

ÜROLOJİK CERRAHİDE LAZER KULLANIMI | THE USE OF LASER IN UROLOGIC SURGERY

Çocuk Ürolojisinde Lazer Uygulamaları

Applications of Laser in Pediatric Urology

Ersagun Karagüzel

Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Trabzon

Özet | Abstract

Ürolojide lazer kullanımı yeniliklere açık güncel konulardan birisidir. Erişkinlerde farklı endikasyonlarda lazer kullanımının artmasıyla beraber, çocuk ürolojisinde lazer kullanımı gündeme gelmiştir. Günümüzde çocuk ürolojisinde lazer sıklıkla üriner sistem taş hastalığının tedavisinde kullanılmaktadır. Lazerin; üreter ve üreteropelvik bileşke darlıklarında, üretra darlıkları ve atrezilerinde, posterior üretral valv ve üreterosel tedavisinde, hipospadias cerrahisinde, augmentasyonlarda, hemorajik sistit ve hemanjiomların tedavisinde de kullanımıyla ilgili yeni klinik çalışmalar mevcuttur. Lazerin gelişmeye açık bu yeni kullanım alanları ile ilgili uzun süreli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Lazer, taş tedavisi, darlıklar, posterior üretral valv, üreterosel

Use of laser light in urology is a current topic which is open to innovations. The increasing use of lasers with different indications in adults has been accompanied by the use of laser in pediatric urology. Today, laser in the pediatric population is often used in the treatment of urinary tract stone disease. On the other hand, laser has been used in recent clinical studies about the treatment of ureter and ureteropelvic junction obstructions, urethral strictures and atresia, ureterocele and posterior urethral valves, hypospadias surgery, augmentation, hemorrhagic cystitis and hemangiomas. Long-term clinical studies are needed related to new developing indications of lasers.

Key words: Laser, stone therapy, strictures, posterior urethral valve, ureterocele

Tek renkli, oldukça düz, yoğun ve aynı fazlı paralel dalgalar halinde hareket eden yüksek güçlü ışık demetine lazer denir. Lazer kelimesi "Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation" cümlesinin baş harflerinden oluşmaktadır. Lazer 1960 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Theodore H. Maiman tarafından keşfedilmiştir.(1)

Normal ışık dalga boyları muhtelif, rengarenk, yani farklı faz ve frekansa sahip dalgalardan meydana gelir. Lazer ışığı ise yüksek genlikli, aynı fazda, birbirine paralel, tek renkli, hemen hemen aynı frekanslı dalgalardan oluşur. Lazerin önemi yüksek frekansta olması ve ışık frekansının hassas bir şekilde kontrol edilebilmesidir.

Pediyatrik ürolojide lazer en sık olarak üriner sistem taşlarının tedavisinde kullanılmaktadır. Üriner sistem taşlarının tedavisinin dışında üreteropelvik bileşke, üreter ve üretra darlıklarının tedavisinde, posterior üretral valvlerin ablasyonunda, augmentasyon ameliyatlarında, üreterosel, pediyatrik hemorajik sistit ve hemanjiomların tedavisinde de kullanılmaktadır.

Taş Tedavisi

Pediyatrik taş hastalığı erişkinlere göre daha nadir görülen bir durumdur. Gelişmiş ülkelerde insidansı %2-3 olmasına rağmen, geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde nispeten daha yaygın bir hastalıktır.(2)

Çocuk taş hastalığının tedavisinde, daha küçük çapta endoskopik aletlerin geliştirilmesi ile beraber endoskopik taş tedavisi daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Birçok merkezde pediyatrik taş tedavisinde üreterorenoskopi birinci basamak tedavi olarak kullanılmaktadır.

