

PLASTİK VE REKONSTRÜKTİF CERRAHİDE LASER

Dr. Selim ÇELEBİOĞLU*, Dr. Ramazan Erkin ÜNLÜ*, Dr. Uğur KOÇER*,
Dr. A. Sina MENGİ*, Dr. Ömer ŞENSÖZ*

* Ankara Numune Hastanesi, 2. Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Kliniği

ÖZET

Laser günümüzde sanayi ve teknoloji başta olmak üzere, tıbbın da dahil olduğu birçok alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Tıpta dermatoloji ve cerrahi branşlarda ağırlıklı olarak kullanılan laserin özellikle plastik ve rekonstrüktif cerrahide kullanımını gün geçtikçe artmaktadır. Bu yazımızda laser hakkında genel bilgiler ve laserin plastik ve rekonstrüktif cerrahi branşındaki kullanım alanları anlatılacaktır.

GİRİŞ

Laser, light amplification by stimulated emission of radiation kelimelerinin kısaltılmasıdır (1).

Tanımlar,

1) Laser olayından yararlanılarak silahlanma telekomunikasyon, ölçübilim, temel fizik, sanayi, tıp vb... gibi alanlarda kullanılan uzaysal ve zamansal bağdaşık ışın demeti üreten aygıt.

2) Laser olayı, ışığın uyarılmış ışımaya yayımıyla yükseltildiği fiziksel olay.

3) Yayılan ışımaya ve ışımaya uygulamalarını niteleyen ad.

İlk kez 1917'de Einstein'ın kuramsal temellere dayanarak betimlediği uyarılmış yayım olayına dayanır. Bu olayı aşırı kısa dalgaların yükseltilmesine uygulamaya (Maser) yönelik ilk olanağı 1951'de C.H. Townes betimledi ve bu 1954'de deneysel olarak doğrulandı. 1958'de A.L. Schawlow ve C.H. Townes optik maserler (Laser) üzerine ilk makaleyi

yayınladılar. 1960'da T.H. Maiman ilk yakut laseri çalıştırdı. 1961'de A. Javan gas laseri çalıştırdı. Bu tarihten sonra fizik ve teknoloji alanında büyük gelişim gösterdi (1961 Johshon - ND; YAG laser, 1962 Bennet-Argon laser, 1964 Patel CO₂ laser...)

LASER DİNAMİĞİ

Temelde elektromanyetik spektrumda dalga boyları kısalmaya ve frekans artmaya başlar. Laserlerin fonksiyonel etkisi sahip olduğu dalga boyuna spesifiktir. Quantum mekaniğinde elektronlar çekirdek etrafında çeşitli enerji seviyelerine göre hareket ederler. Bu elektronlar en alt enerji düzeyindedirler. Bir atomun elektronları ısı dengede foton veya radiant enerjii absorbe edebilir ve daha yüksek bir enerji seviyesine atlayabilirler (1). Enerjii absorbe eden bu seviyeye uyarılmış seviye denir. Einstein'e göre uyarılmış yayım olayı, kendiliğinden yayım olayı gibi uyarılmış bir E₂ enerji halinden, E₁ alt enerji düzeyine düşen atomun, bir foton yayımlamasına karşılık gelir. Işımanın, ν , frekansı E₂-E₁ eşittir $h\nu$ bağlantısı ile verilir (h, plank sabitidir). Isıl dengede olan sistemde uyarılmış parçacık sayısı önemsizdir. Bu durumda sistem üzerine gelen ν frekanslı bir ışığın soğurulma olasılığı, uyarılmış yayılıma yol açma olasılığından daha yüksektir. Uyarılmış yayılım için, E₂ enerjili parçacıkların sayısı N₂'den E₁ enerjili parçacıkların sayısı ise N₁ den büyük olması gerekir. Bu sonuca ulaşmak için, pompalama adı verilen bir dış uyarım yardımı ile bir nüfus evrimi gerçekleştirilir. Frekansı ışınımsal geçişe karşılık gelen tek renkli bir ışık demeti etkin bir ortama gönderildiğinde buradan uyarılmış yayılımla yük-

sestilmiş olarak ve aynı doğrultuda çıkar. Bu yükseltici ortamı (lasing media) bir ışımaya üretecine dönüştürmek için bir rezonans boşluğuna yerleştirmek gerekir. Bu boşluk birbirine koştur ve yayımlanan ışımaya dik iki aynadan oluşur (perot - fabry boşluğu).

