

Beynin Gizemleri

Yaklaşık yüz milyar sinir hücresinden oluşan beynimiz, bir yandan nereden geldiğimiz ve ne amaçla bu dünyada olduğumuz sorularına cevap arayıp dururken, bir yandan da Dünyadan milyonlarca ışık yılı uzaktaki galaksileri inceleyerek evrenin başlangıcı ve seyri konularında hipotezler üretir, fonksiyonlarını idare ettiği vücudun el kitabı olan gen haritasını çıkarır, bunlar yetmiyormuş gibi bir de bu işlevleri yerine getirirken kendi kendini inceleyerek kendisinin -beynin- nasıl çalıştığını ortaya koymaya çalışır. Gizemlerle dolu bu organ hakkındaki bilgilerimizin çoğu hastalık ve kaza gibi değişik nedenlerle beyni hasara uğramış hastaların incelenmesi ile elde edildi. Kaliforniya Üniversitesi Beyin ve Bilinç Merkezi başkanı Vilayanur Ramachandran doksanlı yıllarda başlayan çalışmaları ile beynin yapısının sanıldığı gibi insanlık tarihi boyunca aynı kalmadığını, aksine özel bazı durumlarda yapısal değişimler geçirebildiğini keşfetti. Daha da önemlisi “fantom uzuv” adı verilen sendromun nasıl oluştuğunu çözerek, inanılmaz basitlikte bir tedavi yöntemi geliştirdi ve fantom uzuv ağrısı çeken hastaların dayanılmaz acılarının bitmesini sağladı.

17 Ağustos 1999 günü yaşadığımız en acı günlerden biri olarak tarihe geçti. Sabah saat 3:02’de Marmara bölgesi 7.5 büyüklüğünde, şiddetli bir depremle sarsılmaya başladı. Derin uykularından sarsıntının etkisiyle uyanan binlerce insan neye uğradıklarını anlayamadan, yerle bir olan binaların enkazı altında kalarak acı bir şekilde can verdi. Deprem o kadar güçlüydü ki etkileri, Marmara bölgesi bir yana Ankaradan İzmir’e kadar uzanan çok geniş bir alanda hissedildi. Bu felaket resmi kaynaklara göre 17.480 insanımızın yaşamına mal olurken geride binlerce yaralı ve yüzlerce sakat bıraktı.

Sakat kalanlardan biri de İzmit Gölcük’ten otuz yaşındaki Asime Genç’ti. Enkaz altında 54 saat ölümlle mücadele ettikten sonra kurtulan Genç, depremde hem iki çocuğunu ve eşini hem de bir kolunu

ve bacağına kaybetmişti. Genç gibi ailesini, evini veya iş yerini kaybeden binlerce insanımızın acısı ülkemizi aylarca yasa boğdu. Genç’in dramı depremden sonra da devam etti. Kaybettiği kolu ve bacağından kaynaklanan şiddetli ağrıları tedavilere ve aradan iki yıl geçmiş olmasına rağmen hâlâ devam ediyordu. Genç, kolunu ve bacağı fiziki olarak kaybetmişti ama sanki kaybetmemiş gibi hissediyordu. Bilim dünyasında “fantom uzuv” olarak adlandırılan bu durum, bir kaza veya hastalık sonucu kolunu veya bacağı kaybeden hastanın sanki kolu veya bacağı hâlâ yerindeymiş gibi o uzvunu hissetmesi durumudur. Fantom kollarının normal kol gibi çalıştığını hisseden, fantom kolları ile el salladıklarını veya arkadaşlarına dokunduklarını söyleyen hastalar var. Fakat bazı hastalar fantom uzuvlarının acısını uzun bir süre, bazen yaşam boyu çekiyor.

Anahtar Kavramlar

1990'lara kadar bilim dünyasında paylaşılan görüş beynin yaşamın başlangıcında şekillendiği ve ölüncüye kadar o şekilde kaldığı, yani değişime uğramadığıydı. Kaliforniya Üniversitesi Beyin ve Bilinç Merkezi başkanı Vilayanur Ramachandran beynin düşünülmediği gibi statik bir yapıda olmadığını, gerektiğinde yapısal değişikliklerin gerçekleştiği esnek bir organ olduğunu gösterdi.

Bilim dünyasında “plastisite” olarak adlandırılan bu kavram hastalık veya kaza sonucu uzuvlarını kaybeden hastaların sanki kolu veya bacağı hala yerindeymiş gibi onu hissetmeleri olarak bilinen “fantom uzuv” sendromuna da bir açıklama getirdi. Ramachandran beyin plastisitesi sayesinde fantom uzuv ağrılarını olağanüstü basitlikte bir metotta tedavi etmeyi başardı.

