

CERRAHLARIN ELİNDEKİ SİHİRLİ NEŞTER LAZER

Kesin, etkili ve bazen de anlaşılması güç büyüleyici etkileriyle lazerler, önemi gittikçe artan tıbbî araçlardır. Işın oluşturduğu bu bıçaklar, tek bir hücrenin tedavisinde kullanılabildiği gibi, tüm bir organın tedavisinde de kullanılabilirler.

Üriner yollardaki taşlar da, böbrek ve safra taşları gibi kireç artıklarından oluşmuştur ve lazerle yok edilebilirler. Resimde görüldüğü gibi, bir 400 mikronluk optik fiberle gönderilen lazer hüzmesinden çıkan enerji, bir iyonize plazma oluşturur. Bu plazma daha sonra şok dalgaları oluşturur ve taş küçük parçalara ayrılır.

Michael W.BERNS

Mükemmel bir bıçak olan lazerler, karşılaştıkları her şeyi kesme özelliklerinin yanında oldukça seçicidirler. Bu özellikleri, lazerlere, hiçbir neşterin yapamayacağı, bir organ veya hücrenin, dış kısımlarına zarar vermeden, ta iç kısımlara kadar işleme özelliği kazandırır.

Geçen 30 yılda bu özelliği göz önüne alınarak yapılan çalışmalar sonunda lazerin bir tıbbî araç olarak kullanılmasında büyük gelişmeler sağlandı. Başlangıçta, lazer demetinin oluşturduğu ısı, dokuyu parçalamada kullanıldı. Günümüzde, tıbbî çalışmalarda lazerin ısı etkisinden hâlâ sıklıkla yararlanılmasına rağmen ısı dışındaki diğer etkilerinden de teşhis ve tedavide önemli ölçüde yararlanılmaktadır. Lazerlerin dokuyu ısıtılma yanında, lazer hüzmelerindeki fotonlar, (ışığı oluşturan en küçük parçacıklar) mo-

lekülleri birarada tutan atomik bağları kıran kimyasal reaksiyonlara sebep olmakta veya şok dalgaları yaratabilmektedirler.

Gerçekten, lazerin biyomedikal uygulamalarının, tıkanmış arterleri açmak, böbrek taşlarını kırmak, kataraktı tedavi etmek ve hatta genetik maddenin değiştirilmesi gibi değişik biçimleri vardır. Lazerler ayrıca hücrenin iç çalışmaları hakkında da bilgi sağlayabilmektedirler. Bu çalışmalardan elde edilen veriler tıbbî alanda büyük değere sahiptir.

Belki de verdiği umutlardan olsa gerek, lazer teknolojisi bazen abartmalarla gölgelendirilmektedir. Lazer cerrahisinin gerçek geleceği, ışığın, organ ve organellerle (hücre içindeki yapılar) olan etkileşiminin, fiziksel ve kimyasal temellerinin tam olarak net bir şekilde değerlendirilmesine bağlıdır. Bu değerlendirmeler ışığında, lazerin kullanılmasının ne za-

LAZERLERİN TERMAL VE NONTERMAL ETKİLERİ

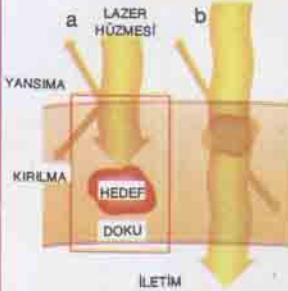
man doğru, ne zaman doğru olmadığı belirlenebilecektir. Siz de takdir edersiniz ki, basit, normal bir cerrahi müdahalede, 100 000 dolarlık bir lazer cihazı yerine bir neşter veya 500 dolarlık bir elektrokater bıçak kullanmak daha uygun ve daha az risklidir ve bu teknolojinin tıptaki başarısının devamı için en uygun olanıdır.

İşığın cerrahide kullanımı fikri, lazerden de eskidir. 1946'da Gerd Mayer Schwickerath isimli bir Alman doktor, güneş ışığını, ayrılmış retinaları tedavi etmek ve bazı hastaların gözlerindeki tümörleri yok etmek amacıyla kullandı. 1961'de, Theodore H.Maiman'ın Hughes Uçak Araştırma Laboratuvarlarında lazeri ilk defa bulmasından sadece bir yıl sonra, New York Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Milton Zaret, hayvanların gözlerinde bozukluklar oluşturmak için lazeri kullandı. İki yıl sonra Kaliforniya'daki Palo Alto Tıbbi Araştırma Kurumu'ndan Chrisi Zweng'in hastalarındaki retinal hastalıkları tedavi etmesinden sonra insanlı denemelere devam edildi. Lazer, kendini kısa sürede standart bir göz cerrahisi aracı olarak kabul ettirmişti.

