

Pediyatrik üriner taşlara minimal invazif yaklaşım

Abdurrahman ÖNEN

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalı, Çocuk Ürolojisi Bilim Dalı Öğretim Üyesi, Diyarbakır

Öz

Üriner taşların tanı ve tedavileri çocuklara özgü farklılıklar göstermektedir. Doğru üriner değerlendirme taşlı çocuklarda minimal invazif girişim başarısını artırırken morbiditeyi belirgin azaltır. Üriner taşlı çocukların büyük çoğunluğunda USG ve DÜS yeterli olmaktadır. Bir böbrek taşına SWL veya endoskopik girişim arasında kararsızlık durumunda pelvikalisiyel anatomi ile taş ilişkisini ortaya koymak açısından İVÜ faydalı olabilir. Üriner taşlı çocukların büyük bir çoğunluğunda BT'ye gerek yoktur. Endoskopik tedavide temel amaç, minimal morbidite ile maksimal taşsızlık sağlamak olmalıdır. Çünkü çocuklarda taş nüksü ve yine girişim olasılığı yüksektir. Üriner taşlı çocuklarda girişim tipini belirleyen en önemli faktörler, hastanın yaşı, taşın büyüklüğü ve lokalizasyonu, taşın içeriği, obstrüksiyon, idrar yolu enfeksiyonu, cerrahin deneyimi ve merkezin endoskopik altyapısıdır.

Günümüzde, çocuklarda SWL, URS, RİRC veya PNL gibi uygun bir minimal invazif yöntem ile üriner taşların çoğu çıkarılabilmektedir. Çocuk böbrek taşlarında; taş yükü az (<15 mm), anatomi normal ve taş yumuşak ise SWL, taş yükü az (<15 mm), anatomi normal ancak taş sert ise RİRC uygun yaklaşım olur. Taş yükü fazla (>15 mm) veya taş yükü az olduğu halde anatomi kötü (dar intrarenal pelvis, kalisiyel divertikül, dar infundibulum, vb.) ise PNL en uygun seçenektir. Proksimal üreter taşlarında birinci seçenek SWL, ikinci seçenek URS uygun olur iken, distal üreter taşlarında birinci seçenek URS olmalıdır. Endoskopik taş tedavisinde taşsızlık oranı PNL'de en yüksek, URS'de orta, ama SWL'de en düşüktür. Buna karşın, komplikasyon oranı PNL'de en yüksek, URS'de orta, ama SWL'de en düşüktür. Çocuklarda böbrek ve üreterler mobil, küçük ve doku olarak zayıf olduğu için yeterli deneyimi olmayan hekimler tarafından endoskopik girişim yapıldığında ciddi komplikasyonlar gelişebilir. Ayrıntılı üriner anatomi bilgisi, çocuğa uygun ekipman ve çocuk konusunda deneyimli uzman olması çok önemlidir. Endoskopik girişimlerde altın kural, asla güç kullanmamak, zorlamamak ve görmeden hiçbir işlem yapmamaktır.

Anahtar kelimeler: Çocuk, üriner taşlar, endoskopi, laparoskop, SWL, URS, RİRC, PNL, litotripsi, komplikasyonlar, minimal invazif tedavi

Alındığı tarih: 11 Şubat 2016

Kabul tarihi: 15 Mart 2016

Yazışma adresi: Abdurrahman Önen, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalı, Çocuk Ürolojisi Bilim Dalı Öğretim Üyesi, Diyarbakır

e-mail: aonenmd@gmail.com

Abstract

Minimally invasive approach in pediatric urolithiasis

Diagnosis and treatment of urinary stone has specific properties and differences in children. Appropriate urinary evaluation before minimally invasive intervention increase success rate while decrease complication rate in pediatric stones. Ultrasound and plain X-ray can diagnose the vast majority of urinary stone in children. IVU may improve the decision between SWL and endoscopic intervention for pediatric renal stone. CT is not necessary for the vast majority of children with urinary stone. The main aim of endoscopic treatment is to sustain maximum stone-free rate with minimal morbidity, because recurrence rate and repeated endoscopic intervention rate is high in such children. The age of the patient, size and localisation of the stone, stone composition, urinary obstruction, urinary tract infection, experience of surgeon and availability of endourological instrument of centre are the most important factors on management strategy in children with urinary stone.

The majority of pediatric urinary stones can be treated by such a minimally invasive approach as SWL, URS, RIRS or PNL. In pediatric renal stone, SWL should be the first choice when soft, stone burden is low (<15 mm) with normal renal anatomy. However, the first choice should be RIRS when hard, stone burden is low (<15 mm) with normal renal anatomy. If the stone burden is high (>15 mm) or even low but associated with unfavorable kidney anatomy (narrow intrarenal pelvis, caliceal diverticula, narrow infundibulum, etc) PNL is the best choice of treatment. In pediatric ureteral stone, the first choice should be SWL and second be the URS when stone is located in proximal ureter. However, the first choice should be URS when stone is located in distal ureter. Stone-free rate increases in PNL, URS and SWL respectively, while complication rate decreases in SWL, URS and PNL respectively. Life-threatening complication risk is high if the surgery done by an inexperienced surgeon due to small, fragile and mobile pediatric kidney and ureter. Gold standard rule in minimally invasive interventions: Never heart and push urinary tissue, and do not do any procedure when not seeing the area. Experience on detailed urinary anatomy, appropriate instruments specifically designed for children and experience on pediatric intervention are crucial to decrease complication and re-intervention rate in children with urinary stone.

Key words: Children, urinary stone, endoscopy, laparoscopy, SWL, URS, RIRS, PCNL, lithotripsy, complication, minimally invasive treatment

Giriş

Çocuklarda üriner sistem taşı, pek çok sayıda faktörün rol oynadığı kompleks bir hastalıktır. Çocuklarda en sık görülen taş tipleri kalsiyum okzalat (%60), kalsiyum fosfat (%15), struvit (%13), ürik asit (%7) ve sistin (%5) taşlarıdır⁽¹⁾. Üriner taşlara yaklaşım çocuklara özgü farklılıklar göstermektedir. Çocuk taşlarının cerrahi yaklaşımında temel kaygılar, mevcut minimal invazif tedavi seçeneklerinin gelişmekte olan böbrek üzerine olabilecek yan etkileri ve uzun süreli takipte ortaya çıkabilecek yüksek nüks oranlarıdır. Çocuklarda böbrek mobil ve küçük, ureter küçük ve özellikle proksimal ureter duvarı zayıf ve mobildir. Bu da morbidite riskini artırmakta dolayısıyla yaklaşımı etkilemektedir.

