

Laser ve Gastroenterolojide Kullanılması

Sinan GÜVEN*

GİRİŞ

Çağımızdaki hızlı teknolojik gelişmeye bağlı olarak ortaya çıkan çeşitli araçların tıp alanında kullanılması ile yeni teşhis ve tedavi metotları ortaya çıkmaktadır. Bunlardan biri de LASER ve tıbbi uygulamalarıdır.

TARİHÇE

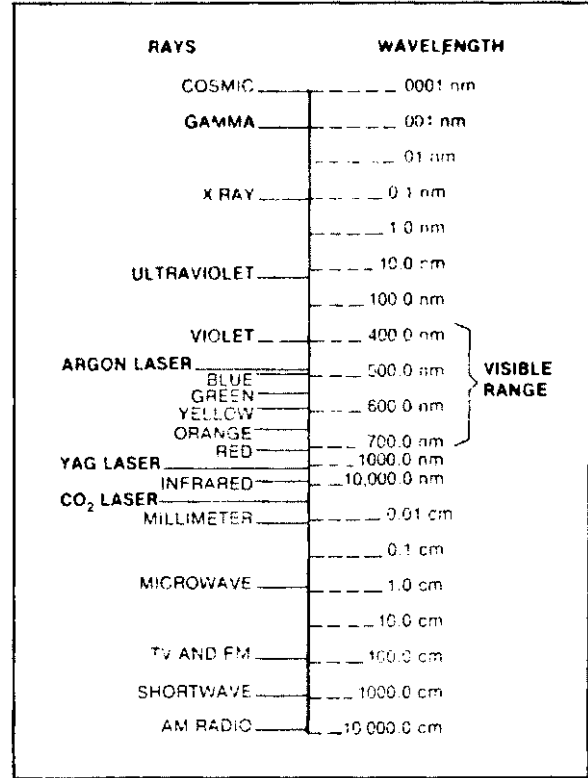
Son yirmi yıldır isminden sık sık bahsedilen laser hakkında, genellikle tahrip etme yeteneği güçlü bir ışın olarak düşünülür. 1898 yılında İngiliz romancısı H.G. Wells'in "Dünyalar Savaşı" adlı romanında Mars'tan dünyamıza gelmiş, ellerinde renkli ışıklar taşıyan yaratıklardan bahsedilmiş, 1930'da da Alman yazar Hans Dominik "Gelecek" adlı romanında ölüm ışınlarından bahsetmişti.

Bilim adamları o yıllarda bu şekilde bir ışık kaynağı oluşturmanın imkânsız olduğunu söylüyorlardı. Halbuki 1916 yılında Einstein, belirli koşullarda atom veya moleküllerin başka çeşit enerji radyasyonunu (yayımını) soğurabildiklerini ve ödünç alınan bu enerjiyi çoğaltarak geriye verebildiklerini açıklamıştı.

O yıllarda bu konu üzerinde fazla durulmadı, daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalar sonucu, ilk kez, mikrodalga bandında kontrollü radyasyon veren MASER (Microwave Amplification by the Stimulated Emission of Radiation) Charles Townes tarafından yapıldı. Daha sonra 1960 yılında ilk LASER Theodor Maiman tarafından imâl edildi.

ÇALIŞMA PRENSİBİ

Doğada mevcut enerji biçimlerinden birisi de elektromanyetik dalga enerjisidir. Bunun daha iyi anlaşılabilmesi için elektromanyetik spektruma göz gezdirmemiz gerekmektedir. Elektromanyetik dalga spektrumu, frekanslarına göre çeşitli adlar alan elektromanyetik dalga enerjilerinin dizildiği banda verilen isimdir (Şekil-1).