Lazer cerrahisinin öncüleri, ışık hüzmelerinin oluşturduğu, lazer ışık demetlerini kullandılar. Çünkü böylece çok şiddetli ısı elde ediliyordu. Bugün de birçok lazer cerrahi, bu ısıdan yararlanmaktadır. Çünkü lazerin oluşturduğu ışının yıkıcı etkisi oldukça seçicidir ve tamamen kontrol altındadır. Eğer lazer ışığının dalga boyu, hedef dokunun emilim bandına çok yakın olarak seçilirse, lazer ışığı doku tarafından emilecek ve yapısı zarar görecektir.

Örnek olarak, retinanın koyu kahverengi pigmenti, argon lazerinin yeşil ışığını emer. Sonuçta argon lazeri, (farklı dalga boyundaki ışıkları emen) gözün diğer bölgelerine hiçbir zarar vermeden, retinanın özel bölgelerini tahrip eder. Bu yöntemle, körlüğe sebep olan önemli rahatsızlıklardan diyabetik retinopati önemli ölçüde tedavi edilebilmektedir.

Doğuştan gelen ve genellikle el ve yüzde bulunan kırmızı lekeler de dalgaboyuna bağlı olarak, yeşil veya mavimsi argon lazerinin ışınlarını emer. Işık derinin dış tabakasında yer alan ekstra kan damarlarının yüzlerceğini yok eder ve kırmızı renk kaybolur. Bu gibi durumlarda lazer cerrahisi, deri nakline



Bir lazer hüzmelerinin dalga boyu, hedefin emilim bandına uygun olduğu zaman, ışının büyük bir kısmı hedef tarafından emilir(a). Geri kalan ışın ise, kırılır, yansır veya bazı durumlarda o da tamamen iletilir. Buna karşılık, ışının dalga boyu ve hedefin emilim bandı farklı olduğu durumlarda, fotonlar organ veya hücre yapılara zarar vermeden geçip gider(b). Lazer hüzmeleri, genellikle, hedefi ısıtarak yok etme amacıyla kullanılır(c). Lazerin daha başka etkileri de vardır: Fotonlardan salınan enerji moleküler bağları kırabilir(d) ve bir iyonize plazma oluşturarak, şok dalgasına sebep olur(e). Bu şok dalgası da tortu ve taşları küçük parçalara ayırır. Boya hedef içerisinde toplandığında, lazer ışığı, hedefin floresan ışınımına yol açar(f). Teşhis ve tedavi amacıyla yapılan bu işlemde, boya, lazer ışınıyla etkileşir ve hedef yok edilir(g).



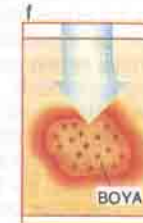
ISI



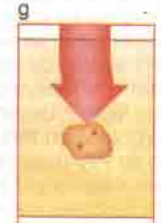
FOTODİSASİYASYON



İYONİZE PLAZMA



FLÜORESANS



FOTOKİMYA

veya ameliyata tercih edilmesine rağmen, bunun da bazı dezavantajları vardır. Işınlardan neden olduğu yüksek ısı, bazen anormal kan damarlarından farklı yörelere de yayılabilir ve yanık veya pigment kaybına sebep olabilir.

Bu tür istenmeyen zararlardan korunma çabaları, lazer cerrahisini daha da ileri götürdü. 1983'te Harvard Üniversitesi'nden R.Rox Anderson ve John A.Parrish, çok şiddetli lazer ışığının, saniyenin binde birinden daha az bir süreyle uygulanmasının, diğer bölgelere hiçbir zarar vermeden, emilim bölgesini mahvedeceğini hesapladı. Ve yapılan çalışma-



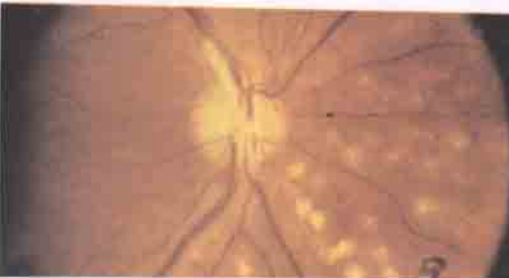
El ve yüzlerdeki kırmızı lekeler de, lazerle tedavi edilebilir. Derinin hemen altındaki fazla kan damarları, yeşil lazer ışığını emer (sol). Yeşil lazer ışığı da damarları yok eder (sağ). Işık çok kısa pulsasyonlarla verildiğinden, diğer dokular hiçbir zarar görmez.

lar sonunda, enerjinin emilmesi ve sonuçta oluşan ısının çevredeki dokulara zarar vermemesi için zamanın çok kısa tutulması gerektiği anlaşıldı. Sonuç olarak, pigment hedeflerinin seçici yıkımı için iki koşul sağlanmış olmalı; tercihi ışık emilimi ve etkili, kısa süreli ışık uygulanmalı.

