

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ
ÜROLOJİ ANABİLİM DALI**

**ÇOCUKLUK ÇAĞI BÖBREK TAŞLARINDA
TEDAVİ ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ**

DR. NECATİ ARICI

UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. ALİ ULVİ ÖNDER**

ÜROLOJİ

İSTANBUL-2009

TEŞEKKÜR

Bana asistanlığım boyunca hiçbir emek, bilgi ve hoş görülerini esirgemeyen başta ana bilim dalı başkanı Prof. Dr. N. Ahmet ERÖZENCİ hocam başta olmak üzere bütün hocalarıma ve tez danışmanım Doç. Dr. Ali Ulvi ÖNDER hocamın yakın ilgi, desteği ve sabrı için, tez hazırlamamda bilgilerini benimle paylaştığı için Uz. Dr. Bülent ÖNAL ağabeyimize ve bu süreçte verdiği bütün desteklerden dolayı sevgili eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Necati ARICI

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	İ
İÇİNDEKİLER	İİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
4. BULGULAR.....	33
5. TARTIŞMA	45
6. ÖZET	55
7. ABSTRACT.....	56
8. KAYNAKLAR	57

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Üriner sistem taş hastalıkları ilk olarak M.Ö. 4800'lü yıllarda tespit edilmiş olup, o zamandan beri insan oğlunun başına bela olmuştur.¹ Çocuklarda üriner sistem taşlarının tedavisi konusunda hala ortak bir görüş bulunmamaktadır. Bununla birlikte çocuklarda üriner sistem taşlarının görülme sıklığı giderek artış göstermektedir. Çocuk üriner sistem taş hastalığı, gelişmekte olan ülkelerde hala endemik olarak seyretmektedir. Prevalans % 5-15 olarak yüksek seyretmektedir.² Çocuklarda taşların insidansı ve karakteristikleri geniş bir coğrafi çeşitlilik gösterir. Genellikle göreceli olarak ender bir hastalık gibi düşünülmesine karşın, çocuklarda üriner taş hastalığı dünyanın bazı bölgelerinde oldukça yaygındır. Çocukluk çağı taş hastalığı, ülkemizde endemik olarak kabul edilmektedir.³ Üriner sistem taşları açısından endemik olarak kabul edilen ülkemizde yapılan bir çalışmaya göre ürolitiyazisi bulunan hastaların %17'sini 14 yaş altı çocuklar oluşturmaktadır.⁴ Çocukluk çağı taş hastalığı, erişkinlerdeki taş hastalığıyla karşılaştırıldığında, hem görünüm hem de tedavi açısından farklı özelliklere sahiptir. Erkeklerde yoğunlaşma gösteren erişkin popülasyonun aksine, çocukluk çağında erkek ve kız çocuklar neredeyse eşit olarak etkilenir. Taşların çoğu üst idrar yolunda bulunur.³ Çocuklarda nefrolitiyazisin etyolojisi büyük oranda bilinmemekle beraber, en sık görülen nedenler gelişim anomalileri, enfeksiyonlar ve metabolik risk faktörleridir.² Erişkinlere kıyasla çocuklarda daha yüksek oranlarda metabolik bir bozuklukla ya da üriner bir anomali ile birliktelik göstermektedir. Metabolik bozukluklar çocukların %50'den fazlasında tespit edilirken, üriner anomaliler taş hastalığı olan çocukların %30'unda mevcuttur ve en sık gözlemlenen patoloji üreteropelvik bileşke darlığıdır. Enfeksiyon ile birliktelik gösteren taş hastalığı sıklığı 4 yaşın altındaki çocuklarda fazlayken metabolik kaynaklı taşlar büyük çocuklar ve adölesanlarda daha sık gözlemlenmektedir. Genel olarak çocuklarda kalsiyum okzalat ve kalsiyum fosfat taşları %75'ini oluştururken enfeksiyon taşları %15-25 oranında gözlemlenmektedir.⁵

Üriner sistem taşlarının tedavisinde ESWL (extracorporeal shock wave litotripsy) ve PCNL'nin (Percutaneous Nephrolitotomi)'nin kullanıma girmesi ile erişkinlerde olduğu gibi çocuklarda da başarılı sonuçlar elde edilmesine yol açmıştır.

Nefrolitiazis, çocuklarda, özellikle idrar yolu enfeksiyonu ile beraber görüldüğünde hızlı ilerleme gösterebilir. Kompleks ve koraliform yapıdaki taşlar renal fonksiyonun kaybına ve tedavi edilmezse böbreğin kaybedilmesine kadar ilerleyebilir.⁶ Erişkinlerde üriner sistem taşlarının tedavisine ilişkin standardizasyon belirlenmiş olmakla beraber pediyatrik ürolitiazisin etyolojisi, öyküsü ve tedavisine ilişkin ortak bir görüş bulunmamaktadır.⁷ Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte çocuklardaki üriner sistem taş hastalığının tedavisi açık cerrahiden ESWL, PCNL gibi minimal invaziv ve başarılı sonuçlar elde edilebilen tedavi yöntemlerine yerini bırakmaktadır. Olası yan etkileri ve teknik bazı sınırlılıklarına rağmen ESWL üriner sistem taş hastalığı tedavisinde çocuklarda da erişkinlerde olduğu gibi tedavide ilk seçenek olmaktadır.^{6,8,9}

Çocukluk çağında görülen taşlar ileride problem yaratacağı için erken tanı konmalı ve iyi tedavi edilmelidirler. Biz de üriner sistem taş hastalığı tanısı ile tedavi ettiğimiz çocuk hastaların verilerini retrospektif olarak değerlendirerek uygulanan tedavi alternatiflerin başarısını saptadık. Bu verileri kullanarak bir algoritma oluşturmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

Çocuklarda gelişen üriner sistem taş hastalığı, tüm taş hastalığı gözlemlenen popülasyonun %2-3'üne kaşılık gelmektedir. Epidemiyolojik olarak taş hastalığının karakteri dünyanın farklı bölgelerinde değışiklikler göstermektedir.⁵ Üriner sistem taşlarının sıklığı, oluştuğı yer ve bileşimi sadece coğrafi değil ekonomik faktörlerden de etkilenir.¹⁰ Akdoğan ve arkadaşlarının 133 olgunun analiz sonuçlarından derledikleri ülkemize ait verilerine göre, çocuk yaş grubundaki taşların, içeriğine göre dağılımı şu şekildedir: Kalsiyum oksalat; %67 (en sık Whewellite alt tipi), sistin; %12, ürikasit; %13,5, struvit; %8,2 ve karışık tipler; %12,8. Aynı çalışmada, yaşa göre en sık görülen taş tipleri de şu şekilde sıralanmıştır: 1 yaş altında ürik asit taşları (%7,1), 1-4 yaş arasında sistin taşları (%16,2), 10 yaş üzerinde struvit taşları (%14,6). İnfantlarda hiç struvit taşı görülmemiştir.¹¹ Çocukluk çağı taş hastalığı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde oldukça farklı tablolar halinde karşımıza çıkar. Taş hastalığı sıklığı gelişmekte olan ülkelerde %5-15, gelişmiş ülkelerde ise %1-5 arasında görülmektedir.^{12,13} İdiopatik taş hastalarının oranı gelişmekte olan ülkelerde %50 iken, gelişmiş ülkelerdeki hastaların %80'inden fazlasında bir etiyolojik neden ortaya konabilmektedir.¹⁴

ÇOCUKLUK ÇAĞI BÖBREK TAŞLARI

Çocuklarda taş hastalığının klinik tablosu, yetişkinlere göre daha karışiktır.¹⁵ En sık görülen belirti ve bulgular; yan ağrısı (%56-94), mikroskopik ya da gross hematüri (%15-90), eşlik eden üriner enfeksiyon (%8) ve üriner enfeksiyon öyküsüdür (%11).^{16,17,18} Genel olarak, yetişkinlerdeki klasik tablo, çocuklarda daha nadirdir ve yaşa göre değışiklikler gösterebilir. Adölesanların %94'ü, 0-5 yaş gurubu hastaların ise %56'sı yan ağrısıyla başvurur. Okul öncesi çağda üriner enfeksiyon yaygın bir başvuru nedenidir. Bebeklerde kolik benzeri bir tablo görülebilir.¹⁸ Okul çocukluğu çağında atipik belirti ve bulgularla ortaya çıkan, karın ağrısı ve kusması olup da özgül bir tabloya oturtulamayan durumlarda üriner sistem taş hastalığı da akla getirilmelidir.¹⁹

Fizyopatoloji

Taşların oluşum mekanizmalarını izah etmek için 5 teori ileri sürülmüştür.

1. Süpersatürasyon-kristalizasyon teorisi
2. İdrar inhibitörlerinin yokluğu teorisi

3. Matriks-nükleasyon teorisi
4. Epitaksi teorisi
5. Kombine teoriler

Süpersatürasyon-Kristalizasyon teorisi: Taş oluşumundan sorumlu en önemli etken süpersatürasyondur. Üriner sistem taşları idrarda kristal olmadıkça oluşmaz. Taş oluşumunda esas olay süpersatürasyondur. Kristallerin presipitasyonu için idrarın süpersatüre olması gerekir. İdrarda kristal oluşumu, idrardaki fizikokimyasal özellikler ve anatomik faktörlerce belirlenmektedir. Bu faktörler arasında en önemli olanlar; taş oluşumuna neden olan maddelerin ve suyun ekskresyonu, idrar süpersatürasyonu, tübüler akım hızı, idrar pH'sı, kristalizasyonu kolaylaştıran ve inhibe eden maddelerin idrardaki konsantrasyonu ve anatomik özelliklerdir. Kristal ve matriks taşın temel komponentini oluşturmaktadır.⁵

Ürün konsantrasyonu (Concentration Product, “CP”) herhangi bir çözünebilen bileşiğin bir çözeltideki iyon derişimlerinin matematiksel olarak ifade edilmesidir. Örneğin tuzlu su solusyonu üzerine tuz eklemeye devam edersek, tuzun çönmediği noktada solüsyon doymuş (satüre) olarak kabul edilir. Satürasyon seviyesindeki ürün konsantrasyonu termodinamik ürün çözünebilirliği (Solubility Product, “SP”) olarak adlandırılır ve bu nokta “Çözünürlük sabiti (K_{sp})” olarak adlandırılır. K_{sp} altında solüsyondaki çözünmüş haldeki ve kristal halindeki elemanlar denge halindedir. Bu noktada, solüsyona daha fazla kristal eklenmesi kristallerin birbiri üzerlerine çökmelerine neden olur. Kristallerin oluştuğu bu seviyede termodinamik erime sabitinden bahsedilir. Normal şartlar altında idrarda taş oluşturan elemanların, örneğin kalsiyum oksalat, ürün konsantrasyonu (CP), çözünebilirlik seviyesinin (K_{sp}) üstüne dahi çıksa ($CP > K_{sp}$) kristalizasyon oluşmayabilir çünkü idrardaki inhibitör maddeler, kalsiyum oksalatın yüksek konsantrasyonlarda bile çökelme ve kristalleşme olmadan çözünük halde kalmasına olanak sağlar. İdrarın bu saturasyon seviyesine, “Dolaşabilir süpersatürasyon (Metastable Süpersaturation)” seviyesi denir. Taş oluşumundan sorumlu maddeler idrarda genellikle dolaşabilir bölge konsantrasyonlarında bulunmaktadır. Dolaşılabilir bölgenin dışında artan solüt konsantrasyonlarında formasyon çarpımının üzerindeki değerlerde spontan nükleasyon, hızlı büyüme ve kümeleşme daha kolay oluşmaktadır. Dolaşabilen zonun üzerinde yer alan bu bölgeye süpersatüre zon denir. Taş oluşturan komponentin konsantrasyonu arttıkça,

çözünübilirliğin artık olmadığı ve kristal oluşumunun kaçınılmaz olarak başladığı konsantrasyon ürün oluşması (Formation Product, ‘‘FP’’) olarak isimlendirilir ve bu nokta ‘‘ürün oluşum sabiti (Kf)’’ olarak adlandırılır. Başka bir deyişle, Kf üzerinde maddeler solüsyonda çözünür halde tutulamaz.²⁰

Ksp ve Kf, saturasyon durumunu üç kategoriye ayırmaktadır; 1) Satürasyon (Ksp) altı seviye: Çözünübilirlik seviyesine kadar olan bölümü ifade eder. 2) Dolaşabilir seviye: Ksp ve Kf arasındaki bölgeyi yansıtır. 3) Stabil olmayan (süpersatüre) bölge: Kf üzeri seviyeyi ifade eder. Ksp altındaki seviyelerde kristalleşme olmayacağı gibi var olan taşlarda çözünmektedir. Kf üzerindeki seviyelerde nükleasyon oluşmakta ve hatta inhibitör maddeler etkisiz kalmaktadır. Dolaşabilirlik seviyesinde (Ksp ve Kf arasında) kristal kümeleşmesi ve büyümesi, de nova nükleasyon ve belki de heterojen nükleasyon olabilir, matriks yapısına katılabilir. Bu seviyede inhibitörlerde etkilidir, ayrıca bu bölge taş oluşum faktörlerinin modülasyonunun yer aldığı ve terapötik girişiminin yönlendirildiği bölgedir. Dolaşabilir konsantrasyon aralığında kristal büyüme gösterebilirken, idrarın mesaneye ulaşma süresinin kısa olması nedeniyle de nova kristal oluşumu gerçekleşmemektedir. Ama gerekli koşullar sağlandığında, yani; 1) Nükleasyona izin verecek ölçüde, nefronun bazı lokal bölümlerinde CP’nin Kf’i yeterli süre boyunca aşabildiği durumda, 2) Üst üriner sistemde lokal tıkanıklık ve staz alanları idrar akışını nükleasyon oluşmasına izin verecek kadar yavaşlattığı durumda, 3) İdrarda çekirdek oluşturabilecek diğer maddelerin varlığında, kristal oluşumu gerçekleşebilir.²⁰

Inhibitör Eksikliği: İdrarda kristalizasyonu önleyen bazı inhibitör maddeler vardır. Bunlardan düşük moleküllü peptidler, yüksek moleküllü glikoproteinler, matriks (matriks-A maddesi), matriksin yüzeyindeki elektirik içeren zeta potansiyel, SH bağı (sülfidril) içeren üromukoidler, alanin, sitratlar, hatta ürik asidin erimesini sağlayan üre gibi maddeler organik inhibitörlerdir. Fosfatlar, pirofosfatlar, ortofosfatlar, magnezyum, çinko ise inorganik inhibitörlerdir.⁵

Matriks-Nükleasyon: Matriks; idrardaki proteinlerin bir ürünü olup, protein, heksan ve heksaminler içerir. Genellikle kalsiyum içeren taşların %3’ünü, ürik asit taşlarının %2’sini ve matriks taşların %65’ini meydana getirir. Matriks taşları genellikle düz grafilerde radyolüsendir. Matriks bir yandan kristal büyüme ve

agregasyonunu önleyerek inhibitör etki yaparken bir yandan da taş yapısının %2-10'unu oluşturmaktadır.⁵

Epitaksi: Eğer idrarda çok fazla kristal olursa idrarın kalan kısmında kristal yapan maddenin saturasyonu azalır. Artık kristalin büyümesine imkan kalmaz. Ancak bir başka element fazla ise bu defa ilk kristalin yüzeyine bunlar yapışarak (epitaksi) dış tabakası başka cins olan taş oluşur. Ürik asit kristalleri üzerine kalsiyum okzalat kolaylıkla epitaksi ile tutunabilir. Aşırı ürik asit itrahında, okzalat içeren gıdaların fazla alınması sonucu ürik asit nükleusu üzerine kalsiyum okzalat taşı oluşur. Ancak sistin başka bir kristal nükleusu üzerine tutunamaz.⁵

Taş oluşumuna neden olan bazı predispozan faktörler:

1. İdrar pH'sındaki değişiklikler
2. Fokal veya yaygın üriner enfeksiyonlar
3. Konjenital anomaliler
4. Ürostaz
5. Böbrekteki kalsifikasyonlar
6. Üriner sistemdeki yabancı cisimler
7. Üriner sistemle iştiraki olan fistüller
8. Üriner sistem tümörleri- nekrotik doku parçaları

Böbrek taşlarını kalsiyum taşları ve kalsiyum içermiyen taşlar olarak inceleyecek olursak.

A. KALSİYUM TAŞLARI

Üriner sistemde en sık görülen taşlar, kalsiyum taşlarıdır ve genellikle kalsiyum okzalat veya kalsiyum fosfat taşlarından oluşur. Taşlar, çoğunlukla, idrarda ya yüksek kalsiyum (hiperkalsiüri) ve okzalat konsantrasyonları (hiperokzalüri) nedeniyle ya da engelleyicilerin konsantrasyonlarının, sözelimi sitrat konsantrasyonunun azalmasıyla (hipositratüri) oluşur. 24 saatlik idrarda kalsiyum atılımının, vücut ağırlığı 60 kg'ın altında olan çocuklar için 4 mg/kg/gün, 3 ay'dan küçük çocuklar için ise 5 mg/kg/gün'den fazla olması hiperkalsiüri olarak tanımlanır.³

Hiperkalsiüri, idyopatik ya da sekonder olarak sınıflandırılabilir. Klinik, labaratuvar ve radyografik araştırmalarla altta yatan bir neden belirlenemediği zaman, idyopatik hiperkalsiüri tanısı konulur. Bilinen bir süreç idrarda aşırı kalsiyum ürettiği zaman, sekonder hiperkalsiüri meydana gelir. Hiperkalsiüri için yapılan iyi bir tarama testi, idrardaki kalsiyum ile kreatinin arasındaki oranı karşılaştırır. Çocuklarda normal kalsiyum/kreatinin oranı 0.2'den düşüktür. Eğer hesaplanan oran 0.2'den yüksek ise tekrar test yapılması gerekir. Hiperkalsiüri saptanan hastalarda daha ileri değerlendirme için, serum bikarbonat, kreatinin, alkalen fosfataz, kalsiyum, magnezyum, pH ve paratiroid hormon düzeylerine bakılmalıdır.³ Hiperkalsiüri üriner sistem taş hastalığı yanında, hematüri, dizüri, ve sıkışma yakınmalarına da neden olabilir.²¹ Hiperkalsiüri taşı olan çocuklardaki metabolik risk faktörlerinin %30-50'sini oluşturur.²² Ülkemizde ise hiperkalsiüri beklenenden daha seyrek (%10) bulunmuştur.¹¹

1. Absorbtif hiperkalsiürik nefrolitiyazis

Absorbtif hiperkalsiürde primer sorun barsaktan kalsiyum emiliminin artmasıdır.¹ Bunun sonucu olarak serum kalsiyumu ve böbrekten filtre edilen kalsiyum miktarı artarken ikincil olarak parathormon azalmaktadır.⁵ Absorbtif hiperkalsiürünün 3 tipi vardır.

Tip 1'de hastanın kalsiyum kısıtlı diyeti olsun ya da olmasın intestinal hiperabsorbsiyonu vardır. Tüm kalsiyum içeren taşların %15'ini oluşturur. Tedavide kalsiyumu barsakta bağlayarak absorbsiyonunu engelleyen selüloz fosfat kullanılır. Selüloz fosfat ile üriner kalsiyum atılımı normale döner. Menapoz ve büyüme çağındaki çocuklarda kullanılmamalıdır. Uygunsuz kullanımı negatif kalsiyum dengesine sekonder hiperparatiroidizme neden olur. Ayrıca barsakta kalsiyum ve magnezyumu bağlayarak sekonder hiperoksalüriye neden olur. Diğer bir tedavi seçeneğinde ise özellikle çocuklarda, hidroklorotiazid ve diğer tip tiazid diüretikleri 1-2 mg/kg/gün olmak üzere kullanılabilir. Tiazid diüretikler ile renal kalsiyum atılımında azalma olur. Böbreklerden absorbe olan kalsiyum kemiklerde birikir. Sonuç olarak kemiklerdeki depolama kapasitesine ulaşınca ilaç etkisiz hale gelir. Bu nedenle sınırlı uzun süre etkiye sahiptirler (3-5 yıl). Bu ilaçlar defektif barsak transportunda etkili değildir.^{1,3,5,23}

Tip 2’de ise düzenli normal diyet sonucu idrarda kalsiyum atılımının artmasıdır. Spesifik tedavisi yoktur, düşük kalsiyum ve düşük sodyum diyeti uygulanınca kalsiyum atılımı normal olur. Tip 1 kadar ciddi değildir.

