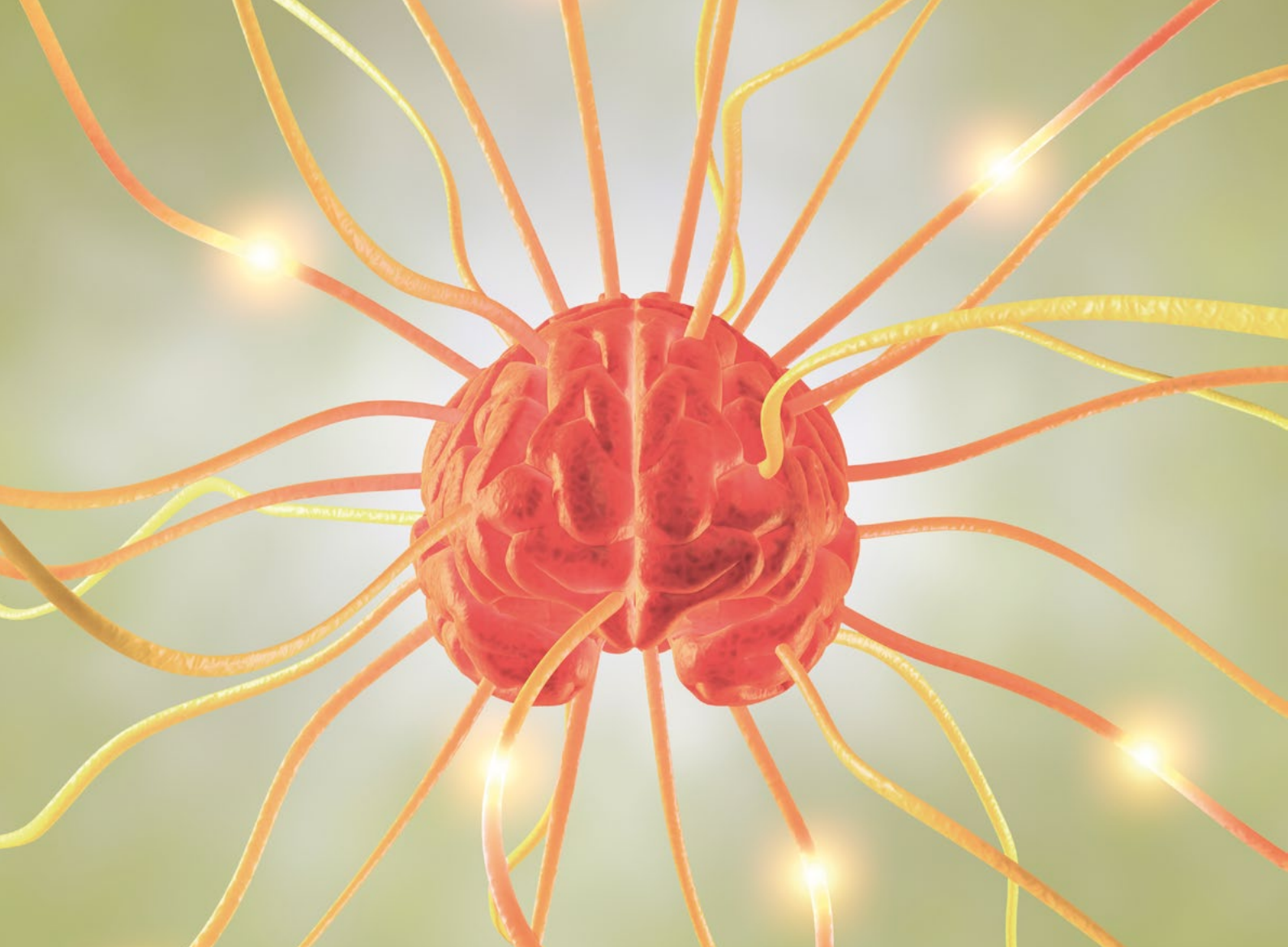


Beynin Şekillendirilebilirliği

Yeni Duyuların Temeli mi Olacak?





Beynin şekillendirilebilirliği ve uyum sağlama yeteneği, yeni bilimsel çalışmaların şaşırtıcı sonuçlarıyla her geçen gün daha dikkat çekici hale geliyor. Çoğumuz beyni belirli bölgelerin belirli işlevler için ayrıldığı daha statik bir organmış gibi hayal etme eğilimindeyken araştırmalar hiç de öyle olmadığına, beynin yetişkinlerde bile muazzam bir şekillendirilebilme kapasitesine sahip olduğuna işaret ediyor.