Yüzyıldan uzun bir süredir deprem, savaş ve kaza sonucu uzuvlarını kaybeden insanların fantom uzuv sendromu yaşadığı ve bu kişilerin yüzde doksandan fazlasının “fantom uzuv ağrısı” adı verilen bir ağrı çektiği de biliniyor. Bazı ampütasyon hastaları (yani kolu veya bacağı kesilmiş hastalar) hissettikleri ağrıyı, sanki yumruklarını o kadar çok sıkmışlar ki, tırnakları avuçlarına gömülmüş diye tanımlıyor. İzmit depreminde uzuvlarını kaybedenlerden bazıları fantom ağrılarının şiddetini “sağlam bir insanın ayağını menzene sokup kırsanız, bu şiddette ağrı hissetmez” diyerek tanımlıyor. Ağrının şiddetinden intiharı dahi düşünenler oluyor. Geçmişte bu ağrının psikolojik kökenli olduğunu düşünenlerin yanı sıra ampütasyonun yapılma noktasından kaynaklandığını düşünüp uzvu ilk kesildiği yerin daha yukarısından tekrar kesen cerrahlar bile olmuş. Fakat sonuç tahmin ettikleri gibi çıkmamış; hastalar fantom uzuv ağrısı çekmeye devam etmiş.

Fantom uzvun beyin-vücut bağlantısıyla ilgili olduğunu düşünen çok sayıda bilim insanı oldu, ama 1990’lı yıllara kadar kimse fantom uzuv sendromuna neyin, nasıl yol açtığını çözememişti. Fantom uzuv konusuna ilk açıklamayı getiren ve inanılmaz basitlikte bir yöntemle fantom ağrılarının tedavisini sağlayan Kaliforniya Üniversitesi’nden Hint asıllı bilim insanı Vilayanur Ramachandran oldu.

Ramachandran, fantom uzvun sırrını aslında yıllar önce beyin üzerinde yapılmış bilimsel çalışmaları tararken buldu. Bu çalışmaları yapanlardan biri Kanadalı cerrah Wilder Penfield’di (1891-1976). Penfield çok iyi bir araştırmacı olmasının yanında özgün fikirleri ile de tanınan bir cerrahı. Epilepsi hastalarının tedavisi için geliştirdiği cerrahi müdahale günümüzde “Montreal yöntemi” olarak bilinir. Penfield geliştirdiği bu yöntemle hastaların beyinlerindeki epilepsi nöbetlerine neden olan sinir hücrelerini bulup ameliyatla alarak tedavi ediyordu. Epilepsi hastalarının nöbetten hemen önce nöbet geçireceklerini hissettiklerini bildiği için, beyne düşük düzeyde elektrik akımı verirse hastalara aynı duyguları yaşatabileceğini ve böylece epilepsiyeye neden olan sinirlerin yerini doğrulukla belirleyebileceğini düşünmüştü. Penfield beyin ameliyatlarını lokal anestezi uygulayarak yapıyordu. Beyinde acı reseptörleri olmadığı için kafatası açık olan hastalar beyinlerine dokunulduğunda acı hissetmez. Lokal anestezi altındaki hasta uyanıktır ve bilinci yerindedir. Penfield hastaların beyinlerinin değişik kısımlarına elektrotla düşük düzeyli elektrik akımı verip onları konuşturarak, hem sorularına aldığı cevaplara hem de elektriksel uyarılar sonucu hastaların vücutlarında herhangi bir hareket olup olmadığına bakarak beyinde epilepsiyeye neden olan bölgeyi belirliyor, daha sonra da sadece o kısmı ameliyatla kesip çıkarıyordu. Bu yöntem sayesinde beynin sadece hastalıklı kısmını ameliyat etmeyi başarıyor, ameliyat sonucu ortaya çıkabilecek yan etkileri de en aza indiriyordu.



Bahri Karavaş, Iowa Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatri Bölümü, Çocuk Nörolojisi Kürsüsü öğretim üyesidir. Ayrıca aynı üniversitenin Gen Tedavi Merkezi ve Holden Kanseri Merkezi üyesidir. Nörolojik doğum kusurları üzerinde genler düzeyinde araştırmalar yürütüyor. Beş yaşın altındaki çocuklarda görülen sinir sistemi tümörü nöroblastoma ve yine sinir sistemini etkileyen Alexander hastalığına gen tedavisi geliştiriyor. Ayrıca alkolün ve LCM virüsünün fetüs beyini üzerindeki etkilerini araştırıyor.