Bu teorinin doğruluğu ispatlandı. Gerçekten de, seçici fototermolizis olarak adlandırılan bu teknik, kırmızı lekelerin tedavisinde başarılı oluyordu. Hatta bu teknikle dövmele bile silinebiliyordu. Yanmalar ise, lazer ışığının devamlı veya uzun süreli uygulamalar yerine (Saniyenin 1/4'ü) kısa uygulamalar şeklinde verilmesiyle de engellenmiş oluyordu.

Bazı durumlarda, dokunun daha uzun süre ve daha fazla ısıya maruz bırakılmasının sebep olduğu dezavantajlar, avantaja dönüştürülebilir. Bir genel cerrah, karaciğerin hastalıklı bölümünü, büyük bir kanamaya sebep olmadan uzaklaştırmak isteyebilir. Veya bir jinekolog, bir erken dönem serviks kanserini kesip almak için bir ameliyat yapmak isteyebilir ve ısıyı da kanamaya sebep olacak etraftaki damarların tıkanmasında kullanabilir. Her iki durumda da, lazerin devamlı ve uzun süreli uygulanımı (kısa uygulamanın tersi olarak), ısının etraftaki kapillerlere de yayılması nedeniyle kanama azaltılır. 10.6 mikron dalgaboylu bir CO₂ lazeri bu tür uygulamalarda kullanılabilir. Çünkü bu lazer dokuda en çok bulunan bir madde tarafından emilir, yani su tarafından.

Devamlı ve sonuç olarak ısı yayan bir lazer ışını, sadece belirli birkaç tıbbi işlemlerde kullanılmı-



Körlüğe sebep olabilen diyabetik retinopati, retinada fazladan kan damarlarının oluşması veya iç kanama ile karakterizedir (üst). Işınları, kahverengi melanin pigmenti tarafından emilen bir argon lazeri, kanamayı durdurmak amacıyla kan damarlarına foküslenir. Bu yöntem, çok anlaşılabilen bir mekanizma ile, retinada, yeni kan damarlarının gelişimini geciktiren, yuvraklık küçük yanıklar oluşturur.



Fluoresans boya, sadece kulak ve kuyruktaki görünmesine rağmen, farenin derisi tarafından tamamen emilir. Hayvan, mavi ışığa maruz bırakıldığı zaman boya parlar. Benzer olarak, kanserli dokularda toplanan boya, belirli bir lazer ışığına maruz bırakıldığı zaman parıldar ve kanser teşhisi konur.

sına rağmen, kısa uygulamalı lazerler dokuların kesilip alınmasında da kullanılabilirler. J. Stuart Nelson adlı bir araştırmacı, 2.9 mikron dalgaboyunda ve 200 mikrosaniye uygulamalı Erbium-yttrium-alüminyum-garnet (YAG) lazeri ile kireçlenmiş kemiğin kesilip alındığını gösterdi. Işık spektrumunun ultraviyole bölgesinde bulunan 0.308 mikronlu ve 10 nanosaniyelik (1 nanosaniye: Saniyenin milyarda biri) atıma sahip bir xenon klorid excimer lazeri, çok az veya hiç ısısal zarara neden olmadan kemiği buharlaştırabilir.

Bu iki lazerin dokudaki etkilerinin çok benzer olmasına rağmen, ikisi de farklı yollarla çalışırlar. Ultraviyole fotonun (Enerjinin hedef organdaki moleküller bağların, moleküler fotodisiasasyon olarak bilinen bir nontermal işlemle kırılmasında kullanıldığı) erbium YAG lazerininkinden 10 kat daha fazladır.

Doku veya hücreler lazer ışığını emdiklerinde, enerji çeşitli yollarla dağıtılmalıdır. Bu dağıtım ya daha önce gördüğümüz ısı formunda ya da fotodisiasasyon, şok dalgaları, kimyasal reaksiyonlar veya fluoresans etki formlarında olabilir. Doktorlar tüm bu mekanizmaları, hastalığın teşhis veya tedavisinde hücre ve dokularla yapılan çalışmalarda kullanıyorlar. Bu değişik mekanizmalar, ayrıca, bilim adamlarına, hücre için mikrocerrahi imkânı da tanımaktadır.