Tip 3’de ise renal fosfat kaçağı nedeniyle serum fosfat düzeyi düşüktür ve bunun sonucu olarak, artmış vitamin D üretimi ve artmış kalsiyum emilimi vardır. Tedavide vitamin D sentezini inhibe eden ortofosfatlar (Neutro-Phos) kullanılır. Ortofosfatlar bağırsaktan kalsiyum emilimini bozmaz.^{1,23}

2. Renal kaynaklı hiperkalsiürik nefrolitiazis

Renal hiperkalsiürde altta yatan problem böbrekten kalsiyum kaybıdır. Kalsiyum atılımındaki intrinsek tübüler defekten dolayı meydana gelir. Dolaşımdaki serum kalsiyum düzeyindeki düşüş PTH’yı uyarır. PTH artışı kemiklerden kalsiyumu mobilize eder ve barsaktan kalsiyum emilimini artırır. Böylece böbreğe gelen kalsiyum miktarı artar ve renal tübüllerden aşırı kalsiyum atılır. Bu hastalar üriner kalsiyum artışına, normal serum kalsiyum düzeyine ve artmış paratiroid hormon seviyesine sahiptirler. Burada iki gerçek vurgulanmalıdır: Birincisi hem absorbtif hem de renal hiperkalsiürde barsaktan kalsiyum emilimi artar. İkincisi, absorbtif hiperkalsiürde PTH baskılanırken, renal hiperkalsiürde PTH artar. Absorbtif hiperkalsiürde açlık idrar kalsiyum düzeyleri normaldir ve bu da aşırı emilen kalsiyumu böbrekten atacak kadar aç kaldıkları anlamını taşır. Renal hiperkalsiürde ise kalsiyum yüksekliği devam etmektedir. Açlıkta yükselmiş kalsiyum düzeyi ve uyarılmış PTH fonksiyonları renal hiperkalsiürinin, absorbtif hiperkalsiürden ayırımını sağlar. Tedavide hidroklorotiazidler kullanılır.^{1,23}

3. Rezorbtif hiperkalsiürik nefrolitiazis

Bu sendrom hiperparatiroidizm ile eş anlamlıdır. PTH’nun direk etkisiyle ya da PTH bağımlı kalsitrol sentezi sonucunda, fazla PTH salımına bağlı kemik resorbsiyonunda, artmış intestinal kalsiyum emilimi kadar hiperkalsiüri görülür. Tek tedavisi paratiroid adenomun çıkarılmasıdır.¹

4. Hiperürikozürik kalsiyum nefrolitiazisi

Bu hastalık besinlerle aşırı miktarda pürin alımı veya endojen ürik asit üretimindeki artışa bağlıdır. Her iki durumda da idrardaki monosodyum uratlar yükselmiştir. Monosodyum uratlar üriner taş inhibitörlerini absorbe ederek kalsiyum-

okzalatin heterojen nükleasyonu kolaylaştırır. Hiperkalsiüride olduğu gibi hiperürikoze çocuklarda da tespit edilebilen bir taş olmaksızın mikroskopik ya da makroskopik hematüri gözlemlenebilir. Hiperürikoze çocukların %75'inde idrarda mikroskopik hematüri gözlemlenebilirken bu çocukların ancak yarısında sonografik olarak taş tespit edilebilmektedir. Diyetle aşırı purin alınması söz konusu ise tedavide purinden kısıtlı diyet uygulanmalıdır. Endojen ürik asit artışında ksantin oksidaz inhibitörü olan allopürinol kullanılır. Allopürinol ürik asit sentezini ve ürik asitin renal atılımını azaltır. Potasyum sitrat özellikle hipositratri varlığında verilmesi gereken alternatif tedavidir.^{1,5,23}

5. Hiperoksalürik kalsiyum nefrolitiazisi

Oksalik asit, böbreklerle dışarı atılan bir metabolittir. Okzalatin yalnızca %10-15'i alınan gıdalardan gelir. Endojen olarak karaciğerde oluşan oksalatın kaynağı gliokzalat ve gliokzalat metabolizmasındaki bozukluklar okzalatin artmış sentezine ve idrarda okzalat miktarının artmasına sebep olmaktadır (primer hiperoksalüri-PH).⁵ Okzalat itrahi yaşa göre değişir. Normal okul çağındaki çocuklar günde 50 mg/1,73 m²'den (0,55 mmol/1,73 m²'den) daha az itrah ettikleri halde, bebekler bu miktardan 4 kat daha fazla itrah ederler. Nefrolitiazisli çocukların yaklaşık %20'sinde bulunur.¹⁸ Ülkemizdeki kalsiyum taşlarının %40'ında hiperoksalüri saptanmıştır.¹¹ Okzalat içeriği yüksek besinler pancar, şalgam, çilek, tatlı patates, buğday kepeği, çay, kakao, biber, çikolata, maydanoz, ıspanak, dereotu, sert kabuklu yemişler ve narenciye sularıdır, C vitaminin aşırısı da okzalata metabolize edilir.^{22,24,25}

Hiperoksalüri'nin kalsiyum-okzalat nefrolitiazisi ile ilişkisi üç farklı klinik tabloda görülür.¹

a) Artmış okzalat üretimi

Primer hiperoksalüri

Artmış hepatik dönüşüm

b) Artmış okzalat absorpsiyonu

c) İdiopatik kalsiyum okzalat taş hastalığında hiperoksalüri

Primer hiperoksalürinin iki tipi vardır. Primer hiperoksalüri tip 1, çocukluk çağında en sık rastlanan primer hiperoksalüri tipidir. Kronik böbrek yetmezlikli

çocukların %1'inde görülür. Primer hiperokzalüri klinik olarak 4 yaşın altındaki çocuklarda gözlemlenir. Her iki cinste eşit sıklıkta görülür. Alanin gliokzalat aminotransferaz enzimi azalmış ya da yoktur ve bu durum aşırı artmış okzalat üretimine neden olur. Hiperokzalürik hastalarda rekürren ürolitiazis, nefrokalsinozis, renal yetmezlik ve sistemik okzalozis tabloları görülebilir. Tip 2 daha nadir görülür ve daha ileri yaşlarda semptom verir. Hidroksipiruvat redüktaz ve glioksilat redüktaz aktiviteleri azalmıştır. Her iki tip otozomal resesif geçiş göstermektedir.^{1,5,26,27,28,29}

Barsaktan aşırı okzalat absorpsiyonunda (enterik tip, örneğin kısa barsak sendromunda olduğu gibi) hiperokzalüriye neden olmaktadır. Kalsiyum barsakta okzalata bağlanarak vücuttan atılır. Malabsorpsiyon durumlarında luminal kalsiyum azalmakta ve serbest kalan okzalatın absorpsiyonu artmaktadır. Düşük kalsiyum diyeti ya da aşırı askorbik asit tüketimi de enterik hiperokzalüriye neden olabilir.⁵

Bununla birlikte, idrarla okzalat atılım düzeyleri yüksek olan çocukların çoğunluğunda, belgelenmiş bir metabolik problem ya da beslenmeyle ilgili herhangi bir neden yoktur ve bu çocuklar, idiopatik hiperokzalüri olarak tanımlanır. Bu durumda idrardaki okzalat düzeyleri hafifçe yükselmiştir.³

Tedavide yüksek sıvı alımı, okzalattan kısıtlı diyet ve normal kalsiyum alımı önerilir. Pridoksin (B₆ vitamini), özellikle primer hiperokzalüri'de idrardaki okzalat düzeylerini düşürmesi nedeniyle tedavide kullanılır.³

6. Hipositratik kalsiyum nefrolitiazis

Sitrat, iyonize kalsiyumu bağlayarak kalsiyum saturasyonunu azaltması yanında, kalsiyum-okzalat ve kalsiyum-fosfat kristallerinin yapışmasını önleyen önemli bir taş inhibitörüdür. Dolayısıyla idrardaki sitrat düzeylerinin düşük düzeyde olması kalsiyum taş hastalığının önemli bir nedeni olabilir.³ Tekin ve arkadaşlarının ülkemizde yaptıkları bir çalışmada hipositratri, idiopatik kalsiyum-okzalat taş hastalarında en önemli bağımsız değişken olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada hipositratriye hemen daima hipomagnezürinin de eşlik ettiği saptanmıştır. bu birlikteliğin de mekanizmasının ne olduğu kesin olarak bilinmemektedir.³⁰ Yine Tefekli ve arkadaşlarına ait bir çalışmada, çocuklarda en sık rastlanan metabolik risk faktörleri hipositratri ve hipomagnezüri olarak bulunmuştu. Hiperkalsiüri ise yine hipositratriyle birlikte yetişkinlerde önemli risk faktörü olarak bulunmuştur.³¹ Ülkelerindeki genel beslenme tarzının az sıvı alımıyla; düşük protein, kalsiyum ve sitrat; fazla oksalat içeren lifli besinlere dayalı

olması da bölgelerindeki idiyopatik taşların başlıca nedeninin beslenme ve dehidratasyon olduğunu doğrulamaktadır.³² Çocuklarda 24 h'lik idrarda sitrat > 320 mg/1,73 m²/gün olmalıdır.³ Sitrat absorpsiyonu ve metabolizması proksimal tübülden olmaktadır. Proksimal tüpte intraselüler asidoz, metabolik asidoz, potasyum düşüklüğü ve ketojenik diyet idrar sitratını azaltmaktadır. Sitratı metabolize eden bakteriel enfeksiyonlar da vardır. Primer renal tübüler asidoz, idiyopatik hiperkalsiüri, malabsorbsiyona sebep olan gastrointestinal hastalıklar ve infantlarda görülen geniş intestinal nekrozlar hipositratüriye neden olmaktadır. Hipositratüri de potasyum-sitrat (K-sitrat) 1 mg/kg/gün başlangıç dozuyla iki doza bölünerek verilir.^{3,5}

B. KALSİYUM İÇERMİYEN TAŞLAR

1. Ürik asit taşları

Pediyatrik taş hastalarının yaklaşık %4-8'inde hiperürikozüriye eşlik eden ürik asit taşı vardır. Pürin metabolizmasının son ürünü ürik asittir ve ürik asit taş oluşumunda ana neden hiperürikozüri'dir. Günlük ürik asit çıktısının 10 mg/kg/gün'den (0,06 mmol/kg/gün'den) fazla olması hiperürikozüri olarak kabul edilir. Ürik asit presipitasyonunu indükleyen iki temel faktör vardır; düşük idrar pH'sı (pH <5,8) ve hiperürikozüri nedeniyle idrarın ürik asit ile süpersatürasyonu. Bu hastaların idrar hacmi de azalmıştır. Çocuklarda ürik asit ekskresyonu erişkinlere kıyasla daha fazladır. Çocuklarda yüksek fraksiyonel ekskresyon nedeni ile pürin metabolizma bozukluklarındaki gibi aşırı üretimin olduğu durumlarda bile serum ürik asit değerleri normal olabilir. Hiperürikozüri, erişkinlerde kalsiyum okzalat taş oluşumu için bir risk faktörü olmasına karşın, çocuklarda önemli bir risk faktörü gibi görünmemektedir. Myeloproliferatif hastalığı olan çocuklarda kemoterapilere sekonder aşırı ürik asit oluşumu varken, rejyonel enterit, ileostomi, kronik diare gibi durumlarda bikarbonat ve sıvı kaybına sekonder idrar asiditesi artmakta ve bu durum ürik asit taşı oluşumuna predispozisyon yaratmaktadır. Lesch-Nyhan sendromu (hipoksantin guanin fosforibozil transferaz-HGPRT eksikliği), tip 1 gilkojen depo hastalığı gibi konjenital hastalıklarda da hiperürikozüri ve ürik asit taşı oluşumu gözlemlenebilir. Diyetle aşırı protein alımı, yüksek doz aspirin, askorbik asit, probenesid kullanımı da hiperürikozüriye yol açar.^{1,3,5}

Ürik asit taşları opak olmayan taşlardır ve normal radyografi ürik asit taşları için yeterli değildir. Tanı için renal sonografi ve spiral bilgisayarlı tomografi kullanılır.³

Tedavide potasyum sitrat veya sodyum bikarbonat ile idrar pH'sı 6.5-7 arasında tutulur ve sıvı alımı artırılır. Rekürrensın önlenmesi için ksantin oksidaz inhibitörü allopürinol kullanılabilir. Lesch—Nyhan sendromu ve myeloproliferatif hastalığı olan çocukların tedavisinde kullanılan allopürinol, ksantinüri ve ksantin taşlarının oluşumuna neden olabilir.^{3,5}

2. Enfeksiyon taşları (Strüvit taşları)

Çocukluk çağında görülen taşların %5'ini oluştururlar. Üreaz (+) mikroorganizmalar (Proteus, klebsiella, pseudomonas) üreyi parçalayarak amonyum ve bikarbonat oluşturmaları sonucunda idrarı alkalileştirir ve sonra bikarbonatı karbonata dönüştürür. Bu alkali ortamda üçlü fosfatlar oluşur, magnezyum amonyum fosfattan ve karbonat apatitden oluşan aşırı doymuş bir ortam meydana gelir bu da taş oluşumuna yol açar. Strüvitin kristalizasyonu için iki durum gereklidir; idrar pH'sının 7.2 ya da üzerinde olması ve idrarda amonyağın olması. Çocuk yaş grubunda daha çok erkeklerde gözlemlenmektedir ve genellikle 6 yaşın altındaki çocuklarda gözlemlenir. Yüksek pH'sı olan bir ortamda magnezyum ve fosfat presipite olmakta ve amonyum ile birleşerek enfeksiyon taşını oluşturmaktadır. Stazın ve enfeksiyon nedeni olan herhangi bir doğumsal problemin bulunup bulunmadığını araştırmaya dikkat edilmelidir. Genitoüriner sistem anomalileri bu tür taşların oluşmasına yatkınlık gösterir. Enfeksiyon taşları diğer taşlara kıyasla son dönem böbrek yetmezliği tablosuna daha sık neden olmaktadırlar. Antibiyotiklerin matrikse ulaşması güç olduğundan antibiyotik tedavisinin bu taşlara bağlı enfeksiyonların tedavisindeki başarı oranları düşüktür. Bu sebeple tedavi, çoğunlukla cerrahi olarak taşın çıkarılması ve uzun süreli antibiyotik uygulanması şeklindedir. Rezidü taşlar yüksek oranda rekürrense neden olmaktadırlar. Bu nedenle hastanın taşsız hale getirilmesi tedavi açısından önemlidir.^{1,3,5}

3. Sistin taşları

Sistinüri, sistin taşı oluşumunun nedenidir ve çocuklardaki tüm ürener taşların %2 ila %6'sından sorumludur. Sistinüri, inkomplet resesif bir otozomal bozukluktur ve böbrek tübüllerinin aşağıdaki dört aminoasiti geri absorbe edememesiyle karakterizedir:

- Sistin
- Ornitin
- Lizin
- Arjinin

Bu aminoasitlerden yalnızca sistinin idrarda çözünebilirliği zayıf olduğu için, idrardaki miktarın aşırı olması durumunda yalnızca sistin taşları oluşabilir. Sistinin çözünebilirliği pH'ye bağlıdır ve $\text{pH} < 7,0$ düzeylerinde sistin çökmesi başlar. Hiperkalsiüri, hipositratri ve hiperürikozüri gibi başka metabolik durumlar sistinüriye eşlik edebilir, böylelikle karma bileşimli taşların oluşumuna yol açabilir. Sistinüri varlığında idrar pH'sının da 7.0'dan düşük olması durumunda rekürren taş hastalığı oluşmaktadır. Sistinüri, sistinin retiküloendotelial sistemde biriktiği ve taş oluşumunun gözlemlenmediği sistinozis hastalığı ile karıştırılmamalıdır. Rekürren taş hastalığı olan çocukların yaklaşık üçte birinde sistin ya da sistin-strüvit taşı kombinasyonu gözlemlenmektedir. Taş hastalığı olan çocuklarda sistinüriyi tespit etmek amacıyla bir tarama testi olarak siyanid-nitroprussid testi yapılabilir ancak homozigotik sistinüriyi heterozigotik olandan ayırt edemediği için tanıda üriner aminoasitlerin kantitatif analizini yapmak gerekliliği de vardır. İdrarda hegzogonal sistin kristallerinin görülmesi veya idrar sistin düzeyinin $75 \text{ mg/ } 1.73 \text{ m}^2/24 \text{ saat}$ olması ile tanı konur. Sistin taşları hafifçe radyo-opaktır ve olağan radyografi incelemelerinde görülmesi zor olabilir. Bunların dokusu da serttir ve ekstrakorporeal shockwave litotripsi (ESWL) ile parçalanmaları daha zordur. Sistin taşlarının tıbbi tedavisi, idrardaki sistinin saturasyonunu azaltmayı ve çözünebilirliğini arttırmayı amaçlar. İlk tedavi, yüksek idrar akımının sürdürülmesinden ve idrar pH'sini 7,0'nin üstünde tutmak için potasyum sitrat gibi alkalileştirici ajanların kullanılmasından oluşur. Eğer bu tedavi başarısız olursa, α -merkaptopropionilglisin (=tihoa) ya da D-penisilamin (membranöz glomerulonefrit ve proteinüriye neden olduğundan fazla tercih edilmemektedir) kullanımı, idrardaki sistin düzeylerini düşürebilir ve taş oluşumunu önleyebilir. Bu ilaçların kullanılması, kemik iliğinin baskılanması (miyelosupresyon) ve nefrotik sendrom gibi ciddi yan etkilerle ilişkili olabilir.³⁵

Üriner taş hastalığının klinik görünümü ve tanısı

Klinik görünüm yaşa bağımlı olma eğilimindedir, böğür ağrısı ve hematüri gibi semptomlar büyük çocuklarda daha sık görülür. Çok küçük çocuklarda spesifik olmayan semptomlar (örneğin, irritabilite, kusma) yaygındır. Çoğunlukla belirgin olan ve ağrıyla birlikte ya da ağrısız meydana gelebilen hematüri çocuklarda daha seyrek görülür. Bununla birlikte, mikroskobik hematüri tek gösterge olabilir ve çocuklarda daha sık görülür. Bazı olgularda, üriner infeksiyon, taş saptanmasını sağlayan radyolojik görüntülemeye yol açan tek bulgu olabilir.³

Görüntüleme

Genelde, ilk inceleme aracı olarak ultrasonografi kullanılmalıdır. Renal ultrasonografi, böbrekteki taşların saptanmasında çok etkilidir. Birçok radyoopak taş, basit bir abdominal düz grafi muayenesiyle saptanabilir. Eğer taş bulunmamışsa ama semptomlar devam ediyorsa, spiral BT taraması endikedir. Üriner sistemdeki taşları tespit etmek için en duyarlı test, kontrastsız helikal BT taramasıdır. Bu yöntem güvenli ve hızlıdır, %97 duyarlılığa %96 özgüllüğe sahiptir. İntravenöz piyelografi çocuklarda seyrek olarak kullanılır, ama perkütanöz ya da açık cerrahiden önce kalıpların anatomisini tanımlamak için gerekli.³

Metabolik değerlendirme

Çocuklarda ürolitiazise yatkınlık oluşturan faktörlerin insidansının ve yinelenme oranlarının yüksek olmasından dolayı, üriner taş bulunan her çocuğun eksiksiz bir metabolik değerlendirmeden geçirilmesi gerekir.

Metabolik değerlendirme şunları kapsar:

- Metabolik problemlere ilişkin aile ve hasta öyküsü.
- Taş bileşiminin analizi (taş analizinin ardından, metabolik değerlendirme spesifik taş tipine göre modifiye edilebilir).
- Elektrolitler, kan üre azotu (BUN), kreatinin, fosfor, alkalın fosfataz, ürik asit, total protein, bikarbonat, albümin, paratiroid hormonu (eğer hiperkalsemi varsa).
- Kalsiyum / kreatinin oranı dahil, spot idrar analizi ve kültürü.
- Kalsiyum, fosfor, magnezyum, oksalat, ürik asit, sitrat, sistin, protein ve kreatinin klirensi için alınan 24 saatlik idrar örnekleri dahil, idrar testleri.