Günümüzde, çocuk üriner taş tedavisinde açık cerrahi gereksinimi çok azalmıştır. Akut sorunu olmayan çocuklar üriner taşlardan deneyim ve minimal invazif modern yöntemler ile kolayca kurtulabilmekte ve günlük aktivitelerine kısa süre içerisinde dönebilmektedir (1). Çocuklarda endoskopik girişimlerde temel prensip olabildiğince ince aletler ile nazik çalışmaktır. Tüm taşı çocuklara aynı alet ve aynı yaklaşım olmaz. Her türlü alternatif araç-gereç ve her türlü alternatif yaklaşım ile çocuğa en uygun tedavi seçilmelidir. Bunun için zengin teknolojik donanım ve ciddi eğitim şarttır.

Tanı

Çocuklarda taşa yönelik girişim öncesinde doğru ve detaylı değerlendirme girişim başarısını belirgin artırırken morbiditeyi de ciddi oranda azaltmaktadır.

Klinik ve semptomatoloji: Erişkinlerdeki üriner taşların klasik semptom ve bulguları (renal kolik ve gros hematüri) çocuklarda genellikle belirgin değildir. Daha çok nonspesifik yakınmalar ve bulgular görülür. En sık olarak hematüri (%60), karın veya yan ağrısı (%50), İYE belirtileri (%20) ve tesadüfen X-ray bulgusu (%15) ile karşımıza çıkar⁽¹⁻⁶⁾.

Laboratuvar ve metabolik değerlendirme: Çocuklarda üriner taşların yine oluşma riski yüksektir. Bu nedenle, özellikle taşı yineleyen çocuklarda metabolik değerlendirme çok önemlidir. Sistinüri tedavi yaklaşımını etkileyen bir faktördür^(3,4,7).

Radyolojik değerlendirme: Taş şüphesi olan çocuklarda radyolojik değerlendirmenin amacı, tanıyı doğrulamanın yanında taşın yapısını, lokalizasyonunu ve üriner obstrüksiyon derecesini belirlemektir.

Üriner Ultrasonografi (USG): Radyolojik değerlendirmede ultrason ilk seçenek olmalıdır, çünkü üriner taşların %90'ından fazlasında yalnızca ultrason ile tanı konabilmektedir. USG ile üriner sistem anatomisi, üriner anomali varlığı, obstrüksiyon derecesi ve taşın lokalizasyonu çok iyi gösterilebilmektedir⁽¹⁾. Nonopak taşlar USG'de görülebilir^(3,4,6,8). Taşların takibinde de çok yararlıdır.

Direkt Üriner Sistem (DÜS) Grafisi: Taşların çoğu düz grafide kolayca görülür (kalsiyum okzalat, kalsiyum fosfat, sistin ve struvit taşları). DÜS grafisinin dezavantajı, çocuklarda yaygın gaz nedeniyle iyi değerlendirme yapılamaması, ürik asit ve ksantin gibi non-opak taşların görülememesidir^(3,6,9,10).

İntravenöz Ürografi (İVU): Çocuklarda cerrahi planlandığında İVU üriner sistemde çok iyi anatomik görüntü sağlar. Minor ve major kaliksleri, infundibulum, pelvis ve ureteri gösterir. Medüller sünger böbrek, kalisiyel divertikül ve dupleks sistem gibi anatomik anomalileri belirler. Bu nedenle, girişim tipini belirlemede yararlıdır. Dezavantajları radyasyon ve kullanılan kontrast maddeye bağlı allerji riskidir. Böbrek yetmezliğinde kontrendikedir^(1,3,4,6,9,10).

Kontrastsız Spiral Bilgisayarlı Tomografi (BT): Taşı çocukların büyük çoğunluğunda gerek yoktur^(1,6,8,9,11,12). Çünkü gelişmekte ve büyümekte olan çocuklarda ciddi radyasyon riski vardır. Aslında BT'nin olguların %76-90'ında tanı ve tedaviye hiçbir katkısı olmadığı ve USG'den ciddi bir üstünlüğü olmadığı gösterilmiştir^(8,12). Ancak, taş tanısının kesin olmadığı, anatomik bilginin şüpheli olduğu veya retrorenal kolon şüphesi olan ender ve özel durumlarda düşük doz BT yararlı olabilir^(13,14). Özellikle taş cerrahisi sonrası gelişen komplikasyonları değerlendirmede BT yararlı olabilir. Eğer çekilecek ise en uygunu kontrastsız spiral BT'dir.

Üriner taşlarda minimal invazif yaklaşım açısından çocuk ve erişkin farkları

Çocuklar erişkinlerin minyatürü değildir. Çocukların

gelişmeye ve büyümeye devam etmesi, anatomi, fizyoloji ve dış etkilere daha hassas ve daha abartılı vücut tepkileri nedeniyle erişkinlerden tamamen farklı kendilerine has özelliklere sahiptir ⁽¹⁾. Çocukları ve üriner sistemlerini erişkinlerden ayıran temel farklar:

- Çocuklarda metabolik ve anatomik bozukluklar daha sık olduğundan taş rekürrensi riski yüksektir.
- Küçük ve dar üriner sistem nedeniyle çocuklarda tam taşsızlık daha zordur.
- İntraoperatif soğuk irigasyon sıvısı çocuklarda hipotermi ve hiponatremi riski vardır.
- Renal fizyoloji çocuklarda farklıdır. MikroPNL ve RIRC sırasında böbrek ve pelvikalisial sistemde oluşan ciddi basınç artışına daha duyarlıdır.
- Minimal invazif girişimlerde çocuklarda organ perforasyonu, sepsis ve kanama gibi major komplikasyonlar çocuklarda daha sıktır.
- SWL'de şok dalga sayısı ve güç arttıkça, böbrek boyutu küçüldükçe lezyonun büyüklüğü artar. Ayrıca, çocuklarda SWL için genel anestezi çoklu tedavi şansları gerekir. Bu da komplikasyon riskini artırır.
- Çocukların küçük ve frajil böbreğinde PNL sırasında kullanılan erişkin tipi büyük (>24 Fr) enstrümanlar komplikasyon riskini artırır.
- URS sırasında küçük kalibreli çocuk ureterinin aşırı dilatasyonu; ureter perforasyonu, ureter darlığı ve VUR'a neden olabilir.
- Çocukların gelişen bedeni radyasyondan daha fazla etkilenir. Uzun dönemde tümör riski daha yüksektir.

