



# İdrar Yolu Enfeksiyonunda Nükleer Tıp

## Nuclear Medicine in Urinary Tract Infection

© Bilge Volkan Salancı

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

### Öz

İdrar yolu enfeksiyonları (İYE) çocukluk çağında sık görülen ve farklı klinik tablolar ile baş gösteren bakteriyel kökenli enfeksiyonlardır. Tanısı idrar testleri ve idrar kültürü ile konur ve antibiyotik tedavisi özellikle komplike olmayan hastalar için çoğunlukla yeterlidir. Ancak çeşitli komorbiditelerin varlığı, konjenital üriner sistem anomalileri ya da mesane-barsak disfonksiyonu nedeni ile tekrarlayan İYE geliştiğinde hastaların renal ultrasonografi, Tc-99m dimerkaptosüksinik asit kortikal böbrek sintigrafisi ve işeme sistoureterografi, gibi görüntüleme yöntemleri ile değerlendirilerek tedavilerinin planlanması gerekmektedir. Ancak bu görüntüleme yöntemlerinin kullanımı farklı ülke ve tıp ekolleri arasında farklılık göstermektedir. Bu derleme İYE'ye farklı bakış açıları ile oluşturulmuş kılavuzların önerilerinin bir arada değerlendirilmesi amacını taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İdrar yolu enfeksiyonu, Tc-99m-DMSA kortikal böbrek sintigrafisi, ultrasonografi, işeme sistoureterografi

### Abstract

Urinary tract infections (UTIs) are frequent in pediatric population and have various clinical presentations. Definitive diagnosis is made by urinalysis and quantitative urine culture, and antibiotic treatment is usually sufficient in uncomplicated UTI cases. However, patients that have co-morbidities, congenital urinary tract anomalies, or bowel-urinary bladder dysfunction can present with recurrent infections. These patients should be investigated using renal ultrasonography, Tc-99m dimercaptosuccinic acid cortical renal scintigraphy, or voiding cystourethrography. The patient management using these imaging tools varies worldwide. This review aims to underline the strength and differences among the current guidelines on UTI.

**Keywords:** Urinary tract infections, Tc-99m-DMSA cortical renal scintigraphy, renal ultrasonography, voiding cystourethrography

### Giriş

Çocuklarda idrar yolu enfeksiyonları (İYE) sık gözlenen bakteri nedenli enfeksiyon hastalıklarından birisidir. En sık sistit, piyelonefrit şeklinde gözlenebilir. Hastalarda böbrek tutulumunu belirlemek tedavi planı açısından önemlidir. Yüksek ve dirençli ateş, CRP yüksekliği gibi yakınma ve bulgular daha sık olarak piyelonefritte görülmekle birlikte klinik bulgular her zaman yol gösterici olmayabilir. Hastalığın tanısı idrar tetkiki, idrar kültürü ile konulur.

Yeni doğan döneminde İYE %30'a varan oranlarda görülmekte olup, bu dönemde hastalık hematogen yayılım gösterir ve erkek bebeklerde kızlara oranla daha siktir (1). Özellikle bu yaş grubunda konjenital malformasyonlar ile yüksek oranda ilişkilidir (1). Çocukluk çağında ise İYE, yüksek dereceli vezikoüreteral reflü (VUR) ile %25 oranında birliktelik gösterir (2). Tekrarlayan İYE perineal kontaminasyon ya da barsak - mesane disfonksiyonu ile de ilişkili olabilir (3). İki yaş üzerindeki kızlarda, erkeklere oranla daha sık gözlenir (1).

### Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Doç. Dr Bilge Volkan Salancı, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: bilgev@hacettepe.edu.tr ORCID ID: orcid.org/0000-0002-1488-6012

©Telif Hakkı 2019 Türkiye Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

### Tc-99m dimerkaptosüksinik asit kortikal böbrek sintigrafisi

Tekrarlan İYE, özellikle böbreklerde edinsel ve kalıcı parankimal hasara neden olan en önemli etkenlerden biridir. Teknesyum-99m (Tc-99m) dimerkaptosüksinik asit (DMSA) kortikal böbrek sintigrafisi (KBS), uzun yıllardır çocukluk çağında piyelonefrite bağlı böbrek hasarının tanısında kullanılan yüksek duyarlılık (%96) ve özgüllüğe (%98) sahip, minimal invazif bir tanı yöntemidir (4)