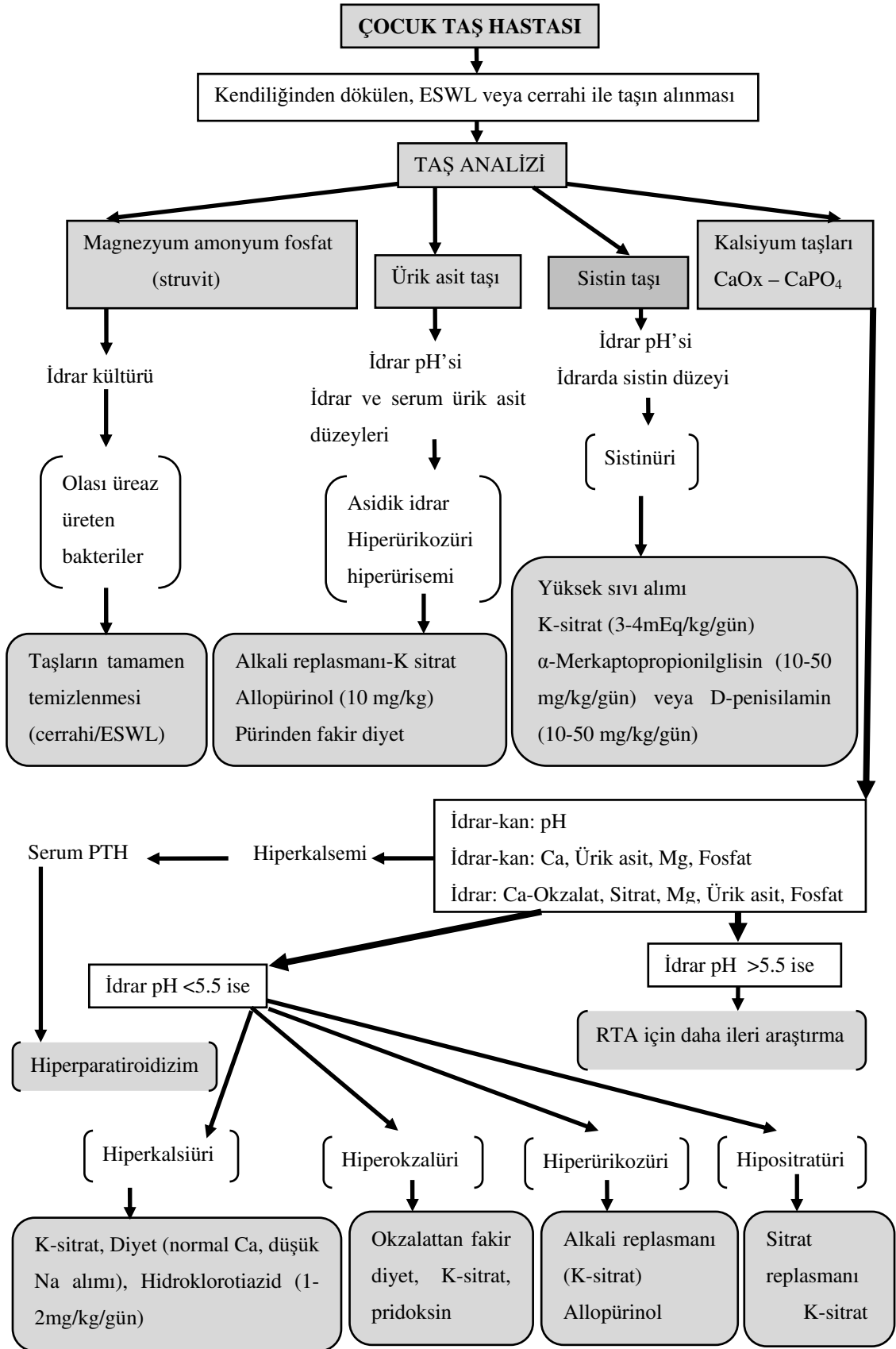
Tablo 1’de çocuklarda normal idrar değerlerine ilişkin veriler verilmektedir.⁵

Şekil 1’de ise çocuklardaki üriner taş hastalığında metabolik araştırmaların nasıl yürütüleceğine ve tıbbi tedavinin buna uygun olarak nasıl planlanacağına ilişkin bir algoritma veriliyor.³

Tablo 1: Çocuklarda normal idrar değerleri.5

24 SAATLİK İDRARDAKİ NORMAL DEĞERLER		
Kalsiyum	<4 mg/kg/gün	
Oksalat	<50 mg/1.73 m ² /gün	
Ürik asit	<815 mg/1.73 m ² /gün	
Sitrat	>400 mg/g kreatinin >320 mg/1.73 m ² /gün	
Sistin	<75 mg/1.73 m ² /gün	
Total volüm	>20 ml/kg/gün	
TEK BİR İDRAR ÖRNEĞİNDEKİ NORMAL DEĞERLER		
Kalsiyum/Kreatinin oranı	infantlarda	<0.6 mg/mg
	Çocuklarda	<0.21 mg/mg
Oksalat/Kreatinin oranı	infant	<0.3 mg/mg
	<4 yaş çocukta	<0.15 mg/mg
	>4 yaş çocukta	<0.1 mg/mg
Ürik asit	<0.53 mg/dl GFR	
Sitrat/Kreatinin	>0.51 g/g	

Şekil 1: Metabolik araştırma ve metabolik tedavi planına ilişkin algoritma.3



BÖBREĞİN ANATOMİSİ

Böbrek, insan organizmasında topografik olarak en iyi korunmuş organlardandır. Arkasında kalın sırt kasları, üstte ve yanda 11. ve 12. kostalar, önde ve yanda karın duvarı kaslarıyla çevrelenmiştir. Arkada, 1. ve 2. lomber vertebra, processus transversuslarından başlayıp 11. ve 12. kostalara yelpaze gibi dağılan fibröz Henle ligamenti, bu dış koruma tabakasına katkıda bulunur. Bu kas tabakasının altında pararenal yağ dokusu yer alır. Kalın pararenal yağ dokusu altında renal fasia (Gerota) bulunur. Bu fasia arkada biraz daha kalın olup önde peritona yapışmıştır. Gerota fasiaının ön ve arka yaprakları, medialde, büyük damarlar düzeyinde füze olurlar. Böylece bir taraftan böbreği destekleyen diğer taraftan, bir taraf retroperitoneal infeksiyonlarının diğer tarafa geçmesini önlerler. Buna karşın Gerota fasiaının alt yüzü açıktır. Gerota fasiaı içinde bulunan perirenal yağ dokusu böbreğe fibröz uzantılar verir. Lomber bölgede karın duvarı kompleks bir yapı gösterir ve 3 tabaka seçilebilir.⁵

1. Dış Tabaka: M. oblikus eksternus abdominis ve m. Latissimus dorsi'den oluşur. Bu kasların çaprazlaşma noktaları arasında, alt kenarını krista iliakanın oluşturduğu trigonum lumbale (Petit üçgeni) bulunur. Burası karın yan duvarının zayıf noktalarından biridir.

2. Orta Tabaka: M. oblikus internus abdominis ve m. serratus posterioriordan oluşur. Bu tabakada m. serratus posterior inferior, m. sakrospinalis, m. oblikus internus ve 12. kosta arasında tetragonum lumbale yer alır ve lomber herniler genellikle buradan gelişir.

3. İç Tabaka: M. transversus abdominis ve transvers fasyadan oluşur.

Bu üç kas tabakası arasında n. iliohipogastrikus, n. ilioinguinalis ve n. genitofemoralis seyreder. Böbrekler retroperitonyumun en büyük organları olup 12. torakal ve 3. lomber vertebralar arasında yer alır. Sağ böbrek daha fazla olmak üzere solunumla hareketlidirler. Bu mobilite, zayıf kişilerde daha belirgindir. Yenidoğanda böbrekler tüm gövde ağırlığının 1/80'ini, erişkinde 1/240'ını oluşturur. Ağırlığı yaklaşık olarak erkeklerde 150 gram kadınlarda 135 gram dır. Boyutları 12x6x3 cm olup sol böbrek biraz daha ince ve uzundur.⁵

Komşulukları

Sağ böbrek üstte sürrenal, önde karaciğer ve hilum yakınlarında duodenum, vena kava inferior, altta kolonla komşuluk eder. Sol böbrek üstte sürrenal, üst dışta dalak, hilum dolayında pankreas kuyruğu, ön üstte mide, altta jejunum ve kolonla komşudur. Her iki böbrek arkada diafram, m. quadratus lumborum ve m. psoasa bitişiktir.

İç Yapısı

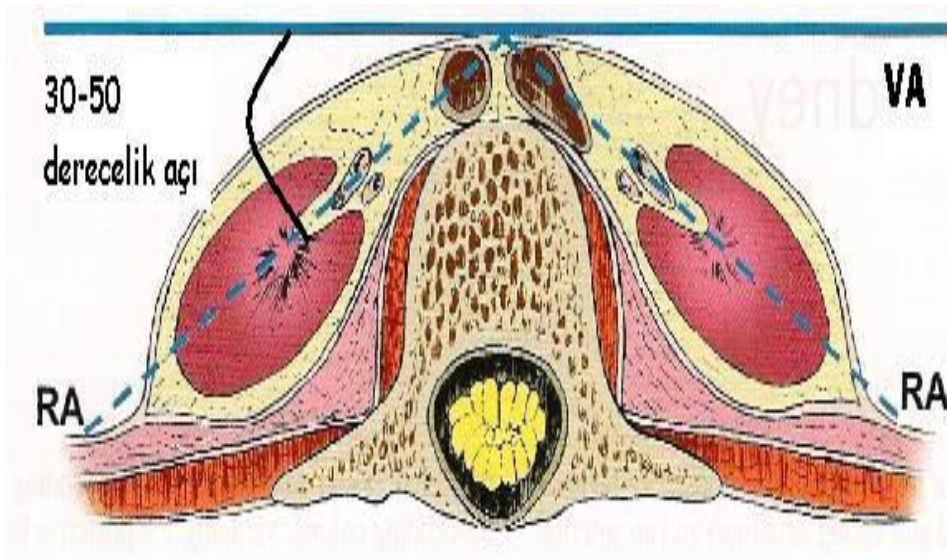
Renal pelvis 5-7 ml. kapasiteli konik bir yapıdır. Pelvis, 2-3 ana majör kalise, bunlar da papillalarda sonlanan birçok kaliseye ayrılır. Kalises boyunları infundibulum olarak adlandırılır. Pelvis kimi kez tümüyle böbrek sinüsünün içindedir (intrarenal) kimi kez de kalislerin uzun olması sonucu tümüyle böbrek dışındadır (ekstrarenal). Böbreğe giren ana yapıların yer aldığı bölüm, sinüs olarak adlandırılır ve burada arkadan öne doğru pelvis, arter ve ven bulunur.

Böbreğin dışını örten fibröz kapsül sinüs içine dönerek papillaya kadar uzanır ve apse, hematoma gibi böbrek içi olaylarının dışa ya da dıştaki olayların içe yayılmasını önlemek üzere bariyer oluşturur. Böbrek parankimi, korteks ve medulla olmak üzere iki bölümdür. Medulla 8-18 adet, çizgili görünümlü piramiddir. Piramidlerin tabanı kortekse bakar. Tepeleri papilla adını alır ve minör kalislere açılır. Papilla yüzeyine 7 ana kollektör kanal açılır (Bellini kanalları) ve bu görünüm nedeniyle area kribrosa adı verilir. Piramidler tabanlarından korteks içine doğru çizgiler uzatır (Stria medullaris kortikis-Ferrain uzantıları). Renal pramidlerin kesit yüzü, birbirine paralel seyreden Henle kolları, kollektör kanallar ve vaza rektalar nedeniyle çizgili görünümündedir.⁵

BÖBREĞİN PERKÜTAN GİRİŞİM AÇISINDAN FONKSİYONEL ANATOMİSİ

Böbrekler T12-L3 vertebralar arasında retroperitoneal olarak yer alır. Posterior abdominal duvarda M. psoas major üzerinde ve longitudinal aksına paralel, oblik olarak yer alır. Böbreğin superior polü, inferior pole göre daha medial ve posterior yerleşimlidir. Hilar bölgenin anteriora doğru rotasyonu nedeniyle her iki böbreğin de lateral kenarları posterior yerleşimlidir. Bu rotasyon sonucu böbreğin frontal eksenini ile vücudun frontal eksenini 30-50°'lik açı yapar (şekil 2).^{20,33}

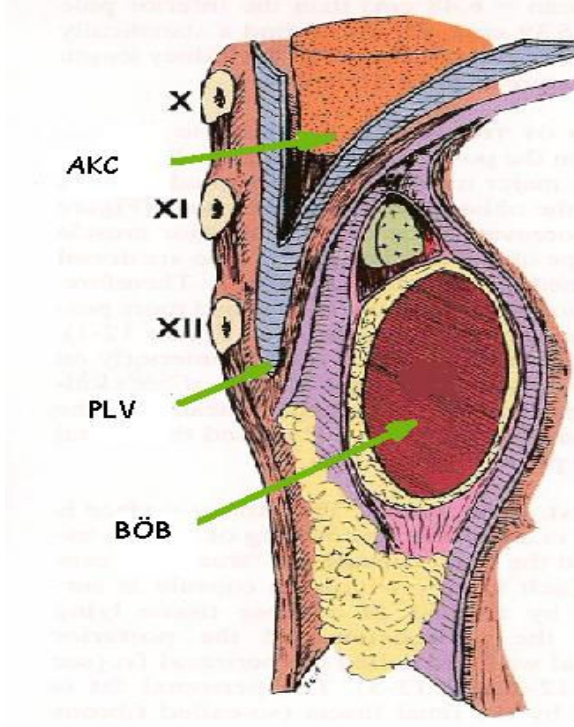
Sol böbrek sağa göre daha superiorda yer alır. Sağ böbreğin posterior yüzeyini 12. kot çaprazlarken, sol böbreğin posterior yüzeyini 11 ve 12. kot çaprazlar. Diaframın posterior yüzü 11 ve 12. kotlara yapışır. Posterior görünümde diafram böbreğin üst polünün üzerinde bir kubbe oluşturur. İnterkostal girişim uygulayanlar bu anatomiyi akılda tutmalıdır. Plevra 12. kota yapışırken, akciğerler genellikle 11. kotun üzerinde yer alır (10. interkostal aralık). 11.-12. Kotlar arasından yapılan girişimler çoğu kez sorun gelişmeden uygulanabilmektedir. On veya daha üst interkostal aralıklardan perkütan girişim yapılmamalıdır. Bu girişler, interkostal damarları yaralamamak için, interkostal aralıkta, alttaki kotun üst kenarına yakın yapılmalıdır. Sağ kolik fleksura (hepatik fleksura) sağ böbreğin inferior kısmının anteriorunda yer alır. Sol kolik fleksura ise sol böbreğin antero-lateralindedir. Operasyon öncesi BT ile değerlendirilen hastalarda ender de olsa böbreğin posteroinferiorunda, hatta retrorenal kolon saptanabilir (Özellikle atnalı böbreklerde). Bu olgulara yapılan perkütan girişim esnasında barsak yaralanma riski çok artmıştır. Retrokolon sıklıkla böbreğin inferior polünün yanında yer alır (şekil 3).20’33



Şekil 2: Transvers kesitte L2 seviyesinde böbreklerin üstten görünümü. Böbrekler koronal plan ile 30°-50° derecelik açı yapar. (VA: vücut aksı, RA: renal aks). (Sampaio 1998).

Pelvikalisyel Sistem Anatomisi

Yukarı, orta ve alt major kalisler olmak üzere genellikle 3 renal kaliseal grup bulunmaktadır. Fakat kaliseal yapılanmada büyük farklılıklar vardır. Üst ve alt major kalisler genellikle birleşiktir ve kutup bölgelerine doğru değişik açıyla ilerler. Ortadaki kalisler ise anterior ve posterior konumdadır. Sampaio (1996), pelvikaliseal sistemin 140 adet 3-boyutlu polyester reçine ile eritilerek elde edilen (resin corrosion endocast) kalıplarında olguların %96'sında kutbun orta hattaki bir kaliseal infundibulum vasıtasıyla direne olduğunu gözlemiştir. Orta bölge %96 oranında çift sıra (anterior ve posterior) halinde direne olurken alt grup %58 oranında gene çift sıra halinde direne olmaktadır. Onun çalışmalarının sonucu olarak tek bir infundibulumdan direne olan bir kutba giriş yapmak çift kalisten direne olan kutba giriş yapmaktan daha kolay olduğunu düşündürmektedir. İlaveten Sampaio, kaliseal yapılanmanın tipine bağlı olarak pelvikaliseal sistemin 2 gruba ayrılmasını önermektedir. İlk grupta (%62) renal pelvisin primer bölünmesinin oluşturduğu 2 major kaliseal grup (superior ve inferior) ile superior ya da inferior kaliseal gruptan gelişen orta kısım kaliseal grup bulunmaktadır. Bu durumda, ortadaki kaliseal sistem üst ya da alt kutbun infundibulumu ile ilişkide olmaktadır. %38 olguda ise, buna alternatif olarak orta bölgeye ait kaliseal grup superior ve inferior gruplardan bağımsız olarak doğrudan renal pelvise direne olur. Bu anatomik ilişkinin bilinmesi IVP'de böbrek taşı veya lezyonun preoperatif lokalizasyonu açısından hayati önemdedir.³⁴



Şekil 3: Akciğer ve plevranın, böbrek ve kostalarla ilişkisi (AKC: akciğer, PLV: plevra, BÖB: böbrek, X-XI-XII: 10.-11.-12. kostalar). (Sampaio 1998)

Böbreğin Vasküler Anatomisi

Böbreğin arterleri end-arter yapısındadır. Ana renal arter, arteria suprarenalis inferior dalını verdikten sonra, anterior ve posterior dallarına ayrılır. Anterior dal apikal, üst, orta ve alt olmak üzere 4 segmental artere ayrılır; böbreğin anterior ve polar alanının kanlanmasından sorumludur. Posterior dal ise böbreğin posteriorunda, kalan bölgeleri kanlandırır. Böbreklerin yarısından çoğunda, posterior segmental arter böbreğin posterior yüzünün üst yarısını kanlandırır, bu yüzden üst kalikslere medialden yapılan girişlerde bu arter zarar görebilir. Segmental arterler parankime girmeden hemen önce interlobar arterlere ayrılırlar. İnterlobar arterler, kortiko-medullar bileşkede arkuat arterleri oluşturular. Arkuat arterler interlobular arterlere ayrılır ve devamında affarent arterioller ile glomerül yapısına katılırlar.

Arterlerden farklı olarak intrarenal venlerin segmental bir yapısı yoktur. Böbreğin venleri arasındaki sıkı anastamozlar sayesinde, venöz yaralanma sonrası böbrekte parankimal konjesyon ve ödem gözlenmez. Korteksin küçük venleri interlobular venlere drene olur ve bir ark oluşturur. Bu arklar böbreğin longitudinal

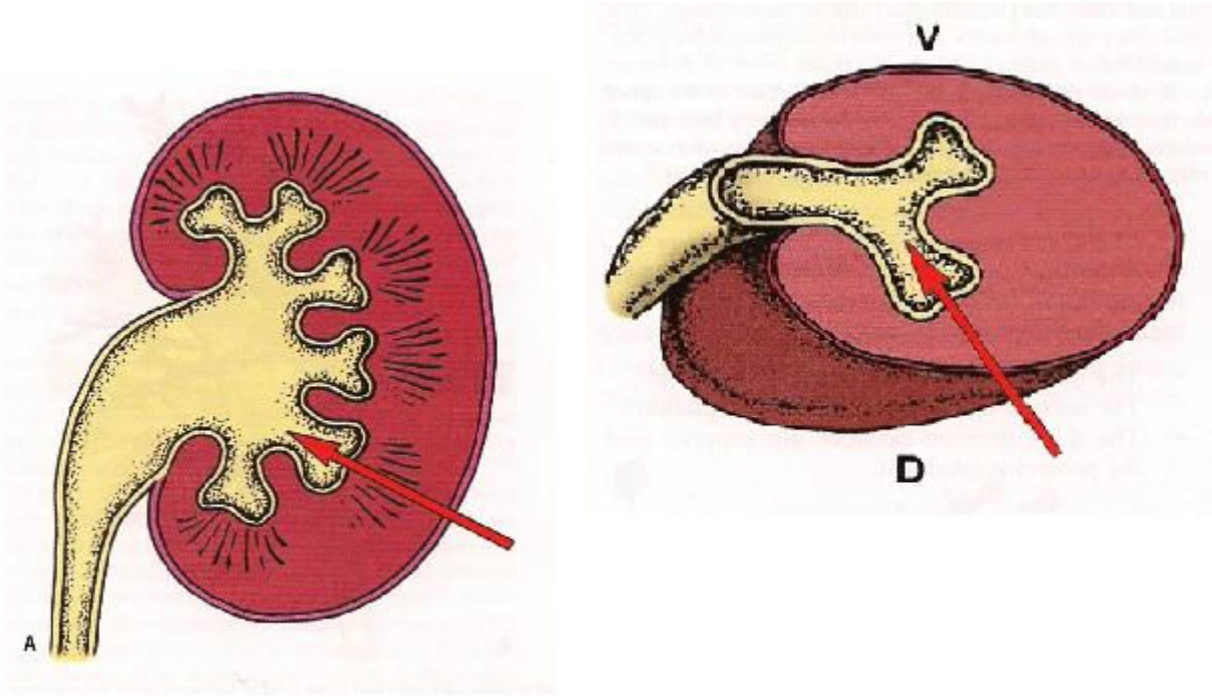
ekseninde uzanırlar. Üç adet ana anastamoz arkı vardır ve bunlar genellikle değişik seviyelerdedir. Anastamozlar sıklıkla satellit venler arasında (periferik), arkuat venler arasında (piramidlerin tabanında), interlobar venler arasında (infindubular, renal sinüse yakın) bulunur.