Penfield aslında Eduard Hitzig adında Alman bir doktorun otuz yıl önce ilk defa gerçekleştirdiği deneyleri devam ettiriyordu. Hitzig askeri bir hastanede çalışıyordu ve muharebe sırasında kafatasının bir kısmını kaybetmiş, beyni açıkta çok sayıda askeri tedavi ediyordu. Hitzig bir pile bağlı kabloları beynin arka kısmına dokundurduğunda hastaların gözlerinin oynadığını gördü. Diğer hastaların beyinlerinde aynı noktaya dokunduğunda onların da gözlerinin oynadığını gördü. Bu gözlemlerinden, beynin dokunduğu bölgesinin gözlerin hareketini kontrol ettiği sonucuna vardı. 1870’lerde Gustav Fritsch adında başka bir doktor Hitzig’e katıldı. İki birlikte deneylere devam etti. Fritsch’in evinde kurdukları bir laboratuvarında Hitzig’in insanlarda yaptığını bu sefer köpekler üzerinde yaptılar. Köpeğin beyine düşük güçte elektrik akımı verdiklerinde köpeklerin vücutlarının farklı kısımlarının oynadığını, ayrıca beyindeki belli bölgelerin hep aynı hareketleri kontrol ettiğini buldular.

İngiliz araştırmacı John Hughlings Jackson, Fritsch ve Hitzig’in başlattığı denemeleri bir adım daha ileri götürdü. Epilepsi nöbetleri geçiren eşini gözlemleyen Jackson beyin kasları nasıl kontrol ettiği hakkında bir kuram ileri sürdü. Ona göre epilepsi nöbetleri beyindeki sinir hücrelerinden bazılarında meydana gelen elektrik boşalması sonucu ortaya çıkıyordu. Boşalım önce bir noktada başlıyor daha sonra vücudun diğer kısımlarına yayılıyordu. Çünkü Jackson’ın eşinin nöbetleri hep belli bir akışı takip ediyordu; titremeler önce ellerinde başlıyor sonra bileklerine oradan omuzlarına ve sonra da yüzüne ulaşıyordu. Titreme en sonunda başladığı taraftaki bacağa ulaşıyor ve orada sonlanıyordu. Jackson bu gözlemlerine dayanarak beyin bölgelere ayrıldığını ve her bir bölgenin belli bir motor fonksiyonu yani hareketi kontrol ettiği kuramını öne sürdü.

Penfield bu çalışmaları bir basamak daha ileri götürmüş ve Jackson’ın kuramının doğru olduğunu ispatlamıştı. Yaptığı çok sayıda beyin ameliyatı, beyin korteks adını verdiğimiz düzeyinde vücudun değişik kısımlarını kontrol eden bölgeler olduğunu ve o bölgelere elektrik akımı verildiğinde her defasında vücutta aynı yerin uyarıldığını gösteriyordu. Bir diğer deyişle sanki beyin yüzeyinde vücudun diğer kısımlarını kontrol eden bölgelerin bir haritası vardı. Bilim dünyasında “motor homunkulus” veya “Penfield homunkulusu” olarak bilinen bu haritadaki bölgelerin büyüklüğü, vücudun değişik kısımlarını kontrol eden sinirlerin sayısı ile orantılıdır ve bu nedenle motor homunkulus (minyatür insan) bir karikatürü andırır. Çok sayıda sinir ucunun bulunduğu vücut kısımları, örneğin dudaklar ve parmaklar büyük bir yer işgal eder, ama daha az sayıda sinirin sonlandığı bölgeler, örneğin bir bacak daha küçük yer işgal eder. Bu haritanın bir diğer ilginç yanı ise haritada el ve yüz bölgelerinin yan yana olmasıdır.



Fantom kol'un nasıl oluştuğunu açıklayan ve fantom uzuv ağrısı için ayna tedavisini geliştiren Kaliforniya Üniversitesi Beyin ve Bilinç Merkezi başkanı Vilayanur Ramachandran.

Penfield 1930'larda yaptığı bu meşhur deneylerinde, biraz da o günün teknolojik seviyesinden dolayı, kullandığı elektrotlarla bir defasında binlerce sinir hücrelerini uyarırken 1950'ler ve sonrasında geliştirilen çok küçük mikroelektrotlarla uyarı tek bir sinir hücresi düzeyine kadar indirilebildi. Mikroelektrotların özellikle hayvan deneylerinde kullanılması ile beyin haritası daha da detaylandırıldı.