Üreterorenoskopik litotripsi işlemi sırasında taşların kırılması amacıyla güç kaynağı olarak pnömotik, elektrohidrolik, ultrasonik, pnömotik-ultrasonik kombinasyonu ve lazer kullanılmaktadır. Holmiyum: yttrium-aluminum-garnet (Ho: YAG) lazer ürolitiaziste en sık tercih edilen lazer türüdür. Ho: YAG lazer, 2140 nanometre dalga boyunda, 350 mikro saniyelik atım süresine ve atım başına 0,2 ile 2 jul enerji skalasına sahip, suda hızlı absorbe olabileme özelliğine sahip bir lazer türüdür. Yumuşak dokudaki termal etkinliği 0,4 mm olup, sualtı ortamda hızla absorbe olabildiğinden endoskopik cerrahide güvenle kullanılmaktadır.(3, 4)

Pediyatrik hastalarda taş tedavisinde kullanılan üreterorenoskopların çalışma kanalları, erişkin renoskoplara göre daha düşük çaptadır. Bu yüzden litotripsi işlemi sırasında düşük çaplara uyumluluğu nedeniyle lazer litotriptörler tercih edilmektedir. Lazer litotriptörler arasında bu endikasyonda en etkili ve en güvenli olan Ho: YAG lazerdir. Lazer litotriptörlerin diğer litotripsi yöntemlerine göre bazı avantajları mevcuttur. Şok dalgası yaratmaması sayesinde taş

kirma işlemi sırasında istenilmeyen bir durum olan taşın geri kaçma ihtimali daha azdır.(5) Elektrohidrolik, pnömotik litotriptörler ve diğer lazer türleri ile karşılaştırıldığında taşları daha küçük parçalara ayırdığı tespit edilmiştir.(6) Ayrıca lazer problemleri küçük kalibrasyonda ve fleksibl olan aletlere daha uygundur. Holmiyum lazer kullanımının dezavantajı ise kullanılan lazer problemlerinin maliyetinin yüksek olmasıdır. Lazer problemlerinin yüksek maliyeti sterilize edilerek tekrar kullanılmaları yoluyla bir miktar azaltılabilmektedir.

Endoskopik tekniklerde ve enstrumantasyondaki gelişmeler, klinik tecrübedeki artış ve endourolojinin yaygınlaşması üreterorenoskopik prosedürlerin etkinliğini arttırmış ve morbiditesini düşürmüştür. Çocuklarda taş hastalığının tedavisinde üreterorenoskopinin ve lazerin etkin ve başarılı kullanımı birçok çalışmada bildirilmiştir.(7-10)

Smaldone ve arkadaşları 100 hastalık taş hastalığı olan pediatrik üreterorenoskopi serilerinde ilk seansta %91'lik, böbrek alt pol taşlarında ise %71'lik taşsızlık oranı bildirmişlerdir.(11) Kurzrock ve arkadaşları 19 taşı bulunan 17 çocuğu üreterorenoskopi ve lazer litotripsi ile tedavi ettikleri çalışmalarında, bir olguda üreteral dilatasyon ve beş olguda işlem sonrası üreteral stent konulması gerektiğini ve taşsızlık oranının %100 olduğunu sunmuşlardır.(12) Al-Busaidy ve arkadaşları üreter taşı olan 26 çocukta 28 üreterorenoskopik lazer tedavisi yaptıkları çalışmalarında, taşsızlık oranlarını %92 olarak bildirmişlerdir.(13) 8F semirigid üreterorenoskop ile beraber lazeri 0,6-1,4 J güç ve 6-10 Hz frekansta kullanmışlardır. Minevich ve arkadaşları endoskopik litotripsi yaptıkları 65 çocuk içeren serilerinde, %98 başarı oranı bildirmişlerdir.(14) Yapanoğlu ve arkadaşları ise çocuk distal üreter taşlarının tedavisinde pnömotik litotripsi ile Ho: YAG lazeri karşılaştırdıkları 36 hastalık çalışmalarında, Ho: YAG lazerin genel başarı oranını %100, pnömotik litotriptörün ise %81,8 olarak göstermişlerdir. Komplikasyon oranının, operasyon ve hospitalizasyon süresinin Ho: YAG lazer grubunda daha kısa olduğunu saptamışlardır.(15) Thomas ve arkadaşları renal pelvis, proksimal, orta ve distal üreter taşları olan 29 prepubertal çocuğu üreterorenoskopi ve lazer litotripsi kullanarak tedavi etmişlerdir. Sekiz hastada üreteral orifiste balon dilatasyon yapılması gerekmiştir. İlk girişim sonrası tüm orta ve distal üreter taşları başarı ile tedavi edilerek 29 hastada %88'lik taşsızlık oranı elde etmişlerdir. Üç proksimal üreter taşında ve bir renal pelvis taşında ek girişim gerekli olmuştur.(16)