İnfindibulumdan Yapılan Giriş

Üst pol infindibulumundan yapılan giriş, damar yaralanması açısından en tehlikeli giriştir. İnfindubular arter ve venler, üst pol infindubulumunun ön ve arka yüzüne paralel seyreder. Üst pol infindibulumundan yapılan girişte, interlobar damar yaralanma riski %67 olarak saptanmıştır (%26'sı arter yaralanması). Bu girişlerde en ciddi tehlike, posterior segmental arterin yaralanmasıdır. Posterior segmental arter, renal parankimin %50'sinin beslenmesinden sorumludur ve yaralanması sonrası böbrekte ciddi fonksiyon kaybı meydana gelebilir. Orta pol infindibular girişlerin %23'ünde damar yaralanması meydana gelir ve posterior segmental arterin orta dalı diğer arterlerden daha fazla yaralanır. Alt pol, pelvikalisijel sisteme girmek için böbreğin en güvenli kısmı olduğundan, endoürolog ve girişimsel radyologların girişlerde sıklıkla tercih ettiği bir bölgedir. Alt pol infindibulumdan yapılan girişlerin %13'ünde damar yaralanma riski vardır. Bu bölgeden yapılan girişlerde venöz arkın yaralanma riski de vardır fakat bunlar spontan olarak kontrol altına alınır. Sonuç olarak pelvikalisijel sisteme infindibulumdan girilmesi, interlobar arterlerden ciddi kanama riski nedeniyle güvenli değildir. İnfindibular girişlerde ayrıca posterior kaliksleri geçip, anterior kalikslere girme ihtimali artmıştır.

Böbrek pelvisine doğrudan giriş yapılmamalıdır. Bu bölgeye yapılan girişlerde retropelvik damarlarda yaralanma meydana gelebilir, operasyon esnasındaki manevralarda kolaylıkla pelvikalisijel sistem dışına çıkılabilir ve bu esnada böbreğe tekrar giriş zordur. Ayrıca bu bölgeye bırakılan nefrostomi tübü kolaylıkla çıkabilir.

Böbrek pelvikalisijel sistemine girmek için en güvenli yol, forniks içinden yapılan girişimlerdir. Kalisijel forniks içinden yapılan girişlerde venöz yaralanma %8 oranında saptanırken, arter yaralanmasına rastlanılmamaktadır. Nefrostomi tüpünün yerleştirilmesi açısından da forniks girişleri en güvenli yoldur (şekil 4)



Şekik 4: Böbreğe kalisyel forniksten yapılan giriş (V: ventral, D: dorsal).

(Sampaio 1998)

ÇOCUKLARDA PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ

Pediyatrik hastalarda endoürolojik tekniklerin uygulanmasındaki artış teknolojiye paralel ilerlemelere paralel olmaktadır. Minimal invazif işlemlerin hastalara açıkça avantaj sağladığı ortadadır, ancak bu tekniklerin tecrübesiz ellerde yanlış kullanımı önemli zararlara yol açabilir. Bu yeni cerrahi tekniklerin uygulanmasıyla ilgili son yıllarda giderek artan sayıda klinik çalışmalar yapılmaktadır. Bütün bunların sonucunda bu yeni teknikler birçok klinikte klasik açık cerrahi tekniklerinin yerini almıştır. Çocuklara uygulanan perkütan cerrahi teknolojisi son 10 yılda dramatik olarak gelişme göstermiştir. İlk defa 1997’de Jackman ve Colleagues “mini perc” denilen tekniği geliştirdiler. Modern kılıflar ve nefroskoplara, küçük bebeklerin dahi böbreğine olan travmayı en aza indirgeyerek daha küçük bir yoldan yeterli müdahaleye olanak sağlar. Geleneksel olarak, çocuklarda 24-30 F perkütan giriş kılıfları ve standart erişkin nefroskopik aletler başarıyla kullanılmaktadır. Geleneksel nefroskoplara rijid ya da aktif olarak çevrilebilen konfigürasyona sahiptirler. Rijid nefroskoplarda taş parçalama ve geri alma için gerekli problemlerin geçişine olanak sağlayan offset lens sistemi vardır. Bu

endoskopların ucu böbrek hasar olasılığını azaltmak için yuvarlaklaştırılmıştır. Teleskoplarda 0° ve 30° derece konfigürasyonların kullanımı yaygındır. Nefroskopların dış çapı 17-24 F arasında değişir. İntrarenal toplayıcı sistemin tüm kalislerine ulaşmak için fleksibl nefroskoplar geliştirilmiştir. Bunlar 6 F çalışma kanalı olan 15 F aktif çevrilebilir endoskoplardır. Bu aletler intrarenal toplayıcı sistemde kullanılmak üzere üretilmiştir ve çok küçük bir alanda çalışmaya olanak veren çok sıkı bir şekilde dönebilen uca sahiptirler. Bu 15 F fleksibl nefroskopa ek olarak, dar infundibulumlara girişi sağlamak için daha küçük çevrilebilir ürteroskoplar kullanılabilir. Ayrıca, kalise bir kılavuz telle girilebiliyorsa, 5 F kadar küçük büyüklükte fleksibl endoskop, zor kalisi görüntülemek için tel üzerinden pasif bir şekilde geçirilebilir. Günümüzde intrakorporeal litotripsi için ideal enstruman holmiyum lazerdir. Lazerin uygun kullanımı ile, sıklıkla taşların vaporezasyonu ve belirgin boyutta taş fragmanları bırakmaksızın iyi bir sonuç elde edilir. Ayrıca litotripsi için EHL (Elektrohidrolik litotriptör), ultrasonik ve pnömotik litotriptörlerde kullanılmaktadır.^{35,36}

Nefrostomi yolunu yaratmak için sayısız teknikler kullanılabilir. Genel olarak, giriş C-kollu floroskopi ünitesi kullanılarak “kör” olarak başılır. Çocuk floroskopik bir masaya prone pozisyonda yatırılır. Uzamış işlemler sırasındaki yaralanmayı önlemek için dizler, dirsekler, yüz, göğüs kafesine uygun bir şekilde yastıklar yerleştirilir. Lomber bölge hazırlanır ve oklüziv bir drape’le örtülür. 22-gauge’luk “vizörlü” bir iğneyle kuadratusun lateralinden posterior pozisyonda girilir. İdrar aspire edildiğinde, sistemi opasifiye etmek için iğne içinden kontrast madde verilebilir. Kontrast madde ektravaze olursa, operasyonun geri kalanında floroskopik görüntüleme bozulacaktır; bundan dolayı, dikkatli kullanılmalı ve intrarenal pozisyon görüntülenecek kadar küçük miktarlarda enjekte edilmelidir. Alternatif olarak, kontrast madde daha önce yerleştirilmiş bir üreteral kateterden verilebilir. İğneden ya da üreteral kateterden, kontrast madde yerine hava verilebilir. Havanın avantajı, ilk olarak perkütan işlemler için en avantajlı olan posterior kalisleri ortaya çıkarmasıdır. Hava embolisini önlemek için hava az miktarlarda verilmelidir. 18-gauge bir Chiba ya da elmas-uç iğne hafifçe lateral pozisyondan girilir. Delmek için kalis seçilir ve kalis üzerinde sadece bir nokta şekline gelene dek floroskopik görüntü alınır. İğnenin yönü değiştirilmeksizin, C-kollu farklı görüş sağlamak için eğilir. Bu ikinci boyutta iğnenin ucu kalise ulaştığında, pozisyon aspirasyonla doğrulanır. İdrar elde edilirse, 0.035 ya da 0.038-gauge Teflon-kaplı kılavuz tel yerleştirilir ve iğne geri çekilir. Alternatif olarak, toplayıcı sisteme iğne

girişini sağlamak için ultrason kılavuzluğu kullanılabilir. Uygun kalis seçilir ve ameliyat sahasında steril bir şekilde hazırlanan ultrasonik proba görüntülenir. İğne ultrason kılavuzluğunda ya da iğneye daha kusursuz pozisyon verebilmek için prob üzerine yerleştirilmiş biyopsi kılavuzu ile ilerletilebilir. İğne toplayıcı sisteme girerken gözlemlenmelidir. Bu noktada, preoperatif nefrostomi girişi yapılsa da yapılmasa da işlem aynıdır. Floroskopi kılavuzluğunda, 0.035-gauge Teflon- kaplı kılavuz tel böbreğe yerleştirilir ve iğne ya da nefrostomi tüpü çekilir. Kılavuz tel, mümkünse, nefroüretal girişi sağlamak için üreter ve mesaneye doğru manipüle edilir. Bunun için bazen açılı- uç kateter gerekebilir (Kumpe, Cook Urological). Miniperkütan işlem için, fasya 4.5-mm fasya kesici iğneyle kesildikten sonra 10 F çift-lümenli kateter kılavuz tel üzerinden geçirilir. 0.035-gauge sert kılavuz tel daha sonra çekilecek kateterin ikinci lümeninden orijinal kateterin yanına yerleştirilir ve emniyet teli olarak cilde dikilir ve bir tarafa konur. Daha fazla dilatasyon yapmaksızın, 11 F pediatrik giriş kılıfı kılavuz tel üzerinden yerleştirilir ve böbrekte uygun şekilde pozisyon verilir. Daha sonra trokar çıkarılır ve böbreğe giriş tamamlanır. Eğer daha geniş bir giriş gerekirse sert kılavuz tel üzerinden uygun genişlikte fasyal dilatasyon balonu yerleştirilip balon üzerinden yerleştirilen 24-30 F standart bir perkütan giriş kılıfıyla şişirilebilir. İntrarenal pozisyonun görsel konfirmasyonu her zaman endoskopi ile yapılır. Taşın büyüklüğü, yapısı ve yeri çıkarılma sürecini belirler. Küçük taşlar basketler, üç çatallı uçlu yakalayıcılar ya da her ikisinin kullanımı ile alınabilir. Uçsuz basketlerde dar girişli kalislere ulaşmayı kolaylaştırır. Küçük giriş kılıflarının dezavantajı ancak küçük taşların çıkarılmasına olanak tanır. Taşı vaporize etme yeteneği olan holmiyum lazerin mini perkütan kılıflarda kullanımı için ideal olmasının nedenlerinden biriside budur. İşlem sonrası konulan nefrostomi ya da nefroüretal stent postoperatif nefrostogram ile herhangi bir obstrüksiyon ve ekstravazasyon olmadığı görülünce çekilebilir.³⁶

ÇOCUKLARDA BEDEN DIŞI ŞOK DALGALARIYLA TAŞ KIRMA (ESWL)

Şok dalgalarının medikal olarak kullanılması fikri ilk olarak 1950’li yıllarda Rusya’da ortaya çıkmıştır, ancak politik nedenlerle bu buluş yayınlanmamıştır. Christian Chaussy 1980 tarihinde ilke bir böbrek pelvis taşı Domier’in ürettiği ilk prototip ESWL cihazı (HMİ = Human Model 1) ile tedavi etmiştir. ESWL tedavisinin ilkesi, ultrason diğer bir deyişle ses dalgalarıdır. Bu şok dalgaları, fizik kurallarına göre,

sıvı ortam içerisinde daha şiddetli etki edeceğinden taşla çarpıp onu parçalaması esasına dayanır.^{37,38}

Dornier HM3 modeli ilk olarak piyasaya pazarlanan ESWL cihazıdır. Bu cihaz 1984 yılında ABD’de FDA onayını almıştır. Bundan sonra Almanya’da Siemens ve Wolf, Fransa’da Technomed ve Edap, İsrail’de Direx, Türkiye’de Elmed ve PCK ve dünyada başka birçok firma taş kırma cihazları üretmeye başlamışlardır. Ancak Dornier HM3 modelinin bir takım eksiklikleri mevcuttur. Uygulamalar için spinal yada genel anestezi gerektirmektedir. Diğer bir dezavantajı ise çok yönlü ve multidisipliner olarak kullanılamamasıdır.

Daha sonra geliştirilen ve piyasaya sürülen ikinci kuşak taş kırma cihazlarında şok dalga üretimi, odaklama ve taşı lokalize etme sistemlerinde yenilikler gerçekleştirilmiştir. Daha önceki cihazlardaki su havuzundan kurtularak su yastığı geliştirilmiştir. Böylece hastaların tamamen su dolu bir havuz içine girmesi önlenmiş ve özellikle pron pozisyonunda gerçekleştirilecek olan üreter alt uç taşları rahatlıkla kırılabilir hale gelmiştir. Düşük maliyet, ağrısız uygulama, çok yönlü ve kolay kullanım amaçlanmıştır. Etkili şok dalga enerjisi elektrohidrolik sistem dışında elektromanyetik ve piezoelektrik gibi diğer elementlerden de elde edilir hale gelmiştir. Bu cihazlar arasında Dornier: HM4 (elektrohidrolik, 1986), MPL 9000 (elektrohidrolik, 1987), MFL 5000 (elektrohidrolik, 1988), Compact (elektromanyetik, 1989); Tecnomed: Sonolith 2000/3000 (elektrohidrolik, 1985/1988); Siemens: Lithostar (elektromanyetik, 1986); EDAP: LT01 (piezoelektrik, 1986); Wolf: Piezolith 2300 (piezoelektrik, 1987) ve Direx: Tripter XI (elektrohidrolik, 1987) sayılabilir. 1990-1993 yılları arası çoğu taş kırma cihazı üreten firma yeni makineler geliştirmiş yada eski makinelerini modifiye ederek üçüncü kuşak taş kırma cihazlarını oluşturmuşlardır. Bu taş kırma cihazlarında odaklama sistemi olarak floroskopi ve ultrasonografi kombine olarak yer almaktadır. Yine şok dalga kaynağından geniş aralıklı bir enerji çıkışına sahiptirler, anestezi gerektirmezler ve çok yönlü kullanılabilen bir masaya sahiptirler. Üçüncü kuşak taş kırma cihazları arasında Storz: Modulith SL 20 (elektromanyetik, 1989); Siemens: Lithostar Plus (elektromanyetik, 1989); Wolf: Piezolith 2500 (piezoelektrik, 1989); EDAP: LTO2 (piezoelektrik, 1991); Dornier: MFL 5000-U (elektrohidrolik, 1990), Lithotriptor 30/50 (elektromanyetik, 1993) sayılabilir.

Günümüzde taş kırma cihazları başlıca iki ana gruba ayrılmaktadır: Ucuz maliyetli (ESWL-tables) ve çok amaçlı (Uro-Lithotriptors) taş kırma cihazları. Ucuz maliyetli (ESWL-tables) taş kırma cihazları düşük maliyet düşünülerek planlanmışlardır. Bir tedavi masası, ayrılabilir bir C kollu floroskopi cihazı ve şok dalgası üreten bir kaynaktan oluşurlar. Bunlar arasında Dornier Compact, Delta ve Sigma, Sirmens Modularis, Storz Modulith SLK, Wolf Piezolith 3000, Drex Nova Ultima, Medstone STS-T ve HMT LithoDiamond sayılabilir. Nispeten küçük olduklarından geniş yere sahip olmayan klinikler için oldukça uygundurlar. Çok amaçlı (UroLithotriptors) taş kırma cihazları ise çeşitli ürolojik uygulamaları (DÜSG, IVP, retrograd piyelografi vb.) gerçekleştirecek bir floroskopik lokalizasyon sistemine sahiptirler. Çoğunda ultrason odaklaması da mevcuttur. Endoürolojik uygulamalara uygun yapıdadırlar. Bu tip taş kırma cihazları geniş alana sahip büyük merkezler için uygundur. Bunlar arasında Philips LithoDiagnost, Siemens Lithostar Multiline, Storz Modulith SLX, Dornier Lithotriptor ve Siemens Lithoskop sayılabilir.^{39,40}

3 tip primer şok dalga jeneratörü mevcuttur; elektrohidrolik, elektromanyetik ve piezoelektrik

Elektrohidrolik (spark gap) jeneratör: Bu jeneratörde sferik olarak genişleyen şok dalgası sualtı kıvılcımının deşarjı ile meydana gelmektedir. Bu jeneratörün belirgin avantajı böbrek taşlarını kırmadaki etkinliğidir. Dezavantajları göreceli olarak kısa elektrod ömrü şoktan şoka büyük basınç dalgalanmalarıdır.

Elektromanyetik jeneratör: Hem düz hemde silindirik şok dalgaları üretirler. Bu jeneratörler elektrohidrolik jeneratörlerden daha kontrollü ve tekrarlanabilen yapıdadırlar. Diğer bir avantaj da üretilen enerjinin hastanın vücudunda geniş bir cilt alanına yayıldığı için daha az ağrıya neden olmasıdır. Dezavantajı ise yüksek enerji ile küçük fokal alanda yüksek oranda subkapsüler hematoma oluşumuna sebep olabilirler.

Piezoelektrik jeneratör: Bu jeneratörde şok bölgesine direk olarak yaklaşan düz şok dalgaları meydana getirmektedir. Avantajları doğru fokuslama, uzun servis süresi ve şok dalgalarının vücuda girdiği yerde düşük enerji yoğunluğuna bağlı anestezi ihtiyacının az olmasıdır. Bu sistemin en büyük dezavantajı ise böbrek taşlarını kırmak için yetersiz enerji yollamasıdır.³⁸

Güncel fiziksel bilgilere göre taş fragmentasyonu konusunda dört ana mekanizma tanımlanmaktadır.

a. Basınç Çatlağı ve “Spallation”: Bu mekanizma taşın fragmantasyonunda ilk gösterilen mekanizmadır. Fagmantasyon için basınç çatlağı ve güç gerektiği için pozitif ve negatif kısımlar içeren basınç darbesi değişik yollarla taşa etki etmektedir. Pozitif kısım sadece taşın alan gerilimi boyutundan az ise belirgin basınç çatlağına neden olur ki bu da basınç eğimleri, parçalanma çatlağı ve sonuçta basınç çatlağı ve göçmeye neden olur. “Spallation” etkisi ise taşın arka yüzeyinde şok dalgasının negatif fazında oluşan negatif basınç sonucu oluşur. Negatif basınç sonucu azalan gerilim gücü nedeniyle, taşın arka yüzeyden ufak parçalar kopar.

b. Kavitasyon ve mikrojet hasarı: Taş üzerine doğrudan yüklenme ve basınç etkisine ek olarak, negatif basınç dalgası su ile çevrelenen taş üzerinde kavitasyona neden olur. Oluşan kaviteler, kabarcıklara neden olur. Bu kabarcıklar yüksek basınçlıdır. Kabarcıkların çapları 1µ-1mm arasında değişebilir. Yaklaşık 20 sec içinde hızla büyürler ve patladıklarında çevrede ısı ve basınç artışına neden olurlar. Yüzeylerde yarattıkları hasar “mikrojet hasarı” olarak da tanımlanmaktadır. Kavitasyon ayrıca kabarcıkların dinamik bir davranışı olarak da tanımlanılmaktadır. Kavitasyon etkisi su içerisindeki taşta mikro-çatlaklar ve çatlak ara yüzeyleri oluşturur. Kavitasyon erozyonu özellikle in vitro olarak yapay taşların ön ve arka yüzlerinde gözlenmektedir. Kavitasyon şok dalgalarına bağlı doku hasarının (vasküler lezyonlar veya serbest radikallerin açığa çıkması) en önemli etkeni olarak görülmektedir.

c. Akustik sıkıştırma ve kompresyon fraktürü: Taşlarla yapılan deneyler desintegrasyonun her ikisi de yarma ve ayırma gücüne belirgin etkisi olan maksimal şok dalga basıncı veya yükselme zamanı ile değil, daha çok şok dalgasının enerjisine bağlı olduğunu göstermektedir. Daha önceki gözlemlerde Eisenmenger fragmantasyon ile ilgili, ilk ayrışma düzeyi çevresel basınçtan kaynaklanan üçüncü bir sıkıştırma teorisi tanımlamıştır. Bu teoride basınç dalgalarının pozitif kısmı taşa akustik bir sıkıştırma (ezme) ile etki etmektedir. Bu da ilk ayrışma yüzeyi şok dalga yayılımına paralel veya dik düzlemde olsun ikili bir fragmantasyona neden oluyordu. Bu sıkıştırma mekanizması yüksek fragmantasyon etkinliği pulse (atım) süresi 2 mikrosaniyeden yüksek ve 20 mm’den yüksek odaklı ESWL’de (taşın büyük olması için) sert bir şok düzeyine gerek olmaksızın gösterebilmektedir.

