

## Kutanöz Laser Cerrahisi

Ramazan Kahveci\*

**ÖZET.** Plastik cerrahların deri lezyonlarının tedavisinde kullandıkları donanımlar arasında laser de yer almakta ve plastik cerrahide yaygın olarak kullanılmaktadır. Laser kullanmak isteyen klinisyenlerin temel fizik bilgilerini ve değişik laserlerin kullanılma nedenlerini öğrenmeleri gerekmektedir. Bu derlemede laser hakkındaki temel bilgiler, kutanöz cerrahide laser kullanımı ve laser teknolojisindeki gelişmeler ele alınmıştır.

**Anahtar Kelime .laser.**

### Cutaneous Laser Surgery

**SUMMARY.** Lasers have found a definitive place in the armamentarium of plastic surgeon in the treatment of a wide variety of cutaneous lesions. The use of lasers in plastic surgery is now quite extensive. Any clinician interested in becoming involved in lasers should learn why certain lasers are used for certain applications. This article is limited to some of the basic concepts behind lasers, their applications in cutaneous surgery and developments in laser technology.

**Key Word .laser.**

Laser kelimesi İngilizce "Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation" kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur.

Laser ile ilgili ilk çalışmayı 1917 yılında Albert Einstein<sup>1</sup> yapmış ve "radyasyonun uyarılmış salınımı" fikrini ortaya atmıştır. 1958 yılında Schalow ve Townes<sup>2</sup> mikrodalga ışınımı kullanarak "uyarılarak salınan ışık" elde etmişler ve buna MASER adını vermişlerdir. Bugünkü anlamdaki ilk laser ise 1960 yılında T.H. Maiman tarafından sentetik Ruby kristal ortamında elde edilmiştir<sup>3</sup>.

Laser'in ne olduğunu, nasıl çalıştığını ve nasıl etki ettiğini anlamak için temel fizik bilgisi gerekmektedir. Atomlar ve moleküller "istirahat konumu" (resting state) adı verilen bir enerji konumunda bulunurlar. Bu konumda atomu çevreleyen elektronlar sabittir. Atom ve moleküllere dışardan enerji verilirse, atom ve moleküller bu enerjiyi absorbe ederler ve "uyarılmış konuma" (excited state) geçerler. Bu konum sabit bir konum olmadığı için elektron, absorbe ettiği enerjiyi kendiliğinden dışarıya verir ve istirahat konuma geri döner. Bu

işlem sonunda fotonlar adı verilen elektromanyetik ışınım ortaya çıkar<sup>4-7</sup>.

Einstein'in teorisine göre uyarılmış konumdaki bir atom daha önce absorbe ettiği ile aynı dalga boyu ya da frekansta bir ışınım ile yeniden uyarılırsa, eski haline (istirahat konumuna) daha çabuk dönerek dalga boyu, frekansı, yönü ve fazı aynı olan iki ışık salar. Einstein bu duruma "radyasyonun uyarılmış salınımı" (stimulated emission of radiation) adını vermiştir<sup>1</sup>. Bu tip bir ışık elde edebilmek için atomlar kapalı bir ortama konulur ve elektrik enerjisi ile yüklenerek uyarılır. Yeterince atom uyarıldığında kendiliğinden salınan fotonlar uyarılmış atomla karşılaşmaya başlarlar ve "uyarılmış salınım" ortaya çıkar. Uyarılmış salınım ile; aynı frekansta ve aynı yönde hareket eden fotonlar elde edilir. Kapalı ortam içine yerleştirilen yansıtıcı aynalar aracılığı ile uyarılmış salınım sayısı giderek artırılabilir. Böylece "radyasyonun uyarılmış salınımı ile artırılmış ışık" LASER elde edilmiş olur. Yansıtıcı aynalardan birisi geçirgen şekilde yapılırsa, bu aynaya gelen ışığın % 5-10'u laser ışığı şeklinde dışarıya verilebilir.

Atom ya da molekülün uyarılabilmesi için optik boşluk veya resonator adı verilen kapalı bir ortam gerekir. Bu ortam; gaz (argon, karbondioksit, neon

\* Doç. Dr. U.Ü. Tıp Fak. Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi ABD.

