronik durumlarda özellikle altta yatan ek patoloji şüphesi mevcutsa, BT veya MR tetkikleri endikedir.

Adneksiyal kitle varlığında ultrasonografinin ardından kitlenin daha detaylı incelenmesi ve mümkünse ileri karakterizasyonunun yapılması için BT veya MR tercih edilebilir. Hastanın yaşı ve kilosuna uygun dozlarla elde olunan BT tetkiki, yağ dokusu ve kalsifikasyon varlığını göstererek ayırıcı tanıda yardımcı olur. Giderek artan oranda klinik kullanıma giren MR, yüksek kontrast rezolüsyonuyla dokular arasındaki ilişkileri, kanama ve yağ varlığını, lezyonların kontrastlanma paternlerini başarıyla ortaya koyabilmesinden ötürü problem çözücü tetkik konumundadır. Klinik olarak kompleks genital anomalilerden şüphelenildiğinde anatomiye ayrıntılı olarak görmek amacıyla öncelikli radyolojik yöntem olarak MR görüntülemenin tercih edilmesi önerilmektedir.

Puberte Prekoks

Puberte prekoks kızlarda 8, erkeklerde ise 9 yaşından önce pubertal bulguların ortaya çıkması olarak tanımlanmaktadır. Puberte prekoksun tanısının konması ve ayırıcı tanısının yapılması, erken gelişmekte olan sekonder seks karakterlerindeki ilerlemenin ve başlamış ise menstrüel siklusun durdurulması açısından önem taşımaktadır. Puberte prekoks, gonadotropin bağımlı (santral) ve gonadotropin bağımsız (periferik) olmak üzere başlıca iki grupta değerlendirilmektedir. Bu iki grup arasındaki ayırım genellikle klinik muayene bulguları, klinik takip ve laboratuvar değerlendirmesi ile mümkün olmaktadır.

Santral puberte prekoks tanısından kuşku duyulduğu zaman merkezi sinir sistemini olası patolojiler açısından değerlendirmek için görüntüleme yöntemi olarak kranyal MR seçilmelidir. Santral puberte prekoks kızlarda daha sıklıkla idyopatik olarak görülmekte olup genellikle görüntüleme ile altta yatan bir pa-

toloji bulunamamaktadır. Erkeklerde ise genelde altta yatan bir organik sebep mevcut olup bu en sıklıkla hipotalamik hamartomdur. Kranyal MR, organik patolojinin gösterilemediği olgularda dahi hipofiz bezinin boyutları, konturlarının değerlendirilmesi aracılığıyla santral puberte prekoks açısından önemli bilgiler sağlayabilmektedir.

Periferik puberte prekoks varlığında hastalar radyolojik olarak öncelikle US ile değerlendirilmelidir. Kızlarda etiyojide en sık görülen neden olan over kistleri pelvik US ile kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Yine puberte prekoks nedeni olabilen over tümörlerini basit kistlerden ayırmak için pelvik US yararlıdır. Lezyonda solid bileşen, Doppler inceleme ile kanlanan heterojen bileşenler varlığı fonksiyonel kistlerden ziyade tümöral lezyonlara işaret eder. Bunların yanında pelvik US, kızlarda internal genitelyanın morfolojisinin radyolojik değerlendirmesi için de öncelikli tercihtir: Over hacimleri, overlerde foliküllerin varlığı, sayısı ve dağılımı, uterin korpus/serviks oranı, endometriyum kalınlığı değerlendirilmelidir. Prepubertal dönemde uterus tübüler, endometriyum lineer morfolojide izlenir. Over hacmi gibi parametreler özellikle santral puberte prekoks varlığında normale göre artmıştır. Erkeklerde ise puberte prekoks sebebi olabilecek hormon salgılayan testis tümörleri de skrotal US ile değerlendirilebilir. Negatif skrotal US, intratestiküler kitle varlığını dışlamak için yeterlidir.

Adrenal kortikal tümörler, nadir görülmele birlikte kızlarda virilizasyon, erkeklerde periferik puberte prekoks nedeni olarak ortaya çıkabilir. US tetkiki özellikle büyük çocuklarda ve küçük adrenal lezyonlarda yetersiz kalmaktadır. Abdomen BT tetkiki, lezyonun adrenal kaynaklı olduğunu, bunun yanında kontrastlanma, komşu anatomik yapılara uzanım ve invazyon varlığını da ortaya koymaktadır. MR tetkiki, diğer görüntüleme yöntemleri ile tanıya gidilemeyen olgularda problem çözücü olarak kullanılmalıdır.

Sonuç

Pediyatrik ürogenital patolojilerin değerlendirilmesinde çoğu endikasyonda US incelemesi öncelikli tercih edilmesi gereken radyolojik tetkiktir. Tekrarlanabilir, portabl şartlarda gerçekleştirilebilir olması, iyonize radyasyon içermemesi US'yi pediyatrik hastalarda merkezi bir konuma getirmiştir. BT veya VSUG gibi iyonize radyasyon içeren yöntemlere gereksinim duyulduğu zaman ise

ALARA (as low as reasonably achievable) prensipleri gereğince hastaya tanısal kaliteden ödün vermeksizin olabildiğince düşük doz vererek tetkikler gerçekleştirilmelidir. MR, pahalı olması, uzun tetkik süresi, küçük çocuklarda sedasyon ve anestezi gerektirmesi nedeniyle öncelikle diğer yöntemler ile tanıya ulaşılamadığı zaman tercih edilmelidir.

Kaynaklar

1. Adamos Hadjipanayis, Zachi Grossman ve ark. Current primary care management of children aged 1–36 months with urinary tract infections in Europe: large scale survey of paediatric practice. *Arch Dis Child* 2014;0:1–7.
2. Anita Ammenti, Luigi Cataldi ve ark. Febrile urinary tract infections in young children: recommendations for the diagnosis, treatment and follow-up. *Acta Paediatrica* 2012;101:451–457
3. Berberoğlu M. Precocious puberty and normal variant puberty: definition, etiology, diagnosis and current management. *J Clin Res Pediatr Endocrinol.* 2009; 1: 164-174.
4. Borthne A, Nordshus T, Reisetter T, et al. MR urography: the future gold standard in paediatric urogenital imaging? *Pediatr Radiol* 1999; 29: 694-701.
5. Campani R, Bottinelli O, Calliada F, Coscia D. The latest in ultrasound: three-dimensional imaging. Part II. *Eur J Radiol* 1998; 272: 183-187.
6. Chung EM, Biko DM, Schroeder JW, et al. From the radiologic pathology archives: precocious puberty; radiologic - pathologic correlation. *Radiographics* 2012; 32: 2071-2099.
7. Cleveland RH, Constantinou C, Blickman JG et al. Voiding cystourethrography in children: value of digital fluoroscopy in reducing radiation dose. *Am J Roentgenol* 1992; 158: 137–142.
8. Ciftci AO, Senocak ME, Tanyel FC, Büyükpamukçu N. Clinical predictors for differential diagnosis of acute scrotum. *Eur J Pediatr Surg* 2004; 14: 333-338.
9. Darge K, Grattan-Smith JD, Riccabona M. Pediatric uro-radiology: state of the art. *Pediatr Radiol* 2011; 41: 82-91
10. Dawn S. Milliner. Urolithiasis. In Editors: Ellis Avner, William Harmon, Patrick Niaudet, Norishige Yoshikawa *Pediatric Nephrology Nephrology Sixth Completely Revised, Updated and Enlarged Edition* 2009: 1405-1430.
11. Frush DP, Sheldon CA. Diagnostic imaging for pediatric scrotal disorders. *Radiographics* 1998; 18: 969-985.
12. Gleeson FV, Gordon I. Imaging in urinary tract infection. *Arch Dis Child* 1991; 66: 1282-1283.

13. Goldman M, Lahat E, Strauss S, et al. Imaging after urinary tract infection in male neonates. *Pediatrics* 2000; 105: 1232-1235.
14. Hicks J, Mierau G, Wartchow E, Eldin K. Renal diseases associated with hematuria in children and adolescents: a brief tutorial. *Ultrastruct Pathol* 2012; 36: 1-18.
15. Hoberman A, Charron M, Hickey RW, et al. Imaging studies after a first febrile urinary tract infection in young children. *N Engl J Med* 2003; 348: 195-202.
16. Middleton WD, Siegel BA, Melson GL, et al. Acute scrotal disorders: perspective comparison of color Doppler US and testicular scintigraphy. *Radiology* 1990; 177: 177-181.
17. Pavlica P, Barozzi L. Imaging of the acute scrotum. *Eur Radiol* 2001; 11: 220-228.
18. Patriquin HB, Yazbeck S, Trinh B, et al. Testicular torsion in infants and children: diagnosis with Doppler sonography. *Radiology* 1993; 188: 781-785.
19. Rha SE, Byun JY, Jung SE, et al. CT and MR imaging features of adnexal torsion. *Radiographics* 2002; 22: 283-294.
20. Riccabona M, Avni FE, Blickman JG et al. Imaging recommendations in paediatric uro-radiology. Minutes of the ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract ultrasonography and voiding cystourethrography. Barcelona, Spain, June 2007. *Pediatr Radiol* 38: 138-145.
21. Riccabona M, Ruppert-Kohlmayr A, Ring E, Maier C, Lusuardi L, Riccabona M. Potential impact of pediatric MR urography on the imaging algorithm in patients with a functional single kidney. *Am J Roentgenol* 2004; 183: 795-800.
22. Riccabona M, Avni FE, Blickman JG, et al. Imaging recommendations in paediatric uro-radiology. Minutes of the ESPR uro-radiology task force session on childhood obstructive uropathy, high-grade fetal hydronephrosis, childhood haematuria, and urolithiasis in childhood. ESPR Annual Congress, Edinburgh, UK, June 2008. *Pediatr Radiol* 2009; 39: 891-898.
23. Servaes S, Zurakowski D, Laufer MR, Feins N, Chow JS. Sonographic findings of ovarian torsion in children. *Pediatr Radiol* 2007; 37: 446-451.
24. Sharafuddin MJ, Luisiri A, Garibaldi LR, Fulk DL, Klein JB, Gillespie KN, Graviss ER. MR imaging diagnosis of central precocious puberty: importance of changes in the shape and size of the pituitary gland. *Am J Roentgenol* 1994; 162: 1167-1173.
25. Sharp VJ, Kieran K, Arlen AM. Testicular torsion: diagnosis, evaluation, and management. *Am Fam Physician* 2013; 88: 835-840.
26. Silverman SG, Leyendecker JR, Amis ES Jr. What is the current role of CT urography and MR urography in the evaluation of the urinary tract? *Radiology* 2009; 250: 309-323.
27. Subcommittee on Urinary tract Infection, Steering Committee on Quality Improvement and Management (2011) Urinary tract infection: clinical practice guideline for the diagnosis and management of the initial UTI in febrile infants and children 2 to 24 months. *Pediatrics* 128:595-610.

28. Vijayaraghavan SB. Sonographic differential diagnosis of acute scrotum: real-time whirlpool sign, a key sign of torsion. *J Ultrasound Med* 2006; 25: 563-574.
29. White B. Diagnosis and treatment of urinary tract infections in children. *Am Fam Physician* 2011; 83: 409-415.
30. Youn T, Trachtman H, Gauthier B. Clinical spectrum of gross hematuria in pediatric patients. *Clin Pediatr*. 2006; 45: 135-141.
31. Ziereisen F, Guissard G ve ark. Sonographic imaging of the paediatric female pelvis. *Eur Radiol* 2005; 15: 1296-1309.

KAS-İSKELET SİSTEMİNE RADYOLOJİK YAKLAŞIM

Dr. Selçuk Akkaya*, Dr. Fatma Bilge Ergen **

Radyolojik görüntüleme teknikleri, günümüzde tanı ve tedavinin belirlenmesinde son derece önemli bilgiler sağlayarak olguların doğru ve çabuk tedaviye ulaşma sürecini hızlandırmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte kullanıma giren bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve PET-BT gibi uygulamaların önemi giderek artmakla birlikte özellikle pediatrik olgularda ultrasonografi (US) gibi invaziv olmayan uygulamalar ve direkt grafilere ayırıcı tanı için ilk basamakta kullanılması gerektiği unutulmamalıdır. Bu bölümde, pediatrik olgularda sık karşılaşılan bazı kas-iskelet problemlerinde uygulanması gereken radyolojik yöntemler ve bunların üstünlükleri özetlenmiştir.

Kemik tümörleri

Primer kemik tümörlerinde olgular o bölgede ağrı, şişlik gibi özgül olmayan semptomlar veya o bölgede patolojik kırık gibi bulgularla başvurabilir. Başka bir nedenle elde olunan direkt grafilere kemik tümörleri rastlantısal olarak saptanabilir.

Direkt grafilere, kemik tümörlerinin değerlendirilmesinde ilk tercih edilecek, temel görüntüleme yöntemidir. Direkt grafilere geçiş zonu, matriks varlığı, periost reaksiyonu gibi özellikler değerlendirilerek lezyonun benign, benign/agresif veya malign olup olmadığı çoğunlukla ayırt edilebilir. Primer kemik tümörlerinde ilgili alan ve komşu eklemi de dahil ederek iki planda görüntü alınmalıdır.

Çocukluk çağında kemik tümörleri için kemik taraması endikasyonları erişkinlere göre daha sınırlı olup Langerhans Hücreli Histiositoz şüphesi varlığında yapılabilir.

* Uzman Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

** Profesör Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

Benign tümörler grafilere genellikle sklerotik kenarlı, keskin sınırlı (geçiş zonu dar) lezyonlar olarak görülür. Direkt grafi bulguları benign lezyon için özgülse ek görüntüleme yöntemi gerekmez. Malign tümörler grafilere keskin sınırlı olmayan (geçiş zonu geniş), korteks destrüksiyonu yapan, permatif veya güve yeniği tarzında, malign tipte periost reaksiyonuna neden olan, bazen yumuşak doku bileşeninin de eşlik ettiği, matriks kalsifikasyonları gösterebilen lezyonlar olarak izlenir. Devam eden semptomları olan olgularda direkt grafide bulgu yoksa seçilecek en uygun görüntüleme yöntemi kontrastlı MRG'dir. MRG, medüller lezyonların saptanmasında BT'den üstün olduğundan ilk tercih olmalıdır. Eğer MRG yapılamıyorsa BT çekilebilir ya da kemik sintigrafisi yapılabilir. Direkt grafide bulgular lezyonun benign olmadığını telkin ediyor ise kontrastlı MRG yine tercih edilmesi gereken yöntem olmalıdır.

Manyetik rezonans görüntülemenin kontrast çözünürlüğü çok yüksek olduğundan lokal evreleme için de en iyi görüntüleme yöntemidir. Farklı sekanslardaki sinyal özellikleri ve kontrastlanma paterni kullanılarak tümörün içerdiği dokuların karakterizasyonu yapılabilir, tümörün intramedüller ve ekstraosöz yayılımı da değerlendirilebilir. Ayrıca biyopsi ya da cerrahi öncesi tümörün komşu sinirler, vasküler yapılar ve eklem mesafesi ile ilişkisi MRG ile gösterilebilir.

Kemik sarkomlarının görüntülenmesi için yapılan MRG ya da BT'de skip metastazların saptanabilmesi için tetkik primer tümörü, etkilenen kemiğin tümünü ve komşu eklemleri içerecek şekilde elde olunmalıdır.

Bilgisayarlı tomografi, metastaz varlığının araştırılması için kullanılabilen bir yöntem olsa da MRG kadar hassas değildir. Özellikle çocuklarda bu endikasyon için kullanımı radyasyon maruziyeti nedeniyle sınırlıdır. Bilgisayarlı tomografi; pelvis, vertebralar ve skapula gibi üst üste binen kemik yapıların bulunduğu ve iskelet sistemi anatomisinin kompleks olduğu bölgelerde direkt grafiye göre daha detaylı inceleme olanağı sağlar. Ayrıca BT ile multiplanar reformat görüntüleri elde edilerek ayrıntılı anatomik değerlendirme yapılabilir.

Bilgisayarlı tomografinin direkt grafiye göre en önemli üstünlüğü kortikal erozyon, endosteal çanaklaşma, kortikal ekspansiyon ve *remodelling* gibi kemik korteksteki değişiklikleri daha iyi göstermesidir. Direkt grafinin sınırlı kontrast çözünürlüğü ve süperpozisyon nedeni ile gösteremediği periost reaksiyonlarını da gösterebilir. Aynı zamanda, tümör matriksindeki kalsifikasyonu en iyi gösteren tetkiktir. Ayrıca biyopsi gereken kemik tümörlerinde en iyi kılavuz görüntüleme yöntemidir.

Kemik sintigrafisi, multifokal ve metastatik hastalıkların değerlendirilmesi için kullanılır. Metastatik hastalığın ve tedavi cevabının değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılmakta olan yöntem Floro-deoksi-glikoz pozitron emisyon tomografidir (FDG-PET).