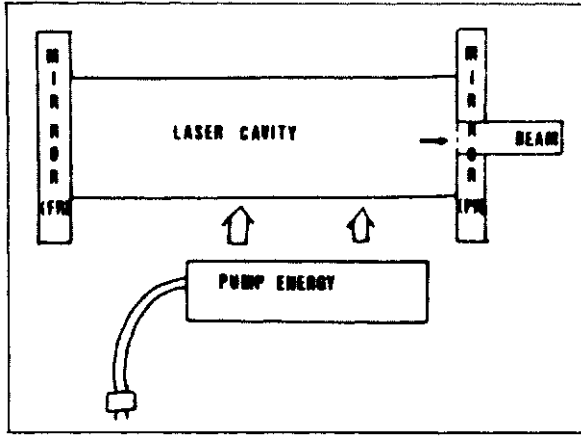
Şekil-1

Spektrumun yüksek frekans bölgesinde, yüksek enerjileri dolayısı ile iyonizasyon yapan ve iyonize eden ışınlar adı verilen kozmik, gamma, röntgen ışınları bulunur. Bilindiği gibi,

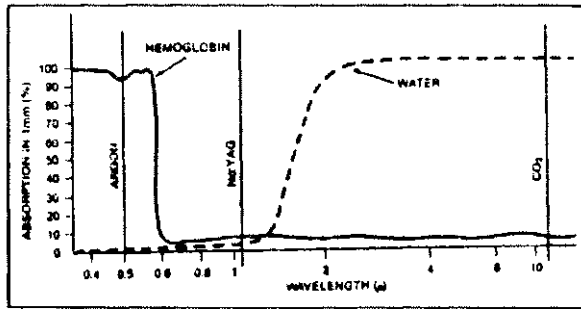
$$E = h \cdot f \dots \dots \dots (1)$$

olması dolayısı ile bir elektromanyetik dalganın enerjisi frekansı ile doğru orantılıdır. Bu sebeple yüksek frekanslı ışınlar yüksek enerjiye sahiptir. Bandın başında yer alan kozmik ışınlar uzaydan gelen ve dün-

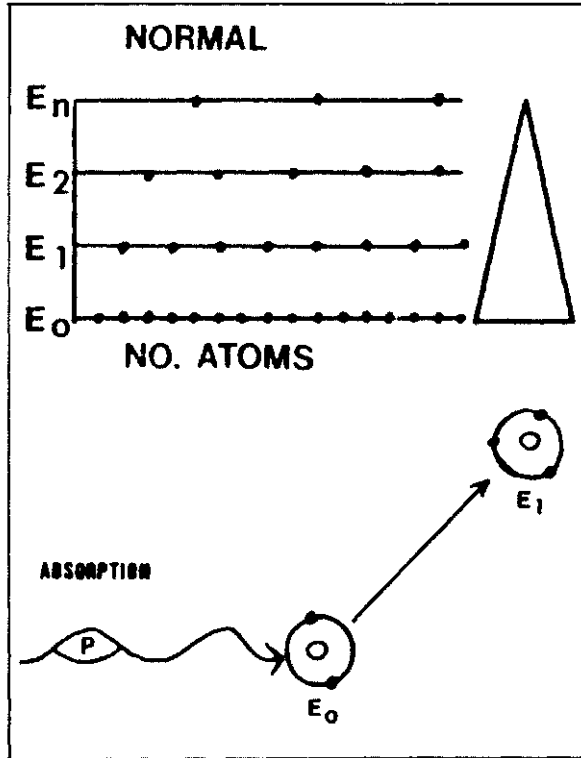
*Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Gastroenteroloji Cerrahisi Kliniği