Lazerin, optik fiberler gibi, diğer teknolojilerle birleştirilmesi sonucu ısı etkilerinin yanında, diğer etkileri de çok iyi bir şekilde başarılı ve vücudun erişilemeyen bölümlerine ulaşılabilir. Fiber optikler ve boş tüpleri kullanarak cerrahlar, lazeri, göğüs duvarının içine uygulayarak, spontan pnömotoraks ve ağır amfizem gibi 2 büyük akciğer hastalığını tedavi edebilirler. İlk durumda, normal, sağlıklı birinin ciğerlerinin birinde kendiliğinden sızıntı veya yarıma meydana gelir. Irvin'deki Kaliforniya Üniversitesi'nden Matthew Brenner ve Akio Wakabayashi'nin keşfet-

Optik cımbızlar, lazerlerin, birçok hücresel kullanımlarından biri. Lazer hüzmesindeki fotonlar, hücreleri bir optik kısıkaçta hareketsiz hale getirebilirler. İkinci bir lazer hüzmesi daha sonra, hücredeki herhangi bir organeli itebilir, çekebilir veyahutta döndürebilir. Bu resimde üstten ikinci alyuvar tutulur, bir kenarı üzerinde dikilir ve daha sonra, kayarak uzaklaşır.

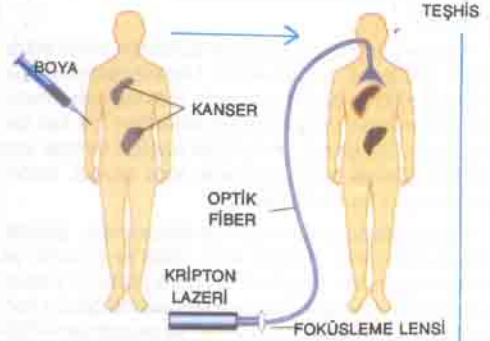


tiği gibi bu yarılma lazerler kullanılarak kapatılabilmektedir. Böylece normal bir ameliyata ihtiyaç kalmamaktadır.

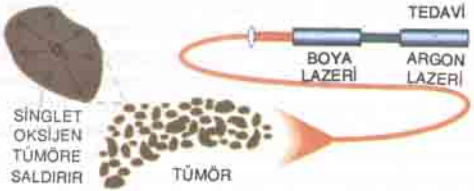
Aynı yöntem, amfizemin tedavisinde de kullanılabilir. Göğüs duvarının içerisinden bir kanal yardımıyla, bir CO₂ lazeri, ciğerlerin büyük bir kısmını kaplayan bül adı verilen kabarcıklara uygulanır. Lazer ısı, kabarcıkları büzer, yarıkları kapatır ve yeni yarıkların oluşmasını engeller. Ağır amfizemden mustarip ve mutlaka ameliyat olması gereken hastalar, bu tür tedaviden 11 veya 12 gün sonra iyileştiler.

Bu teknolojinin bir başka uygulamasında, kardiyo- loji ve radyoloji uzmanları, 400 mikronluk tek bir fiberi veya 50 mikronluk 400 fiberin oluşturduğu esnek bir fiber demetini periferal veya koroner dolaşım sisteminde bir tıkanıklığa ulaşıncaya kadar, kan damarları içerisinde ilerletirler. Optik fiberler daha sonra lazer ışığını iletirler ve tıkanıklığı ortadan kaldırarak normal kan dolaşımını tekrar lazer anjiyoplastisi olarak adlandırılan başka bir yöntemde, termal sağlarlar. Lazer hüzmeleri, balon anjiyoplastisi ile etkileşimli olarak uygulandı. Lazer sondası tamamen veya kısmen tıkalı kan damarını açar. Bir balon, daha sonra damara sokulur ve şişirilir. Ve damarının daha fazla genişlemesi sağlanır. Ateroskleroziste (damar sertliği) sıkça görülen kireç tortunun uzaklaştırılmasında her nasılsa ısı uygulaması pek başarılı değildi. Jonathan M.Tabis ve Walter L.Henry isimli araştırmacılar, sert tortular için bu yöntemin pek uygun olmadığını belirlediler. Sert tortular fiberleri büyüküyer ve sonuçta fiber demeti kan damarını deliyordu. Ayrıca kırmızı lekelerde olduğu gibi, ısı, hedeften daha farklı yerlere de zarar verebiliyordu. Bazı durumlarda, normal damar duvarı yaralanabiliyordu.

