



**K**ÜÇÜK, karartılmış bir kafesde, bir maymun, akşam yemeği için uğraş vermektedir. Montaj hattının ya da bir klavyenin başında uzun saatler geçiren herhangi bir kimse gibi, maymun da elinin hızlı ve duyarlı hareketinin yardımına muhtaçtı. Bir kabzayı saniyenin üçte ikisinde sıkıp bıraktığında, bir parça yemeği hak ediyordu.

“Yemeklerini her gün böyle yiyebiliyorlar. Bizim para kazanmak için çalışmak zorunda oluşumuz gibi, onlar da doymak için bu işi yapmak zorundalar” diyor San Fransisco’daki California Üniversitesi’nde bir fizyoterapist olan Nancy Byl. Byl, son birkaç yıldır yaşamlarını bu yolla kazanan maymunlar yetiştirmiş.

Ücretli çalışan yüzbinlerce insan gibi, bu maymunlar da yaptıkları sürekli yinelenen el hareketleri için bir bedel ödemişler. Günde bir saatlik, birkaç ay süren bir eğitim sonrasında

maymunlar ellerini kullanmaya isteksiz hale gelmiş; tutulma ve acı belirtileri gösterir olmuşlar. Hemen hepsi gittikçe başarısız olmaya başlamış; sonuçta hiçbirisi kabzayı istenilen zamanda hareket ettiremez hale gelmiş. İnsanların da başına gelebilen bu duruma yinelemeli gerilme rahatsızlığı (RSI, Repetitive Strain Injury) adını veriyoruz. Ciddi durumlarda bu rahatsızlık, insanların elleriyle yapabildiğini kalıcı olarak kısıtlayabiliyor.

Ancak Byl’in maymunların ellerine olan ilgisi, beyinlerine olduğu kadar çok değil. Byl’a göre bu maymunların ellerinde rastlanan RSI benzeri rahatsızlıklar, beyinlerin fazlasıyla hassas ve hızlı hareketler yapmayı öğrenmedeki sınırının zorlanmasından kaynaklanıyor. Bu durum gerçekleştiğinde, ona göre, parmakların hangi hareketleri yaptığını şaşırان beyin, kas kramplarına ve beceriksizliğe yol açıyor.

Byl’in maymunlarda gözlediği durum, belki insanlarda da görülebilir. Geçtiğimiz aylar içerisinde birkaç araştırma grubu RSI’nın belli bir biçiminden şikâyetçi olan insanların beyninde aynı tipte bir anormalliğe rastladılar. Bulguların doğruluğu kesinleşirse, rahatsızlığı gidermek için kullanılan en yaygın uygulamanın (dinlemek ya da acıyan eli ya da kolu hareketsizleştirmek) tümüyle yanlış olduğu anlaşılacak. Bunun yerine, Byl’a göre, terapistler hareket bozukluklarını, dokunma duygusunu keskinleştirip, beyne hassas hareketler yapabilme yeteneğini geri kazandıracak egzersizlerle tedavi etme yoluna gidebilecekler. Dahası Byl, yaptığı birkaç denemede hastaların el kontrollerini yeniden kazanmalarını sağlayabilmiş. Bu durumun RSI’nın sık rastlanan başka biçimlerine uygulanıp uygulanamayacağını daha kimse bilmiyor; ancak uygulanabilirse, etkisi çok büyük olacaktır.

Byl’in üniversiteden meslektaşı Michael Merzenich bugüne değin RSI’nın koldan kaynaklanan fiziksel bir sorun olduğunu düşündüklerini belirtiyor. Sonuç olarak da, tedavi de hep kola yapılıyordu. Hastalık yüzünden yüzbinlerce kol ameliyat edilmiş bulunduğunu; eğer hastalık gerçekten de beyinden kaynaklanan bir öğrenme bozukluğuysa, bunların tümüyle yanlış uygulamalar olduğunu söylüyor.