Manyetik rezonans görüntüleme ve BT, cerrahi sonrası takip için kullanılan görüntüleme yöntemleridir. Bilgisayarlı tomografi, direkt grafide görülemeyen, yeni gelişen kemik destrüksiyonlarının saptanmasında yardımcıdır. Manyetik rezonans görüntüleme, hastalık rekürrensini değerlendirilmesi için hassastır olan ancak özgül olmayan T2 sinyal değişikliklerini gösterir. Günlük uygulamada primer kemik tümörlerinin takibinde kullanılması gereken yöntem BT kullanımını için özel bir neden yok ise MRG olmalıdır. Genel olarak BT ya da MRG'de kitle saptanırsa rekürrens düşünülmelidir. Rekürrens tanısı için MRG ve BT biyopsi ve histopatolojik değerlendirmenin yerini tam olarak alamamıştır.

Lösemi

Lösemi, çocukluk çağının en sık görülen malignitesidir. Lösemi tanısı alan çocukların 1/3'ünden fazlasında başvuru anında kemik ve eklem ağrısı, topallama gibi kas-iskelet sistemi semptomları mevcuttur. Akut lösemi olgularının yaklaşık %40'ının direkt grafilerde kas-iskelet sistemi ile ilgili en az 1 radyografik bulgu vardır.

Manyetik rezonans görüntüleme, lösemnin kemik iliği infiltrasyonunu, kemik sintigrafisi ise multifokal tutulumunu gösterebilir. FDG-PET, hematolojik malignitesi olan immünsupresif olgularda nedeni bilinmeyen ateş etyolojisinin değerlendirilmesinde faydalıdır. Lösemnin evrelemesinde radyolojik görüntüleme yöntemlerinin yerinin olmadığı unutulmamalıdır.

Lenfoma

Lenfoma, çocukluk çağında lösemi ve beyin tümörlerinden sonra en sık görülen malignitedir. Doğru evreleme için BT temel görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda, PET-BT tanı ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Tedavi sürecinde pek çok kez PET-BT çekilmesi gereken olgular önemli miktarda radyasyona maruz kalmaktadır. Bu nedenle tüm vücut MRG, PET-BT'ye iyi bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yumuşak doku sarkomları

Yumuşak doku sarkomları, çocukluk çağındaki yumuşak doku neoplazileri arasında beşinci sıradadır. Rabdomyosarkom yumuşak doku sarkomlarının yaklaşık %50'sini oluşturmakta olup 15 yaş altı çocuklarda en sık görülen yumuşak doku sarkomudur.

Kemik ve yumuşak doku tümörlerinde ilk görüntüleme yöntemi olarak sıklıkla direkt grafi kullanılmakla birlikte karın kitleleri ya da yüzeysel kitlelerde ilk basamak görüntüleme yöntemi olarak US tercih edilmelidir. Ayrıca paratestiküler yumuşak doku sarkomlarında evreleme ve lokal hastalığın değerlendirilmesi için US kullanılabilir. Direkt grafiler, Ewing sarkomu ve osteosarkomun yumuşak doku sarkomlarından ayırt edilmesinde faydalıdır.

Ekstremiteler, pelvis ya da paraspinal yerleşimli yumuşak doku sarkomlarının ayrıntılı değerlendirilmesi için MRG önerilmektedir. Ancak kemik erozyonu ya da karın yerleşimli lenfadenopatilerin gösterilmesinde BT, MRG'den üstündür.

Yumuşak doku sarkomlarının görüntülenmesinde primer tümör ve lokal lenf nodları tetkike dahil edilmelidir. Ekstremitelerde yerleşik yumuşak doku sarkomlarında MRG tetkiki lokal lenf nodlarını (aksiller ve inguinal) içerse dahi bu lenf nodu bölgeleri US ile de değerlendirilmelidir.

Yumuşak doku sarkomlarında kemik metastazlarını saptamak için kemik sintigrafisi önerilmekle birlikte, bu amaçla PET-BT ya da tüm vücut MRG de kullanılabilir. Pediatrik yaş grubunda, takip görüntülemelerde maruz kalınan radyasyon dozunu azaltmak için MRG tercih edilmelidir.

Osteomyelit

Topallama, yürüyememe, ateş, lokal hassasiyet, şişlik ve kızarıklık gibi klasik osteomyelit bulguları olan olgularda mutlaka görüntüleme yapılmalıdır. İlk seçilecek görüntüleme yöntemi yine direkt grafi olmalıdır.

Direkt grafide litik lezyon, özgül olmayan periost reaksiyonu ya da derin yumuşak doku şişliği görülebilir. Derin yumuşak doku şişliği ve yumuşak doku planlarının silinmesi osteomyelitinin en erken radyografik bulgusudur ve saptanması zordur. Direkt grafide kemik destrüksiyonunun görülmesi semptomların başlangıcından 2-3 hafta sonrasına kadar gecikebilir. Litik lezyonlar

kemik mineralizasyonunda %30-50 kayıp olmadıkça direkt grafide görülememektedir. Bu nedenle direkt grafi osteomyelit tanısı için hassas bir yöntem değildir. İlk başvuruda direkt grafinin normal olması osteomyeliti ekarte ettirmez ancak osteomyeliti taklit eden kırık ya da tümör (Langerhans hücreli histiyositoz, Ewing sarkomu gibi) gibi ayırıcı tanılarının ekarte edilmesi için direkt grafi gereklidir.

Klinik bulguların osteomyelit ile uyumlu olduğu olgularda kemik metafizde destrüksiyon mevcut ise ek görüntüleme yöntemi gerekmez. Semptom ve bulguların lokalize olduğu, direkt grafide patolojik bulgu olmadığı durumlarda tercih edilecek görüntüleme yöntemi MRG'dir. Semptom ve bulguların 48 saatten fazla devam ettiği durumlarda apse, yumuşak doku yayılımı ve nekrotik doku varlığı gibi cerrahi ya da girişimsel işlem gerektiren komplikasyonlar düşünülmeli ve kesitsel görüntüleme yapılmalıdır. Kesitsel görüntüleme yöntemleri içerisinde erken tanıda ve komplikasyonların saptanmasında en hassas yöntem yine MRG'dir. Semptomlar lokalize değilse, klinik olarak multifokal hastalık şüphesi varsa görüntüleme yöntemi olarak kemik sintigrafisi veya tüm vücut MRG tercih edilebilir.

Ultrasonografi, subperiosteal ve yumuşak doku içerisindeki koleksiyonların saptanmasında yardımcı olabilir. Sık kullanılan bir yöntem olmamakla birlikte özellikle prematüre infantlarda osteomeyelit tanısı için yararlı olabilir.

Bilgisayarlı tomografinin akut osteomyelit tanısında yeri sınırlıdır. Bunun nedeni BT'nin medüller ve yumuşak dokudaki değişikliklerin tespitinde MRG kadar iyi olmamasıdır. Ancak kemik destrüksiyonu, intraosseöz gaz ve sekestrem değerlendirilmesinde, cerrahi tedavi ve girişimsel işlemlerde kılavuz görüntüleme yöntemi olarak ya da MRG'nin yapılamadığı koşullarda kullanılabilir.

Kronik rekürren multifokal osteomyelit

Kronik rekürren multifokal osteomyelit (KRMO) daha çok çocukluk çağında ve adolesan dönemde görülen, alevlenme ve remisyon dönemleri ile seyreden, multifokal, nonbakterial osteomyelit ile karakterize, idiyopatik, inflamatuvar bir hastalıktır.

Tanı için ilk basamak görüntüleme yöntemi semptomatik vücut bölgesinin direkt grafileri olmalıdır. Eğer hasta semptomatik ise ancak direkt grafilerde bulgu yoksa, kemik iliği ödemi değerlendirilmek için ilgili bölgenin kontrast-

lı MRG tetkiki yapılmalıdır. Hastanın semptomları ve direkt grafi bulguları KRMO düşündürüyorsa lezyonların multifokal olup olmadığını göstermek için tüm vücut görüntülenmelidir. Bu amaçla kemik sintigrafisi ya da tüm vücut MRG tetkiki multifokal lezyonları saptamak için kullanılabilir. Radyolojik bulgular KRMO'ya spesifik olmadığı için özellikle hastalığın erken döneminde tanıyı doğrulamada radyolojik bulguların biyopsi ve kültür sonucu ile birlikte değerlendirilmesi gerekir.

Septik artrit

Ekleme lokalize ağrı, ödem, eritem, sıcaklık artışı ve ateş ile başvuran hastalarda septik artrit düşünülmelidir. Septik artrit şüphesi olduğunda ilk basamak görüntüleme yöntemi direkt grafidir. Direkt grafiler, septik artrit bulgularının değerlendirilmesinde, septik artritin ayırıcı tanısında bulunan travma ve kemik tümörleri gibi patolojilerin ekarte edilmesinde ve takip döneminde uzun dönem komplikasyonların değerlendirilmesinde yararlıdır. Direkt grafi, septik artritin erken döneminde hassas olmamakla birlikte derin yumuşak doku ödem ve efüzyon göstergeleri olan eklem aralığında genişleme ya da yumuşak dokularda bombeleşmeyi (bulging) saptayabilir. Yenidoğan döneminde eklem aralığındaki genişleme direkt grafide ya da US incelemesinde saptanabilen sublüksasyon ya da dislokasyona neden olabilir. Septik artritin geç döneminde eklem aralığında daralma, dejeneratif değişiklikler, marjinal kemik erozyonları ve komşu kemiklerde osteoporoz saptanabilir. Direkt grafinin normal olması septik artriti ekarte ettirmez. Septik artrit şüphesi olan hastalarda direkt grafide bulgu saptanmamış ise ek görüntüleme yöntemleri gereklidir.

Septik artrit olgularının tamamına yakınında eklem efüzyonu bulunur. Özellikle kalça eklemine ilgilendiren efüzyonun gösterilmesinde ve aspirasyonunda kılavuz yöntem olarak US kullanılabilir. Manyetik rezonans görüntüleme, yumuşak doku yayılımının, eklem kıkırdağının, epifiz kıkırdağının, osteomyelit şüphesi varlığında komşu kemik yapıların ve tedaviye yanıt alınamayan hastalarda komplikasyonların değerlendirilmesinde kullanılır. Septik artritin erken dönem bulgularını göstermede MRG diğer görüntüleme yöntemlerinden daha başarılıdır.

Septik artrit tanısında BT'nin rolü sınırlıdır. US kılavuzluğunda aspirasyonun zor olduğu eklemlerde kılavuz yöntem olarak kullanılabilir. Kemik destrüksiyonunu göstermede diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha üstündür.

Başta yenidoğanlarda olmak üzere poliartiküler septik artrit düşünülen hastalarda, klinik şüphenin kuvvetli olduğu ancak direkt grafi ve US'nin şüpheli olduğu olduğu durumlarda kemik sintigrafisi enfeksiyon odaklarını gösterebilir. Ancak yenidoğan ve çocukluk çağında septik artrit tutulumunu fizyolojik olarak artmış aktivite tutulumundan ayırmak zor olabilir. SPECT ve FDG-PET daha yüksek rezolüsyonlu görüntüleme yöntemleri olup septik artriti göstermek için kemik sintigrafisine göre daha başarılıdır.

Kesitsel görüntüleme yöntemleri ile enfeksiyöz olmayan artrit ve septik artrit ayırımını yapmak mümkün değildir. Septik artritin kesin tanısının eklem sıvısından aspirasyon yapılarak konabileceği unutulmamalıdır.

Kemik doku travması

Travma hikayesi olan hastada ilk basamak görüntüleme yöntemi direkt grafidir. Kırık şüphesinin kuvvetli olduğu durumlarda temel pozisyon olan ön-arka ve lateral projeksiyonlarda kırığın gösterilemediği olgularda oblik grafler eklenebilir.

Klinik olarak kırık şüphesi olan ancak direkt grafide kırık tespit edilemeyen travma hastalarında ya da kırık açısından direkt grafinin şüpheli olduğu durumlarda kırık varlığını göstermek için ise BT tercih edilmelidir. Kompleks kırıklarda (parçalı kırık, fizis hattını etkileyen kırıklar), pelvik halkayı etkileyen kırıklarda, internal fiksasyon ve açık redüksiyon gereken kırıklarda preoperatif değerlendirme için multiplanar ve üç boyutlu BT görüntüleri gereklidir.

Çoklu organ hasarı düşünülen, genel durumu bozuk politravma olgularında toraks, abdomen, boyun ve beyinde parankimal organ hasarı, vasküler yaralanma ve kırık varlığı açısından hızlı ve etkin bir şekilde değerlendirilmesi için intravenöz kontrast madde sonrası BT tetkiki yapılabilir. Kemik diziliminin, eklem yüzeyinin bütünlüğünün, büyümenin etkilenip etkilenmediğinin, kırık iyileşmesinin, psödoartrozların, fizis hattını etkileyen kırıklarda metafizyal köprüleşme varlığının değerlendirilmesi BT'nin diğer endikasyonlarıdır.

Manyetik rezonans görüntüleme travmanın akut döneminde rutin olarak kullanılmamakla birlikte ligaman, meniskus hasarı şüphesinde ya da epifizyodez gibi posttravmatik komplikasyonların değerlendirilmesinde kullanılır. Fizis hattını etkileyen kırıklarda akut kartilaj hasarını göstermekte başarılıdır. Ayrıca kısaltılmış MRG protokolleri ile gizli kırık ve trabeküler kırıkların hızlı bir şekilde tespiti mümkündür.

Ultrasonografi, travmada ossifiye olmamış epifizin deplasmanını, eklem aralığına uzanan kırıklarda lipohemartrozu gösterebilir. Ayrıca US ile kortikal irrregularite ya da periosteal kalınlaşma şeklindeki kortikal kırıkların tanısı konabilir.

Çocuk istismarı

Çocuk istismarı şüphesi olan iki yaş altı olgularda direkt grafiler ilk tercih edilecek görüntüleme yöntemidir ve kemik taraması şeklinde yapılmalıdır. Beş yaş üzeri çocuklarda ise genellikle ağrı ile ilgili yeterli öykü alınabildiği için rutin kemik taraması önerilmemektedir. Bu yaş grubunda görüntüleme klinik bulgularda saptanan şüpheli anatomik bölgeyi içermelidir. 2-5 yaş arası grupta görüntüleme kararı klinik endikasyona göre hastaya özgü olarak verilmeli ve çocuk istismarı şüphesi kuvvetli ise kemik taraması ile hasta değerlendirilmelidir. Direkt grafiler aynı zamanda multipl kırık varlığında kırık yaşlarının belirlenmesini, farklı zamanlarda gerçekleşen travmatik yaralanmaların saptanmasını sağlar.

Tüm vücudu ya da vücudun büyük kesimini içeren direkt grafilerde grafinin periferinde anatomik detay kaybolur. Aynı zamanda farklı anatomik bölgelelerin optimum görüntülenmesi için farklı görüntüleme parametrelerinin kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle çocuk istismarı şüphesinde tüm vücudu ya da vücudun büyük kesimini içeren direkt grafiler kullanılmamalıdır.

Kemik taramada şüpheli bulgular var ise 14 gün sonra kemik taraması tekrarlanabilir. Tekrarlanan kemik taramasında kallus formasyonunu görmek direkt grafinin hassasiyet ve özgüllüğünü artırır. Kranyum kemiklerindeki kırıklarda kallus formasyonu olmadığı için tekrarlanan grafiler kranyum grafilerini içermemelidir.

Kemik sintigrafisi ayak ve pelvis gibi kompleks anatomik bölgelerde direkt grafide saptanamayan kırıkları göstermekte yüksek hassasiyete sahiptir ve direkt grafiye göre daha yüksek tanısal katkı sağlar. Ancak kemik sintigrafisinin çocuk istismarı için yüksek özgüllüğü olan klasik metafizyel lezyonların saptanmasında daha düşük hassasiyete sahip olması, epifiz hatlarındaki fizyolojik tutulum nedeni ile bu düzeydeki kırıkların gizlenmesi, yüksek doz radyasyon maruziyeti ve kırık yaşını tayin edememesi gibi dezavantajları vardır.

Bilgisayarlı tomografi çocuk istismarında iskelet sistemi travmasına eşlik eden diğer organ yaralanmalarının değerlendirilmesinde, direkt grafide şüp-

heli olan kırıkların doğrulanmasında, skapula, pelvis ve vertebranın kompleks kırıklarının değerlendirilmesinde kullanılır. Multiplanar reformatlar ve 3-boyutlu görüntüleme tanıya önemli katkı sağlar. Ancak BT'nin metafizyel kırıkların tanısında geçerliliği doğrulanmamıştır. Ayrıca yüksek doz radyasyon maruziyeti nedeni ile BT tarama modalitesi olarak kullanılmamalıdır.

Manyetik rezonans görüntüleme ve US direkt grafide epifizyel ayrılma şüphesi mevcut ise kullanılabilir.

İskelet displazisi

İskelet displazileri 450'den fazla tipi tanımlanan iskelet sistemini genel olarak etkileyen hastalıklardır. Görüntüleme epifiz plakları kapanmadan, puberte öncesinde yapılmalıdır. İskelet displazisi düşünülen hastalarda kemik taraması yapılmalıdır. Kemik taraması; antero-posterior (AP) ve lateral kranium, postero-anterior (PA) akciğer, AP ve lateral vertebra, AP pelvis, AP humerus, radius, ulna, femur, tibia ve fibula grafileri ile el ve ayak tek yönlü grafilerini içermelidir. Lateral diz grafileri çok tabakalı patellanın görüldüğü multipl epifizyel displazinin resesif formunun tanısında faydalı olabilir.

