

Biyonik Göz

Yıl 2460. Uzay gemisi "Enterprise"da mühendis olan Jordi LaForge'nin gözleri doğuştan kördür. Fakat, doğrudan beynine bağlanan, ışığa duyarlı bir cihaz sayesinde, görme duyuları gemideki diğer personelden çok daha güçlü bir hale gelir. Bu "Uzay Yolu: Yeni Kuşak"ta geçen bir olay. Her ne kadar sadece bir bilim-kurgu hikâye gibi gözükse de; günümüzün biyonik göz teknolojisinin öncüleri, bu fantezinin en azından bir bölümünün, gelecek yüzyıl içinde gerçekleşeceğine inanıyorlar.

DOĞUŞTAN görme bozukluğu olan insanlar, yardım edilmesi en güç olanlardır; çünkü beyinlerinde, doğuştan itibaren normal bir görme sistemi gelişmemiştir. Öte yandan, Amerika'da yapılan son araştırmalar, görme işleminin karmaşıklığı karşısında mühendislerin yapacak birşeyleri olmadığı düşüncesinin, görme yeteneğini sonradan kaybedenler için geçerli olmadığını ortaya koydu. Bir grup araştırmacı, görme özürü bir kadının beynine elektrotlar yerleştirilerek görsel imgeler yaratılabileceğini kanıtladılar. Diğer bir grup da, kör tavşanların göz kürelerinin arkasını elektrik akımıyla uyararak, onlara kısa süreli görme yetisi kazandırmayı başardı. Aynı zamanda, retinanın içine yerleştirilecek bir cihazın (ışığa duyarlı bir "görme çipi") kullanılabilmesi de kanıtlanmış oldu. Bu deneyler, normal bir görme yetisi elde etmekten oldukça uzak olmalarına ve önlerinde duran birçok teknik soruna rağmen, görme özürü insanlara bu yetiyi tekrar kazandırmak için önemli yaklaşımlar getirmiştir.

Sağlıklı bir gözde, gözbebeğine gelen ışık, mercekle tarafından odaklanarak göz sıvısından (vitreous humour) geçer ve göz küresinin sonundaki retinaya ulaşır. Buradan da, retinanın yüzeyindeki, ganglion (sinir düğümü) hücrelerini de içeren bir grup şeffaf hücreden geçerek ışığa duyarlı "çubuk ve koni"lere gelir. Işık tarafından uyarılan çubuk ve koniler, retinanın üzerindeki diğer hücreleri kullanarak ganglion hücrelerine elektrik uyarıları gönderirler. Ganglion hücreleri de, optik sinir ağını kullanarak, beynin görme korteksine sinyaller gönderir. Retina hücrelerinin, değişik şekil, ışık ve hareketlere değişik tepkiler göstermesi sayesinde karmaşık şekiller, beyin tarafından algılanabilmektedir. Ancak, renk, hareket gibi değişik özelliklerin, beyinde nasıl birleştirilip anlamlı hale getirildiği, hâlâ bilinmeyenler arasında yer alıyor.

En çok rastlanan iki körlük türü, ışığa duyarlı çubuk ve konilerin zarar görmesiyle oluşur. Kalıtsal bir hastalık olan retinitis pigmentosa, dünyada 1,2 milyon insanı etkilemektedir. İlerleyen yaşlarda görülen ve lekelenmeyle ortaya çıkan diğer bir bozulma ise, özellikle Batı'da görülen körlük durumlarının en önemli nedenidir. Massachusetts Göz ve Kulak Kliniği ile Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde araştırmacılar, son birkaç yıldır, bu durumdaki insanlara yetilerinin geri kazandırılması konusunda çalışıyorlar. Nöro-oftalmolog Joseph Rizzo ve elektrik mühendisi John Wyatt'ın başkanlığını yaptığı grup, bir mikroçip kullanarak zarar görmüş çubuk ve konileri atlayıp, doğrudan retinanın üzerindeki ganglion hücrelerini uyarmayı planlıyorlar. Mart ayında, kör tavşanlar üzerinde yapılan deneyler, projenin uygulanabileceğini göstermişti.



Grubun üzerinde çalışmakta olduğu prototip görme çipi, kısa saplı bir küreğe benzeyen, silikon kaplı, 2,2 milimetrekare büyüklüğünde, bir mikroelektronik cihaz. Üzerinde, ganglion hücre tabakasıyla bağlantıyı sağlayan mikroelektrotlara bağlı bir sonar panel bulunuyor. Elektrotlar, yaklaşık iki ganglion hücre büyüklüğünde ve araştırmacılar da, sadece dokunabildikleri hücreleri uyabileceklerini düşünüyorlar. Çipin üzerinde 20 mikroelektrot olduğu, fakat bunun kolaylıkla 100'e çıkarılabileceği belirtiliyor.