Elbette insan evriminde hiçbir aşama, beynimizi klavye başında seviz saat geçirmemize, beş saat piyano çalışması yapmamıza ya da modern toplumun ellerimizden hergün beklediği aşırı karmaşık hareketleri yapmasına hazırlayamazdı. Merzenich günümüzdeki insanlarda beyin kullanımının 10 bin yıl öncekilere çok daha farklı olduğunu iddia ediyor. “Eski insanlar çakmak taşını yontuyorduysalar da, bunu gündüz ve gece yapmıyorlardı. Şu anki durumun öncesi hiç olmadı”, diyor Merzenich.

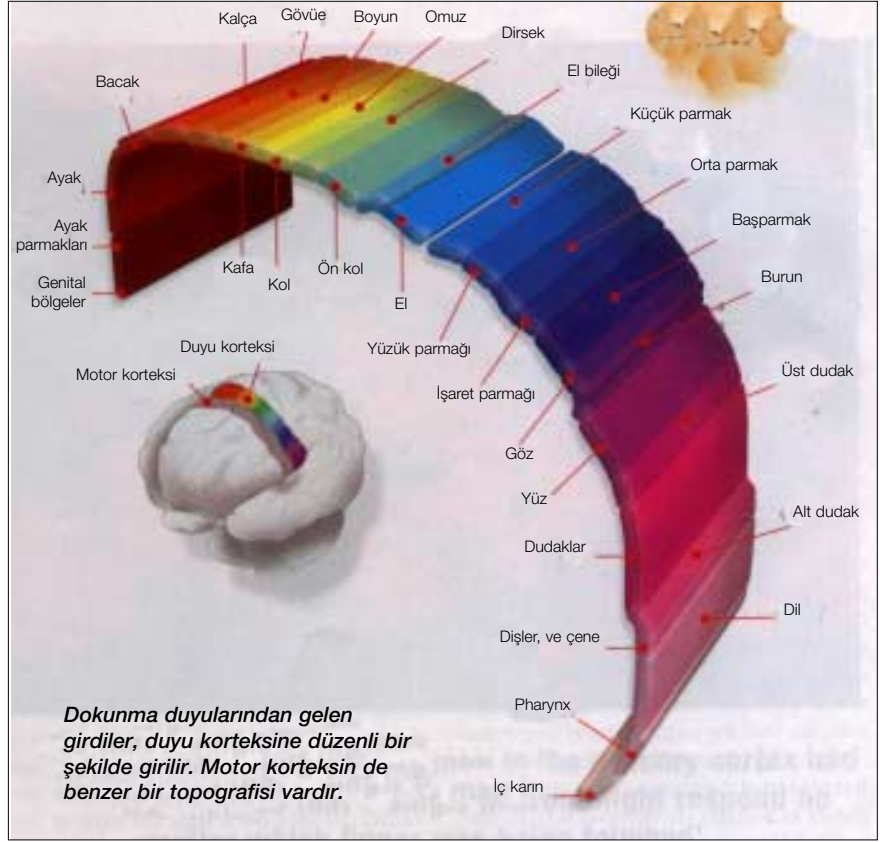
RSI’nın büyük bir sorun haline gelmesi de şaşırtıcı değil. Resmi tahminlere göre ABD ve Birleşik Krallık’ta toplam bir milyondan fazla kişi bu rahatsızlıktan etkileniyor. 1980’den bu yana Avustralya’da çok sayıda kişi RSI’den şikâyetçi.

RSI, en geniş anlamıyla, tendonların şiştiği bir rahatsızlık olan tendinitisten, karpal tünel sendromu ve kol ve eldeki diğer hastalıkların tümüne uzanan geniş bir yelpaze. Birçok uzman RSI'yı çok daha dar anlamıyla, gizemli bir acı gösteren, herhangi bir doku zedelenmesine rastlanmayan "aşırı kullanım sendromunu" vurgulamak için kullanıyor.

