



On Yaş Altı ve Üstü Pediatrik Taş Hastalarında Perkütan Nefrolitotomi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Comparison of Percutaneous Nephrolithotomy Results in Pediatric Kidney Stone Disease in Patients Under the Age of 10 Years and in Patients Over the Age of 10 Years

Hüseyin Çelik¹, Caner Ediz², Ahmet Çamtosun¹, Ramazan Altıntaş¹, Cemal Taşdemir¹

¹İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi, Üroloji Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye

²Üsküdar Devlet Hastanesi, Üroloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Amaç: Perkütan nefrolitotomi (PNL), tüm dünyada böbrek taşı cerrahi tedavisinde güvenle uygulanan minimal invaziv bir tedavi yöntemidir. Kliniğimizde ilk PNL ameliyatı Mart 1998 tarihinde yapıldı. PNL, alanında artan tecrübeye paralel olarak pediatrik vakalarda da güvenle uygulanmaya başlandı. Çalışmamızda, 10 yaş altı ve üstü pediatrik hastalara yapılan PNL operasyonları retrospektif olarak incelendi.

Yöntemler: Çalışmaya 16 yaş ve altındaki PNL hastaları dâhil edildi. Hastalar 10 yaş ve altı ile 11-16 yaş arası olmak üzere iki gruba ayrıldı. PNL işlemi genel anestezi altında, prone pozisyonunda C kollu floroskopi eşliğinde gerçekleştirildi.

Bulgular: Mart 1998-Aralık 2014 tarihleri arasında, toplam 208 pediatrik yaş grubu üriner sistem taş hastası opere edildi. Bu hastalara, biri bilateral olmak üzere toplam 210 renal ünite PNL işlemi yapıldı. On yaş ve altı grupta 98 işlemde (%87,5) tam taşsızlık sağlanırken, 13 işlemde (%12,5) klinik olarak önemsiz rezidüel fragmanlar (CIRF) kaldı. On yaş ve üzeri gruptaki işlemlerde sırasıyla 88 (%89,79) ve 9 (%10,2) olarak bulundu. On yaş ve altı grupta 1 hastaya tubeless PNL yapıldı. Her iki grupta da 1'er vakada transfüzyon gerektiren kanama, 10 yaş ve altı grubunda 1, 11-16 yaş arası grupta 2 hastada DJ takılmasını gerektiren trakt sızdırması meydana geldi. Başka organ yaralanması olmadı.

Sonuç: Minimal invaziv bir yöntem olan PNL; yüksek güvenlik, düşük komplikasyon oranları, daha kısa hastanede kalış süresi, yüksek hasta memnuniyeti sağlaması, daha yüksek taşsızlık oranları ile açık böbrek taşı cerrahisine göre avantajlı bir hale gelmiştir. Özellikle pediatrik vakalarda tecrübeli kliniklerde başarıyla uygulanabilmektedir. Bu yüzden üriner sistem taş hastalığının cerrahi tedavisinde PNL güvenli ve etkili bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: Böbrek taşı, pediatrik hasta, PNL

ABSTRACT

Objective: Percutaneous nephrolithotomy (PNL) is a minimally invasive procedure that is safely performed for kidney stone surgery all over the world. In our clinic, PNL surgery was first performed in March 1998. In parallel with our increasing experience, PNL has been performed in pediatric cases. In our study, PNL operations performed in pediatric patients under the age of 10 years and in those over the age of 10 years were retrospectively investigated.

Methods: Patients were between 0 and 16 years of age. They were divided into 2 groups according to age: 0–10 and 11–16 years. The PNL procedure was performed under general anesthesia with C-arm fluoroscopy in the prone position.

Results: Between March 1998 and December 2014, a total of 208 pediatric urinary stone patients were operated on. The PNL procedure was performed in 210 renal units, 1 of which was performed bilaterally. In the ≤10-year-old patient group, 98 procedures (87.5%) were stone free, while clinically insignificant residual fragments (CIRFU) were found in 13 procedures (12.5%). In the >10-year-old patient group, 88 procedures were stone free (89.79%), while clinically insignificant residual fragments were found in 9 procedures (10.2%). In the ≤10-year-old patient group, tubeless PNL was performed in 1 patient. In both groups combined, bleeding requiring transfusion occurred in just 1 case. A tract leak requiring a double J stent was detected in 1 patient in the ≤10-year-old patient group and in 2 patients in the other group. There was no other organ injury.

