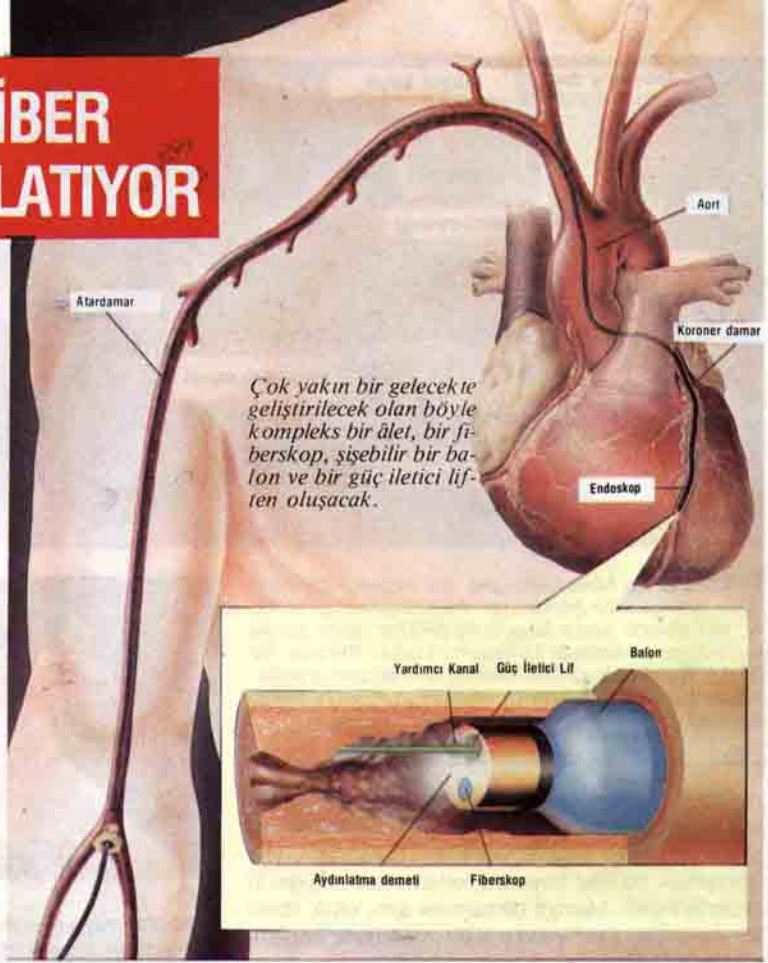


OPTİK FİBER TIBBİ AYDINLATIYOR



İnsan vücudunun içine girip en gizli köşelerini izlemek, hassas tahliller yapmak, bıçaksız, dikişsiz ameliyatlara gerçekleştirmek... İşte optik fiber, bütün bunları ve daha başka nicelerini tıbbi kazandırmaya imkân veriyor.

Haberleşme teknolojisinde yeni çığırılar açan optik fiberler, tıpta da görüntüleme, teşhis ve tedavi alanlarında büyük gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Bu çok ince ve esnek lifler, insan vücudunun canlı dokularına eşsiz bir pencere açmaktadır. Vücudun doğal açıklıklarından ya da açılan küçük bir sondadan içeriye salınan optik fiberler, vücut içindeki tabii yolları izleyerek, akciğer bronşlarına, kalbin odacıklarına ve bağırsakların en ince kıvrımlarına kadar ulaşabilmekte ve hekimlere buraları rahatça izleme imkânı tanımaktadırlar. Yine bu yolla, doktorlar hastayla ilgili kimyasal tahlilleri, laboratuvarlara gerek duymadan, hasta başında, ameliyathanede, ya da muayene masasında yapabilmektedirler. Diğer taraftan cerrahlar, optik fiberlerden iletilen çok ince lazer ışınlarıyla, vücut içinde bazı ameliyatlara, kesip biçmeden ve iz bırakmadan gerçekleştirebilmektedirler.