Tc-99m-DMSA için önerilen hasta dozu Avrupa Nükleer Tıp Derneği tarafından 2014 yılında güncellenmiş olup, Tc-99m-DMSA "B" grubu tetkikler arasında yer almıştır (5). Minimum aktivite 18,5 MBq, bazal aktivite 6,5 MBq olarak belirlenmiştir (5). Böylece verilen dozlar 2007 önerilerine göre yaklaşık olarak %50 azaltılmıştır. Tc-99m-DMSA, enjeksiyonun ardında 2-4 saat sonra %40-65'i proksimal tübüllerde tutularak statik görüntü alınmasına olanak tanır. Anterior, posterior ve bilateral posterioroblik görüntüler incelenerek böbreklerin parankimal bütünlüğü değerlendirilir. Çekim hakkında yaşı ne olursa olsun çocukların ve ailelerin önceden bilgilendirilmesi çocukların tetkike uyum göstermesini sağlamaktadır. Sedasyona çoğu zaman gerek duyulmaz. Küçük çocuklarda görüntüleme zamanının beslenme saatinden hemen sonraya öğle uykusu saatine ayarlanması çekim sırasında hasta hareketinin en aza indirgenmesinde etkili olacaktır. Şüpheli durumlarda tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi çekimleri yapılabilir, ancak yalancı pozitif değerlendirmeleri artırdığı için rutin kullanımda önerilmez (6).

Eski yüksek dozlarda Tc-99m-DMSA KBS'nin tetkik başına hastalara verdiği radyasyon dozu 1 mSv olarak belirtilirken, güncel doz azaltılması sonrasında 1-5 yaş çocukların aldığı radyasyon dozu 0,68 mSv düzeylerine kadar düşürülmüştür (5,6).

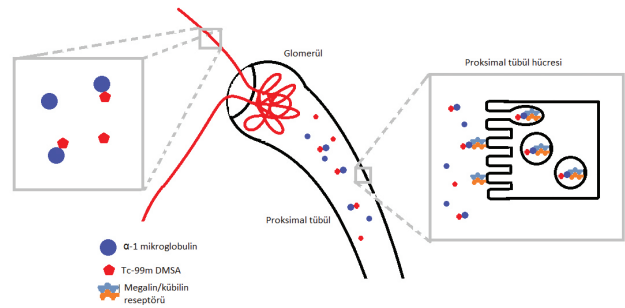
### Dimerkaptosüksinik tutulum mekanizması

Uzun süredir nükleer tıp pratiğinde yer alan Tc-99m-DMSA tutulum mekanizması görece yeni tanımlanmıştır (7). Tc-99m-DMSA intravenöz verildikten sonra kanda  $\alpha$ -1 mikroglobulin ile %90'lara varan bir oranda bağlanır ve bu şekilde glomerüllerden filtre edilir. Proksimal tübül hücrelerinin toplayıcı sistem lümenindeki hücrelerin fırçası yüzlerinde kübilin isimli bir membran proteini ile megalin isimli düşük dansiteli lipoprotein reseptör ailesinden bir yüzey reseptörü bulunmaktadır. Megalin ve kübilin bir araya gelip ultrafiltrat içerisindeki mikroproteinler ile etkileşerek reseptör aracılı endositoz ile bu mikroproteinlerin proksimal tübül hücreleri içerisine

alınmasını sağlamaktadır (8). Alfa-1 mikroglobulin-DMSA kompleksi de bu megalin/kübilin reseptörleri tarafından reseptör aracılı endositoz ile hücre içerisinde alınır (Şekil 1) (7). Enjekte edilen Tc-99m-DMSA'nın %40-65'i iki saat sonra proksimal tübüllerde tutulurken, kalan doz idrarla atılır (4). Bu tutulum mekanizması düşük moleküler ağırlıklı proteinüri ile seyreden ve proksimal tübüllerde endositozun bozulduğu Fankoni sendromu, Dent sendromu gibi hastalıklarda Tc-99m-DMSA tutulumundaki azalmayı da açıklamaktadır (9).

### Akut idrar yolu enfeksiyonları tanısında dimerkaptosüksinik kortikal böbrek sintigrafisi kullanımı

Akut piyelonefrit sırasında iskemi, akut enflamasyon ve patojenlerin sekrete ettiği enzimler nedeni ile böbreklerde proksimal tübüllerin bütünlüğünün bozulabildiği ve bu nedenle Tc-99m-DMSA tutulumunun da azaldığı düşünülmektedir (10). Jakobsson ve ark. (11), toplam 76 akut piyelonefrit hastasının %86'sında Tc-99m-DMSA sintigrafisinde anormal bulgu olduğunu ancak 2. yılda yapılan çalışmada bu hastaların %35'inde renal skar geliştiğini bulmuştur. Araştırmacılar renal skar geliştiren çocukların yaşlarının daha büyük olduğunu ve varsa VUR şiddetinin daha fazla olduğunu bildirmiştir (11). Ancak daha güncel prospektif çalışmalarda bu oran %9,6 olarak bildirilmiş, skar oranındaki bu düşüşün nedeni olarak da ateşli başvuruların hızla değerlendirilip tedavi edilmesi gösterilmiştir (12). Sonuç olarak Tc-99m-DMSA KBS, akut piyelonefrit tanısının konmasında yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olsa da, erken gösterilen bu parankimal hasarların büyük oranda düzeldiği bilinmektedir. Bu nedenle tetkikin tedaviye karar verdirici etkisinin düşük