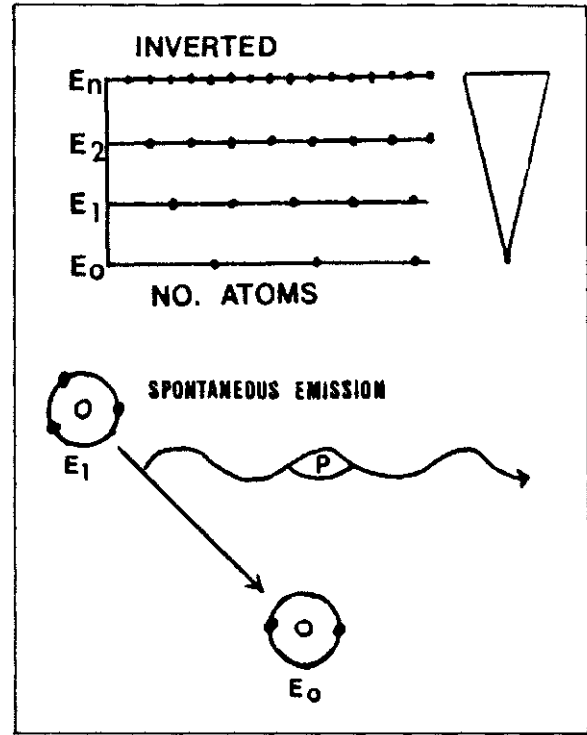
Şekü-2



Şekü-3



ŞekH-4



Şekü-5

yamızı bombardıman eden yüksek enerjili partiküllerden oluşur. Gamma ışınları çekirdek parçalanması sırasında ortaya çıkan artık enerjinin elektromanyetik yayımıdır. Röntgen ışınları ise kabaca, hızlı elektronların atom içindeki hareketi sırasında ortaya çıkan bir ışık radyasyonudur. Görünür band adını verdiğimiz spektrum bölgesindeki elektromanyetik ışın insan gözü tarafından algılanabilir. Bu bandın yüksek enerjili tarafında mor, alçak enerjili tarafında ise kırmızı ışık bulunur. Elektromanyetik spektrumun sonunda daha alçak frekanslı dalga formları vardır, bunlar genellikle iletişim ve haberleşmede kullanılan dalgalardır (1, 3, 6, 8,9,11).

Işık meydana gelmesindeki temel olayların kontrol edilmesi ve bir kalıba "sokulması" ile laser ışını elde edilir. Bu sebeple laser ile normal ışık arasındaki fark müzik ile gürültü veya uygun adım yürüyen askerlerle normal yürüyüş arasındaki farka benzetilir.

Laser kelimesi, İngilizce "Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation" kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. Yani burada söz konusu olan uyarılmış fotonlarla* ışık güçlendirilmesidir.

*Foton: Doğada mevcut dört çeşit kuvvetin taşıyıcı parçacıklarla iletildiği kabul edilir. Bunlardan elektromanyetik kuvvetin taşıyıcı parçacığı fotonlardır.

Tablo - 1
Medikal Laserler

Adı	Cinsi	Dalga Boyu	Özellikleri
Nd-YAG	Katı laser Görülmez	1060 nm	Doku içine diffüz dağılım. Doku destrüksiyonu yapar. Suda kullanılır. % 50'si absorbe edilir. Fiberoptik olarak kullanılır. 4-7 mm penetrasyon gücü vardır.
	Gaz Molekül laser Görülmez	10600 nm	Su tarafından tutulur. 0,1 mm penetrasyon gücü vardır. % 97'si doku yüzeyinden absorbe edilir. Eklemlerle aynalar ile nakledilir.
He-Ne	Gaz Atom laser Kırmızı	6000 Å°	Doku absorpsiyonu azdır. Birkaç milimetre penetrasyon gücü vardır. Fiberoptik olarak taşınır. Direkt cilde uygulanabilir.
Argon	Gaz İyon laser: Mavi-Yeşil	458-515 nm	Hemoglobin ve melanin tarafından tutulur. % 50'si absorbe edilir. 1 mm penetrasyon gücü vardır. Optik liflerle taşınır.