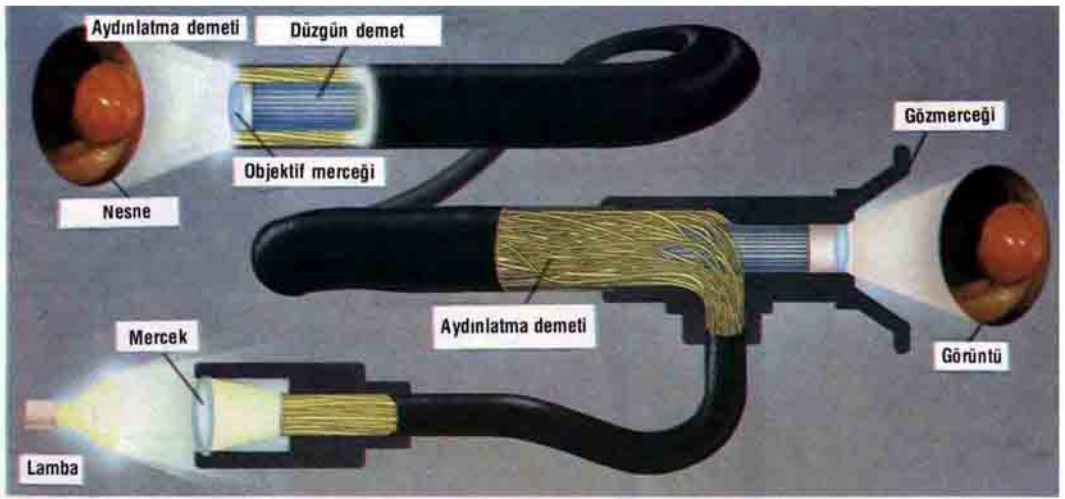
Lazer ışını kullanarak gastroenterologlar, kanamakta olan bağırsak damarlarını dağlamakta, damar cerrahları, damarları tıkayan kan pıhtılarını ve plakları eritebilmekte ve sinir cerrahları da omurilik ve beyindeki sinirleri birbirine bağlayabilmektedir. Son olarak da, optik fiberler kullanılarak, kanserli bir do-

kuya teşhis konulup, etrafındaki sağlam dokuya zarar vermeden bu kısım tahrip edilebilmektedir.

Optik fiberin bu uygulamaları, anestezi gerektirmemekte ve herhangi bir muayenehanede güvenle ve rahatlıkla uygulanabilmektedir. Böyle olunca tıbbi tedavinin parasal maliyetinin oldukça aza indirgenmesi de beklenebilir. Öte yandan, büyük ameliyatlara dayanamayacak derecede zayıf, yaşlı veya küçük olan hastalarda bu optik ameliyatlara çok daha önem arz etmektedir.

Optik fiberlerin ilk tıbbi kullanımını "fiberskop" adlı bir aletle görüyoruz. Alet, 1957 yılında Michigan Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Basil I. Hirschowitz ve Lawrence Curtis tarafından, mide ve yemek borusunu izlemek amacıyla yapılmıştı. Daha sonra geliştirilen ve değişik organ sistemleri için kullanılan optik fiber aletleri, temel olarak fiberskopu örnek almıştır. Günümüzde kullanılan modern fiberskoplar, iki grup optik fiber demeti taşımaktadır. Birinci demet, genellikle, dışardan verilen ışığı dokulara kadar aktararak aydınlanmayı sağlamakta, diğeri ise aldığı görüntüyü gözlemciye kadar iletmektedir.

Işık kaynağı olarak çok güçlü lambalar kullanılır.



Fiberskop : Bu hassas âlet, pek çok organın görüntüsünü iletmektedir (yukarıda). Fiberskoplar, genellikle, çok amaçlı başka kanallarla birlikte, daha büyük endoskopi âletlerinde kullanılmaktadır. Burada, bir bronş fiberskopla aydınlatılırken, endoskopun içindeki başka bir âletle de bronşu tıkayan maddenin temizlenmesi görülmüyor.

maktadır. Aydınlatıcı demet oluşturan camın saflığı oldukça yüksek ve geçirgenliği çok fazladır (Pencere camının on bin katı). Böylece, ışık, çok az bir kayba uğrayarak, bu lifler boyunca ilerlemektedir. Işığın lif çeperlerinden dışarıya çıkmaması için, optik fiberler dışarıdan özel yansıtıcı bir maddeyle kaplanmaktadır.