Tedavi

Çocuk üriner taşlarının tedavisinde temel beklentilerimiz minimal komplikasyon ile tam olarak taştan temizlenmedir ⁽¹⁾. Yine taş gelişimi çocuklarda ciddi bir sorun olduğundan tedavi ile tam taşsızlık sağlanması çok önemlidir. Üriner sistemde hiçbir taş parçası bırakılmamalıdır. Yoksa, kısa sürede kalan küçük parçalar büyür ve yine sorun yaratır ⁽¹⁵⁾.

Çocuklarda girişim tipini belirleyen ana faktörler; çocuğun klinik durumu (İYE, anormal vücut-iskelet yapısı, pıhtılaşma bozukluğu, böbrek yetmezliği), üriner sistem durumu (anatomi, anomali, obstrüksiyon, renal hasar) ile taşın özellikleri (yapısı, büyüklüğü ve lokalizasyonu)'dur ^(1,4-7,16). Teknolojik gelişmeler ile yaygın uygulanan modern endoskopik girişimler,

taşların daha küçük boyutlardayken tespit ve tedavi edilebilmesi ve artan deneyim ile açık cerrahi artık tarih olma aşamasına gelmiştir. Günümüzde, böbrek taşlarının %90'ından fazlası taş kırma veya endoskopik ameliyat yöntemleri ile tedavi edilebilmektedir. Yüksek taş rekürrensi nedeniyle çocuklarda minimal invaziv teknikler ilk tercih edilecek alternatifler olmalıdır ^(9,17-24).

Laparoskopik taş cerrahisi

Pediyatrik üriner taşlarda laparoskopinin yeri ve deneyimi sınırlı olmakla beraber, ileride açık taş cerrahisinin yerini tutabilecek bir yaklaşımdır. Diğer minimal invazif girişimlerin yapılamadığı veya başarısız olduğu durumlarda ve anormal yapıllı böbreklerde tercih edilebilir.

Vücut dışından taş kırma (Ekstrakorporeal şok wave litotripsi) (SWL)

Taş kırmanın en önemli avantajı vücuda direkt bir cerrahi girişim yapmadan taşların parçalanmasıdır. Yeni jenerasyon litotriptörler ile enerji, odaklama ve radyasyon dozu daha düşük ve daha az şok dalga sayısı ile SWL daha başarılı ve daha güvenli uygulanmaktadır ^(25,26). İyi tolerans, hızlı düzelme, düşük komplikasyon oranı ve anomalisiz üriner sistemde yüksek başarı oranı en önemli avantajlarıdır ^(17,26-30).

Temel endikasyonları <15 mm renal pelvis, üst-orta kaliks ve proksimal ureterdeki taşlardır ^(1,6,10,31,32). SWL, normal üriner anatomili çocukların küçük böbrek ve üst ureter taşlarında hâlâ ilk seçenektir. Bu taşlarda en az invazif girişim olup, başarı oranı %80 civarındadır ⁽²⁶⁾.

SWL'nin başarısını etkileyen en önemli faktörler taşın yükü, içeriği ve yeri, üriner anomali varlığı ve kullanılan litotriptörün tipidir ⁽¹⁾. Taşların kimyasal yapısı kırma başarısını etkileyen en önemli faktördür. SWL'nin etkin olduğu taşlar struvit, kalsiyum apatit ve ürik asit taşlarıdır. Sistin ve kalsiyum fosfat taşları SWL'ye çok dirençlidir. SWL'de başarıyı azaltan faktörler, obezite (BMI>28), taşın cilde uzaklığı (>10 cm), Hounsfield ünitesi (HU>750), taşın boyutu (>15 mm), intra-renal pelvisli böbreklerde alt kaliks taşı, sistin ve kalsiyum fosfat taşı olmasıdır ⁽³³⁻³⁵⁾.

Taş kırmanın en önemli dezavantajı çocuklarda genel anestezi gerektirmesi ve radyasyona maruziyettir. Ayrıca taşın tam kırılmaması sonucu çocuklarda 2. ve 3. seans anestezi gerekliliği, defalarca uygulamanın potansiyel morbiditesi, rezidü taş kalması ve uzun izlemde sık yinelemesi da SWL'nin önemli muhtemel riskleridir ⁽¹⁾.

Komplikasyon oranı %12-18 iken en sık komplikasyon nedeni büyük taş boyutudur ⁽²⁵⁾. Erken dönemde şok dalga giriş yerindeki deride ekimoz, hematüri, ağrı, İYE, rezidü taş, taş yolu (obstrüksiyon) ve subkapsüler hematom gibi komplikasyonlar gelişebilir. Aktif İYE, kanama diyatezi, taşın distalinde obstrüksiyon olması, ciddi iskelet anomalisi ve üriner anomalilerde SWL uygulanmamalıdır ⁽¹⁾. Bunlarda komplikasyon oranı ciddi yüksektir. Komplikasyonları azaltmak için çocuklarda şok dalga sayısı, enerji düzeyi ve seans sayısı düşük ve floroskopi süresi kısa tutulmalıdır ⁽¹⁷⁾.

Rijid Üreterorenoskopik taş çıkarılması (URS lazertripsi)

Çocuklarda komplike olmayan üreter taşlarının hemen tamamı ve küçük böbrek taşlarının çoğu URS ile güvenle ve yüksek başarı ile çıkarılabilmektedir ^(1,18,19,36). Anında ve kesin tedavi sağlar, günübirlik yapılabilir. Distal üreter taşlarında birinci seçenek olmalıdır. Ayrıca, SWL'nin başarısız olduğu proksimal üreter taşlarında da çok etkilidir. Lazerin pratik kullanıma girmesi ile başarı oranı belirgin artmış ve morbiditesi ise ciddi oranda azalmıştır ⁽¹⁹⁾. Deneyim arttıkça ve daha ince aletler kullanıldıkça morbidite azalırken taşsızlık oranı artmaktadır ^(1,18-20,37,38). Üreter taşlarında URS ile tam taşsızlık başarı oranı tek seansta %90'ın üzerindedir ^(18-20,34,37). Ancak, taşın boyutu ve üreterdeki yeri bu başarıyı etkiler.

