

## TEKNOLOJİ ve CERRAHİ

# Laparoskopik cerrahide laser kullanımı



Osman YÜCEL (\*)

### GİRİŞ

Laparoskopik cerrahideki gelişmelere paralel olarak bu işlemler sırasında uygulanan termokoagülasyon metodlarında da birçok ilerleme kaydedilmiştir. Elektromanyetik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesi esasına dayalı olarak işlev gören laser uygulamaları da, bu cerrahi içerisinde özel bir yere sahip olmuştur. Laserler (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) çeşitli cerrahi branşlarda dokuları kesme, koagüle ve vaporize etmek amacı ile kullanılmaktadır. Elektrocerrahide kesme ve koagülasyon için elektronlar kullanılırken laserler kesmek, koagülasyon ve vaporizasyonu fotonlar aracılığı ile gerçekleştirirler. Bu yazıda laser-doku etkileşimi ve değişik tip laserlerin özellikleri hakkında özet bilgi verilerek laparoskopik cerrahide laser kullanımına değinilecektir

Anahtar kelimeler: Laser, laparoskopik cerrahi

### Laser-doku etkileşimi

Işık (laser veya diğer ışınlar) doku yüzeyi ile karşılaştığında dört sonuç ortaya çıkabilir.

1. **Yansım:** Doku yüzeyi ne kadar mat olursa olsun, belli sayıda foton dokuya çarparak yansır.

2. **Absorbe olma:** Doku yüzeyindeki moleküller ışık enerjisini absorbe ederler. Genel olarak emilen fotonlar, girdiği molekülün kinetik enerjisini artırarak dokuyu ısıtırlar. Eğer foton bombardımanı çok kısa sürede olursa, bu hızlı ısınma inter ve intramoleküler bağları parçalar. Kısa dalgalı laserlerin bu patlayıcı karakterleri laser fizikçilerince, non-lineer doku etkisi olarak yorumlanır.

### INTRODUCTION

#### *Laser use in laparoscopic surgery*

Paralel to the developments in laparoscopic surgery there is also outstanding improvements in the thermocoagulation methods used in this field. Laser applications that is based on electromagnetic energy transformation into heat energy also great importance under this topic.

Lasers (light amplification by stimulated emission of radiation) are used in tissue cutting, coagulation and vaporization by photons in various surgical branches. In this article, laser use in laparoscopic surgery will be mentioned and a summary of specifications on different types of lasers and laser-tissue interference will be discussed.

Key words: Laser, laparoscopic surgery

3. **Yayıma:** Foton, molekülle karşılaştığında absorbe olmaz ise dokuda dağılır ve doku içindeki yönü değişir. Bundan ötürü bir laser ışını (Koherent ışık) doku içinde yayıldığı zaman non-koherent hale gelir. Genellikle dağılan fotonlarda, karşılaştıkları moleküllerdeki kinetik enerjiyi artırmaya yetecek kadar enerji mevcuttur.

4. **İletim:** Eğer doku yüzeyi ışığı yansıtmasa, absorbe etmez ve dağıtmazsa, laser ışını doku ortamından değişmeden geçer. İletilen ışık şeffaf ortamdan geçerken kırılabilir, ancak koherent ışık da değişim olmaz. Havada, laser ışınındaki fotonları tutabilen moleküller olmasına rağmen laser enerjisinin % 99'u emilmeden, dağılmadan ve yansıtılmadan iletilir.

Bu dört etkinin birleşmesi sonucunda ışık enerjisi ısı enerjisi haline döner. Tüm bu etkiler içe-

(\*) Haydarpaşa Numune Hastanesi 2. Cerrahi Kliniği, Op. Dr.

risinde yayılmanın önemi büyüktür. Işın absorbe oluncaya dek doku etrafında yayılır. Işının yayılma şekli, her dalga boyundaki ışığın doku ile nasıl etkileşeceğini ve doku etrafındaki yapıların ne denli zarar göreceğini belirler. Doku etrafında ısı ile oluşan hasar, ışının yayılması ile orantılıdır. CO<sub>2</sub> laserde yayılma en az düzeyde olurken Nd: YAG laserde en fazla orandadır. KTP ve Argon laserlerin yayılma düzeyi bu iki tip laserin arasında yer alır. Eğer hiç yayılma olmazsa uygulama yerinin çevresinde termal hasar meydana gelmez ve hemostaz sağlanamaz.