Doku üzerine gönderilen ışık, bir mercek vasıtasıyla toplanır ve görüntü demetin alıcı ucuna odaklanır. Demetteki her bir lif, ışığın bir parçasını iletir. Görüntünün bozuk olmaması için, demetin alıcı ucundaki lifler çok sıkı bir şekilde birbirlerine yapıştırılmıştır. Alınan görüntü, demetin dış ucunda, bir göz merceği ya da bir kamera ve televizyon aracılığıyla izlenebilmektedir. 1 mm çapındaki görüntü demeti içine binlerce lif sığdırılabildiğinden, elde edilen görüntü, çok net ve keskindir.

Aydınlatma ve görüntü demetleri, birkaç milimetre çapında bir katater içine yerleştirilebilmektedir. Vücut içine gönderilen böyle bir fiberskop, uç noktasından 5 ilâ 100 mm uzaklıktaki yapılan rahatça göstermektedir.

Fiberskoplar, genellikle, çok amaçlı yardımcı kanallarla birlikte endoskopi âletlerinin içine yerleştirilmiştir. Bu kanallar, sıvı çekilmesi, su veya hava enjekte edilerek pisliklerin temizlenmesi ve böylece görüntünün netleştirilmesinde kullanılabilirler. Bir başka kanaldan ince bir tel geçirilip âletin uç açısı ayarlanabilmektedir. Bir üçüncü kanala ise doku kesmek için mikro bıçaklar, dışarı almak için çok küçük



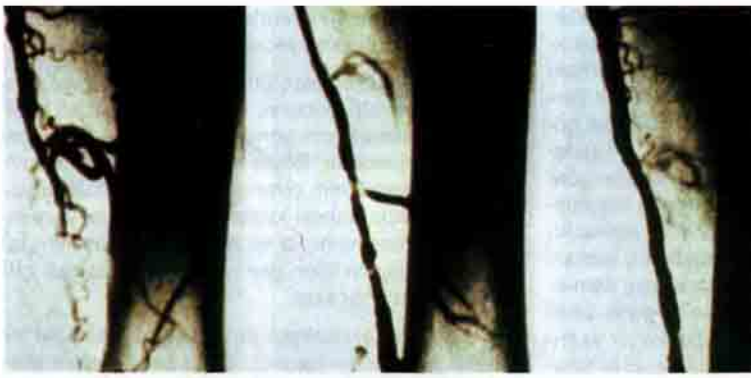
cımbızlar veya ilaç vermek için iğneler yerleştirilebilmektedir. Bu şekilde bir yapıya sahip olan bir endoskopi âleti, genellikle 0,3-1,2 metre uzunluğunda ve 2,5-15 mm çapında imal edilebilmektedir.

İÇİMİZE AÇILAN PENCERE

Bu tür araçlarla hekimler, sindirim, üreme, dolaşım ve solunum sistemlerini rahatlıkla izleyebilmekte, laboratuvar için örnek alabilmekte ve hatta ameliyatlara gerçekleştirebilmektedirler.

Son beş yıl içinde, çok ince optik fiberlerin geliştirilmesiyle, fiberskopların çapı oldukça küçüldürken, görüntü demeti içindeki lif sayısı artmış ve alınan görüntünün kalitesi de o derece mükemmelleşmiştir. En yeni fiberskop, 10 bin lifi 1 mm'den daha küçük bir çap içinde toplamıştır ve 70 mikronluk bir çözünürlüğe sahiptir. Böyle bir fiberskop, koldaki bir damardan kalbe kadar gönderilebilmekte ve kalp odacıklarının, kapakcıklarının ya da koroner damarların (kalbi besleyen damarlar) görüntüsü alınabilmektedir.