Buna karşın, 0.308 mikron atımlı excimer lazeri, balonlu veya balonsuz lazer anjiyoplastisi için idealdi. Argon ve florin veya xenon ve klorid gibi gaz atomlarının uyarılmış elektron çiftleri, excimer lazer hüzmelerini oluşturan enerjiyi salarlar (Excimer, uyarılmış elektron çiftinin kısa yazımıdır). Esnek quartz optikleri, 0.308 mikronluk excimer dalgaboyunu ol-



Bir boya enjekte edildikten 48 ya da 72 saat sonra, seçici olarak kanserli dokuda toplanır. Bir optik fiber aracılığıyla gönderilen kripton lazerinden yayılan mavi-mor ışık, boya yüklü dokunun parlamasına sebep olur. Ve böylece kanserli doku kolayca belirlenir ve teşhis edilir. Optik fiber daha sonra, başka bir dalga boyunda ve tümörü parçalayan başka bir lazer ışığı gönderir. Bu durumda bir argon lazeri ikinci bir ışık kaynağı sunar: Kırmızı boya lazeri. Lazerden yayılan enerji tümördeki boya moleküllerini aktive eder. Bu moleküller daha sonra, enerjilerini, moleküler oksijene verirler. Uyarılan olan oksijen (Singlet oksijen) çok reaktifdir ve tümörü parçalar.



dukça iyi bir şekilde iletirler. Los Angeles'teki Sinai Tıp Merkezi'nden James S.Forrester, Frank Litvack ve Warren S.Grundfest, ilk defa olarak excimer lazerin koroner dolaşımı iyileştirdiğini gösterdiler.

Şimdilik lazer koroner anjiyoplastisi deney aşamasında ve bunun geniş olarak kullanımı için lazerler ve kullanılacak ekipmanın tamamen güvenilir hale gelmesine kadar beklenmeli. Ultrases teknolojisiyle ilişkili dijital görüntü tekniği, ameliyatın ve lazerin görüntülü olarak izlenilmesi için güvenilir metotlar sağlayabilir.

Teknolojik sorunların yanında biyolojik olanları da vardır. Excimer lazerin zararlı etkileri hâlâ tam olarak anlaşılmamıştır. Meselâ 0.308 mikronluk dalgaboyu mutasyonlara (genetik bozukluklar) sebep olabilir (Bu mutasyonlar, hastanın yerine, makineyi kullanan kişi için tehlikeli olmaktadır). Ama uygun güvenlik önlemleriyle bunun önüne geçilebilir.

Bunun yanında, hiç kimse lazerin dokuyu nasıl kestiğinden tam olarak emin değil. Lazerin fotonlarının enerjisi, hedef organı ısıtarak veya moleküler bağlarını kırarak (fotodisiasyon) kesiyor deniyor.

Bu dalgaboyundaki fotonun enerjisi, termal ve non-termal etkilerin oluşum sınırlarının tam ortasında yer almaktadır.

Ama argon florid excimer lazerinin yıkıcı etkisi bellidir. Bu lazer, bağları kırar. Ultraviyole dalgaboyu 0.193 mikron olan bu lazerin fotonlarının enerjisi, 0.308 mikron dalgaboyununkilerden 1/3 kat daha fazladır. Bu enerji, moleküler bağları kırmak için yeterlidir (Dalga boyu ne kadar kısa olursa, foton-daki enerji o kadar fazladır).

Fotodisiasiyasyonun kesinlik kazanması, gözde, lazer cerrahisinin yolunu açtı. 1983'te Kolombiya Üniversitesi'nden Stephen L.Trokel, lazerle bağların kırıldığını ve küçük parçacıklar halinde gözün korneasından doku parçacıklarının uzaklaştırılabildiğini gösterdi. Trokel ve arkadaşları, lazerin taşıdığı enerji ile göz dokusunun uzaklaştırılması arasındaki ilişkiyi de gösterdiler; 10 nanosaniye uzunluğundaki her atım, dokunun 0.2 mikronunu (hücrenin çapının yüzde biri) uzaklaştırmaktadır. Dokunun uzaklaştırılması şaşılacak ölçüde temiz oluyordu ve sağlıklı komşu dokulara, görünen hiçbir zarar vermiyordu.