Buna ilişkin çarpıcı sonuçların elde edildiği yeni bir araştırmada bilim insanları kör sıçanların beynine yerleştirilen pusula işlevli bir mikroçipin sıçanların yön bulmasını sağlayabildiğini gösterdi.

Yön bulma yetimizin en önemli unsurlarından biri görme duyumuz. Etrafımızda gördüğümüz şeyleri referans olarak yönümüzü bulabilir ve bulunduğumuz ortamlarda konumumuzu algılayabiliriz. Görme duyusu olmayan ya da görme kaybına uğrayan kişiler bu önemli veri kaynağından mahrum olduğu için yer ve yön bulma konusunda büyük zorluk yaşarlar. Diğer memelilerde de benzer bir durum söz konusu. Tokyo Üniversitesi'nden Hiro-

aki Norimoto ve Yuji Ikegaya yaptıkları yeni bir çalışmada kör sıçanların, beyinlerine bağlanan bir protez yardımıyla karmaşık labirentlerde yön bulabildiğini gösterdi. Protez dijital bir pusuladan, bir mikroçipten ve minik elektrotlardan oluşuyor. Araştırmacılar önce elektrotları beynin görmeden sorumlu bölgesine yerleştirdi. Dijital pusuladan gelen veriler beyne bu elektrotlar yoluyla iletildi. Protez nöronlara doğrudan veri iletildiği için bir nöro-protez olarak da tabir ediliyor.



Yuji Ikegaya



Hiroaki Norimoto

Çıkış Noktası Beynin Şekillendirilebilirliği

Norimoto ve Ikegaya araştırmaya başlarken beynin şekillendirilebilirliğine ve uyum sağlama kapasitesine ilişkin bilinenlerden yola çıkmış. Beynin duyarların algılanmasından sorumlu bölgesi olan neokorteks işlevsel alt birimlere ayrılabilir bile anatomik yapısının büyük ölçüde homojen olduğunu gösteren çalışmalar olduğunu biliyorlarmış. Ayrıca daha önce gelincikler üzerinde yapılmış bir araştırmada, neokorteksin işitmeden sorumlu böl-

gesi olan işitsel korteksin görsel uyarılara yanıt verebildiği gösterilmiş. Norimoto ve Ikegaya da bunlara dayanarak neokorteksin işlevsel bölümlendirilmesinin tam olarak genetik temelli olmadığı, duyuşal girdilerin çeşidine göre değişebilir olduğu sonucuna varmış. Ayrıca yine yakın zamanda yapılmış bir çalışmada sıçanların kızılötesi bir algılayıcıya sahip bir nöro-protez yardımıyla normalde görülemeyen kızılötesi ışığı algılayabildiği, dolayısıyla nö-

ro-protezlerin hayvanların doğal duyu organlarının algılama sınırlarını (bu durumda görünür ışığın dalga boyuna ilişkin sınırı) genişletebildiği gösterilmiş. Norimoto ve Ikegaya da neokorteks için dışarıdan tamamen yeni bir duyu sağlandığında hayvanlar bu veriyi anlamlandırıp uygulamaya dönük olarak kullanabilir mi diye merak etmiş. Bunu anlayabilmek için de sıçanların beynine kafalarını doğrulttukları yöne göre sinyal veren nöro-protezi tasarlamışlar.

Nöro-protezdaki elektrotlar, sıçan başını tam kuzey yönüne ya da kuzey yönünden en fazla 20 derecelik bir sapmayla kuzeye yakın biçimde doğrulttuğunda beynin sağ tarafındaki görme merkezine, güneye ya da aynı şekilde güneye yakın biçimde doğrulttuğundaysa beynin sol tarafındaki görme merkezine elektrik sinyalleri gönderiyor.

Araştırmacılar bu protezin sıçanların yön bulmasına yardımcı olup olmadığını anlamak için labirent deneyleri yaptılar. Bu deneylerde gözleri gören normal sıçanların, göz kapakları dikilerek kör hale getirilen sıçanların ve bu kör sıçanlardan protez takılmış olanların labirentin belirli bir noktasına bırakılan yiyeceğe ulaşma biçimlerini incelediler. Hayvanların koku duyularını kullanarak yol bulmasını engellemek için labirentlerin tüm duvarlarına yiyeceğin kokusunu spreyle püskürttüler.

Daha sonra araştırmacılar T biçimindeki bir labirentte sıçanları günde 20 kez denemeye tabi tuttu. Gözleri gören normal fareler yiyeceğin nerede olduğunu ve ona nasıl ulaşacaklarını bir hafta içinde öğrendi. Göz kapakları dikilerek kör hale getirilen sıçanlar bir ilerleme sağlayamadı.

Ancak protez takılmış kör sıçanlar normal sıçanlarinkine yakın bir başarı elde etti.