RSI'nın en etkili biçimlerinden birisi fokal el distonisidir. Bu hastalık aynı zamanda yazar ya da müzisyen krampı olarak da adlandırılır. Hastalıkta beceriksizce ve kontrol dışı el hareketlerine, parmakların ve bileğin spazmlarına rastlanır. RSI'nın başka biçimlerine göre daha az rastlansa da, fokal distoninin tedavisi o kadar güçlüdür ki, genellikle hastalar çözümü kariyer yaptıkları alanı değiştirmede bulurlar. "Parmaklarınızı çok çok güçlü şekilde çeken bir mıknatısı elinizde tutmaya benzer," diyor Victor Candia. Almanya'daki Konstans Üniversitesi'nde klinik sinirbilim uzmanı Candia, fokal distoni olduktan sonra kariyeri olan klasik gitaristliği bırakıp, bu hastalıkla ilgilenmeye başlamış. "Gitara dokunmaya çalıştığımda tüm elime ve parmaklarıma kramp girdiğini anımsarım. Hiçbir şey yapmak mümkün değildi" diyor.

Araştırmacılar birkaç yıldır distoni hastalarının beyinlerinde bir sorun olabileceğinden kuşkuluyorlardı. Ancak pek yakında kusurun ne olabileceğini keşfetmişler. Görünen o ki sorun, beyindeki "vücut haritası"nda. Dokunma duyularından gelen sinyaller, serebral korteks üzerinde bir baş bandı gibi duran duyu haritasına iletilir. Burada, vücudun farklı bölgelerinden gelen girdiler, yakın bölgelerdekiler (sözelimi el ve bilek) korteksin yakın bölgelerinde olacak şekilde sıralı bir düzenlemeye sokulur. Benzer bir topografi, komşu kas gruplarını yanyana beyin alanlarının kontrol ettiği motor kortekste de görülür.

Sinirbilimciler tekniklerini iyileştirdikçe, bu haritaları daha da iyi okur hale geldiler. Hatta tek tek parmakları tanımlayan bölgeler anlaşılacakla kalmadı, bir tek parmak üzerindeki küçük bir bölüm bile tanımlanabiliyordu. Araştırmacılar aynı zaman-



da beyin bu haritalarda sürekli yenilemeler yaptığını, deneyimlerini yansıtabilecek şekilde bağlantıları değiştirdiğini bulguladılar. Hücre ölçeğinde, bu da tıpkı başka öğrenme tipleri gibidir. Beyin, bir arada meydana gelen deneyimlerini (bu durumda kas hareketlerini) tanı; daha sonra da bunları kodlayan nöronları bağlantılandırır.

Randy Nudo ve meslektaşları Kansas Üniversitesi Tıp Merkezi'nde hareket sıraları öğrenildikçe bu haritaların nasıl değiştiğini, küçük bir kuyudan yiyecek toplamak üzere eğittikleri üç sincap maymun üzerinde göstermişler. Maymunlar hareketi kusursuzca yapmaya başlamadan önce ve yaptıktan sonra, Nudo hangi nöronun hangi kası harekete geçirdiğini anlamak için motor korteksin el ve kol bölgesi alanlarındaki sinir hücrelerini bir mikro elektrod ile incelemiştir. Maymun yiyeceklere ulaşmada daha başarılı halde geldikçe, hareketler çabuklaşmış ve tipikleşmiş. Bu durum gerçekleştiğinde Nudo, maymunun kullandığı kasların motor korteksteki genişçe bir bölgenin uyarısına yanıt verdiğini anlamış. Dahası, eğitimden önce korteks üzerindeki her noktacı bir tek kası

kontrol ederken eğitimden sonra her noktacı maymunun yiyeceği bulmak için kullandığı iki ya da daha fazla kası denetler hale gelmiş. Korteks, bütün halindeki kas hareketleri bir tek hareketmişçesine tepki vermeyi öğrenmiş.