Geliş Tarihi: 15.03.1995

Kabul Tarihi: 16.05.1995

ile birlikte helium), sıvı (boya), katı (bir kristalle desteklenen aktif element) veya yarı iletken olabilir. Işınımın salınan enerji oldukça geniş bir elektromanyetik spektrumda yerleşmiştir. Laser cerrahisi; mor ötesi (10400 nm), görülebilen (400-700 nm) ve kızıl ötesi (750-1000000 nm) spektrumda gerçekleştirilir.

### Laser Işığının Özellikleri:

**Tek Renklidir (Monokromiktir):** Aynı dalga boyunda ışık olması nedeni ile laser ışığı birbirine paralel olarak aynı yönde hareket eden ışık demetinden oluşur. Bu özellik tedavinin özgül olmasını sağlayan özelliklerdendir.

**Yayılmadan - Tek Yönlü - Hareket Eder:** Aynı dalga boyunda ışık olması nedeni ile laser ışığı teorik olarak yayılmadan (tek yönlü) hareket eder. Ancak pratikte laser ışığının 1 metrede 1 mm yayıldığı gösterilmiştir.

**Parlaklık:** Amplifikasyon ile çok güçlü (parlak) laser ışığı elde etmek mümkündür.

### Saldıkları Işık Tipine Göre Laserler Devamlı Işık Salan (Continuous Wave) Laserler (Cw)

Işık şiddeti hemen hemen hiç değişmeden devamlı ışık veren laserlerdir. Devamlı ışık veren açma ve kapama düğmesi kullanılarak laserlerden de kesintili ışık elde etmek olasıdır (0.01-Birkaç saniye aralıklı).

### Aralıklı Işık Salan (Pulsed) Laserler

Düğmesi açılıp kapatılarak ışık elde edilen laserden çok daha kısa aralıklarla ışık veren laserlerdir. Yapılışları nedeni ile laser içindeki enerji sabit değildir. Azalır, çoğalır, dışarıya salınır, tekrar azalır ve bu işler milisaniyeler gibi çok kısa sürede tekrarlanır. Gücü ise devamlı ışık salan laserlerin 100 misline kadar ulaşabilir.

### Süper Aralıklı Işık Salan Laserler

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) laserleri için kullanılan bir terimdir. Çok kısa sürede (mikro saniyelerde), çok yüksek güçte ışık veren laserlerdir. Bu laserlerin üretimindeki amaç laserle insizyon yaparken oluşan ısı harabiyetini azaltmaktır.

### Q Switched Laserler

Çok daha kısa sürede (nanosaniyede\*), çok daha yüksek enerjide (yüzlerce megawatt) ışık veren laserlerdir.

\* 10<sup>9</sup> nanosaniye = 10<sup>6</sup> mikrosaniye = 10<sup>3</sup> milisaniye = 1 saniye.  
1 milyon watt = 1 megawatt

### Laserin İletimi

**Eklemliler Kollar:** Özellikle CO<sub>2</sub> laserin iletiminde kullanılır.

**Fiber Optik İletici:** CO<sub>2</sub> laser dışındaki laserlerin hemen tamamında fiber optik ileticiler kullanılmaktadır. Özellikle endoskopik laser cerrahisinde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bu tip iletim ile enerji kaybı ve odak genişlemesi sonucunda laserin gücü azalmaktadır.

### Laserin Dokuya Etkisi

Laser ışığı dokuya geldiğinde doku tarafından emilir (absorbe edilir), dokuda yayılır (scattering) ve dokunun derinliklerine doğru ilerler (transmission).

**Emilim:** Bütün ışık taneciklerinin ya da dalgalarının bir rengi (dalga boyu) vardır. Her doku yapısına göre belirli renkleri emme gücüne sahiptir. Gelen foton taneciği bir doku tarafından emildiğinde enerjisini dokuya aktarır. Bu enerji dokularda ısı artışına neden olur. Dokunun cinsine ve ışığın dalga boyuna bağlı olarak değişen emilebilme oranına emilim katsayısı denir. Dokular üzerine gelen renklerden bir kısmını emip, birini ya da birkaçını yansıtırlar. Bu yansıtıkları renk, dokunun rengini belirler. Örn. Hemanjiom kırmızı dışında tüm renkleri emer, kırmızıyı yansıtır.