“Belki de beyninizi henüz tam olarak kullanmıyorsunuz. Bu kısıtlılık yeterince çaba harcamanızdan değil vücudunuzun yetersiz duyu organlarından kaynaklanıyor. Duyusal olarak algılabilecek dünyanın tamamı şu anda deneyimlemekte olduğunuzdan çok daha ‘renkli’ olmalı” diyor Ikegaya.

Sıçanlar T biçimindeki labirentin uzun koluna, yiyecek ise iki kısa koldan güneye bakana bırakıldı. Dolayısıyla labirentin konumuna göre sıçanların bazen sola bazen de sağa dönmesi gerekiyordu. Gözleri gören sıçanlar labirentin bulunduğu odada gördükleri işaretleri referans alarak yiyeceğin bulunduğu yerin ne tarafta olduğunu anlayabiliyordu. Başlangıçta denemelerin ancak %50’sinde doğru seçimi yaptılar, yani aslında yiyeceği şans eseri buldular. 5-7 gün sonraysa denemelerin

%70-80’inde başarılı oldular. Protezsiz kör sıçanlar %50 başarı oranının üzerine hiç çıkamadı. Buna karşılık protez takılı biyonomik sıçanlar yollarını bulmakta neredeyse normal sıçanlar kadar başarılı oldu. Dördüncü gün %82 olan doğru tercih oranları dokuzuncu günde %90’a yaklaştı.

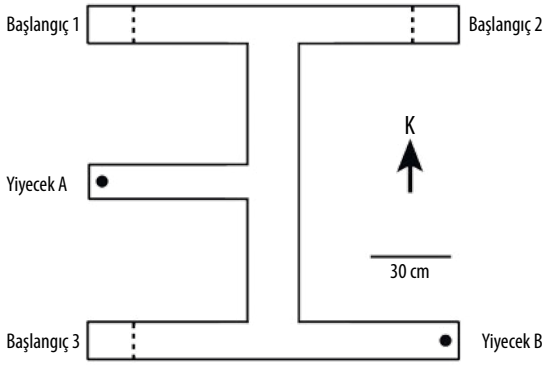
Araştırmacılar beş kollu daha karmaşık bir labirent kullandıklarında da benzer sonuçlar elde etti. Üstelik araştırmacılar protezi kapalı konuma getirdiğinde bile biyonomik sıçanlar yollarını bulmayı başardı. Bu da sıçanların protezden gelen verilerle labirentin zihinsel bir haritasını oluşturduğunu düşündürdü.

Araştırmacılar protezin ürettiği elektrik sinyallerini sıçanların beyninin dokunma duyusundan sorumlu merkezine yönlendirdikleri deneyler de yaptılar ve benzer sonuçlar elde ettiler. Bu da görsel olmayan duyuların bile yer-yön bulmak amacıyla farklı biçimde değerlendirilebileceğini düşündürdü.

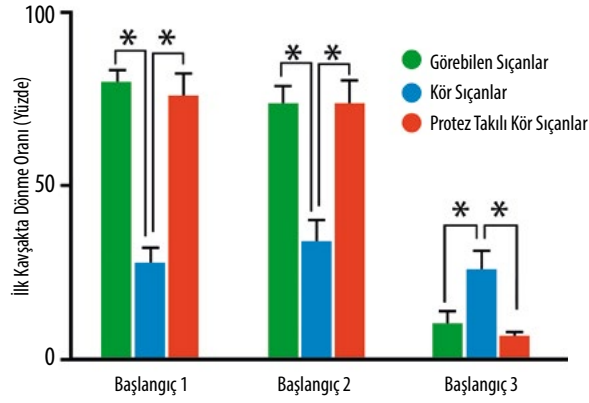
Ikegaya’ya göre bu biyonomik sıçanlar yön kavramını biz insanlarla aynı şekilde anlamıyor olabilir, ama yine de bu sonuçlar hayvanların doğuştan gelmeyen bir duyuyu kullanarak içsel bir harita oluşturabildiğini düşündürüyor.



LABİRENT



SONUÇLAR



Labirentlerin birinde (solda), sıçanlar üç farklı başlangıç konumuna bırakıldı, yemi bulmak için 90 saniyeleri vardı. Sağdaki veriler kör farelerin (mavi) her üç başlangıç noktasına bırakıldığında yaklaşık aynı sayıda dönüş yaptığını gösteriyor. Bu, yiyecek bulmak için her seferinde aynı stratejiyi kullandıklarını düşündürüyor. Normal fareler ile protez takılı kör farelerse 1 ve 2 numaralı başlangıç noktalarına bırakıldıklarında daha fazla dönüş yaptı. Bu da protezlerin kör farelere normal farelerinkine benzer biçimde mekânsal bir yön bulma yeteneği kazandırdığını düşündürüyor.