Benzer bir çeşit yeniden bağlantılandırma duyu haritasında da görülür. Merzenich ve meslektaşları, bir çubuğa her seferinde üç parmağın ucuyla ya da dibiyle yanıt vermeleri için üç maymunu eğitmiş. Eğitimden sonra araştırmacılar hayvanların beyinlerini mikroeletrodlarla incelemişler ve duyu korteksindeki hassas haritanın bulanıklaşıp, hangi parmağa dokunulduğuna bakmaksızın bir tek nöronun yanıt verdiğini görmüşler. Beyin bağlantılarını bir kez daha değiştirmiş ve çözünürlüğünü yitirmişti.

Merzenich ve Byl distoniye yol açan yinelemeli hareketlerin de beyinde benzer değişikliğe yol açıp açmayacağını merak etmişler. Bu fikir onları yiyecek elde etmek için bir kabzayı sıkıştıran üç maymunu eğitmeye itmiş. Birkaç ay içerisinde tüm maymunlar fokal distoninin klasik belirtilerini göstermeye başlamışlar.

Merzenich ve Byl, sakatlanan maymunların beyin haritalarına bak-



tıklarında tam bir keşmekeşle karşılaşmışlar. Byl, ilk tepki olarak bir hata yaptıklarını, harita çıkarma süreci konusunda yetkin olamadıklarını düşündüklerini söylüyor. Ancak hemen sonra keşmekeşin gerçek olduğunu anlamışlar. Duyu korteksinin üzerindeki el haritası öylesine karışmıştı ki, bazı nöronlar sırf bir parmağın küçük bir bölgesindeki dokunuşa değil, ön el bölgesindeki tüm alanlara tepki gösteriyorlardı.

Sonuç olarak, beyin, dokunma girdilerinin yardımıyla hareketlerini planladığından, normal duyu haritasının bu kadar çarpıcı bir biçimde bozulması, fokal distonide görüldüğü gibi kas denetiminin yitimine yol açabilir, diyor Byl. Bu yıl sonuna doğru, Byl'in maymunlarından biri, benzer bir bozulmanın motor kortekste yaşanıp yaşanmadığının anlaşılması için Nudo tarafından incelenecek.

Benzer şeyler, elleriyle çok çabuk, çok miktarda iş yapmayı sürdüren insanların beyinlerinde de oluşabilir. Yinelemeli, çabuk el hareketleri (örneğin bir piyanistin el hareketleri ya da bir dizgicinin klavyenin üzerinde dolaşan parmakları) beyni hızlı bir biçimde duyu ve kas komutları akışını işlemeye zorlar. Bu uzun süre devam ederse, Byl ve Merzenich'in iddiasına göre, beyin yanlış bir biçimde bazı ardıl hareketleri bir araya getirmeyi öğrenebilir. Sözcükleri aynı anda bir parmağı kaldırma ve indirmeyi deneyebilir. "İşte tuzak burada oluşur", diyor Merzenich. "Siz doğru hareketi yapmaktasınız; ama hatalı bir hareket ortaya

çıkıyor." Merzenich'e göre daha da zorlamak, hasarı artırır.

Hiç kimse Byl'in maymunlar üzerinde yaptığı "önce ve sonra" deneyini insanlar üzerinde tekrarlayamayacağından, bu fikri sınamak olanaksız. Ancak son birkaç aydır araştırmalar distonisi olan insanların beyin haritalarının, rahatsızlığı bulunmayan kişilerden farklı olduğunu göstermiş.

Washington DC'deki Ulusal Nörolojik Düzensizlikler ve İnme Enstitüsü'nden William Bara-Jimenez ve meslektaşları 122 dış yüzey elektrotan oluşan bir düzeneği gönüllülerin kafasına yerleştirip, başparmaklarını ya da küçük parmaklarını hafifçe uyarılmış. Sonuçta ortaya çıkan beyin dalgalarının her elektrotta ne kadar "yüksek" olduğuna bakarak, başparmak ve küçük parmak alanlarının duyu korteksinde nerede bulunduğunu belirlemişler. El şikâyetine da-



ir hiçbir geçmişi olmayan altı hastada, bu alanlar birbirlerinden 12 milimetre uzaklıktaymış; altı distoni hastasıdaysa beyin neredeyse tümüyle aynı parçasını işgal ediyorlarmış. Tıpkı Byl'in maymunlarının beyininde olduğu gibi...