SWL'ye göre daha invaziftir. Daha fazla deneyim ve uzmanlık gerektirir. Üretere çok sayıda giriş çıkış gerektirdiğinden girişim sırasında üreter, UV bileşke ve üretra zedelenebilir. Yaklaşık %10 çocukta önemli komplikasyonlar gelişir ^(34,38). En önemli komplikasyonları; üreter avülziyonu (kopması), invajinasyonu, perforasyonu ve darlığıdır. İntraoperatif komplikasyonları etkileyen faktörler, operasyon süresi, cerrahın deneyimi, taşın boyutu ve yeri, taşın impakte olması ve URS kalınlığıdır ^(19,20,37,39,40). URS sırasında hafif (2

Fr) üreter dilatasyonu çok riskli olmayabilir, ancak agresif dilatasyonlar (özellikle balon) komplikasyon (UV darlık, VUR) oranını belirgin artırır ⁽¹⁾.

URS'de komplikasyonları azaltmak için; tüm URS aletleri çocuklara uygun boyutlarda olmalı, her türlü alet hazır bulunmalı, görmeden hiçbir işlem yapılmamalı, girişim öncesinde güvenlik teli takılmalı, üreterde olabiliyorsa basket kullanılmamalı, anatomik özelliklere dikkat edilmeli, distale göre proksimal üreterin daha kolay zedelenmediği anımsanmalı, kaba aletler ile URS zorlanmamalı ve gereğinde "stent" takıp girişim ertelenmelidir ⁽¹⁾. Böbrek yetmezliği öyküsü, soliter böbrek, transplante böbrek, belirgin üreteral ödem, kanama, ekstrasvazyon gibi komplikasyon varlığı, büyük taş yükü, ciddi impakte taş, İYE, aşırı üreteral dilatasyon ve taşın yeterli parçalanıp tam çıkarılmaması gibi durumlarda JJ-stent takılması komplikasyon oranını azaltabilir ^(19,20,36). Aktif İYE veya obstrüksiyon olması (UPD, UVD), ciddi iskelet anomalisi ve renal anomali (atnalı-ektopik böbrek) varlığında URS yapılmamalıdır yoksa komplikasyon oranı artar.

Retrograd İntrarenal Cerrahi ile taş çıkarılması (RIRC lazertripsi)

Bu yöntemde fleksible (bükülebilir) URS ile üreterden girilerek böbreğin her noktasına ulaşıp lazerle taş kırılmaktadır ^(21,41). Hastanede kalış süresi kısa ve skopi süresi azdır. Proksimal üreter, toplayıcı sistem ve özellikle alt pol taşlarında en etkili yöntemdir ⁽⁴¹⁾. SWL başarısının düşük olduğu alt pol taşları, SWL'nin başarısız olduğu 15 mm'den küçük böbrek taşlarında ve rekürren sistin taşlarında RIRC uygundur. Komplikasyon riski RIRC'de belirgin daha düşüktür ve çoğunlukla minör karakterlidir ⁽⁴²⁾. Ancak, böbrek içi basınç artışına dikkat edilmelidir. En sık hematüri, İYE ve üreteral mukoza hasarı görülür. Ender olarak üreter darlığı veya perforasyonu görülebilir. Böbrek taşının boyutu başarıyı etkileyen en önemli faktördür. Taş boyutunda 15 mm kritik bir değerdir. On beş mm'den küçük böbrek taşlarında başarı oranı %93 iken, daha büyük taşlarda %33 ve staghorn taşlarında %14'e kadar düşer ^(1,43,44).

Perkütan Nefrolitotomi (PNL)

PNL'de büyük ameliyat yarası olmaması nedeniyle

çocuklar kısa sürede iyileşerek normal yaşama döne-bilmektedir. PNL sayesinde çocuklar genel anestezi gerektiren seanslı SWL ve açık cerrahiden kurtulmuştur. Tek seansta taşsızlık oranı en yüksek (>%95) endoskopik yöntemdir (45,46). Teknolojik ilerlemeler ve PNL konusunda deneyimin artması ile uygun seçilmiş böbrek taşı her yaş çocukta taşsızlık oranında artış ve komplikasyon oranında azalma olmuştur (9,22). PNL endikasyonları; büyük renal pelvis taşları (>15 mm), sistin taşları, alt pol taşları, SWL ve RİRC'in başarısız olduğu taşlar, infundibulum darlığı olan kaliks taşları ve kalisiyel divertikül içindeki taşlardır.

Teknik olarak, posterior kaliks, infundibulumu uzun ve geniş kaliks, maksimum taş çıkarmaya uygun kaliks ve renal pelvisle doğru düz bir hat üzerinde böbreğe giriş olursa başarı artar, komplikasyon azalır (1,47). Ancak, çocuklarda daha küçük ve daha mobil böbrek yapısı nedeniyle deneyim eksikliğinde ciddi komplikasyonlar gelişebilir. PNL giriş yeri (kılıf) çapı büyüdükçe, giriş sayısı ve taş yükü arttıkça ve ameliyat süresi uzadıkça komplikasyon riski artmaktadır (48-50). Ayrıca, kanama diyatezi, ciddi renal hasar ve anomali böbreklerde morbidite belirgin artar. PNL'de en önemli komplikasyonlar; organ yaralanması (damar, diafragma, renal pelvis, kaliks, kolon, duodenum), ciddi kanama, hematoma, hidrotoraks, perirenal idrar ekstrevasyonu (ürinom), İYE ve pyelonefritir. Ayrıca, PNL sırasında önemli düzeyde radyasyon maruziyeti olmaktadır (51,52).

PNL ilk zamanlarda yalnızca erişkin hastalar için tariflenmişken yıllar sonra çocuklara uygun endoskopik aletlerde ciddi teknolojik ilerleme sonucu çocuk üriner taş tedavisinde de yaygın olarak klinik pratiğe girmiştir. Bu nedenle, 30 Fr kılıflar ile yapılan standart erişkin PNL yanında mini PNL tanımlanmaya başlanmıştır (53,54). Ancak, bu tanım ile tam olarak hangi değerler kastedildiği konusu literatürde hâlen tartışmalıdır. Üstelik bu tanımlama genel kabul gören

bir standartta oturtulmadan mikro PNL olarak adlandırılan yeni aletler klinik kullanıma girmiştir. PNL konusundaki tüm bu karmaşaları gidermek amacıyla 2013 yılında Önen PNL sınıflaması tariflenmiştir (Tablo 1) (1). Bu sınıflamaya göre böbrek taşına yaklaşım PNL'de başarı şansını artırırken morbiditeyi belirgin azaltır (1).