Laserin yayımladığı ışık hem uzayda hem de zamanda bağdaşık, çünkü fotonlar aynı dalga boyunda, aynı doğrultuda ve aralarında faz farkı oluşmaksızın yayımlanır. Laser ışımaya yönlendirilmiştir. Demetin iraksaması birkaç saniyelik açı ile sınırlandırılabilir. Küçük bir uzay açısı içinde büyük bir enerji elde edilebilir. Laser demeti odaklandığında birkaç dalga boyu kadar odak lekesinde birim yüzeyde büyük bir enerji yoğunluğu elde edilir.

Çeşitli ayırıcı özellikleri yönünden birbirinden farklı birçok laser türü vardır. Bunlar etkin ortama göre (katı, gaz, sıvı, yarı iletken) pompalama biçimine göre (flaş, gazlı deşarj tüpü, akım pompalamalı, kimyasal tepkime) ya da çalışma biçimine göre (sürekli, başıboş, tetiklemeli) sınıflandırılabilir. Genelde, laser oluşumu; laser ortamı (solid, gaz, dye, semiconductor) pompalama sistemi rezonatör, optik tüp ve drenaj sistemlerinden oluşur (2).

Laserin kullanım dinamiğinde bilinmesi gereken noktalar şunlardır; güç yoğunluğu veya irradians; birim alana düşen enerji miktarıdır. PD: =Watts/Area (Alan). Enerji akımı ise yapılan girişim sırasında dokuya giren enerji miktarıdır. Fluence: PD.t. Laser cihazının çıkış gücünü ve odak boyutlarını ayarlayarak güç yoğunluğunu denetleyebiliriz. Laser dalga boyundan bağımsız olarak karakteristik özelliklere sahiptir. Monochromatic; yani tek renklidir. Coherence; ışınım uzaya ve zamana göre bağdaşık, aralarında faz farkı yoktur. Collimation; ışınım dağılırken tek yönlüdür, dalgalar paralel seyreder.

Laser Doku Etkileşimi Photobioloji

Laser dalga boyuna bağımlı olarak vücuttaki değişik pigmentlerce absorbe edilir. Bu hedef dokulara chromophores denilir. Melanin, hemoglobin, kollojen ve B-caroten bunlara örnektir.

Laserin biyolojik dokular üzerindeki etkisi genelde termal ve termal olmayan etki olarak sı-

nıflandırılabilir. Bu etkiler fotokimyasal (chromophores üzerine etkileşimler) ve fototermal (direkt ısı etkileşimi ve non linear ionizasyon etkisi) olarak kendilerini gösterirler (3). Düşük güç yoğunluğu, defocus etkisi ve uzun süreli ışınım ile fotokimyasal etki baskınlık kazanır. Yüksek güç yoğunluğunda ise her zaman fototermal etki ön plandadır.

Termal etkileşim ısıya bağlı mekanizmalarla fotokoagülasyon ve fotovaporizasyon şeklinde belirir. Bu etkileşim vücut ısısı 37'den 60' dereceye çıkarken minimal eritem ve hücresel şişmeye (cloudy swelling) sebep olur ve kalıcı hasar oluşturmaz. Ödem sebebi ile hücre dışına çıkan proteinler hücrelerin birbirleri ile kontaktını artırırlar ve iyileşmeyi hızlandırır (Welding effect). 60-100' derece arasında proteinlerin denaturizasyonuna bağlı olarak dokularda koagülasyon gözlenir. Kollojen moleküllerinin tersiyer yapıları bozulur ve hücre ölümü görülür (vacuolization). 100 derecenin üstündeki ısılarda fotovaporizasyon oluşur, hücre membranları parçalanır ve hücresel sıvı buharlaşır. 300-400 derecelerde laser ışınım yolu üzerinde hücresel fragmanlar yok olur buna karbonizasyon denir. 500 derece ve üzerinde kombüsyon gerçekleşir.