Ailevi büyüme geriliği, ailesel boy kısalığı, endokrinopatiler ve dismorfik sendromların ayırıcı tanıda düşünüldüğü orantılı boy kısalığı olan hastalarda gereksiz radyasyon maruziyetini engellemek için kemik taramasından kaçınılmalıdır. Bu hasta grubunda kemik yaşının tespiti için sol el ve el bilek grafisi yeterlidir.

Kas Hastalıkları

Akut ya da kronik kas lezyonlarının ayırıcı tanısında direkt grafi kullanımı son derece sınırlıdır. Direkt grafiler ile kas atrofisi ya da kaslarda şişlik, hava, kalsifikasyon ve ilgili kemikteki değişiklikler saptanabilir. Ancak direkt grafi etioloji hakkında sınırlı bilgi verir.

Sintigrafik incelemelerde fokal artmış tutulum izlenmekle birlikte bu bulgunun kas hastalıkları için özgüllüğü düşüktür. Ayrıca sintigrafik incelemelerde maruz kalınan radyasyon nedeni ile pediatrik hastalarda sintigrafik incelemelerden kaçınılmalıdır.

Kas içinde sıvı koleksiyonu saptanmasında, aspirasyonunda ve apse drenajında US'den yararlanılabilir.

Bilgisayarlı tomografi, kas içindeki havanın, kalsifikasyonun saptanmasında, ilişkili kemik lezyonlarının değerlendirilmesinde direkt grafiden üstündür. MRG'ye göre kas atrofisi ve inflamasyonunun belirlenmesinde daha az duyarlıdır. Bu nedenle MRG'nin yapılabildiği koşullarda BT'den kaçınılmalıdır.

Kontrastlı MRG, inflamatuvar myopatilerin değerlendirilmesinde tercih edilmesi gereken yöntemdir. Ultrasonografi ve BT ile karşılaştırıldığında, MRG'nin yumuşak doku kontrastı daha yüksektir ve inflamasyonun saptanmasında daha duyarlıdır. Manyetik rezonans görüntüleme kasın sinyal özelliklerinin, kas hacminin, şeklinin ve konturlarının saptanmasına, subkutan yağ dokusu ve yumuşak dokudaki ödemin değerlendirilmesine de olanak sağlar. Egzersiz sonrası T2 ağırlıklı serilerde kaslarda sinyal artışı olduğu gösterildiği için MRG tetkiki istirahat halinde yapılmalıdır.

Vasküler malformasyonlar

Vasküler malformasyonlar çocuklarda yumuşak doku kitleleri olarak ortaya çıkabilir. Vasküler malformasyonların değerlendirilmesinde ilk basamak görüntüleme yöntemi US'dir. Gri skala; US ile kombine edilen Doppler US incelemesi lezyonun vaskülaritesi hakkında bilgi verir.

Ultrasonografi sonucu yetersizse ya da lezyon US'de agresif özellikler gösteriyorsa MR anjiyografi sekanslarını içeren kontrastlı MRG yapılmalıdır. Manyetik rezonans görüntüleme özellikle derin yerleşimli lezyonlarda lezyonun uzanımını ve komşu yapılarla ilişkisini etkin şekilde gösterir.

Manyetik rezonans görüntüleme tetkiki vasküler malformasyonların tanısında, sınıflandırılmasında, tedavinin planlanmasında ve tedavi sonrası değerlendirmede kullanılabilir.

Bilgisayarlı tomografi ve direkt grafi vasküler malformasyonların, yumuşak dokuların değerlendirilmesinde temel görüntüleme yöntemleri olmamakla birlikte komşu kemikteki destrüksiyonu ya da lezyon içindeki kalsifikasyonları göstererek ayırıcı tanının daraltılmasına katkı sağlar.

Kaynaklar

1. Adamsbaum C, Méjean N, Merzoug V et al. How to explore and report children with suspected non-accidental trauma. *Pediatr Radiol.* 2010; 40: 932-938.

2. Alanay Y, Lachman RS. A review of the principles of radiological assessment of skeletal dysplasias. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2011; 3: 163-178
3. Alison M, Azoulay R, Tilea B et al. Imaging strategies in paediatric musculoskeletal trauma. *Pediatr Radiol*. 2009; 39: 414-421.
4. Arndt CA, Rose PS, Folpe AL et al. Common Musculoskeletal Tumors of Childhood and Adolescence *Mayo Clin Proc*. 2012; 87: 475-487.
5. Averill LW, Acikgoz G, Miller RE et al. Update on pediatric leukemia and lymphoma imaging. *Semin Ultrasound CT MR*. 2013; 34: 578-599
6. Balassy C, Miller SF. CT in children's bones and joints: when, how and common findings. *Eur J Radiol*. 2013; 82: 126-1134.
7. Berquist TH. Magnetic resonance imaging of primary skeletal neoplasms. *Radiol Clin North Am* 1993; 31: 411-424
8. Blickman JG, van Die CE, de Rooy JW. Current imaging concepts in pediatric osteomyelitis. *Eur Radiol*. 2004; 14: 55-64
9. Buchmann RF, Jaramillo D. Imaging of articular disorders in children. *Radiol Clin North Am* 2004; 42: 151-168
10. Bureau NJ, Ali SS, Chhem RK et al. Ultrasound of musculoskeletal infections. *Semin Musculoskelet Radiol* 1998; 2: 299-306.
11. Christian S, Kraas J, Conway WF. Musculoskeletal infections. *Semin Roentgenol* 2007; 42: 92-101
12. Darge K, Jaramillo D, Siegel MJ: Whole-body MRI in children: Current status and future applications. *Eur J Radiol* 2008; 68: 289-298
13. Ducou Le Pointe H, Sirinelli D. Limb emergencies in children. *J Radiol* 2005; 86: 251-252
14. Dunoski B, Slovis TL. Update in pediatric imaging. *Adv Pediatr*. 2014; 61: 75-125.
15. Dwek JR. The radiographic approach to child abuse. *Clin Orthop Relat Res*. 2011; 469: 776-789.
16. Erfurt C, Hahn G, Roesner D et al. Pediatric radiological diagnostic procedures in cases of suspected child abuse. *Forensic Sci Med Pathol*. 2011; 7: 65-74.
17. Fayad LM, Corl F, Fishman EK. Pediatric skeletal trauma: use of multiplanar reformatted and three-dimensional 64-row multidetector CT in the emergency department. *Radiographics*. 2009; 29: 135-150.
18. Fayad LM, Johnson P, Fishman EK. Multidetector CT of musculoskeletal disease in the pediatric patient: principles, techniques, and clinical applications. *Radiographics* 2005; 25: 603-618.
19. Fink EP. Acute osteomyelitis in children. *N Engl J Med*. 2014; 370: 352-360.

20. Flors L, Leiva-Salinas C, Maged IM et al. MR imaging of soft-tissue vascular malformations: diagnosis, classification, and therapy follow-up. *Radiographics* 2011;31:1321-1340.
21. Fritz J, Tzaribatchev N, Claussen CD et al. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis: comparison of whole-body MR imaging with radiography and correlation with clinical and laboratory data. *Radiology*. 2009;252:842-851.
22. Gill KG. Pediatric hip: pearls and pitfalls. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2013;17: 328-338.
23. Gylys-Morin VM. MR imaging of pediatric musculoskeletal inflammatory and infectious disorders. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1998; 6: 537-559.
24. Guérin-Pfyffer S, Guillaume-Czitrom S, Tammam S et al. Evaluation of chronic recurrent multifocal osteitis in children by whole-body magnetic resonance imaging. *Joint Bone Spine*. 2012 Dec;79:616-620.
25. Guillerman RP, Voss SD, Parker BR. Leukemia and lymphoma. *Radiol Clin North Am*. 2011;49:767-797.
26. HaDuong JH, Martin AA, Skapek SX et al. Sarcomas. *Pediatr Clin North Am*. 2015; 62: 179-200.
27. Helms C, Major N, Anderson M et al. *Musculoskeletal MRI*. Saunders/Elsevier, Philadelphia, 2009: 123-152.
28. Hurst JA, Firth HV, Smithson S. Skeletal dysplasias. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2005;10:233-241
29. James SL, Panicek DM, Davies AM. Bone marrow oedema associated with benign and malignant bone tumours. *Eur J Radiol* 2008; 67: 11-21.
30. Jaramillo D, Laor T. Pediatric musculoskeletal MRI: basic principles to optimize success. *Pediatr Radiol* 2008; 38: 379-391.
31. Jaudes PK. Comparison of radiography and radionuclide bone scanning in the detection of child abuse. *Pediatrics* 1984; 73: 166-168.
32. Johnson K, Davis PJ, Foster JK et al. Imaging of muscle disorders in children. *Pediatr Radiol* 2006; 36: 1005-1018.
33. Karmazyn B. Ultrasound of pediatric musculoskeletal disease: from head to toe *Semin Ultrasound CT MR* 2011; 32: 142-150.
34. Kaste SC. Imaging pediatric bone sarcomas. *Radiol Clin North Am* 2011; 49: 749-765.
35. Khanna G, Sato TS, Ferguson P. Imaging of chronic recurrent multifocal osteomyelitis. *Radiographics* 2009; 29: 1159-1177.
36. Magid D. Two-dimensional and three-dimensional computed tomographic imaging in musculoskeletal tumors. *Radiol Clin North Am* 1993; 31: 425-447.
37. Mentzel HJ, Kentouche K, Sauner D et al: Comparison of whole-body STIR MRI and ^{99m}Tc methylene-diphosphonate scintigraphy in children with suspected multifocal bone lesions. *Eur Radiol* 2004; 14: 2297-2302.

38. Mortier GR. The diagnosis of skeletal dysplasias: a multidisciplinary approach. *Eur J Radiol*. 2001 Dec; 40(3): 161-7.
39. Offiah AC. Acute osteomyelitis, septic arthritis and discitis: differences between neonates and older children. *Eur J Radiol*. 2006 ; 60: 221-232
40. Park K, van Rijn R, McHugh K. The role of radiology in paediatric soft tissue sarcomas. *Cancer Imaging*. 2008;8:102-115.
41. Pineda C, Vargas A, Rodri'guez AV. Imaging of osteomyelitis: current concepts. *Infect Dis Clin North Am* 2006; 20:789–825
42. Riebel TW, Nasir R, Nazarenko O: The value of sonography in the detection of osteomyelitis. *Pediatr Radiol* 1996; 26: 291-297.
43. Sciuk J. Scintigraphic techniques for the diagnosis of infectious disease of the musculoskeletal system. *Semin Musculoskelet Radiol* 2004; 8: 205–213.
44. Stacy GS, Mahal RS, Peabody TD. Staging of bone tumors: A review with illustrative examples. *AJR Am J Roentgenol*. 2006; 186: 967-976
45. Sty JR, Starshak RJ The role of bone scintigraphy in the evaluation of suspected child abuse. *Radiology* 1983; 146: 369–375
46. Swan A, Amer H, Dieppe P. The value of synovial fluid assays in the diagnosis of joint disease: a literature survey. *Annals of the Rheumatic Diseases* 2002; 61: 493–498.
47. van Rijn RR, Sieswerda-Hoogendoorn T. Educational paper: imaging child abuse: the bare bones. *Eur J Pediatr* 2012; 171: 215-24.
48. Woertler K. Benign bone tumors and tumor-like lesions: value of cross-sectional imaging. *Eur Radiol* 2003; 13: 1820–1835.
49. Wootton-Gorges SL. MR imaging of primary bone tumors and tumor-like conditions in children. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2009; 17: 469–487.
50. Wyers MR. Evaluation of pediatric bone lesions. *Pediatr Radiol*. 2010; 40: 468-473.

ÇOCUKLARDA KARDİYAK GÖRÜNTÜLEME

Dr. Altan Güneş*, Dr. Tuncay Hazırolan **

Son zamanlardaki teknolojik gelişmelere bağlı olarak konjenital ve edinsel kalp hastalıklarına yönelik tanısal yaklaşımlarda değişiklikler olmuştur. Trans-torasik ekokardiyografi (EKO) invaziv olmayan bir inceleme yöntemi olması, hastaların hızlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlaması ve kolay ulaşılabilir olması nedeni ile klinik pratikte hala ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Ekokardiyografi, akciğer ve kemik gibi ses dalgalarının geçişini engelleyen dokular, yetersiz akustik pencere veya postoperatif skar dokusu, kosta ve göğüs deformiteleri nedeniyle yetersiz kalabilir. Ekokardiyografinin tamamlayıcısı olarak veya yetersiz kaldığı durumlarda, anatomik ve fonksiyonel ileri kardiyovasküler değerlendirme amacıyla manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) tetkikleri kullanılmaktadır.

Kardiyovasküler sistem ile ilgili semptomları olan hastaların değerlendirilmesinde, kardiyak ve kardiyak dışı patolojilerin ayırt edilmesinde radyolojik olarak istenilecek ilk tetkik hala akciğer radyografileridir. Akciğer radyografileri ile kalbin büyüklüğü, şekli, akciğer kanlanması, büyük damarların pozisyonu değerlendirilerek, primer pulmoner patolojilerin kardiyak patolojilerden ayırt edilmesi, konjenital kalp hastalıklarının genel değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Radyografilerin kısıtlılıkları arasında çocukların çekim sırasında hareket edebilmeleri, yetersiz inspirasyon, yenidoğan ve bebeklerde timus dokusuna bağlı mediasten yapılarının yeterince değerlendirilememesi sayılabilir.

Kardiyak MRG ile kalbin morfolojisi, fonksiyonu, perfüzyonu ve arterleri tek uygulamada değerlendirilebilir. Her iki ventrikülün global ve segmenter fonk-

* Uzman Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Radyolojisi Bilim Dalı

** Profesör Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

siyonel değerlendirilmesinde altın standart yöntemdir. İstenen tüm kapaklardaki ve damarlardaki akım miktarı, geri kaçış miktarı ve stenozlara bağlı gradient miktarı sayısal olarak belirlenebilir. İntravenöz kontrast madde verilerek miyokardiyopatilerde fibrozis, iskemik kalp hastalıklarında miyokardiyal canlılık gösterilebilir. Kompleks konjenital kalp hastalıklarının tanısında, postoperatif takibinde ve kardiyak kitlelerde ilk tercihtir. Kapak hastalıkları ve perikardiyal hastalıklarda, kardiyomiyopatilerde diğer yöntemler kadar etkilidir. İskemik kalp hastalıklarında canlılığın, kalp perfüzyonu ve fonksiyonunun değerlendirilmesinde sintigrafi ve EKO'nun birlikte kullanılması ile elde edilen bulgular, MRG ile tek seferde elde edilebilir. Manyetik rezonans görüntülemenin sekiz yaş altı olgularda genel anesteziye ihtiyaç duyulması, konjenital kalp hastalıkları için yapılan incelemelerin uzun sürmesi ve MRG cihazının her merkezde bulunmaması gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Kardiyovasküler BT'nin en önemli avantajı, pediatrik hasta grubu gibi görüntüleme ve değerlendirmenin zor olduğu vakalarda görüntü elde edilmişindeki hızlanma ile tetkikin yüksek kalite ve hızda elde edilebilmesidir. Kardiyovasküler BT, MRG'ye göre daha iyi uzaysal çözünürlüğe sahiptir. Bilgisayarlı tomografi ile MRG'de olduğu gibi valvüler kalp hastalıklarına bağlı yetmezliklerin kantitatif olarak ölçümü yapılamamaktadır. Çocuklarda en önemli dezavantajı iyonizan radyasyon maruziyetidir. Çocukların uzun yaşam beklentisi ve dokularının radyasyona daha duyarlı olması nedeniyle radyasyondan etkilenme riski daha fazladır. Düşük doz radyasyon maruziyeti bile neoplazi gelişimi için risk oluşturduğundan, çocuklarda iyonizan radyasyon içeren tetkikler özenle seçilmelidir. Bu etkiler göz önünde bulundurulduğunda kardiyovasküler BT, EKO ve MRG'nin yetersiz/ulaşılabilir olduğu durumlarda veya MRG'nin metalik implant veya kalp pili gibi kontrendikasyonlar sebebiyle çekilemediği durumlarda kullanılmalıdır. BT incelemelerinde nefrotoksik etkisi bulunan iyotlu kontrast madde kullanımı gerekir. Bu nedenle tetkik öncesi hastaların böbrek fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve hastalara yeterli hidrasyon sağlanması gerekir. Alerji riski olan hastalara gerekli olduğu durumlarda tetkik öncesinde profilaktik tedavi verilir veya inceleme yapılmaz. İnceleme sırasında kalp hızının, kullanılan multi-dedektör BT cihazının özelliklerine bağlı olarak belirli sınırlarda tutulması gerekir. Bu amaçla hastalara tetkikten önce oral veya intravenöz yoldan beta blokör verilmesi gereklidir. Hastada aritmi veya dal bloğu olması tetkikin kalitesini etkiler.