Mesane taşları

Taşın boyutu yaklaşım tipini belirlemede en önemli faktördür.

Transüretal sistolitotripsi (TUSL): Taşın küçük (<15 mm) ve üretra anatomisinin normal olduğu çocuklarda ilk seçenektir. Özellikle kızlarda kolay ve pratiktir. Ancak, büyük kalibrasyonlu aletlerle uzun süreli ve defalarca giriş-çıkış yapılırsa üretra yaralanma riski artar (1).

Perkütan suprapubik sistolitotripsi (PSL): Uygun ve dikkatli yapıldığında güvenli ve başarılı bir yöntemdir. Üretra yaralanma riski yoktur. Morbiditesi az ve hastanede kalış süresi kısadır. Orta büyüklükteki (15-30 mm) taşlarda ve ogmente mesanedeki taşlarda sıklıkla uygulanmaktadır (1,55,56). Daha önce alt abdominal veya pelvik bölge cerrahisi geçirmiş hastalarda komplikasyon riski artabilir. En önemli komplikasyonu, mesane perforasyonu, perivezikal sıvı ve taş parçalarının kaçmasıdır.

Açık sistolitotripsi: Çok büyük (>30 mm) taşlarda ve mesane ogmentasyonlu çocuklarda taş kısa sürede tek parça olarak çıkarılabilmektedir. Suprapubik insizyon skarı en önemli komplikasyondur (1).

Üretra taşları

Üretra içindeki taşlar genelde üretral sonda ile mesane içine itilir ve TUSL ile kırılıp çıkarılır (1). Mesane-

Tablo 1. Önen PNL sınıflaması.

PNL tipi	Giriş çapı	Yorum
Erişkin (Standart) PNL	>24 Fr	Çocuklarda kanama ve komplikasyon riski yüksektir.
Pediyatrik (Ped) PNL	16-24 Fr	Çocuklardaki büyük böbrek taşlarında en etkin yöntemdir.
Infant (Mini) PNL	9-15 Fr	Çocuklarda orta büyüklükteki böbrek taşlarında SWL ve RİRC'ten daha etkindir. Renal travma ve parankim hasarı riski düşüktür.
Mikro PNL	<9 Fr	Küçük taşları kırma olanağı sağlar. Morbidite riski düşüktür. SWL'ye dirençli küçük taşlarda uygundur. Ancak, taşlar çıkarılamayıp yalnızca parçalanır.

ye itilemeyen taşlar lazertripsi ile parçalanıp çıkarılır. Erken dönemde üretra duvar zedelenmesi ve geç dönemde üretra striktürü gelişebilir.

Komplikasyonlar

Pediyatrik üriner taşlarda komplikasyon gelişimini etkileyen en önemli faktörler çocuğun yaşı ve klinik durumu (obstrüksiyon, İYE), taşın özellikleri (büyüklüğü, lokalizasyonu, içeriği), üriner sistem anatomisi ve cerrahın deneyimidir (Tablo 1) ^(1,4-7,57). Komplikasyonların ciddiyetini belirlemede çoğunlukla Clavien-Dindo klasifikasyonundan yararlanılmaktadır ⁽⁶¹⁾. SWL, RIRC ve PSL sonrası genelde minör (grade-1,2) komplikasyonlar gelişirken, deneyim durumuna göre değişmekle beraber URS, PNL, TUSL ve laparoskopi sonrası majör (grade-3,4) komplikasyon riski vardır ⁽¹⁾. Üriner taşlı çocuklarda en önemli komplikasyonlar taş rekurensi, rezidü taş, kanama, sepsis, obstrüksiyon, taş yolu, ureter ve diğer organ yaralanmaları ile İYE'dur. Önen taş algoritması ve Önen PNL sınıflaması temelinde doğru girişim uygulandığında bu komplikasyonlar belirgin azalmaktadır ⁽¹⁾.

Üriner taşların çocuklardaki en sık komplikasyonu taş rekurensidir. Üriner taş cerrahisinden sonra, taşın tipi ve nedenine göre değişmekle beraber, 5 yıllık rekürrens oranı %55 civarında bulunmuştur ⁽¹⁵⁾. Tedavi sonrasında çocukların üriner sisteminde 5 mm'den küçük rezidü taş kaldığında %69 oranında, tamamen taşsızlık sağlanan çocuklarda ise %36 oranında klinik sorun gelişmektedir ⁽⁵⁸⁾. Bu nedenle, üriner sistemde hiçbir taş parçası bırakılmamalıdır. Yoksa kalan küçük parçalar büyüyüp komplikasyon yaratır ⁽¹⁵⁾.

Çocuk taş hastalarında başta BT olmak üzere artan oranda radyolojik görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. Ayrıca, başta PNL olmak üzere SWL, URS ve RIRC gibi az invazif yaklaşımların klinik pratiğe yaygın girmesi ile gelişmekte olan çocukların radyasyon maruziyeti belirgin oranda artmıştır ⁽¹⁾. Herhangi bir dozda kanser ve genetik mutasyon gelişebilmektedir ^(59,60). Radyasyonun zarar vermeyeceği kesin olarak garanti edilen bir dozu yoktur. Bu nedenle, taş için takip ve tedavi edilen her çocuk olabildiğince radyasyondan korunmalıdır. Radyasyon güvenliğinde 3 altın kural vardır. Bunlar radyasyon süresi, mesafesi ve

zırlamadır. Radyasyona maruz kalınan süre arttıkça doz da artar. Skopiden olabildiğince uzak mesafede durulmalıdır. En etkin yöntem zırlamadır. Daima gerekli vücut bölgelerini korumak için mevcut tüm kurşun materyaller kullanılmalıdır (önlük, boyunluk, gözlük, eldiven vb.).