Bu etkileşimler; dalga boyu, güç yoğunluğu, ışınım süresi, odak yüzeyi ve doku faktörlerine bağlıdır. Laser ışınımının doku üzerindeki gerçek etkisi onun üzerinde yaratılan ısı etkisi ile birlikte bu ısıyı ne kadar çabuk dışa aktarabilmesi ile ilgilidir.

Thermal relaxation time; dokunun laserle vurulduktan sonra oluşan ısının yarı seviyesine kadar soğuması için gerekli zamanı ifade eder. Vurulan dokuda sırasıyla vaporizasyon zonu, termal nekroz zonu ve selüler ödem zonu oluşur. Laserle vurulan dokuda buharlaşma ile oluşan bir krater, etrafında karbonik dokular, onları saran vacuolize bir alan ve etrafında irreversible ve reversible termal olarak etkilenen dokular mevcuttur.

Genel olarak laser dokuya uygulandığında bu enerji absorbe edilebilir, reflekte olabilir, değişik biçimlerde dokuya yayılabilir ya da içinden geçebilir.

Cerrahide laser: kesme, koterizasyon, vaporizasyon ve ablasyon amacı ile kullanılır (4). Laserin kullanımında bilinmesi gereken bir diğer nokta ise enerjinin devamlı mı yoksa pulsatil biçimde ara-

lıkları olarak kullanım tarzıdır. Aralıklar 0.01 saniyeye kadar düşebilir. Kural olarak yüksek enerjili laserler pulsatil, düşük enerjili laserler ise continuous yani devamlı olarak kullanılırlar.

Serbest Elle Kullanım Tekniği

Cerrahin laseri serbest olarak elle çeşitli enstrümanlar ve uçlarla kullanmasıdır. Bu olay büyük bir oranda CO₂ laserlerle ve yeni geliştirilen sapphire tiplerle Nd-YAG ve diğer laserler için de mümkün olabilmektedir (5,6).

Bu teknikte laser; kesim, vaporizasyon, yüzeysel sterilizasyon ve hemostaz amacı ile kullanılır. Düşük enerji ile deri subkutan doku ve kasları için yüksek enerji değerleri ise derin parankimatöz organlarda kullanılır. Kullanım laser türüne ve tip enstrümanına göre 2-4 cm uzaklıktan değişken uzaklıklara göre yapılır. Genel veya lokal anestezi altında işlem başlatılır. Fotokimyasal etki için test patch yapılmalıdır. Fotokimyasal etkileşimi bozması sebebi ile lokal anestetik olarak epinephrine yer verilmez. Odak boyutları ve güç istenilen amaca göre ayarlanabilir. İnsizyonda cilt ya laserle kesilip operasyondan sonra yara kenarları 1-5 mm. marjin ile tazelenir veya cilt bistirü ile aşılıp cilt altına inilince laserle uygulama başlatılır. Cilt tüm işlem sırasında gergin bir planda tutulmalıdır. Kullanımda yavaş ve sabit hareketler yapılmalı ani hareketlerden ve seviye değişiminden kaçınmak gerekir. Penetrasyon katmanlarına uygun olarak 'V' şeklinde yapılmalıdır. İnsizyonun derinliği; elin hızına, laserin gücüne, odak boyutuna ve dokuların su konsantrasyonuna bağlıdır. Bunların içindeki en önemli parametre elin hızıdır ki tecrübe ile kazanılır ve kullanıcıya bağlıdır. Elle kullanımda amaç vaporizasyon ise odak boyutları büyütülür ve defocus model, da fotokimyasal etkiden yararlanılır.

Laser elle kullanımda, enfekte yaraların ve dekubitis ülserlerinin yüzeysel sterilizasyonu için kullanılır. Ayrıca yine defocus mode' da dermabrazyon amaçlı (laserbrasion) olarak kullanılır. Focus mode, da hemostaz sağlanır. Laser uygulaması açısından belli özel bir zaman aralığı yoktur. Kullanımdan sonra topical yara bakımı, gerekirse sistemik antibiotik terapisi, ödem ve ağrıyı kesmek için buz kompresleri ve analjezik verilir. Epitelizasyon

10-14 günde, inflamasyon sonucu oluşan eritem ise 6-12 ayda resolve olur.