Üreter Darlıkları, Üretra Darlıkları ve Atrezileri Tedavisi

Ürolojik darlıkların minimal invaziv tedavisinde soğuk bıçak ile kesme, elektrokoter ve farklı lazer tiplerinin kullanılması gibi birçok tedavi seçeneği mevcuttur. Soğuk bıçak ile yapılan kesi sonrası çevre dokularda herhangi bir termal hasar olmamakla beraber, striktürlerin tekrarına neden olan mekanik bir hasar oluşabilmektedir. Elektrokoter ise çevre sağlam dokuda skar dokusu ve tekrarlayan striktürlerin olu-

şumuna neden olabilecek ciddi termal hasar oluşturmaktadır. Lazer tipleri olarak CO₂, potasyum titanil fosfat (KTP), Neodymium: yttrium-aluminum-garnet (Nd: YAG), argon ve ekzimer lazer gibi değişik tipte lazer türleri tedavide kullanılmıştır. Bu lazer türleriyle yapılan tedaviler sonrasında çevre dokuda yaptıkları muhtemel ciddi termal hasara bağlı olarak yine skar oluşumu ve rekürrensler tespit edilmiştir. Ho: YAG lazer ise elektrokoter ve diğer lazer türleri ile karşılaştırıldığında daha az termal hasara sebep olmakta ve hem insizyonda hem de vaporizasyonda daha üstün özellikler göstermektedir. Ho: YAG lazerin doku penetrasyonu 0,5 mm'den daha azdır ve dokuda yaptığı koagülasyon ve nekroz 3-4 mm ile sınırlıdır. Yumuşak dokular, Ho: YAG lazer ile karbonizasyon olmadan vaporize edilerek, sualtı ortamda etkin bir şekilde kesilebilmektedir.(4, 5)

Futao ve arkadaşları 25'i üretral darıklı ve 3'ü üretral atrezili 28 hastalık serilerinde Ho: YAG lazer kullanarak, internal üreterotomi yapmışlar ve bu hastaları iki ay ile dört yıl arasında takip etmişlerdir.(17) Hastaların %89'unda ilk tedavi girişimi sonrası herhangi bir komplikasyon olmaksızın başarılı sonuçlar alınmıştır. Üretral atrezisi olan iki hastada ve uzun bir dar segmenti olan bir hastada ise postoperatif stenoz gelişmiştir. Faerber ve arkadaşları ise daha önce soğuk bıçak kullanılarak başarısız internal üreterotomi geçirmiş veya üretral darlık nedeniyle seri üretral dilatasyon yapılmış 12 erkek çocuk hastada, Nd: YAG lazer kullanarak endoskopik internal üreterotomi yapmışlardır. Yaklaşık oniki aylık takip süresi boyunca hastalarda %83 başarı oranı bildirmişlerdir.(18) Sofer ve arkadaşları üreteral striktürü olan dört hastadan birinde 6,5 F semirigid renoskopi retrograd olarak, üçünde de 7,5 F fleksible renoskopi antegrad olarak holmiyum lazer ile endoüreterotomi yapmışlardır.(19) Hastaların ortalama 25 aylık takiplerinde herhangi bir rekürrens olmadığını ve bu yöntemin düşük komplikasyon oranlarıyla başarılı ile uygulanabileceğini ifade etmişlerdir.