**Yayılm:** Doku içine gelen foton doku tarafından emilmez, ancak ona çarparak yön değiştirebilir. Bu işlem yayılım olarak bilinir. Yayılm, laser ışığının dokunun derinliklerine girmesini ve etki etmesini belirleyen bir özelliktir. Laser dokunun cinsine göre uygun dalga boyuna sahip olarak seçilirse laser ışığı dermis altına geçemez.

**Transmisyon:** Emilen ve yayılanların dışındaki foton tanecikleri dokunun derinliklerine doğru ilerleyebilir. Örn. kırmızı ışık taneciklerinin büyük çoğunluğu emilmeden ve yayılmadan dermisen altına geçebilir. Fakat mavi ışık taneciklerinin büyük çoğunluğu emildiği ya da dağıldığı için dermis altına geçemezler.

**Penetrasyon Derinliği:** Laser ışığının orijinal enerjisinin yarısı kaybedinceye kadar deride katettiği yoldur. Işık bu noktaya gelinceye kadar enerjisinin yarısını kaybetmiştir; ancak buradan daha derinlere de az da olsa etki edecektir.

**Etkili Penetrasyon Derinliği:** İstenilen etkinin oluşabileceği en derin yerdir.

Laserin; ısı, mekanik ve kimyasal etkileri vardır. Laser asıl etkisini ısı ile yapar. Dokunun yapısını bozar (denatürasyon), pıhtılaştırır (koagülasyon) ve buharlaştırır (vaporizasyon). Dokunun laserden etkilenebilmesi için enerjiyi emmesi gerekir. Emilim ile ışık enerjisi ısı enerjisine çevrilir. 50 C°nin altında geri dönebilen ısıl zedelenme olur. 50-100 C° arasında biyolojik dokularda proteinin yapısı bozulur

veya geri dönemeyecek şekilde pıhtılaşır. 100 C°'nin üstünde ise vaporizasyon görülür. Eğer vaporizasyon kapalı bir alanda olur ise, bir patlama ortaya çıkar. Bu laserin mekanik zedeleme etkisidir.

Işığın dokunun derinliğine girmesi, dalga boyu ile doğru orantılıdır. Dalga boyu uzadıkça, ışık daha derinlere ulaşır. Dalga boyu kıaldıkça dokuda dağılma arttığı için ışığın daha derinlere ulaşması zorlaşır.

Doku zedelenmesi enerji ile doğru orantılıdır.

$$J \text{ (enerji)} = P \text{ (Watt)} \times t \text{ (Saniye)}$$

Güç (p) ve zamanı (t) değiştirerek aynı enerji elde edilebilir, ancak bu enerjinin dokudaki etkileri farklıdır. Güç çok artırılıp, zaman kısa tutulur ise vaporizasyonu fazla, koagülatif nekrozu az, doku zedelenmesi elde edilebilir. Güç azaltılır, ancak zaman uzun tutulur ise, vaporizasyonu az, koagülatif nekrozu fazla doku zedelenmesi elde edilir.

### Selektif Fototermoliz

Uygun dalga boyunda laser ışığı seçilirse ve bu ışık dokunun soğuma zamanı ya da termal relaksasyon zamanından daha kısa süreli aralıklarla gönderilirse, selektif termal yaralanma elde edilebilir.

### Laser Çeşitleri

Binlerce çeşidi üretilmiş olmakla birlikte bunlardan ancak birkaç tanesi günümüzde tıp alanında kullanılmaktadır<sup>4,6,8,9</sup>. En yaygın kullanılanlar şöyle sıralanabilir.

#### Karbondioksit Laserleri

10600 nm dalga boyunda kızılötesi ışık veren laserlerdir. Işığı gözle görülmediği için genellikle 632.8 nm dalga boyunda, kırmızı ışığı veren, Helium Neon Laser eklenerek kullanılır. Su tarafından çok iyi absorbe edilir. Bu nedenle ciltte derinlere inemez ve seçici olmayan etki gösterir.

#### Üstünlükleri:

1. Çevre dokusunun zedelenmesi diğer laserlere göre daha azdır.
2. Cilde dokunmadan, bistüri olarak kullanılabilir (non-contact surgery). Enfeksiyon, malignite durumlarında tercih edilir.
3. Ortaya çıkan ısı, çalışılan alanda steriliteyi sağlar.
4. Kesici olarak kullanıldığında 0.5 mm den küçük çaplı damarları pıhtılaştırabilir.
5. Lenfin sızmasını ve cerrahi girişim sonrası ödemi önler.