Laserin avantajları; nonkontakt cerrahi, efektif sterilite, kan kaybının azaltılması postop. ödem ve ağrının azalması (serbest sinir uçları ve lenfatikler laser tarafından kapatılır) ve doku üzerindeki yüksek kontrollü etkidir. Dezavantajları ise; doku ile mekanik kontaktın olmayışı, özel bir eğitim gerektirmesi ve rijid drenaj sistemleri sebebi ile enstrümanın hareket kısıtlılığıdır.

GÜVENLİK ORTAMI

Laser sistem olarak cerrah, yardımcı personel ve teknik personel tarafından iyi bilinmeli ve hasta bu yönde bilgilendirilmelidir. Majör zararlar; vizüel hasarlar, yanıklar ve kombüsyondur. İlk önce özel dizaynli bir oda hazırlanmalıdır. Bütün personel ve hasta özel gözlükler ve galoşlar giymiş olmalıdır. Metaller ve reflektif enstrümanlar yalıtkan ve nemli maddelerle sarılmalıdır. Hastanın gözlerine ve hastaya bağlı (endotrakial tüp vs.) enstrümanlara ıslak gazlar örtülmeli ve güvenlik blokları kullanılmalıdır. Yangın söndürme cihazları rutin olarak ameliyathanede bulundurulmalıdır.

Spesifik Laser Tipleri ve Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahide Kullanım

CO₂ Laser

10600 dalga boyunda ve kızılötesi spektrumdadır. CO₂ gazı laser ortamı olarak kullanılır. Azot ve Helyum da enerji transferini attırmak için ortama katılır. Non selektif bir vaporizatördür. Su içeren dokularda su tarafından absorbe edilir. CO₂ laser kendi orjinal sistemine eklenen parçalarla kullanılır. Bunlar; bir mikrosklad unit, rijid bir endoskop, komputerize bir tarayıcı ve serbest elle kullanıcıdır. CO₂ laserin kesme ve vaporize etme etkileri güçlü; hemostaz ve kagulasyon etkileri ise zayıftır. Gücü 5-10 watt'a kadar çıkabilir, odak boyutu 0.2-1.0 mm'ye kadar değişir. CO₂ laser laserbrasion ve dekubitis yaraların yüzeysel sterilizasyonu için kullanılır. CO₂ laser intraoral cerrahide benign ve malignant lezyonlar için ve filep kaldırma amacı ile kullanılabilir. Estetik amaçlı olarak ta facelift, blepharoplasty, abdominoplasty ve mamoplasty'de kullanılmıştır (7,8,9,10,11).

Kullanım Alanları:

Vasküler Lezyonlar;

- Cavernous hemangioma
- lymphangioma circumscripta

Pigmented lesions.

Nevus, epidermal, papillary, intradermal, verrucous

Seborrheic keratosis

Cafe au lait spots

Lentigo

Malignansiler;

Superficial basallcell epithelioma,

Squamous cell ca.

Bowen's disease

Leukoplakia

Diğer Lezyonlar;

Warts (plantar, hand, genital)

Xanthelasma palpebrum

Fungus nail, onychomycosis

Nail matrixectomy

Cornu cuteneum

Porokeratosis

Morton's neuroma

Digital synovial cyst.

ARGON LASER

Laser ortamı argon gazıdır. Mavi yeşil spektrumda 488-514 nm arasında altı değişik dalga boyunda ışınım yapar. Kromoforu kırmızı renktir. Avantajı fiberoptic sistemlerle kullanılabilmesidir. 1-5 mm. lik odak boyutlarına sahiptir. Genelde değişik vasküler lezyonların dekoratif tatoların tedavisinde ve vaporizasyonu amacı ile kullanılır. Laser genelde 1-1.5mm. derine penetre olur. Dermisteki iatrojenik dövme pigment partikülleri ve melanin tarafından tutular. Yüzeysel kapillerde de (0.5-1 mm çap) hemoglobin tarafından tutularak fo-

tokuiagulatif etki yapar (12,13,14,15,16). Kullanım alanları:

Vasküler lezyonlar:

Port wine hemangioma

Capillary - cavernous hemangioma

Telengiectesia

Acne rosacea

Campell-de morgan- senile angiomas

Venous lake

Hereditary hemorrhagic telengiectosia

Angioma serpiginosum

Diğer lezyonlar;

Nevus of ota

Granuloma faciale.