Sık Karşılaşılan Kardiyak ve Parakardiyak Patolojiler

Perikardiyal Hastalıklar

Perikardiyal hastalıklar enfeksiyöz, otoimmün, metabolik hastalıklar, ilaçlar veya travma gibi birçok nedene bağlı olabilir. Klinik olarak perikardiyal hastalıklar akut perikardit, hemodinamik etkilenmeye neden olmayan perikardiyal efüzyon, perikardiyal tamponad ve restriktif perikardit başlıkları altında değerlendirilebilir. Perikardiyal hastalıktan şüphe edilen hastalarda EKO dışında kullanılabilen görüntüleme yöntemleri akciğer grafileri, BT ve MRG'dir. Bu yöntemler içerisinde sıklıkla ilk başvuru olan akciğer radyografileridir. Radyografilerde kardiyak silüetin büyük olması sensitivite ve spesifitesi düşük olsa da perikardiyal efüzyona işaret edebilir. Perikardiyal kalsifikasyonların izlenmesi, restriktif perikarditi düşündürülebilir. Perikardiyal hastalıkların değerlendirilmesinde EKO kullanılsa da tetkikin yetersiz olduğu hastalarda, loküle perikardiyal efüzyon ve hematomların, perikardiyal kalınlığın değerlendirilmesinde BT veya MRG kullanılabilir. MRG ve BT yöntemleriyle kalp ile birlikte tüm mediasten yapılarının değerlendirilebilmesi bu yöntemlerin önemli avantajlarından. Kalp hareketlerine bağlı artefaktları azaltmak; perikardiyal detaylı değerlendirilebilmesi amacıyla BT ve MRG tetkikleri EKG tetiklemeli olarak veya hızlı görüntüleme sekansları ile yapılmalıdır. BT'nin kalsifikasyonları saptayabilmesi diğer yöntemlere olan üstünlüğüdür. MRG'nin başlıca avantajları ise radyasyon içermemesi, iyot içeren kontrast madde kullanımına gerek duyulmadan perikardiyal kitle ve efüzyonu karakterize edebilmesi, tek seferde perikardiyal değerlendirmenin yanında kardiyak fonksiyonel değerlendirmeye de olanak vermesidir.

Konstriktif Perikardit

Konstriktif perikardit, perikardiyal boşlukta kalsifikasyon ve/veya fibroziye bağlı kalbin diyastolik kompliyansının azalmasına neden olur. Kardiyak cerrahi, radyasyon, travma, kollajen doku hastalıkları, enfeksiyonlar, üremi gibi birçok nedene bağlı görülmekle beraber vakaların çoğunda altta yatan neden bulunamaz. Genellikle kronik seyirli olmakla birlikte kardiyak cerrahi sonrası günler veya aylar içerisinde gelişen restriktif perikardit vakaları da bulunmaktadır. Klinik olarak restriktif perikarditi diğer kalp yetmezliği ve ödem sebeplerinden ayırt etmek zor olmakla birlikte görüntüleme yöntemleri ile ayırım yapılabilir. Konstriktif perikardite bağlı ventriküler dolumda kısıtlanma, kalp boşluklarının diyastolik basınçlarında artış saptanır. Benzer bul-

gular restriktif tip kardiyomiyopatilerde de izlenmekle birlikte kardiyak MRG ile gerçek zamanlı sine görüntüleriyle interventriküler septumun inspiyum ve ekspiyum fazında hareketlerine bakılarak restriktif kardiyomiyopati ile konstriktif perikardit ayrımı yapılabilir. Perikardiyal kalınlaşma ve efüzyon ayrımı BT ile yapılabilir ancak küçük miktarlardaki efüzyonun kalınlaşmadan ayırt edilmesinde MRG daha yararlıdır. Kontrast madde kullanımı vasküler yapıların, kalp boşluklarının miyokarddan ayırt edilmesinde yararlıdır. Perikardiyal kontrastlanma saptanması spesifik değildir, enfeksiyöz, inflamatuvar, neoplastik patolojilere bağlı olabilir.

Perikardiyal efüzyon

Perikardiyal efüzyon, birçok nedene ikincil görülebilir. Sistemik sıvı retansiyonunda transuda tarzında hidroperikardiyum saptanabilir. Hemoperikardiyum, iyatrojenik olarak, aort diseksiyonuna, kan diskrazilerine veya travmaya ikincil görülebileceği gibi tüberküloz gibi enfeksiyonlara da eşlik edebilir. Malign efüzyon sıklıkla metastatik hastalıklara veya lokal invazyona bağlı olarak görülür. İçeriğine bağlı olarak MRG ve BT'de efüzyon su ile eş intensite/dansitede izlenebileceği gibi proteinöz, hemorajik içeriğe bağlı farklı intensite/dansitede de izlenebilir.

Perikardiyal tümörler

Primer perikardiyal tümörler nadirdir. Benign tümörler arasında lipom, fibrom, nörom, hemanjiom, malign tümörler arasında mezotelyoma ve sarkomlar sayılabilir. Sekonder perikardiyal tümörler primerden daha sık izlenir. Perikardın sekonder tutulumu lokal invazyona bağlı timoma ve lenfomada, metastatik yayılıma bağlı lösemi ve lenfomada görülebilir. Görüntülemeye amaç, lezyonun uzanımını, kalp/perikard veya vasküler yapılar ile olan ilişkisini ve kardiyak fonksiyonlara etkisini değerlendirmektir. Perikardiyal tümörlere bağlı perikardiyal efüzyon, plaklar veya perikardiyal nodülarite-kalınlık artışı saptanabilir. Belirgin perikardiyal efüzyonu olmasına rağmen perikardit bulguları olmayan hastalarda ayırıcı tanıda tümöral lezyonlar da düşünülmelidir. Yumuşak doku çözünürlüğü yüksek olan MRG tetkiki bu grup hastalarda öncelikle tercih edilmelidir.

Perikardiyal kist

Perikardiyal gelişim aşamasındaki defekte bağlı olarak gelişir. Mediasteninin herhangi bir yerinde izlenebilmekle birlikte sıklıkla sağ anterior kardiyofre-

nik açıda görülürler. Kistler, çoğunlukla insidental olarak saptanır ve lokalize hematom, efüzyon veya mediastinal tümörler ile karışabilirler. Kistler ince duvarlı, sıklıkla uniloküle, düzgün kontur özellikleri gösteren yapılardır. İnt-ravenöz kontrast madde verilmesini takiben santral kontrastlanma göstermezler ve sıvı içeriğine bağlı olarak BT ve MRG'de sinyal/dansite değişikliklerine neden olurlar. Kistin şekil ve boyutlarının solunum ve pozisyon ile değişim göstermesi ayırıcı tanıda yardımcıdır.

Kardiyomiyopatiler

Kardiyomiyopatiler (KMP), kronik ilerleyici miyokard hastalıkları olup ventriküler ve miyokardiyal geometri ve/veya fonksiyonlarda değişikliklere neden olurlar. Klinik, morfolojik ve histopatolojik olarak dilate, hipertrofik, restriktif, aritmojenik sağ ventrikül ve sınıflandırılmayanlar olmak üzere beş kategoride değerlendirilebilir. KMP'lerde ilk tercih edilen görüntüleme yöntemi MRG'dir.

Dilate KMP, kalbin ilerleyici dilatasyonu sonucu kasılma fonksiyonunun kaybı ile karakterizedir. Etyolojisinde alkol ve ilaç gibi toksik ajanlar, genetik hastalıklar yer alabilir. Dilate KMP'de ilerleyici interstisyel fibrozis ile birlikte kontraktıl miyozitlerin de kaybı söz konusudur. MRG, sol ventrikülün global fonksiyonunu, etkilenmiş fiber yapılarını, duvar kalınlık değişimlerini ve sistol sonu duvar stresini gösterebilir. Dilate KMP'de gadolinyum içerikli kontrast madde kullanılarak inflamasyon ve geri dönüşsüz miyokard zedelenmesi gösterilebilir.

Hipertrofik KMP, miyozitlerdeki düzensizliğe bağlı, diyastolik kalp fonksiyonlarını etkileyen, bölgesel veya jeneralize hipertrofi ile karakterizedir. Hipertrofik KMP sol ventrikül çıkımında obstrüksiyona neden olabilir. Hipertrofik KMP hastalarında morfoloji, fonksiyon, doku karakterizasyonu ve obstrüksiyonlara bağlı hemodinamik bozuklukların değerlendirilmesinde MRG kullanılabilir. Hastalarda miyomektomi ve septal ablasyon gibi cerrahi/girişimsel işlemlerin sonrasında morfolojik ve fonksiyonel değişimlerin takibinde de MRG kullanılır. Hipertrofik KMP hastalarında, kapak yapısındaki bozulmaya bağlı mitral kapak yetmezliği görülebilir. MRG bu yetmezliğin takibinde de değerlidir.

Aritmojenik sağ ventriküler kardiyomiyopati, ailevi geçişi olan, tipik olarak genç erkekleri etkileyen, miyokard dokusunun patolojik olarak fibrolipid in-

filtrasyonu ile karakterizedir. Sağ ventriküler taşikardiye neden olarak ani ölümlere neden olabilen bir hastalıktır. Morfolojik olarak fibröz ve/veya lipid infiltrasyonu ve duvar kalınlıklarında ileri derecede azalma mevcuttur. Manyetik rezonans görüntüleme hastalığın erken dönemlerinde az miktarda fibrolipidin ventrikül infiltrasyonunu gösterebilir. Kardiyomiyopatiler sarkoidoz, amiloidoz ve hemokromatozise bağlı infiltrasyon nedeniyle oluşabilir. Sarkoidoza bağlı ölümlerin yaklaşık %50'si kardiyak nedenlidir. Sarkoidozda sol ventrikül dilatasyonu, bölgesel ve global duvar hareket anormallikleri, bölgesel granülomatöz inflamasyona bağlı duvarda incelme ve akinezi saptanabilir. Ciddi sistemik amiloidoz hastalarında görülebilen miyokardiyal amiloid birikimi, diyastolik disfonksiyon ve restriksiyona yol açarak ölüme neden olabilen bir patolojidir. Kardiyak amiloidoz nedeniyle ventriküler miyokarda, interatriyal septumda amiloid birikerek duvarda kalınlık artışı oluşmaktadır. Sarkoidoz ve amiloidoza bağlı kardiyak değişikliklerin gösterilmesinde MRG kullanılmaktadır. Miyokardiyal siderozis, intraselüler demir birikimi sonucu giderek artan fonksiyon bozukluğuna ve kalp yetmezliğine neden olabilir. Demir birikimi ile giden durumlarda prognozu belirleyen kardiyak tutulumdur. Talasemi majör hastalarında ölümlerin çoğu kardiyak nedenlidir. Demir paramanyetik bir ajandır ve MRG'de sinyal değişikliklerine neden olur. MRG ile uygun sekanslar kullanılarak miyokarda demir birikimi gösterilebilir ve demir yükü hesaplanabilir.

Miyokardiyal canlılığın değerlendirilmesi

İskemik kalp hastalığı olan hastalarda MRG ile miyokardiyal canlılık değerlendirilerek, fibrotik skar dokusundan ayrımı yapılabilir. Böylelikle revaskülerizasyon sonrası yarar görecektir olan doku belirlenebilir.

Kardiyak Kitleler

Kardiyak tümörlerin görüntülenmesinde amaç, lezyonu saptamak, lezyonun boyut, uzanım ve çevre dokular ile olan ilişkisini belirlemek, vaskülerizasyonunu değerlendirilerek ayırıcı tanısını yapmaktır. Primer kardiyak tümörlerin büyük kısmını benign lezyonlar oluşturur. En sık görülen benign tümör miksomadır. Miksomalar sıklıkla sol atriyumdan köken alan, pedinküllü, değişik boyutlarda düzgün konturlu polipoid lezyonlardır. Manyetik rezonans görüntüleme bulguları değişkendir. Kardiyak trombüslerin görüntüleme bulguları da miksomaya benzer ancak trombüslerin kontrastlanmaması, ventrikülde

enfarkt alanına komşu olması veya sol atriyal apendikte izlenmesi ile mikso-madan ayırt edilebilirler. Kardiyak lipoma benign kardiyak tümörler arasında ikinci sıklıktadır. Subepikardiyal yerleşimli olanlar büyük boyutlara ulaşarak kardiyak fonksiyonları etkileyebilir. Endokardiyal lipomlar çoğunlukla interatriyal septumdan köken alarak aritmilere neden olabilirler. Kalp kapaklarında en sık görülen tümör papiller fibroelastomdur. Sırasıyla en sık aort, mitral kapak veya sol ventrikül çıkımında izlenir. Tanısı emboliye neden olabilmesi nedeniyle önemlidir. Manyetik rezonans görüntüleme düzgün konturlu yuvarlak lezyonlar olarak izlenirler.

Fibromlar, çocuklarda daha sık görülebilen, sıklıkla sol ventrikül duvarını tutan tümörlerdir. Aritmilere neden olarak ani ölüme yol açabileceği için fibromlar asemptomatik olsa bile eksize edilmelidir. Rabdomiyomlar, sıklıkla yenidoğan döneminde tanı alan konjenital tümörlerdir. Genellikle ventriküler miyokardiyumdan köken alırlar ve tüberoskleroza eşlik edebilirler.

Kalbin primer malign tümörleri, metastatik lezyonlarından daha az olarak saptanır. En sık karşılaşılan primer tümörler sarkomlar ve lenfomadır. Lezyonlarda nekroz, kalsifikasyon, yüksek derecede vaskülarizasyon, çevre dokulara infiltrasyon, maligniteyi telkin eden bulgulardır. Sarkomlar içerisinde en sık anjiosarkom izlenir. Metastatik lezyonlara neden olan tümörler arasında malign germ hücreli tümörler, malign timoma sayılabilir. Kardiyak ve parakardiyak kitlelerin saptanmasında ve karakterize edilmesinde MRG, EKO'nun tamamlayıcısıdır. Kitlelerin daha büyük görüntüleme alanları içerisinde ekstrakardiyak uzanımlarının belirlenmesinde, mediastende bulunan vasküler yapıların tutulumunun değerlendirilmesinde, hiatal herni, bronkojenik kist gibi kardiyak tümörler ile karışabilecek lezyonların ekarte edilmesinde MRG EKO'ya üstündür.

Pulmoner venöz vasküler hastalıklar

Pulmoner vasküler sistem ile ilişkili pulmoner atrezi, stenoz ve venöz dönüş anomalileri görülebilir. Bunlar arasında en sık izlenenler venöz dönüş anomalileridir. Total venöz dönüş anomalisinde pulmoner venler ile sol atriyum arasında ilişki yoktur ve venöz drenaj sağ atriya olur. Bu anomalilere atriyal septal defekt de eşlik eder. Parsiyel venöz dönüş anomalisinde ise bir veya daha fazla sayıda pulmoner ven, sağ atriyum veya sistemik venlere açılır. Genellikle eşlik eden atriyal septal defekt bulunur. Pulmoner venlerde görülen

diğer bir anomali sağ akciğere ait pulmoner venlerin inferior vena kavaya döküldüğü Scimitar sendromudur. Konjenital pulmoner atrezi yaşamla bağdaşmayan, pulmoner venlerin, sol atriyum veya sistemik venler ile bağlantısının olmadığı durumdur. Konjenital pulmoner stenoz, bir veya daha fazla sayıda veni ilgilendiren, venin fokal veya difüz stenozu ile karakterizedir. Sıklıkla diğer konjenital kardiyak malformasyonlara eşlik eder. Pulmoner venöz dolaşımı ilgilendiren patolojilerin tanısının konmasında, venöz anatomisinin belirlenmesinde ve postoperatif takiplerinde MRG kullanılabilir.

Aort ilişkili patolojiler

Torasik aortun görüntülenmesinde noninvaziv olarak EKO, radyografiler, BT ve MRG kullanılmaktadır. Hangi görüntüleme yönteminin seçileceği hastanın klinik durumu, sedasyon gerekliliği gibi etkenlere bağlı olarak değişir. Radyografiler vasküler ve nonvasküler patolojiler hakkında fikir verebilir. Bilgisayarlı tomografinin yaygın olması, incelemenin hızlı bir şekilde yapılabilmesi, vasküler yapılar ile birlikte kemiklerin, yumuşak dokuların, eş zamanlı olarak akciğerlerin değerlendirilebilmesi BT'nin MRG'ye üstünlükleridir.

Aort koarktasyonu, aortun konjenital anomalileri arasında en sık izlenendir. İnfantil (preduktal) ve yetişkin (postduktal) olmak üzere iki tipi bulunur. Preduktal tipte inen aortada akım, kollateraller içerisinde ağırlıklı olarak interkostal arterler yoluyla sağlanır. Dilate interkostal arterlere bağlı kostaların inferior yüzlerindeki çentiklenme akciğer radyografilerinde sekiz veya on yaş civarında görünür hale gelir. Koarktasyonu olan hastalarda, stenotik segmentin anatomik olarak uzanımının ve hemodinamik etkilerinin saptanması, eşlik edebilecek biküspit aorta ve ventriküler septal defektin gösterilmesinde MRG/BT kullanılabilir. Postoperatif dönemde aort anevrizması ve restenozlar gelişebileceği için bu hastaların takiplerinde de MRG kullanılabilir.

