

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

## Ürolojik Cerrahide Lazer Kullanımı

### The Use of Laser In Urologic Surgery

Devrim Tuğlu

Özel Versa Hastanesi, Üroloji Bölümü, Nevşehir

#### Özet | Abstract

Ürolojide son 20 yılda lazer kullanımında önemli ilerlemeler olmuştur. Lazerler fototermal, fotomekanik ve fotokimyasal olmak üzere 3 etki mekanizması ile tıpta kullanılmaktadır. Lazerler bir çok ürolojik durumda standart tedavi haline gelmiştir. Ürolojide sık olarak, ürolithiazis, BPH, ürogenital tümörler, ürogenital darlıklar, üreteropelvik darlıkta ve deri lezyonlarında kullanılmaktadır. Lazer teknolojisinin etkili ve güvenilir profili sayesinde ürolojik hastalıklarda çok amaçlı ve çok yönlü bir enstrüman haline getirmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Lazer, lazer tipleri, ürolojik hastalıklar

The use of laser applications in urology has undergone significant advances over the past 20 years. Lasers as used in medicine achieve their effects by a combination of three mechanisms: photothermal, photomechanical and photochemical. Laser technology is now used in a wide variety of procedures, and has become the primary treatment modality or standard of care for many urologic conditions. Today, the use of laser in clinical urology mainly consists of urolithiasis, BPH, urogenital malignancy, urinary tract stricture disease, ureteropelvic junction obstruction and skin lesions. Owing to efficiency and safety profile of laser technology, lasers have become multipurpose instrument in urologic disease.

**Key words:** Laser, types of laser, urologic disorders

Albert Einstein'in lazer teknolojisinin babası olduğu düşünülür. Einstein ışığın küçük partiküller yada devamlı dalgalarından oluşmadığını gösterdi.(1) İlk gözle görülebilir lazer 1960'da Amerika Birleşik Devletleri'nde Theodore H. Maiman tarafından oluşturuldu.(2, 3) LAZER "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (uyarılmış radyasyon salınımlarıyla ışığın kuvvetlendirilmesi) cümlesinin baş harflerinden oluşmaktadır.

Lazerlerin çalışma prensibi genel olarak radyasyonun uyarılmış emisyonundan meydana gelir. Optik bakımdan saydam, bir ucunda tam yansıtıcı, diğer ucunda kısmen yansıtıcı iki ayna bulunan bir tüpün içinde gaz, sıvı ve katı bir madde bulunmaktadır. Işık, elektrik akımı veya kimyasal yolla elde edilen enerji ortamdaki atomlara ulaşır ve atomlar bu enerjiyi emerler. Fazla enerji, atomları kararsız hale getirir. Kendisine bir foton çarpan, uyarılmış ve kararsız atom, fazla enerjiyi foton yayarak verir. Fotonlar, benzer şekilde diğer fotonların yayılmasını sağlar. Uçlara ulaşan fotonlar, aynalardan yansıtılarak geri dönerler ve olay devam eder. Atomların hemen hemen hepsi foton yaymaya başlayınca kuvvetlenen ışık, yarı geçirgen uçtan dışarı çıkar. Lazer ışını üreten üniteye bu enerji lazeri üreten maddeye göre birkaç yolla verilebilir. Bunlardan biri optik pompalamadır. Yüksek

frekanslı yoğun ışınların yayılması yapılabilir. Yarı iletkenli lazerlerde pompalama elektrik akımı yardımıyla gerçekleştirilir ve işlem elektriksel pompalama olarak isimlendirilir. Gaz lazerlerinde ise pompalama işlemi elektron-atom veya atom-atom çarpıştırılmasıyla ortaya çıkarılır ve çarpışma pompalaması olarak bilinir. Kimyasal pompalama işleminde ise; kimyasal lazerlerde kimyasal reaksiyonlarla atom ve moleküller uyarılır. Gaz dinamik lazerlerde de pompalama ses hızı üstü gaz genişlemesi yoluyla gerçekleştirilir ve gaz genişleme pompalaması olarak isimlendirilir. Lazer ışınının en büyük özelliği dağılmaz olması ve yön verilebilmesidir. Bu özelliğinden istifade ile mesafe ölçme ve fiber optik teknolojisi geliştirilmiştir. Dalga boyunun küçük olması dağılmayı da büyük ölçüde azaltır. Lazer ışını dağılmaz olduğundan kısa darbeler halinde yayınlanabilmesi mümkündür. Kayıpsız yüksek enerji nakli yapılması bu özelliği ile sağlanabilir.(4)

Tıpta kullanılan lazerler, gaz lazerler, kristal lazerler, dye ve yarı iletken lazerler olarak ayrılabilir. Tıpta yaygın olarak kullanılan lazerler ve dalga boyları Argon: 488 nm-514,5 nm (mavi-yeşil), Helyum-Neon: 632,8 nm (kırmızı), Kripton: 647,1 nm (kırmızı) Neodimyum: Yttrium Alüminyum Garnet: 1064 nm (yakın kızılötesi), Potasyum-Titanil-Fosfat: 532 nm

(yeşil), CO2: 10,6 nm (uzak kızılötesi), Boya: 400-700 nm (görünen renkler), Diyet: 800 nm civarı (çok yakın kızılötesi), 670 nm (kırmızı), Holmiyum: Yttrium Alüminyum Garnet: 2100 nm (orta kızılötesi), Erbiyum: Yttrium Alüminyum Garnet: 2940 nm (orta kızılötesi), Excimer: 193 nm, 248 nm, 308 nm, 350 nm (morötesi) şeklindedir.(5)