Nd: YAG Laser

1060 nm. dalga boyunda ve kızılötesi spektrum yakındadır. Yitrium, alenium ve neodmium ionlarının sertleştirilmiş garnett kristalleri bu laserin ortamını oluşturur. Hemoglobin, melanin ve flavin tarafından absorbe edilir. Su komponenti tarafından absorbe edilmez. 4-6 mm'lik derin doku penetrasyonu vardır. Yüksek güçlü bir laser ve ideal bir koagulatördür. Kesim için sapphire (Yakut) kontakt tiplerle kullanılır. Vaporizasyon özelliği de efektiftir. Cerrahi endoskopi ve elle kullanılan modelleri vardır. Benign, malignant lezyonlar, dekoratif dövme ve vasküler lezyonlarda kullanılır. Nd: YAG laser diğer dalga boylarına da, ayarlanabilir; bu frequency doubled laser birçok değişik alanda kullanılır. Kozmetik amaçlı olarak blepheroptasty, abdominoplasty ve mamoplasty'de kullanılır (17,18,19,20).

Ho: YAG' Laser

2.1 mikrometer dalga boyunda solid yag kristali içinde Holmium atomlarının oluşturduğu laser ortamından elde edilir. Genelde optalmolojide kullanılır. Doku penetrasyonu oldukça azdır.

Er: YAG Laser

2.94 mikrometer dalga boyunda, erbium atom-

larının YAG kristali ile birlikte oluşturduğu bir laser ortamına sahiptir. Kemik, enamel gibi sert dokuların ablasyonunda kullanılırlar.

Alexandrite Laser

725-800 nm. dalga boyunda alexandrite solid kristalinde elde edilir. 300 kw de fotofragmentasyon yapar. Litotripside ve Tatuaj tedavisinde kullanılır (21).

Excimer Laser

Stable (kararlı) durumda olan halojen gazlarını ortam olarak kullanır. UV spektrumunda bulunur ve genelde ophtalmolojide kullanılırlar. Başlıca türleri:

- Xenon Floride 351 nm.
- Xenon Chloride 308 nm.
- Kripton Floride 248 nm.
- Argon Floride 193 nm.

Yellow Light Lasers

Son yıllarda popularize olmuştur. Dalga boyları 577-585 nm arasındadır. Başlıca türleri:

- Flash pumped veya tunable dye laser
- Argon pumped dye laser
- Copper vapor laser (en seri pulsatil laser)

Genelde hemoglobin tarafından absorbe edilirler. Selektif koagülasyon etkileri vardır. Spesifik olarak port wine stain tedavisinde kullanılırlar (22,23,24,25,26).

SONUÇ

Son söz olarak oldukça geniş bir konu olan laser olayını cerrahi kullanımı açısından kısa bir şekilde ele aldık. Laserlerin çok kısa bir sürede daha da yaygın biçimde kullanılacağından eminiz. Bu çalışmayı bir ön bilgi olarak hazırladık. Amacımız plastik ve rekonstrüktif cerrahide laserle ilgili olan çalışmalara biraz daha aşina olmamızı sağlamaktır.