Konjenital kalp hastalıkları

Konjenital kalp hastalıklarında (KKH), toraksın vasküler yapılarındaki kompleks anomalilerin doğru bir şekilde saptanması hem tanı hem de tedaviyi etkiler. Eko kardiyografi, KKH'larının görüntülenmesinde ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. MRG, KKH'larının noninvaziv değerlendirilmesini sağlar. Spin-eko MRG ile basit veya kompleks yapıdaki kardiyovasküler anatomi değerlendirilir. Sine-gradient-eko MRG, ventriküllerin volümü, ejeksiyon fraksiyonu gibi fonksiyonel parametreleri, lokalize duvar hareketlerini ve

kalınlıklarını saptayabilir. Akım hızları ve volümü ölçerek, pulmoner arteriyal akım, kapak yetmezlikleri ve ventrikül dolumu kantitatif olarak hesaplanabilir. KKH'na bağlı cerrahi geçiren hastaların, postoperatif kardiyak fonksiyonel parametrelerinin takibinde, şant açıklığının değerlendirilmesinde de MRG kullanılır. Postoperatif dönemde ferromanyetik stent, koillere bağlı artefaktlar nedeniyle MRG yapılamayan hastalarda BT kullanılabilir.

Ventriküler septal defekt (VSD) en sık görülen konjenital kalp hastalığıdır. İzole olabileceği gibi aort koarktasyonu, Fallot tetralojisi, trunkus arteriozus gibi anomalilere eşlik edebilir. Hastalara yaklaşımı belirleyen temel unsur hastanın kliniği, soldan sağa şanta uğrayan akım volümü ve eşlik eden diğer anomalilerdir. Defektin atriyoventriküler kapaklar ve büyük arterler ile olan ilişkisinin gösterilmesinde MRG kullanılabilir. Ayrıca MRG ile şant volümleri kantitatif olarak hesaplanabilir.

Atriyal septal defekt (ASD) soldan sağa şantların sık sebeplerindedir. EKO, ASD'lerin tanı ve takiplerinde primer yöntem olmakla birlikte yetersiz akustik pencere nedeniyle değerlendirilemeyen ileri yaştaki hastalarda MRG tercih edilebilir.

Fallot tetralojisi, en sık izlenen siyanotik konjenital kalp hastalığıdır. Fallot tetralojisinde pulmoner stenoz, ventriküler septal defekt, ata biner tarzda aorta ve sağ ventrikül hipertrofisi görülür. Mediastinel pulmoner arterlerde hipoplazi olabileceği gibi bazı vakalarda arterler hiç izlenmeyebilir. Bu hastalarda ve sağ ventrikül çıkımında ciddi derecede obstrüksiyonu olan hastalarda, pulmoner akım duktus arteriozus, aorta ve dallarından köken alan kollateraller ile sağlanır. Fallot tetralojisi olan bazı hastalarda koroner arter sağ ventrikül çıkışını çaprazlar. Operasyon öncesinde pulmoner arter morfolojisinin, varsa aortopulmoner kollaterallerin, duktus arteriozusun durumunun, koroner arterlerin seyirlerinin bilinmesi gerekir. Bu amaçla MRG/BT kullanılabilir.

Büyük damarların transpozisyonu (BAT), ventriküller ile büyük arterler arasındaki diskordansa bağlı aortun sağ ventrikülden, pulmoner arterin ise sol ventrikülden köken almasıdır. Hastaların preoperatif tanısında EKO yeterlidir. Postoperatif dönemde MRG ile ventrikül fonksiyonu ve volümleri, sol ve sağ ventrikül çıkımında obstrüksiyon, ventrikül basıncı, pulmoner arterde ve aortadaki dilatasyon, koroner arterler, aortopulmoner kollateraller ve eşlik edebilecek diğer anormallikler değerlendirilir.

Trunkus arteriozus, konotrunkal anomali sonucu, kalpten tek bir büyük arterin subtrunkal VSD üzerinden çıkışı sonrasında aorta ve pulmoner artere ayrılması ile karakterizedir. Preoperatif dönemde hastaların görüntülenmesinde EKO yeterlidir, ancak kompleks arkus aorta ve pulmoner venöz anomalilerde MRG kullanılabilir. Postoperatif hasta takipleri MRG ile yapılabilir.

Kesintili arkus aorta, anatomik olarak arkus aorta segmentleri arasında devamsızlık olmasıdır. Devamsızlık sıklıkla sol ortak karotis arter ile sol subklavyen arter arasında veya subklavyen arterin distalinde izlenir. Preoperatif tanı konulması için EKO yeterlidir. Postoperatif dönemde ise MRG ile rezidüel veya rekürren anatomik ve hemodinamik problemler takip edilebilir.

Kapak Hastalıkları

Konjenital kapak anomalileri arasında en sık görülen biküspit aortik kapaktır. Biküspit aort kapağı olan hastalarda kapak yetmezliği, stenozu, ilerleyici aort dilatasyonu, anevrizması ve diseksiyonu gibi komplikasyonlar görülebilir. Kapak sorunları, konjenital kalp hastalıklarının tedavisine sekonder veya romatizmal hastalıklara bağlı da görülebilir. Kapak hastalıklarının değerlendirilmesinde EKO ve MRG kullanılır. Sine-MRG ile kapak hareketleri, jet akımlar gösterilebilir ve akım volümleri hesaplanabilir. Kapak yetmezlikleri, akım hız haritaları sayesinde kantitatif olarak derecelendirilebilir. Bu sayede MRG ile kapak replasmanı için optimal zamana karar verilebilir.

Koroner arterlerin görüntülenmesi

Koroner anomaliler sıklıkla klinik olarak semptom vermeyen, Fallot tetralojisi, BAT gibi konjenital kalp hastalıklarına eşlik edebilen patolojilerdir. Koroner anjiyografi ile koroner arterlerin orjini gösterilebilir. Ancak büyük damarlar ile olan ilişkinin saptanmasında yetersiz kalabilir. Koroner arterlerin anormal orjin ve seyirlerini, büyük vasküler yapılar ile olan ilişkilerini BT ve MRG gösterir. Çocuklarda koroner arter anevrizmaları yaygın olarak görülmesine de Kawasaki Sendromu olanlarda izlenebilir. Kawasaki pankardit ve küçük vasküler yapılarda vaskülitte başlayıp epikardiyal koroner arterlerin tutulması sonucu anevrizmatik dilatasyonlara neden olabilir. İnflamasyonun gerilemesi ile koroner arterlerdeki anevrizmatik dilatasyonda gerileme, postinflamatuar stenozlar izlenebilir. Günümüzdeki tedavi yöntemleri ile hastalığa bağlı koroner arter anormallikleri daha az oranda saptansa da hastaların bir kısmında kardiyak sekel gelişebilmektedir. Küçük çocuklarda EKO, anevrizmaların tanı ve takiplerinde yeterli olsa da hastaların yaşı arttıkça EKO ile değerlendirme

zorlaşabilir. Bu tür hastalarda koroner arterlerin değerlendirmesinde MRG ve BT tercih edilir. Koroner arter duvar kalınlığının ve plak formasyonlarının gösterilmesinde MRG, BT'ye göre kısıtlamalara sahiptir. BT anjiyografi ile noninvaziv olarak koroner arterlerin tüm segmentleri değerlendirilebilir.

Sonuç olarak konjenital ve edinsel kalp hastalıklarında kalbin morfolojik ve fonksiyonel olarak değerlendirilebilmesini sağlayan MRG ve BT tetkikleri, hastalıkların tanı ve takiplerinde vazgeçilmez kesitsel görüntüleme yöntemleridir.

Kaynaklar

1. Abushaban L, Denham B, Duff D. 10 year review of cardiac tumors in childhood. *Br Heart J* 1993; 70: 166–169.
2. Akagi T, Rose V, Benson LN, et al. Outcome of coronary artery aneurysms after Kawasaki disease. *J Pediatr* 1992; 121: 689–694.
3. Anderson LJ, Holden S, Davis B, et al. Cardiovascular T2-star (T2*) magnetic resonance for the early diagnosis of myocardial iron overload. *Eur Heart J* 2001; 22: 2171–2179.
4. Angelini A, Calzolari V, Thiene G, et al. Morphologic spectrum of primary restrictive cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1997; 80: 1046–1050.
5. Axel L. Assessment of pericardial disease by magnetic resonance and computed tomography. *J Magn Reson Imaging*. 2004; 19: 816–826.
6. Basso C, Thiene G, Corrado D, Angelini A, Nava A, Valente M. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: dysplasia, dystrophy, or myocarditis. *Circulation* 1996; 94: 983–991.
7. Beekman RP, Beek FJ, Meijboom EJ. Usefulness of MRI for the preoperative evaluation of the pulmonary arteries in tetralogy of Fallot. *Magn Reson Imaging* 1997; 15: 1005–1015.
8. Buser PT, Auffermann W, Holt WW, et al. Noninvasive evaluation of global left ventricular function with use of cine nuclear magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 1294–1300.
9. Castillo E, Rutberg J, Wu KC, Bluemke DA. Arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy: variability in protocols and image quality between MRI centers. *Circulation* 2001; 104: 624–640.
10. Chung KJ, Simpson IA, Glass RF, Sahn DJ, Hesselink JR. Cine magnetic resonance imaging after surgical repair in patients with transposition of the great arteries. *Circulation* 1988; 77: 104–109.
11. De Arenaza DP, Pietrani M, Moon JC, et al. Cardiac fibroelastoma: cardiovascular magnetic resonance characteristics. *J Cardiovasc Magn Reson* 2007; 9: 621.

12. Eisenberg MJ, Dunn MM, Kanth N, et al. Diagnostic value of chest radiography for pericardial effusion. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 588–593.
13. Frank H, Globits S. Magnetic resonance imaging evaluation of myocardial and pericardial disease. *J Magn Reson Imaging* 1999; 10: 617–626.
14. Fujita N, Duerinckx AJ, Higgins CB. Variation in left ventricular regional wall stress with cine magnetic resonance imaging: normal subjects versus dilated cardiomyopathy. *Am Heart J* 1993; 125: 1337–1345.
15. Gersony WM, Apfel HD. Patent ductus arteriosus and other aortopulmonary anomalies. In: Moller JH, Hofman JIE, eds. *Pediatric Cardiovascular Medicine*. 1st ed. 2000: 323–334.
16. Gilkeson RC, Chiles C. MR evaluation of cardiac and pericardial malignancy. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2003; 11: 173–186.
17. Globits S, Pacher R, Frank H, et al. Comparative assessment of right ventricular volumes and ejection fraction by thermodilution and magnetic resonance imaging in dilated cardiomyopathy. *Cardiology* 1995; 86: 67–72.
18. Glockner JF. Imaging of pericardial disease. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2003; 11: 149–162.
19. Greil GF, Stuber M, Botnar RM, et al. Coronary magnetic resonance angiography in adolescents and young adults with Kawasaki disease. *Circulation* 2002; 105: 908–911.
20. Grotenhuis HB, Ottenkamp J, Westenberg JJ, Bax JJ, Kroft LJ, de Roos A. Reduced aortic elasticity and dilatation are associated with aortic regurgitation and left ventricular hypertrophy in nonstenotic bicuspid aortic valve patients. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49: 1660–1665.
21. Hananouchi GI, Goff WB. Cardiac lipoma: six-year follow-up with MR characteristics, and a review of the literature. *Magn Reson Imaging* 1990; 8: 825–828.
22. Hartnell GG, Sassower M, Finn JP. Selective presaturation magnetic resonance angiography: new method for detecting intracardiac shunts. *Am Heart J* 1993; 126: 1032–1034.
23. Jager HJ, Mehring U, Gotz GF, et al. Radiological features of the visceral and skeletal involvement of hemochromatosis. *Eur Radiol* 1997; 7: 1199–1206.
24. Kojima S, Yamada N, Goto Y. Diagnosis of constrictive pericarditis by tagged cine magnetic resonance imaging. *N Engl J Med* 1999; 341: 373–374.
25. Lund JT, Ehman RL, Julsrud PR, Sinak LJ, Tajik AJ. Cardiac masses: assessment by MR. *Am J Radiol* 1989; 152: 469–473.
26. Maron BJ, Towbin JA, Thiene G, et al. Contemporary definitions and classification of the cardiomyopathies: an American Heart Association Scientific Statement from the Council on Clinical Cardiology, Heart Failure and Transplantation Committee; Quality of Care and Outcomes Research and Functional Genomics and Translational Biology Interdisciplinary Working Groups; and Council on Epidemiology and Prevention. *Circulation* 2006; 113: 1807–1816.

27. Masui T, Finck S, Higgins CB. Constrictive pericarditis and restrictive cardiomyopathy: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1992; 182: 369–373.
28. Matsuoka H, Hamada M, Honda T, et al. Precise assessment of myocardial damage associated with secondary cardiomyopathies by use of Gd-DTPA-enhanced magnetic resonance imaging. *Angiology* 1993; 44: 945–950.
29. McKenna WJ, Thiene G, Nava A, et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. Task Force of the Working Group Myocardial and Pericardial Disease of the European Society of Cardiology and of the Scientific Council on Cardiomyopathies of the International Society and Federation of Cardiology. *Br Heart J* 1994; 71: 215–218.
30. Mulvagh SL, Rokey R, Vick 3rd GW, Johnston DL. Usefulness of nuclear magnetic resonance imaging for evaluation of pericardial effusions, and comparison with two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1989; 64: 1002–1009.
31. Pellikka PA, Holmes Jr DR, Edwards WD, et al. Endomyocardial biopsy in 30 patients with primary amyloidosis and suspected cardiac involvement. *Arch-Intern-Med* 1988; 148: 662–666.
32. Pasma JL, Blanksma PK, van der Wall EE, Hamer HP, Mooyaart EL, Lie KI. Assessment of quantitative hypertrophy scores in hypertrophic cardiomyopathy: magnetic resonance imaging versus echocardiography. *Am Heart J* 1996; 132: 1020–1027.
33. Powell AJ, Chung T, Landzberg MJ, Geva T. Accuracy of MRI evaluation of pulmonary blood supply in patients with complex pulmonary stenosis or atresia. *Int J Card Imaging* 2000; 16: 169–174.
34. Reyes CV, Jablolkow VR. Lipomatous hypertrophy of the cardiac interatrial septum: a report of 38 cases and review of the literature. *Am J Clin Pathol* 1979; 5: 785–788.
35. Reynen K. Cardiac myxomas: review article. *N Engl J Med* 1995; 333: 1610–1617.
36. Richardson P, McKenna W, Bristow M, et al. Report of the 1995 World Health Organization/International Society and Federation of Cardiology Task Force on the Definition and Classification of cardiomyopathies. *Circulation* 1996; 93: 841–842.
37. Roberts WC, Glancy DL, DeVita VT. Heart in malignant lymphoma: a study of 196 autopsy cases. *Am J Cardiol* 1968; 22: 85–107.
38. Sechtem U, Higgins CB, Sommerhoff BA, et al. Magnetic resonance imaging of restrictive cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1987; 59: 480–482.
39. Sekiguchi M, Yazaki Y, Isobe M, et al. Cardiac sarcoidosis: diagnostic, prognostic, and therapeutic considerations. *Cardiovasc Drugs Ther* 1996; 10: 495–510.
40. Simpson IA, Chung KJ, Glass RF, et al. Cine magnetic resonance imaging for evaluation of anatomy and flow relations in infants and children with coarctation of the aorta. *Circulation* 1988; 78: 142–148.
41. Smedema JP, Snoep G, van Kroonenburgh MP, et al. The additional value of gadolini-

- um-enhanced MRI to standard assessment for cardiac involvement in patients with pulmonary sarcoidosis. *Chest* 2005; 128: 1629–1637.
42. Straus R, Merliiss R. Primary tumor of the heart. *Arch Pathol* 1945; 39: 74–78.
 43. Tsai-Goodman B, Geva T, Odegard KC, Sena LM, Powell AJ. Clinical role, accuracy, and technical aspects of cardiovascular magnetic resonance imaging in infants. *Am J Cardiol* 2004; 94: 69–74.
 44. Van Praagh R. Etienne-Louis Arthur Fallot and his tetralogy: a new translation of Fallot's summary and a modern reassessment of this anomaly. *Eur J Cardiothorac Surg* 1989; 3: 381–386.
 45. Wang ZJ, Reddy GP, Gotway MB, et al. CT and MR imaging of pericardial disease. *Radiographics* 2003; 23: 167–180.
 46. Waxman S, Eustace S, Hartnell GG. Myocardial involvement in primary hemochromatosis demonstrated by magnetic resonance imaging. *Am Heart J* 1994; 128: 1047–1049.
 47. Weber OM, Higgins CB. MR evaluation of cardiovascular physiology in congenital heart disease: flow and function. *J Cardiovasc Magn Reson* 2006; 8: 607–617.
 48. Winkler M, Higgins CB. Suspected intracardiac masses: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1987; 165: 117–122.
 49. Yoo SJ, Lim TH, Park IS, et al. MR anatomy of ventricular septal defect in double-outlet right ventricle with situs solitus and atrioventricular concordance. *Radiology* 1991; 181: 501–505.