**Şekil 1.** Ultrafiltrat içerisindeki  $\alpha$ 1 mikroglobulin-dimerkaptosüksinik kompleksi proksimal tübül hücrelerinin fırçası yüzünde bulunan megalin-kübilin reseptörüne bağlanır. Hücre içerisine endositoz ile alınır

olduğu öne sürülerek, güncel kılavuzlarda özellikle komplike olmayan ilk İYE varlığında rutin uygulanmasına gerek olmadığı vurgulanmaktadır.

### Dimerkaptosüksinik sintigrafisinde renal skar gelişimini etkileyen faktörler

Çocukluk çağında, özellikle süt çocukluğu döneminde geçirilen İYE sonrasında hastaların dörtte birinde Tc-99m-DMSA KBS skar saptandığı bildirilmiştir (2). Akut piyelonefrit sonrasında renal skar saptanma riski çocukların yaşı arttıkça belirgin olarak azalır (13). Piepsz ve ark. (14) Avrupa Uluslararası Reflü Çalışma Grubu'nun çalışmasında Tc-99m-DMSA böbrek sintigrafisi bulgularında ya da böbreklerin diferansiyel böbrek fonksiyonlarında bozulmanın yüksek dereceli reflüsü olan ve İYE tanısını 2 yaşından küçükken alan çocuklarda daha fazla gözleendiği, VUR tedavisi olarak medikal ya da cerrahi tedaviler arasında farklılık olmadığı bildirilmiştir (14). İYE sonrasında renal hasar saptanan hastaların ise dörtte birinde böbrek fonksiyonlarının kötüleştiği ve yüksek dereceli VUR varlığı ile tekrarlayan ateşli İYE'nin bu hastalardaki en önemli risk faktörü olduğu bildirilmiştir (14). Renal hasar saptanan hastaların %19'unda ise kontrol Tc-99m-DMSA sintigrafilerinde düzelle raporlanmıştır (15).

Tc-99m-DMSA sintigrafisinde skar saptanan hastaların risk faktörleri (16):

1. Tekrarlayan İYE: İdrar tutma, seyrek idrara çıkma, az sıvı alma, ve kabızlık gibi davranışların 1 yaş üstünde sık İYE geçiren kızlarda sık gözleendiği bildirilmiştir (17).

2. VUR: Yirmi yayın taranarak yapılan bir metaanalizde VUR renal parankimal hasar gelişme olasılığını 2 kat artırdığı belirtilmiş (18) olup, bir başka çalışmada bu oran %4-16 olarak bildirilmiştir (19).

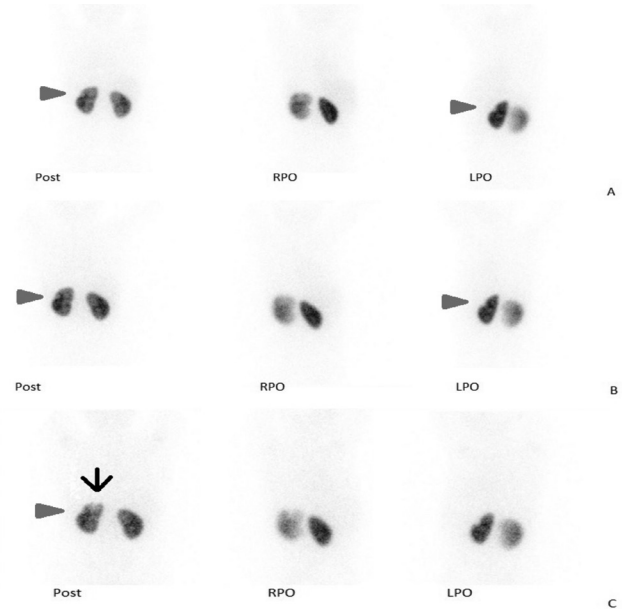
3. Enfeksiyon etkeni: *Escherichia coli* en sık İYE'ye neden olan mikroorganizmadır. Ancak *E. coli* alt türlerinin virülans özellikleri oluşan enfeksiyonun üst üriner sistemi tutmasında etkili olmaktadır (20). Renal skarların ise çoğunlukla *E. coli* dışı ve daha virulent mikroorganizmalar tarafından oluşturulmaktadır (16).