Ramachandran'ın ilk hastası Tom Sorenson, geçirdiği bir trafik kazası sonucu sol kolunu dirseğinin üstünden kaybetmişti. Ramachandran Sorenson'u arayarak bir araştırma yaptıklarını, onu araştırmaya dahil etmek istediklerini söyledi. Sorenson kesilen kolunda zaman zaman kaşıntı ve şiddetli ağrı hissettiği için araştırmaya gönüllü oldu. Ramachandran Sorenson'u ilk defa Kaliforniya Üniversitesi'ndeki laboratuvarında muayene etti. Önce Sorenson'un gözlerini bir bezle bağladı. Daha sonra ucunda küçük bir pamuk parçası olan bildiğimiz kulak çubukları ile Sorenson'un vücudunun değişik noktalarına dokunmaya başladı. Sorenson'dan vücudunun neresine dokunulduğunu söylemesini istedi. Kulak çubuğu ile çenesine dokunduğunda Sorenson "çeneme dokunuyorsun" dedi. "Başka bir şey hissediyor musun?" diye sorunca, Sorenson "Aslında çok garip ama kesilen baş parmağıma, fantom baş parmağıma da dokunuyorsun" dedi. Ramachandran kulak çubuğu ile bu sefer

Sorenson'un üst dudağına dokundu. "Şimdi ne hissediyorsun?" diye sorduğunda, Sorenson "işaret parmağıma ve üst dudağıma dokunuyorsun" diye cevap verdi. Ramachandran "Emin misin?" diye sorunca, Sorenson'un cevabı "Evet" oldu. Kulak çubuğu çenesinin alt kısmına dokunduğunda, Sorenson kesilen küçük parmağına dokunulduğunu söyledi. Ramachandran Sorenson'dan aldığı cevaplara göre, Sorenson'un yüzünde fantom parmakları hissettiren yerleri bir kalemle işaretledi. Sonunda ortaya yüzün bir tarafına yayılmış bir el haritası çıkmıştı. Ramachandran Sorenson'un yüzüne bakarken, aslında aynı zamanda ampütasyondan sonra Sorensonun beyinde yeniden çizilmiş el haritasına bakıyordu.



Ramachandran kolunu kaybeden hastaların yüzlerine dokunduğunda onların yüzlerini hissetmeleri yanında kaybettikleri parmaklarını da hissettiklerini buldu.

Ramachandran "Penfield homunkulusu" haritasına baktığında Sorenson'un neden fantom kolu olduğunu, fantom kolunu neden yüzünde hissettiğini şöyle bir hipotezle açıkladı: "Hasta kolunu kaybedince, normalde elden beyin kol kontrol eden bölgesine giden sinir uyarıları bir anda durur. Beynin bu bölgesine koldan uyarı gelmeyince, bu kez o bölgenin hemen yanı başındaki, yüzü kontrol eden bölgeye gelen uyarılar, eli kontrol eden bölgeye de dağılmaya başlar. Böylece hasta kolunu hâlâ hissetmeye, ama bu defa yüzünde hissetmeye devam eder."

Ramachandran'ın bu hipotezinin doğru olabileceği hakkında ilk delil aslında yıllar önce maymunlar üzerinde yapılan çalışmalarla elde edilmişti. Alabama Üniversitesi'nden Dr. Edward Taab, Rhesus maymunlarının kol hareketini kontrol eden sinirleri keserek sonuçta ne olacağını, bu ampütasyonun maymunları nasıl etkileyeceğini öğrenmeye çalışıyordu. Taab deneylerine başladı ama hayvan hakları savunucusu grupların bu deneylerden haberdar olup protesto etmeleri sonucu deneyleri durdurmak zorunda kaldı. Uzun süren yasal işlemler nedeni ile deneylerini bir türlü tamamlayamadı. Dahası maymunlar Taab'ın laboratuvarlarından Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü'ne (NIH) nakledildi. NIH yıllar sonra artık yaşlanmış olan bu maymunları elden çıkarmaya çalışırken, orada çalışan bilim insanlarından Tim Pons yönetimden bir izin kopararak maymunlar telef edilmeden hiç olmazsa beyinlerine bakmayı başardı. Pons'un Bulguları olağanüstüydü: Maymunların beyinlerinde Taab'ın kestiği sinirler hâlâ aktifti, ama parmaklardan uyarı gelmeyince bu sinirler yüzden gelen uyarılara cevap vermeye başlamıştı. Bir diğer deyişle, bu maymunların beyinlerinde zaman içinde yapısal bir değişiklik ortaya çıkmıştı.