Araştırmacılar, üzerinde bir kamera ile bir bilgisayar bulunan ve görüntüleri alarak onları değişik-

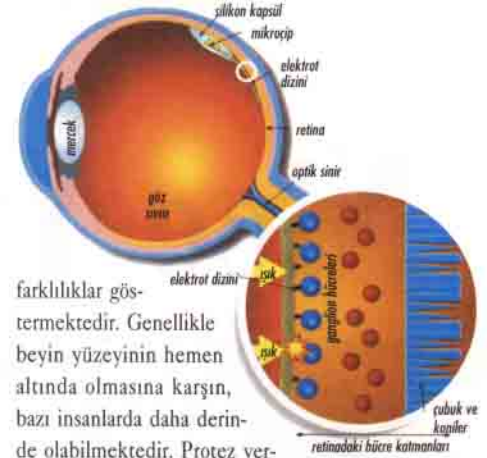
ken lazer demeti haline getiren bir protez elde etmeyi umuyorlar. Lazer demeti, görüntüleri dijital kodlar halinde taşıyarak, çipe, retinanın hangi bölgesinin uyarılacağını bildirmek için kullanılacak. Ganglion hücreleri, aynen çubuk ve konilerde olduğu gibi bir elektrik ağıyla donatılırsa, yapılması gereken, normal bir gözde olduğu gibi, yalnızca şekli ters çevirip doğrudan retinanın üzerine yansıtmak olacak.

Rizzo, cihaz gerçek bir hasta üzerinde deninceye kadar, hastanın ne göreceğinin bilinemediğini ekliyor. Çünkü 20 mikroelektrotla çok az sayıda ganglion hücresi uyarılabilir ve bu hücreler sağlıklı çubuk ve koniler tarafından uyarıldıklarında, ne tür tepkiler alındığı başka bir yolla anlaşılacaktır.

Baltimore'deki John Hopkins Hastanesi'nde, aynı konu üzerinde çalışan bir grup, bu sorunla ilgili önemli bir deney gerçekleştirdi. Oftalmolog Eugene de Juan'ın iki gönüllü üzerinde yaptığı deney sırasında, elle yönetilen bir elektrot kullanılarak, deneklerin retinaları, sadece belirli bir çeyrek bölgeyi kapsayacak şekilde uyarıldı. Her iki denek de spot ışığını gördüğünü belirtti. Önemli olan, retinanın uyarılan bölgesiyle, spot ışıklarının algılandığı görüş alanı içindeki bölgenin aynı çeyrek içinde yer alıyor olması.

Ancak, tüm bu umut verici gelişmelere rağmen, kullanılabilir bir biyonik göz elde etmek, tahmin edilenden hâlâ çok uzak görünüyor. Rizzo, bu aşamada, görme yetersizliği olan insanların yanlış yönde artan beklentileri karşısında dikkatli olunması gerektiğini önemle belirtiyor.

Öncelikle, yabancı bir cismin insan gözüne yerleştirilmesi sırasında karşılaşılan teknik sorunların aşılması gerekiyor. Aşınma da bunlardan biri. Rizzo ve Wyatt'ın grubu, çeşitli saydam silikon koruyucular üzerinde çalışıyorlar. Göz sıvısının tuzlu yapısına dayanırken, lazer demetinin çipe ulaşmasını da sağlayacağından, bu koruyucu bü-