PEDİATRİK HASTALARDA VASKÜLER GİRİŞİMSSEL RADYOLOJİ

Dr. Gonca Eldem*, Dr. Bora Peynircioğlu**

Girişimsel radyoloji, tanısal ya da tedavi amaçlı görüntüleme kılavuzluğunda yapılan tüm minimal invaziv işlemleri kapsamaktadır. Bu işlemler, ciltte açılan küçük insizyon ile iğne, kateter ve diğeri minimal invaziv ekipmanların gerçek zamanlı görüntüleme yöntemleri (ultrasonografi, X-ışını, bilgisayarlı tomografi vb.) kılavuzluğunda girişimsel radyologlar tarafından manipüle edilmesi olarak tanımlanabilir. Sistem olarak girişimsel işlemler nörovasküler girişimsel, vasküler girişimsel ve non-vasküler girişimsel işlemler olarak ayrılmakla birlikte bu yazıda pediatrik hastalarda işlem öncesi hazırlık ve işlem sonrası takip açısından arteriyel girişimsel işlemler ve venöz girişimsel işlemlere değinilecektir.

Pediatric Hastalarda Radyasyondan Korunma

Pediatric hasta grubunun iyonize radyasyona erişkinlerden daha hassas olduğu unutulmamalı ve işlemler uygulanırken ALARA (*As low as reasonably possible*) prensipleri akılda tutulmalıdır. Buna göre; total floroskopi ve arteriyografi zamanları en azda tutulmalı, progresif pulse floroskopi, son görüntü kullanımı, filtreler, gonad koruyucuları gibi uygun korumalar ve optimum konlama ve kolimasyon kullanılmalıdır. Görüntü reseptörü ile hasta arasındaki mesafe kısaltılmalı, özellikle yenidoğan ve bebeklerde gridler çıkarılmalı ve magnifikasyon gerektiren durumlarda dijital magnifikasyon tercih edilmelidir.

Arteriyel Girişimsel İşlemler

Pediatric popülasyonda arteriyel patolojilerin tanısında günümüzde altın standart yöntem olan anjiyografi yerine manyetik rezonans anjiyografi (MRA),

* Uzman Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

** Profesör Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA) ve Doppler ultrasonografi (US) gibi invaziv olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Pediatrik hasta grubunda anjiyografi diğer modalitelerin yetersiz kaldığı belli durumlarda tanısal amaçlı ve daha çok tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Değerlendirme ve Hazırlık

Tüm hastalar işlem öncesi pediatrik ve girişimsel radyologlar tarafından ayrıntılı tartışılmalı, işlemin endikasyonları gözden geçirilmeli, hastanın ayrıntılı hikayesi, fizik muayene bulguları ve mevcut laboratuvar ve görüntüleme tetkikleri değerlendirilmelidir. Ayrıca hastanın ailesi işlem için ayrıntılı bilgilendirilmeli, olası riskler ve oluşabilecek komplikasyonlar için bilgilendirilmelidir.

İşlem öncesi hastalarda göreceli kontraendikasyon olan kontrast madde alerjisi, koagülopati, böbrek yetmezliği, sepsis, ciddi konjestif kalp yetmezliği, kontrol edilemeyen hipertansiyon ve aktif vaskülit gibi damar hasarı riskinin yüksek olduğu durumların olmadığı teyit edilmeli, işlem öncesi laboratuvar değerleri trombosit sayımı $>50.000/\text{mm}^3$, INR 1,2-1,4 ve kreatin değerleri normal olmalıdır. Özellikle yenidoğan döneminde laboratuvar değerleri normal olmasına rağmen koagülopati olabileceği unutulmamalıdır.

Tüm hastalar anjiyografi öncesinde ayrıntılı fizik muayene ile kardiyopulmoner ve vasküler açıdan değerlendirilmelidir. Çocuğun boyu, kilosu ve tüm periferik nabızlar, değerlendirilmeli ve belgelenmelidir. İşlem için pediatrik hastaya uygulanacak anestezi türü, çocuğun yaşı, işlemin süresi göz önünde bulundurularak anestezi bölümü tarafından ayrıntılı değerlendirilmeli, işlem öncesinde sadece anne sütü alan bebekler 4 saat, katı gıda alan bebekler ya da daha büyük çocuklar 6 saat aç bırakılmalıdır.

Kontrast Madde

Pediatrik anjiyografi işlemlerinde düşük osmolariteli (300-350 mg iyot/ml) kontrast maddeler kullanılmakta olup yenidoğanlarda kontrast madde volümü 4-5 ml/kg¹, pediatrik hastalarda ise 6-8 ml/kg¹ geçmemelidir.

Arteriyel Girişimsel İşlemlerin Endikasyonları

Pediatrik vasküler hastalıklar tüm sistemlerin konjenital ve kalıtsal bozukluklarını içermektedir. Serebrovasküler olaylar, renovasküler hipertansiyon, karaciğer/bağırsak patolojileri için visseral arteriyografiler ve travma en sık endikasyonlardır. Tanısal MRA ve BTA'daki gelişmeler diagnostik anjiyografi sayısını azaltmış olsa da pediatrik hasta grubunda tedaviye yönelik teknikle-

rin gelişmesi ile periferel embolizasyon, anjiyoplasti, ilaç infüzyonu ve endo-nörovasküler işlemler gibi kateter aracılı arteriyel girişimlerin sayısı artmıştır.

Arteriyel Girişimsel İşlemlerin Kontraendikasyonları

İnvaziv olmayan yöntemler tanı ve tedavi seçenekleri arasında ise konvansiyonel anjiyografi tercih edilmemelidir. Bunun dışında rölatif kontraendikasyonlar olmakla birlikte belli durumlarda başka tanı ve tedavi seçeneği yoksa klinisyen ile tartışılarak konvansiyonel anjiyografi yapılabilir. Göreceli kontraendikasyonlar Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. *Anjiyografi için Görece Kontraendikasyonlar*

Kontrast madde allerjisi
Uzamış koagülasyon parametreleri
Renal yetmezlik
Konjestif kalp yetmezliği (volüm yükünü)
Düzeltilemeyen ciddi hipertansiyon
Bilinen kollajen bağ doku hastalığı
Ehlers- Danlos sendromu tip 4
Psödoksantoma elastikum
Homosistinüri
Vasküler akses noktasında enfeksiyon
Sepsis
Feokromasitoma

İşlem sonrası Takip

Pediyatrik hasta grubunda arter giriş yeri hemostazının sağlanması için manuel kompresyon kullanılmaktadır. Kapama cihazları önerilmemektedir. Bunun sonrasında her hasta 6 saat mutlak yatak istirahatine alınmalı ve giriş yerleri kanama açısından kontrol edilmelidir. Ayrıca özellikle yenidoğan ve infantlarda rutin periferik nabız takibi yapılmalı ve giriş yapılan ekstremitelerde sıcak tutulmalıdır.

Pediyatrik popülasyonda arteriyel girişimlerde ana risk femoral arter hasarı ve kontrast madde ilişkili komplikasyonlardır. Giriş yerine bağlı oluşabilecek hasarın sekel bırakma riski olup ileri tedavi gerektiren akut iskemik hasar, ekstremitelerde kaybı ya da kronik iskemiye bağlı o taraf ekstremitelerde uzunluk farkı olabilir.

Renovasküler Hipertansiyon

Çocukluk çağında hipertansiyon, %1-2 sıklığında görülmekte olup hipertansif hastaların %25’inde renovasküler sebepler etiyolojide rol oynar. Bunların da

%70'i fibromüsküler displaziye bağlı görülmekte olup diğer nedenler arasında nörofibromatozis tip 1, Williams sendromu, Takayasu arteriti, mideaortik sendrom, travma, tümör invazyonu ve radyasyona bağlı etkiler yer almaktadır. Günümüzde non-invaziv görüntüleme yöntemleri (US, MRA, BTA) ile ana renal arter patolojileri rahatlıkla tanınabilmektedir. Ancak bu yöntemler intraparakimal renal arter dallarında yetersiz olabilmektedir. Bilinen renal arter stenozu olan hastalarda altın standart yöntem olan anjiyografi için endikasyonlar: persistan hipertansiyon (yaşa göre > 99 persentil), tek ilaçla kontrol edilemeyen hipertansiyon, planlanan anjiyoplasti ve kompleks cerrahi yöntemlerden kaçınmak ya da geciktirmektir.

Renavasküler hipertansiyon, böbreğe giden kan akımının azalması sebebiyle artan renin salınımına bağlı görülür. Anjiyoplasti yaparken amaç böbreğe giden kan akımını artırarak renin salınımını düşürmektir. Klinikte beklenen cevap anjiyoplasti sonrası medikal anti hipertansif tedaviye gerek kalmaması ya da azaltılmasıdır.

Venöz Girişimsel İşlemler

Yeni gelişen tekniklerle pediatrik hasta grubunda venöz örneklemeler, derin ven trombozunda mekanik ve farmakolojik tromboliz, transhepatik portosistemik şant yerleştirilmesi gibi işlemler yapılabilmekle birlikte venöz işlemler en sık ve en çok santral venöz kateter yerleştirilmesini kapsamaktadır.

Görüntüleme eşliğinde kateter takılmasının daha güvenli ve maliyet etkin bir yöntem olduğunun çalışmalarla gösterilmesi ile birlikte santral venöz kateter takılması için vasküler girişimsel radyoloji bölümüne gelen talep artmıştır. Girişimsel radyolojinin bu konudaki görevi ayrıca hastaya ve klinik ihtiyaca göre doğru kateter çeşidinin seçilmesini sağlamak ve işlem sonrası oluşabilecek komplikasyonlarda yol göstermektir. Özellikle yenidoğan ve bebeklerde boyutların küçüklüğünden dolayı kateter yerleştirilmesi teknik olarak daha zordur. Planlama, endikasyon, kateter tipi, ihtiyaç olan lümen sayısı, planlanan tedavinin süresi gibi sorular klinisyenle tartışılarak yapılmalıdır.

Değerlendirme ve Hazırlık

Santral venöz kateter için en sık endikasyonlar intravenöz antibiyotik, kemoterapi, parenteral nutrisyon için santral venöz erişim ihtiyacı ayrıca hemodiyaliz ve aferez uygulamalarıdır.

İşlem öncesi klinisyenle birlikte hastanın hikayesi değerlendirilmeli, hangi tedavi için ne kadar süre katetere ihtiyaç olduğu belirlenerek kateter tipi seçilmelidir. Özellikle tünelli kateter ve port takılması planlanıyorsa koagülasyon parametreleri normal olmalıdır. Bu bağlamda INR <1,4, port için trombosit değeri >80.000 ve tünelli kateter için >50.000 olmalıdır. Geçici kateter için antiplatelet ilaçların kesilmesine gerek olmamakla birlikte tünelli kateter ya da port için aspirin gibi antiplatelet ilaçlar 5-7 gün önceden kesilmelidir. Tüm hastalar kateter takımı öncesinde olası enfeksiyon, bakteriyemi-sepsis açısından klinik ve laboratuvar olarak değerlendirilmiş olmalıdır.

Geçici Kateter

Geçici kateter, kısa süreli (2-4 hafta) infüzyon, diyaliz, plazmaferez için kullanılmakta olup verilecek tedaviye göre (yüksek basınç ihtiyacı) boyutları 4-12F aralığında değişmektedir.

Tünelli Kateter

Tünelli kateterler uzun süreli tedaviler için kullanılmakta olup ucundaki dakron kılıf sayesinde uzun dönem kullanımda stabiliteyi ve enfeksiyondan korunmayı sağlamaktadır. İnfüzyon amaçlı kullanım için tünelli Hickman kateterleri mevcut olup uzun süreli diyaliz ya da aferez ihtiyacında ise yüksek akım sağlayabilen tünelli diyaliz kateterleri seçilmelidir. 6 aydan küçük ve/veya 10 kilogramın altındaki çocukların internal juguler ven çapı 5 mm'nin altında olacağından tünelli kateter takılması uygun değildir.

Port Kateteri

Uzun süreli, aralıklı infüzyon ihtiyacı olan hastalarda port ideal olup en sık onkoloji hastalarında kullanılmaktadır. Cilt altı yağ dokusu az olan çocuk hastalarda mini portlar ya da kola takılabilen portlar tercih edilmektedir. Port, standart steril şartlarda cerrahi sterilizasyona uygun el yıkaması yapılarak takılmalı ve işlem öncesi rutin intravenöz antibiyotik profilaksisi verilmelidir.

Kateter Bakımı

Tipinden bağımsız olarak tüm santral venöz kateterler kullanılmadıkları zaman heparinli serum fizyolojik (geçici ve tünelli kateterler günde 1-2 kez, portlar ayda bir kez) ile irriga edilmelidir. Tüm kateterler her kullanımdan sonra heparinli serum fizyolojik ile yıkanmalıdır. Tedavi süresi biten kateter uzun dönemde venöz oklüzyondan korunmak amacıyla çıkarılmalıdır.

Kaynaklar

1. Cil B. Radiological placement of chest ports in pediatric oncology patients. *Eur Radiol* 2004;14:2015–2019.
2. Heran MKS, Marshalleck F. Pediatric Arterial Interventions. *Tech Vasc Interventional Rad* 2010; 13:238-243.
3. Lord DJE, Chennapragada SM. Embolization in Neonatas and Infants. *Tech Vasc Interventional Rad* 2011;14:32-41.
4. Marshalleck F, Temple M et. al. Joint quality improvement guidelines for pediatric arterial access and arteriography: from the Societies of Interventional Radiology and Pediatric Radiology. *Pediatr Radiol* 2010;40:237–250.
5. Peynircioglu B, Ozkan F, Canyigit M, et al: Radiologically placed tunneled internal jugular catheters in the management of chronic hemodialysis and long-term infusion therapies in the pediatric population. *J Vasc Interv Radiol* 2007;18:875-881.
6. Pieters PC Catheter malfunction: diagnosis and treatment. In: Pieters PC, Tisnado J, Mauro MA (eds) *Venous catheters: a practical manual*. Thieme Medical Publishers, New York; 221.
7. Vo JN, Hoffer FA et al. Techniques in Vascular and Interventional Radiology: Pediatric Central Venous Access. *Tech Vasc Interventional Rad* 2010;13:250-257.

PEDİATRİK HASTALARDA NON-VASKÜLER GİRİŞİMSEL RADYOLOJİ

Dr. Türkmen Çiftçi*

Non-vasküler girişimsel radyoloji görüntüleme kılavuzluğunda tedavi için yapılan tüm minimal invaziv işlemleri kapsamaktadır. Bu bölümde kısaca yapılan işlemler özetlenmiştir.

Görüntüleme Kılavuzluğunda Perkütan Biyopsi

Çocuklarda karaciğer, böbrek, dalak, akciğer, kemik gibi organların fokal lezyonları ya da diffüz hastalıklarının, abdominal, retroperitoneal, mediastinal bölge yerleşimli tümörlerin doku tanısı için görüntüleme kılavuzluğunda perkütan biyopsi başlıca uygulama alanıdır. Perkütan biyopsi için kılavuz yöntem olarak ultrasonografi (US), bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MR) ve floroskopi gibi pek çok seçenek bulunmakla birlikte çocukların çoğunda işlemler US kılavuzluğunda gerçekleştirilir. US'nin en önemli avantajı iyonize radyasyon içermemesi ve kontrast madde gereksinimi olmadan damarları görüntüleyebilmesidir. Diğer avantajları ucuzluğu, gerçek zamanlı görüntüleme yapılması, taşınabilir oluşu ve yatakbaşı işleme olanak sağlamasıdır. US'nin yeterli olmadığı az sayıda hastada özellikle kemik, akciğer veya derin pelvik yerleşimli lezyonların biyopsisi için BT kılavuzluğuna ihtiyaç duyulur. Çocuklar için BT kılavuzluğunda gerçekleştirilen işlemlerde alınan radyasyon dozunu azaltmak için önlemler alınması gerekir.

Perkütan biyopsi temel olarak ince iğne aspirasyon biyopsisi (İİAB) ve kalın iğne biyopsisi (KİB) olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilir. İİAB sitolojik, akım-sitometrik veya mikrobiyolojik incelemeye imkan sağlarken KİB ile bunlara ek olarak detaylı doku analizi de gerçekleştirilebilir. Her iki biyopsi

* Doçent Doktor, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

türü için özel olarak tasarlanmış pek çok biyopsi iğnesi seçeneği vardır. Uygun biyopsi şekli ve iğne seçimi; biyopsi yapılacak lezyonun, organın veya altta yatan hastalığın özelliği, spesimeni değerlendirecek patoloğun beklentileri ve işlemi gerçekleştirecek girişimsel radyoloğun tecrübeleri doğrultusunda yapılır. İşlem öncesinde hastanın kanama parametreleri değerlendirilir. INR değeri 1,5'un üzerinde, trombosit sayısı $60.000/\text{mm}^3$ 'ün altında olan hastalarda replasmanla gerekli düzeltme yapılmalı ve gerektiğinde pediatrik hematoloji konsültasyonu istenmelidir. İşlem öncesi açlık süresi de çocuğun yaşına göre anestezi tarafından belirlenmelidir. İşlemler genellikle girişimsel radyoloji veya BT ünitesinde, standart steril koşullarda, vital bulgu monitörizasyonunun takiben, anestezi tarafından uygulanan iv sedasyon altında gerçekleştirilir. Hastalar, işlem sonrası hospitalize edilerek 4-6 saat mutlak yatak istirahati sağlanmalıdır. Hemen hemen tüm biyopsi işlemlerinin ortak komplikasyonu olan kanamanın erken tespiti için vital bulgular yakın takip edilmeli, kontrol tam kan sayımı veya hematokrit düzey tayini yapılmalıdır. Gerekli durumlarda hastalar girişimsel radyoloji ünitesine tekrar çağrılarak US ile değerlendirilmelidir. Genellikle işlem sonrası 8 saatlik takip yeterli olup vital bulguları ve laboratuvar değerleri normal olan hastada 8. saatten sonra kanama beklenmez ancak özellikle trombositopenik olup replasmanla düzeltilmiş hastalarda veya kemik iliği transplantasyonu geçirmiş hastalarda geç kanama riski nedeniyle takip süresi uzatılmalıdır. Arteriyal kökenli kanamalar selektif anjiyografik girişimlerle tedavi edilebilmektedir.