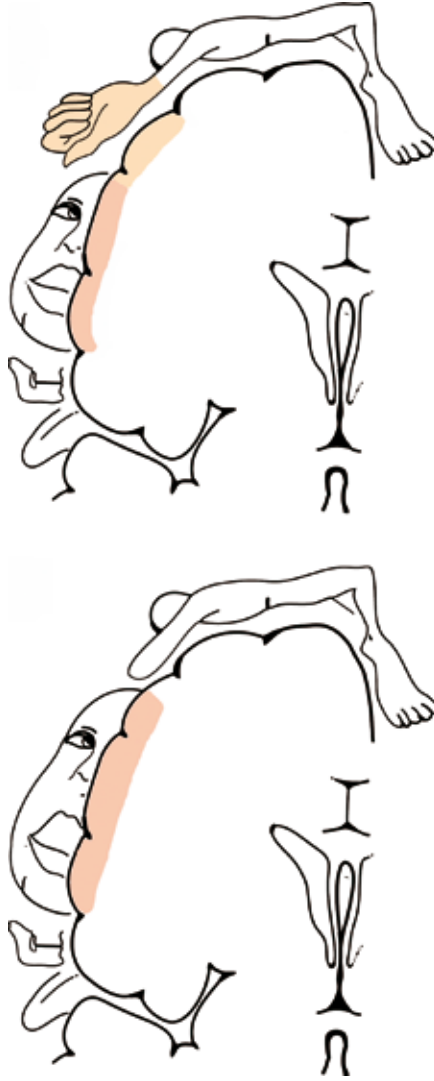
Maymunlarla yapılan başka bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar alındı. Mikroelektrotları ustalıklı kullanması ile bilinen Michael Merzenish bir deneyinde, yine maymun beyininde el haritasını çıkardıktan sonra birkaç maymunun işaret parmağını kesti. Aradan bir süre geçtikten sonra aynı maymunların beyininde el haritasını yeniden çıkardığında, işaret parmağının haritadaki yerinin kaybolduğunu ve onun yerini her iki yandaki parmakların aldığını keşfetti. Maymunların beyinlerindeki harita değişmişti, ama bu "yeniden yapılanmanın" veya "yapısal değişimin" ampütasyon geçiren insanlarda da olup olmadığı bilinmiyordu.

Ramachandran kolunu kaybetmiş insanlarda da yapısal değişim gerçekleşip gerçekleşmediğini öğrenmek için bu hastaların beyinlerini işlevsel görüntüleme tekniği ile incelemeye başladı. Ampütas-

Yona uğramış insanların beyinlerini normal insanlarınki ile karşılaştırdığında, bu hastaların beyinlerinde gerçekten bir yeniden yapılanma olduğunu ve örneğin daha önce elden gelen uyarıları algılayan bölgenin şimdi yüzden gelen uyarılara cevap verdiğini buldu. Bu hastaların beyini yeniden programlanmıştı. Eldeki sadece bir ya da iki değil beş parmak için de aynı şey geçerliydi. Yeniden programlama, yüzde bütün bir eli mükemmel olarak yansıtabilecek şekilde gerçekleşmişti. Ramachandran kolunu kaybetmiş çok sayıda hasta üzerinde çalışmalarını tekrarladığında yeniden programlamanın diğer hastalarda da gerçekleştiğini gördü. Bununla beraber bütün vakalar birbirinin tıpatıp aynı değildi. Hastalar arasında fark da vardı. Yüzlerinde ellerini hissediyorlardı, ama parmakların yüzdeki sıralanışı ve yüzde denk geldikleri noktalar açısından farklılıklar vardı.

Ramachandran fantom elin sadece "dokunma" hissi ile sınırlı kalıp kalmadığını öğrenmek için gözleri bağlı olan hastaların yüzlerine bu sefer ucu soğutulmuş metal bir kalemle dokunmaya başladı. Hastalar "Doktor, baş parmağımda soğukluk hissediyorum" cevabını verdi. Fakat sıcaklığı hissetmeleri dokunmayla ilgili olabilirdi. Ramachandran fantom elin sıcaklığı hissetmesinin "dokunma" hissinden farklı olup olmadığını anlamak için, hastanın yüzünde parmaklarını hissettiği noktalara bir mercekle odaklanmış ışık gönderdi; çocukluğumuzda pek çoğumuzun güneş ışığını bir mercekle kâğıt üzerine odaklayıp kâğıdı yakarken yaptığımız gibi. Bu deneyde yapmaya çalıştığı şey hastaların yüzlerine dokunmadan fantom elin bu sıcaklıktan etkilenip etkilenmediğini belirlemektir. Gözleri kapalı hastalar bu sefer "Doktor, başparmağımda sıcaklık hissediyorum" cevabını verdi. Dokunmanın ve sıcak ile soğuğu algılamanın beyinin farklı merkezleri tarafından kontrol edildiği göz önüne alınırsa, bu olağanüstü bir gözlemdi. Çünkü fantom elin oluşması sırasında hem beyinde birtakım yapısal değişiklikler ortaya çıkmış hem de bu yapısal değişiklikler beklenen işlevleri yerine getirmeye başlamıştı. Ramachandran