Trokel'in bu önemli bulguları, 0.193 mikron excimer lazerinin kornea cerrahisine adaptasyonunu sağladı. Önemli görme rahatsızlıklarında, korneaya yeni bir şekil verilerek, rahatsızlık önlenilmektedir. Cerrahlar bunu ya küçük, derin kesimler yaparak ya da geniş bir alanda, sıg kesimler yaparak sağlarlar. Eğer sonuçta bu uygulamalar başarılı olursa miyopi, hipermetropi ve astigmatizm gibi göz rahatsızlıkları düzeltilebilir. Bu excimer lazer yöntemlerinin her biri deney aşamasındadır ve insanlı deneyleri yapılmaktadır. Bu tür ameliyatların rutin hale dönüşmesinden önce birçok soruya cevap verilmeli. Araştırmacılar, bu tür cerrahinin mutasyonlara sebep olup olmayacağından, korneanın tam olarak iyileşip iyileşmeyeceğinden emin değiller. Ayrıca uzun dönemli etkilerinin ne olacağını kestiremiyorlar. Uygun ve güvenilir ekipmanın sağlanması da bir başka problem. Tüm bunların yanında, lazer sistemlerinin (500 000 dolardan fazla) yüksek maliyeti sorunun diğer kısmı. Birçok sigorta şirketi bu tür cerrahileri kozmetik uzmanı kabul ettiğinden, hastalar maliyeti karşılamak zorundalar. Moleküler bağların kırılması yanında, lazerler, nontermal etkilerden biri olan şok dalgalarını oluşturabilirler. Şok dalgaları, ikincil katarakt gibi oküler ameliyatlarda kullanılıyorlar. 1980'den önce ikincil kataraktlar için yapılabilen tek şey, genel anestezi altında irisin arka membranının ameliyatla açılmasıdır.

Sonra Paris Üniversitesi'nden Daniele Aron-Rosa ve İsviçre'deki Bern Üniversitesi'nden Franz Fankhauser, bulanık, ışık geçirmeyen arka membran üzerine ya da yakınına odaklanan kısa uygulamalı infrared lazerin, bir şok dalgasıyla posterior membranı yırtıp ayırdığını gösterdiler. Bu grup nanosaniyeler ve pikosaniyeler seviyesinde (bir saniyenin trilyonda biri) ışıdamalar yapan ve 1.06 mikron dalgaboyunda çalışan, neodimium YAG lazerini kullandılar.

Lazer tedavisinden sonra, hastanın görüşü genellikle hemen düzeliyor. US'de kapsulotomi olarak

adlandırılan bu tedavi yönteminden her yıl 200 000 kadarı gerçekleştirilmektedir. 2000 dolara mal olan daha önceki tedavi yöntemlerinden farklı olarak lazer cerrahisi 1000 dolara mal olmaktadır ve genel anestezi ve hastane işlemlerine gerek duymuz.

Kısa uygulamalı lazerin özelliği, ince odaklanmış hüzmelerin şiddetidir; çapı 25-50 mikronluk bir noktanın üzerine 10^{-12} 10^{-9} periyotlu lazerden milijul oranında enerji sağlanır.

Hüzmeye, 1.06 mikron dalgaboyuna geçiren olan dış kornea ve suni lensi geçtikten sonra, ikincil kataraktın bulunduğu göz sıvısı üzerinde odaklanır (Lazer çalışmalarında, lazer hüzmeleri sadece odaklandığı bölgeye zarar verecek şekilde gönderilebilir. Böylece, lazer geçtiği doku ve yapılar hiçbir zarar vermez).

Posterior kapsulotomide fotonlar, kornea ve lensin içerisinden geçerler. İkincil kataraktın yakınındaki odak noktasında, foton yoğunluğu o kadar fazladır ki, elektronlar, optik parçalanma veya iyonizasyon adı verilen bir olayla atomlardan ayrılırlar. Elektronlar, çok fazla uyarılmış gaz bulutu veya plazma oluştururlar. Ve lazerden geri kalan fotonları toplarlar. Bu emilim sonucu olarak, odak noktasındaki sıcaklık aniden onbirlerce F'a yükselir. Plazma sonra birden patlar ve her yönde ilerleyen bir şok dalgasına neden olur. Şok dalgası da ikincil kataraktı parçalar. Plazma, fotonlar belirli bir yoğunluk çizgisine ulaşmadan oluşmaz. Bu sağlandığında şok dalgasının gücü emilen enerjiye eşit olur.

Böbrek ürteri ve safra kesesindeki taşlar da şok dalgası tedavisiyle giderilebilirler. Üretradan ürtere fiberoptik teknoloji sayesinde iletilen bir kısa pulsasyonlu hüzmeye sayesinde cerrahlar, buradaki katı artıkları parçalarla bölünebilmektedirler. Cerrahlar laparoskop adı verilen bir optik fiber endoskobunu, hastanın karındaki küçük bir delikten içeri sokarlar. Bir elektrokater bıçak veya devamlı dalga termal lazer hüzmeleri kullanılarak safra kesesi kesilir ve karaciğer ayrılarak, küçük bir delikten dışarı alınır.