Güncel kılavuzlar eşliğinde pediyatrik üriner taşlara yaklaşım

Mevcut üriner taş klavuzlarının çocuklara uygulanmasında klinik pratikte ciddi sakıncalar ve uygun-suzluklar bulunmaktadır ^(1,10,31,32). Amerika Üroloji Derneği (AUA) ve Avrupa Üroloji Derneği (EAU) klavuzları erişkin ürolojisi uzmanları tarafından ve büyük oranda erişkinler için hazırlanmış, üzerinde ciddi inceleme yapılmadan çocuklara uyarlanmıştır ^(31,32). Avrupa Çocuk Ürolojisi Derneği (ESPU) ise tam zamanlı olarak yalnızca çocukların üriner taşlarını tedavi eden çocuk ürologları tarafından çocuklara özgün bir klavuz hazırlamak yerine Avrupa Üroloji Derneğinin klavuzunu çocuklara uyarlamıştır ⁽¹⁰⁾. Sadece taş boyutu ve taş lokalizasyonu dikkate alınarak hazırlanan bu klavuzlar kullanıldığında komplikasyon riski belirgin artmaktadır.

Önen taş algoritması, 1500'den fazla çocuk üriner taş ameliyatı yapmış, çocuklarda tüm alternatif taş tedavilerini (acil, açık, SWL, URS, RIRC, PNL, TUSL, PSL) rutin düzeyde uygulamış ve 20 yıldan daha uzun süreden beri tam zamanlı olarak yalnızca çocuk üriner sistemi ameliyatları yapan bir çocuk ürolojisi uzmanı tarafından hazırlanmıştır (Tablo 2) ⁽¹⁾. Bu algoritma, mevcut ileri teknolojik olanaklar ile çocuk yaş grubundaki üriner taşlarda başarısı yüksek ve komplikasyon riski daha az tedavi yaklaşım olanağı sağlamaktadır ⁽¹⁾. Çünkü Önen taş algoritması taş boyutu ve taş lokalizasyonuna ek olarak, taşın yapısını (içeriğini), erişkin ve çocuk üriner sistem farklarını, endoüroloji ve SWL'deki ciddi teknolojik gelişmeleri, üriner anatomiyi (böbrek anatomik varyasyonları, pelvikalisyel yapı, intrarenal pelvis, dupleks sistem, kaliks divertikülü, uzun-dar boyunlu alt pol kaliks, böbrek lokalizasyon anomalileri, çocuğun yaşı ve ureter boyutu) ve tam taşsızlık olmadığında çocuklarda rezidü taş ve buna bağlı ciddi bir sorun olan taş rekürrensini dikkate alarak hazırlanmıştır.

Tablo 2. Önen çocuk üriner taş algoritması (*).

Taş boyutu/yerleşimi	Birinci seçenek	İkinci seçenek	Yorum
Parsiyel Staghorn	PedPNL	Laparoskopi, Açık	PNL ile birden fazla trakt ve seans gerekebilir. SWL ile kombinasyon düşünülebilir.
Kompleks / Komplet Staghorn	Açık	PedPNL**	PNL ile birden fazla trakt ve seans gerekir. Bu da morbiditeyi artırır. Pek çok anestezi seans gerekeceği için SWL'nin yeri yoktur. Yalnızca rezidü taş kalırsa SWL olabilir.
R. Pelvis <15 mm	Normal anatomi: SWL Sistin taşı: RIRC	Kötü anatomi: İnfant (Mini) PNL, MikroPNL	Anatomi uygun değilse MiniPNL birinci seçenek olabilir.
R. Pelvis 15-30 mm	PedPNL, İnfant (Mini) PNL	Normal anatomi: SWL Kötü anatomi: Laparoskopi, Açık	SWL ile birden fazla anestezi seans gerekir.
R. Pelvis >30 mm	PedPNL	Laparoskopi, Açık	SWL ile birden fazla anestezi seans gerekir. Taşsızlık oranı düşük, morbiditesi yüksektir.
Alt pol (kaliks) <15 mm	Normal anatomi: SWL Kötü anatomi: RIRC	Kötü anatomi: İnfant (Mini) PNL MikroPNL	SWL ile fazla anestezi seans gerekir. Taşsızlık oranı düşük, morbiditesi fazladır. Anatomi RIRC'e de uygun değilse infant (Mini) PNL birinci seçenek olabilir.
Alt pol (kaliks) >15 mm	PedPNL	RIRC	SWL ile fazla anestezi seans gerekir. Taşsızlık oranı düşük, morbiditesi fazladır. SWL ile kombinasyon düşünülebilir.
Anormal yerleşimli böbrek (Atnalı, pelvik), İskelet deformitesi <15 mm	RIRC	Laparoskopi yardımcı PNL, Laparoskopi	Bu böbreklerde SWL ve URS başarısı düşük ve komplikasyon oranı yüksektir. Normal PNL komplikasyon oranı yüksektir.
Anormal yerleşimli böbrek (Atnalı, pelvik), İskelet deformitesi >15 mm	Laparoskopi yardımcı PNL	Laparoskopi, Açık	Bu böbreklerde SWL ve URS başarısı düşük ve komplikasyon oranı yüksektir. Direk PNL komplikasyon oranı yüksektir.
Üst üreter	SWL	URS, İnfant(Mini)PNL, Laparoskopi	Taş boyutu karar vermede göz önünde bulundurulmalıdır.
Alt üreter	URS	SWL, Açık	SWL'e ek girişim gerekebilir.
Mesane <15 mm	TUSL	PSL	Küçük ve yumuşak taşlarda uygundur.
Mesane 15-30 mm	PSL	Açık	Augmente mesanelerde veya göbük altı operasyon geçirenlerde açık cerrahi daha az riskli ve daha kolay olabilir.
Mesane >30 mm	Açık	PSL	Büyük taşlarda açık cerrahi daha çabuk ve kolay olabilir.

*Kötü anatomi: Üreter alt uç veya lümen çapı darlığı, intrarenal pelvis yapısı, infundibuler darlık, kalisiyel divertikül. **Önen PNL sınıflaması⁽¹⁾.