Bir maddenin atomları normal şartlarda büyük bir çoğunlukla alçak enerji seviyelerinde bulunurlar. Bazı atomlar daha yüksek enerji seviyesinde bulunmalarına rağmen bunların sayısı daha azdır. Alçak enerjili atomlara dışarıdan bir enerji verildiği zaman bu enerji atom tarafından alınır ve atom genişler. Buradaki olay alçak enerjili yörünge elektronlarının, daha yüksek enerjili yörüngelere geçmesidir. Bu olaya "spontan absorpsiyon" adı verilir. Bu durumdaki atomlar kararsızdır ve eski hallerine dönmek isterler. Elektronların bulunabildikleri farklı enerjili yörüngeler Quantum teorisi ile açıklanmıştır. Bu yörüngeler arasındaki enerji belli bir değer ihtiva eder, yani ara değeri olmayan kuantik (nicel) bir yapıdadır. Bu şekildi bir maddenin atomlarının enerji olarak elektronlarını daha yüksek enerji seviyelerine yerleştirmesi olayının tersine dönmesi halinde, yani yüksek enerjili elektronların daha alçak enerji seviyelerine dönmeleri sırasında bir nolu formülle belirlenen miktarda enerji foton denilen enerji paketleri şeklinde yayılır. İşte adı ışık meydana gelmesinde, bu elektron hareketleri farklı yörüngeler arasındaki elektronlara bağlı olduğu için farklı frekanslarda ışık meydana gelir ve oluşan ışık polikromatik (çok renkli), incoherent (uyumsuz) bir ışıktır, yani özetle düzensiz, başıboş bir foton yayımıdır. LASER'de ise bu olay kontrol altına alınmış ve tek renkli, uyumlu bir foton yayımı sağlanmıştır (Şekil-4, 5).

Laser ışını elde etmek için kullanılan ana maddenin yanısıra bir ikinci madde atomları da mevcuttur, örneğin karbondioksit laserde helyum veya azot kullanılır. Dışarıdan verilen enerji ile atomların enerji seviyeleri yükseltilir. Bu olaya pompalama adı verilir. Pompa enerjisi optik, elektriki veya kimyasal olabilir. Laser kavitesinde yüksek enerjili duruma geçmiş bulunan atomlar, bu sırada salınmış bulunan bir geçiş fotonu ile uyarılınca aynı yön ve doğrultuda ve aynı

fazda foton yayımına sebep olur. Kavitenin her iki yanına yerleştirilmiş uygun aralıklardaki aynalardan pek çok kez yansıyan fotonlar, yansıtma özelliği diğerine göre biraz daha az olan ön aynadan bir ışık demeti olarak çıkar. Bu bir laser ışık demetidir. Saçılımı azdır, odaklanabilir, fiberoptik liflerle taşınabilir, belli bir noktada yoğunlaştırılabilir (Şekil-2).

LASERİN DOKU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Laser ışını etkisi ile dokuda ışık enerjisi ısı enerjisine dönüşür ve sıcaklık meydana gelir. Doku ile karşılaşan laser ışını, cihazın gücünü (watt) ve enerjisini (wattxsn veya joule) değiştirerek ayarlayabiliriz.

Laser ışını huzmesini odaklayarak enerji yoğunluğu (joule/cm²) veya güç yoğunluğu (watt/cm²) değerlerini ölçebiliriz.

Doku ile karşılaşan laser ışını, 40 j/cm² de non-termal etki, 40-400 j/cm² de koagülasyon ve dehidratasyon, daha yüksek enerji yoğunluğunda ise vaporezasyon yapar. Sıcaklık olarak ifade etmek gerekirse: 60°C'a kadar görünür bir doku hasan meydana gelmez, bir miktar kuruma olur. 60°C'dan sonra protein denatürasyonu başlar, doku beyaz gri bir renk alır ve 4-7 gün içinde dökülür. 100°C üstünde doku büzüşür, dehidratasyona bağlı sürekli hasar oluşur. Daha da yüksek sıcaklıklarda karbonizasyon meydana gelir. Laser enerjisinin % 90'ının absorbe edildiği doku derinliği, laserin penetrasyon derinliği olarak kabul edilir (2, 7, 9,10).

LASER ÇEŞİTLERİ

Genel olarak dört tip laser vardır. Bunlar: katı, sıvı, gaz ve yarıiletken laserlerdir. Gaz laserler iyon, atom ve molekül laseri olmak üzere üç tiptir. Tıpta en çok kullanılan laserler, Nd YAG (Neodmium Yitrium Aliminyum Gamet), He-Ne (Helyum-Neon), Argon ve Karbondioksit laserdir (5, 6, 8,11) (Tablo-1).