Ürolojide, Parsons 1966'da aralıklı modda yakut lazeri ile köpek mesanesinde deneysel çalışmalar yapmış 2 yıl sonra 1968'de Mulvany yakut lazeri üriner taşı olan bir hastada kullanmıştır. Fizik ve uygulama özelliklerine göre çok değişik lazerler mevcuttur. Tıbbin değişik branşlarında ve değişik hastalıklarda farklı lazer uygulamaları yapılmaktadır. Her birinin değişik fizik özellikleri vardır ve bu özellikler kullanım alanlarına göre tercih edileni belirler.(9)

## Ürolojik Cerrahide Sık Kullanılan Lazerler ve Özellikleri

### A) Holmium: Yttrium-Aluminum-Garnet (Ho: YAG) Lazer ve Neodymium: Yttrium-Aluminum-Garnet (Nd: YAG) Lazer

1960 yılında ilk icat edilen lazer cihazında bir yakut çubuğu lazer ortamı olarak kullanılıyordu. Yakut lazeri takiben 1961 yılında Neodyum lazer geliştirilmiştir. Modern lazerlerde ev sahipliği genellikle bir Yttrium Alüminyum Garnet (Y3Al5O12) ya da kısa adıyla YAG kristali yapmaktadır. Nd: YAG, 1064 nanometrelik dalga boyuyla hem oftalmolojide, hem de cerrahide kullanılan bir lazerdir. Son yıllarda YAG kristaline Neodyum yerine dopant olarak Holmiyum veya Erbiyum konularak değişik dalga boylarına sahip Ho: YAG (2100 nm) ve Er: YAG (2940 nm) lazerler elde edilmiştir.(6) Kristal lazer olan Holmiyum YAG lazer en çok kullanılan lazerdir. Dalga boyu 2120 nm'dir ve suyun absorpsiyon tepe noktasına (1910 nm) çok yakındır. Bu yüzden ikiside belirgin miktarda su içerdiğinden dolayı dokuda ve taş kırma işlemlerinde kullanılabilir. Otuz yılı aşan bir geçmişe sahip bu lazerin temel çalışma prensibinde önemli değişiklikler olmamış, parçalarının güvenilirliğinin artmasıyla Nd: YAG, hızla gelişen lazer piyasasında yerini korumayı başarmıştır. Bugün kullanılan tedavi amaçlı kristal lazerlerin hemen hemen tümü YAG ve içine yerleştirilmiş bir dopant (genellikle Neodyum, bazen de Holmiyum veya Erbiyum)'dan oluşmaktadır.(7)

Nd: YAG lazerin dalga boyu 1064 nm olup holmium lazerden daha az etkili olmakla birlikte lazer litotriptör olarak da kullanılabilir. Bu lazerin doku penetrasyonu yaklaşık 1 cm'dir.(8) Prostat ablasyonu için kullanılabilir. Ancak daha sık olarak cilt lezyonlarının tedavisinde (penil karsinom gibi) ve üretral rekonstrüksiyon sonrası gelişen üretral kılların giderilmesinde de kullanılabilir ancak derin doku penetrasyonu nedeniyle altta yatan dokuları hasarlatma ve ardından skar/darlık gelişmesi riski vardır.(9)

### B) Gaz Lazerler

Tedavi amaçlı lazerler arasında kristal lazerlerle başa baş giden gaz lazerlerin de tarihçesi 1960'lı yıllara kadar

uzanır. Modern gaz lazerler arasında en çok kullanılanlar Argon, Kripton, Karbondioksit, Excimer türleri ve pilot ışık olarak Helyum-Neon'dur.(6)

### C) Potassium-Titanyl-Phosphate veya Potassium-Tri-Hydrogen Phosphate (KTP) Lazer

Nd: YAG lazer sıklıkla potassium-titanyl-phosphate veya potassium-tri-hydrogen phosphate (KTP) kristali ile modifiye edildikten sonra kullanılır ve KTP lazer olarak adlandırılır. Bu lazerin dalga boyunu 1064'ten 532 nm'ye (görünür spektrumun yeşil kısmı) düşürür ve hemoglobinler tarafından absorbe edilir. Hemoglobin çoğu dokunun major komponenti olduğundan KTP lazer başlıca prostat olmak üzere farklı dokularda kullanılabilir. Penetrasyon derinliği Nd: YAG lazerden daha azdır (yaklaşık 1-2 mm) ve KTP lazer prostat dokusunun ablasyonunda daha etkilidir.(10) Prostat dokusunun ablasyonu için 60 ile 100 W arasında güç gereklidir. KTP lazerin penetrasyon derinliği holmium lazerden daha fazladır ve dokudaki etkisi daha az duyarlı olduğundan üriner yoldaki striktürlerin tedavisinde kullanımı sınırlıdır.(9)

### D) İndigo Lazer

Dalga boyu 800 ile 850 nm arasında değişir. Doku penetrasyonu 2-3 mm'dir. Bir kaç cm çapında termal lezyonlar oluşturur. Prostat ablasyonunda kullanılır.(11)