Özet olarak: Bu teorilerin hiçbirisi şok dalgaları ile taş kırılması olayını tamamiyle açıklamada yeterli değildir. Fakat her biri bu karmaşık etkinin anlaşılmasında önemli bir role sahiptir.²⁰

Çocuk hastalarda ESWL: Üriner sistem taş hastalığı, çocuklarda göreceli olarak daha az gözlenmektedir. Çocukları ESWL ile tedavi ederken tedavi parametrelerini çocuğun anatomisine, boyutuna, taşın akciğerlere olan yakınlığına ve şok dalga enerjisinin dokuda azalmış etkisine göre ayarlamak gereklidir. Yıllar içerisinde elde edilen deneyimlerle, çocuk hasta grubunda bu tedavi yönteminin üstün olduğu ve birden fazla seans sonrası bile böbreklerde ve komşu organlarda herhangi bir zararlı etkisi olmadığı gösterilmiştir. ESWL tedavisinin ilk dönemlerinde bu hasta grubunda yüksek enerjili şok dalgalarının gelişmemiş vücut dokularında ve büyümekte olan böbrek dokularındaki olası zararlı etkilerinden ve edinsel hipertansiyon olasılığından çekinilmiştir. Mevcut klinik veriler, ESWL'nin böbrek fonksiyonlarında ve böbrek gelişiminde herhangi bir bozulmaya sebep olmadığı ve ESWL sonrası juvenil hipertansiyonda bir artış olmadığı şeklindedir. Buna karşın yapılan çalışmalarda çocuklarda enerji sınırının 14-18 kV arasında, şok dalga sayısının da 2000'den fazla olmaması (HM-3 Dornier litotriptör ile) gerektiği savunulmaktadır. Çocuklarda taşların nisbeten yeni oluşumuna ve üriner sistemin kompliyansına bağlı ESWL ile çok iyi sonuçlar almak mümkün olmaktadır. Birinci jenerasyon litotriptörler ile tedavide genç çocukların pozisyonlarını vermek ve akciğerleri korumak amacıyla özel ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktayken, yeni jenerasyon litotriptörler ile bu durum sorun olmaktan çıkmıştır. Genelde tedavide özellikle küçük çocuklara genel anesteziye ihtiyaç duyulmaktayken, seçilmiş olgularda intravenöz sedasyon yeterli olmaktadır. ESWL, özellikle piezoelektrik ESWL, esnasında anestezi gerekmebilir, ancak bu durumda da şok dalgalarının sayısını ve gücünü düşürmek ve seansların sayısını artırmak gerekecektir. Genelde çocuklarda taşsızlık oranları 1 ile 3 seans ile taşların büyüklüğüne ve yerleşimine bağlı olmak üzere %63-100 arasında değişmektedir. ESWL, çocuklardaki üst üriner sistem taşlarının tedavisinde en önemli tedavi seçeneği olmaya devam etmektedir. Ancak tekrarlayan seanslardan kaçınılmalı ve özellikle çocuk hastalarda tedavi sonrası yakın takip çok önemlidir.²⁰

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Kliniğimizde çocukluk çağı böbrek taşlarına 1992 yılından itibaren ESWL (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy), 2000 yılından itibaren de PCNL (Percutaneous Nephrolithotomy) ameliyatı gibi minimal invaziv işlemler uygulanmaktadır.

Mart 1992 ile Haziran 2008 tarihleri arasında ESWL uygulanan böbrek taşları olan 16 yaşında veya daha küçük ardışık 291 çocuğun verileri incelendi. Tedavisi devam eden ve takip dışı kalan 16 hasta çalışmaya alınmadı. Toplam 275 hastanın 283 renal birimi ESWL ile tedavi edilmiştir. ESWL tedavisi Siemens Lithostar litotriptör (Siemens Medizinische Technik, Erlangen, Almanya) ile uygulanmıştır. 283 renal birimin taş lokalizasyonu sırasıyla 132 renal birimde pelviste, 36 renal birimde üst-orta kaliste, 66 renal birimde alt kaliste, 49 renal birimde multiple veya koral yerleşimliydi. Hastalar böbreklerin, üreterlerin ve mesanenin direkt grafileriyle, intravenöz ürografi, üriner sistem ultrasonografisi, tam idrar tetkiki, idrar kültürü, kan biyokimyası ve girişim öncesinde yapılan koagülasyon testleriyle değerlendirilmiştir. İdrar kültürü pozitif olduğunda antibiyotiklerle tedavi uygulanmıştır. Akciğer alanlarına ve gonadlara koruma uygulanmamıştır. Bütün böbrek birimlerinin sadece 28'ine (%2) genel anestezi diğerlerine sedoanaljezi (midazolam 0.1 mg/kg ve alfentanil 10 µg) uygulanmıştır. Taş yükü direkt grafide taş alanın santimetre kare cinsinden ölçülmesiyle hesaplanmıştır. Birden fazla taş varlığında, yük, her taşın alanının toplamına göre hesaplanmıştır. Taş yüküne göre hastalar şöyle guruplandırılmışlardır; 1 cm² veya daha küçük olanlar, 1.1 ile 2.0 cm² olanlar, 2.1 ile 3.0 cm² olanlar, 3.0 cm² en daha büyük olanlar.

ESWL tedavisi her olgu için enerji düzeyine ve şok dalga sayısına karar veren tek bir ürolog tarafından uygulanmıştır. Tedaviye karar verilirken taşın böbrek birimindeki lokalizasyonuna, taşın büyüklüğüne, taşın dansitesine (sertliğine), üriner sistemdeki obstrüksiyon-dilatasyon ve pelvikalisyel sistemin anatomisine bakılarak karar verilmiştir. Direkt grafide, taşın dansitesinin, kemik yoğunluğundan fazla olması, yuvarlak keskin kenarlı olması ve homojen yapıda olması ESWL tedavisi için olumsuz faktörler olarak kabul edildi. Pelvikalisyel sistemin ileri derecede dilate olması (Grade 3-5) yine ESWL tedavisi için olumsuz bir risk faktörü olarak tanımlandı. Böbrek anomalileri (atnalı, kalis divertikülü, hidrokaliks) ve ayrıca anatomik olarak alt kalis boyunun uzunluğu (>3 cm.), infundibuler genişlik (<5 mm) ve infundubulopelvik açısı

(<90⁰) ESWL tedavisi için olumsuz bir risk faktörü olarak tanımlandı. Bütün hastalar supin pozisyondayken tedavi edilmişlerdir. Tedaviye 13 kV düzeyinde başlanmış ve yavaş bir şekilde 0.3 kV'lık aralıklarla artırılarak hastanın tolere edebileceği maksimum düzeye çıkılmıştır. Birden fazla uygulamalarda seanslar 2 haftalık veya daha uzun aralıklarla tekrar edilmiştir. Hastalar son seanstan 12 hafta sonra, intravenöz ürografi ve ultrasonografi ile değerlendirilmişlerdir. Hastalar taşsız, 4 mm veya daha küçük obstrüktif ve infeksiyöz olmayan önemsiz fragmanlar (CIRF) veya başarısızlık şeklinde kategorize edilmişlerdir. Değerlendirmede başarı hastaların tamamen taşlardan arınması olarak kabul edilmiştir. Floroskopide, taşın tam fragmentasyonu kaydedildiğinde tedavi sona erdirilmiştir. Üçüncü seanstan sonra hiç fragmentasyon kaydedilmemişse ESWL'nin başarısız olduğuna karar verilmiştir. Tedavi sonrasında fragman geçişini kolaylaştırmak için mekanik inversiyon, diüretik tedavisi veya perküsyon gibi hiçbir yardımcı yöntem uygulanmamıştır.

Veriler taş parametrelerine (taşların yerleşimi, yükü ve sayısı gibi), tedavi özelliklerine (enerji düzeyi ve şok dalga sayısı, ESWL seanslarının sayısı, yardımcı yöntemler ve anestezi tipi gibi), tedavinin sonucuna (taşsızlık, klinik önemsiz fragmanlar ve taş kalması) tedavinin tamamlanmasından 12 hafta sonra radyolojik sonuca ve komplikasyonlara göre retrospektif olarak incelenmiştir. Sonuçlar böbrek taş lokalizasyonuna, taş yüküne ve başarı oranlarına göre karşılaştırılmıştır.

Şubat 2000 ile Haziran 2008 tarihleri arasında toplam 76 çocuk böbrek taş hastasının 84 renal birimine 93 perkütan nefrolitotomi (PCNL) girişimi yapıldı. Hastalar böbreklerin, üreterlerin ve mesanenin direkt grafileriyle, intravenöz ürografi, üriner sistem ultrasonografisi, tam idrar tetkiki, idrar kültürü, kan biyokimyası ve girişim öncesinde yapılan koagülasyon testleriyle değerlendirilmiştir. İdrar kültürü pozitif olduğunda antibiyotiklerle tedavi uygulanmıştır. Taş yükü hesaplanması ve taş yüküne göre guruplama yukarda anlatılan ESWL uygulamasındaki gibi yapılmıştır. Tüm hastaların ameliyatı genel anestezi altında yapılmıştır. Operasyon öncesi yardımcı yöntem olarak litotomi pozisyonunda uygulama yapılacak olan böbrek birimi tarafındaki üretere üreter katateri konulmuştur. Daha sonra hastalar prone pozisyonuna çevrilmiştir. Böbreğe giriş 18 gauge iğne ile uygun kalikse en kısa en düz doğrultuda ve işlem yapılacak böbreğin postero lateralinden C kollu skopi yardımıyla yapıldı. Giriş yeri dilatasyonu için balon dilatatör veya teflon amplatz renal dilatator kullanıldı 20-30

F amplatz çalışma kılıfı ile trakt oluşturuldu. 17 F ile 26 F nefroskop ve 8.5 F üreteroskop kullanılarak toplayıcı sistemde çalışıldı. Taşlar çoğunlukla pnömotik litotriptör olmak üzere elektrohidrolik ve ultrasonik litotriptörler ile kırılarak bir kısmında ise taşlar bütün olarak forseps ve grasper yarımıyla çıkarıldı. Pelvis drenajı cerrahi işlem tamamlandıktan sonra 12-14 F malekot nefrostomi tüpü veya nelaton nefrostomi katateri ile yapıldı. Hematürinin sonlanması takiben hastaların ateşi yoksa 24-48 saat içinde nefrostomi katateri çekildi. İnsizyon yerinden idrar akıntısının kesilmesini takiben hasta taburcu edildi. Re-PCNL işlemi gereken hastalarda 2. girişim en az 2 hafta aradan sonra yapıldı. Hastalar son seanstan 8 hafta sonra, intravenöz ürografi ve ultrasonografi ile değerlendirilmişlerdir. Hastalar taştan arınma, 4 mm veya daha küçük obstrüktif ve infeksiyöz olmayan önemsiz fragmanlar (CIRF) veya başarısızlık şeklinde kategorize edilmişlerdir. Değerlendirmede hastaların tamamen taşlardan arınması başarı olarak kabul edilmiştir.

Elde edilen veriler retrospektif olarak değerlendirilerek Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dal'ında çocuk taş hastalarına uygulanan ESWL ve PCNL tedavilerinin bir algoritması ve bu algoritmaya göre tedavilerin başarı oranları saptandı. Ayrıca veriler Avrupa Üroloji Derneği (EAU) kılavuzuna göre kategorize edilip incelendi ve literatür eşiliğinde karşılaştırıldı.

4. BULGULAR

ESWL uyguladığımız çocukların yaşları 1 yaş ile 16 yaş arasında olup ortalama 7.7 yıldır. 275 hastanın 150'si erkek (%54.5), 125'i kızdı (%45.4). ESWL tedavisi 283 renal birimin 155'inde (%54.7) sağ tarafa, 128'inde (%45.2) sol tarafa uygulandı. Tüm hastaların ortalama taş yükü $1.32 (0.2-16.0) \text{ cm}^2$ idi. Hastaların 6'sı soliter böbrekli ve 6'sında da konjenital böbrek anomalisi bulunmaktaydı. Bu konjenital anomalilerden 2'si atnalı böbrek, 2'si bifid üreter, 1'i bifid pelvis, 1'i pelvik böbrek idi. Ayrıca 3 hastada vezikoüreteral reflü, 1 hastada üreteropelvik bileşke darlığı ve 1 hastada da atrofik soliter böbrek vardı. ESWL uygulanan 283 renal birimden 56'sına açık ameliyat, ESWL, PCNL veya URS basket gibi girişimlerden birisi uygulandı. Tablo 1'de hastaların bu klinik özellikleri özetlendi.

Değerlendirilen 283 böbrek biriminde bütünündeki taşsızlık ve CIRF oranı %73.8 ve %22.9 olarak saptandı; pelvis, orta-üst kalisler, alt kalis ve multipl-koral yerleşimli taşlar için denk gelen oranlar sırasıyla %79.5 ve %18.1, %75.0 ve %22.2, %71.2 ve %27.2, %61.2 ve %31.9 saptandı. 283 renal birimin 170'i (% 60) tek bir ESWL seansı, 113'üne (%39.2) birden fazla ESWL seansı uygulandı. Tek seans ESWL uygulananlarda 139 (%81.7) renal birimde taşsızlık, birden fazla ESWL uygulananlarda ise 70 (%61.9) renal birimde taşsızlık oranı saptandı. ESWL tedavisinde uygulanan ortalama seans, güç ve atış sayısı sırasıyla; 1.7, 16.93 kV ve 1718 idi. Yardımcı yöntem olarak 283 renal birimin 25'ine (%8.8) double-J stent, 5'ine (%1.7) nefrostomi tüpü konuldu. Yirmi altı hastada komplikasyon gelişti. Sadece bir hasta ateş nedeniyle hastaneye yatırılması gerekti. Yirmi beş hastada (%8.8) taş yolu oluştu. Bu yirmi beş hastanın dördünde taşlar üst üreterde yerleşti ve bunların üçü ESWL ile biri de izlem ile tedavi edildi. Yirmisinde alt üreterde taş yolu oluştu bunların onbeşi ESWL, biri URS (Üreterorenoskop)-basket ile dördü izlem ile tedavi edildi. Kalan bir hastada da taş yolu üst ve alt üreterde görüldü bu da ESWL ile tedavi edildi. Tablo 2'de hastaların bu tedavi özellikleri özetlendi.

Hastalar taş yüküne göre $0-1 \text{ cm}^2$, $1.1-2.0 \text{ cm}^2$, $2.1-3.0 \text{ cm}^2$, $>3.0 \text{ cm}^2$ olarak kategorize edildi, taş lokalizasyonlarına göre de pelvis, üst-orta kalis, alt kalis ve multipl-koral yerleşimli olarak da dört gruba ayrıldı. Hastaların bu taş yükü ve

lokalizasyonlarına göre de taşsızlık, CIRF (klinik önemsiz rezidü fragmanlar) ve başarısızlık olarak başarı oranları hesaplandı (Tablo 3’de).

Tablo 1: ESWL uygulanan hastaların klinik özellikleri.

ÖZELLİK	N (Sayı)	(% Değeri)
Hasta	275	
Yaş ortalaması (yıl)	7.7 (1-16)	
ESWL yapılan renal birim	283	
Sağ taraf	155	54.7
Sol taraf	128	45.2
Taş yükü (ortalama cm²)	1.32 (0.2–16.0)	
0–1.0 cm ² olanlar	159	56.1
1.1–2.0 cm ² olanlar	85	30
2.1–3.0 cm ² olanlar	23	8.1
>3.0 cm ² olanlar	16	5.6
Soliter böbrek	6	2.1
Konjenital anomalili böbrek	6	2.1
Atnalı böbrek	2	0.7
Bifid üreter	2	0.7
Bifid pelvis	1	0.3
Pelvik böbrek	1	0.3
Vezikoüreteral reflü	3	1.0
Üreteropelvik bileşke darlık	1	0.3
Daha önce geçirilmiş taş operasyonu	56	19.7
Açık ameliyat	28	9.8
Açık ameliyat+ESWL	4	1.4
Açık ameliyat+PCNL	3	1.0
ESWL	9	3.1
PCNL	11	3.8
URS-Basket	1	0.3

Tablo 2 : ESWL uygulanan hastaların tedavi özellikleri.

ÖZELLİK		(% Değeri)
Seans sayısı (Ortalama)	1.7 (1–10)	
Tek seansda tedavi olanlar	n: 170	60
Tek seansda taşsızlık başarısı	n: 139	81.7
Multipl seansda tedavi olanlar	n:113	39.2
Multipl seansda taşsızlık başarısı	n: 70	61.9
Şok dalga atış sayısı (ortalama)	1718 (180–3500)	
Güç- jeneratör voltajı (kV) (ortalama)	16.93 (14.8–18.40)	
Yardımcı yöntem kullanımı	n: 30	10.6
Double-J stent	n: 25	8.8
Perkütan nefrostomi	n: 5	1.7
Komplikasyonlar	n: 26	9.1
Taş yolu (stein strausse)	n: 25	8.8
Yüksek ateş	n: 1	0.3
Genel anestezi	n: 28	9.8

Tablo 3: ESWL’de taşların lokalizasyonlarına göre taş yükü ve başarı oranları.

LOKALİZASYON TAŞ YÜKÜ	TOPLAM N (Sayı)	BAŞARI ORANLARI		
		TAŞSIZLIK N (% Değeri)	CIRF N (% Değeri)	BAŞARISIZ N (% Değeri)
PELVİS	132	105 (79.5)	24 (18.1)	3 (2.7)
≤1 cm ²	75	6 (81.3)	13 (17.3)	1 (1.3)
1.1–2.0 cm ²	48	36 (75)	10 (20.8)	2 (4.1)
2.1–3.0 cm ²	6	5 (83.3)	1 (16.1)	0
>3 cm ²	3	3 (100)	0	0
ÜST-ORTA KALİS	36	27 (75)	8 (22.2)	1 (2.7)
≤1 cm ²	29	23 (79.3)	6 (20.6)	0
1.1–2.0 cm ²	6	4 (66.6)	2 (33.3)	0
2.1–3.0 cm ²	1	1 (100)	0	0
>3 cm ²	0	0	0	0
ALT KALİS	66	47(71.2)	18(27.2)	1(1.5)
≤1 cm ²	48	37(77)	11(22.9)	0
1.1–2.0 cm ²	13	7 (53.8)	6 (46.1)	0
2.1–3.0 cm ²	3	2 (66.6)	1 (33.3)	0
>3 cm ²	2	1 (50)	1 (50)	0
MÜLTİPLE-KORAL	49	30 (61.2)	15 (30.6)	4 (8.1)
TOPLAM	283	209 (73.8)	65 (22.9)	9 (3.1)

PCNL uygulanan 76 hastanın 46'sı (%60.5) erkek 30'u (%39.4) kız ve yaş ortalaması 7.4 yıl idi. Bu hastaların toplam 84 renal birimine 93 renal girişim yapıldı. 84 renal birimin 38'i (%45.2) sağ taraf, 30'u (%35.7) sol taraf ve 8'i (%19) bilateral idi. Bu 84 renal birimdeki aynı tarafta bulunan böbrek taşlarına daha önce 10 (%11.9) renal birimine başarısız ESWL, 18 (%21.4) renal birimine başarısız açık operasyon olmak üzere toplam 28 (%33.3) renal birime daha önce başarısız bir girişim uygulanmış. Hastaların bu PCNL tedavisine gelmeden önce yaşantısının herhangi bir döneminde spontan taş düşürme, medikal tedavi, geçirilmiş taş ameliyatı gibi 49 (%64.4) hastanın böbrek taşına ait önceki taş hikayesi vardı. Hastaların 2'i soliter böbrekli, 1'i kronik böbrek yemezlikli ve 2'sinde de atnalı böbrek anomalisi bulunmaktaydı. Hastaların 11'inde (%13) komplikasyon görüldü. Bunlardan 7'sinde (%8.3) kanama nedeniyle kan transfüzyonu yapıldı, 1'inde (%1.1) pelvik laserasyon nedeniyle konservatif yaklaşıldı, 1'inde (%1.1) kolon hepatik fleksuradaki yaralanma nedeniyle laparoskopik tamir edildi, 1'inde (%1.1) postoperatif yüksek ateş gelişmesi nedeniyle antibiyotik tedavisi uygulandı, 1'inde (%1.1) pnömotoraks gelişmesi üzerine göğüs tüpü takıldı ve dört gün sonra alındı. Renal birimdeki taşların 7'i (%8.3) renal pelviste, 16'sı (%19) üst-orta kaliste, 7'i (%8.3) alt kaliste, 54'ü (%64.2) multipl-koral yerleşimli idi. Tablo 4'de PCNL uygulanan hastaların cins, yaş, PCNL uygulanan taraf, taş yükü, anatomik özellik, daha önceki tedavilere ait bilgiler ve komplikasyonlar özetlendi.