Perkütan apse drenajı

Görüntüleme kılavuzluğunda perkütan drenaj (PD), çocuklarda abdominopelvik apseler de dahil olmak üzere pek çok sıvı koleksiyonunun tedavisinde geleneksel cerrahi drenajın yerini alarak ilk seçenek tedavi halini almıştır. Çocuklarda iyonize radyasyondan kaçınmak için kılavuz yöntem olarak mümkün olan her durumda US tercih edilir. US gerçek zamanlı görüntüleme avantajı ile yüzeysel ve büyük apselerin drenajında tek başına yeterlidir. US ile floroskopi kılavuzluğunu birlikte kullanmak derin yerleşimli ve daha küçük apselerde işlemi daha güvenli hale getirir. US kılavuzluğunun güvenli bulunmadığı bazı derin yerleşimli pankreatik, bağırsak arası ve pelvik kolleksiyonlarda kılavuz yöntem olarak BT tercih edilir. İşlem öncesinde kanama parametrelerinin normal olması, aksi halde düzeltilmesi, hasta antibiyotik tedavisi almıyor ise

profilaktik antibiyotik verilmesi gereklidir. İşlem sırasında standart steril şartlar sağlanmalı ve intravenöz (iv) sedasyon için pediatrik vakalarda deneyimli bir anestezi uzmanı olmalıdır. İşlemden önce US veya BT eşliğinde 18-19 G iğne ile kolleksiyona girilerek 5-10 ml sıvı Gram boyama ve kültür için aspire edilir. İlk giriş sırasında viseral organlara ve vasküler yapılara dikkat edilmesi gerekir. Başka yol yok ise transgastrik, transhepatik, transrektal veya transgluteal giriş yapılabilir ancak barsaklardan geçmemek gerekir. Erişkin hasta grubunda pelvik apse drenajında çok etkin ve güvenli bir seçenek olan transvajinal drenaj, çocuklarda tercih edilmez. Aspire edilen sıvı pürülan ise drenaj gereklidir ve kateterizasyon ile işleme devam edilir, aksi halde kültür sonucu beklenebilir. Kompleks, multiseptali veya çok yoğun içerikli apselerde transkateter fibrinolitik ajan (t-PA gibi) uygulaması yapılabilir. Klinik ve laboratuvar bulgularının düzelmesi, apse kavitesinin radyolojik olarak izlenmemesi ve günlük drenaj miktarının 10 ml'den fazla olmaması durumunda kateter çekilir.

Perkütan torasik girişimler

Çocuklarda torasik kaviteyi ilgilendiren pek çok hastalığın tanı ve tedavisinde girişimsel radyolojik işlemlerin yaygın kullanımı vardır. Perkütan biyopsiler, plevral kavitedeki, akciğerdeki ve mediastendeki sıvı kolleksiyonlarının boşaltılması, pnömotoraks tedavisi ve hava yolu obstrüksiyonlarının giderilmesi bu işlemlerin başlıcalarıdır.

Komplike parapnömonik efüzyonların ve ampiyemlerin tedavisinde geleneksel yaklaşım; tüp torakostomi, VATS (*video-assisted thoracoscopic surgery*) ve dekortikasyonu da içeren cerrahi yöntemlerdir. Son yıllarda girişimsel radyoloji kliniklerinde görüntüleme kılavuzluğunda küçük çaplı drenaj kateteri yerleştirilmesi ve transkateter fibrinolitik ajan uygulamaları ile yüksek klinik başarı oranları elde edilmiş ve bu yöntemler özellikle çocuk hasta grubunda ilk seçenek haline gelmiştir. Bu yöntemlerin en önemli avantajları daha az invaziv ve daha güvenli olmasının yanısıra görüntüleme yöntemleri ile olası lokülasyonların, septasyonların, plevral kalınlığın net olarak gösterilebilmesi ve radyolojik yöntemlerle tedavi yanıtının değerlendirilebilmesidir.

Akciğer apselerinin geleneksel tedavisi postural drenaj ve iv antibiyotik tedavidir. Ancak 4 cm'den büyük olan, medikal tedavi altında sebat eden veya büyüyen, sepsise veya mekanik ventilasyon ihtiyacına yol açan apselerde

kavitenin eksternal drenajı da gerekli olabilir. Bu durumlarda da ilk seçenек tedavi diğеr apselde olduğu gibi görüntüleme kılavuzluğunda perkütan kateterizasyondur. Drenaj işleми US, floroskopi, BT gibi yöntemlerinin biri ya da birkaçının birlikte kullanılmasıyla gerçekleştirilir.

Spontan veya iyatrojenik pnömotoraksların drenajında geleneksel yöntem kör olarak yapılan tüp torakostomidir. Çocuk hasta grubunda bu işlemin daha az invaziv ve daha düşük komplikasyon oranlarıyla uygulanabilen etkin bir alternatif ise görüntüleme eşliğinde gerçekleştirilen pigtail kateter drenajıdır. Özellikle az miktarda, loküle, yapışıklıkların eşlik ettiği hava koleksiyonlarında teknik olarak daha başarılı olduğu için ilk seçenек olarak düşünülmelidir. İşlem sırasında genellikle minimal iv sedasyon, çok küçük çaplı drenaj kateterleri (7-8 Fr) ve bir kaç dakikalık floroskopi kılavuzluğu yeterli olur. Nadiren loküle kolleksiyonlarda BT kılavuzluğu gerekebilir. Genellikle birkaç günlük drenaj sonrası radyolojik düzelme varlığında kateter çekilebilir. Altta yatan bronkoplevral fistül varlığında drenaj süresi uzayabilir.

Çocuklarda malign plevral efüzyon, erişkinlerde olduğu kadar sık görülme de ciddi solunum sıkıntısına yol açabilir, yaşam kalitesini bozabilir. Tedavi seçenekleri arasında terapötik torasentez, plevral kateter ve plöredeз, kalıcı tünelli kateter, plevraperitoneal şant, torakoskopi-torakotomi ile yapılan işlemler ve intraplevral veya sistemik kemoterapi yer alır. Terapötik torasentez, semptomatik hastada ilk tanı anında sitolojik inceleme için US kılavuzluğunda yapılır. Sık tekrarlanabilir. Torasentez sonrası ilk seçenек tedavi yöntemi plevral kateterizasyon ve plöredeзdir. Plevral kateterizasyon işleми sırasında görüntüleme kılavuzluğunda plevral mesafeye 10-12 Fr. drenaj kateteri yerleştirilir ve sualtı drenajına bırakılır. Hastanın takiplerinde akciğеr filminde, US ve floroskopik kontrollerde plevral aralıkta sıvı yoksa, yeterli akciğеr ekspansiyonu sağlanmışsa ve günlük drenaj 150 cc'nin altına düşmüşse kimyasal plöredeз yapılır ve kateter çekilir. Plöredeз amaçlı en sık kullanılan ajanlar talk, tetrasiklin ve bleomisindir. Kalıcı tünelli plevral kateter yerleştirilmesi malign plevral efüzyon tedavisinde diğеr bir seçenektir. Erişkin hasta grubunda kullanımı son derece yaygın olup ilk seçenек tedavi modalitesi olma yolunda hızla ilerlemekle birlikte çocuk hasta grubunda kullanımı daha kısıtlıdır.

Lenfatik Malformasyonun Perkütan Tedavisi

Görüntüleme kılavuzluğunda gerçekleştirilen perkütan skleroterapinin lenfatik malformasyonlarda etkili bir tedavi yöntemi olduğu kanıtlanmıştır. Bleo-

misin, lenfatik malformasyonların perkütan tedavisinde en yaygın kabul görmüş ajandır. Perkütan bleomisin enjeksiyonu girişim sırasında lezyonun iyi bir şekilde görüntülenmesini sağlayan, gerekli ponksiyon sayısını azaltan US kılavuzluğunda yapılır. Büyük, makrokistik lezyonlar, kist içeriğini drene edip skleroterapi ajanını enjekte etmek amacıyla genelde kateter kullanılarak tedavi edilir. Baş ve boyun bölgesinde kompresyon ihtimali olan büyük lezyonlu hastalarda skleroterapi işlemi genel anestezi altında yapılır ve hasta tedavinin yapıldığı gün boyunca yoğun bakım ünitesinde entübe olarak izlenir. Küçük makrokistik lezyonlar katetere ihtiyaç duyulmadan aspirasyon ve skleroterapi ile tedavi edilebilir. Genel olarak mikrokistik veya karışık lezyonlara kıyasla makrokistik lezyonlar skleroterapiye daha iyi yanıt vermektedir. Mikrokistik lezyonların tedavisi zordur ve genelde birden fazla skleroterapi seansı gerektirir. Bleomisin, bu lezyonların içerisine direkt olarak enjekte edilmektedir. Tedaviye yanıt oranları %55,7-100 arasında bildirilmiştir.

Karaciğer kist hidatiklerinde perkütan tedavi

Karaciğer kist hidatiğinin perkütan aspirasyonu ve tedavisi daha önceden anaflaktik şok ve kaya suyunun abdomen içinde yayılması ile oluşabilecek disseminasyon riski nedeniyle kontrendike kabul edilirdi. 80'li yılların başında karaciğer kistlerine uygulanan tanısal aspirasyonlarla bazı vakalar kist hidatik tanısı almış ve bu hastalarda önemli bir komplikasyon izlenmemiştir. Bu deneyimler ve yapılan bazı hayvan deneylerinin de cesaret verici sonuçlarıyla, son 30 yıldır hidatik kistlere bu tedavi yöntemi uygulanmakta ve başarılı sonuçlar yayınlanmaktadır. Günümüzde ekstrahepatik hastalıkta (akciğer, beyin, kalp gibi) cerrahi halen altın standart olarak yerini korumakla birlikte özellikle pediatrik hasta grubunda hepatik kistlerin tedavisinde perkütan yöntemler ilk seçenek haline gelmiştir. Karaciğer kist hidatiğinin perkütan tedaviye uygunluğu US ile saptanan morfolojik görünüm ile değerlendirilir. 1981 yılında Gharbi ve arkadaşlarınca önerilen sınıflama bazı eksikliklerine rağmen karaciğer kist hidatikleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna göre; karaciğer kist hidatiği beş ana tipte tanımlanmıştır. Bu tipler; tip I (basit anekoik sıvı koleksiyonu), tip II (membran ayrışması gösteren kistik yapı), tip III (kız veziküller içeren kistik yapı), tip IV (heterojen ekojenite gösteren hidatik kist), ve tip V (kalsifiye kalın duvarlı hidatik kist) olarak tariflenmiştir.

Bu sınıflama ışığında karaciğer hidatik kistlerinin perkütan tedavi endikasyonları şu şekilde özetlenebilir:

1. Tip I ve tip II kistler
2. Tip III kistlerin perkütan olarak drene edilemeyecek özellikte solid materyal içermeyen alt tipleri
3. Tip IV'ün sıvı komponenti fazla olan alt tipleri
4. Şüpheli postoperatif koleksiyonlar
5. Enfekte hidatik kistler

Cerrahi reddeden, cerrahi tedaviye uygun olmayan, relaps gelişen veya çok sayıda kisti olan hastalarda perkütan tedavi ilk planda düşünülmelidir.

Karaciğer hidatik kistlerinin perkütan tedavisi inaktif veya tamamen kalsifiye kistler (tip V) varlığında, tip III ve tip IV kistlerin bazı alt gruplarında, biliyer sisteme, plevra ya da peritona rüptüre olmuş kistlerde kontrendikedir. Biliyer sistemle veya seröz boşluklarla ilişki varsa skoleks öldürücü ajan verilmesi kontrendikedir ve bu grup hastada cerrahi ön planda düşünülür. Kistlerin büyüklüğü, sayısı ve karaciğerdeki lokalizasyonları perkütan tedavi için kontrendikasyon oluşturmaz. İşlemden bir hafta önce ve işlemde 2-4 hafta sonra profilaktik olarak mebendazol veya albendazol verilir. Burada amaç işlem sırasında sızabilecek kaya süyunun yaratacağı abdominal diseminasyonu önlemektir. İşlem sırasında bir anestezi uzmanının işlem odasında bulunması ve işlemin her zaman genel anestezi altında gerçekleştirilmesi komplikasyonların hızlı tedavisi için son derece önemlidir. İşlem, kullanılacak tekniğe bağlı olmak üzere sadece US veya US'ye ek olarak floroskopi kılavuzluğunda gerçekleştirilir. Perkütan hidatik kist tedavisinde bildirilen rekürrens oranları %0-4 arasındadır. Rekürren kistler de yine perkütan yöntemlerle tedavi edilebilir.

Perkütan Biliyer Girişimler

Erişkinlerde biliyer girişim gerektiren en sık sebepler taş veya tümöre bağlı obstrüksiyonlar, çocuk hasta grubunda ise transplantasyona bağlı safra kaçağı, striktür ve taş oluşumu gibi komplikasyonlardır. Cerrahi biliyer-enterik anastomozlar nedeni ile bu hasta grubunda endoskopik girişimlerin yeri kısıtlıdır. Bu nedenle perkütan transhepatik girişimler hastalar için ilk seçilecek tedavi modalitesi olmaktadır. Aynı zamanda safra kaçağına veya cerrahiye ikincil gelişen bilioma, apse ve ampiyem gibi kolleksiyonlar da perkütan yöntemlerle başarılı olarak tedavi edilebilirler.

Perkütan transhepatik kolanjiyografi (PTK); US ve floroskopi gibi radyolojik görüntülemeler eşliğinde uygun tekniklerle safra yollarına ciltten girilerek kontrast madde enjekte edilmesi ve floroskopi altında biliyer sistemin incelenmesini tanımlamaktadır. Manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi (MRKP) gibi invaziv olmayan yöntemlerin gelişmesi ile birlikte günümüzde tek başına tanınan işlem olarak kullanılmamaktadır. Biliyer drenaj, stentleme ya da balon dilatasyon gibi işlemlerin planlandığı hastalarda safra yolları anatomisini ve patolojilerini değerlendirmek için her hastada rutin olarak uygulanmaktadır. Perkütan biliyer drenaj ise, kolanjiyografi sonrasında aynı iğne giriş yolu kullanılarak yine floroskopi eşliğinde, safra yolları içerisine drenaj kateteri yerleştirilmesi işlemi tanımlar. Safra yollarına giriş bir kez sağlandıktan sonra balon dilatasyonu, taş çıkartılması, stentleme gibi işlemler daha sonraki aşamalarda gerçekleştirilebilir. PTK ile biliyer anatomi, obstrüksiyonun ya da kaçığın seviyesi net olarak ortaya konur. Bu bilgiler ışığında safra yolları içerisine özel teknikler kullanılarak kılavuz tel-kateter manipulasyonları ile drenaj kateteri yerleştirilir ve işlem sonlandırılır. Kanama ve sepsis gibi major komplikasyonların erken fark edilebilmesi için hastaların işlemden sonraki ilk 24 saatte yakın gözlem altında tutulması ve işlem sırasında alınan safra örneğinin mikrobiyolojik inceleme sonuçlarına göre antibiyotik tedavisinin düzenlenmesi gerekir. İşlem sonrası drenaj kateteri drenaj torbalarına bağlanır. Günlük vizitlerde torbalar safranın rengi, içeriği, görünümü açısından kontrol edilir ve kateterler 5-10 ml steril SF ile irrije edilir. Ayrıca hastaların klinik ve laboratuvar verileri günlük olarak takip edilerek stentleme, taş çıkartılması ve dilatasyon gibi daha sonraki aşamada yapılacak işlemler planlanır. Girişime bağlı mortalite oranı düşük olup genellikle işlem öncesi ciddi kolanjit bulguları olan hastalarda sepsis gelişimine bağlı görülür. Bu nedenle işlem öncesi antibiyotik profilaksisi zorunludur.

Perkütan kolesistostomi, US ve floroskopi gibi radyolojik görüntüleme yöntemleri eşliğinde safra kesesi içerisine perkütan drenaj kateterini yerleştirme işlemi tanımlar. İşlem taşı ya da taşsız (akalkülöz) akut kolesistit bulguları olan, eşlik eden hastalıkları nedeni ile cerrahinin yüksek risk taşıdığı hasta grubunda etkili alternatif tedavi modalitesidir. Bu hasta grubunda acil kolesistektominin morbidite ve mortalite oranları yüksektir. Perkütan kolesistostomi cerrahi öncesinde perkütan kolesistostomi yapılması elektif kolesistektomi için zaman kazandırır.