farklılıklar göstermektedir. Genellikle beyin yüzeyinin hemen altında olmasına karşın, bazı insanlarda daha derinde olabilmektedir. Protez yerleştirilirken, her seferinde, hastaya uygun, doğru yerleri bulmak için çalışmak gerekecektir. Elektrotların yerleştirilmesi sorunu aşılsa bile, sonuçta nasıl bir görüntü elde edileceği hâlâ tam olarak bilinmiyor. Ne kadar çok elektrot kullanılırsa o kadar iyi görüntü sağlanacağı düşünülüyor; ancak, derinlik kavramı, renk ayrımı ve hareketin nasıl farkedileceği belirsiz. Yapılan deneyler sırasında, deneklerin uzaklık farkını gözlediği anlaşılmış, fakat sebebi bulunamamış. Renk ayrımı ise biraz daha anlaşılabilir bir konu. Düşük akım kullanılarak uyarım yapıldığında, farklı elektrotların farklı renk algılarına yol açtığı biliniyor. Hareketin farkedilmesi ise, protezin hızıyla doğru dan bağlantılı bir durum. Protezin algılanan görüntüyü değiştirme süresi ne kadar kısaltılırsa, hareket de o kadar iyi farkedilebiliyor. Ancak, hareketin farkedilmesi, öncelikli sorunlar listesinde alt sıralarda yer alıyor. Eğer işler yolunda giderse, yaklaşık bir yıl içinde, protezin kapasitesi hakkında kesin bilgiler elde edilecek. Yeterli kaynak sağlanırsa, Hambrecht ve ekibi, gelecek baharda yeni protezin testlerine başlamayı planlıyor. Bu amaçla, denek olarak kullanılmak üzere, görme yetisini sonradan kaybetmiş bir hastaya gereksinimleri var. Hambrecht, bu özellikte bir insanın, gördüklerini daha kolay ifade edebileceğini belirtiyor.

Bu arada, önceki deneylerde elektrotları bilgisayara ayrı ayrı bağlamak sorun çıkardığından, bu bağlantıların sayısını azaltarak elektrotların hareket etmesini engellemek gerekiyor. Eğer bu başarılı ve elektrotlar beyne gerektiği gibi yerleştirilebilirse, deneyi bir adım ileri götürerek, bilgisayar kaynaklı şekiller yerine bir kamera kullanarak gerçek görüntüler kullanılması sağlanabilecek.

Hambrecht, araştırmaların sonucunda, 2010 yılına kadar, gerçekten kullanılabilecek bir protez elde edebileceklerini tahmin ediyor. LaForge'nin kurgu dünyasından çok uzaklarda olduğumuz bir gerçek. ABD Görme Özürlüler Enstitüsü yetkililerinden Veronica Bevan'ın da belirttiği gibi, görme özürlülere biraz da olsa görme hissini tattırabilecekse, bu proje, gerçekten dikkate değer bir çalışma olacaktır.

Janet Morgan
New Scientist, 19 Ağustos 1995
Çeviri: Kerem Özdoğan

yük önem taşıyor. Ayrıca, sadece 25 mikrometre kalınlığında olan çipin kenar yüzeylerini de kaplayarak, retinanın çip tarafından zedelenmesini engelleyecek bir yapıya sahip olmasına da dikkat ediliyor. Çipin retinaya iyi yerleştirilmesini sağlamak da kolay bir iş değil. Her göz küresinin, biraz farklı bir yapısı vardır. Çip yerleştirilmeden önce retinanın yapısına uygun hale getirilebilir, ancak operasyon sırasında göz sıvısı ve mercekler alınacağından, göz küresinin şekli tekrar değişebilir. Daha sonra da bu çipin retinaya "yapıştırılması" gerekecektir. MIT (Massachusetts Institute of Technology)'deki araştırmacılar, bu iş için yararlanılabilecek madde olarak, kontakt lens yapımında kullanılan ve fazla miktarda su içeren saydam plastikler olan "hidrojeller" üzerinde duruyorlar. Vücudun böyle bir cismi reddetmesi durumu ise, Rizzo ve ekibini çok fazla endişelendiriyor; çünkü, bir yıl süresince tavşanlar üzerinde yapılan biyolojik uyum testlerinde, herhangi bir kötü bulguya rastlanmamıştı. Ancak bazı bilim adamları, ne kadar uygun malzeme kullanılırsa kullanılsın, retinaya konulacak yabancı bir maddenin zarar verebileceğine inanıyorlar. Çipin dokunduğu yüzeyin zedelenerek, bir yara sonrası dokusunun oluşması ve bu dokunun sinyal akışını engellemesi olasılık dahilinde.