Laser ışınının oluşumunda 3 temel eleman mevcuttur. Bunlar ışının oluştuğu aktif ortam, ışının oluşması için gerekli enerjiyi veren enerji kaynağı ve ışığı ileri geri yansıtan osilasyon kavitesidir. Bu temel prensipler içerisinde değişik fiziksel özelliklere sahip 3 tip laser mevcuttur. Bir grup laser solid-state laser olarak anılır ve burada aktif ortam solid bir materyeldir. Bu tip laserlere örnek olarak neodymium-doped yttrium-aluminium-garnet (Nd: YAG) verilebilir.

Diğer bir tip laserde ise aktif ortam olarak gaz kullanılmaktadır. Gaz laserine tipik örnek olarak CO<sub>2</sub> veya Argon iyon laseri verilebilir. Eğer belirli laser ışınlarının yoluna potasyum-titanilfosfat (KTP) gibi bir kristal yerleştirilirse ışının rengi değişir. Bu işleme frekans çiftleşmesi adı verilir. Bu tip lasere örnek olarak da KTP/532 verilebilir. Bu aynı zamanda solid-state bir laserdir.

Tüm laserler monokromatik ışık (tek renk ışığı) üretirler. Argon laseri aynı anda 11 adet monokromatik renk üretebilir. Ayrıca tüm laserler koherent ışık üretirler. Burada tüm dalga boyları bir fazdadır. Ayrıca tüm laserlerin ürettiği ışın çok hassas bir şekilde yönlendirilebilir. Bu özellik sayesinde çok küçük noktalara bile ışının odaklanması mümkün olabilmektedir.

Laser ışınını dokuya taşımak amacı ile iki temel araçtan faydalanılır. Bu araçlar, hareketli eklemleri ve içerisinde yansıtıcı aynaları olan rijid kollar ve fiberoptik taşıyıcılardır. Hareketli kollar sert, ağır ve hareket kabiliyeti sınırlı cihazlar

olup laser ışınını konsantre etmek için merceğe ihtiyaç gösterirler. Bu nedenle laparoskopik cerrahide kullanım sahaları sınırlı olmaktadır. Fiberoptikler ise fleksibl ve ince olmaları, lense ihtiyaç göstermemeleri nedeni ile laparoskopik ve endoskopik işlemlerde yaygın kullanım sahaları bulmuştur. Laser ışını fiber lifin ucundan uzaklaştıkça dağılır bu nedenle fiber uç ile doku arasındaki mesafe laser uygulaması için önemlidir. Fiberin ucuna konik şekilde ayrı bir safir uç eklenmesi ya da fiberin ucuna konik ya da topuz şeklinin verilmesi ile ışın enerjisine dönüşür.

Ancak dokuya direkt temas ederek kullanılabilen bu tip uçlarda kesme işlemi iyi olmakla birlikte koagülasyon zayıf olmaktadır. Laser ışınını ileten fiberler ince yapıda oldukları ve multipl sterilizasyon ve manupilyasyonlar sırasında zarar gördükleri için üretici firmalar bunları bir kullanımlık olarak üretmektedirler. Laserlerin cerrahi dozu; uygulanan güç, uygulama süresi ve uygulanan sahanın büyüklüğü ile ifade edilmektedir. Formüle edildiğinde "Cerrahi doz= GüçxZaman/Uygulama sahasının büyüklüğü" olarak ortaya çıkmaktadır. Bunlardan güç bir seviyeye ayarlanır ve genellikle işlemin sonuna kadar aynı seviyede tutulur. Örneğin KTP laser ile kolesistektomi gerçekleştirirken gücün 15.0 W'a ayarlanması yeterlidir.

Uygulama sahasının büyüklüğü ise fiberin ucunun dokuya uzaklığı değiştirilerek ayarlanabilir. Zaman fiberin doku üzerindeki hareketlerine göre belirlenir. Mesafe ve zamanı ayarlayarak cerrah kesme ve koagülasyon konularından birisine geçebilir. Cerrahi doz arttıkça elde edilen etki de artar. Dokudaki ısı arttıkça denatürasyon, koagülasyon, nekroz, vaporizasyon ve karbonizasyon etkileri birbirini takiben ortaya çıkar. Çıplak fiberoptik ile dokuya tam temas edildiğinde genellikle kesici etki oluşur. Dokudan çok az miktarda uzaklaşıldığında etki sıklıkla vaporizasyon olarak görülür. Dokudan oldukça uzaklaşıldığında ise etki yalnızca koagülasyondur. Konik uçlu fiberlerde ise uç mutlaka doku ile temas etmelidir. Bu durumda yalnızca kesici etki gözlenir.