4. Konjenital anomaliler: Çift toplayıcı sistemi olan hastaların üçte birinde renal hasar gelişme olasılığı vardır (16).

### Dimerkaptosüksinik sintigrafisinde skar saptanan çocukların erişkin yaşta karşılaşılabilecekleri komplikasyonlar

Martinel ve ark. (21) İYE sonrasında 15 yıl boyunca takip ettiği 111 kız hastada renal skar varlığına rağmen

hastaların böbrek fonksiyonlarının iyi korunduğu, ve hipertansiyon insidansının düşük olduğu bildirilmiştir (21). Çocukluk yaş grubunda İYE tanısı almış 50 çocuğun ortalama 8,7 yıl izlem sonuçları incelendiğinde renal skarı olan hastalarda olmayanlara kıyasla albuminürinin daha sık görüldüğü, mikroalbuminüri saptanan bilateral renal skarlı hastalarda glomerüler filtrasyon hızı (GFR) değerinin anlamlı olarak daha düşük olduğu belirlenmiştir (22). Renal skarı olan ve hipertansiyonu olan hastalarda nokturnal hipertansiyonun daha fazla olduğu belirlenmiş olup, bu hastaların izleminde ambulatuvar kan basıncı monitorizasyonu yapılması önerilmiştir (22). Geback ve ark. (23) yapmış olduğu bir kohort çalışmasında Tc-99m-DMSA KBS'de bilateral renal skarı ya da unilateral ancak ciddi skarlaşması olan toplam 58 kadın 35 yıl (ortalama yaş: 41) izlenmiştir. Yapılan ölçümlerde özellikle bilateral ciddi skarlaşması olan kadınlarda GFR değerlerinin, skarı olmayan ya da unilateral skarı olan bireylere oranla (81-107 mL/min/1,73m<sup>2</sup>) anlamlı olarak daha düşük olduğu; bu hastalarda 27 yıl sonra yapılan değerlendirmede GFR



**Resim 1.** On bir yaşında kız hastanın idrar yolu enfeksiyonları ile tanılan 3 hafta sonra (A) ve 1. yıl sonunda (B) çekilen dimerkaptosüksinik kortikal böbrek sintigrafisi görüntüleri. Sol böbrek üst kesim lateralinde izlenen parankimal hasarın (ok başı) kalıcı haline hasta 1 yıl antibiyotik supresyonunda kaldıktan sonra idrar yaparken yanma yakınması ile başvurduğunda çekilen dimerkaptosüksinik kortikal böbrek sintigrafisi (C) sol böbrekte üst polde yeni gelişmiş bir renal parankimal hasar (ok) göstermiştir

RPO: Sağ posterior oblik

LPO: Sol posterior oblik

düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı düşme saptandığı (ortalama 12,4 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>) belirtilmiştir (23). Ayrıca aynı hasta grubunda %44 hastada en az bir böbrekte düşük GFR (40 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> ve altı değer) değeri olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada unilateral ve bilateral ciddi renal skarı olan hastalarda gün içerisinde sistolik kan basıncının daha yüksek olduğu da bildirilmiştir. Ancak hastaların %6'sında hipertansiyon tanısı olup, renal skar ile yüksek tansiyon arasında anlamlı ilişki saptanmadığı belirtilmiştir. Aynı grup, renal skarı olan kadınların olmayanlar ile karşılaştırıldığında gebeliklerinde tansiyonlarının daha yüksek olduğunu bulmuş, ancak bu hasta grubunda sistolik kan basıncının gebelik boyunca yüksek seyretmesine rağmen herhangi bir gebelik komplikasyonu gözlenmediğini bildirmiştir (24).

Sonuç olarak, Tc-99m-DMSA KBS'de saptanan renal parankimal skarların büyük bölümünde erişkin yaşta hipertansiyon ve gebelik komplikasyonlarının daha sık gözlenebileceği öngörüsü güncel popülasyon bazlı çalışmalar ile desteklenmemektedir. Bilateral yaygın parankimal hasarlı hastaların ise bu açıdan yakın izleminin yapılması uygun olacaktır.