Gastrointestinal sistem girişimleri

Girişimsel radyolojinin çocuklarda gastrointestinal sistemdeki en önemli girişimi, oral alım bozukluğu olan çocuklarda perkütan gastrostomi, gastrojejunostomi ve jejunostomi gibi yöntemlerle enteral giriş yolu oluşturmaktır. Malign gastrointestinal obstrüksiyonda (özefagus, gastroduodenal, kolonik) tıkalı segmente metal stent yerleştirerek pasajın devamlılığını sağlama işlemleri erişkin hasta grubunda çok sık yapılmakla birlikte pediatrik hasta grubunda nadir yapılan işlemlerdir. Gastrointestinal sistem girişimlerinde çoğu hastada kılavuz yöntem olarak US ve floroskopi yeterli olmaktadır.

US kılavuzluğunda submandibuler ve parotis bezlerine Botulinum toksini enjeksiyonu girişimsel radyoloji pratiğine son yıllarda girmiş bir uygulamadır. Uygulamanın amacı nörolojik bozukluğu olan çocuklarda aşırı tükürük sekresyonunu ve aspirasyon pnömonisi riskini azaltmaktır. Toksin etkisinin geri dönüşlü olması nedeniyle tedavinin her 3-6 ayda bir tekrarlanması gerekir.

Özefagusa stent uygulamasının erişkinlerde en sık endikasyonu özefagusun malign obstrüksiyonlarıdır. Çocuklarda ise ancak özefagusa bası yapan mediasteninin primer ve metastatik tümörleri özefagus obstrüksiyonuna yol açabilir. Disfaji, malnütrisyon ve aspirasyon gibi semptomları olan bu hastalarda esas amaç palyasyondur. Bu amaçla kullanılan en yaygın ve etkin tedavi yöntemi metal stentlerdir. Çocuklarda diğer stent endikasyonları fistüller, perforasyon, kaçak ve seçilmiş hastalarda dilatasyona yanıt vermeyen benign darlıklar olarak sıralanabilir. Gastrointestinal sistemde kullanılan kendiliğinden açılan paslanmaz çelik veya nitinolden yapılmış metalik stentler kapsız olabileceği gibi tümöral büyümeyle bağlı stentin tıkanmasını engellemek için poliüretan, politetrafloroetilen (PTFE) veya silikon ile kaplı da olabilir. Fistül, kaçak ve perforasyon varlığında hem bunların hem de varsa obstrüksiyonun giderilmesi için tercih edilecek stentler kaplı olmalıdır. Kendiliğinden eriyebilen veya çıkarılabilen stentler bu hasta grubunda kullanılabilen seğenekler arasındadır.

Perkütan gastrostomi için rutin pratikte uygulanan 3 yöntem vardır. Bunlar; açık cerrahi gastrostomi, perkütan endoskopik gastrostomi ve perkütan radyolojik gastrostomidir. Son 20 yılda endoskopik ve radyolojik yöntemler büyük ölçüde açık cerrahi gastrostominin yerini almıştır. Radyolojik gastrostominin endoskopik yöntemle göre avantajları; daha az invaziv olması ve endoskopinin bilinen risklerini taşıması, teknik başarı ve prosedüre bağlı major komplikasyon oranlarının daha düşük olması, üst gastrointestinal sistem obstrüksiy-

yonlarında da uygulanabilmesidir. Her iki yöntemde de minor komplikasyon oranları birbirine yakındır. Radyolojik olarak gerçekleştirilen işlem; perkütan girişle mideye kateter yerleştirilirse gastrostomi, perkütan gastrik giriş yoluyla jejenuma kateter yerleştirilirse perkütan gastrojejunostomi, direkt olarak jejunal bir girişle barsağa kateter yerleştirilirse perkütan jejunostomi olarak adlandırılır. İşlemin teknik başarısı gastrostomi ve gastrojejunostomi için %95-100 arasında, jejunostomi içinse %75 civarındadır. Major komplikasyon oranları %0-6 arasında, minor komplikasyon oranları ise %3-15 arasındadır. Major komplikasyonlar; laparotomi gerektiren peritonit, organ yaralanması (karaciğer, dalak, kolon), gastrik perforasyon, transfüzyon gerektiren kanama, derin stomal enfeksiyon (iv antibiyotik gerektiren) ve aspirasyon pnömonisidir. Minor komplikasyonlar; yüzeysel giriş enfeksiyonu (topikal ya da oral antibiyotik gerektiren), peristomal sızıntı, kateter blokajı, kırılması, kıvrılması, migrasyonu ve çıkması, aspirasyon pnömonisi olmaksızın reflüdür. Ek bulgu olmadıkça pnömoperitoneum komplikasyon olarak değerlendirilmemektedir. Takipte en sık karşılaşılan problemler yüzeysel giriş yeri enfeksiyonu ve kateterin yerinden çıkmasıdır. Evde bakım için aileye eğitim verilmesi kritik noktadır. Giriş yeri enfeksiyonu büyük oranda bakım koşullarına bağlıdır ve erken tespit edilirse topikal ve oral antibiyotiklerle tedavi kolaydır. Kateter çıkması durumunda ilk 24-48 saat içinde yeni giriş yapılmaksızın eski trakt üzerinden takılabilmektedir.

Perkütan üriner girişimler

Çocuklarda üriner sistemi ilgilendiren patolojilerin tanı, tedavi ve takip süreçlerinde non-vasküler girişimsel radyolojinin üstlendiği roller şu şekilde sıralanabilir:

1. Transplantasyon sonrası gelişen obstrüksiyon, kaçak, lenfotel, ürinom, hematoma, apse gibi ürolojik komplikasyonların perkütan tedavisi
2. Üriner sistem anatomisini, üriner sistem obstrüksiyonunu ya da travmatik yaralanmaların seviyesini, idrar kaçaklarını, taşları, inflamatuvar ve enfeksiyöz süreçlerin etkilerinin anterograd pyelografi gibi invaziv yöntemler kullanılarak kesin olarak gösterilmesi
3. Üriner sistemde taş, tümör ya da anastomotik striktür nedeniyle görülen obstrüksiyon ve enfeksiyon durumlarında, iyatrojenik-travmatik yaralanma-

lara bağlı gelişen idrar kaçağı durumlarında ya da pelvik tümör cerrahisi sırasında üreterin yanlışlıkla bağlandığı hastalarda perkütan nefrostomi (PCN) gibi yöntemlerle üriner diversiyon yaparak gerekli idrar drenajının sağlanması

4. Görüntüleme eşliğinde biyopsi ya da suprapubik idrar örneklemesi gibi yöntemlerle patolojik, sitolojik ve mikrobiyolojik tanı için materyal elde edilmesi

5. Üriner sistemde (özellikle transplant olgularında) çeşitli benign sebeplerle striktürü olan ve cerrahi için uygun olmayan hastalarda balon dilatasyonu gibi yöntemlerle darlığın tedavi edilmesi

6. Sistoskopinin ya da diğer cerrahi tedavi yöntemlerin düşünülmediği, uygulanamadığı ya da başarısız olduğu olgularda, üriner sistem taşlarının perkütan yolla çıkarılması

7. Malign hastalıklar nedeniyle üriner obstrüksiyonu olan ve cerrahi yapılamayan hastalarda ya da major üriner cerrahi sonrası rekürrense bağlı anastomoz hattı darlıklarında stent uygulaması gibi yöntemlerle palyasyon sağlanması

8. Üriner kaçaklara ikincil görülen ürinoma ve apse gibi koleksiyonların perkütan drenajı

9. Uzun süreli idrar drenajı için mesane içerisine görüntüleme kılavuzluğunda drenaj kateteri yerleştirilmesidir (perkütan sistostomi).

Perkütan yolla böbrek toplayıcı sistemine girilerek renal pelvise drenaj kateteri yerleştirilmesi işlemi olan perkütan nefrostominin en önemli endikasyonu üriner sistem obstrüksiyonlarına bağlı gelişen üremik ve enfeksiyöz (piyonefroza bağlı ürosepsis) komplikasyonlardır. İşlem öncesi kanama parametreleri bozuk olan hastalara gerekli (K vitamini, trombosit, taze donmuş plazma gibi) replasmanlar yapılarak koagülopati düzeltilir. İstenen değerler INR'nin 1,5'un altında olması ve trombosit sayısının 50.000 mg/dl'nin üzerinde olmasıdır. Böbrek fonksiyon bozukluğu nedeniyle elektrolit bozuklukluğu olan hastalarda gerekirse işlem öncesi diyaliz yapılması ve düzeltilmesi gerekir. İşlemler sedasyon altında gerçekleştirildiği için 6-8 saat önceden hastanın oral alımı kesilir. İşlem sırasında gelişebilecek bakteriyemi, sepsis gibi enfeksiyöz komplikasyonları önlemek için geniş spektrumlu antibiyotik profilaksisi yapılır. İşlemler girişimsel radyoloji ünitesinde US ve floroskopi kılavuzluğunda, sırt üstü ya da oblik pozisyonda, iv sedasyon altında gerçekleştirilir. Hasta monitorizasyonu, vital bulgu takibi ve gerekli ilaçlar anestezi ekibi tarafından sağlanır. Kanama ve sepsis gibi major komplikasyonların erken farkedilmesi için hastaların işlemden sonraki ilk 24 saatte yakın gözlem altında tutulması

ve işlem sırasında alınan idrar örneğinin mikrobiyolojik inceleme sonuçlarına göre antibiyotik tedavisinin düzenlenmesi gerekir. İşlem sonrası nefrostomi kateterleri drenaj torbalarına bağlanır. Günlük olarak idrar rengi, içeriği, görünümü kontrol edilmeli ve kateterler 5-10 ml steril SF ile irrije edilmelidir. Ayrıca hastaların klinik ve laboratuvar verileri günlük olarak takip edilmeli, tedavinin sonraki aşamaları planlanmalıdır. Nefrostomi traktından taş çıkartılması, stent yerleştirilmesi ve balon dilatasyonu gibi uygulamalar gerçekleştirilebilir. Altta yatan hastalığa bağlı nefrostomi kateterinin uzun süreli tutulması planlanıyorsa 3 ayda bir değiştirilmesi gerekir.

Perkütan sistostomi, görüntüleme kılavuzluğunda mesane içerisine drenaj kateteri yerleştirilmesidir. Rutin pratikte sistostomi, postvezikal obstrüksiyona bağlı glob vezikale gibi durumlarda görüntüleme yöntemleri kullanmaksızın gerçekleştirilmektedir. Ancak travma ya da pelvik cerrahi geçirmiş, periton içi yapışıklıkları, ciltte fibrotik skarları olan, mesane lümeni tümör ya da pıhtı ile dolu olan, mesane travmasına bağlı ciddi idrar kaçağı veya fonksiyon göstermeyen nörojenik mesanesi olan kompleks olgularda işlem görüntüleme kılavuzluğunda gerçekleştirilmektedir.

Perkütan Tümör Ablasyonu

Girişimsel radyoloji pratiğinde perkütan tümör ablasyonu genellikle erişkin hasta grubunda uygulanmaktadır. Çocuk hasta grubunda ise osteoid osteomada kullanılır. Ayrıca hepatoblastom, osteosarkom, Ewing sarkom, rabdomyosarkom, Wilms tümörü gibi malignitelerin rekürrens ve metastazlarında da kullanılmaktadır. Tümör ablasyonu için en çok kullanılan teknikler radyofrekans ablasyon (RFA) ve mikrodalga ablasyondur (MWA). Osteoid osteoma soliter, ağrılı, benign kemik tümörüdür. Klasik klinik prezentasyon lezyon bölgesinde şiddeti gece artan ve non-steroid anti-inflamatuvar ilaçlara (NSAİİ) hızlı yanıt veren ağrıdır. Tedavi seçenekleri arasında medikal, cerrahi ve perkütan yöntemler bulunmaktadır. Medikal tedavi olarak NSAİİ genellikle ilk başvuru olan yöntem olmakla birlikte ilaç kesildiğinde semptomların yeniden ortaya çıkması, uzun dönemde bu tedavinin yan etkileri nedeni ile hastaların cerrahi ya da perkütan yöntemlerle tedavisi gereklidir. Radyofrekans ablasyon günümüzde osteoid osteoma tedavisi için ilk seçenek haline gelmiştir. RFA diğer benign kemik lezyonlarından dev hücreli tümör, kondroblastom, osteoblastom, hemanjiyom, eozinofilik granülom, enkondrom tedavisinde ve sakral kordoma tedavisinde de başarılı olarak uygulanmaktadır.

Kaynaklar

1. Akhan O, Dincer A, Gököz A, et al. Percutaneous treatment of abdominal hydatid cysts with hypertonic saline and alcohol. An experimental study in sheep. *Invest Radiol* 1993;28:121-127.
2. Akhan O, Gumus B, Akinci D, Karcaaltincaba M, Ozmen M. Diagnosis and percutaneous treatment of soft-tissue hydatid cysts. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007; 30:419-425.
3. Akhan O, Ozkan O, Akinci D et al. Image-guided catheter drainage of infected pleural effusions. *Diagn Interv Radiol* 2007;13:204-209.
4. Akhan O, Ozmen MN, Dinçer A, Sayek I, Göçmen A. Liver hydatid disease: long-term results of percutaneous treatment. *Radiology* 1996;198:259-264.
5. Akhan O, Yildiz AE, Akinci D, Yildiz BD, Ciftci T. Is the adjuvant albendazole treatment really needed with PAIR in the management of liver hydatid cysts? A prospective, randomized trial with short-term follow-up results. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2014;37:1568-1574.
6. Akhan O, Akinci D, Ozmen MN. Percutaneous cholecystostomy. *Eur J Radiol* 2002;43:229-236.
7. Akinci D, Akhan O, Ozmen MN et al. Percutaneous drainage of 300 intraperitoneal abscesses with long-term follow-up. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2005;28:744-750.
8. Akinci D, Ciftci TT, Kaya D et al. Long-term results of percutaneous radiologic gastrostomy and gastrojejunostomy in children with emphasis on technique: single or double gastropexy? *AJR Am J Roentgenol* 2010;195:1231-1237.
9. Akinci D, Gumus B, Ozkan OS et al. Percutaneous management of tumoral biliary obstruction in children. *Pediatr Radiol* 2007;37:975-980.
10. Akinci D, Gumus B, Ozkan OS et al. Single-session percutaneous ethanol sclerotherapy in simple renal cysts in children: long-term follow-up. *Pediatr Radiol* 2005;35:155-158.
11. Barnacle AM, Roebuck DJ, Racadio JM. Nephro-urology interventions in children. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2010;13:229-237.
12. Bittles MA, Hoffer FA. Interventional radiology and the care of the pediatric oncology patient. *Surg Oncol* 2007;16:229-233.
13. Cahill AM, Nijs EL. Pediatric vascular malformations: pathophysiology, diagnosis, and the role of interventional radiology. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2011;34:691-704.
14. Ciftci TT, Akinci D, Akhan O, et al. Percutaneous transhepatic drainage of inaccessible postoperative abdominal abscesses. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;198:477-481.
15. Çiftçi T, Akinci D, Yurttutan N et al. US-guided botulinum toxin injection for excessive drooling in children. *Diagn Interv Radiol* 2013;19:56-60.
16. Franchi-Abella S, Cahill AM, Barnacle AM, et al. Hepatobiliary intervention in children. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2014;37:37-54.

17. Gharbi HA, Hassine W, Brauner MW, Dupuch K. Ultrasound examination of the hydatid liver. *Radiology* 1981;139:459-463.
18. Hoffer FA. Biopsy, needle localization, and radiofrequency ablation for pediatric patients. *Tech Vasc Interv Radiol* 2003;6:192-196.
19. Linscott L. Pediatric Urologic Interventional Radiology. *Semin Intervent Radiol* 2011;28:407-414.
20. Livraghi T, Bosoni A, Giordano F, Lai N, Vettori C. Diagnosis of hydatid cyst by percutaneous aspiration: value of electrolyte determinations. *J Clin Ultrasound* 1985; 13:333-337.
21. McCorkell SJ. Unintended percutaneous aspiration of pulmonary echinococcal cysts. *AJR Am J Roentgenol* 1984;143:123-126.
22. Norman J, Donaldson J. Interventional Procedures in the Pediatric Chest: Biopsy and Drainage. *Semin Intervent Radiol* 2002;19:39-50.
23. Ozmen MN, Akhan O. Percutaneous radiologic gastrostomy. *Eur J Radiol.* 2002;43:186-195.
24. Pediatric biliary interventions. *Racadio JM, Kukreja K. Tech Vasc Interv Radiol* 2010;13:244-249.
25. Roebuck DJ. Paediatric interventional oncology. *Cancer Imaging* 2010;4;27-34.
26. Roebuck DJ, Hogan MJ, Connolly B, et al. Interventions in the chest in children. *Tech Vasc Interv Radiol* 2011;14:8-15.
27. Roebuck DJ, McLaren CA. Gastrointestinal intervention in children. *Pediatr Radiol* 2011;41:27-41.