Görüntü sağlamanın yanısıra, optik fiberler, çabuk ve doğrudan fiziksel ve kimyasal analizlerin yapılmasına da imkân vermektedir. Bu uygulamalarda, âletin dışındaki ucu, bir ışık kaynağı ve bir optik



Tamamen kapanmış bir damarın laser ve balon kullanılarak açılması : Başta: Damar tamamen tıkalıdır. Ortada: Laserle tıkanıklığın % 70'i giderilmiştir. Sağda: Kalan kısım da bir katater vasıtasıyla damar içinde bir balon şişirilerek açılmıştır.

analiz makinesine bağlıdır. Gönderilen ışık, yansiyip optik fiberler vasıtasıyla geri alınır. Optik analiz cihazı, döner ışığın dalga boyu ve şiddeti gibi özelliklerini ölçer ve ölçüm yapılan bölge hakkında (kan, bağırsak-mide sıvısı, idrar vb.) fizyolojik bilgiler temin edilir.

Bu gibi pek çok uygulamalarda, optik fiber, çok kullanışlı olduğunu göstermiştir. Örneğin, böyle bir sistemle gerçekleştirilen tahliller, çok daha çabuk, hassas ve kolay olmaktadır. Optik fiber aletler, bu alanda geliştirilen diğer mikroelektronik araçlardan çok daha güvenle kullanılabilirlerdir.

Fiberskop kullanarak kan akış hızı tespiti de mümkündür. Bu işlem için kan hücrelerinin ışığı yansıtma özelliklerinden yararlanılmaktadır. Böylece, kalp gibi hayati organlara giden kan miktarı kontrol edilebilmektedir. Bununla yakından alakalı olarak, benzer bir şekilde kanın taşıdığı O₂ miktarı da belirlenebilmektedir.

Optik fiberlerin ucuna yerleştirilen özel alıcılara sayesinde ise vücudun çeşitli kısımlarındaki basınç değerleri öğrenilebilmektedir. Bu yöntemde, aletin



Kalbin sağ karıncığı, koldaki bir atardamardan sokulan çok ince bir fiberskopla görüntülenmiş. 1 mm'den daha ince olan bu fiberskop, Japonya'da geliştirilmiştir.

uç kısmında ince, şeffaf bir zarla kapatılmış küçük bir tüp vardır. Dış basınç, tüpün içindeki basınca eşit olduğundan yansıyan ışık bozulmadan geriye gelmektedir. Dış basıncın iç basınçtan fazla ya da az olması durumlarında ise, elde edilen görüntü, çukur ya da tümsek ayna görüntüsü şeklinde olmaktadır.

Geliştirilen pek çok değişik yöntemle, optik fiber aletler, kanın pH'ı ve diğer kimyasal muhtevası (enzimler, hormonlar...) hakkında bilgi verebilmektedir.

MİNİK CERRAHLAR

Optik fiberlerin son yıllarda tıptaki en verimli kullanım sahalarından biri de laserle gerçekleştirilen ameliyat ve tedavilerdir. Bu amaçla kullanılan laser ışınlarının dalga boyu ve şiddeti, kullanılacağı dokuya göre değişiklik göstermektedir. Böylece değişik dokulara mahsus özel laserlerin etki mekanizmaları da farklılık göstermektedir. Genel olarak, düşük güçte bir laser, yerel bir ışınmaya ve kanın pıhtılaşmasına yol açmaktadır. Bu tür laserler, yaraların kapatılmasında ve damarların birleştirilmesinde kullanılabilirlerdir.

Laserin cerrahi uygulamaları 10-100 wattlık devamlı, ya da 10.000 wattlık kesik bir güç kaynağına gerek duymaktadır. Böyle bir gücün optik fiberlerce aktarılması ve azalmaya uğramaması, uzmanları uzun yıllar meşgul etmiştir. Kullanılan camların yeterince dayanıklı olmaması nedeniyle, uç noktalarda erimeler dahi gözlenmiştir. Fakat, son yıllarda geliştirilen yüksek saflıktaki lifler, sorunların pek çoğunu çözmüştür.

Laser ve optik fiberi bünyesinde toplayan ilk alet, 1973 yılında, peptik ülserlerin kanamasını durdurmak amacıyla yapılmıştır. Alet, operasyonu izlemek için bir fiberskop ve yarayı dağılayacak olan laseri taşıyan bir başka liften meydana gelmekteydi. O günden beri, bu aletler, mide, ince ve kalın bağırsak kanamalarında başarıyla kullanılmaktadır. Fakat bu tedavi türünün en önemli kullanım alanı, kalp-damar hastalıkları ve yerleşik tümörlerdir.