### E) Frequency Doubled Double Pulse Nd: YAG Lazer (Freddy Lazer)

FREDDY lazer, dalga boyları arasındaki değişim yaparak (1064 ile 532 nm arasında) hem litotriptör hem de doku ablasyonu için kullanılabilir.(9)

### F) Karbon Dioksit (CO2) Lazer

CO2 lazer uzun dalga boyuna (10640 nm) sahiptir. Uzun dalga boylu olması penetrasyon derinliğinin daha kısa (40-240 mikrometre), termal doku hasarı bölgesinin daha küçük olmasını ve yüzeye çok yakın lezyonlarda ve ürolojide genellikle cilt lezyonlarının ablasyonunda kullanılır.(12)

### G) Erbiyum: yttrium-Aluminum-Garnet (Er: YAG) Lazer

Dalga boyu 2940 nm'dir. Holmium lazerin kullanıldığı tüm uygulamalarda kullanılabilir. Er: YAG lazerin taş kırma işleminde holmium lazerden daha etkili olduğunu gösteren bazı bulgular vardır.(13) Ayrıca Er: YAG lazerin penetrasyon derinliği holmium lazerden daha az (30'a karşın 200-400 µm) olduğundan komşu doku hasarı derecesi de azdır.(14) Bu yüzden üriner sistemin darlıklarının tedavisinde kullanılabilir. Er: YAG lazer büyük hacimli dokuların hızlı biçimde ablate edilmesinde etkili değildir, ayrıca büyük koagülasyon bölgesi oluşturamaz ve aralıklı lazer olduğundan hemostatik etkisi sınırlıdır.(9)

### H) Thulyum Lazer

Solid yapıda olan Thulyum lazer yumuşak doku uygulamaları için Ho: YAG lazere bir alternatif olarak üretilmiştir ve 2010 dalga boyundadır. Ürolojide prostat rezeksiyonu, parsiyel nefrektomi ve üreteral darlıkların tedavisinde kullanılmaktadır.(10)

### I) Thulyum Fiber Lazer

Thulyum fiber lazerin ürolojide kullanım alanı geniştir. Bu lazerin dalga boyu 1800 ile 2100 nm arasında değiştirilebildiğinden holmium lazerin kullanıldığı tüm alanlarda kullanılabilir. Ayrıca aralıklı lazer olarak litotripside ve darlıkların insizyonunda, devamlı dalga boylu olarak da doku ablasyonunda kullanılır.(15, 16)

Lazer uygulamaları ürolojik cerrahide 1980'li yıllardan sonra kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda birçok ürolojik hastalıkta kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Benign prostatik hiperplazisi (BPH veya obstrüksiyonu), üriner sistem taş hastalığı, ureteropelvik bileşke (UPB) darlıkları, uretra darlıkları, ürolojik tümör tedavileri ve laparoskopik yaklaşımlarda sıkça ve standart olarak kullanılır hale gelmiştir.(5)

### Üriner Sistem Taş Hastalığında Lazer

Lazerin ürolojide en sıklıkla kullanıldığı alan üriner sistem taş hastalıklarının tedavisidir. Mulvaney'in 1968'deki yakut (ruby) lazerle başarısız girişimini saymazsak klinik uygulamaya ilk defa 1986'da ureter taşlarının aralıklı boya lazer (dye lazer) ile kırılmasıyla başlanmıştır.(25) Günümüzde holmium yttrium-aluminum-garnet (Ho: YAG) ürolithiasiste en sıklıkla kullanılan lazer çeşididir. Ho-YAG lazer fototermal enerji ile taşa fragmantasyona neden olmaktadır. Bunun için lazer fiberinin direk taşa teması gerekmektedir; çünkü 2100 nm dalga boyundaki lazer ışığını su absorbe edebilir. Lazer ateşlendiğinde taşa kimyasal bozulma, gerginliğinde azalma ve çatlaklar arasındaki suyun genişlemesi nedeniyle taşa kırılma meydana gelir.(5) Lazerin itici gücü olmaması nedeniyle bir avantajı da taşın migrasyonuna yol açmamasıdır. Lazer genellikle 5-10 Hz frekansta kullanılır. Yapılan çalışmalarda yüksek frekanslı (20-40 Hz) Ho-YAG lazerin "popcorn" etkisi ile yani bir kalikse sıkışmış taşların sürekli ateşleme ile kırılarak lazer fiberin önüne gelip tekrar tekrar kırılması nedeni ile avantajlı olabileceği bildirilmektedir.(17)

Taş cerrahisinde kullanılan bir diğer lazer çeşidi de frequency doubled double pulse neodymium: YAG (FREDDY) solid lazeridir. FREDDY lazer 1064 nm ve 532 nm dalga boylarında plazma kabarcıkları oluşturarak taşı parçalamaktadır.(18) Bu lazer çeşidinin taşları 2.5 ve 4.6 dakikada parçaladığı gösterilmiştir.(19) Bu önemli avantajına karşın FREDDY lazer sistin taşlarını parçalamada başarısızdır bu nedenle sistin dışı taşlarda kullanılabilir.(5)

### Benign Prostat Hiperplazisinde Lazer Kullanımı

Son yıllarda prostatın transüretal rezeksiyonuna (TURP) alternatif olarak değişik lazerler tanımlanmıştır. 1990'ların ilk dönemlerinden itibaren kullanılmaya başlanan prostatın görünür lazerle ablasyonu (VLAP) yandan ateşlemeli fiberle yapılan temazsız özellikteydi.(20) İnterstisyel lazer koagülasyon (ILC), Nd: YAG lazerin kullanıldığı başka bir tedavi şekliydi. Kan kaybı minimaldir ancak erken operasyon sonrası irritatif semptomlar ve kateterizasyon süresi uzundur, işeme