Lazerler, diseksiyon için çok gerekli olmamalarına rağmen, safra kesesinin taşıya yüklü olması durumunda, oldukça kullanışlı oluyorlar. Bu katı artıklar, genellikle cerrahların safra kesesini küçük bir delikten çekip almalarını engelliyor. Bu gibi durumlar da uygulamalı bir lazer, bir laparoskop sayesinde doğrudan safra kesesine gönderilir. Taşlar daha sonra şok dalgalarıyla parçalanırlar ve safra kesesi kolayca alınır. Operasyon normal bir ameliyattan daha zararsız ve kolaydır.

Kataraktın parçalanması ve böbrek taşının kırılması gibi işlemler, lazerin kullanıldığı, bilinen yöntemler. Fakat lazerlerin, daha ilginç, karmaşık kullanım alanları da var. Güneşin fotosentezi gerçekleştirmesine benzer şekilde, lazer de kimyasal reaksiyonlar oluşturabilir. Aslında bilim adamları, lazer fotokimyası sayesinde, kanser için, uygulanabilir bir tedavi yöntemine çok çok yakınlara.

Işığın bir tedavi aracı olarak kullanımı, eski düşünce ve olayların yeniden canlandırılması gibi bir şey. Bu yüzyılın başında bilim adamları, kanserli dokunun, özellikle kahverengimsi-kırmızı renkte olan

kan pigmenti olmak üzere, vücudun kendi pigmentlerini topladığını farkettiler. 1970'lere kadar bu bulgudan yararlanılmadı. Thomas J. Dougherty ve meslektaşları Buffalo, N.Y.'deki Roswell Park Memorial Enstitüsü'nde, porphyrin enjekte edilen hayvanlarda, 48 ilâ 72 saat sonra pigmentin tümörlerde toplandığını gösterdiler. Porphyrinin emilim bandına uygun dalgaboyunda ışın gönderildiğinde ise tümör büyümesi durmakta ve genellikle tümör kaybolmaktadır.

Bilim adamları artık, boya aracılı tümör yıkımı mekanizmasının "Singlet Oksijen" adı verilen bir uyarılmış, sitotoksik oksijen molekülü oluşumu ile çalıştığını biliyorlar (Singlet sözcüğü oksijen molekülünün spin durumunu bildirir). Uyarılmış porphyrin molekülünden oksijene enerjinin iletimi, uyarılmış singlet oksijenin oluşumunu sağlar. Bu dönemde oksijen oldukça reaktif ve dolayısıyla toksiktir. Singlet oksijen, hücrenin dış membranına ve lizozom ve mitokondri gibi dokulara hiçbir zarar vermeden öldürülür.

Boya spesifikasyonu veya diğer adıyla fotodinamik tedavi hakkında elde edilen ilk raporlar olumlu olmasına rağmen, bunun kanser tedavisinde ne şekilde bir rol alacağı şu anda tam bir netlik kazanmış değil. Uzun dönemli canlı çalışmaların tamamlanması lâzım. Daha sonra da bu yöntemin, radyasyon tedavisi, kemoterapi ve cerrahi müdahale gibi kabul edilmiş tedavi yöntemleriyle karşılaştırılması yapılacaktır.

İlk deneyler sonunda, hastalar, boya enjeksiyonundan yaklaşık 3 ay kadar sonra parlak ışığa oldukça duyarlı hale geliyorlardı. Daha iyi bir boya uygulama metodu ve iyi bir boya bulunması için yapılan çalışmalar sonuç aşamasında. Amerika ve Kanada'daki birçok merkez çalışmalarında, akciğer, safra ve özefagus kanserinin tedavisi için bu konuda araştırmalar yapılmakta.

Enerji emen birçok boya, kanserli bölgeyi gösterecek şekilde, fluoresan olarak ışık yayabilir. Amerika ve Japonya'daki çalışmalarda, fluoresan erken dönem akciğer ve safra kanserini belirlemede kullanıldı. Fiber optikler ve duyarlı ışık detektörleri kullanılarak, vücudun iç kısımlarındaki daha küçük kanserler de bu şekilde belirlenebilir. Böylece bir hastaya, çeşitli boya için karışımından oluşan bir boya kokteyli vererek, hem kanserli dokunun teşhisi hem de tümörlerin yok edilmesi mümkün olabilecektir.