Hastaların renal birimlerinin 65'ine (%77.3) tek seans PCNL girişimi yapıldı, 19'una (%22.6) ise PCNL sonrası tekrar ek bir girişim daha yapıldı. Bu 19 hastanın 9'una (% 10.7) Re-PCNL, 5'ine (%5.9) ESWL, 4'üne (%4.7) URS-basket, 1'ine (%1.1) ESWL+URS-basket yapıldı. İşlem esnasında 11 (%13) renal birimde taşlar bütün olarak grasper ile alındı, 66'sında (%78.5) pnömotik litotriptör ile kırılarak, 6'sında (%7.1) elektrohidrolik litotriptör ile kırılarak, 1'inde (%1.1) ultrasonik+pnömotik litotriptör ile kırılarak grasper ile alındı. Ameliyat süresi ortalama 109 (30-300) dakika, anestezi süresi 139.5 (40-350) dakika, skopi süresi 9.1 (1-30) dakika idi. Ameliyat sonrası hastalardan alınan taşların analizi için numuneler x-ray difraksiyon analizi için tübitak laboratuvarlarına gönderildi. Hastalardan 61'inde (%72.6) pür, 13'ünde (%15.4) mixt taşlar tespit edildi, 10 hastanın taş analiz kaydına ulaşamadı. Tablo 6'da tek seans PCNL uygulananlar, PCNL sonrası tekrar PCNL uygulaması veya ek tedavi

uygulananlar, ameliyat ve anestezi süresi, skopi süresi, taşın kullanılması için kullanılan araçlar, hastaların ortalama kreatinin düzeyi, ortalama taş boyutu, idrar kültüründe üreme olanlar, giriş yapılan kalıs yerleri, trakt dilatasyonu için kullanılan araçlar ve kullanılan nefroskop boyutları özetlendi.

Tablo 4: PCNL uygulanan hastaların klinik özellikleri.

ÖZELLİK	N (Sayı)	(% Değeri)
Hasta	76	
Erkek	46	60.5
Kız	30	39.4
Yaş ortalaması (yıl)	7.4 (1-16)	
PCNL yapılan renal birim	84	
Sağ taraf	38	45.2
Sol taraf	30	35.7
Bilateral	8	9.5
Taş yükü (ortalama cm²)	4.48 (1-20)	
0–1.0 cm ² olanlar	2	2,3
1.1–2.0 cm ² olanlar	25	29.76
2.1–3.0 cm ² olanlar	21	25
>3.0 cm ² olanlar	36	42.8
Soliter böbrek	2	2.3
Konjenital anomalili böbrek	2	2.3
Atnalı böbrek	2	2.3
Daha önce geçirilmiş taş operasyonu	28	33.3
Açık ameliyat	18	21.4
ESWL	10	11.9
Komplikasyonlar	11	13.0
Kanama	7	8.3
Pelvik laserasyon	1	1.1
Kolon yaralanması	1	1.1
Ameliyat sonrası yüksek ateş	1	1.1
Pnömotoraks	1	1.1

Tablo 7’de PCNL uygulanan hastalarda taşların lokalizasyonlarına göre büyüklükleri, taşsızlık oranı, CIRF oranı ve başarısızlık oranları özetlendi. 2 cm² ve daha küçük taşları olan 283 böbrek birimine ESWL 27 böbrek birimine de PCNL uyguladık. ESWL uyguladığımız hastaların 185’inde (%75.8) taşsızlık sağlarken bunların 48’i (%19.6) birden fazla seans (tekrar tedavi) ile sağlandı. Bu grupta PCNL uyguladığımız hastaların 22’sinde (%93.7) tek seans ile sağlanırken RE-PCNL (aynı hastaya ikinci kez PCNL yapılması) 2 hastaya (%7.4) yapıldı. 2 cm²’den büyük taşları olan 39 böbrek birimine ESWL 57 böbrek biriminde PCNL uygulandı. Bu grupta taşsızlık ve tekrar tedavi oranları sırasıyla 22(%61.5), 29 (%50.8) ve 22 (%56.4), 7 (%12.2) olarak belirlenmiştir.

Tablo 8’de EAU guideline ile bizim kliniğimizin taş boyutlarına göre uygulanan tedavi seçeneklerinin karşılaştırmalı tablosu yapıldı.

Taşların büyüklüklerine göre 5 gruba ayırdık. Bu gruptaki hastaların uyguladığımız ESWL ve PCNL tedavilerinin başarı oranları ve tekrar tedavi oranları tablo 5’de özetlendi.

Tablo 9’da çocukluk çağı böbrek taşlarında kliniğimizde uygulanan ESWL ve PCNL tedavilerin verileri retrospektif değerlendirerek oluşturduğumuz tedavi algoritması yer almaktadır.

Tablo 5: Taşların büyüklüklerine göre ESWL ve PCNL tedavilerinin taşsızlık ve tekrar tedavi oranları

TAŞ BÜYÜKLÜĞÜ	ESWL			PCNL		
	Toplam (n)	Taşsızlık (%)	Tekrar ted. (%)	Toplam (n)	Taşsızlık (%)	Tekrar ted. (%)
≤1 cm ²	152	79.6	13.2	2	100	0
1.1-2.0 cm ²	67	70.1	42.5	14	92.8	0
2.1-3.0 cm ²	10	70	71.4	9	55.5	22.2
>3 cm ²	5	80	100	5	80	0
Multiple-Koral	49	61.2	83.3	54	50	12.9
Toplam	283	73.8	33.4	84	60.7	10.7

Tablo 6: PCNL uygulanan hastaların tedavi özellikleri.

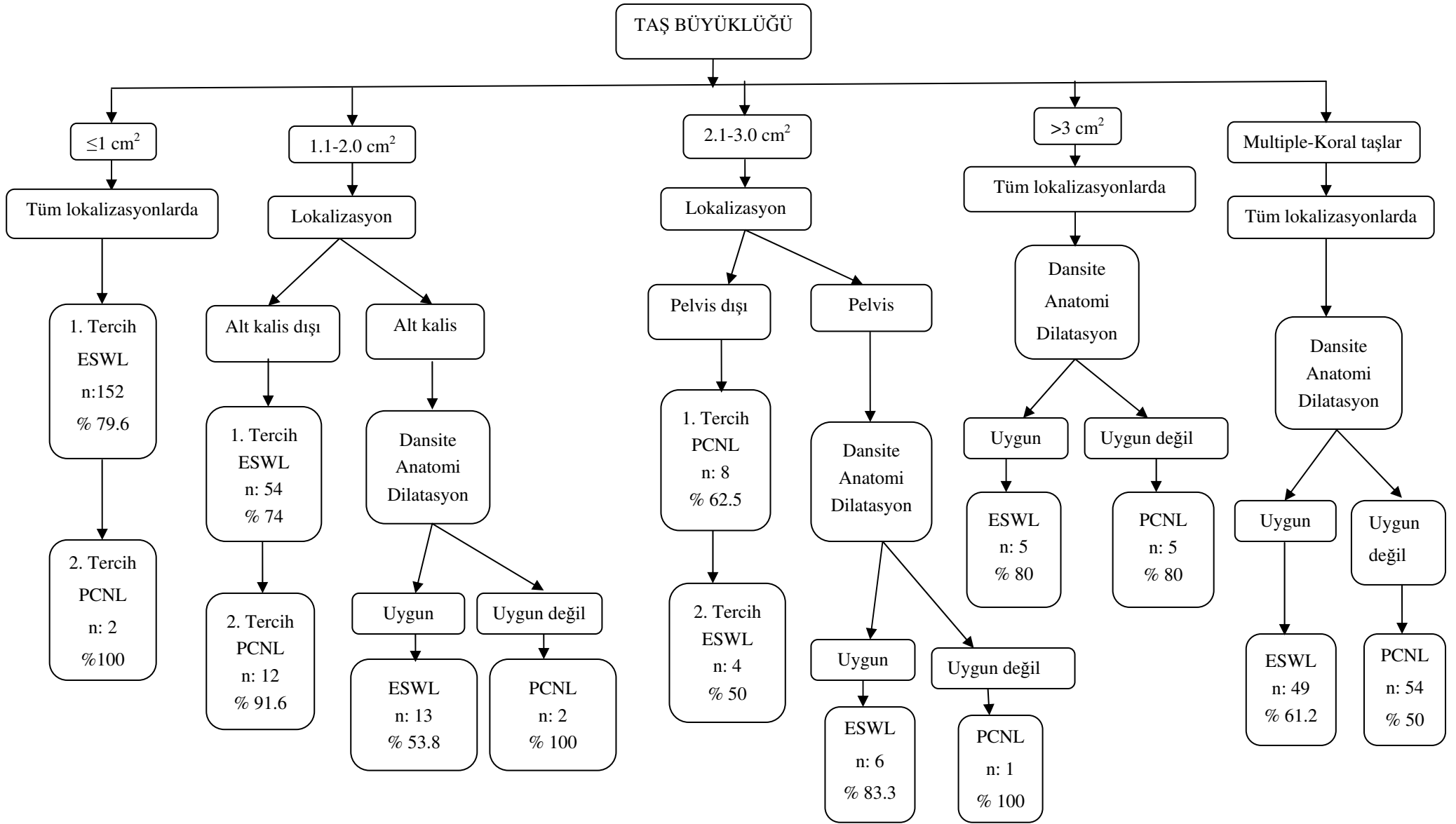
ÖZELLİK	N (Sayı)	(% Değeri)
Tek seans PCNL uygulananlar	65	77.3
Re-PCNL uygulananlar	9	10.7
PCNL sonrası ESWL uygulananlar	5	5.9
PCNL sonrası URS-Basket uygulananlar	4	4.7
PCNL sonrası ESWL+URS-Basket uygulananlar	1	1.1
Skopi süresi (dakika)	9.14 (1-30)	
Ameliyat süresi (dakika)	109 (30-300)	
Anestezi süresi (dakika)	139.5 (40-350)	
Taşın çıkartılması için yardımcı araç kullanılanlar	73	86.9
Pnömotik litotriptör kullanılanlar	66	78.5
Elektrohidrolik litotriptör kullanılanlar	6	7.1
Pnömotik+Ultrasonik litotriptör kullanılanlar	1	1.1
Taşı bütün olarak araç kullanılmadan çıkartılanlar	11	13
Ortalama kreatinin düzeyi (mg/dL)	0.87 (0.3-7.0)	
Ortalama taş boyutu (cm ²)	4.48 (1-20)	
İdrar kültüründe üreme olanlar	9	10.7
Giriş yapılan kalıs yerleri		
Alt kalıs girişi	50	59.5
Orta kalıs girişi	6	7.1
Üst kalıs girişi	13	15.4
Multiple kalıs girişi	15	17.8
Trakt dilatasyonu için balon dilatatör uygulananlar	52	61.9
Trakt dilatasyonu için amplatz Teflon dilatatör uygulananlar	32	38
17 F nefroskop kullanılanlar	23	27.3
26 F nefroskop kullanılanlar	61	38

Tablo 7: PCNL’de taşların lokalizasyonlarına göre büyüklükleri ve başarı oranları.

LOKALİZASYON TAŞ YÜKÜ	TOPLAM N (Sayı)	BAŞARI ORANLARI		
		TAŞSIZLIK N (% Değeri)	CIRF N (% Değeri)	BAŞARISIZ N (% Değeri)
PELVİS	7	5 (71.4)	1 (14.2)	1 (14.2)
≤1 cm ²	0	0	0	0
1.1–2.0 cm ²	5	4 (80)	1 (20)	0
2.1–3.0 cm ²	1	0	0	1 (100)
>3 cm ²	1	1 (100)	0	0
ÜST-ORTA KALİS	16	16 (100)	0	0
≤1 cm ²	2	2 (100)	0	0
1.1–2.0 cm ²	7	7 (100)	0	0
2.1–3.0 cm ²	4	4 (100)	0	0
>3 cm ²	3	3 (100)	0	0
ALT KALİS	7	3 (42.5)	1 (14.2)	3 (42.8)
≤1 cm ²	0	0	0	0
1.1–2.0 cm ²	2	2 (100)	0	0
2.1–3.0 cm ²	4	1 (25)	1 (25)	2 (50)
>3 cm ²	1	0	0	1 (100)
MULTİPLE-KORAL	54	27 (50)	10 (18.5)	17 (31.4)
TOPLAM	84	51 (60.7)	12 (14)	21 (25)

Tablo 8: EAU guideline ve bizim sonuçlarımızın karşılaştırıldığı tablo.

	EAU GÜDELİNE			BİZİM SONUÇLARIMIZ	
<i>Taş boyutu ve lokalizasyonu</i>	<i>İlk tedavi seçeneği</i>	<i>Kanıt düzeyi</i>	<i>İkinci tedavi seçeneği</i>	<i>İlk tedavi seçeneği</i>	<i>İkinci tedavi seçeneği</i>
Staghorn taşlar	PCNL	2b	Açık/ESWL	PCNL n: 54 (% 50)	ESWL n: 49 (% 61.2)
Pelvis <10 mm	ESWL	1a	RIRS/PCNL	ESWL n: 75 (% 81.3)	PCNL n: 0
Pelvis 10-20 mm	ESWL	2b	PCNL/Açık	ESWL n: 48 (% 75)	PCNL n: 5 (% 80)
Pelvis >20 mm	PCNL	2b	ESWL/Açık	PCNL n: 2 (% 50)	ESWL n: 9 (%88.8)
Alt kalıs <10mm	ESWL	2c	RIRS/PCNL	ESWL n: 48 (% 77)	PCNL n:0
Alt kalıs >10 mm	PCNL	2b	ESWL	PCNL n: 7 (%42.8)	ESWL n: 18 (%55.5)



Tablo 9: Çocukluk çağı böbrek taşlarında tedavi algoritmamız.

5. TARTIŞMA

Pediyatrik taş hastalığı görölme sıklığı endüstrileşmiş ölkelerde düşük olmasına rağmen, dünyanın Türkiye gibi bazı bölgelerinde hala yaygın bir sağlık problemi olmaya devam etmektedir. Türkiye’de taş hastalığı bulunan hastaların %20’si pediyatrik yaş grubundadır.⁴ Çocukluk çağı böbrek taşlarının tedavisine yönelik minimal invaziv yöntemlerin erişkinlerdeki gibi hala bir standardizasyonu belirlenmiş değildir. Bu çalışmada kliniğimizde çocukluk çağı böbrek taşlarına uygulanan ESWL ve PCNL gibi minimal invaziv yöntemlerin algoritmasını oluşturmayı amaçladık.

Çocukluk çağı böbrek taş hastaları kendilerine has özellikler taşımaktadırlar. Erişkinlere göre daha uzun süreli nefrolitiazis riski, dolayısıyla daha yüksek rekürrens ve müdahale oranına sahiptirler.¹ Bu durum tedavi yaklaşımında olabildiğince az invaziv olmayı gerektirmektedir. Diğer bir önemli nokta ise pediyatrik hastalarda altta yatan ürolojik nedenlerden dolayı tedavinin taştan ziyade, sebebi ortadan kaldırmaya yönelik olması gerektiğidir.

Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte taş tedavisi, açık cerrahi yaklaşımdan daha az invaziv olan endoskopik tekniklere yerini bırakmaktadır. Tedavi şekli; taş sayısı, lokalizasyonu, büyüklüğü, üriner traktın anatomisine göre belirlenir.^{2,41,42}

Çocukluk çağı taşları için ESWL tedavisi 1980’lerin ortalarından beri kullanılmaktadır. Bununla beraber bu tedavi modalitesi yetşiklinlere göre çocuklarda daha az kabul görmüştür. 1990’lardaki çalışmalar bu tedavi yönteminin etkinliğini kanıtlamıştır. Artık pek çok çocukluk çağı taşında ESWL ilk tedavi modalitesi olarak yerini almıştır.^{43,44,45,46}

İlk kuşak litotriptörlerin kullanıldığı çalışmalarda tedavi başarı oranı %41-%96 oranında rapor edilmiştir. Fakat son dönemde kullanılan litotriptörler ile başarı %90’a kadar çıkmıştır.^{47,48}

Çocuklarda böbrek gelişiminin etkilenmesi, hipertansiyon gelişme olasılığı ve böbrek hasarı korkuları çocuklarda ESWL tedavisinin kabulünü geciktirmiştir. Fakat pek çok çalışma bu yan etkilerin meydana gelmediğini göstermiştir.^{43,49}

Günümüzde ESWL, obstrüktif üropatinin olmadığı durumlarda çocuklarda ilk tedavi seçeneğidir.⁵⁰ Taşın tedavisinde başarılı ve güvenilirdir; fakat nedeni ortadan kaldırmamaktadır.^{8,51}

ESWL çoğu çocukluk çağı böbrek taşlarının tedavisinde kullanımı giderek artış göstermektedir.^{52,53} Küçük üreteral çapa rağmen taş parçalarının çocuklarda daha kolay dökülmesi nedeniyle ESWL artık çocuklar için sınırlayıcı bir faktör olmaktan çıkmıştır.^{54,55} Bunun nedeni çocuk üreterinin daha kısa, daha elastik ve daha esneyebilir olmasıdır. Bu durum taş parçalarının kolayca dökülmesini ve üreteral yırtılmaların önlemesini sağlar.⁵⁶ Belki de bu iyi sonuçların sebebi çocukların büyüklere göre vücut hacimlerinin daha küçük olması ve böylece şok dalgasının çocukta taşla ulaşmak için daha az yol alması da söylenebilir.⁵⁴ Birçok çalışmada ESWL'nin çocuklarda güvenilir ve etkin olduğu vurgulanmış olup üç aylık takiplerden sonra % 79.9'luk taşsızlık oranı bildirilmiştir.^{57,58,59}

PCNL (Percutaneous Nephrolithotomy), ilk uygulanmaya başladığı 1976 yılından beri böbrek taşlarının tedavisinde kullanılmaktadır.⁶⁰ Günümüzde PCNL'nin erişkinlerdeki etkinliği ve güvenirliliği kanıtlanmış olduğundan, taş yükü fazla olan böbrek taşlarının cerrahi tedavisinde açık cerrahinin yerini almıştır. Çocuklarda uygulanması ise ilk olarak 1984'te rapor edilmiştir.⁶¹

ESWL'nin kontrendike olduğu durumlarda, cerrahi tedavi de ikinci seçenektir. Birçok farklı açık cerrahi yaklaşım yanında PCNL çocuklarda güvenli ve etkin bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Başarı oranı çocuklarda %66-100 olarak bildirilmiştir.^{61,62,63}

ESWL'de taşsızlık oranları birçok faktörden etkilenmektedir. Lokalizasyondan bağımsız olarak, taşın boyutu arttıkça taşsızlık oranları azalırken tedavi tekrar oranı artmaktadır. <1 cm, 1-2 cm, >2 cm ve genel toplamda stonefree oranları %90, %80, %60 ve %80 olarak bildirilmektedir. Taş boyutu arttıkça seans sayısı artmaktadır.^{6,42,53,59,64,65,66}

Taş lokalizasyonu da başarı oranını etkileyen önemli bir faktör olarak bildirilmektedir. Renal pelvis taşları ESWL'ye daha iyi yanıt vermekte ve bu lokalizasyonda taştan temizlenme oranları % 90'a ulaşmaktadır. Bununla birlikte, özellikle alt kalisiyel olmak üzere, kalisiyel taşlarda ESWL daha az etkin bulunmuştur. İzole alt kalisiyel taşlarda % 50-62 arasında değişen stone free oranlar bildiren

alışmalar mevcuttur.^{67,68,69} ESWL’de kullanılan cihaz, başarı ve komplikasyon oranları üzerinde oldukça etkilidir. Birinci nesil cihazlar, daha büyük bir alana daha yüksek enerji bırakarak tek seansta daha yüksek sayıda fragmentasyon oluşturmaktadır. Bununla beraber genel anestezi gerektirmektedirler. Daha ileri nesil cihazlar daha küçük alanda daha az enerji bırakarak daha düşük oranda pulmoner travma oluşturmakta, ancak daha fazla sayıda tedavi gerektirmektedirler. Daha küçük çocuklarda başarı oranı daha fazladır.⁵³

Böbrek taşları tedavisinde tedavi başarısı aynı zamanda taşın kompozisyonuna da bağlıdır. Taş kompozisyonunun bilinmesi tedavi kararı vermede oldukça önemli bir parametredir. ESWL ile taşın parçalanma kolaylığı farklı içerikli taşlar arasında değişir. Hatta aynı içerikli taşlar farklı derecelerde fragmente olabilirler. Genellikle PCNL tedavisinde kullanılan enerji kaynakları tüm taş kompozisyonlarının fragmentasyonunda başarılı olurken bazı taş cinsleri ESWL tedavisine direnç gösterirler. Ancak taşın kompozisyonunu tedavi öncesi saptamak pek de kolay değildir. Bu konuda kalsiyum okzalat taşlarının alt tiplerini ve kırılganlığını düz grafide ayırt etmedeki özelliği ilk kez Dretler tarafından ortaya konulmuştur. Wang ve arkadaşları da taşın dansitesini (fajilitesi) x-ray kullanımı ile belirlemeye çalışmış ve homojen yapılı, düz kenarlı taşların yuvarlak, radyal uzantıları olan düzensiz kenarlı taşlara göre tamamen paralanabilmeleri için anlamlı düzeyde daha çok şok dalga sayısı gerektiğini vurgulamışlardır.^{70,71}

Konjenital ya da edinsel anatomik faktörler taşın temizlenmesini engelleyerek ESWL’nin başarısını olumsuz etkiler. Konjenital anomaliler sıklıkla üst üriner sistemde oluşurlar, böbreğin drenajını etkileyen herhangi bir durum hemen hemen her zaman taş oluşumuna neden olur. Hidronefroz ve obstrüksiyon varlığında ESWL’nin başarısı azalır ve taşın distalinde herhangi bir obstrüksiyon ESWL’ye kontrendike bir durum yaratır.³⁸

Çocukluk ağı üriner sistem taş hastalığında ESWL ile ilgili literatür verileri oluştukça ESWL uygulamasının endikasyonları netleşmeye başlamıştır. Taşa ve hastaya ait özellikler dikkate alındığında ESWL tedavisi ile elde edilen başarı oranları artmaya başlamıştır.