Conclusion: PNL is a minimally invasive method and has become advantageous over open surgery because it offers higher security, particularly in experienced clinics, and procedures on pediatric patients can therefore be successfully performed.

Keywords: Kidney stone, pediatric patient, PNL

GİRİŞ

Üriner sistem taş hastalığı her yaş grubunda görülmekle beraber son yıllarda ülkemizde giderek artan bir sıklığa sahiptir. Pediatrik hasta grubunda üriner sistem taş sıklığının artmasında beslenme alışkanlıklarındaki değişimler, giderek artan oranlarda karbonhidrattan ve tuzdan zengin beslenme ve beraberinde artan obezite oranları etkilidir. Çocukluk yaş grubunda

da yaşam biçiminin gün geçtikçe televizyon ve bilgisayar gibi faktörler sebebiyle sedanter bir hal alması ve giderek artan teknoloji ile birlikte daha iyi tarama ve erken tanı seçenekleri de etkili olmaktadır (1). Pediatrik yaş grubunda metabolik ve anatomik bozukluklar taş gelişiminde etkili faktörlerdendir. Günümüzde ebeveynlerin tanı-tedavi olanaklarına daha çok ilgileri olmaları ile pediatrik yaş grubu üriner sistem taş hastalığı üroloji pratiğinde daha fazla yer almaktadır. Bu yaş grubunda-

ki temel amacımız olabildiğince minimal invaziv yöntemlerle maksimum taşsızlık oranlarını yakalamaktır. Bu yüzden perkütan nefrolitotomi (PNL) gelişen teknolojik ilerlemeler ışığında önemini giderek arttırmaktadır.

YÖNTEMLER

Çalışmaya 16 yaş ve altındaki PNL hastaları dâhil edildi. Hastalar 10 yaş ve altı ile 11-16 yaş arası olmak üzere iki gruba ayrıldı. Preoperatif değerlendirmede rutin hemogram, kan biyokimyası, tam idrar tetkiki ve idrar kültürü değerlendirildi. İdrar yolu enfeksiyonu mevcut olan vakalar antibiyoterapi sonrası idrar kültürü steril hale geldikten sonra opere edildi. Operasyon öncesi üriner sistem taş hastalığı açısından direkt üriner sistem grafisi (DÜSG), üriner sistem ultrasonografisi ve intravenöz pyelografi (İVP) değerlendirildi. Radyasyon değerleri göz önünde bulundurularak, mutlak bir zorunluluk olmadıkça bilgisayarlı tomografi planlanmadı.

Perkütan nefrolitotomi işlemleri genel anestezi altında yapıldı. Hastaların, supin pozisyonda yaş grubuna uygun olarak 9,5, 11 ya da 13 Fr. pediatrik sistoskoplar eşliğinde mesane ve üreter orifisleri değerlendirildi, işlem uygulanacak üreter orifisine 4 ya da 5 Fr. üreter kateteri C kollu floroskopi eşliğinde takılarak üretral foley katetere tespit edildi. Bu işlem sonrasında hastalar prone pozisyona alınarak floroskopi eşliğinde chiba iğnesi ile pelvikaliksiyel sisteme giriş sağlandı. Floroskopi sırasında minimal radyoaktif doz süresi, miktarı ve sayısı göz önünde bulunduruldu. Vakaların testis ya da overleri üzerine gelecek şekilde kurşun materyaller örtüldü. Amplatz renal dilatör setiyle 22 F'ye kadar dilatasyon sağlandı. Pediatrik nefroskop ve pnömotik litotriptör yardımı ile taşlar kırıldı. İşlem sonrası renal kılıf içerisinde gerek görülen vakalarda nefrostomi kateteri yerleştirildi. PNL sonrası 4 mm'den küçük taşlar, klinik önemsiz taş rezidüleri olarak kabul edildi.