Kalp-damar hastalıklarının pek çoğu, genellikle damarları tıkayan bir kireçlenmeyle bir yağ birikmesinden veya bir kan pıhtısından kaynaklanmaktadır. Bu tür sebeplerle damarda kan dolaşımı durduğunda ise şoklar, kalp krizleri ve kangrenler görülmektedir. Günümüzde böyle bir hastaya yapılabilecek ilk müdahale, damardan özel bir katater göndererek tıkalı kısma varıldığında, kataterin ucundaki bir balonu şişirmek ve tıkanıklığı bu yolla açmaktır. Fakat bu yöntem, sadece kısmen kapanmış damarlarda uygulanabilmekte, tamamen kapanmış damarlar açılmamaktadır. Diğer bir yol ise by-pass ameliyatlarıdır. Bu ameliyatta, vücudun başka bir yerinden alınan sağlam bir damar, tıkalı damarın iki tarafı arasında köprü yapılarak kan dolaşımının gerçekleşmesini sağlar. Fakat bu ameliyatlarda oldukça yıpratıcı ve pahalıya mal olan operasyonlardır.

Öte yandan, yüksek enerji kapasiteli üstün optik fiberlerin geliştirilmesi ile damar tıkanıklıklarının açılması, oldukça kolay bir hal almıştır. Bu amaçla uygulanan bir teknikle, liflerin ucuna metal bir başlık geçirilmiştir. Bu başlığa laser ışını gönderildiğinde, başlık kızmakta ve istenilen tıkanıklığı eriterek açmaktadır. Fakat bu teknik, oldukça dikkat gerektirmektedir. Öyle ki, metal başlık kayındığında, damar çeperine yapışabilmekte, hatta damarı delerek kanamalara yol açabilmektedir.

Potansiyel olarak daha verimli, fakat teknik olarak uygulanması daha zor olan bir başka seçenek de laser hüzmelerini doğrudan tıkaçıcı plağın üzerine göndermektir. Bu yolda ilk kullanılan, yeşil organ laseri olmuştur. Fakat bu laser, aşırı ısınmaya ve etraftaki sağlam dokunun tahribine yol açmıştır. Daha sonra ultraviyole laserlerle yapılan uygulamalar ise olumlu sonuç vermiş ve bu yolla pek çok hasta tedavi edilmiştir.

Hâlâ çözüm bekleyen en önemli sorun ise, damar içinde laserin nasıl yönlendirileceği, sağlam ve hastalıklı dokunun yok edilmeden önce nasıl birbirinden ayırt edileceğidir. Bununla beraber endosko-

pikfloresan sistemi üzerine oturtulmuş tekniklerin, bu meseleyi çözümleneceği beklenmektedir.

Mevcut gelişmeler, önümüzdeki birkaç yıl içinde bu tür cerrahi aletlerin, fibroskop ve alıcılarla bir araya getirilerek, çok yönlü cihazların yapılabileceğini göstermektedir. Böyle bir laser endoskopisinin çapı, tahminen 2 mm civarında olacak ve bunun yarısını fibroskop ünitesi kaplayacaktır. Diğer yarısında ise kan basıncını, ısı ve akışını ölçen alıcılar, laser ışını taşıyan lifler, gaz ve sıvı pompalamak için bir kanal bulunacaktır.

Böyle bir endoskopi aleti, damar içine tıpkı bir katater gibi gönderilecektir. Daha sonra hekim tıkanıklığa bakacak, damar basıncı ve akışını ölçecektir. Bir balon kullanılarak, kan akışı durdurulacak ve endoskopinin özel kanallarından gönderilen solüsyonla çalışılacak bölge, kalan kandan da temizlenecektir. Ardından laser ışını, tıkaçıcı plağın üzerine gönderilecek ve erimesi sağlanacaktır. Uçta bulunan alıcılar, dışarıda bir bilgisayara bağlı olacak ve operasyon sırasında aşırı ısınma ve sağlıklı dokunun tahrip edilmesi bu yolla engellenecektir. İşlemin bitmesinden sonra ise, balon söndürülecek ve normal kan akışı kontrol edilecektir.