Üreteropelvik Bileşke Darlık Tedavisi

Üreteropelvik bileşke darlıklarının tedavisinde açık cerrahi %90-%100 başarı oranları ile standart tedavi metodu olmuştur. Fakat açık cerrahi tedavide yapılan insizyon, cerrahi sonrası ağrı ve uzamış nekahat dönemi son yirmi yılda minimal invaziv tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine ve klinik kullanıma girmesine neden olmuştur. Lazer kullanılarak yapılan endopyelolotomi de bu yöntemlerden birisidir.

Pediatrik hasta grubunda görülen üreteropelvik darlığın endoskopik tedavisinde lazer kullanımı ile ilgili sınırlı çalışma mevcuttur. Minevich ve arkadaşları oniki yaş ve altında rijid ve fleksible üreterorenoskopi endoskopik tedavi yaptıkları 71 hastanın, 3'üne üreteral striktür ve 6'sına da üreteropelvik bileşke darlığı olması nedeniyle Ho: YAG lazer ile endopyelolotomi yapmışlardır.(8) Bu hastaların takiplerinde sadece bir olguda tekrarlayan üreteral striktür gelişmiş ve bu olgu da endoskopik olarak başarılı bir şekilde tedavi edilmiştir. Sofer ve arkadaşları beşi daha önce başarısız açık

dismembered pyeloplasti operasyonu geçirmiş altı çocuk hastaya, semirigid üreterorenoskop kullanarak Ho: YAG lazer ile endopyelotomi yapmışlardır. Ortalama onaltı aylık takip süresi sonrasında tüm olgularda başarılı sonuçlar bildirmişlerdir.(19)

Posterior Üretral Valv Tedavisi

Posterior üretral valvler (PUV) erkek çocuklarda en sık görülen konjenital mesane çıkım obstrüksiyonu nedenidir ve adölesans öncesi %25-%30 olguda böbrek yetmezliğine neden olmaktadır.(20-23) PUV tedavisinde birçok cerrahi tedavi seçeneği olmakla beraber, tedavide esas primer valv ablasyonu.(21, 22, 24) Direkt görüş altında değişik tedavi modaliteleriyle valvin endoskopik ablasyonu yaygın olarak tercih edilen ve kullanılan tedavi yöntemidir.(21, 22, 25-29) Nd: YAG lazerin PUV tedavisinde kullanılmaya başlanması önemli bir gelişmeye neden olmuştur. Lazer enerjisinin derin dokulara kadar ilerlememesi ve derin dokularda hasar oluşturmaması nedeniyle, elektrokoter kullanımı sırasında karşılaşılan korpus spongiozum derin doku yaralanmaları görülmez.(30-32) Tanımlanabildiği en erken evrede PUV'un lazer kullanılarak rezeksiyonu güvenli ve etkili bir yöntemdir.

Stuhldreier ve arkadaşları yaşları yedi gün ile yedi yaş arasında değişen ve PUV mevcut olan 7 olguda 7,5-10 Fr kalınlıktaki sistoskoplara Nd: YAG lazer kullanarak valv rezeksiyonu yapmışlardır.(33) İki yıllık takip süreleri boyunca, hastaların hiçbirinde tekrarlayan üretra darlığı, valv artıkları ya da işeme problemleri tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Lazer ile rezeksiyonun düşük çalışma kanalı kullanabilme, valvin geniş bir şekilde rezeke edilebilmesi, güvenli olması ve çevre dokulara zarar vermemesi avantajlarını vurgulamışlardır. Bhatnagar ve arkadaşları yaşları üç ay ile dokuz yaş arasında değişen 23 olguda Nd: YAG lazer ile PUV ablasyonu yapmışlardır.(29) Hastaların takiplerinde herhangi bir komplikasyon gelişmediğini ve iyi bir idrar akışına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Hastaların yapılan kontrollerinde sadece dört olguda rezidüel valve rastlamışlar ve bunlara da lazer ile başarılı bir şekilde fulgurasyon uygulamışlardır.