BULGULAR

Mart 1998-Aralık 2014 tarihleri arasında, 16 yılda toplam erişkin ve pediatrik yaş grubunda 3003 perkütan nefrolitotomi işlemi yapıldı. Bu hastalardan 208 tanesi pediatrik hasta grubunu oluşturmaktaydı. Bu hastalara, biri bilateral olmak üzere toplam 210 renal ünite PNL işlemi uygulandı. Hastaların 10 yaş ve altı grupta yaş ortalaması 5,5 (8 ay-10 yaş), 10 yaş ve üzeri grupta ise 13,47 (11-16 yaş) olarak saptandı. On yaş ve altındaki hastaların 65'i (%58,55) erkek, 46'sı (%41,45) kız iken bu oran 10 yaş üstünde ise sırasıyla 48 (%49,48) ve 49 (%50,51) idi. Ameliyat öncesi herhangi bir zamanda taş düşürme öyküsü 10 yaş ve altındaki grupta 11 hastada (%9,90) mevcut iken 10 yaş üstünde de 11 hastada (%11,34) mevcuttu. On yaş ve altı grupta 98 işlemde (%87,5) tam taşsızlık sağlanırken, 13 işlemde (%12,5) klinik olarak önemsiz rezidüel fragmanlar (CIRF) kaldı. Diğer gruptaki işlemlerde sırasıyla 88 (%89,79) ve 9 (%10,2) operasyonda rezidüel fragman bulundu. On yaş ve altı grupta 1 hastaya tubeless PNL yapıldı. Her iki grupta da 1'er vakada transfüzyon gerektiren kanama, 10 yaş ve altı grubunda 1, 11-16 yaş arası grupta da 2 hastada DJ stent takılmasını gerektiren trakt sızdırması meydana geldi. Başka organ yaralanması olmadı (Tablo 1).

Tablo 1. On yaş altı ve üzeri PNL sonuçları

	10 yaş ve altı	11-16 yaş arası
Hasta sayısı	111	97
Spontan taş düşürme öyküsü	11 (%9,9)	11 (%11,34)
Sağ PNL sayısı	55 (%49,1)	49 (%50)
Sol PNL sayısı	55 (%49,1)	47 (%47,95)
Bilateral PNL sayısı	1 (%0,9)	1 (%1,03)
Tubeless PNL yapılan	1 (%0,9)	0 (%0)
Tam taşsızlık sağlananlar	98 (%87,5)	88 (%89,79)
CIRF tespit edilen hastalar	13 (%12,5)	9 (%10,2)
Kanama	1	1
DJ stent takılması	1	2

PNL: perkütan nefrolitotomi; CIRF: klinik olarak önemsiz rezidüel fragmanlar

TARTIŞMA

Son yıllarda üriner sistem taş hastalığı insidansı tüm dünyada ve ülkemizde giderek artmaktadır. Pediatrik yaş grubundaki beslenme bozuklukları, teknolojik ilerlemeye paralel olarak gelişen sedanter yaşam ve metabolik hastalıkların varlığı taş oluşumunda etkilidir. Çocukluk çağı taş hastalığı gelişmekte olan ülkelerde %5-15 oranında saptanırken, gelişmiş ülkelerde bu oran %1-5 arasında görülmektedir (2). Ülkemiz coğrafyası itibarı ile endemik taş hastalığı görülen ülkeler arasında yer almaktadır. Özellikle doğu ve güneydoğu anadolu bölgelerimizdeki iklim özellikleri taş sıklığını artırmaktadır. Pediatrik yaş grubunda yeni doğan döneminden çocukluk çağının son dönemlerine doğru taşların lokalizasyonu böbrek içerisinde üreterlere doğru yer değiştirmektedir (3). On yaş altı üriner sistem taş hastalıklarının erkeklerde, 10 yaş üzerinde ise kızlarda daha sık görüldüğü belirtilmektedir (4). Buna karşın pediatrik yaş grubunda erkek ve kız çocuklarında eşit oranda üriner sistem taş hastalığı saptanmaktadır (5). Bizim kliniğimizin coğrafik konumundan dolayı endemik bir bölgede yer alması, pediatrik yaş grubundaki taş hastalığının başlıca sebeplerinden birisidir. Literatür bilgilerine paralel olarak kliniğimizde böbrek taşı tanısı PNL yapılan hastalar incelendiğinde 10 yaş altı grupta erkek hasta daha sık görülürken, 10 yaş üstü grupta kız hasta daha fazladır.

Çocukluk çağı üriner sistem taş hastalıklarının tedavisinde ilk olarak medikal tedavi uygulanması, ardından taştan arındırma ve sonrasında hastanın uzun süre taşsız kalmasını sağlama gibi basamaklar uygulanmalıdır. Uygun hastalarda takip, taş boyutuna ve kliniğe göre gerektiğinde medikal ekspulsif tedavi ilk seçenekler olabilmektedir.