ME DİKAL LASERLERİN ÖZELLİKLERİ

Nd YAG LASER:

1060 nm dalga boyunda, görünmez ışık bölgesinde ve kırmızı ötesi alanda bulunan bir katı laserdir. 100-150 watt kadar güçte imal edilirler. Bu laserin ana özellikleri şunlardır:

Doku içine diffüz dağılım sağlar, dokuyu yok etmeden doku harabiyeti yapar, alçak termal etki ile çalışır, suda kullanılabilir, fiberoptik liflerle taşınabilir.

Bu laser enerjisi ile karşılaşan dokuda enerjinin yaklaşık % 50 si absorbe olur, kalanı da yansır. Herhangi bir pigment tarafından absorbe edilmez, penetrasyon gücü 4-7 mm kadardır (Şekil-3).

Bu laser Yitrium Alüminyum Garnet kristalinin, Neodmium ile karıştırılıp Argon veya Xenon ark lambası ile pompalanması sonucu elde edilir.

Su tarafından tutulmadığı için penetrasyonu fazladır, enerjisinin çoğu yansıdığı için iyi bir kesici değildir. Alçak termal bölgede çalıştığı için dokunun yapısal devamlılığını bozmaz, yüzeyde çok az karbonizasyon yapar, etki alanında koagülasyon sağlar. Tümör destrüksiyonunda kullanılır. Endoskopik olarak tatbik edilir.

Renksiz olan bu laser He-Ne laser ile kırmızı hale getirilir.

KARBONDİOKSİT LASER:

10600 nm dalga boyunda, elektromanyetik spektrumun infrared ile milimetrik dalgalar arası bölgesinde bulunan ve gözle görülmeyen bir gaz laserdir. 50-100 watt kadar güçte imal edilirler. Doku absorpsiyonu çok kuvvetlidir, bu laser enerjisinin % 97'si temas yüzeyinden absorbe edilir. Doku tahribi ve kesme için kullanılır. Su tarafından tutulur, bu sebepten penetrasyonu fazla değildir, 0,1 mm penetrasyon yeteneği vardır.

Bu laser ışını eklemleri ayna sistemleri ile taşınır. Son zamanlarda fiberoptik yolla taşınması için araştırmalar yapılmaktadır.

Karbon dioksit laser ışını, karbon dioksit moleküllerinin He ve Azot ile karıştırıldıktan sonra elektrik deşarjı ile uyarılması sonucu elde edilir. He-Ne laser ile renklendirilir.

Karbon dioksit laserin termal etkisi sonucu intra ve ekstrasellüler ani buharlaşma meydana gelir, dokuda içi boş bir krater oluşur. Bunun kenarlarında 50 mikronluk bir termal nekroz alanı, bunun da ötesinde 250 mikronluk bir ödem bölgesi meydana gelir. Bu laser kesici bıçak ve kitle tahribi için iki tip olarak imal edilir.

ARGON LASER:

458 ila 515 nm arası dalga boyuna sahip bir gaz iyon laserdir. Spektrumun mavi-yeşil görünen ışık bölgesindedir. 15-50 watt kadar güçte olup, doku absorpsiyonu karbondioksit ile Nd-YAG laser arasındadır. Termal etkisi Nd-YAG laserden daha sığdır. Doku tahribi ve koagülasyon için aynı anda kullanılır. Bu laser ışını melanin ve hemoglobin tarafından tutulur. 1 mm kadar penetrasyonu vardır, enerjisinin yarısı absorbe olur, yarısı ise geri yansır. Fiberoptik olarak nakledilir (Şekil-3).