## Değişik tip laserlerin özellikleri

### CO<sub>2</sub> laser

Laser radyasyonu sonucunda oluşan etki, esas olarak dokuda bulunan su ve hemoglobinin absorpsiyonuna bağlıdır. CO<sub>2</sub> laser ışınının su içerisine penetre olma özelliği çok azdır. Bu nedenle 10.6 µm dalga boyunda kızılötesi yayılan CO<sub>2</sub> laser ışını su içeriği fazla dokularda iyi bir kesme sağlamaktadır. CO<sub>2</sub> laser koagülasyon amacı ile ancak yüzeysel kanamalarda kullanılır. 0.20 mm gibi çok küçük noktalara bile odaklanabilme özelliği vardır. CO<sub>2</sub> laser ışını yanısıma yapmayan katı ve sıvılarda özellikle su içeren ortamlarda absorbe olur. İlk 100 µm derinlikte ışın absorbe olmaktadır.

### Uygulama özellikleri

CO<sub>2</sub> laserin endoskopik ileti araçları ile kullanımını henüz teknik olarak güç olmaktadır. Zira CO<sub>2</sub> laserin rijid iletim sistemine ihtiyaç göstermesinin yanısıra gaz veya havalı bir ortamda ateşlenmesi de gerekmektedir. Laparoskopik cerrahide bu laser, ya operasyon laparoskopundan (tek trokarla giriş) ya da yerleştirilen ikinci bir porttan kullanılır. CO<sub>2</sub> laser ile yapılan vaporizasyon sırasında fazla miktarda oluşan duman, laserin gücünü azalttığı gibi görüntünün bozulmasına neden olur. Bu nedenle işlem sırasında oluşan duman özel bir aspiratörle dışarı alınmalıdır.

Vaporizasyon amacı ile kullanıldığında yalnızca görülen miktarda dokunun vaporizasyonunun sağlanması, hedef doku ile mekanik kontakt olmaması, çevre dokulara ısı yayılmasının minimal olması ve 0.5 mm'den küçük damarlarda ısı etkisi ile hemostaz sağlayabilmesi bu laserin avantajlarından biridir. CO<sub>2</sub> laserin; rijid sistemlere ihtiyaç göstermesi, fazla miktarda duman oluşturması ve koagülasyon etkisinin sınırlı olması ise olumsuz özelliklerindedir.

### Klinik kullanım

Özellikleri nedeni ile CO<sub>2</sub> laser hassas bölgelerdeki kesme işlemlerinde idealdir. Çevre doku-

lara zarar vermeden barsak veya diğer organlardaki yapışıklıkların ayrılması mümkün olur. Hemostatik etkisi sınırlı olduğu için hemostaz amacı ile diğer koagülasyon metodlarının da uygulanması gerekebilir.

### Argon ve KTP laser (Fiberoptik laserler)

KTP ve Argon laserler görünür ışın yayarlar. Argon laser ışık spektrumunun mavi-yeşil bandında 10 adete kadar değişik dalga boyunda ışın yayabilir. En belirgin dalga boyları 514.5 nm ve 488 nm'dedir. KTP laserin ışığı ise 532 nm dalga boyundadır. Bu dalga boyundaki ışınlar pigmente ve hemoglobinin içeren dokular tarafından absorbe edilir, şeffaf sıvılar tarafından absorbe olmazlar. Argon ve KTP laserlerin doku penetrasyonları 2 mm'yi geçmez. Küçük fiberler kullanılarak ve dokuya çok yaklaşarak laserin güç yoğunluğu artırılabilir ve böylelikle vaporizasyon ve kesme işlemi gerçekleştirilebilir. Argon düşük güç yoğunluklarında dokuları etkin olarak koagüle ederek çok iyi bir hemostaz sağlar.

### Uygulama özellikleri

Laser ışını fiberoptik liflere periton boşluğuna iletilir. Işın periton boşluğundaki her yöne doğru hedeflenebilir. Fleksible fiber, doku ile temas ederek veya etmeden kullanılabilir. Dokuya temas etmeden uygulamada ışını operasyon sahasına değişik açılardan gönderme avantajı sağlanabilmekte ve çevre dokularda hasarın önüne geçilebilmektedir. Laparoskopik cerrahide laser ışını 300, 400 veya 600 µm fiber ile iletilmekte ve fiberler birçok kez kullanılabilir. Bu laserin en önemli dezavantajlarından birisi yeşile bakan renginin dokuya çok yaklaşılmadan görülebilmesidir. Ayrıca işlemi yapanın gözlerini korumak amacı ile koruyucu filtreler gerekmektedir. Yine bu laser yüksek yoğunlukta elektrik enerjisine gereksinim gösterir.