Anabilim Dalımızda bu veriler kullanılarak taş tedavi endikasyonları oluşturulmuş ve bu endikasyonlara göre hastalar tedavi edilmiştir. Çocukluk ağı

böbrek taşı hastalığında uyguladığımız ESWL ve PCNL tedavilerinin sonuçlarını değerlendirerek retrospektif olarak uygulamamıza ait bir algoritma oluşturmayı amaçladık.

Taşa ait (boyut, dansite, lokalizasyon) ve hastaya ait anatomik özellikler (anomaliler, distal obstrüksiyon, hidronefroz varlığı) dikkate alınarak koyulan endikasyonlara göre tedavi sonuçlarını değerlendirdik. Özellikle taş büyüklüğü dikkate alınarak algoritma oluşturuldu.

1 cm²'den küçük taşların lokalizasyonuna ve taşın dansitesine bakılmaksızın hastaların büyük bir kısmına ilk tercih olarak ESWL uyguladık ve 152 hastanın 121'inde (%79.6) başarı elde ettik. Bu grupta 16 hastaya (%13.2) tekrar ESWL tedavisi uygulandı. 2 hastaya PCNL uyguladık ve başarı oranı %100 olarak sağlandı. 2009 EAU guideline'da da 10 mm'den küçük taşlarda ilk tercih ESWL ikinci tercih RIRS/PCNL tedavisi önerilmiş (RIRS: Retrograd Intra Renal Surgery) olup 10 mm'den küçük alt kalis lokalizasyonlu taşlarda ESWL sonrası tam taştan temizlenme için anatomik varyasyonların önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu büyüklükteki taşlarda bizim de ilk tercihimiz ESWL'den yana olmakla birlikte sistin, Ca okzalat monohidrat gibi ESWL tedavisine yanıtı iyi olmayan taş tiplerinde sıklıkla başvurulmasa da PCNL ikinci tercih tedavi olarak uygulanabilir. Nitekim biz de biri sistin taşı olan 2 hastaya PCNL uyguladık ve %100'lük bir başarı elde ettik.

Tabiki PCNL'nin bu büyüklükteki taşlarda başarı oranı yüksektir ancak ciddi olabilecek komplikasyonların ESWL'ye göre daha fazla olması nedeniyle ESWL ilk tercih olmalıdır.

Ancak 1-2 cm² taşların alt kalis lokalizasyonda olması ve pelvikalisyel sistemin anatomisi, taşın dansitesi, dilatasyonun varlığı tedavinin PCNL lehinde olmasını gerektirebilir. Bizim oluşturduğumuz algoritmada, 1.1 -2.0 cm² büyüklüğündeki taşların tedavi seçiminde lokalizasyonunun öncelikli olarak alt kaliste olup olmamasına göre değişmektedir. Eğer alt kalis lokalizasyonda değilse ilk tercihimiz ESWL ikinci tercihimiz PCNL olmuştur. Nitekim 1-2 cm²'lik alt kalis dışı lokalizasyonda yerleşmiş taşları olan 54 hastaya birinci tercih olarak ESWL uygulayıp %74 oranında başarı yakalarken, hastaların %40'ına tekrar tedavi uyguladık. İkinci tercih olarak PCNL uyguladığımız 12 hastada %91.6'lık başarı oranı elde ederken tekrar tedavi oranını %0 olarak saptadık. 1-2 cm²'lik alt kalis lokalizasyonundaki taşlara ise taşın dansitesi,

böbreğin anatomisi ve dilatasyon varlığı değerlendirilerek karar verildi, uygun olan 13 hastaya ESWL, uygun olmayan 2 hastaya ise PCNL tedavisi uygulandı. Bu tedavilerdeki başarı oranları sırasıyla %53.8, %100 ve tekrar tedavi oranları ise sırasıyla %57.1, %0 olarak bulundu. ESWL uygulanan toplam 67 hastanın 13'ünde (%19.4) taş yolu gelişirken PCNL uyguladığımız 14 hastada herhangi bir komplikasyon görülmemiştir.

2009 EAU guideline'da pelvis lokalizasyonlu 10-20 mm büyüklüğündeki böbrek taşlarına ilk tercih ESWL ikinci tercih PCNL/Açık cerrahi önerilmiş olmakla beraber ESWL ile birden çok seans gerekebileceği PCNL'nin de ESWL ile benzer düzeyde önerilebileceği bildirilmiştir. Yine alt kalis lokalizasyonlu 10 mm'den büyük taşlarda ise ilk tercih PCNL ikinci tercih ESWL tedavileri önerilmiş olup ESWL sonrası tam taştan temizlenme için anatomik varyasyonların önemli olduğu vurgulanmıştır.

Yapılan çalışmalarda, çocuklarda 2 cm ve daha küçük böbrek taşlarında ESWL'nin ilk tedavi seçeneği olarak önerilebileceği bildirilmiştir.^{59,70,72}

Shokeir ve arkadaşları, 1-2 cm'lik böbrek taşı olan 166 çocuktan 75'ine PCNL ve 91'ine ESWL tedavisi uygulamış ve bu iki yöntemi karşılaştırmışlar. PCNL ve ESWL'de sırasıyla monoterapiyle taşsızlık oranı %95'e %85, tekrar tedavi oranı %8.5'e %55 ve komplikasyon oranlarını %4.9'a %1 olarak saptamışlardır. Çocuklardaki 1-2 cm'lik böbrek taşlarının ESWL ve PCNL ile tedavisinin güvenli ve etkili yöntemler olduğunu göstermekle birlikte PCNL tedavisinin daha yüksek taşsızlık oranına sahip olması ve tekrar tedavi oranının daha düşük olması nedeniyle daha iyi sonuç verdiğini vurgulamışlardır.⁷³

Müslümanoğlu ve arkadaşları, üriner sistem taşları olan 344 hastaya ESWL tedavisi uyguladıkları bir çalışmada 1-2 cm boyutlu taşı olanlarda böbrek pelvis veya kalise yerleşmiş olan taşlarda taşsızlık ve tekrar tedavi oranlarını sırasıyla pelvis için %68.3, %40 ve kalis yerleşimli taşlar için %71.6, %40 olarak bildirmişlerdir.⁵⁹

Demirkese ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise ESWL uyguladıkları çocuk hastalarda alt kalis, orta/üst kalis ve pelvik taşlar arasındaki taşsızlık oranlarında istatistiksel anlamlı bir farklılık olmadığını vurgulamışlardır. Ek olarak tekrar tedavi oranları ile taş yükü arasında anlamlı bir ilişki saptanmış ve tedavi yöntemi seçilirken bu durumun göz önünde bulundurulması gerektiği tavsiye edilmiştir.⁶⁸

Alt kalis taşlarında ESWL sonrası taşsızlık oranları %50 ile %92 arasında bildirilmiştir.⁶⁸ Erişkinlerde alt kalis taşlarında ESWL tedavi etkinliğinin düşük olması nedeniyle tedaviye yanıt verebilecek taş hastalarını ayırt etmede çeşitli anatomik parametreler kullanılmıştır. Ancak bu parametrelerin çocuklarda kullanımı konusunda fazla sayıda çalışma yoktur. Literatürde ESWL sonrası anatomik parametrelerin başarıyı ön görmede yeterli olmadığını bildiren yayınlar yanında ⁶⁹, infundibulopelvik açı ve infundibulum uzunluğunun anlamlı derecede önemli olduğunu bildirenler çalışmalar da vardır.⁶⁷

Algoritmamızda yer alan 2.1-3.0 cm² büyüklüğündeki taşlarda ilk tercihimiz PCNL dir. Ancak taş pelviste lokalize ise taşın dansitesine böbreğin anatomisine ve dilatasyonun varlığına bakılarak eğer uygunsa ESWL değilse PCNL uyguladık. Pelvise lokalize 6 hastaya ESWL, 1 hastaya ise PCNL uyguladık başarı ve tekrar tedavi oranlarını ise sırasıyla ESWL için %83.3, %100 ve PCNL için %80, %0 olarak saptadık. Pelvis dışı lokalizasyonlarda taşın dansitesine böbreğin anatomisine ve dilatasyonun varlığına bakılmaksızın ilk tercih olarak 8 hastaya PCNL, 4 hastaya ise ESWL uyguladık ve sırasıyla %62.5 ve %50'lik başarı elde ettik. Bu grupta tekrar tedavi oranı ise sırasıyla %25 ve %50 olarak belirlenmiştir. 2.1-3.0 cm² büyüklüğündeki taşlarda toplam 10 hastaya uyguladığımız ESWL tedavisinin 3'ünde (%33.3) komplikasyon olarak taş yolu oluşurken PCNL uyguladığımız hastalarda herhangi bir komplikasyon görülmedi.

Yine algoritmamızda yer alan 3 cm²'den büyük taşlarda (multiple kalis ve koral yerleşimli olmayan taşlarda) lokalizasyonuna bakılmaksızın ilk tercihimiz PCNL oldu, ancak yine taşın dansitesine böbreğin anatomisine ve dilatasyonun varlığına bakılarak uygun bulunan hastalarda ESWL uyguladık. Bu bilgiler doğrultusunda bu grupta yer alan 5 hastaya PCNL 5 hastaya da ESWL uyguladık. Sırasıyla başarı oranları ve tekrar tedavi oranları %80, %80 ve %0, %100 elde ettik. ESWL tedavisi uyguladığımız 5 hastanın ortalama taş büyüklüğü 3.7 cm² olup bu hastaların 2'sinde (%40) taş yolu komplikasyonu gelişmiştir. PCNL uyguladığımız 5 hastanın ortalama taş büyüklüğü 6.4 cm² olup yine bu hastaların 2'sinde (%40) kanama komplikasyon olarak gelişmiştir.

Ather ve Noor Dornier MPL 9000 ile toplam 105 hastaya ESWL tedavisi uyguladıkları bir çalışmada hastaların %95'inde (96 hasta) taşsızlık saptadılar. Başarı oranlarını taş boyutlarına göre sırasıyla 10 mm'lik taşlarda %97, 11-20 mm'de %88 ve

20 mm'den büyüklerde %90 olarak bildirdiler. Ortalama 1.65 seans uyguladıkları çalışmalarında başarısız olarak kabul ettikleri 5 hastaya ek tedaviler uygulamışlardır. Bu kategoride tedavi başarısı gösteren grupta ortalama taş boyutunu 14 mm, başarısız oldukları grupta ise ortalama taş boyutunu 15,8 mm saptamış ve tedavi başarısında taş boyutunun istatistiksel olarak anlamsız olduğunu rapor etmişlerdir. Tedavi başarısı taş boyutu ile korele olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 20 mm den büyük taşı olan grupta hiç başarısızlık gözlenmemişler, bu grupta bir hasta takipsiz kalmış. 8 hastada komplikasyon gözlenmiş. Sonuçta çocuklar daha büyük fragmanları kolaylıkla düşürebildiklerinden 20-30 mm boyundaki taşlar için dahi ESWL monoterapisi uygulanabileceğini önermişler.⁶⁴

Shouman ve arkadaşları Dornier Doli S ile taş çapları 25-35 mm olan (ortalama 31 mm) 24 çocuk böbrek taş hastasında yaptıkları çalışmayı yayınladılar. Elde ettikleri bulgulara göre taşsızlık oranını %83.3, CIRF oranını %16.6 ve tekrar tedavi edilme oranını %84 olarak bildirirken %25 hastada komplikasyonla karşılaştıklarını rapor ettiler.⁷⁴

Küçük çocuklarda ESWL başarısının daha iyi olduğunu bildiren yayınlar da vardır. Bunlardan Aksoy ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 5 yaşından küçük çocuklarda %93.3'lük, 5-10 yaş arası çocuklarda %88.7'lik ve 11-14 yaş arası çocuklarda da %76.5'lik başarı elde ettiklerini bildirdiler.^{15,75}

ESWL'nin başarısız olduğu, büyük taşı olan, üriner drenaj ve taş klirensini engelleyecek anatomik bozukluğu bulunan çocuklarda PCNL önerilmektedir.^{76,77}

En son yayınlanan geniş retrospektif serilerde PCNL monoterapisinin %90'lara varan yüksek etkinlik oranına sahip olduğu bildirilmiştir.⁷⁸ Taş yükü ortalama 282 mm² ortalama yaşı 7.9 yıl olan 52 çocukta PCNL yaptıkları bir çalışmada Zeren ve arkadaşları taşsızlık oranını %87 olarak bildirmiş olup, taşın parçalanması için ultrasonik litotriptör ve elektrohidrolik litotriptör kullanmışlar ve trakt dilatasyonunu 18 ile 30 Fr genişliğinde yapmışlardır. %30'unda postoperatif ateş ve %24'ünde transfüzyon gerektiren kanamayı içeren komplikasyonlar saptamışlardır. Transfüzyonun ameliyat süresi, kılıfın kalınlığı ve taş yüküyle ilişkili olduğunu vurgulamışlardır.⁶³

Taş yükü ortalama 507 mm², ortalama yaşı 8.9 yıl olan 135 çocukta PCNL yaptıkları bir çalışmada Salah ve arkadaşları taş fragmentasyonunda ultrasonik

litotriptör ve 26 F nefroskop kullanarak %98.5 oranında taşsızlık başarısı bildirmişlerdir. Çalışmada , sadece bir hastada ikincil bir işlem gerek duyulmuştur.⁷⁹

Anabilim Dalımız'da 2.1-3.0 cm²'lik taşa sahip çocuklarda uyguladığımız PCNL tedavi başarısını %66.7 (6/9 hasta) idi. Bu uygulamalarda herhangi bir komplikasyon olmaması hasta sayısının az olmasından kaynaklandığını düşünüyoruz. Bu grupta ESWL uyguladığımız hastaların %33.3'ünde (3/10) komplikasyonla karşılaştık.

3 cm²'den büyük taşa sahip 10 çocuk hastanın 5'ine ESWL 5'ine de PCNL uyguladık ve her iki uygulamanın da başarı oranı %80 olarak gerçekleşti. PCNL grubunda tüm hastalar tek seansta tedavi edilirken ESWL grubundaki hastaların hepsine tekrar tedavi (birden fazla seans) uygulandı.

Uygulamaların komplikasyon oranları da %40 olarak benzerlik göstermiştir. PCNL grubunda komplikasyon kanama ESWL grubunda ise taş yolu şeklinde gerçekleşmiştir.

2009 EAU guideline'da pelvise lokalize 20 mm'den büyük taşlara ilk tercih PCNL ikinci tercih ise ESWL/Açık cerrahi önerilmiş olup ESWL ile birden çok seans gerekebileceği belirtilmiştir.

Oluşturduğumuz algoritmada multiple kalis yerleşimli ve koraliform taşları aynı grupta inceledik. Multiple-koral yerleşimli taşlarda lokalizasyonuna bakılmaksızın tüm lokalizasyonlarda ilk tercih olarak 54 hastaya PCNL uyguladık ve tek seansta %50 başarı, %12.9 tekrar tedavi oranı elde ettik. Ancak yine taşın dansitesine, böbreğin anatomisine ve dilatasyon varlığına bakılarak uygun bulunan 49 hastaya ESWL uyguladık ve %61.2'lik başarı sağlarken %83.3 hastaya tekrar tedavi uyguladık. ESWL ile tedavi ettiğimiz hastaların 4'ünde (%8.1) komplikasyon olarak taş yolu, PCNL tedavisinde ise 9 (%16.6) hastada komplikasyon gelişmiştir (beşinde kanama, birinde kolon hepatik fleksura yaralanması, birinde ateş, birinde pnömotoraks, birinde de böbrek pelvis laserasyonu). Her ne kadar PCNL uygulamasında ciddi olabilecek komplikasyonlar gelişebilmesine rağmen tekrar tedavi oranlarının ESWL'ye göre çok daha düşük olması bu kategoride PCNL tedavisini ön plana çıkarmaktadır. Çocuklarda ESWL'de fazla seans uygulaması genel anestezi almaları nedeniyle hasta mağduriyetine sebep olmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında multipl-koral yerleşimli taşlarda tedaviye ilk PCNL ile başlamanın daha uygun olduğunu düşünmekteyiz. 2009 EAU

guideline’da staghorn taşlar için ilk tercih PCNL, ikinci tercih olarak Açık cerrahi/ESWL önerilmiş olup PCNL ile birden çok seans gerekebileceği, ESWL ile kombine edildiğinde başarının artacağı belirtilmiştir.

Çocuklardaki koraliform böbrek taşlarda yetişkinlere göre tek başına ESWL ile başarı oranları biraz daha yüksek olmakla birlikte; çok sayıda tedavi, üreteral stent konması yardımcı prosedürlerin gerekmesi gibi dezavantajları vardır. Taş yükü fazla olanlardaki tedavi sonuçları çok değişkendir; başarı oranları ESWL ile %33-83, PCNL ile %67-92 arasında bildirilmiştir. Stent konanlarla konmayanlar arasında taşsızlık yönünden fark olmamakla birlikte, stent konanlarda komplikasyonlara daha az rastlanmış ve hastanede kalış süresi daha kısa bulunmuştur.**15,20,80**

Lottmann ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; koraliform böbrek taşı olan 23 çocukta ESWL monoterapisi uyguladılar ve başarı oranlarını 2 yaş altı çocuklarda %87.5 ve 6-11 yaş arası çocuklarda %71.4 olarak bildirdiler. Çalışmadaki 2 yaş altı hastaların %31’inde, daha büyük çocukların %57’sinde tekrar tedavi gerekmiştir. Böbreklerde herhangi bir skar ve parankimal hasar saptamadılar. Son 12 yıldır yapılan yıllık tansiyon takiplerinde hiçbir hastada hipertansiyon rapor etmediler.**53**

Küçük çocuklarda özellikle, 7 yaşından küçük çocuklarda yetişkin boyutlu kullanılan aletler ile yapılan PCNL ameliyatlarında intraoperatif kanama ve komplikasyon riskinin daha fazla olduğunu bildiren çalışmalar vardır.**63,79,81**

Desai ve arkadaşları taş yükü ortalama 337.6 mm² ortalama yaşı 9.1 yıl olan 56 kompleks böbrek taşlı çocukta PCNL monoterapisi yaptıkları bir çalışmada, taşsızlık oranını %89.9 olarak bildirmiş olup, 20 ile 24 F kılıf ve 14 F nefroskop ve elektrohidrolik litotriptör kullanmışlardır. Traktların sayısı ve büyüklüğü postoperatif hemoglobideki düşüş ile önemli derecede ilgili olup (ortalama 1.9 g/dl) tüm hastalardaki yapılan transfüzyon oranını %14 bulmuşlardır. **82**

Aron ve arkadaşları, yaşları 20 ay ile 5 yaş arasında (ortalama 4.2 yaş) değişen 15 erkek, 4 kız, toplam 19 okul öncesi çağındaki çocuklarda yaptıkları çalışmada, komplet staghorn taşlarının tedavisi için PCNL’nin güvenilirliğini ve etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmadaki hastaları ortalama taş yükü 972 mm² (870-1210), trakt dilatasyonunu 24 F dilatatör ile yapmışlar. Çocukların 1’inde 3trakt, 13’ünde iki trakt ve 5 çocukta da tek bir trakt kullanıldığını bildirmişlerdir. 17 hastada PCNL monoterapi ile tam temizlenme sağladıklarını (%89), tamamlayıcı ESWL eklendiğinde

bu oranın %94.7'ye yükseldiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak Aron ve arkadaşları PCNL'nin komplet staghorn taşlarının maksimal taş temizlenmesi için güvenilir ve efektif bir metod olduğunu, çok sayıdaki traktları rahatlıkla kullandıklarını, dolayısıyla çocukların %74'ünde bu uygulamayı gerçekleştirdiklerini ve multiple trakt kullanımının intraoperatif koplikasyonları ve transfüzyon gerekliliğini önemli düzeyde artırmadıklarını bildirmişlerdir.⁸³

Sonuç olarak çalışmamızda çocukluk çağı böbrek taşlarında uygulanan tedavi sonuçlarını değerlendirerek taş büyüklüğüne göre gruplandırdık ve bir tedavi algoritması oluşturduk. Buna göre 1 cm²'den küçük bütün taşlara ESWL tedavisini ilk tercih olarak önermekteyiz. Her ne kadar ESWL ilk seçenek olarak önerilse de çok ender olarak ESWL'ye direçli olduğu düşünülen taşlarda PCNL bir tedavi seçeneği olabilir. Aksi taktirde PCNL ESWL'nin başarısız olduğu hastalara saklanmalıdır. 1.1-2.0 cm² büyüklüğündeki taşlara da ilk tercih olarak ESWL tedavisini önermekteyiz. Ancak alt kalis lokalizasyonlu taşlarda taşın dansitesi, böbreğin anatomisi ve dilatasyon varlığına bakılarak karar verilmeli ve uygun olmayan hastalarda PCNL tedavisini ilk tercih olarak önerilmeli. 2 cm²'den büyük taşlarda ve multiple-koral yerleşimli taşlarda ESWL tedavisinin başarı oranları her ne kadar PCNL tedavisine yakın olsa da ESWL tedavisinin tekrar tedavi oranları daha yüksektir. Taş büyüklüğü arttıkça uygulanan seans sayısı artmaktadır. Her ne kadar ESWL'de fazla seans uygulaması erişkinlerde fazla sorunlu olmasa da çocuklarda genel anestezi gerektirmesi nedeniyle sorun yaratmaktadır. Dolayısı ile fazla sayıda seans gerektirebilecek taşlarda ilk seçenek tedavi olarak PCNL ön plana çıkmaktadır. Ancak PCNL'in ciddi olabilecek yan etkileri unutulmamalıdır. 2 cm²'den daha büyük böbrek taşlarında erişkinlere nazaran çocuklarda ESWL başarısının yüksek olması nedeniyle uygun olgularda ESWL tedavisini zorlamak mantıklı olacaktır. Bu kategorideki hastalarda tedavi yöntemine karar verme ve dolayısıyla tedavi başarısını arttırmada taşın özellikleri (lokalizasyon, büyüklük, sertlik) ve hasta anatomik özelliklerinin (distal obstrüksiyon, alt kalis anatomisi, hidronefroz derecesi, konjenital anomali) etkilerini saptamak için daha detaylı prospektif, randomize çalışmalara gerek vardır.