Üreterosel Tedavisi

Günümüzde artan sayıda hastaya prenatal ultrasonografi ile tespit edilen hidronefroz ile üreterosel tanısı konulmaktadır. Üreteroselin tedavisinde yıllar içerisinde komplike açık cerrahi tedaviden, minimal invaziv endoskopik tedaviye doğru önemli bir değişiklik olmuştur. Endoskopik tedavi özellikle tek sistemli ve intravezikal üreterosellerde, ikinci bir cerrahi tedaviye olan ihtiyacı azalttığı için birinci basamak tedavi olarak önerilmektedir.(34, 35) Endoskopik dekompresyon işlemi soğuk bıçakla, stile ile delme şeklinde veya elektrokoter ile yapılmaktadır. Chertin ve arkadaşları 34 hastalık serilerinde üreteroseli primer endoskopik olarak soğuk bıçak, elektrokoter ve stile ile dekompresyon

etmişler ve olguların %94'ünde komplet dekompresyon bildirmişlerdir.(36)

Üreteroselin endoskopik dekompresyonunda kullanılan alternatiflerden birisi de lazerlerdir. Çocuklarda üreterosel tedavisinde transüretral olarak Ho: YAG lazer kullanılmaktadır. Jankowski ve arkadaşları neonatal dönemdeki 4 olguda transüretral olarak holmiyum lazer ile üreterosel dekompresyonu yapmışlardır. Büyük olan lazer fiberler (365 veya 550 mikrometre) ile yapılan dekompresyon işlemi başarılı olmuştur. Daha küçük olan lazer fiberi (200 mikrometre) ile yapılan dekompresyon işlemi ise başarısız olmuş ve 500 mikrometrelilik fiber ile tekrarlanması gerekmiştir.(37) Lazerin üreterosel dekompresyonunda başarı ile kullanılabileceğini, fiberlerin daha küçük olmasının yenidoğan döneminde avantaj sağladığını ve büyük çocuklara göre daha kontrollü ve doğru insizyon yapılabildiğini bildirmişlerdir.

Lazer Kullanılan Ek Tedavi Alanları

Lazer tedavisinin pediatrik hasta popülasyonunda kullanıldığı farklı alanlardan birisi de hipospadias cerrahisidir. Hipospadias cerrahisinde kullanılan üretral greftlerde büyüyen kılların ve kıl foliküllerinin ablasyonunda Ho: YAG lazer, CO2 lazer, Nd: YAG lazer etkili ve güvenli bir şekilde kullanılmaktadır.(37-41) Lazer, hipospadias cerrahisinde ek olarak doku yapıştırma amaçlı da kullanılmıştır. Kirsch ve arkadaşları yaptıkları çalışmada diyot lazer kullanılarak doku yapıştırılması ile konvansiyonel sütürasyonu karşılaştırmışlardır.(42) 138 olgunun 84'ünde standart sütürasyon tekniği, 54'ünde ise diyot lazer ile doku yapıştırılması uygulanmış ve hastalar ortalama bir yıl süre ile takip edilmişlerdir. Lazer kullanılan grupta yara iyileşmesi, striktür ve fistül oluşumu gibi komplikasyon oranlarının daha düşük olduğunu ve daha kolay uygulanabilir bir teknik olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak lazer tekniğinin kolay uygulanabilirliği ve düşük komplikasyon oranları nedeniyle alternatif bir metod olabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Pediatrik hemorajik sistit tedavisinde kullanılan alternatif tedavi modalitelerinden birisi lazer tedavisidir. Hemorajik sistit yüksek doz kemoterapi (siklofosamid gibi), hematopoetik kök hücre desteği uygulaması ve radyoterapi sonrasında gelişebilen önemli bir ürolojik komplikasyondur. Gweon ve arkadaşları siklofosamid tedavisi sonrasında gelişen hemorajik sistitli üç çocuk olguda Nd: YAG lazer kullanmışlardır. Majör hematürileri olan ve konservatif tedavi ile sonuç alınmayan bu hastalarda, kanama odakları endoskopik olarak Nd: YAG lazer ile iki tedavi seansı uygulanarak fulgure edilmiş ve hematürileri tamamen düzelmiştir. Hastaların onbir ile onsekiz aylık takiplerinde tekrar hematürileri veya herhangi başka bir semptomları olmamıştır.(43)