TUR P'ye göre belirgin kötüdür ve tekrar operasyon gerekliliği yüksek olduğu için bu yöntemler terkedilmiştir.(21, 22)

Geçtiğimiz on yılda daha efektif çok çeşitli lazerler geliştirilmiştir. Bunların öncüsü Ho: YAG lazer olmasına karşın, daha sonra potassium titanyl phosphate (KTP), lithium triborate lazer (LBO) ve semiconductor diode lazer (SCDs) gibi çeşitli lazerler üroloji pratiğinde kullanıma başlanmıştır. Holmium lazer BPH tedavisinde ablasyon, enükleasyon (HoLEP) ve rezeksiyon amacıyla kullanılabilir. Holmium (Ho: YAG) lazerin ablasyon derinliği 0.4 mm'dir ve bu derinlikte 100°C'ye kadar dokuyu ısıtmakta ve bu da derin koagülasyon yapmaksızın vaporizasyon sonuçlanmaktadır.(22)

### Benign Prostat Hiperplazisi'nde Potasyum Titanil Fosfat (KTP) ve Lityum Triborat (LBO) Lazer

KTP ve LBO lazerler prostat vaporizasyonunu sağlayan lazerlerdir. 80W KTP lazerden sonra 120W LBO lazer geliştirilmiştir. KTP lazer, Nd: YAG lazerin görünmeyen dalga boyu (1064 nm) görünür yeşil spektruma (532 nm) çevrildiği için green light lazer (GLL) olarak da adlandırılır. 532 nm dalga boyunda ışımaya yapan lazerin hemoglobine afinitesi suya olan afinitesinden çok daha yüksektir. Bu nedenle lazerler yalnızca kanlanan dokuya etki eder ve böylece minimal kanama ile vaporizasyonu gerçekleştirilir.

Her ne kadar prostat semptom skorları açısından bir farklılık olmasa da fonksiyonel sonuç olarak rezeksiyondaki yüzde oranları ve Qmax üzerindeki artış açısından TURP'nin KTP lazere göre daha avantajlı olduğu kesindir. Bununla birlikte KTP lazerin kanama diyatezi olan hastalarda daha güvenle kullanılacağı kesinlikle unutulmamalıdır. KTP lazer günümüzde kristalleri lithium triborate kristalleri ile değiştirilerek 120 W HPS (high performance system) adı altında daha hızlı ve daha derin ablasyon için güçlendirilmiştir. Ancak bu yeni lazer tipi konusundaki veriler henüz yetersizdir. Lazer vaporizasyonun bir dezavantajı histolojik materyalin elde edilememesidir. Aslında elde edilen doku büyük oranda transizyonel zona ait olmasına karşın; TURP ile saptanabilen prostat kanseri riski %1,5 ile %5,6 arasında değişmektedir.(5)

### Holmiyum Lazer İle Prostat Rezeksiyonu, Enükleasyonu, Vaporizasyonu ve Ablasyonu

Ho: YAG ile yapılan prostatektomide lazerin tamamı su tarafından absorbe edilir ve ani ısı artışı nedeniyle suyun buharlaşmasına ve kabarcıkların oluşmasına neden olur bu da prostat dokusunda yırtılma ve kesilmelere neden olarak, prostat dokusunda rezeksiyon ve enükleasyon yapılmasına olanak sağlar. Ayrıca yüksek enerjili Ho: YAG ile prostat dokusunda vaporizasyon sağlanabilmektedir. Ancak yüksek enerji ile diğer lazerlerde yapılabilen vaporizasyon aynı zamanda koagülasyona da neden olacağından irritatif yan etkilerin artmasında yol açar. Ho: YAG ablasyon, lazerin

vaporizasyon özelliği kullanılarak yakın kontakt modunda end veya side fire problemler aracılığıyla uygulanan metoddur.(23)

### Thulyum Lazer

Thulyum lazer, dalga boyu 1,75-2,22 µm arasında ayarlanabilen bir lazer çeşididir. Hızlı doku vaporizasyonu yapar. Genel olarak bu lazer ile kanama durumunun KTP lazer ile benzerdir.(5)

### Semikondüktör Diyot Lazer (SCD)

Dalga boyu 980 nm sahip SCD lazer su ve prostat dokusu tarafında fazla miktarda absorbe edilebilir. SCD lazer 7,24±1,48 gr/10dk ile KTP lazerden (3,99±0,48 gr/10dk) daha hızlı doku vaporize etmektedir.(24)

### Üriner Sistem Darlıklarında Lazer

Ho: YAG lazer, 1mm'den düşük periferik termal hasar yarattığı için genel olarak diğer lazerlerden daha güvenilirdir ve bu yönü ile üreteropelvik bölge darlıklarının tedavisinde kullanılmaktadır.(5)

Nd: YAG lazer su ve pigmentler tarafından absorbe olmadığı için dokularda rölatif olarak derin penetrasyona sahiptir. Üriner sistem darlıklarında yaygın olarak kullanılan bu lazerin KTP lazer ile birleştirilmiş taş fragmentasyonunda kullanılan formu da vardır (FREDDY).(25)