He-Ne LASER:

Son zamanlarda medikal alanda kullanılmaya başlanan bir atom laserdir. 6000 Å civarında bir dalga boyuna sahip olup kırmızı renktedir. Doku tarafından çok az absorbe edilir ve az bir güçle doku içine birkaç milimetre penetre olur ve yayılır. Hücre yenilemesi, yara iyileşmesi ve akupunkturda kullanılır. Optik liflerle taşınabilir.

Buraya kadar bahsedilen laserler genellikle termal etkileri için kullanılırlar. Argon pompalı boya laseri ise fotoradyasyon etkisi için kullanılır. Bu laser enerjisi ile kimyasal değişim gösteren maddeler vasıtası ile tümör hücreleri yok edilir (5, 7, 9).

KORUNMA YÖNTEMLERİ

İnsan gözü, görülebilir ışık adını verdiğimiz, yaklaşık 4000 ila 7500 Å arası dalga boyunu içeren elektromanyetik radyasyona karşı duyarlıdır ve bunu görme duyusu olarak ahlar. İnsan gözünün algıladığı görülebilen ışığın şiddetinin fazla olması halinde, retinada meydana gelen fotokimyasal olaylarda bazı düzensizlikler olur ve geçici görme bozuklukları ortaya çıkar.

Gözle görülemeyen laser ışınının bu şekilde bir optik etkisi yoktur. Zaten laser ışınının meydana getirdiği zararlanma optik etkisi ile değil termal etkisi iledir. Laser enerjisinin fazla olması sebebi ile, yüksek enerjili fotonların retinaya düşmesi ile ısı enerjisi ortaya çıkar. Bunun sonucu termal yanıklar meydana gelir.

Farkında olmadan laser ışınına mariz kalmamak için görülemeyen laser ışınları da görülür hale getirilirler. Bunun için genellikle He-Ne laserin kırmızı rengi kullanılır.

Laser kullanımı sırasında en çok dikkat edilmesi gereken organ gözdür. Çok zayıf laser enerjilerinde bile ışık göz merceğinde odaklanıp retina üzerine düşer ve böylece artan enerji yoğunluğu yanıklar meydana gelmesini sağlar. Retinal yanıklar ile merkezi görme kaybolur. Karbon dioksit laser korneayı geçip retina üzerine düşemez, bu sebeple korneal yanıklar meydana getirir.

Tablo - 2

Medikal Laserler'in Kullanım Amaçları ve Endikasyonları

Adı	Kullanım Amacı	Endikasyonları
Nd-YAG	Endoskopik kullanıma uygun tümör tahribi için Obstrüksiyon giderilmesi için Koagülasyon sağlamak için	Papillotomi yapılması, tümör tahribi, tıkanmaların giderilmesi, polip eksizyonu, kanama önlenmesi, safra taşları tahribi.
CO ₂	Kesici bıçak olarak Koagülasyonu sağlamak için Tümör tahribi için	Laparotomi ve rezeksiyon Tümör tahribi için Koagülasyon sağlamak
Argon	Koagülasyon ve tümör tahribi için aynı anda kullanılır.	Anjiodisplazi, GIS tümörlerinin tahribi, safra taşları yok edilmesi, papillotomi, pylor stenozu, kanamaların önlenmesi.
He-Ne	Dermatolojik uygulamalar	Yara iyileşmesi, cilt tümörleri, hemanjiom, tatuaj, akupunktur

Laserin kullanımı sırasında dikkatli olmalı ve uygulama kendi özel odasında yapılmalıdır. Bu odanın camları olmamalı veya opak olmalıdır. Duvarların yansıtıcı özelliği olmamalı veya özel mat bir madde ile kaplanmalıdır. Uygulama yapıldığı sırada odaya giriş ve çıkış yasaklanmalıdır. Tüm personel koruyucu gözlük kullanmalıdır.

Karbondioksit laser kullanılması sırasında hastanın gözleri ve uygulama sahasının çevresi ıslak tampon ile korunmalıdır.