Lazer, pediatrik vasküler lezyonların tedavisinde kullanılan tedavi yöntemleri arasındadır. Çocuk hastalarda en sık karşılaşılan vasküler lezyonlar hemanjiomlar ve porto şarabı lekeleridir.(44) Kennedy ve arkadaşları peniste, skrotumda, üretrada, mesanede ve vajende çok sayıda hemanjiom-

ları olan ve tekrarlayan kanamaları olan üç çocuk hastanın tedavisinde potasyum trifosfat lazer kullanmışlardır. Lazer tedavisine bağlı herhangi bir kanama meydana gelmemiş ve takip ürogenital ve sistoskopik muayenelerinde hemanjiomlarda komplet obliterasyon ya da belirgin küçülme tespit etmişlerdir.(45)

Lazer, mesane kapasitesini büyütme amacıyla uygulanan otoaugmentasyonlarda detrusorotomi amacıyla da kullanılmaktadır. Poppas ve arkadaşları myelodisplazisi ve medikal tedaviye cevap vermeyen yüksek basınçlı nörojenik mesanesi olan iki çocukta lazer kullanarak laparoskopik mesane otoaugmentasyonu yapmışlardır. Detrusorotomi işleminde KTP-532 lazer kullanılan bu yöntemin, açık augmentasyona göre daha kolay ve daha az morbiditeye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Fakat erken evrede bu olgularda semptomlarda iyileşme tespit edilse de, ilerleyen dönemde inkontinas şikayetlerinin tekrarı ve azalan kompliyans nedeniyle enterosistoplasti operasyonu yapılması gerekmiştir.(46) De Badiola ve arkadaşları yaptıkları farklı bir çalışmada sigmoid sistoplasti yaptıkları 26 çocuk hastada mukus oluşumu, metabolik anormallikler ve perforasyonu engellemek amacıyla, kullanılan sigmoid kolonun mukozasını argon lazer kullanarak ortadan kaldırmışlardır. Bu şekilde barsak mukozasını augmente edilen segmentten çıkartmışlardır. Klinik ve ürodinamik sonuçlar incelendiğinde argon lazer kullanımının postoperatif kanamayı ve rezidüel glandları engellediğini bildirmişlerdir.(47)

Sonuç olarak, ürolojik cerrahilerde lazer kullanım sıklığı ve endikasyon sayısındaki artışa paralel olarak çocuk ürolojisinde de lazer kullanımı her geçen gün artmaktadır. Çocuk ürolojisinde lazer kullanımı gelişmelere açık ve gelecek vaat eden bir çalışma alanıdır. Lazer ve enstrümantasyon teknolojisindeki yeni gelişmelerle beraber kullanım sıklığı daha da artacak ve farklı endikasyon alanları ortaya çıkabilecektir.