Er: YAG LAZER, holmiyuma göre daha verimli ve daha kesin insizyonlar yapabilmektedir ve şu anda üretral ve üreterik darlıklarda kullanılabilirliği için araştırmalar devam etmektedir. Henüz yeteri kadar kullanım alanı bulamamasının başlıca nedeni endoskopik operasyonlarda kullanılması için henüz uygun bir fiber bulunamamasıdır.(26)

THULYUM LAZER, 2 µm dalga boyuna sahip infrared lazer olan tulyum-YAG lazer suyun pik absorpsiyonuna yakın dalgaboylarında çalışması nedeniyle yumuşak ve sert doku ablasyonlarında kullanılabilir. Fiber lazerin avantajı mükemmel bir uzamsal ışın kalitesine sahip olması ve daha kesin insizyonlar yapabilme kapasitesidir.

Lazer teknolojisi fiberler yardımıyla daha ince kalibrasyonlu ve fleksibl aletler kullanımında kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca insizyonları daha kontrollü ve daha az kanamalıdır. Tüm bu gelişmelere rağmen lazer kullanımı konvansiyonel tekniklere göre başarı açısından avantajlı gözükmemektedir. Güncel olarak en sık kullanılan lazer Holmium lazerdir.(25)

### Ürolojik Malignitelere Lazer Kullanımı

#### A) Mesane Tümöründe Lazer Kullanımı

Mesane tümörlerinin tedavisinde uygulanan lazer çeşitleri şunlardır: Nd: YAG, KTP, Holmium (Ho: YAG), Thulyum. Transüretral rezeksiyon ile karşılaştırıldığında mesane tümörlerinin tedavisinde lazer kullanımının avantaj ve dezavantajları vardır. Lokal anestezi altında uygulanabilir. Fleksible sistoskopi ile uygulanabilir. Lazer uygulaması obturator refleksine neden olmaz. Mesane boynu ve üreter orifişi üzerindeki tümörlere uygulandığında striktür oluşumuna

neden olmaz. Daha az kanama görülür, dolayısıyla postoperatif dönemde üriner drenaj ihtiyacı daha azdır. Tümöre direkt kontakt olmadığı için cerrahi manipülasyona bağlı rekürrens olasılığı veya diseminasyon/implantasyon riski daha azdır. Mukozal irritasyon minimal olduğu için postoperatif morbidite daha azdır ve iyileşme süreci kısadır. Patolojik analiz için doku elde edilemez. Tümörün derinliği anlaşmaz. Komşu organlara (ör. kolon) hasar olasılığı mevcuttur.(27)

#### B) Üst Üriner Sistem Tümörlerinde Lazer Kullanımı

Üst üriner sistem değişici epitel karsinomlarında en sık Ho: YAG ve Nd: YAG lazer kullanılmaktadır.(28) Yüzeysel veya düşük gradeli üst üriner sistem tümörlerinde lazer enerjisi, endoskopik veya perkütan uygulamalarla nefroüretrektomiye bir alternatif olabilir. Bütün hastalarda ameliyat sonrası uzun dönemli bir takip politikası izlenmelidir. Ancak yetersiz evrelendirme, lokal rekürrens riski ve progresyon olasılığı nedeniyle bu yöntem halen tartışmalıdır.(27)

#### C) Böbrek Tümörlerinde Lazer Kullanımı

Üç yeni teknoloji, yüksek frekanslı ultrason ablasyonu, mikrodalga terapi ve lazer interstisyel termal terapi (LİTT) uygulamaları literatürde yer almaya başlamışlardır. LİTT, Nd: YAG lazer fiberin direkt olarak lezyon içine yerleştirilmesi ile uygulanır.(29)

Böbrek tümörlerinin laparoskopik tedavisinde lazer destekli parsiyel nefrektomi özellikle yüksek riskli yaşlı hastalarda ve sınırlı renal rezerv varlığında klasik parsiyel nefrektomiye alternatif olabilir. Bu yöntemin avantajları azalmış renal parankimal hasar, etkili hemostaz, operasyon süresinin kısalması ve dolayısıyla azalmış morbiditedir.(27)

#### D) Prostat Kanseri Lazer Kullanımı

Prostat kanseri cerrahisi sırasında özellikle nörovasküler demetin disseksiyonu sırasında Nd: YAG lazer ve KTP lazer kullanılmış. Başarılı sonuçlar elde edilmiş fakat rutin kullanıma girmesi ile randomize, prospektif çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.(27)

#### E) Penis Kanseri Lazer Kullanımı

En sık kullanılan lazer enerji kaynakları CO<sub>2</sub>, argon, Nd: YAG ve KTP lazerdir.(27) Lazer ablasyonu öncesi biyopsi ile lezyonun doğru evrelenmesi çok önemlidir. CO<sub>2</sub> lazer, Tis ve küçük T1 lezyonlarda sıkça kullanılmıştır, fakat penetrasyon derinliği az olduğu için (0,1 mm) lokal rekürrens oranları yüksektir.(30) Nd: YAG lazer ile daha iyi sonuçlar rapor edilmiştir.(31, 32) Lazer ablasyonu, özellikle tümör tabanı biyopsisi eşliğinde iyi seçilmiş hastalarda uygulanabilir bir tedavi yöntemi olarak günümüzde önem kazanmıştır. Bununla beraber uzun takipli çalışmalar sonuçlanıncaya kadar lazer ablasyonu lokal rekürrenslerin gelişebileceği ve yakın takip gerektirdiği akıld tutularak uygulanmalıdır.(28)