## Güncel hasta izlem kılavuzlarında Tc-99m-DMSA ve diğer görüntüleme yöntemlerinin yeri

### 1. "National Collaborating Centre for Women's and Children's Health" (NICE) (17):

Tc-99m-DMSA renal parankimal bütünlüğün saptanmasında altın standart olarak kabul edilmekte olup, akut piyelonefrit araştırmada kontrast ultrasonografinin (USG) renal enfeksiyonun tutulum yerini belirlemedeki başarısı Tc-99m-DMSA böbrek sintigrafisi ile karşılaştırıldığında daha düşüktür. Kılavuzda değerlendirmeye alınan toplam 20 çalışma üzerinden yapılan alıcı işletim karakteristiği eğrileri çalışmaların sonuçları arasında heterojenitenin yüksek olması nedeni ile İYE yerleşiminin belirlenmesinde güvenilirliğin düşük olduğu belirtilmiştir.

Manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) akut dönemde Tc-99m-DMSA böbrek sintigrafisine kıyasla duyarlılığı %56-92 özgüllüğü ise %44-100 arasında bulunmuştur.

Kronik dönemde yapılan USG'nin geç Tc-99m-DMSA bulguları ile karşılaştırıldığında duyarlılığı %5-69, özgüllüğü %98-100 bulunmuştur.

NICE kılavuzuna göre hasta yaşı ne olursa olsun ilk 48 saat içerisinde tanı olarak antibiyotik tedavisi başlanan

ve bu tedaviye iyi yanıt veren hastalarda akut dönemde herhangi bir görüntüleme yapılması [(USG, DMSA KBS ve işeme sisto-üretrografisi (VSUG)) önerilmemektedir. Bu grup hastada sadece hastalıktan sonra 6. haftada böbrek USG'si ile değerlendirmenin yeterli olduğu belirtilmiştir.

İdrar çıkışı belirgin azalmış, ciddi hasta görünümü olan, batın içi kitle palpe edilen, kreatinin düzeyi yüksek olan, sepsisi olan, antibiyotik tedavisine ilk 48 saat içerisinde yanıt vermeyen ve *E. Coli* dışında bir enfeksiyon etkeninin izole edildiği hastalar bu kılavuzda "atipik İYE" olarak tanımlanmıştır. Atipik İYE olan ve 3 yaş altındaki hastalarda akut dönemde abdominopelvik USG ve 4-6 ayda Tc-99m-DMSA KBS yapılması önerilmekte olup, 3 yaşından büyük çocuklarda abdominopelvik USG yapılmasının yeterli olacağı belirtilmiştir.

Kılavuzda tekrarlayan İYE olan çocuklarda ise yaş gruplarına göre önerilen tetkikler farklılık göstermektedir. Buna göre çocuk 6 aydan küçükken tekrarlayan İYE olması durumunda abdominopelvik USG ve VSUG ile 4-6. ayda Tc-99m-DMSA KBS; 6 aydan büyük ise sadece 6 hafta sonra USG ve 4-6. ayda Tc-99m-DMSA yapılması önerilmiştir. Dört-altı aylık bekleme süresinde yeniden İYE geçirilmesi durumunda ise tetkikin daha erken yapılması önerilmiştir.

### 2. Amerikan Collage of Radiology (ACR Appropriateness Criteria, revised 2018) (25):

Hastada diyabet, immün yetmezlik, böbrek taşı, toplayıcı sistem obstrüksiyonu, geçirilmiş böbrek cerrahisi gibi bir ko-morbidite veya tedavi yanıtızlığı yoksa bu kılavuza göre hasta, sorunsuz hasta kabul edilmiştir. Sorunsuz hastalarda, hastalık tanısının klinik olarak konulduğu ve hızla başlanan antibiyotik tedavisine iyi yanıt alındığı bildirilmiştir. Bu nedenle hastalara akut piyelonefrit tanısında tanısal işlemlerde radyasyon dozu ve tetkikin tanısal doğruluğunu hesaba katarak USG dahil hiçbir görüntüleme testi önerilmemiştir.

Yukarıda sayılan ko-morbiditelerin varlığında hastalarda küçük mikroabselerin oluşabileceği, bunların birleşerek akut renal abse, ya da perirenal abse oluşumuna ya da piyelonefrit gelişimine neden olabileceği bildirilmiş olup, bu hastalarda i.v kontrastlı abdominal ya da pelvik tomografi ya da hem kontrastsız ve kontrastlı abdominopelvik bilgisayarlı tomografi (BT) yüksek radyasyon dozuna rağmen ilk tanısal tetkik olarak önerilmiştir. Bu kılavuzda Tc-99m-DMSA böbrek sintigrafisi kontrastlı ya da kontrastsız MRG, ya da abdominal USG "uygun olabilir" başlığında yer almış, ancak floroskopik VSUG akut dönemde hiç



önerilmemiştir. VSUG'nin pediatrik popülasyonda kronik dönemde kullanılabilceği bildirilmiştir.