### Nd: YAG laser

Nd: YAG laser, solid-state bir laser olup iletim sistemi Argon ve KTP laserlere benzerlik gös-

terir. Bu laser, diğerlerine göre en fazla penetrasyon ve koagülasyon etkisine sahiptir. Işını 4 mm derinliğe kadar penetre olup çok iyi bir lateral koagülasyon sağlar. Bu özellikle ülser veya tümörler nedeni ile olan hemorajilerde büyük avantaj sağlar. Bu laser yüksek güç yoğunluklarında bile iyi kesme özelliğine sahip değildir. Dalga boyu 1066 nm olup ışığı görülmez. Bu nedenle laseri yönlendirebilmek için helium-neon gibi bir kılavuz ışığa gereksinim vardır.

### Uygulama özellikleri

Fiber, doku ile direkt temas haline geldiği zaman oluşan ısı etkisi ile kesme özelliğine sahiptir. Çıplak uçlu fiber ile disseksiyon, uç kısa zamanda aşınacağı için teknik olarak güçtür. Safir bir uç ilave edilmesi ve doku ile ucun direkt teması sağlanarak Nd: YAG laserin laparoskopik cerrahide disseksiyon amaçlı kullanımı mümkün olabilmektedir. Ancak bu pahalı bir metod olup ayrıca kullanan kişinin daha detaylı eğitimini gerektirir. Bunun dışında kullanılan safir ucun soğutulmasının gerekliliği de diğer bir teknik özelliğidir. Dokuya ışının erişmesinin kolay olması, etkin bir koagülasyon sağlaması, koagülasyon ve kesme işleminin aynı sistemle mümkün olması, az miktarda duman oluşturması ve ışının sıvıdan geçebilmesi Nd: YAG laserin avantajlarıdır.

Bu laserin dezavantajları ise göz koruyucu filtre gerektirmesi, fiber taşıyıcının hasar görebilmesi ve su ile soğutma işleminin yüksek enerji gerektirmesidir. Bu laser makas, koter ve CO2 laser ile yapılabilen hemen her laparoskopik işlemde kullanılabilir.

### Laparoskopik cerrahide laserin yeri

Laparoskopik cerrahinin hemen her sahasında laser uygulamalarına rastlanmakta ise de jinekologların bu konudaki deneyimleri cerrahlardan daha fazladır. Jinekolojide laserin uygulandığı patolojilerden en belirginini endometriozisdir. Küçük endometrial implantlar; pelviste sıklıkla ureterler, kan damarları, kolon gibi yapıların üzerine yerleşirler. Burada tedavinin

esasları çevre dokulara zarar vermeden endometriomayı yok etmektir. Bu amaçla CO2 ve Argon laser yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tip laser yalnızca ablasyon için değil fakat kesici bir enstrüman olarak da kullanılabilir ve sıklıkla barsağa veya tübaların fimbrialarına çok yakın yapışıklıkların ayrılmasında kullanılır.

CO2 laserde lateral termal yaralanma korkusu az olduğu için, laparoskopi yardımı ile vajinal histerektomi sırasında ureter çevresindeki disseksiyonlarda da kullanılmaktadır. Diğer yandan kanama durdurucu özelliğinin olmayışı ureterin görüntülenmesini güçleştirebilir ve CO2 laser'in ureter üzerine birkaç kez uygulanması, sıvı içeren her dokuda olduğu gibi ureterin de kesilmesine neden olabilir.

Kırmızı pigmentli lezyonlar tarafından selektif olarak absorbe edildiği için Argon laser da endometriomanın tedavisinde kullanılmıştır. Argon laser'in belirgin dezavantajlardan birisi, laparoskopya doğru yansıyan laser'in mavi ışığının, laparoskopun video kamerasına nakledilmeden önce filtre edilmek zorunda olunmasıdır.

Bu renk filtrasyonu iki yolla gerçekleştirilebilir. Teleskop ve video kamera arasına mavi bir filtre yerleştirilir ve beyaz ayarı (white balance) yeniden yapılır. Bu doğal olarak bütün intraabdominal renkleri etkileyecektir. Öyleki, argon laserin dalga boyuna yakın bütün mavi renklerin görüntüsü monitörden silinecektir. İkinci olası yöntem ise yalnızca laser uygulandığı dönemlerde filtreyi devreye sokan bir apanye laşere takmaktır. Bu şekilde operasyon sırasında gerçek renkler elde edildiğinden çok küçük endometriomaların tespiti mümkün olabilmektedir. KTP veya argon laser'in bir özelliği de doku penetrasyonunun hafifçe yüksek olması ve endometriomaya komşu doku riske atmasıdır. Argon laser bir fiber aracılığı ile taşınabilir ancak başlangıçtaki satın alışı fiyatı CO2 laser'e göre biraz daha yüksektir. Argon laser doku vaporizasyonu özelliği de iyi olduğu için operatif pelviskopide etkinlikle kullanılmaktadır. Nd: YAG laserin pelviskopik cerrahide kullanımı sınırlı olup daha çok direkt temas yolu ile kullanılmaktadır.