Kaynaklar

- Önen A. Çocuklarda üriner sistem taş hastalığı. *Çocuk Cerrahisi Dergisi* 2013;27(1):8-32.
- Knoll T, Schubert AB, Fahlenkamp D, et al. Urolithiasis through the ages: data on more than 200,000 urinary stone analyses. *J Urol* 2011;185(4):1304-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2010.11.073>
- Lottmann H, Gagnadoux MF, Daudon M. Urolithiasis in children, in Gearhart JP, Rink RC, Mouriquand PDE (eds): *Pediatric Urology*, Philadelphia: Saunders/Elsevier, 2010, p:631.
- McKay CP. Renal stone disease. *Pediatr Rev* 2010;31(5):179-88. <http://dx.doi.org/10.1542/pir.31-5-179>
- Nicoletta JA, Lande MB. Medical evaluation and treatment of urolithiasis. *Pediatr Clin N Am* 2006;53:479-491. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2006.03.001>
- Önen A. Üriner taşlar ve renal ven trombozu, in Önen A (ed): *Çocuk Cerrahisi ve Çocuk Ürolojisi*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri 2006, p:387.
- Rizvi SA, Naqvi SA, Hussain Z, et al. Management of

- pediatric urolithiasis in Pakistan: experience with 1440 children. *J Urol* 2003;169(2):634-7.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)63979-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347(05)63979-1)
8. Passerotti C, Chow JS, Silva A, et al. Ultrasound versus computerized tomography for evaluating urolithiasis. *J Urol* 2009;182(4):1829-34.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2009.03.072>
 9. Önen A. Çocuk böbrek taşlarına bilgece yaklaşım: düşük morbidite ve yüksek başarının sırrı nedir? 31. Ulusal Çocuk Cerrahisi Kongresi'nde sunulmuştur, Eskişehir, Kasım 2013.
 10. Tekgul S, Riedmiller H, Dogan HS, et al. EAU-ESPU Pediatric Urology Guideline on Pediatric Urinary Stone. 2013.
 11. Johnson EK, Faerber GJ, Roberts WW, et al. Are stone protocol computed tomography scans mandatory for children with suspected urinary calculi? *Urology* 2011;78:662-667.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2011.02.062>
 12. Tepeler A, Sancaktutar AA, Taşkiran M, et al. Preoperative evaluation of pediatric kidney stone prior to percutaneous nephrolithotomy: Is computed tomography really necessary? *Urolithiasis* 2013;41:505-510.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00240-013-0593-4>
 13. Önen A, Jayanthi VR, Koff SA. Unenhanced spiral CT: The imaging method of choice in diagnosing renal and ureteric calculi in children. *BJU International* 2000;85(4):38.
 14. Rassweiler MC, Banckwitz R, Kochler C, et al. New developed urological protocols for the uro dyna-CT reduce radiation exposure of endourological patients below the levels of the low dose standard CT scans. *World J Urol* 2013, 30.
 15. Lao M, Kogan BA, White MD, et al. High recurrence rate at 5-year followup in children after upper urinary tract stone surgery. *J Urol* 2014;191(2):440-4.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2013.09.021>
 16. Hollingsworth JM, Rogers MA, Kaufman SR, et al. Medical therapy to facilitate urinary stone passage: a meta-analysis. *Lancet* 2006;30:368(9542):1171-9.
 17. Önen A. Çocuk taşlarında ESWL başarılı mı? 31. Ulusal Çocuk Cerrahisi Kongresi'nde sunulmuştur, Eskişehir, Kasım 2013.
 18. Önen A. Mini ureterorenoscopy in children with upper urinary tract stone. Presented at 24th Congress of the European Society for Paediatric Urology, Genoa, Italy, 2013.
 19. Önen A. Ureterorenoscopy and Holmium Yag laser lithotripsy in children with upper urinary tract stone: A single surgeon experience. Presented at 24th Congress of the European Society for Paediatric Urology, Genoa, Italy, 2013.
 20. Önen A. Üreter taşlarına akılcı yaklaşım: Az sorunla yüksek başarı. 31. Ulusal Çocuk Cerrahisi Kongresi'nde sunulmuştur, Eskişehir, Kasım 2013.
 21. Önen A. Retrograde intrarenal surgery in children with upper urinary tract pathology. Presented at 24th Congress of the European Society for Paediatric Urology, Genoa, Italy, 2013.
 22. Önen A. Pediatrik perkütan nefrolitotomi deneyimimiz. 31. Ulusal Çocuk Cerrahisi Kongresi'nde sunulmuştur, Eskişehir, Kasım 2013.
 23. Reisinger K, Vardi I, Yan Y, et al. Pediatric nephrolithiasis: does treatment affect renal growth? *Urology* 2007;69(6):1190-4.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2007.01.072>
 24. Straub M, Gschwend J, Zorn C. Pediatric urolithiasis: the current surgical management. *Pediatr Nephrol* 2010;25:1239-1244.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00467-009-1394-4>
 25. D'Addessi A, Bongiovanni L, Racioppi M, et al. Is extracorporeal shock wave lithotripsy in pediatrics a safe procedure? *Journal of Pediatric Surgery* 2008;43:591-596.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2007.12.049>
 26. Landau EH, Shenfeld OZ, Pode D, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy in prepubertal children: 22-year experience at a single institution with a single lithotriptor. *J Urol* 2009;182(4):1835-9.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2009.04.084>
 27. Lahme S. Shockwave lithotripsy and endourological stone treatment in children. *Urol Res* 2006;34:112-117.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00240-005-0021-5>
 28. Nelson CP. Extracorporeal shock wave lithotripsy in the pediatric population. *Urol Res* 2010;38:327-331.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00240-010-0291-4>
 29. Reis LO, Zani EL, Ikari O, et al. Extracorporeal lithotripsy in children - The efficacy and long-term evaluation of renal parenchyma damage by DMSA-99mTc scintigraphy. *Actas Urol Esp* 2010;34 :78-81.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0210-4806\(10\)70013-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0210-4806(10)70013-9)
 30. Skolarikos A, Alivizatos G, Rosette JDL. Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy 25 Years Later: Complications and their prevention. *European Urology* 2006;50:981-990.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2006.01.045>
 31. Preminger GM, Tiselius HG, Assimos DG, et al. American Urological Association Education and Research Inc. 2007 Guideline for the management of ureteral calculi (EAU/AUA Nephrolithiasis Guideline Panel), 2007.
 32. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, et al. Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J Urol* 1997;158(5):1915-21.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347\(01\)64173-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347(01)64173-9)
 33. Krambeck AE, Gettman MT, BaniHani AH, et al. Management of nephrolithiasis after Cohen cross-trigonal and Glenn-Anderson advancement ureteroneocystostomy. *J Urol* 2007;177(1):174-8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2006.08.112>
 34. Wolf JS Jr. Treatment selection and outcomes: Ureteral calculi. *Urol Clin North Am* 2007;34(3):421-430.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ucl.2007.04.010>
 35. Joseph P, Mandal AK, Singh SK, et al. Computerized tomography attenuation value of renal calculus: can it predict successful fragmentation of the calculus by extracorporeal shock wave lithotripsy? A preliminary study. *J Urol* 2002;167(5):1968-71.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)65064-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347(05)65064-1)
 36. Önen A. İnfant taşlarında üreterorenoskopik taş tedavisi. 3. Pediatrik Ürolitiazis Kursu'nda sunulmuştur, İstanbul, Şubat 2014.
 37. Elashry OM, Elgamasy AK, Sabaa MA, et al. Ureteroscopic management of lower ureteric calculi: a 15-year single-centre experience. *BJU Int* 2008;102(8):1010-7.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-410X.2008.07747.x>
 38. Geavlete P, Georgescu D, Niță G, et al. Complications