### 3. Kanada kılavuzu (26):

İki yaş altındaki çocuklarda yüksek dereceli VUR'ye bağlı hidronefrozu saptamada yüksek duyarlılığı olması nedeni ile USG bu kılavuzda ilk değerlendirme tetkiki olarak önerilmiştir. USG'de pelvik dilatasyon izlenmez ise hastalarda halen düşük dereceli VUR olabileceği; ancak bu enfantlarda güncel şartlarda profilaktik antibiyotik kullanımının da artık önerilmediği belirtilerek hastalarda rutin VSUG önerilmemiştir.

Kılavuzda USG'de hidronefroz saptanması durumunda da reflünün saptanması için daha düşük radyasyon maruziyeti nedeni ile floroskopik VSUG yerine radyonüklid VSUG'nin kullanılmasının yüksek dereceli VUR saptanmasında yeterli olacağı belirtilmiştir.

Tc-99m-DMSA KBS akut piyelonefrit ya da tekrarlayan İYE tanısında şüphe olan hastalarda varsa kullanılması önerilmiştir.

### 4. Amerikan Pediatri Akademisi kılavuzu (27):

Kılavuzda 2 yaş altı çocuklarda klinik ve idrar kültürlerinin İYE tanısı konmasında yeterli olduğu ve görüntüleme gerekirse abdominal ve mesane USG'nin yapılmasının yeterli olduğu bildirilmiştir. Kanada kılavuzundan farklı olarak VUR yerine barsak-mesane disfonksiyonunun tekrarlayan İYE'ye sebep olduğu vurgulanmıştır. Akut İYE tanısında Tc-99m-DMSA KBS hiçbir zaman aralığında önerilmemiştir.

### 2. EAU/ESPU kılavuzu (28):

EAU/ESPU kılavuzuna göre ateşli İYE olan ya da ürosepsis tablosunda başvuran, hematürisi olan veya karın ağrısı olan hastalara ilk İYE sırasında böbrek USG'si yapılmalıdır. Bu kılavuza göre yenidoğanlar dışındaki yaş gruplarında yüksek dereceli reflü tanısının erken konması ya da tekrarlayan İYE'nin önlenmesi için VSUG her hastada önerilmektedir. Yenidoğanlar dışındaki çocuklarda dilate reflünün veya piyelonefritin saptanmasında enfeksiyondan 1-2 ay sonra Tc-99m-DMSA KBS yapılması önerilmiş olup, yenidoğan döneminde 3. dereceden daha ciddi VUR'u olan çocuklarda Tc-99m-DMSA KBS'nin negatif olabileceği vurgulanmıştır. Önce Tc-99m-DMSA KBS yapılması durumunda renal parankimal hasar saptanan bütün hastaların VSUG ile değerlendirilmesi önerilmektedir (28).

### Diğer enfeksiyon görüntüleme yöntemleri

Akut piyelonefrit tanısı ile hastaneye başvuran 31 erişkin hastaya akut dönemde F-18-FDG PET-BT yapılmış

olup, iki farklı tutulum paterni (difüz ve odaksal) olduğu belirlenmiştir. Odaksal F-18-FDG tutulumu gösteren hastaların kliniğinin daha kötü olduğu, bu hastalarda geniş spektrumlu antibiyotik gereksinimi olduğu, difüz patern gösteren hastaların ateşinin daha düşük olduğu ve atipik yakınmalar gösterdiği bildirilmiştir. Bu yayında F-18-FDG görünümünün gerek tutulum paterni, gerek ekstrarenal enfeksiyon odaklarının tutulumunu göstermesi nedeni ile %29 hastada tedavinin değişmesine (5 hastada antibiyotik dozunun artırılması, 4 hastada çoklu enfeksiyon odakları nedeni ile geniş spektrumu antibiyotiklere geçilmesi gibi) neden olduğu belirtilmiştir (29). Pediatrik hastalarda F-18-FDG PET-BT kullanımını araştıran bir çalışma bilginiz dahilinde yapılmamıştır. "Amerikan Collage of Radiology" kılavuzunda belirtilen kontrastlı ve kontrastsız abdominopelvik BT önerisi göz önünde bulundurulduğunda tedavi modifikasyonu da yapabilmesi nedeni ile F-18-FDG PET-BT bir enfeksiyon görüntüleme yöntemi olarak akılda bulundurulabilir. Ancak bu konuda geniş hasta sayısı ve çok merkezli çalışmalar ile bulguların doğrulanması gerekir.