beyinde yapısal değişikliklerin gerçekleştiğini, San Diego'daki Kaliforniya Üniversitesi laboratuvarlarından birindeki birkaç milyon dolarlık magnetoensefalograf (MEG) adı verilen, beyin aktivitesi sonucu beyinin manyetik alanlarındaki değişimi kaydeden bir aletle de ispatladı. Ramachandran bazı hastalarda üç hafta gibi kısa bir sürede korteks üzerinde 2 cm'ye ulaşan değişimler gözlemledi. Bu bulgular 1994 yılında, en önemli bilim dergilerinden biri olan *Nature*'da yayımlandığında bi-



Penfield beyin yüzeyinde vücudun değişik kısımlarını kontrol eden bölgeleri belirleyerek onların haritasını çıkardı. Bilim dünyasında "motor homunkulus" veya "Penfield homunkulusu" olarak bilinen bu haritadaki bölgelerin büyüklüğü, vücudun değişik kısımlarını kontrol eden sinirlerin sayısı ile orantılıdır. Kolunu kaybeden hastada, normalde elden beyin kolu kontrol eden bölgesine (üstte) giden sinir uyarıları bir anda durur. Beynin bu bölgesine koldan uyarı gelmeyince, bu kez o bölgenin hemen yanı başındaki, yüzü kontrol eden bölgeye gelen uyarılar eli kontrol eden bölgeye de dağılmaya başlar (altta). Beyin plastisitesi beyin bu şekilde yeniden yapılanmasını sağlar.

lim dünyasında çok büyük yankı uyandırdı. Çünkü yüksek çözünürlüklü MEG taramaları, ampütayona uğrayan hastaların beyinindeki yüz ile ilgili bölgenin, el ile ilgili bölgeyi istila ettiğini çok açık bir şekilde gösteriyordu.

1990'lara kadar bilim dünyasında paylaşılan görüş beyin yaşamın başlangıcında şekillendiği ve ölünceye kadar o şekilde kaldığı, yani değişime uğramadığıydı. Bilim dünyasında "plastisite" olarak adlandırılan Ramachandran'ın bu yeni buluşu ise beyin düşünülüyor gibi statik bir yapıda olmadığını, gerektiğinde yapısal değişikliklerin gerçekleştiği esnek bir organ olduğunu gösteriyordu. Yani beyin değişebiliyordu. Dahası bu değişim oldukça kısa bir sürede gerçekleşiyordu.

Hastalardan bazıları ise fantom uzuvlarının donup kaldığını, ne yaparlarsa yaparsınlar onu bir türlü normal konumuna getiremediklerini, bu nedenle ağrı çektiklerini söylüyordu. Ramachandran kayıtlara baktığında bu hastaların amputasyondan önce kol veya bacaklarını kontrol eden periferik sinirlerinde bir nedenle zedelenme olduğunu, uzuvlarının bazen fiziksel olarak mümkün olmayan pozisyonlarda (örneğin elin dış yüzünün geri dönerek bileğe yapışması gibi) kaldığını, hasta bu durumda iken amputasyon gerçekleşince fantom kolun da aynı şekilde kaldığını öğrendi. Ramachandran bu durumu şöyle açıkladı: "Uzuvlarımızı oynatmak üzere olduğumuzda aslında önce beynimizde yapacağımız hareketi düşünür ve programlarız. Örneğin elimizi sallayacağımızı düşünürüz, elin sallanması emri beyinden ele ulaşır ve el sallanmaya başlar. Beyinden ele 'salla' komutu geldiği halde eğer felç nedeniyle el oynamıyorsa, beyin ile el arasında bir iletişim problemi doğmuş demektir. Zaman içerisinde, beyin ve el arasındaki bu kopukluk beyin tarafından 'el verilen komuta cevap vermiyor' şeklinde öğrenilecektir. Bu nedenle bu durumu öğrenilmiş felç diye adlandırıyorum. Kol örneğin bir kaza sonucu aldığı pozisyondayken kesildiğinde fantom uzuv da felç olmuş olarak kalacaktır." Ramachandran bu gözlemlerden sonra kendine şu soruyu sordu: Beyin uz-

vun felç olduğunu ona gönderdiği sinyallere karşılık bulamayarak öğreniyorsa, bu durumu tersine çevirmek yani öğrenileni silmek mümkün olamaz mı? Felç olan kolun beyinden gelen komutu yerine getiriyormuş gibi hareket ettiğini hile ile dahi olsa beyne gösterebilirsek, fantom koldaki felç tedavi edilebilir mi? Bir diğer deyişle görsel aldatmaca ile beyne kolun istenileni yaptığı izlenimi verilirse beyin öğrendiği silinebilir mi? Bunu yapmanın bir yolu sanal gerçeklikti. Ramachandran bilgisayar programcısı arkadaşlarına böyle bir şeyin ne kadara mal olacağını sorup da iki milyon dolar cevabını alınca bu fikrinden vazgeçti. Olağanüstü karmaşık sorulara çok basit yöntemlerle cevap bulması ile takdir kazanmış olan Ramachandran, bu soruna da çok ucuz bir çözüm buldu: 10 dolarlık bir ayna!