- of 2735 retrograde semirigid ureteroscopy procedures: a single-center experience. *J Endourol* 2006;20(3):179-85.
<http://dx.doi.org/10.1089/end.2006.20.179>
39. Schuster TG, Hollenbeck BK, Faerber GJ, et al. Complications of ureteroscopy: analysis of predictive factors. *J Urol* 2001;166(2):538-40.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)65978-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347(05)65978-2)
 40. Weinberg JJ, Ansong K, Smith AD. Complications of ureteroscopy in relation to experience: report of survey and author experience. *J Urol* 1987;137(3):384-5.
 41. Nerli RB, Patil SM, Guntaka AK, et al. Flexible ureteroscopy for upper ureteral calculi in children. *J Endourol* 2011;25(4):579-82.
<http://dx.doi.org/10.1089/end.2010.0307>
 42. Resorlu B, Unsal A, Tepeler A, et al. Comparison of retrograde intrarenal surgery and mini-percutaneous nephrolithotomy in children with moderate-size kidney stones: Results of multi-institutional analysis. *Urology* 2012;80:519-523.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2012.04.018>
 43. El-Hout Y, Elnaeema A, Farhat WA. Current status of retrograde intrarenal surgery and mini-percutaneous nephrolithiasis in children. *Indian J Urol* 2010, 568-572.
 44. Cannon GM, Smaldone MC, Wu HY, et al. Ureteroscopic management of lower-pole stones in a pediatric population. *J Endourol* 2007;21(10):1179-82.
<http://dx.doi.org/10.1089/end.2007.9911>
 45. Smaldone MC, Corcoran AT, Docimo SG, et al. Endourological management of pediatric stone disease: Present status. *J Urol* 2009;181(1):17-28.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2008.09.001>
 46. Zeng G. Comparison of children versus adults undergoing mini-percutaneous nephrolithotomy: Large-scale analysis of a single institution. *PLOS One* 2013;8(6):66850.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0066850>
 47. Kukreja R, Desai M, Patel S, et al. Factors affecting blood loss during percutaneous nephrolithotomy: prospective study. *J Endourol* 2004;18(8):715-22.
<http://dx.doi.org/10.1089/end.2004.18.715>
 48. Desai M. Endoscopic management of stones in children. *Curr Opin Urol* 2005;15:107-12.
<http://dx.doi.org/10.1097/01.mou.0000160625.59107.fd>
 49. Dogan HS, Onal B, Satar N, et al. Factors affecting complication rates of ureteroscopic lithotripsy in children: Results of multi-institutional retrospective analysis by Pediatric Stone Disease Study Group of Turkish Pediatric Urology Society. *J Urol* 2011;186(3):1035-1040.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2011.04.097>
 50. Traxer O, Smith TG 3rd, Pearle MS, et al. Renal parenchymal injury after standard and mini percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 2001;165(5):1693-5.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)66395-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5347(05)66395-1)
 51. Bush WH, Brannen GE, Gibbons RP, et al. Radiation exposure to patient and urologist during percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 1984;132(6):1148-52.
 52. Hellawell GO, Mutch SJ, Thevendran G, et al. Radiation exposure to child and the urologist: what are the risks? *J Urol* 2005;174(3):948-52.
<http://dx.doi.org/10.1097/01.ju.0000170232.58930.8f>
 53. Desai J, Zeng G, Zhao Z, et al. A novel technique of ultra-mini-percutaneous nephrolithotomy: introduction and an initial experience for treatment of upper urinary calculi less than 2 cm. *Biomed Res Int* 2013, 1-6.
<http://dx.doi.org/10.1155/2013/490793>
 54. Jackman SV, Hedican SP, Peters CA, et al. Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urology* 1998;52(4):697-701.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0090-4295\(98\)00315-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0090-4295(98)00315-X)
 55. Demirel F, Cakan M, Yalçinkaya F, et al. Percutaneous suprapubic cystolithotripsy approach: for whom? Why? *J Endourol* 2006;20(6):429-31.
<http://dx.doi.org/10.1089/end.2006.20.429>
 56. Dhabilia JV, Jain N, Kumar V, et al. Modified technique of percutaneous cystolithotripsy using a new instrument-combined single-step trocar-dilator with self-retaining adjustable access sheath. *Urology* 2011;77:1304-1307.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.urology.2010.08.004>
 57. Straub M, Strohmaier WL, Berg W, et al. Diagnosis and metaphylaxis of stone disease: Consensus concept of the National Working Committee on Stone Disease for the Upcoming German Urolithiasis Guideline. *World J Urol* 2005;23:309-323.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00345-005-0029-z>
 58. Afshar K, McLorie G, Papanikolaou F, et al. Outcome of small residual stone fragments following shock wave lithotripsy in children. *J Urol* 2004;172(4):1600-3.
<http://dx.doi.org/10.1097/01.ju.0000138525.14552.1b>
 59. Brenner DJ, Doll R, Goodhead DT, et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. *Proc Natl Acad Sci* 2003;100:13761-13766.
<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.2235592100>
 60. Ferrandino MN, Bagrodia A, Pierre SA, et al. Radiation exposure in the acute and short-term management of urolithiasis at 2 academic centers. *J Urol* 2009;181:668-673.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.juro.2008.10.012>
 61. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Clavien-Dindo grading system for the classification of surgical complications. *Ann Surg* 2004;244: 931-937.