### Sonuç

Avrupa ve Kuzey amerikada günümüze kadar yayınlanmış olan kılavuzlarda İYE olan hastaların tanısı ve izlemi ile ilgili olarak çok farklı yaklaşımlar önerilmektedir. Çocukların tanıları klinik ve laboratuvar testleri (kan sayımı ve idrar örnekleri) kullanılarak geçmiş yıllara oranla daha erken konulmaktadır. Hastaların antibiyotik tedavilerinin erken başlanması da muhtemelen eski yıllarda literatürde tanımlanandan çok daha az sayıda renal parankimal hasar saptanmasında önemli etkenlerden biridir.

Özellikle 1 yaş üstü kız çocuklarında tekrarlayan İYE nedenleri arasında eski yayınlarda sıklıkla vurgulanan VUR'nin yanı sıra mesane-barsak disfonksiyonunun da etkili olduğu son yıllarda yapılan çalışma ve yayınlarda daha sık vurgulanmaktadır. Bu bilgiler ışığında eskiden reflü tanısında sık kullanılan ve pediatrik yaş grubundaki İYE varlığında sıklıkla önerilen bir test olan VSUG'nin kullanımı da güncel kılavuzlarda risk gruplarına sınırlanmıştır. Tetkikin yüksek radyasyon maruziyeti, hem de uygulama sırasında çocukların çok zorlanması da dezavantajlar arasında sayılmaktadır.

Renal skar ile ileri yaşlarda karşılaşılan yüksek tansiyon, preeklampsi ya da böbrek yetmezliği gibi risk faktörleri ile ilişkinin düşük olduğunu gösteren yayınlar, Tc-99m-DMSA KBS kullanımının sınırlanmasında ve hatta bazı kılavuzlarda tamamen kaldırılmasında önemli olan

etkenler arasındadır. Tc-99m-DMSA KBS kullanımının güncel kılavuzlarda sınırlandırılmasının en önemli nedenlerinden birisi de hastalara verilen radyasyon dozudur. Ancak EANM-SNM güncel kılavuzlarında Tc-99m-DMSA dozunun azaltılmasının görüntü kalitesini ve tetkikin duyarlılığını değiştirmediği belirlenmiş ve kullanılan Tc-99m-DMSA dozu ve dolayısı ile radyasyon maruziyeti azaltılmıştır. Halihazırda kullanımda olan bütün kılavuzlar ise eski radyasyon dozları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Ayrıca seçilmiş hasta grubunda üst üriner sistem enfeksiyonunun ve piyelonefrite bağlı hasarlanmanın saptanması halen bazı kılavuzlar tarafından tedavi değişikliklerine karar verilmesi amacı ile önerilmektedir.