#### F) Üretral Kanseri Lazer Kullanımı

Kondiloma aküminata ile ilişkili düşük gradeli intraüretral papillomlara lazer eksizyonu uygulanabilir.(33, 34) Rapor edilen düşük gradeli ve evreli (Ta, Tis, T1) fossa navicularis transizyonel hücreli kanser vakaları lazer eksizyon ve fulgu-

rasyonu ile başarılı bir şekilde tedavi edilmiştir. Erken evre tümörlerde lazerin etkinliği hakkında yeterli sayıda çalışma henüz mevcut değildir.(27)

### Ürogenital Patolojilerde Lazer Kullanımı Genital Kondiloma Aküminata Lazer Kullanımı

Her ne kadar CO<sub>2</sub>, Nd: YAG, Ho: YAG, argon ve KTP lazerler bu amaçla kullanılabilir de klinik çalışmaların büyük bölümü CO<sub>2</sub> ve Nd: YAG lazer uygulamalarından oluşmaktadır.(35, 36)

CO<sub>2</sub> lazer ile doku vaporize edilir ve büyük oranlarda duman oluşturulur. Bu dumandaki viral partiküller inhale edilmemelidir ve bunun için uygun evaküatörler kullanılmaktadır. Üretral meadaki lezyonlarda CO<sub>2</sub> lazer ile tatmin edici bir biçimde tedavi edilebilirse de daha ileride ki lezyonlar fiber uygulama sistemi olmadığından CO<sub>2</sub> lazer ile tedavi edilemez. CO<sub>2</sub> lazer uygulamalarının sonuçlarını karşılaştıran güncel çalışmalar yoktur.(37)

Erbiyum lazerde kondilom tedavisinde kullanılmıştır. Erbiyum lazerle doku ablasyonu çok daha yüzeyseldir ve bu durum CO<sub>2</sub> tedavisi ile karşılaştırıldığında, bir avantaj oluşturur. Bir diğer yararlı noktası ise, ablasyon sonrası çıkan dumanda canlı virüs partikülleri bulunmaz.(38)

Nd: YAG lazerinde genital kondilom tedavisinde etkili olduğu gösterilmiştir.(39) CO<sub>2</sub> lazerden farklı olarak dokular vaporize olmaz. Dokular koagüle olur. Genital kondilom tedavisinde holmiyum lazer kullanımı ile ilgili çok fazla yayın yoktur. Ancak holmiyum lazer, ürogenital kondilomlar için, ideal kesme ve koagüle etme özellikleri kombinasyonuna sahiptir.(37)

### Vasküler Lezyonlarda Lazer Kullanımı

Glans penis hemanjiomları büyüyebilmelerine rağmen, nadiren tedavi gerektirirler. Tedavi sıklıkla estetik görünüm nedeniyle ve cinsel ilişki sırasında kanama riski olduğunda yapılır. İlk olarak, Jimenez-Cruz ve Osca glans penis hemanjiomunda başarılı Nd: YAG lazer uygulamasını tanımlamıştır.(40) Daha sonraları Amaro ve arkadaşları ile Ülker ve Esen penis hemanjioma olgularında başarılı Nd: YAG lazer uygulamalarını rapor etmişlerdir.(41, 42) Ülker ve Esen yazılarında, lokal anestezi altında kısa sürede uygulanabilmesi ve mükemmel kozmetik sonuçlar sağlaması nedeniyle, Nd: YAG lazer uygulamalarının glans penis hemanjiomlarında tercih edilecek tedavi yöntemi olarak değerlendirmişlerdir.(41) Kennedy ve arkadaşları 1993 yılında, genitoüriner hemanjiomlu çocuklarda yaptıkları çalışmalarında, KTP lazer uygulamalarının çocuklarda ve geniş lezyonlarda tercih edilebileceğini bildirmişlerdir.(43) Glans penisde lokalize hemanjiomlarda, holmiyum lazer tedavisi yine de iyi kozmetik sonuçlarla beraber başarılı tedavi alternatifi oluşturabilir. Bu çalışmalarının sonucunda, her ne kadar cerrahi klasik tedavi yaklaşımı olmasına rağmen, Nd: YAG lazer tedavisinin etkinliği, kozmetik sonuçları ve düşük morbiditesi ile ilk tedavi seçeneği olması gerektiği sonucunu vurgulamışlardır.(44)

### Pelvik Cerrahi Sonrası, Üretra ve Mesanedeki Yabancı Cisimlere Yaklaşımında Lazer Kullanımı

Üretral askı cerrahisi ve pelvik cerrahi sonrası devam eden hematurî, tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonları, idrar kaçırma ve irritatif mesane semptomlarının varlığında (sık idrar çıkma, ani sıkışma hissi gibi) üretra ve mesanede yabancı cisim varlığı (erode sentetik mesh gibi) ekarte edilmelidir. Çalışmaları sonucunda inkontinans cerrahisi sonrası erode olan askı materyallerinin eksize edilmesinde holmiyum lazer uygulamalarının minimal invaziv bir tedavi alternatifi ortaya çıkardığı sonucuna vardılar.(45)