Kesici olarak kullanılmak istenirse ışık çapı (spot size) 0.1 mm'nin altında seçilmeli ve 20-30 W güç uygulanmalıdır.

### Kesici Olarak Kullanıldığı Durumlar:

1. Kanama bozukluğu olan ya da antikoagülan alan hastalarda,
2. Epinefrinin kontrendike olduğu durumlarda,
3. Kalp pili (pacemaker) olan hastalarda (normal koter kullanılmadığı için),
4. Kan kaybının hayati önem taşıdığı durumlarda,
5. Damarsal tümörlerde,
6. Enfekte bölgelerde.

Örneğin: Bazal hücreli karsinoma eksizyonu, saçlı deri lezyonları, keloid, hemanjiomlar, yanık debridmanı, bası yarası cerrahisi vb.

Buharlaştırıcı olarak kullanılmak istenirse ışık çapı 0.1 mm'nin üzerinde seçmek, gücü ise 15-20 W uygulamak gerekir.

**Kullanıldığı Yerler:** Siğil, kondiloma akuminata, Zoon Balanit, Queyrat eritroplazisi, Bowen hastalığı, yassı epitel hücreli karsinom, dövme, epidermal nevüsler, hemanjiomlar (şarap lekesi), senil anjiomlar, anjiokeratomlar, pyojenik granülomlar, lanfanjiomlar.

Çok düşük güçte (1-9 W) ve çok büyük ışık çaplı (4-6 mm) kullanılır ise CO<sub>2</sub> laser ile derinin yüzeysel dermis tabakasına etki ederek yüzeysel **thermabrazyon** yapmak mümkündür.

Kesici ve buharlaştırıcı olarak birlikte kullanılırsa rinofima, dev kondyloma akuminatum, nörofibroma tedavilerinde iyi sonuç elde edebilir.

### Argon Laserler

488 nm dalga boyunda (mavi) ve 514 nm dalga boyunda (yeşil) ışık veren laserlerdir. Su tarafından çok az absorbe edilirler, bu nedenle derinin derinliklerine inebilirler. Genellikle ışık çapı 1 mm, gücü 0.8-20 W olarak kullanılır. Hemoglobin ve melanin tarafından absorbe edildikleri için damarsal ve pigment lezyonlara etkilidir. Gözde diabetik retinopati tedavisinde, gastroenterolojide üst gastrointestinal sistem kanamalarının durdurulmasında, beyin cerrahisinde kafa içi kanamaların kontrolünde (deneysel aşamada), trakea ve özefagus tümörlerinde kullanılmaktadır.

### Neodymium - Yağ Laserler

1064 nm, dalga boyunda kızıl ötesine yakın ışık veren laserlerdir. Devamlı ve dalgalı ışık veren tipleri vardır. Laser ışığı; su, melanin ve hemoglobin tarafından az emildiği için dokunun 4-6 mm derinliğine kadar girebilir. Doku üzerine seçici etkisi yoktur. Ancak 4-6 mm derinliğe kadar olan geniş-kalın lezyonların (seçici olmayan) tedavisinde kullanılır. Büyük, gelişmiş nodüler şarap lekesinde, hemanjiomlarda, mukozal yüzeylerdeki ve dildeki damarsal tümörlerde; kondyloma akuminata'da,

Bowen hastalığında ve lökoplakide kullanılmaktadır. Ayrıca trakea, özefagus, mesane tümörlerinin tedavisinde, üst gastrointestinal sistem kanamalarının durdurulmasında, gözde ve mesane, böbrek taşlarının kırılmasında kullanılmaktadır. Mavi ve siyah renkli dövmelemin çıkarılmasında da oldukça iyi sonuçlar alınmaktadır.

#### Boyah (Dye) Laserler

Başka tip bir laser tarafından desteklenen ve içine konulan boyanın cinsine göre değişik dalga boyunda ışık veren laserlerdir. Destekleyici laser genellikle Argon Laser'lerdir. Sıklıkla Rhodamine boyası kullanılır ve 577 nm ve 585 nm dalga boyunda, yeşil ışık veren laserler elde edilir. Devamlı ve dalgalı tipleri vardır. Derideki damarsal lezyonların tedavisinde çok iyi sonuçlar alınmaktadır. Özellikle şarap lekesi, Telenjektazi, Rosea'da 5-7 W gücünde ve 2 mm ışık çapında kullanılmaktadır.