İnsan vücudu ve organlar, lazer araştırmalarında primer ilgi odakları olmalarına rağmen, daha küçük hedefler de araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Işığın, hücre ve organellerle nasıl etkileştiği konusunda yapılan çalışmalar, temel hücre yapısı ve fonksiyonu çalışmalarına da ışık tutmaktadır. Bu yazıda ele alınan tüm fotofiziksel mekanizmalar, hem hücresel seviyede ve hem de daha alt seviyelerde geçerliliğini korur. Meselâ, fotoaktif boyalar, DNA molekülünün küçük bir parçasına dahi işleyebilmektedirler. DNA'nın genetik bozukluğa sebep olan

herhangi bir bölgesinde mavi-yeşil bir argon lazeri hüzmeleriyle inaktivasyon sağlanabilir. Sonra da, oldukça iyi foküslenmiş ve yüksek atımlı bir lazerle, dış membranda, sadece spesifik genleri kodlayacak küçük bir DNA parçasının girebileceği genişlikte bir delik oluşturulabilir. Bu delikten salınan sağlam DNA parçası, esas genetik materyalle, bilinen genetik mühendislik yöntemlerinden 10 000 kat daha etkili bir şekilde etkileşebilir. Bu teknik, en büyük değerine, herhalde, genetik mühendislik bitkilerinde ulaşacaktır. Çünkü yabancı bir DNA parçasını, sadece biyokimyasal metotları kullanarak, hücre duvarından geçirmek oldukça zordur.

Araştırmacılar ayrıca, hücre delinmesi tekniğine benzeyen, spermin yumurtaya girişini kolaylaştıracak yeni bir teknik üzerinde çalışıyorlar. Klinik olarak bu yolla, oldukça iyi foküslenmiş ve yüksek atımlı ultraviyole lazer yardımıyla insan yumurtasının dış koruyucu bölgesinde 1/10 mikron çapında bir delik açılması mümkün görünüyor. Sperm böylece içeri daha çabuk girebilir. Irvine Üniversitesi'nden Ricardo H. Asch ve Tel Aviv Üniversitesi'nden Yona Tadir beraber yaptıkları çalışmada, yumurtada mikromanipülasyonun mümkün olduğunu gösterdiler. Ayrıca Kabil Üniversitesi'nden Aaron Lewis, Neri Lavyer ve Daniel Palanker 0.193 mikronluk bir excimer lazeriyle, bir tavşan yumurtasında dış tabakada delikler açtılar. Ve döllenme normalden daha yüksek oranda gerçekleşti. Sperm-yumurta etkileşiminde lazerli metotlar diğerlerinden daha çabuk ve daha seçicidir. Fakat lazer enerjisinin meydana getirebileceği zararlı mutajenik ve biyokimyasal etkiler iyice araştırılmaktadır.

Belki de lazerin hücre cerrahisindeki en ilgi çekici kullanım alanı, optik cımbız olarak kullanılmasıdır. AT T Bell Laboratuvarı'ndan Arthur Askin, lazerin bir ışık hüzmeleri içerisindeki bir maddeyi yakalayıp-tutma özelliğini keşfettiler. Fotonlardaki enerji, hücreleri hareketsiz bırakabilir, döndürebilir veya herhangi bir yönde çekebilir.

Hücreleri veya organellerini bir optik kısıpça tutabilmek, ikinci bir lazer hüzmeleriyle gerçekleştirilen ameliyatları kolaylaştırır. Organeller gibi küçük oluşumlar, yapılan işlemler esnasında kayıp gidemezler. Optik cımbızlar sayesinde, klonlama yaparken, bir cımbız bir kromozomu tutarken, ikinci bir lazer hüzmeleri, herhangi bir fragmenti kolayca kesip ayırabilir. Ayrıca daha önce anlattığımız yumurta döllenme olayında, bir sperm tutulup, bunun yumurtanın dış tabakasında yeni açılmış başka bir delikten içeri sokulması mümkün olabilir.

Bildiğimiz cerrahi müdahaleler, organ veya hücreler seviyesinde gerçekleştirilen lazerler, yepyeni ve seçici bir optik âletler setini, araştırmacılar ve doktorların hizmetine sunmaktadır. Gerçekten birçok uzmanlık alanında, lazer cerrahisi, standart uygulamalar olma yolunda. Zaman ve bilinçli klinik çalışmaları, bu uygulamaların gelişmesine ve genişlemesine yardımcı olacaktır.

*Scientific American (Haziran 91)'dan
çev.: Nurullah OKUMUŞ*