6. ÖZET

ÇOCUKLUK ÇAĞI BÖBREK TAŞLARINDA TEDAVİ ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ

AMAC: Çocukluk çağı böbrek taşları uzun vadede sıkıntıya neden olabileceğinden uygun bir şekilde tedavinin önemi açıktır. Ancak çocuklarda böbrek taşlarının tedavi standartları erişkinlerde olduğu gibi henüz netlik kazanmamıştır. Bu çalışmada böbrek taşı tanısı ile Anabilim Dalımız'da tedavi edilen çocuk hastaların verileri retrospektif olarak değerlendirilerek bir tedavi algoritması oluşturuldu ve literatür verileriyle tartışıldı.

MATERYAL METOD: Mart 1992-Haziran 2008 tarihleri arasında böbrek taşı tanısı alan 275 hastaya (283 renal birim) şok dalga litotripsisi (ESWL) ile Şubat 2000-Haziran 2008 tarihleri arasında aynı tanı ile toplam 76 çocuk hastaya (84 renal birim) perkütan nefrolitotomi (PCNL) uygulanmış, elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Taş büyüklüğüne göre hastalar 5 gruba ayrılmış ve tedavi seçeneklerine ait başarı, tekrar tedavi ve komplikasyon oranları belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır.

BULGULAR: ESWL tedavisi ile 283 hastanın 209'unda (%73.8) taşsızlık, 70'inde (%33.4) tekrar tedavi ve 26'sında (%9.1) komplikasyon belirlerken PCNL ile %60.7 taşsızlık, %5.8 tekrar tedavi ve %13'lük komplikasyon oranı saptadık. 2 cm²'den küçük taşlarda ESWL ve PCNL'nin taşsızlık ve tekrar tedavi oranları sırasıyla %75.8, %81.4 ve %19.6, %7.4 olurken 2 cm²'den büyük tüm taşlarda bu oranlar sırasıyla %61.5, %67.8 ve %56.4, %12.2 olarak oluştu.

SONUÇ: Çocukluk çağı taş hastalarında erişkinlerdekinin aksine tüm taş büyüklüklerinde ESWL'nin yeri olduğu görülmektedir. Ancak taş büyüklüğü arttıkça komplikasyon ve tekrar tedavi oranlarının arttığı dikkate alınmalıdır. 2 cm²'den büyük taşlarda ve multiple-koral yerleşimli taşlarda PCNL tedavisi daha da ön plana çıkmakla birlikte PCNL'in ciddi olabilecek komplikasyonları daima akılda tutulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, perkütanöz nefrolitotomi, litotripsi, taş

7. ABSTRACT

MAKING TREATMENT ALGORYTM IN PEDIATRIC RENAL STONES

PURPOSE: Pediatric renal stone disease is an important health care problem and must be treated in a proper way. Nevertheless treatment of pediatric stone disease has been considered a management dilemma. In this study we retrospectively analyzed the pediatric patients that were treated for kidney stones in our clinics and tried to make an algorytm in the scope of the literature.

MATERIAL AND METHOD: We retrospectively analyzed 275 patients (283 renal units) that were treated with ESWL from March 1992 to June 2008, and 76 patients (84 renal units) that were treated with PCNL from February 2000 to June 2008. We separated the patients into 5 different groups according to stone sizes and evaluated the success, re-treatment and complication rates of the treatment modalities.

RESULTS: With ESWL treatment of the 283 patients, 209 were stone free (73.8%), 70 needed re-treatment (33.4%), and in 26 complications were seen (9.1%), the rates for PCNL were as follows; 60.7% stone free, 5.8% needed re-treatment and 13% of complications. For the stones that were smaller than 2 cm², stone free rates and re-treatment rates for ESWL and PCNL were as follows; 75.8%, 81.4% and 19.6%, 7.4%; the rates were as follows for the stones greater than 2 cm²; 61.5%, 67.8% and 56.4%, 12.2%.

CONCLUSION: In pediatric stone disease despite of the normal population ESWL has indication in all sizes of stone disease. But as the size of the stone increases complication rates and need for re-treatment increases. For the staghorn calculus and the calculus greater than 2 cm² PCNL treatment seems to be logical but serious complications of PCNL must always be in mind.

Key Words: Pediatric, percutaneous nephrolithotomy, lithotripsy, calculi

8. KAYNAKLAR

- 1 Menon M, Resnick MI. Urinary Lithiasis: Etiology, diagnosis, and medical management. Campbell's Urology, Editor-in-chief: Patrick C. Walsh. Saunders, 2002, 8. Baskı, 96. Bölüm.
- 2 Rizvi SAH, Naqvi, SAA, Hussain, Z, Hashmi A, Zafar MN, Sultan S, et al: Pediatric urolithiasis : developing nation perspectives. J Urol 2002;168:1522
- 3 Tekgül S, Riedmiller H, Beurton D, Gerharz E, Hoebeke P, Kocvara R, Chr. Radmayr, Rohrmann D. EAU Guidlines on Pediatric Urology (Updated 2007). Urinary Stone Disease, pp: 42-50.
- 4 Tellaloglu S and Ander H: Stones in children. Turk J Pediatr 1984;26:51
- 5 Anafarta K, Bedük Y, Arıkan Y. Temel üroloji. 3. baskı. Ankara, güneş tıp kitapçıları, 2007; 433-438
- 6 Netto, N. R., Longo, JA, Ikonmidis, JA. and Netto, M. R.: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J Urol 2002;167:2164
- 7 Schultz-Lampel, D. and Lampel, A: The surgical management of stones in children. BJU Int 2001;87:732
- 8 Esen T, Krautschick A and Alken P: Treatment update on pediatric urolithiasis. World J Urol 1997;5:195
- 9 Netto N, Longo JA, Ikonmidis JA and Netto MR: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J Urol 2002;167:2164
- 10 Faerber GJ: Pediatric urolithiasis. Curr Op Urol 2001;11(4):385-389.
- 11 Akdoğan B, Gunay M, İnci K, Guliyev F, Sahin A, Tekgul S: Metabolic evaluation in childhood Stone disease. BJU International- Supplement. 91 Supplement 2003;1:7
- 12 Yoshida O, Okada Y: Epidemiology of urolithiasis in japan. A chronological and geographical study. Urol Int 1990;45:104.
- 13 Elsobky E, Sheir KZ, Madbouly K, Mokhtar AA: Extracorporeal shockwave lithotripsy in children. Experience using two second-generation lithotriptors. BJU Int 200;86:851.
- 14 Pietrow PK, Pope JC, Adams MC, Shyr Y, Brock JW, III: Clinical outcome of pediatric Stone disease. J Urol 2002;167:670.
- 15 Desai M: Endoscopic management of Stones in children. Cur Op Urol 2005;15:107-112.
- 16 Gillespie RS, Stapleton FB: Nephrolithiasis in children. Pediatr Rev 2005;25(4):131-8.
- 17 Stenberg K, Greenfield SP, Williot, et al: Pediatric Stone disease: an evolving experience. J Urol 2005;174:1711-1714.
- 18 Milliner DS, Murphy ME. Urolithiasis in pediatric patients. Mayo Clin Proc 1993;68(3):241-8.
- 19 Fisher JD, Reeves JJ: Presentation variability of acute urolithiasis in school-aged children. Am J Em Med 2004;22(2):108-110.
- 20 Müslümanoğlu AY, Esen T, Tefekli A. Üriner Sistem Taş Hastalığı. 1.baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2007;19-85

-
- 21** Vachvanichsanog P, Malagon M, Moore ES: Urinary tract infection in children associated with idiopathic hypercalciuria. *Scand J Urol Nephrol* 2001;35(2):112-6.
- 22** Milinler DS: Urolithiasis in A ED, Harmon WE, Niaudet P (eds): *Pediatric nephrology* 2004;1091-111.
- 23** Marshall L S. Ürinary lithiasis. *Smith's General Urology*, Editör in-chief: Emil A. Tanagho, Jak W. McAninch. 16. baskı. San Fransisko, McGraw-Hill Companies 2004;256-290.
- 24** Bleyer A, Agus ZS: Approach to nephrolithiasis. *Kidney* 1992;25(2):1-10.
- 25** Smith LH: Enteric hyperoxaluria and other hyperoxaluric states; in urolithiasis 1980;138.
- 26** Danpure CJ: Primary hyperoxaluria; in *The metabolic and molecular bases of inherited disease*. 8th edition 2001;3323-67.
- 27** Milliner DS, Wilson DM, Smith LH: Phenotypic expression of primary hyperoxaluria: comparative features of type I and II. *Kidney Int* 2001;59(1):31-6.
- 28** Milinler DS, Eickhl JT, Bergstralh EJ, et al: Results of long-term treatment with orthophosphate and pyridoxine in patients with primary hyperoxaluria. *N Engl JMed* 1994;331(23):1553-8.
- 29** Cochat P, Koch Nogueira PC, et al: Primary hyperoxaluria in infants: medical, ethical, and economic issues. *J Pediatr* 1999;135(6):746-50.
- 30** Tekin A, Tekgöl S, Atsu N, Şahin A, Özen H, Bakkaloğlu M: A study of the etiology of idiopathic calcium urolithiasis in children: Hypocitruria is the most important risk factor. *J Urol* 200;164:162-165.
- 31** Tefekli A, Esen T, Zıylan O, Erol B, Armağan A, Ander H, Akıncı M: Metabolic risk factors in pediatric and adult calcium oxalate urinary Stone formers: is there any difference? *Urologia Internationalis* 2003;70(4): 273-7.
- 32** Rizvi SAH, Naqvi SAA, Hussain Z, Hashmi A, Hussain M, Zafar MN, Sultan S, Mehdi H: Pediatric Urolithiasis: Developing Nation Perspectives. *J Urol* 2002;168:1522-1525.
- 33** Sampaio FJB: Surgical anatomy of the kidney. *Smiths Textbook of Endourology*, Quality Medical Publishing, 1998, St Louis
- 34** McDougall EM, Liatsikos EN, Dinlenc ZC, Smith AD. Percutaneous Management of the upper Urinary Tract. *Campbell's urology*, Editor in chief: Patrick C. Walsh. Saunders, 2002: 8. Baskı, 98. Bölüm.
- 35** Deane AL, Clayman RV. Advances in percutaneous nephrolithotomy. *Urol clin N Am* 2007;34:383-395.
- 36** Docimo SG, Peters AC. Pediatric endourology and laparoscopy. *Campbell's urology*, Editor in chief: Patrick C. Walsh. Saunders, 2002: 8. Baskı, 72. Bölüm.
- 37** Chaussy C, Brendel W, Schimiedt E: Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980;2:1265.
- 38** Lingeman JE, Lifshitz DA. Surgical management of urinary lithiasis, Editor in chief: Patrick C. Walsh. Saunders, 2002: 8. Baskı, 99. Bölüm.

-
- 39** Rassweiler JJ, Tailly GG, Chaussy C: Progress in lithotripter technology. EAU Update Series 3, 2005; 17-36.
- 40** Wilbert DM, Reichenberger H, Hutschenreiter G, Alken P, Hohenfeline R: Second generation shock wave lithotripsy: Experience with the Lithostar. World J Urol 1987;5:255-259.
- 41** Tiselius HG, Ackermann D, Alken P, Buck C, Conort P, Gallucci M: Working Party on lithiasis, European Association of Urology. Guidelines on urolithiasis. Eur Urol 2001;40(4): 362-71.
- 42** Raza A, Turna B, Smith G, Moussa S, Tolley DA. Pediatric urolithiasis: 15 years of local experience minimally invasive endourological management of pediatric calculi. J Urol 2005;174(2): 682-5.
- 43** Brinkman OA, Griebel A, Kuwertz-Bronking E, et al: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. Eur Urol 2001;39:591-597.
- 44** Longo JA, and Netto NR Jr: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. Urology 1995;46:550-552.
- 45** Goel MC: Pediatric kidney: functional outcome after Extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 1996;155:2044-2046.
- 46** Thomas R, Frentz JM, and Harmon E: Effects of extracorporeal lithotripsy on renal function and body height in pediatric patients. J Urol 1992;148:1064-1066.
- 47** Minniberg DT, Steckler R, and Riehle RA Jr: Extracorporeal shock wave lithotripsy for children. Am J Dis Child 1998;142:279-282.
- 48** Wilbert DM, Schofer O, and Riedmiller H: Treatment of pediatric urolithiasis by Extracorporeal shock wave lithotripsy. Eur J Paediatr 1988;147:579-581
- 49** Picramenos D, Deliveliotis C, Alexopoulou K, et al: Extracorporeal shock wave lithotripsy for renal Stones in children. Urol Int 1996;56:86-89.
- 50** Riedmiller H, Androulakis P, Beurton D, Kocvara R, Gerharz E: EAU guidelines on pediatric urology. Eur Urol 2001;40:589-99.
- 51** Van Horn AC, Hollander JB, Kass EJ: First and second generation lithotripsy and children: results, comparison and follow-up. J Urol 1996;153:1969-72.
- 52** Landau EH, Gofrit ON, Shapiro A, et al: ESWL is highly effective for ureteral calculi in children. J Urol 2001;165(6 Pt 2):2316-2319.
- 53** Lottmann HB, Traxer O, Archambaud F, et al: Monotherapy extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment for staghorn calculi in children. J Urol 2001;165(6 Pt 2):2324-2327.
- 54** Vandeursen H, Devos P, Baert L: Electromagnetic Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J Urol 1991;145:1229-1231.
- 55** Marberger M, Türk C, Steinkogler I: Piezoelectric Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J Urol 1989;142(2 Pt 1):349-352.
- 56** Gofrit ON, Pode D, Meretyk S, et al: Is the pediatric ureter as efficient as the adult ureter in transporting fragments following extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi larger than 10 mm. J Urol 2001;166:1862-1864.

-
- 57** Thomas R, Frentz JM, Harmon E. et al: Effect of extracorporeal shock wave lithotripsy on renal function and body height in pediatric patients. *J Urol* 1992;148(3 Pt 2):1064-1066.
- 58** Nazli O, Cal C, Ozyurt C, et al: Results of extracorporeal shock wave lithotripsy in the pediatric age group. *Eur Urol* 1998;33:333-336.
- 59** Muslumanoglu AY, Tefekli A, Sarilar O, et al: Extracorporeal shock wave lithotripsy as first line treatment alternative for urinary tract Stones in children: a large scale retrospective analysis. *J Urol* 2003;170(6 Pt 1):2405-2408.
- 60** Fernstrom I and Johansson B: Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol* 1976;10:257.
- 61** Woodside JR, Stevens GF, Stark GL, Borden TA and Ball WS: Percutaneous stone removal in children. *J Urol* 1985;134:1166.
- 62** Mor Y, Elmasry YET, Kellet MJ, Duffy PG: The role of percutaneous nephrolithotomy in the management of pediatric renal calculi. *J Urol* 1997;158:1319-21.
- 63** Zeren S, Satar N, Bayazit Y, et al: Percutaneous nephrolithotomy in the management of pediatric renal calculi. *J Endourol* 2002;16:75-8.
- 64** Ather MH, Noor MA: Does size and site matter for renal stones up to 30-mm in size in children treated by extracorporeal lithotripsy? *Urology* 2003;61(1):212-5.
- 65** Afsar K, McLorie G, Papanikolaou F, Malek R, et al: Outcome of small residual stone fragments following shock wave lithotripsy in children. *J Urol* 2004;172:1600-3.
- 66** Tan AH, Al-Omar M, Watterson JD, Nott L, et al: Results of shock wave lithotripsy for pediatric urolithiasis. *J Endourol* 2004;18(6):527-30.
- 67** Ozgur Tan M, Karaoglan U, Sen I, et al: The impact of radiological anatomy in clearance of lower calyceal Stones after shock wave lithotripsy in pediatric patients. *Eur Urol* 2003;43(2):188-93.
- 68** Demirkesen O, Onal B, Tansu N, et al: Efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for isolated lower caliceal Stones in children compared with Stones in other renal locations. *Urology* 2006;67:170-174.
- 69** Onal B, Demirkesen O, Tansu N, et al: The impact of caliceal pelvic anatomy on Stone clearance after shock wave lithotripsy for pediatric lower polestones. *J Urol* 2004;172(3):1082-6.
- 70** Dretler SP: Stone fragility: A new therapeutic distinction. *J Urol* 1988;139:1124-1127.
- 71** Wang YH, Grenabo L, Hedelin H, et al: Analysis of Stone fragility in vitro and in vivo with piezoelectric shock waves using the EDAP LT 01. *J Urol* 1993;149:699-702.
- 72** Oge O, Tekgul S, Sahin A, Atsu N, et al: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: report of a large series of 126 patients. *BJU International-Supplement*. 1999;83 Supplement 3:76.
- 73** Shokeir AA, Sheir KZ, El-Nahas AR, et al: Treatment of renal Stones in children: A comparison between percutaneous nephrolithotomy and shock wave lithotripsy. *J Urol* 2006;176:706-710.
- 74** Shouman AM, Ziada AM, Ghoneim IA, et al: Extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy for renal Stones >25 mm in children. *Urology* 2009;74:109-111.

-
- 75** Aksoy Y, Ozbey I, Atmaca AF, et al: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: experience using a mpl-9000lithotripter. *World J Urol* 2004;22:115-119.
- 76** Jackmen SV, Hedican SP, Peters CA, et al: Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urology* 1998;52:697.
- 77** Dushinsky JW, Plaire JC and Lingeman JE: Percutaneous nephrolithotomy in the pediatric population. *J Endourol* 1997;11:133.
- 78** Smaldone MC, Corcoran AT, Docimo SG: Endourological management of pediatric stone disease: Present status. *J Urol* 2009;181:17-28.
- 79** Salah MA, Toth C, Khan AM, et al: Percutaneous nephrolithotomy in children : experience with 138 cases in a developing country. *World J Urol* 2004;22:277.
- 80** Al-Busaidy SS, Prem AR, Medhat M: Pediatric staghorn calculi: the role of extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy with special reference to ureteral stenting. *J Urol* 2003;169:629-633.
- 81** Gunes A, UgrasYM, Yilmaz U, et al: Percutaneous nephrolithotomy for pediatric Stone disease-our experience with adult sized equipment *scand J Urol Nephrol.* 2003;37:477-481.
- 82** Desai MR, Kukreja RA, Patel SH, et al: Percutaneous nephrolithotomy for complex pediatric renal calculus disease. *J Endourol* 2004;18:23.
- 83** Aron M, Yadav R, Goel R, et al:percutaneous nephrolithotomy for complete staghorn calculi in preschool children. *J Endourol* 2005;19:968-972.