Minimal invaziv tedavi yöntemlerinin başında vücut dışı şok dalgası tedavisi (ESWL) gelmektedir. Özellikle 10 mm'nin altındaki taşlarda ilk tedavi seçeneğidir (6). Ancak çocukluk çağındaki büyüme eğrisi göz önüne alındığında, ESWL uygulanan pediatrik yaş grubu taş hastalarının her bir uygulama için genel anestezi alması ve radyasyona maruz kalması söz konusudur. Özellikle ESWL'ye bağlı komplikasyonların en başta gelen sebebi artan taş yüküdür (7). Bu yüzden taş boyutunun arttığı vakalarda ESWL kararı verirken, yetişkin hastalara nazaran daha dikkatli davranılmalıdır.

Son yıllarda teknolojik ilerlemelere paralel olarak böbrek taşı tedavisinde retrograd intra renal cerrahi (RIRC) uygulanmaya başlanmıştır. 2007 yılından itibaren bu sıklığın giderek arttığı gözlenmektedir (8). Özellikle böbrek alt pol taşlarında ESWL'ye üstün olduğu düşünülmektedir. Ancak gelişmekte olan bir yöntem olması, ülkemizdeki yaygınlığının hala yeterli düzeyde olmaması, buna bağlı olarak deneyimin istenen düzeye henüz ulaşmaması, kullanılan fleksible üreterorenoskopların ömürlerinin kısıllığı ve üretral kılıf kullanılmayan veya sürekli drenajın sağlanmadığı vakalarda böbrek içi basıncın artmasına sekonder gelişen komplikasyonlar gibi dezavantajları mevcuttur. RIRC umut vaat eden bir yöntem olmasına rağmen, özellikle 15 mm üstündeki taşlarda taşsızlık oranları belirgin olarak azalmaktadır (9). Bu yüzden özellikle 15 mm üzeri ve staghorn taşlarda PNL ilk tercih edilmesi gereken tedavi yöntemidir.

İlk pediatrik PNL operasyonu 1985 yılında uygulanmıştır (10). Bu tarihten itibaren ilerleyen teknoloji ve artan deneyimle beraber PNL, özellikle açık cerrahi yöntemin yerini almıştır. Her yaşta uygulanabilir olması, taşsızlık oranlarının yüksekliği ve yara iyileşmesinin açık cerrahiye nazaran belirgin olarak hızlı olması en önemli avantajlarıdır. Özellikle 15 mm üzeri boyutta, böbrek alt pol yerleşimli, ESWL ya da RIRC'nin başarısız olduğu ve beraberinde ek olarak infundibulum darlığı gibi anatomik problemlerin yer aldığı taş olgularında PNL, ilk basamak tedavi yöntemini oluşturmaktadır. Tek seanstaki taşsızlık oranları literatüre bakıldığında %87'lerden %98'lere kadar değişmektedir (11). Bizim çalışmamızda da 10 yaş altında ve üzerinde literatürle uyumlu taşsızlık oranları yakalanmıştır. Çocukluk çağına vakaların erken dönemde hızlı nüks etmesi ve takipleri boyunca rekürrens görülme olasılığının yetişkinlere nazaran daha fazla olması sebebi ile tam taşsızlık büyük önem taşımaktadır. Lao ve ark. (12) yaptığı bir çalışmada, nüks oranları %55 düzeylerinde saptamıştır. Bu yüzden rezidüel taşların azlığı pediatrik taş olgularında PNL yönteminin temelini oluşturmaktadır. On yaş altında %12,5 ve 10 yaş üzerinde %10,2 kabul edilebilir değerler olarak düşünülmektedir. Bu grup hastaların nüks açısından bilgilendirilmeleri ve takipteki kontrol aralıklarının yetişkinlere göre daha sık olması önem arz etmektedir. Preoperatif ve postoperatif böbrek dokusundaki skar varlığı karşılaştırıldığında PNL yapılan pediatrik olgularda yeni skar oluşumu izlenmemiştir (13). Bu yüzden gelişim çağındaki böbrek dokusunu korumak adına PNL güvenli bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak tam taşsızlık oluşturmak için, operasyon süresinin uzaması beraberinde artan komplikasyon oranları ile karşıımıza çıkmaktadır (14). PNL yönteminin majör komplikasyonlarının başında organ yaralanmaları gelmektedir. Kanama, idrar kaçığı ve idrar yolu enfeksiyonu görülebilecek diğer komplikasyonlardır. Böbrek dokusuna yapılan giriş sayısı, her bir girişteki dilatasyon miktarı ve operasyon süresi bu riskleri arttırmaktadır. Özellikle 20-22 Fr. dilatasyonlar optimal olarak kabul edilmektedir. Buradaki cut-off değer 24 Fr.'dir (15). Yapılan çalışmalarda 14 Fr. dilatasyon yapılan hastalarda kanama ve majör komplikasyon görülme olasılığının belirgin olarak az olduğu belirtilmiştir (16). Bu gibi çalışmalar dilatasyon derecesindeki azalmanın paralel olarak komplikasyon oranlarında azalmaya yol açtığını gösterirken, aynı zamanda operasyon süresinin uzadığı ve göreceli olarak taşsızlık oranlarını artabildiği de göz önünde bulundurulmalıdır. Biz kendi kliniğimizde artan deneyimle birlikte 22 Fr. dilatasyon miktarının etkinlik ve güvenilirlik açısından uygun olduğunu düşünmekteyiz. Bu sebepler özellikle 10 yaş ve üzeri PNL vakalarımızda daha yüksek taşsızlık oranları