Hemen hemen aynı sıralarda Konstanz Üniversitesi'nden Thomas Elbert liderliğindeki bir grup, distoni rahatsızlığı olan müzisyenlerin duyu korteksinin manyetik görüntüleme tekniğiyle inceleyerek, benzer bulgular açıkladılar. Johns Hopkins Üniversitesi'nden Frederick Lenz tarafından yapılan yayımlanmamış bir araştırmada, talamusta benzer bir karışıklık bulundu.

Gerçekten de beyin haritalarındaki anormallikler distoniye yol açıyorsa, geleneksel tedavilerin (dinlenme, iltihaplanma giderici ilaçlar vs.) etkili olma şansı hiç yok. Merzenich, bundan kurtulmanın tek yolu, nasıl kurtulacağınızı öğrenmektir diyor.

Byl, fokal distoni hastalarını, parmaklarıyla daha önceden olmadığı kadar duyarlı, dokunma farklılıklarını kullanarak tedavi etmeye çalışıyor. Böylece, duyu korteksindeki komşu alanların aradaki farklılıkları tekrar öğrenebileceğini umuyor. Bu amaçla da hastalarının gözlerini bağlıyor ve parmak uçlarıyla rakamları ya da harfleri tanımlamalarını, ya da dokunarak domino oynamalarını istiyor.

Şu ana değin Byl, daha önce hiçbir tedavinin başarılı olmadığı 16 hastanın duyu korteksinin yeniden eğitimiyle uğraşiyor. 12 haftalık bir terapiden sonra, ikisi dışında hepsi işlerine tekrar dönebilecek kadar ilerlemişler. Beş hastaysa rahatsızlıktan tümüyle kurtulduğuna inanıyor. Bir hastanın terapiden önceki ve tedaviden sonraki beyin taramaları, duyu korteksinin normal bir düzenlemeye doğru yol almakta olduğunu göstermiş.

Motor haritasının yeniden eğitilmesine yönelik terapiler de bu kadar başarılı olabilir. Benzer bir ilke, inmeli hastaların bazılarında kullanılıyor. İnme beyin motor kontrol bölgelerinden bazılarını zarar verebilir, ancak sonuçta başka bölgeler bu işi üstlenebilirler. Alabama Üniversitesi'nden araştırmacı Edward Taub,

birçok hastanın sağlam kol bağlanıp, zayıf düşmüş bir kolu kullanmaya zorlanırsa, daha çabuk iyileştiğini söylüyor.

Taub'la birlikte çalışan Candia ve Almanya'daki meslektaşları, distoni rahatsızlığı bulunan kaslarda da benzer bir tekniği denemişler. Zarar görmemiş parmakları birbirine bağlayıp, distoni rahatsızlığı olan parmakları, hareket şekillerini yeniden öğrenmeye zorlamışlar. İki hafta içerisinde iki gitarist ve üç piyanistten oluşan beş hasta, bağlı olan parmaklar açıldığı durumda bile, becerilerinde önemli ilerlemeler kaydetmişler. Şu sıralar araştırmacılar, hastaların terapi öncesi ve sonrasında yapılan beyin taramalarında neyin farklı olduğunu bulmaya çalışıyorlar.

Sonuçlar umutlandırıcı olsa da, Byl'in fikrinin kesin kanıtları değil. Zira hastaları, Byl'in duyu eğitimiyle birlikte, standart terapiler de görüyor. Standart terapi yöntemleri, belki de, en sonunda işe yaramaya başlamıştır. Sırf Byl'in varlığı bile hastaları etkilemiş olabilir. Zira, hastalar çoğu zaman gayretli bir terapistin kişisel ilgisi ve cesaretlendirmesiyle bile, terapiden bağımsız olarak ilerleme kaydedebilirler. Ancak Candia'nın distoni rahatsızlığı olan piyanist ve gitaristlerinde işe yarayan, ancak obua ve flütçülerde yaramayan, duyu-motor yeniden eğitim terapisindeki plasebo etkisinin ne olabileceğini kestirmek güç. Candia üfle-meli çalgı çalanların daha karmaşık bir yeniden eğitim sürecine tutulmaları gerektiğini, zira parmaklarını (özellikle de başparmaklarını) aleti çalmak kadar, tutmak için de kullandıklarını söylüyor.