LASER UYGULAMALARI

Laser ışınının 1960 yılında elde edilmesinden sonra 1970 yıllarında tıp alanında kullanılmaya başlandığını görüyoruz. Teknolojinin gelişimi ve uygun laser cihazlarının yapımı ile tıbbi laser uygulamaları arttı ve zamanla Dermatoloji, oftalmoloji, üroloji, jinekoloji, otolaringoloji'de rutin hale geldi. Genel cerrahi ve kardiyovasküler cerrahide kullanılmaya çalışmaları da ilerledi. 1979 yılında eklemli ayna sistemlerinin geliştirilmesi ile karbondioksit laser kullanışlı bir klinik araç haline geldi. Son on yılda argon ve Nd-YAG laser kanayan GIS hastalarında kullanılmaya başlandı. Dermatolojide hemanjiom, telenjektazi, tatuaj, cilt tümörlerinde; ürolojide mesane tümörlerinde, üretral darlık ve tümörlerde, penil tümörlerde, nefrektomide; jinekolojide servikal tümörlerde, infertilite uygulamalarında, vajinal kist ve tümörlerde, endometriyozis tedavisinde laser kullanılması yaygınlaştı. Ayrıca akupunktur, plastik cerrahi, yara iyileşmesi uygulamaları gelişti (2, 4, 5, 7, 9,10) (Tablo-2).

Gastroenterolojide laser uygulamaları yeni yeni gelişmekte olup ilk hemostaz uygulaması 1975 yılında yapıldı, bu uygulamada argon laser kullanılmıştı. Bugün gastroenterolojide en çok kullanılan laser Nd-YAG laserdir. Argon ve Nd-YAG laser hemostaz için kullanılırlar. Karbondioksit laser ise bıçak olarak ve

tümörlerin yok edilmesi için kullanılır. Sindirim sisteminin anjiodisplazilerinde laser tedavisi ile hemostaz sağlanır, burada önemli olan bir nokta yeteri kadar enerji kullanmak gerektiğindeki önemdir, aksi halde kanamalar meydana gelir.

Özofagus varislerinde direkt olarak değilse de, sklerozan madde enjeksiyonu sonrası meydana gelen kanamalarda kullanılır. Swain ve arkadaşları yaptıkları çalışmada en iyi hemostazın Nd-YAG laserle elde edildiğini belirttiler (10).

Laser bir bisturi olarak kullanılması ile 2 mm kadar çaplı damarlarda hemostaz sağlanır, fakat laser etkisi ile doku epitelizasyonu ve gerginlik gücü azalır.

Laserin en çok kullanıldığı alanlardan birisi de tıkanma ve daralmanın giderilmesidir. Bu maksatla en çok özofagus tümörlerinde kullanılır. Fleisher, Sivak, Lambert, Bowen bu vakalarda % 80 başarılı sonuç aldıklarını bildirdiler. Mortalite de % 5 olarak belirtildi (10).

Yeniden bir lümen meydana getirmedeki en önemli komplikasyon perforasyon tehlikesidir ve özofagus tümörleri için yapılan uygulamalarda genellikle fatal olmaktadır. GIS tümörlerinin tedavisinde laser endoskopik olarak uygulanır. Bu uygulamalar çoğunlukla palyatifdir, bazen küratif olabilir. Endoskopik laser uygulamasının üstünlükleri arasında şunlar sayılabilir:

- Cerrahi ve anestezi morbiditesi yoktur.
- Sistemik yan etkileri azdır.
- Direkt görüş altında uygulanır.
- Rezidivlerde kolaylıkla uygulanır.

Özofagus tümörlerinde laser tedavisi ile 3-6 ay kadar palyasyon sağlanır. Yeniden tümör büyümesi halinde tekrar kullanılabilir. Endoskopik uygulamada klasik endoskopların biopsi kanalı veya özel endoskoplar kullanılır. Tümöral dokunun bir cm kadar yu-

karısından ışın tatbik edilir ve sirküler tarzda tümör dokusu tahrip edilir. İlk uygulamadan sonra 48 saat ara verilip ikinci uygulamaya geçilir, bu süre içinde maksimum doku nekrozu meydana gelir ve nekroze parçalar her uygulama öncesi aspire edilir. Komplikasyon olarak perforasyon meydana gelmesi halinde fatal seyir gösterir, bunun dışında 24 saat kadar süren ateş ve lökositöz olabilir (7, 9).