KANSER TEŞHİS VE TEDAVİSİ

Optik fiberlerin çok çarpıcı bir başka kullanımı ise, bazı küçük zararlı tümörlerin belirlenip yok edilmesidir. Bu amaçla, floresan endoskopi metodu, halen başarıyla uygulanmaktadır. Bu yöntemde, hastaya ultraviyole ışık altında kırmızı renk veren özel bir boya, bir müddet enjekte edilir. Kanserli doku, bu boyayı sağlam dokulardan daha çok emmektedir. Ardından şüpheli bölge kripton laseri gibi uygun bir ultraviyole ışık vasıtasıyla aydınlatılmakta, zararlı tümörler, bu işlem sırasında kırmızı renkte görülmektedirler.

Böyle bir dokuya ultraviyole yerine yoğun kırmızı ışık verildiğinde ise, sonuç çok daha değişik ol-



Nefes borusunu tıkayan bir tümör ve değişik bir tedavi yöntemi : Hastaya, kanserli doku tarafından çok daha fazla emilen bir boya enjekte edilir (solda). Tümörün içine sokulan bir optik fiber, boyayı kimyasal olarak uyaran laser ışını iletir (ortada). İki gün sonra ise, boya tümörü öldürmüştür; artık tümör alınabilir.

YAPAY KALPLERE DOĞRU

İnt.Dr. Okan SÜZER

Şüphesiz insanlığın son 35 yılda en büyük aşamayı gerçekleştirdiği bilim dallarından biri de kalp-damar cerrahisidir. Kalp cerrahisindeki büyük ilerlemeler klinikte ilk kez 1953 yılında H.Gibbon tarafından kullanılan extracorporeal (vücut dışı) dolaşım aleti ile başlamıştır. Extracorporeal dolaşım aleti, normal kalp ve akciğer görevini geçici bir süre için üstlenen bir oksijenatör (oksijenleyici) pompadan oluşmuştur. Bu alet yardımıyla kalp, geçici bir süre için durdurulabilir ve cerrahin kalp üzerinde rahat çalışmasına izin verilir. Ayrıca, açık kalp cerrahisi (kalp boşluklarının açılarak bozuklukların onarılması), ancak extracorporeal dolaşım aleti ile sağlanabilir.

Extracorporeal dolaşım şu şekilde sağlanmaktadır:

I) Vena cava inferior (alt ana toplardamar) ve Vena cava superior (üst ana toplardamar) adlı ana toplardamlara kanül (ince bir boru) sokularak kan, oksijenatör adı verilen ve kanın oksijenlenmesini sağlayan alete gönderilir.

II) Aort denen büyük atardamar bir pensle sıkıştırılıp kapatılır. Kalp soğutulur. Oluşan hipoksi (O_2 azlığı) ve soğuk etkisiyle kalp durur (potasyumlu sıvılarla perfüze edilen kalp diastolde -gevşemiş halde- durur).

III) Oksijenatörden oksijenlenerek çıkan kan, pompa sayesinde aortaya veya uyluk atardamarına verilir. Bu şekilde verilen kan, normalde olduğu gibi nabızlı olmayıp, sürekli akım şeklindedir.

Yukarıda basitçe özetlenen bu olaylar aslında oldukça karmaşık ve dikkat isteyen evrelerden oluşmuştur (Hastaya heparin verilerek kan pıhtılaşmasının geciktirilmesi, aortaya verilen kanın soğutulması, hastanın asit-baz dengesinin düzenlenmesi vb.).

1953'te başlayan bu gelişmeler, gittikçe hızlanarak sürdü. 1980'li yıllarda yapay kalp adı verilen ve kalbin işlevini yerine getiren aletler geliştirildi. İlk yapma kalp Barney Clark adlı bir dış hekimine takılmış ve Clark 112

gün sonra kalınbağırsak iltihabı ve böbrek yetmezliği ile kaybedilmişti. Clark'a takılan kalp, büyük bir yer kaplıyordu ve sadece karnına girip çıkan kan borularının uzunluğu 2 m kadardı. Clark, aletin yanından ayrılamıyordu (çünkü, alet vücut dışındaydı ve oldukça büyüktü). Clark'tan sonra da birçok hastaya yapay kalp takılmıştır.