Ramachandran bu fikrini ilk defa bir motosiklet kazası sonucu sol kolu felç olan bir hasta üzerinde denedi. Sol koluna giden sinirler zedelendiği için hastanın kolu bir yıl kadar alçıda tutulmuş ama iyileşmemişti. Felçli kolun verdiği ağrılar dayanılmaz olunca hastanın kolu dirseğinin üstünden kesilmişti. Fakat kolun kesilmesi de ağrılara çare olmamıştı. Ramachandran hastadan ampüte olmuş sol kolunu aynanın arkasına ve normal olan sağ kolunu da aynanın önüne koymasını ve fantom kolu ile sağlam kolunu birlikte indirip kaldırmasını istedi. Hasta kollarını kaldırıp indirirken aynaya baktığı için, aynanın akрасında kalan kesik sol kolu yerine sağ kolunun aynadaki yansımısını görüyordu. Aynada cisimlerin simetriğini gördüğümüz için hastanın sağlam kolunun aynadaki görüntüsü ona sol kolu olarak görünüyordu. Böyle olunca da beyne sanki sol kolu kesik değilmiş ve istediğini yapıyormuş mesajı gidiyordu. Hasta ellerini oynatmaya başladı. Sevincinden bir çocuk gibi haykırarak “Aman tanrım, doktor, fantom kolum oynuyor” dedi ve ekledi “On yıldır ilk defa fantom kolumu oynatabiliyorum, ağrım da azaldı”. Ramachandran hastanın günde bir saat ayna tedavisine devam etmesini önerdi. Daha ilk haftanın sonunda hastanın fantom kol ağrısı önemli oranda azalmıştı ve fantom ko-

lunu oynatabiliyordu. Hasta üç hafta sonra Ramachandran’ı arayarak artık fantom kolunu hissetmediğini haber verdi.

2006 yılının temmuz ayının ikinci günü, Amerikan ordusunun 32 yaşındaki topçu çavuşu Nicholas Paupore zırhlı cipiyle Kerkük caddelerinde asayiş kontrolü yaparken yol kenarına yerleştirilmiş altı bombanın peş peşe patlamasıyla ağır yaralandı ve uçakla acilen Almanya’daki Landstuhl Bölgesel Tıp Merkezi’ne götürüldü. Şarapnel bacağına isabet etmiş, bacağının büyük bölümü parçalanmış-

**Fantom uzvun
beyin-vücut bağlantısıyla
ilgili olduğunu düşünen
çok sayıda bilim insanı oldu,
ama 1990’lı yıllara kadar kimse
fantom uzuv sendromuna
neyin, nasıl yol açtığını
çözememişti. Fantom uzuv
konusuna ilk açıklamayı getiren
ve inanılmaz basitlikte
bir yöntemle fantom ağrıların
tedavisini sağlayan
Kaliforniya Üniversitesi’nden
Hint asıllı bilim insanı
Vilayanur Ramachandran oldu.**

tu. Doktorlar Paupore’un sağ bacağına dizinin altından kesmek zorunda kaldı. Paupore ilk fantom ağrısını bacağının kesilmesinden kısa bir süre sonra hissetmeye başladı. Ayağını elektrik prizine sokmuş da elektrik akımına çarpmış gibi hissettiğini ve dayanılmaz bir ağrı yaşadığını söyledi. En güçlü ağrı kesiciler dahi ağrısını kesmeye yetmedi. Almanya’daki hastaneden Amerikadaki Walter Reed Askeri Hastanesi’ne aktarıldığında ona Jack Tsao adında bir doktor bakmaya başladı.