Kaynaklar

- Maiman TH. Stimulated Optical Radiation in Ruby. Nature 1960;187:493-4.
- Cohen TD, Ehreth J, King LR, Preminger GM. Pediatric urolithiasis: medical and surgical management. Urology 1996;47:292-303.
- Erhard MJ, Bagley DH. Urologic applications of the holmium laser: preliminary experience. J Endourol 1995;9:383-6.
- Johnson DE, Cromeens DM, Price RE. Use of the holmium: YAG laser in urology. Lasers Surg Med 1992;12:353-63.
- White MD, Moran ME, Calvano CJ, Borhan-Manesh A, Mehlhaff BA. Evaluation of retropulsion caused by holmium: YAG laser with various power settings and fibers. J Endourol 1998;12:183-6.
- Teichman JM, Vassar GJ, Bishoff JT, Bellman GC. Holmium: YAG lithotripsy yields smaller fragments than lithoclast, pulsed dye laser or electrohydraulic lithotripsy. J Urol 1998;159:17-23.
- Minevich E, Defoor W, Reddy P, et al: Ureteroscopy is safe and effective in prepubertal children. J Urol 2005;174:276-9.
- Raza A, Turna B, Smith G, et al: Pediatric urolithiasis: 15 years of local experience with minimally invasive endourological management of pediatric calculi. J Urol 2005;174:682-5.
- Sternberg K, Greenşeld SP, Williot P, et al: Pediatric stone disease: an evolving experience. J Urol 2005;174:1711-4.
- Wollin TA, Teichman JM, Rogenes VJ, et al: Holmium: YAG lithotripsy in children. J Urol 1999;162:1717-20.
- Smaldone MC, Cannon GM Jr, Wu HY, Bassett J, Polsky EG, Bellinger MF, Docimo SG, Schneck FX. Is ureteroscopy first line treatment for pediatric stone disease? J Urol 2007;178:2128-31.
- Kurzrock EA, Huffman JL, Hardy BE, Fugelso P. Endoscopic treatment of pediatric urolithiasis. J Pediatr Surg 1996;31:1413-6.
- Al-Busaidy SS, Prem AR, Medhat M, Al-Bulushi YH. Ureteric calculi in children: preliminary experience with holmium: YAG laser lithotripsy. BJU Int 2004;93:1318-23.
- Minevich E, Defoor W, Reddy P, Nishinaka K, Wacksman J, Sheldon C, Erhard M. Ureteroscopy is safe and effective in prepubertal children. J Urol 2005;174:276-9.
- Yapanoğlu T, Aydın HR, Aksoy Y, Özbey İ. Ureteroscopic management of distal ureteral stones in children: holmium:YAG laser vs. pneumatic lithotripsy. Turk J Med Sci 2009;39:623-8.
- Thomas JC, DeMarco RT, Donohoe JM, Adams MC, Brock JW 3rd, Pope JC 4th. Pediatric ureteroscopic stone management. J Urol 2005;174:1072-4.
- Futao S, Wentong Z, Yan Z, Qingyu D, Aiwu L. Application of endoscopic Ho:YAG laser incision technique treating urethral strictures and urethral atresias in pediatric patients. Pediatr Surg Int 2006;22:514-8.
- Faerber GJ, Park JM, Bloom DA. Treatment of pediatric urethral stricture disease with the neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser. Urology 1994;44:264-7.
- Sofer M, Binyamini J, Ekstein PM, Bar-Yosef Y, Chen J, Matzkin H, Ben-Chaim J. Holmium laser ureteroscopic treatment of various pathologic features in pediatrics. Urology 2007;69:566-9.
- Smith GH, Duckett JW. Urethral lesions in infants and children. In: Gillenwater JY, Grayhack JT, Howards SS, Duckett JW, editors. Adult and pediatric urology. 3rd ed. St Louis, Missouri: Mosby; 1996;2411-44.
- Chertin B, Cozzi D, Puri P. Long-term results of primary avulsion of posterior urethral valves using a Fogarty balloon catheter. J Urol 2002;168:1841-3.
- Farhat W, McLorie G, Capolicchio G, Khoury A, Bağli D, Merguerian PA. Outcome of primary valve ablation versus urinary tract diversion in patients with posterior urethral valves. Urology 2000;56:653-7.
- Ghanem MA, Wolffenbuttel KP, De Vylder A, et al. Long-term bladder dysfunction and renal function in boys with posterior urethral valves based on urodynamic findings. J Urol 2004;171:2409-12.
- Smith GH, Canning DA, Schulman SL, Snyder HM 3rd, Duckett JW. The long-term outcome of posterior urethral valves treated with primary valve ablation and observation. J Urol 1996;155:1730-4.
- Hendren WH. Posterior urethral valves in boys. A broad clinical spectrum. J Urol 1971;106:298-307.
- Duckett JW. Current management of posterior urethral valves. Urol Clin North Am 1974;1:471-83.
- Tank ES. Experience with endoscopic incision and open unroofing of ureteroceles. J Urol 1986;136:241-2.
- Nijman RJ, Scholtmeijer RJ. Complications of transurethral electro-incision of posterior urethral valves. Br J Urol 1991;67:324-6.
- Bhatnagar V, Agarwala S, Lal R, Mitra DK. Fulguration of posterior urethral valves using the Nd:YAG laser. Pediatr Surg Int 2000;16:69-71.