ve daha az rezidüel taş varlığı sonuçlarımızın olduğunu düşünmekteyiz. Ancak 10 yaş altı grup, pelvikaliksiyel sistem dilatasyon derecesinin belirlenmesinde böbrek yapısının ve taş boyutunun düşünülerek karar verilmesi gerektiği inancındayız. Her iki yaş grubunda da PNL'ye bağlı kan transfüzyonu gereksinimi, dj stent takılması ihtiyacı ve organ yaralanması sonuçlarımızın, 96 merkezli bir çalışmada yapılan PNL komplikasyon oranları ile karşılaştırıldığında (17) ortaya çıkan sonuçlar 22 Fr. dilatasyonun uygulanabilir olduğunu desteklemektedir. Ancak erişkin aletlerle yapılan PNL operasyonlarında daha yüksek komplikasyon oranlarının görülebileceği, taşsızlık oranlarını daha fazla artmayacağı ve özellikle 7 yaş altı hastalarda ciddi komplikasyonlarla karşılaşılabilmesi akıldan bulundurulmalıdır (18). Günümüzde giderek artan teknoloji ve deneyime paralel olarak pediatrik olgularda mini, ultra mini ve mikro PNL gibi yöntemler uygulanmaya başlanmıştır. Bu gelişmelerde PNL yönteminin pediatrik yaş grubunda son derece önemli ve etkili bir tedavi yöntemi olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Pediatrik yaş grubu üriner sistem taş hastalarının tipik semptomlarla başvuru oranlarının daha az olması, beraberinde daha çok metabolik ve anatomik hastalık barındırmaları, gelişmekte olan vücut yapısının radyoaktif ışınlarla daha hassas olması, peroperatif majör komplikasyonların daha sık görülebilmesi, komplikasyonlara daha az toleranslarının bulunması, postoperatif dönemde taşsızlık oranlarının düşüklüğü durumunda hızlı nüks etmeleri gibi birçok faktör sebebi ile bu yaş grubunda planlanan PNL operasyonlarının bu konuda deneyimli kliniklerde yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

Etik Komite Onayı: Yazarlar çalışmanın World Medical Association Declaration of Helsinki "Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects", (amended in October 2013) prensiplerine uygun olarak yapıldığını beyan etmişlerdir.

Hasta Onamı: Retrospektif bir çalışma olup, hasta onamı yoktur.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – H.Ç.; Tasarım – R.A.; Denetleme – C.T.; Kaynaklar – C.E.; Malzemeler – A.Ç.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – C.E.; Analiz ve/veya Yorum – H.Ç, A.Ç.; Literatür Taraması – C.E.; Yazıyı Yazan – C.E., H.Ç.; Eleştirel İnceleme – R.A., C.T.; Diğer – A.Ç., C.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: Authors declared that the research was conducted according to the principles of the World Medical Association Declaration of Helsinki "Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects", (amended in October 2013).