Tsao Oxford Üniversitesi’nde yüksek lisans eğitimi gördüğü yıllarda Ramachandran’ın çalışmalarını okumuş ve ayna tedavisinin nasıl işe yaradığını merak etmişti. Yıllar sonra Walter Reed Askeri Hastanesi’nde çalışmaya başlayınca Afganistan’daki ve Irak’taki savaşlardan dönen, kolu veya bacağı kesilmiş çok sayıda askeri tedavi etmeye başlamıştı. Tsao, Ramachandran’ın ayna tedavisini bu askerler üzerinde denemeye karar vermişti. Paupore’dan da bu çalışmaya katılmasını istedi. Başlangıçta ayna fikrini komik bulan Paupore başka çaresi kalmadığı için bu klinik çalışmaya gönüllü olarak katıldı. Jack Tsao, savaşta bacaklarını kaybetmiş 22 askeri üç gruba ayırdı. İlk grupta askerlerin bacaklarının arasına, tam ortaya büyük bir ayna koydu. Onlardan aynada sağlıklı bacaklarının yansımalarına bakmalarını ve her iki bacaklarını birlikte hareket ettirmelerini istedi (ampütasyona uğrayan bacağı hareket ettiremezlerdi, ama fantom bacaklarını hareket ettirmeleri istendi). Bacaklarını hareket ettiren sağlıklı bacaklarının aynadaki görüntüsüne bakmaları askerlere sanki iki bacakları da sağlıklıymış izlenimi verdi. Tsao ikinci gruptaki askerlere de aynı şeyi yaptırdı ama bu sefer aynanın üzerini kapattı. Bu gruptaki askerler aynada hiçbir şey görmediler ve böylece deneyin kontrol grubunu oluşturmuş oldular. Üçüncü gruptaki askerlerden ise gözlerini kapatmaları ve zihinlerinde fantom bacaklarını oynattıklarını hayal etmeleri istendi. Bütün hastalar kendilerine uygulanan bu tedaviyi dört hafta boyunca her gün, 15 dakika süreyle tekrarladı. Deneme süresince kaç defa ağrı hissettiklerini ve ağrının şiddetini de kaydettiler. Dört hafta sonunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, ayna tedavisi gören hastaların ağrılarında olağanüstü düzeyde azalma olduğu, diğer iki gruptaki hastaların ise ağrıların azalmadığı, aksine bazılarının ağrıların arttığı ortaya çıktı. Tsao bulgularını 2007 yılında *New England Journal of Medicine* dergisinde yayımladı. Araştırma ilk yapıldığında fantom ağrısından kurtulmuş olan hastalar, aradan iki yıl geçmiş olmasına rağmen bir daha fantom ağrısı çekmemiş-



Defense Department photo/Donna Miles

ti. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar sayesinde, amputasyona uğrayan ve fantom uzuv ağrısı çeken her hastaya ayna tedavisi uygulanmaya başlandı.

İzmit depreminden sağ kurtulan Asime Genç'e ayna tedavisinin uygulanıp uygulanmadığını bilmiyoruz, ama Ramachandran'ın bulgularının Genç'e ve onun gibi deprem, trafik kazası, mayın kazası veya terör eylemleri sonucu uzuvlarını kaybetmiş onlarca hastaya fantom ağrısız günler vaat ettiği bir gerçek. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Serap Sütbeyaz, Güneş Yavuzer ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışma, normalde uygulanan programa ek olarak felçli hastalara ayna tedavisi uygulanmasının felçli uzuvların iyileşmesini artırdığını gösterdi. Bu ve benzeri çalışmalar Ramachandran'ın çalışmalarının ve ayna tedavisinin fantom uzuv dışındaki bazı hastalıkların tedavisinde de etkili olacağını gösteriyor.

Ramachandran'ın çalışmalarında görüldüğü gibi beynin gizemlerini öğrendikçe hem beynin nasıl çalıştığını anlıyor hem de pek çok hastalığa tedavi yolu buluyoruz. Beyin konusundaki sayıları her geçen gün artan bu tür bilimsel çalışmalar, artık beyin çağını yaşıyor olduğumuzu gösteriyor.

Dr. Tsao ve ayna tedavisi uyguladığı hastası Nicholas Paupore.

Kaynaklar

Ramachandran, V.S., Rogers-Ramachandran, D. ve Cobb, "Touching the Phantom Limb", *Nature*, Sayı 377, s. 489-490, 2002.
 Yang, T. T., Gallen, C., Schwartz, B., Bloom, F. E., Ramachandran, V. S., ve Cobb, "Sensory Maps in the Human Brain", *Nature*, Sayı 368, s. 592-593, 1994.
 Chan, B. L., Witt, R., Charrow, A. P., Magee, A., Howard, R., Pasquina, P. F., Heilman, K. M., Tsao, J.

W., (2007) "Mirror Therapy for Phantom Limb Pain", *The New England Journal of Medicine*, Sayı 357, s. 2206-2207, 2007.
<http://royalsociety.org/event.asp?id=7086#>
<http://www.af.mil/news/story.asp?id=123082546>
<http://www.pbs.org/wgbh/nova/mind/notebook.html>