30. Hendren WH. Complications of urethral valve surgery. In: Smith RB, Skinner DG (eds): *Complications of Urologic Surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1976;303-35.
31. Crooks KK. Urethral strictures following transurethral resection of posterior urethral valves. *J Urol* 1982;127:1153-4.
32. Berlien HP, Müller G, Waldschmidt J. Lasers in pediatric surgery. *Prog Pediatr Surg* 1990;25:5-22.
33. Stuhldreier G, Schweizer P, Hacker HW, Barthlen W. Laser resection of posterior urethral valves. *Pediatr Surg Int* 2001;17:16-20.
34. Hagg MJ, Mourachov PV, Snyder HM, et al. The modern endoscopic approach to ureterocele. *J Urol* 2000;163:940-3.
35. Blyth B, Passerini-Glazel G, Camuffo C, Snyder HM 3rd, Duckett JW. Endoscopic incision of ureteroceles: intravesical versus ectopic. *J Urol* 1993;149:556-9.
36. Chertin B, Fridmans A, Hadas-Halpren I, Farkas A. Endoscopic puncture of ureterocele as a minimally invasive and effective long-term procedure in children. *Eur Urol* 2001;39:332-6.
37. Jankowski JT, Palmer JS. Holmium: yttrium-aluminum-garnet laser puncture of ureteroceles in neonatal period. *Urology* 2006;68:179-81.
38. Beiko D, Pierre SA, Leonard MP. Urethroscopic holmium:YAG laser epilation of urethral diverticular hair follicles following hypospadias repair. *J Pediatr Urol*. 2010;7:231-2.
39. Cohen S, Livne PM, Ad-El D, Lapidot M. CO2 laser desiccation of urethral hair post-penoscrotal hypospadias repair. *J Cosmet Laser Ther* 2007;9:241-3.
40. Singh I, Hemal AK. Recurrent urethral hairball and stone in a hypospadiac: management and prevention. *J Endourol* 2001;15:645-7.
41. Crain DS, Miller OF, Smith LJ, Roberts JL, Ross EV. Transcutaneous laser hair ablation for management of intraurethral hair after hypospadias repair: initial experience. *J Urol* 2003;170:1948-9.
42. Kirsch AJ, Cooper CS, Gatti J, Scherz HC, Canning DA, Zderic SA, Snyder HM 3rd. Laser tissue soldering for hypospadias repair: results of a controlled prospective clinical trial. *J Urol* 2001;165:574-7.
43. Gweon P, Shanberg A. Treatment of cyclophosphamide induced hemorrhagic cystitis with neodymium: YAG laser in pediatric patients. *J Urol* 1997;157:2301-2.
44. Stier MF, Glick SA, Hirsch RJ. Laser treatment of pediatric vascular lesions: Port wine stains and hemangiomas. *J Am Acad Dermatol* 2008;58:261-85.
45. Kennedy WA 2nd, Hensle TW, Giella J, Hendricks JG, Treat M. Potassium thiophosphate laser treatment of genitourinary hemangioma in the pediatric population. *J Urol* 1993;150:950-2.
46. Poppas DP, Uzzo RG, Britanisky RG, Mininberg DT. Laparoscopic laser assisted auto-augmentation of the pediatric neurogenic bladder: early experience with urodynamic followup. *J Urol* 1996;155:1057-60.
47. De Badiola F, Ruiz E, Puigdevall J, Lobos P, Moldes J, Lopez Raffo M, et al. Sigmoid cystoplasty with argon beam without mucosa. *J Urol* 2001;165:2253-5.