### Kaynaklar

- Marild S, Jodal U. Incidence rate of first-time symptomatic urinary tract infection in children under 6 years of age. *Acta Paediatr* 1998;87:549-552.
- Shaikh N, Ewing AL, Bhatnagar S, Hoberman A. Risk of renal scarring in children with a first urinary tract infection: a systematic review. *Pediatrics* 2010;126:1084-1091.
- Loening-Baucke V. Urinary incontinence and urinary tract infection and their resolution with treatment of chronic constipation of childhood. *Pediatrics* 1997;100:228-232.
- Treves ST, Baker A, Fahey FH, et al. Nuclear medicine in the first year of life. *J Nucl Med* 2011;52:905-925.
- Lassmann M, Treves ST, Group ESPDHW. Paediatric radiopharmaceutical administration: harmonization of the 2007 EANM paediatric dosage card (version 1.5.2008) and the 2010 North American consensus guidelines. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2014;41:1036-1041.
- Piepsz A, Colarinha P, Gordon I, et al. Guidelines for Tc-99m-DMSA scintigraphy in children. *Eur J Nucl Med* 2001;28:BP37-41.
- Weyer K, Nielsen R, Petersen SV, Christensen EI, Rehling M, Birn H. Renal uptake of Tc-99m-dimercaptosuccinic acid is dependent on normal proximal tubule receptor-mediated endocytosis. *J Nucl Med* 2013;54:159-165.
- Christensen EI, Gburek J. Protein reabsorption in renal proximal tubule-function and dysfunction in kidney pathophysiology. *Pediatr Nephrol* 2004;19:714-721.
- Lee BH, Lee SH, Choi HJ, et al. Decreased renal uptake of (99m)Tc-DMSA in patients with tubular proteinuria. *Pediatr Nephrol* 2009;24:2211-2216.
- Risdon RA, Godley ML, Parkhouse HF, Gordon I, Ransley PG. Renal pathology and the Tc-99m-DMSA image during the evolution of the early pyelonephritic scar: an experimental study. *J Urol* 1994;151:767-773.
- Jakobsson B, Berg U, Svensson L. Renal scarring after acute pyelonephritis. *Arch Dis Child* 1994;70:111-115.
- Hoberman A, Charron M, Hickey RW, Baskin M, Kearney DH, Wald ER. Imaging studies after a first febrile urinary tract infection in young children. *N Engl J Med* 2003;348:195-202.
- Olbing H, Claesson I, Ebel KD, et al. Renal scars and parenchymal thinning in children with vesicoureteral reflux: a 5-year report of the International Reflux Study in Children (European branch). *J Urol* 1992;148:1653-1656.
- Piepsz A, Tamminen-Mobius T, Reiners C, et al. Five-year study of medical or surgical treatment in children with severe vesico-ureteral reflux dimercaptosuccinic acid findings. International Reflux Study Group in Europe. *Eur J Pediatr* 1998;157:753-758.
- Swerkersson S, Jodal U, Sixt R, Stokland E, Hansson S. Urinary tract infection in small children: the evolution of renal damage over time. *Pediatr Nephrol* 2017;32:1907-1913.
- Orellana P, Baquedano P, Rangarajan V, et al. Relationship between acute pyelonephritis, renal scarring, and vesicoureteral reflux. Results of a coordinated research project. *Pediatr Nephrol* 2004;19:1122-1126.
- Urinary tract infection in children: diagnosis, treatment and long-term management. 2007 (updated in 2017). Accessed date: 2019 september 1st 2019. Available from: [www.nice.org.uk/CG054fullguideline](http://www.nice.org.uk/CG054fullguideline).
- Gordon I, Barkovics M, Pindoria S, Cole TJ, Woolf AS. Primary vesicoureteric reflux as a predictor of renal damage in children hospitalized with urinary tract infection: a systematic review and meta-analysis. *J Am Soc Nephrol* 2003;14:739-744.
- Moorthy I, Easty M, McHugh K, Ridout D, Biassoni L, Gordon I. The presence of vesicoureteric reflux does not identify a population at risk for renal scarring following a first urinary tract infection. *Arch Dis Child* 2005;90:733-736.
- Cheng CH, Tsau YK, Kuo CY, Su LH, Lin TY. Comparison of extended virulence genotypes for bacteria isolated from pediatric patients with urosepsis, acute pyelonephritis, and acute lobar nephronia. *Pediatr Infect Dis J* 2010;29:736-740.
- Martinell J, Lidin-Janson G, Jagenburg R, Sivertsson R, Claesson I, Jodal U. Girls prone to urinary infections followed into adulthood. Indices of renal disease. *Pediatr Nephrol* 1996;10:139-142.
- Baltu D. DMSA Sintigrafisi ile renal skar tespit edilen hastaların uzun dönem izlemi Ankara: Hacettepe Universitesi; 2018
- Geback C, Hansson S, Martinell J, Sandberg T, Sixt R, Jodal U. Renal function in adult women with urinary tract infection in childhood. *Pediatr Nephrol* 2015;30:1493-1499.
- Geback C, Hansson S, Himmelmann A, Sandberg T, Sixt R, Jodal U. Twenty-four-hour ambulatory blood pressure in adult women with urinary tract infection in childhood. *J Hypertens* 2014;32:1658-1664; discussion 1664.

25. American College of Radiology ACR Appropriateness Criteria® Acute Pyelonephritis (revised in 2018). Accessed date: september 1st 2019. Available from: [www.acr.org/ac](http://www.acr.org/ac).
26. Robinson JL, Finlay JC, Lang ME, Bortolussi R, Canadian Paediatric Society ID, Immunization Committee CPC. Urinary tract infections in infants and children: Diagnosis and management. *Paediatr Child Health* 2014;19:315-325.
27. Subcommittee On Urinary Tract I. Reaffirmation of AAP Clinical Practice Guideline: The Diagnosis and Management of the Initial Urinary Tract Infection in Febrile Infants and Young Children 2-24 Months of Age. *Pediatrics* 2016;138.
28. Stein R, Dogan HS, Hoebeke P, et al. Urinary tract infections in children: EAU/ESPU guidelines. *Eur Urol* 2015;67:546-558.
29. Wan CH, Tseng JR, Lee MH, Yang LY, Yen TC. Clinical utility of FDG PET/CT in acute complicated pyelonephritis-results from an observational study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2018;45:462-470.