Informed Consent: This study is a retrospective study, there is not patient consent.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – H.Ç.; Design – R.A.; Supervision – C.T.; Resources – C.E.; Materials – A.Ç.; Data Collection and/or Processing – C.E.; Analysis and/or Interpretation – H.Ç, A.Ç.; Literature Search – C.E.; Writing Manuscript – C.E., H.Ç.; Critical Review – R.A., C.T.; Other – A.Ç., C.T.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared by the authors.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

1. Sarica K, Eryildirim B, Yencilek F, Kuyumcuoglu U. Role of overweight status on stone-forming risk factors in children: A prospective study. *Urology* 2009; 73: 1003-7. [\[CrossRef\]](#)
2. Straub M, Strohmaier WL, Berg W, Beck B, Hoppe B, Laube N, 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: 309-23. [\[CrossRef\]](#)
3. Kalorin CM, Zabinski A, Okpareke I, White M, Kogan BA. Pediatric urinary stone disease--does age matter? *J Urol* 2009; 181: 2267-71. [\[CrossRef\]](#)
4. Önen A. Çocuklarda üriner sistem taş hastalığı. *Çocuk Cerrahisi Dergisi* 2013; 27: 8-32.
5. Bal A, Şahudak Bal Z, Alparslan C, Yavaşcan Ö, Anıl M, Anıl AB, ve ark. Çocukluk çağı üriner sistem taş hastalığında etiyolojik faktörler ve tedavi. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2013; 33: 1127-32. [\[CrossRef\]](#)
6. Preminger GM, Tiselius HG, Assimos DG, Alken P, Buck C, Gallucci M, et al. 2007 guideline for the management of ureteral calculi. *J Urol* 2007; 178: 2418-34. [\[CrossRef\]](#)
7. D'Addessi A, Bongiovanni L, Racioppi M, Sacco E, Bassi P. Is extracorporeal shock wave lithotripsy in pediatrics a safe procedure? *J Pediatr Surg* 2008; 43: 591-6. [\[CrossRef\]](#)
8. Salerno A, Nappo SG, Matarazzo E, De Dominicis M, Caione P. Treatment of pediatric renal stones in a Western country: a changing pattern. *J Pediatr Surg* 2013; 48: 835-9. [\[CrossRef\]](#)
9. El-Hout Y, Elnaeema A, Farhat WA. Current status of retrograde intrarenal surgery for management of nephrolithiasis in children. *Indian J Urol* 2010; 26: 568-72. [\[CrossRef\]](#)
10. Woodside JR, Stevens GF, Stark GL, Borden TA, Ball WS. Percutaneous stone removal in children. *J Urol* 1985; 134: 1166-7.
11. Smaldone MC, Corcoran AT, Docimo SG, Ost MC. Endourological management of pediatric stone disease: Present status. *J Urol* 2009; 181: 17-28. [\[CrossRef\]](#)
12. Lao M, Kogan BA, White MD, Feustel PJ. High recurrence rate at 5-year followup in children after upper urinary tract stone surgery. *J Urol* 2014; 191: 440-4. [\[CrossRef\]](#)
13. Samad L, Qureshi S, Zaidi Z. Does percutaneous nephrolithotomy in children cause significant renal scarring? *J Pediatr Urol* 2007; 3: 36-9. [\[CrossRef\]](#)
14. Dogan HS, Onal B, Satar N, Aygun C, Piskin M, Tanriverdi O, 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: 1035-40. [\[CrossRef\]](#)
15. Kapoor R, Solanki F, Singhania P, Andankar M, Pathak HR. Safety and efficacy of percutaneous nephrolithotomy in the pediatric population. *J Endourol* 2008; 22: 637-40. [\[CrossRef\]](#)
16. Bush WH, Brannen GE, Gibbons RP, Correa RJ Jr, Elder JS. Radiation exposure to patient and urologist during percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 1984; 132: 1148-52.
17. Guven S, Frattini A, Onal B, Desai M, Montanari E, Kums J, et al. Percutaneous nephrolithotomy in children in different age groups: data from the Clinical Research Office of the Endourological Society (CROES) Percutaneous Nephrolithotomy Global Study. *BJU Int* 2013; 111: 148-56. [\[CrossRef\]](#)
18. Gunes A, Yahya Ugras M, Yilmaz U, Baydinc C, Soylu A. Percutaneous nephrolithotomy for pediatric stone disease--our experience with adult-sized equipment. *Scand J Urol Nephrol* 2003; 37: 477-81. [\[CrossRef\]](#)