Takılan yapay kalplerle uygun bir verici bulunana kadar yaşatılan hastalar kalp nakliyle yeniden hayata kavuşturulmuşlardır. Geçenlerde ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü, vücut içine takılabilecek daha basit ve küçük yapay kalplerin yapımını üstlenecek araştırmacılara para ayıracağını açıkladı. Son yıllarda vücut içine yerleştirilecek uzun süreli pillerle çalışacak olan, kalbe yardımcı aletlerin geliştirilmesine çalışılmaktadır. Alet, yetmezlik olan sol kalpten alacağı kanı, inen aortaya pompalayacak olan bir pompa ve kontrol ünitesinden oluşmuştur. Alet, koynularda başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

Kalbe yardımcı aletlerin kontrol ünitesi, bir sigara paketi büyüklüğünde olup, EKG'deki (kalbin elektrik dalgalarının yazdırılması) R dalgasının başlamasını kontrol etmektedir. R dalgasıyla eşzamanlı olarak pompaya çalışma komutu göndermektedir. Böylece sol karıncık kasılmasıyla eşzamanlı olarak kan damarlara atılmaktadır. Pompa bir üzüm salkımı büyüklüğündedir. Enerjisini pillerden sağlamaktadır. Bu piller, tekrar tekrar doldurula-bilen özel pillerdir. Hastaya takılan küçük bir pil, hastanın belinde taşıdığı ve yaklaşık 4,5 kg olan kemer şeklindeki pillin yardımıyla şarj edilmektedir. Böylelikle son döneme gelmiş olan kalp hastası, kendine uygun bir verici bulunana dek yaşatılabilecektir. Geçen yıl 50 kişiye yapay kalp takılmış ve yansı kendilerine uygun verici kalbinin bulunması sonucu kalp nakli merkezlerinde ameliyat edilerek taburcu edilmişlerdir. Yapay kalp ameliyatlarından biri de ülkemizde ilk kez İbn-i Sina Hastahanesi Kalp-Damar Cerrahisi Bölümü'nde gerçekleştirilmiş, fakat hastaya uygun bir vericinin bulunamaması sonucu hasta kaybedilmiştir.

Görüldüğü gibi 1953'te extracorporeal (vücut dışı) dolaşım aletiyle başlayan hızlı gelişim, 1980'lerde yapay kalplerle devam etmiştir. Bu çalışmalar, 1990'larda vücut içerisine yerleştirilecek ve kalbin pompa işlevini yerine getirmesine yardımcı olacak aletlerle sürecektir.

Science (20 May 1988)'den derlenmiştir.

maktadır. Verilen boya, kırmızı ışığı çok aşırı bir şekilde emmekte ve bu da bir dizi fotokimyasal reaksiyona neden olmaktadır. Sonuçta ise, bu maddeyi fazlaca ihtiva eden kanserli doku, optik fiberlerle iletilen altın buharı laseri gibi yoğun bir kırmızı ışıkla, tek tek yok edilmektedir.

Yakın gelecekte, kanser tedavi ve teşhisine ait iki değişik endoskopi aleti birleştirilebilecektir. Alet, muhtemelen, bir fibroskop ile ultraviyole ve kırmızı ışığı ileten iki ayrı liften oluşacaktır. Alet, doğal bir açıklıktan ya da deriden şüpheli tümör bölgesine

gönderilecektir. Ultraviyole ışın bir liften gönderilirken, kırmızı ışım, fiberskoptan takip edilebilecektir. Bir diğer liften gönderilen yoğun kırmızı ışık ile de kanserli doku tahrip edilecektir.

Çok gelişmiş bir televizyonun netliği, tıbbi bir laboratuvarın hassasiyeti ve bir cerrahin kabiliyeti, küçük damarlara girebilen incecik bir aletin içine sığdırılmış bulunuyor. İşte optik fiberlerin tıptaki geleceği.

Scientific American'dan çev.: Gürkan ÖZTÜRK