### Laparoskopik Ürolojide Lazer Kullanımı

Laparoskopik parsiyel nefrektomide sıcak iske mi süresi ni kısaltmak için hızlı rekonstrüksiyon gereksinimi bulunmaktadır. Ancak bu sürede kansız bir ortamın sağlanması özellikle önemlidir ve bunu sağlamak için lazer kullanımı gündeme gelmiştir. Lazer kullanımı ile hiler klemlemeye gerek kalmadan, daha az kanama parsiyel nefrektomi yapılması mümkün olabilir. (5)

Laparoskopik parsiyel nefrektomide lazer ilk defa Lotan ve arkadaşlarının tarafından 2002'de kullanılmıştır. Alt polde 2,5 cm tm Ho: YAG lazer ile (0,2 J/pulse, 60 pulse/sn ve 0,8 J/pulse, 40 pulse/sn modlarında) kullanılmış ve 500 cc'lik kanama ile parsiyel nefrektomi tamamlanmıştır.(46) Bu ilk tecrübeden sonra, hayvan deneylerinde domuz ve dana böbrekleri üzerinde diyot lazer, KTP lazer kullanılmıştır. Bu çalışmalarda kan kaybı genelde 130 cc'yi geçmemiştir.(5)

### Pediyatrik Ürolojide Lazer Kullanımı

Çocuklarda taşların tedavisi için yapılan üreteroskopik lazer tedavisinin etkili ve uygulanabilir bir yöntem olduğu birçok çalışma ile gösterilmiştir, ancak üreteroskopik yaklaşımın üreteral darlık ve üreteropelvik bileşke darlıkları gibi patolojik durumlarda kullanımına yönelik klinik çalışmaların sonuçları henüz çok sınırlıdır. Diğer taraftan pediyatrik hemorajik sistit, otoogmentasyon gibi durumlarda da uygulanabilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir.(47)

Gelişen teknoloji ile birlikte lazer teknolojisi de gelişmekte ve ürolojik cerrahide de lazer yaygın hale gelmiştir. Ürolojideki kullanımı yaygınlaşmakla birlikte hastalardan uzun dönem sonuçlar da alınmakta ve bu kriterlere dayanarak kullanım standartları belirlenmektedir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak lazer tiplerinin çeşitliliğinin artması, bunların doku lazer etkilişimlerinin patolojik ve moleküler etki mekanizmalarının daha iyi anlaşılması ile lazer uygulamalarının ürolojik cerrahideki başarı ve kullanımının artması öngörülmektedir.

### Kaynaklar

1. D.L. Floratos and J.J.M.C.H de la Rosette. Lasers in Urology. BJU International 1999;84:204-11.
2. Maiman TH. Stimulated Optical Radiation in Ruby Nature 1960;187:493-4.