Mide tümörlerinde erken dönemde (EGC) Imaoca ve arkadaşları laser tedavisi ile küratif sonuçlar bildirdiler (19).

Rekürren tümörlerde palyatif olarak Nd-YAG laser kullanılarak tıkanmalar ortadan kaldırılır.

Son zamanlarda bazı araştırmacılar pylor stenozunda argon laser tedavisini tanımladılar (2,10).

Midede mevcut adenom, leiomyom ve poliplerde laser başarı ile kullanılır. 8 cm ye kadar tümör kanamalarında laser ile hemostaz sağlanabilir.

Kolorektal tümörlerde:

- Cerrahi girişim şansı kalmamış hastalarda,
- Geniş premalin poliplerde,
- Cerrahi düşünülmeyen rezektabl lezyonlarda,
- Familial polipoziste sonradan oluşan poliplerde

laser kullanılır. Lambert ve arkadaşları adenom ve karsinom ihtiva eden 200 kolorektal tümör vakasında, 209 laser müdahalesi yaptılar ve başarılı sonuçlar bildirdiler (19).

Bowers, Argon ve Nd-YAG laser kullanarak, daha evvel Gardner Sendromu sebebi ile subtotal kolektomi geçirmiş bulunan hastalarda 500 polip ekstirpasyonunu ayaktan gerçekleştirdi ve bir komplikasyona rastlanmadı (10).

Tümörlerde uygulanan fotoradyasyon tedavisinin esasını, laser ışınının absorpsiyonu ile kimyasal değişime uğrayan maddelerin tümör hücrelerini yok etmesi oluşturur. Bu maksatla argon pompalı boya laseri kullanılır. Kimyasal maddeler ise hematomporfirin ve dihematomporfirin eterdir. Bu maddelerden hematomporfirin uygulamadan 48 saat önce 2 mg/kg dozda hastaya verilir, tümöre giderek yerleşen bu madde laser uygulaması ile kimyasal yapısını değiştirir ve tümör hücrelerinin ölümüne neden olur.

Laser uygulamalarındaki son gelişmelerden biri de safra taşlarının laser ile parçalanmasıdır. Retrograd olarak yapılan endoskopik uygulamada 10-200 joule kadar bir enerji ile birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar uygulanan laser enerjisi vaporizasyon yaparak taşları yok eder (2).

Ayrıca safra yolları cerrahisinde endoskopik papillotomi yapmak için kullanılır.

Kısaca henüz yeni uygulama alanına girmiş bulunan laser gelecek için büyük ümitler vermekte olan bir araçtır, teknolojik ilerlemelerin meydana getireceği yeni uygulamalar ve biriken bilgiler göz önüne alınırsa gelecekte laser tıbbın ayrılmaz bir parçası olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Anderson E: An Introduction to Modern Physics. WB Saunders Co., 1982.
2. Demling L: Lasers in gastroenterology. Endoscopy 19: 20-23, 1987.
3. Marion BJ: Physics for Science and Engineering. WB Saunders Co., 1982.
4. Minton PJ: The laser in surgery. The American Journal of Surgery, Vol. 151, June 1986.
5. Scala: II, Nov.-Dec. 1986.
6. Serway R: Physics for Scientist and Engineers. WB Saunders Co., 1986.
7. The Surgical Clinics of North America: Laser Surgery, October 1984.
8. Turk J: Physical Science with Environmental and Other Practical Applications. WB Saunders Co., 1987.
9. The Urologic Clinics of North America: Lasers and Other Technologic Advances, August 1986.
10. Wieman J: Lasers and the surgeon. The American Journal of Surgery, Vol. 151, April 1986.
11. Wilson DJ: Practical Physics. WB Saunders Co., 1986.