De Juan ve ekibi, iki ayrı soruya da yanıt arıyor. Birincisi, ganglion hücreleri uyarılırken ne kadar akım kullanılacağı sorusu. Rizzo ve Wyatt'ın ekibi, bu sorunun, retinanın hangi bölgesinin ne kadar süreyle uyarılacağı sorusuyla birleştirilmesi gerektiğini düşünüyor. Yanıt aranan ikinci soru ise, iyi bir görüntü için, temel çipin içine kaç elektrotun yerleştirilmesi gerektiği. Retinada, beyne bağlı, yaklaşık bir milyon ganglion hücresi vardır. Bu, elektronik dilleyle, bir milyon piksel demektir. Araştırmacılar, 64 pikseli, yani retinayla 64 elektrot bağlantısı olan bir çipin, büyük harfleri okumak için yeterli olacağını düşünüyorlar. Şekillerin bulanık da olsa algılanabilmesi için de, yaklaşık 1000 elektrot gerekli. Ancak, yapılan deneyler, ne kadar çok elektrot kullanılırsa o kadar iyi sonuç elde edildiğini gösteriyor. En iyi sonucu elde etmek için ne kadar kullanılması gerektiği zamanla ortaya çıkacak. Tüm bu teknik sorunlar aşıldıktan sonra, geriye test edilmesi gereken en büyük sorun kalıyor. Elektronik protezle elde edilen görsel bilgiler, beynin kullanabileceği formda olacak mı? Bu tekniğin gerçekten sonuç verip vermeyeceği henüz bilinmiyor. Bu amaçla çip, bir tür retinitis pigmentosa hastalığına yakalanmış köpeklerde denenerek, beyin elektrotları yardımıyla, hayvanların beyinlerindeki görme bölgeleri incelenecek.

Rizzo, her şeyin beklendiği gibi gelişmesi durumunda, beş on yıl içerisinde insanlar üzerinde testlere başlanabileceğini belirtiyor. Ancak

bundan sonra insanların ne tür görüntüleri görebilecekleri anlaşılacak. Hareketin algılanıp algılanamayacağı, ne tür renklerin seçilebileceği ya da protezin beyni nasıl etkileyeceği, ancak testlerden sonra yanıtlanabilecek sorular. Rizzo, öncelikli amaçlarının, insanların büyük şekilleri görebilmesini, sokakta yürürken insanları ve araçları ayırt edebilmesini sağlamak olduğunu söylüyor.

Retinal protez başariya ulaşsa bile, bundan yararlanamayacak pek çok görme özürlü insan olacaktır. Ganglion hücreleri zarar görmüş olanlar ve şeker hastaları bunlar arasında. Washington'daki Ulusal Sağlık Enstitüsü'nde, doktor ve elektrik mühendisi olarak görev yapan Terry Hambrecht başkanlığında bir grup, bu konuda araştırmalarını sürdürüyor. "Uzay Yolu"ndaki LaForge'nin kullandığı gibi bir görüntü cihazı yaratmaya çalışan grup, beynin görme bölgesine doğrudan elektrotlar bağlayarak, gözü devre dışı bırakmayı amaçlıyor. Ancak, beynin çalışması karmaşık ve tam anlaşılammış olduğu için, bu gruba daha değişik sorunlar bekliyor.

Yaklaşık iki yıl kadar önce, Hambrecht ve yardımcıları, glom hastalığı olan, görme özürlü, 42 yaşında bir kadının üzerinde ilk protezi denediler. Beynin arka lobunun görme bölgesine, 4 ayrı yerden yerleştirilen 38 mikroelektrota yapılan deneyde, kadına, 2 mikroamperden 20 mikroampere kadar değişik düzeylerde akım verilmiş ve spot ışığını görüp görmediği test edilmiş. 4 ay süren testler sırasında, elektrotların beyindeki konumunun, insanın görme alanının hangi bölgesine karşılık geldiği belirlendi ve yüksek düzeyli akımların daha iyi sonuç verdiği anlaşıldı. Bu sonuçlardan yararlanarak, kadının "I" harfi gibi basit simgeleri görmesi sağlanabilmişti.

Tüm bu bilgiler ışığında, Hambrecht ve ekibi, 200 mikroelektrottan oluşan daha mükemmel bir protez yapımı için çalışmalara başladılar. Başlangıçta sadece bilgisayar tarafından üretilen şekilleri kaynak olarak kullanması planlanan protez, daha sonraları, bir gözlüğün üzerine monte edilmiş kamera yardımıyla normal görüntü algılamasında kullanılabilecek.

Şu an için, görme özürlü hastaların 200 mikroelektrotlu bu protez yardımıyla, okuyabilecek düzeye gelebilecekleri düşünülüyor. Ancak, bu bile çok iyimser bir yaklaşım. Çünkü, protezin kullanımı sırasında da bazı problemlerle karşılaşılması olası. Elektrotların beynin doğru bölümüne yerleştirilmesi hiç de kolay bir iş değil. Beynin görme bölgesi, insandan insana, az da olsa