Genel cerrahide ise laparoskopik laser kullanımı birçok merkezde başarı ile uygulanmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk laparoskopik kolesistektomi, daha önce terapötik laparoskopide laser deneyimine sahip jinekologlar ile bir ekip oluşturan genel cerrahlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu jinekologlar ve onların öğrencileri, laparoskopide kullanılan monopolar elektrocerrahinin potansiyel zararlarından çekindikleri için laser uygulamalarını ön planda tutmaktaydılar. •

Ancak elektrocerrahi yardımı ile yüzlerce karaciğer biyopsisi yapan cerrahların deneyimi ile ikinci bir ekol yetişmiş ve bunlar elektrocerrahi ile laparoskopik kolesistektomiye gündeme getirmişlerdir. Her iki yönteme de yakın cerrahların yaptığı randomize prospektif çalışmalarda, monopolar elektrocerrahi kanamayı azaltmada, disseksiyonu hızlandırmada ve ameliyat masraflarını azaltmada daha üstün bir yöntem olarak görülmüştür.

Genel cerrahların laparoskopi sırasında monopolar elektrocerrahi emniyetle ve rahatlıkla kullanmaları, laserin popülaritesinin büyük ölçüde azalmasına neden olmuştur. Satın alma ve bakım giderlerinin yüksek olması, kullanan personelin özel eğitim gereksinimi ve ameliyathanede çeşitli önlemlerin alınması da bunda etken olmuştur. Bununla birlikte laserin elektrocerrahi ile karşılaştırıldığında daha ince disseksiyon ve koagülasyon yapabilme özelliğinin belirgin bir avantaj sağladığını bildiren yazarlarda mevcuttur.

Sonuç olarak laparoskopik cerrahide laser uygulamaları çok yaygın olmamakla birlikte, bu teknolojinin prensiplerinin cerrahlarca bilinmesi gelecekteki çeşitli uygulamalarda onlara yardımcı olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Boulnois JL. Photophysical processes in recent medical laser development: a review. *Lasers Med Sci*, 1986; 1:47-66.
2. Keckstein J, Wolf A, Steiner R. Laser application in contact and non contact procedures; sapphire tips in comparison to "bare-fiber", argon laser in comparison to Nd: YAG laser. *Lacer Med Surg* 1988; 4:158.
3. Hunter JG. Laser or electrocautery for laparoscopic cholecystectomy? *Am J Surg* 1991; 161:345-349.
4. Hunter JG. Advantages of laser application in endoscopic surgery. *End Surg* 1993; 1:213-216.
5. Fuchs B, Philipp C, Murke FE, Shaltout J, Berlien HP. Techniques for endoscopic and non-endoscopic intracorporeal laser applications. *End Surg* 1993; 1:217-223.
6. Nezhat C, Nezhat FR. Safe laser endoscopic excision or vaporization of peritoneal endometriosis. *Fertil Steril* 1989; 52:149-151.
7. Keye WR. Laparoscopic treatment of endometriosis. *Obstet Gynecol Clin North Am* 1989; 69:157-166.
8. Bordelon BM, Hobday KA, Hunter JG. Laser vs. electrosurgery in laparoscopic cholecystectomy: A prospective randomized trial. *Arch Surg* 1993; 128:233-236.
9. Easter DW, Moossa AR. Laser and laparoscopic cholecystectomy: A hazardous union? *Arch Surg* 1991; 126:423.
10. Deziel DJ, Millikan KW, Economou SG, Doolas A, Ko ST, Airan MC. Complications of laparoscopic cholecystectomy: A national survey of 4292 hospitals and an analysis of 77604 cases. *Am J Surg* 1993; 165:9-14.
11. Nath G, Gorisch W, Kiefhaber P. First laser endoscopy via a fiberoptic transmission system. *Endoscopy* 1988; 5:208-213.
12. Adamson GD, Lu J, Subak LL. Laparoscopic CO<sub>2</sub> laser vaporization compared with traditional treatments. *Fertil Steril* 1988; 50:704-710.

---

Alındığı tarih: 28 Aralık 1994

Yazışma adresi: Op. Dr. Osman Yücel, Arayıcıbaşı Sokak  
No:9 81300 Bahariye-Üsküdar

---