KAYNAKLAR

- 1) Pennino RP. Lasers. Grabb and Smith's Plastic Surgery. 4th edition 1991: 779-910.
- 2) Daikuzono, N. Contact Delivery systems, and accessories. In Joffe SN; and Oguro Y. (eds). Advances in Nd: YAG laser surgery. New York: Springer-Verlag, 1988, 19-29.
- 3) Sheehan R.A., Dare and Cotterill J.A. Lasers in dermatology. Br J Dermatol 1993;129: 1-8.
- 4) Hukki J, Krogerus L, Castren M, et al. Effects of different contact laser scalpels on skin and subcutaneous fat. Lsers Surg. Med.1988; 8: 276.
- 5) Apfelberg, D.B., Maser, M.R., Lash, H. et al. Sapphire tip technology for YAG laser excisions in plastic surgery. Plast Reconstr Surg 1989; 84: 273.
- 6) Mc Daniel DH, Mordon S, Buys B, et al. A new robotized scanning laser hand piece. Cutis 1990;45: 300-5.
- 7) Lanigan SW, Cotteril JA. The treatment of post wine stains with the carbon laser. Br J Dermatol. 1990; 123: 229-35.
- 8) Tan OT, Canney JM, Margolis R et al. Histologic responses of port wine stains treated by argon, CO₂ and tunable Dye lasers. Arch. Dermatol. 1986; 122: 1016-22.
- 9) Frame JW. Removal of oral soft tissue pathology with the CO₂ laser. J Oral Maxillofac Surg. 1985;850-855.
- 10) Lanigan S, Sheehan-Dare RA, Cotterill JA. The treatment of decorative tatoos with the carbon dioxide laser. Br J Dermatol.1989; 120:819-25.
- 11) Apfelberg DB, Maser MR, Lash H, et al. High and low tech. solutions for massive cavernous hemangioma of the face; lasers and leaches to the rescue. Ann Plast Surg 1989;23: 341.
- 12) Arndt KA. Treatment techniques in argon laser therapy; comparison of pulsed and continious exposures. J Am Acad. Dermatol. 1984; 11: 90-7.
- 13) Apfelberg DB, Maser MR, Lash H. Argon laser treatment of cuitaneous vascular abnormalities. Ann Plast Surg. 1978;1:14-18.
- 14) Dreno B, Patrice T, Litoux P, Barriere H. The benefit of chilling in argon laser treatment of port wine stains. Planst Reconstr Surg 1984; 75: 42-5.
- 15) Schlifman AB, Brauner G, The comperative effecds of copper vapor laser, argon laser and argon dye laser on vascular lesions. Lasers Surg Med 1988; 8: 813.
- 16) Schenber A, Wheand RG, Use of the argon pumped tunable dye laser for port wine stains in children. J Dermatol Surg, Oncol 1991; 17: 735-9.
- 17) Apfelberg DB, Barton L, Michael PM. Combined team approach to hemangioma management. Plast Reconstr Burg 1991; 88(1): 71-82.
- 18) Apfelberg, DB, Maser MR, White DN, et al. A preliminary study of the combined effect of Nd: YAG laser photocoagulation and direct streoid instillation in the treatment of capillary / cavernous hemangiomas of infancy. Ann. Plast. Surg. 1989; 22:94.

- 19) Apfelberg DB, Maser MR, Lash H, et al. Yag laser resection of complicated hemangiomas of the hand and upper extremity. J Hand Surg 1990; 15A: 765.
- 20) Sankar MY. Laser Hemorrhoidectomy. In: Ogura Y and Joffe (S.N.) (eds). Advances in Nd: YAG laser surgery. New York: Springer - Verlag, 1987; Pp. 247-253.
- 21) Fitzpatrick RE, Ruiz Esperaza J, Goldman MP. The alexandrate laser for tattoos. Lasers Surg Med Suppl 1992; 4: 72.
- 22) Anderson RR, Parrish JA. Microvasculature can be selectively damaged using dye lasers. Lasers Surg Med 1981;1: 263-76.
- 23) Waner M, Woods C. The treatment of facial capillary telangiectasia with pulsed yellow light laser. Lasers Surg Med 1988;8: 189.
- 24) Morelli JG, Tan OT, Garden J et al. Tunable dye laser treatment of port wine stains. Lasers Surg Med 1986;6: 94-9.
- 25) Wheeland RG. Q switched Ruby laser treatment of tattoos. Lasers Surg Med Suppl 1991; 3: 64.
- 26) Brauner G, Schlifman AB. Treatment of pigmented lesions with the flashlamp pumped PLDL laser. Lasers Surg Med Suppl 1992; 4: 73.