Distoni rahatsızlığı olan hastalar "el sakatlıklarını" öğrenseler bile, tüm öykü bundan oluşuyor olamaz. Ulusal Nörolojik Düzensizlikler ve İnme Enstitüsü'nden Mark Hallett, "Yıllar boyunca günde beş saat piyano çalan insanlar var. Bunların sadece küçük bir yüzdesi distoni oluyor. Aralarındaki farklılık nedir?" diye soruyor. Şanssız olanlar, bu tip patolojik bir öğrenmeye engel olacak genetik engele sahip olabilirler diye fikrini belirtiyor.

Yapısal sorunlar, bazı kişilerde el sakatlıklarının gelişmesine yol açabi-



lir. "Aslında her seferinde biyomekanik ya da duruşla ilgili noktalar-belli bir işi yapmak üzere görevlendirilen fiziksel yapının bu işe uygun olmayışı gibi- vardır." Örneğin distoni rahatsızlığı olan müzisyenlerin birçoğunun ortaparmağı açma sorunu olduğunu görmüş. Bu gerginlik, müzisyenin elini, distoniye zemin hazırlayan yüksek bir gerilim içine sokabilir.

Byl distoninin ancak kısmi bir açıklamasını ve işe yarayan bir tedavisini bulmuş olsa dahi, on binlerce hasta için bu çok önemli bir değişiklik yaratacaktır. Ancak, tahmin ettiği gibi, beyin değişiklikleri RSI'nın daha yaygın görülen biçimleri üzerinde de etkiliyse, o zaman fikirleri çok çok daha büyük etki yaratacaktır.

Hepsi olmasa da, hareket bozuklukları üzerinde çalışan birçok uzman gibi Hallett de, distonideki beyin değişikliklerinin, RSI'nın diğer biçimlerini açıklamada yetersiz kalacağını düşünüyor. Zira distoni, tendinitis ya da çok kullanma sendromundan apayrı bir şey. "İki bozukluğu bir araya getiremiyorum çünkü, gördüğüm hemen her fokal distoni hastasının pek az acısı vardı, buna karşılık acılı hastaların pek azının koordinasyonu bozuktu" diyor.

Sonuç olarak Byl, birçok durumda süregelen acının beyindeki birtakım değişikliklerle ilgili olduğunu söylüyor. "Süregelen bir acı yüzünden eklemelerini kullanamayan hastaların, acıyı açıklayabilecek lokal fizyolojileri yoktur. Sinir sistemindeki bir şeyler bir zamanlar normal olan bazı şeyleri, artık acılı olarak nitelendirilmektedir". Aday bölgelerden birisi korteksteki duyu haritasıdır. Bilim adamları yinelemeli kullanımın, normalde bastrılmış olan korteks bağlantılarını yeniden etkin hale geçirebileceğini biliyorlar. Yinelemeler, acı sinyallerinin bastırılmasını da azaltıyorsa, normal uyarıların bile acılı hale gelebileceğini söylüyor.

Şu ana değin hiç kimse tek belirtisi yayılan acılar olan aşırı kullanma sendromundan şikâyetçi olan hastaların beyin haritalarını incelememi. "Bu haritalamalar ilginç olabilir" diyor Candia. "Aşırı hareket ve beynin yeniden düzenlenmesi arasında ilişki varsa, bu durum başka sorunlar için de geçerli olabilir". Byl ve Merzenich kısa bir süre içinde el sorunları olan ancak distoni rahatsızlığı olmayan maymunlar üzerinde çalışmaya başlayacaklar.

Çeviri Murat Maga  
Holmes, B., "The Strain is in the Brain", *New Scientist*, 10 Nisan 1999