#### Ağır Metal Buharlı Laserler

**Bakır Buharlı Laserler:** 578-510 nm dalga boyunda, mavi-yeşil ışık veren laserlerdir. Sıklıkla 20 W gücünde kullanılır. Argon laserlerin yerine ya da boyalı laserleri desteklemek için kullanılmaktadır.

**Altın Buharlı Laserler:** 628 nm dalga boyunda, kırmızı ışık veren laserlerdir. Deneme aşamasındadır.

#### Ruby Laserler

694 nm dalga boyunda, kırmızı ışık veren laserlerdir. Melanin tarafından iyi absorbe olur. Mavi ve siyah dövmelemin çıkarılmasında kullanılmaktadır.

#### Excimer Laserler (Excited Dimer Laserler)

193 nm dalga boyunda (argon fluoride), 248 nm dalga boyunda (krypton fluoride), 308 nm dalga boyunda (Ksenon kloride) ve 351 nm dalga boyunda (Ksenon fluoride) ışık elde edilebilir. Yüksek enerjili, mor ötesine yakın ışık veren laserlerdir. Dokuları hücre düzeyinde kesmede kullanılmaktadır. Geleceğin ideal laseri olarak bilinmektedir, ancak kullanılan gazların toksik olması, bugünkü teknolojik şartlar içinde güvenle kullanımının zor olması ve mor ötesi ışığın kanserojen (mutojen) olması gibi nedenlerle, henüz tıpta yaygın kullanılmamaktadır. Gözde korneal lameller keratoplastide kullanılmaktadır.

#### Laser Uygulanırken Uyulması Gereken Kurallar

1. Odada; a. Yansıtıcı yüzeyler kaplanmalı, b. Kapılar içeriden kilitlenmeli, c. Patlayıcı gaz bulundurulmamalı.
2. Odada bulunan herkes özel gözlük kullanmalı,
3. Cerrahi uygulama yapılan alan etrafına ıslak gazlar konulmalı,
4. Cerrahi aletler ışığı yansıtmayacak, özel siyah kapla kaplı olmalı,
5. Enfeksiyon ve malignite etkenlerinin etrafına havaya yayılmalarını önlemek için güçlü aspiratör kullanılmalı,
6. Cerrahi ekip özel gözlüğe ek olarak maske, kep, eldiven kullanılmalıdır.

Doç. Dr. Ramazan KAHVECİ  
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi ABD  
Tel.: (224) 442 81 93  
Fax.: (224) 442 80 79  
16059 Görükle / BURSA

#### Kaynaklar

1. Einstein A: "Zur Quantum Theori der Strahlung" (In: Penino RP. "Lasers in surgery and medicine", in Smith JW, Aston SJ (eds): "Plastic Surgery". Boston: Little, Brown and Company, 1991, pp 779-804.
2. Schawlow AL, Townes CH: Infrared and optical masers. Phys Rev. 112: 1940, 1958.
3. Maiman T: Stimulated optical radiation in ruby lasers. Nature. 187: 493-494, 1960.
4. Penino RP: Lasers in surgery and medicine, in Smith JW, Aston SJ (eds): Plastic Surgery. Boston: Little, Brown and Company, 1991, pp 779-804.
5. Apfelberg DB, Maser MR: Laser therapy, in McCarthy JG (ed): Plastic Surgery. Philadelphia: WBSaunders Company, 1990, pp 3663-3673.
6. Dover JS, Arndt KA: Illustrated Cutaneous Surgery. Norwalk: Appleton & Lange, 1990, pp 1-142.
7. Murphy MJ: Laser/tissue interaction. Skinlaser Today. 2: 23-35, 1993.
8. Kilmer SL, Anderson RR: Clinical use of the Q switched ruby and the Q switched. Nd: YAG (2064 nm and 532 nm) lasers for treatment of tattoos. J Dermatol Surg Oncol. 19: 330-338, 1993.
9. Dover JS, Kilmer SL, Anderson RR: What's new in cutaneous laser surgery. J Dermatol Surg Oncol. 19: 295-298, 1993.