3. Malman THB. Ruby Laser System. In USA, Hughes Aircraft Company 1961. p.13.
4. Niemz MH. Lazer-Tissue Interactions-Fundamentals and Applications. 3rd ed. Berlin Heidelberg: Springer; 2007;58-149.
5. Önem K, Şanlı Ö, Esen T. Ürolojide Lazer Kullanımı: Günümüzdeki Durumu ve Gelecekteki Konumu. Türkiye Klinikleri Üroloji Özel Dergisi 2010;3:12-3.
6. Başal Ş, Eroğul O. Geçmişten Günümüze Lazer Ve Teknik Özellikleri. Türkiye Klinikleri J Urology-Special Topics 2010;3:1-11.
7. Kourambas J, Delvecchio FC, Preminger GM. Low-power holmium laser for the management of urinary tract calculi, structures, and tumors. J Endourol 2001;15:529-32.
8. Teichmann HO, Herrmann TR, Bach T. Technical aspects of lasers in urology. World J Urol 2007;25:221-5.
9. Abat D, Soyupak B, Tansuğ Z. Kanıta Dayalı Tıp Açısından Ürolojik Lazer Uygulamaları. Türkiye Klinikleri Üroloji Özel Dergisi 2010;3:90-8.
10. Fried NM. Therapeutic applications of laser in urology: an update. Expert Rev Med Devices 2006;3:81-94.
11. Zörcher T, Hochberger J, Schrott KM, Kühn R, Schafhauser W. In vitro study concerning the efficiency of the frequency-doubled double-pulse Neodymium:YAG laser (FREDDY) for lithotripsy of calculi in the urinary tract. Lasers Surg Med 1999;25:38-42.
12. Dave R, Monk B, Mahaffey P. Treatment of Bowen's disease with carbon dioxide laser. Lasers Surg Med 2003;32:335.
13. Yang Y, Chaney CA, Fried NM. Erbium:YAG laser lithotripsy using hybrid germanium/silica optical fibers. J Endourol 2004;18:830-5.
14. Fried NM. Potential applications of the Erbium:YAG laser in endourology. J Endourol 2001;15:889-94.
15. Fried NM. Thulium fiber laser lithotripsy: an invitro analysis of stone fragmentation using a modulated 110-watt Thulium fiber laser at 1.94 microm. Lasers Surg Med 2005;37:53-8.
16. Fried NM, Murray KE. High power thulium fiber laser ablation of urinary tissues at 1.94 microm. J Endourol 2005;19:25-31.
17. Chawla SN, Chang MF, Chang A, Lenoir J, Bagley DH. Effectiveness of high-frequency holmium:YAG laser stone fragmentation: the "popcorn effect". J Endourol 2008;22:645-50.
18. Delvecchio FC, Auge BK, Brizuela RM, Weizer AZ, Zhong P, Preminger GM. In vitro analysis of stone fragmentation ability of the FREDDY laser. J Endourol 2003;17:177-9.
19. Zorcher T, Hochberger J, Schrott KM, Kuhn R, Schafhauser W. In vitro study concerning the efficiency of the frequency-doubled double-pulse Neodymium:YAG laser (FREDDY) for lithotripsy of calculi in the urinary tract. Lasers Surg Med 1999;25:38-42.
20. Muschter R. Free-beam and contact laser coagulation. J Endourol 2003;17:579-85.
21. Laguna MP, Alivizatos G, de la Rosette JJMCH. Interstitial laser coagulation treatment of benign prostatic hyperplasia: is it to be recommended? J Endourol 2003;17:595-600.
22. Kuntz RM. Current role of lasers in the treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH). Eur Urol 2006;49:961-9.
23. Şahin A, Günay LM. Benign Prostat Hiperplazisi Cerrahi Tedavisinde Lazer Yöntemi. 1. Baskı. Ertem Basın Yayınevi. Cilt 1, 514-515. ÜROONKOLOJİ KİTABI 2007.
24. Wendt-Nordahl G, Huckele S, Honeck P, Alken P, Knoll T, Michel MS, et al. 980-nm Diode laser: a novel laser technology for vaporization of the prostate. Eur Urol 2007;52:1723-8.
25. Eren MT, Şahin A. Üriner Sistem Darlıklarında Lazer Uygulamaları. Türkiye Klinikleri Üroloji Özel Dergisi 2010;3:59-71.
26. Andrew J. Marks • Joel M. H. Teichman. Lasers in clinical urology: state of the art and new horizons World J Urol 2007;25:227-33.
27. Yazıcı S, Özen H. Ürolojik Malignitelere Lazer Kullanımı. Türkiye Klinikleri Üroloji Özel Dergisi. 2010;3:49-58.
28. Bagley DH. Ureteroscopic laser treatment of upper urinary tract tumors. J Clin Laser Med Surg 1998;16:55-9.
29. de Jode MG, Vale JA, Gedroyc WM. MR-guided laser thermoablation of inoperable renal tumours in an open-conşuration interventional MR scanner: preliminary clinical experience in three cases. J Magn Reson Imaging 1999;10:545-9.
30. van Bezooijen BP, Horenblas S, Meinhardt W, Newling DW. Laser therapy for carcinoma-in situ of the penis. J Urol 2001;166:1670-1.
31. Malloy TR, Wein AJ, Carpiello VL. Carcinoma of penis treated with neodymium YAG laser. Urology 1988;31:26-9.
32. Windahl T, Hellsten S. Laser treatment of localized squamous cell carcinoma of the penis. J Urol 1995;154:1020-3.
33. Mevorach RA, Cos LR, di Sant'Agnese PA, Stoler M. Human papillomavirus type 6 in grade I transitional cell carcinoma of the urethra. J Urol 1990;143:126-8.
34. Stewart LH, Johnston SR. Transitional cell carcinoma of the fossa navicularis. Br J Urol, 1993;72:121-2.
35. FFuselier HA, Jr, McBurney EI, Brannan W, Randrup ER. Treatment of condylomata acuminata with carbon dioxide laser. Urology 1980;15:265-6.
36. Hruza GJ. Laser treatment of warts and other epidermal and dermal lesions. Dermatol Clin 1997;15:487-506.
37. Aydur E, Yıldırım İ., Tahmaz L. Diğer Ürogenital Patolojilerde Lazer Tedavisi. Türkiye Klinikleri Üroloji Özel Dergisi. 2010;3:79-84.
38. Hughes PS, Hughes AP. Absence of humanpapillomavirus DNA in the plume of erbium:YAG laser-treated warts. J Am Acad Dermatol 1998;38:426-8.
39. Malloy TR. Treatment of lesions of external genitalia. In: Smith JA Jr, ed. Lasers in urologic surgery. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1985.
40. Jimenez-Cruz JF, Osca JM. Laser treatment of glans penis hemangioma. Eur Urol 1993;24:81-3.
41. Ulker V, Esen T. Hemangioma of the glans penis treated with Nd:YAG laser. Int Urol Nephrol 2005;37:95-6.
41. Amaro JL, Agostinho AD, Polido Júnior A, Costa RP, Trindade Filho JC, Trindade JC [Treatment of hemangioma of the glans penis using Nd:Yag laser. Apropos of a case]. J Urol (Paris) 1997;103:62-3.
43. Kennedy WA, 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.
44. Ramos LM, Pavón EM, Barrilero AE. Venous malformation of the glans penis: efficacy of treatment with neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser. Urology 1999;53:779-83.
45. Giri SK, Drumm J, Flood HD. Endoscopic holmium laser excision of intravesical tension-free vaginal tape and polypropylene suture after anti-incontinence procedures. J Urol 2005;174:1306-7.
46. Lotan Y, Gettman MT, Ogan K, Baker LA, Cadeddu JA. Clinical use of the holmium: YAG laser in laparoscopic partial nephrectomy. J Endourol 2002;16:289-92.
47. Dayanç M. Pediatrik Ürolojide Lazer Kullanımı. Türkiye Klinikleri Üroloji Özel Dergisi. 2010;3:85-9.