Kaynak:
H. Norimoto ve Y. Ikegaya/Current Biology, 2015



Nöro-Protezlerle Yeni Duyular mı Kazanacağız?

Ikegaya araştırmanın sonuçlarının kısa vadede görme engellilerin yürürken kullanabileceği özel bastonlar geliştirilmesi için kullanılabileceğini düşünüyor. Örneğin Ikegaya'nın çok basit ama aynı zamanda çok faydalı bulduğu bir fikre göre pusulalar bastonlarla bütünleştirilebilir ve engelli kişi bastonun tepesindeki bir düğmeye bastığında baston titreşimler yoluyla kuzeyi işaret edebilir.

Ikegaya nöro-protez yaklaşımının aynı zamanda insanlara "süper duyular" kazandırmak için de kullanılabileceği görüşünde. Örneğin morötesi ışığı algılamının cilt kanserinin azaltılmasında fayda sağlayabileceğini, hatta ultrasonik dalgaları ve radyo dalgalarını algılamının insanlar arası iletişimin geleceğini şekillendirebileceğini düşünüyor.

Başka pek çok araştırmacı da duyuların genişletilmesi ve çeşitlendirilmesinin kullanışlı olabileceği görüşünde. Kuzey Carolina Durham'daki Duke Üniversitesi'nden Miguel Nicolelis, bu yaklaşımla insanın duyuusal yeteneklerinin geliştirilmesinin kuramsal olarak mümkün olduğunu, ancak insanlarda yapılacak bir çalışmanın meşru hale gelebilmesi için hayvanlar üzerinde daha pek çok çalışma yapılması gerektiğini düşünüyor. Nicolelis iki yıl önce sıçanların bir nöro-protez yardımıyla normalde görülemeyen kızılötesi ışığı algılayabildiğini gösterdiği ve Norimoto ve Ikegaya'nın da makalelerinde gönderme yaptığı bir araştırma yapmıştı.

Yine İngiltere'deki Warwick Üniversitesi'nden biyomedikal mühendisi Christopher James, felçli insanların beyinlerine yerleştirilen bilgisayar ara yüzleri sayesinde iletişim kurması ya da uzuvlarını hareket ettirmesi örneğini vererek biyonyik sıçanlarda gerçekleşenin de aynı şey olabileceğini belirtiyor.

Almanya'daki Osnabürg Üniversitesi'nden Peter König'se, Norimoto ve Ikegaya'nın deneylerindeki sıçanların gerçekten çok ama çok çabuk öğrendiğini düşünüyor ve hayvanların jeo-manyetik bir cihazdan, yani bir pusuladan gelen sinyalleri anlamlı bir şekilde kullanabilmesini olağanüstü buluyor. Sonuçların, duyuların doğuştan gelmediği düşüncesini güçlendirdiği görüşünde. König'e göre beyin duyuları nasıl ele alacağını öğreniyor ve bunu görme, işitme, tat alma, dokunma ve koklama duyularıyla kısıtlı olmayan bilgilerle yapabiliyor, bu da duyuları geliştirme ve hayvanlara yeni duyular kazandırma fikrinin başlangıç noktası. Yeni protez sıçanların duyularını doğrudan değiştiriyor, bu da yeni duyuusal bilgiler verildiğinde beyinde hücresel düzeyde neler olduğunun daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabilecek bir gelişme.

Beynin Şekillendirilebilirliği Çığır Açabilir

Görünüşe göre beyin muazzam bir şekillendirilebilme ve uyum sağlama kapasitesine sahip. Buna ilişkin bilgiler çeşitli biyomedikal uygulamaların önünü açabileceği gibi öğrenme, eğitim, rehabilitasyon ve yaşlanma gibi pek çok araştırma alanında da farklı yaklaşımlar geliştirilmesini sağlayabilir. Öte yandan biyonyik teknolojinin bir ayağını oluşturan nöro-protezler geleceğin "cyborg"larının da önemli bileşenlerinden biri olacağı benziyor.

Çizimler: Ersan Yağız

Kaynaklar

- Norimoto, H., Ikegaya, Y., "Visual Cortical Prosthesis with a Geomagnetic Compass Restores Spatial Navigation in Blind Rats", *Current Biology*, Cilt 25, Sayı 8, s. 1-5, 2015.
- <http://www.newscientist.com/article/dn27293-brain-compass-implant-gives-blind-rats-psycho-gps.html>
- <https://www.sciencenews.org/article/rats-can-navigate-mazes-even-when-blind>
- <http://www.popsoci.com/brain-implanted-compasses-help-blind-rats-navigate-maze>