

Bakterileri Terbiye Etmek

Pavlov'un köpeğinin zil sesi duyduğunda salya akıtmasının üzerinden bir yüzyıl geçmişken araştırmacılar bir hücreli canlıların da örneğin bakterilerin de benzer şekilde tepki vermek üzere "eğitilebileceğini" söylüyor. Bir araştırmaya göre bakteriler, karmaşık sinir hücreleri yani nöron ağları kullanarak değil ama moleküler devreleri kullanarak bir uyarıyı diğeriyle ilişkilendirmeyi öğrenebilirler. Bu araştırmayı yapan ekip, Journal of the Royal Society Interface'in Ekim sayısında bunun biyomühendislerin eski bakterilere insan bedeninin muhafızlığını yapmasını yani tehlike sinyallerini görmeye ve bunlara tepki vermeye hazır olmalarını sağlayacak yeni numaralar öğretme olasılığını ortaya çıkardığını söylüyor. Bu sav, Londra'daki İngiltere Ulusal Sağlık Araştırma Enstitüsü'nden Chrisantha Fernando ve ekibinin oluşturduğu kuramsal modele göre bir hücreli canlıların aynı anda uygulanan uyarıları ilişkilendirebilme yeteneğine dayanıyor.

Pavlov'un köpeğinde ve koşullu öğrenmenin öteki bütün örneklerinde olduğu gibi, bu modelde de bakteri, iki uyarı arasında (bu uyarılar aynı anda geldiği ölçüde) daha güçlü bağlantılar kurmayı öğrenir. Kanadalı nöropsikolog Donald Hebb daha 1945'te, buna temel oluşturan bir açıklama getirmişti. Günümüzde Hebb tarzı öğrenme yöntemi olarak anılan bu durum genellikle "birlikte uyarılan sinirler birbirine bağlanır" şeklinde anlatılır. Aç köpek deneyinde, yiyecek kokusunun uyardığı sinir hücreleri, aynı anda zil sesiyle uyarılan sinir hücreleriyle fiziksel bağlantı kurar. Hebb'in kuramına göre iki uyarı aynı anda ne kadar sık uygulanırsa, aralarındaki bağlantı yani "sinaptik ağırlık" da o kadar büyük olur.

Doğal olarak bakterilerin sinapsları ya da sinir hücreleri yoktur. Yine de bir hücreli canlıların öğrenebildiğine ilişkin göstergeler var. 1970li yıllarda

Todd Hennessey, bir hücreli bir göl canlısı olan paramesyumun laboratuvarında koşullandırılabilirdiğini ileri sürdü. Bu canlılara elektrik akımı verdi ve bu işlemi titreşimli bir ses sinyaliyle ilişkilendirdi. Onun savına göre eş zamanlı verilen titreşimli ses sinyali ve elektrik akımının ardından, paramesyum titreşimli ses sinyalini yayan aygıttan daha önce hiç yapmadığı şekilde hızla uzaklaşmış.

Fernando'nun ekibi bakterilerin nasıl eğitilebileceği konusunda bir model öneriyor. Dijital bir elektrik devresi gibi birbirini açma ve kapama işlevi gören proteinleri (transkripsiyon faktörleri) üreten birçok genden ve bunların promotörlerinden oluşan hücresel bir devre tasarlanmış. Araştırmacıların kuramsal devresi, üç kurgusal genden oluşuyor. Bu genlerden ikisi A ve B, üçüncü gen



olan C'yi açmak yani etkinleştirmek üzere başka transkripsiyon faktörleri olan iA ve iB ile tepkimeye giren pA ve pB proteinlerini üretiyor.

"pA ve pB gen ürünleri, hücre içinde uzun süre kalacak ve böylece bir kez üretildikten sonra uzun süreli bir bellek gibi işlev görecekler. Bunların konsantrasyonları, Pavlov'un köpeği modelindeki sinaptik ağırlıklara karşılık geliyor. iA ve iB (kokunun ve zilin analogları) etkilerini ancak bu moleküllerle birlikte gösterebilir. Araştırmacıların iA ve iB'yi eşleştirmesiyle, bakteriler daha önce yalnızca iA'ya tepki verirken iB'ye de tepki verebilir duruma geliyor. Bu da bakterinin iB'ye yanıt vermek üzere "eğitildiği" anlamına gelir." diyor Fernando.

Tel Aviv Üniversitesi'nden kuramsal biyolog Eva Jablonka da bu konuda aynı görüşte: "Bu, kavramsal olarak biraz zor" diyor ve ekliyor

"Ama öğrenmenin tanımına bakarsanız -olan bir şey üzerinizde bir çeşit fiziksel bir iz bırakır ve bu, gelecekteki tepki verme eşliğinizi değiştirir- burada olan tam da bu." Jablonka ayrıca "Bence bu makale gerçekten iyi ve potansiyel olarak da çok yararlı. Koşullu öğrenmeyi de kanıtladığımı düşünüyorum." diyor.

Söz konusu model, böylesi bir kimyasal-genetik devrenin oluşturulabileceği ve bir bakteriye, örneğin E. coli'ye yerleştirilebileceği varsayımına dayanıyor. Jablonka konuyla ilgili olarak şunları söylüyor: "Bu bana kuramsal düzeyde olabilir görünüyor ve önerilen vektörlerin oluşturulmasıyla ilgili çok büyük bir engel göremiyorum."

Fernando, bakterilerde yapılan değişikliklerin E. coli bakterisininin 30 dakikalık yaşamı boyunca rahatlıkla kalıcı olabileceğini öngörüyor. Bu da oluşan değişikliklerin yani "öğrenmenin" kalıtım yoluyla aktarılabilir olması demek. Konu eğitilmiş bakterilerin tıbbi uygulamaları olduğunda, bu özellikle önemli bir nokta. "Ne de olsa hastalıklar 30 dakikadan uzun sürüyor, verilen ilaç dozları da bedende 30 dakikadan uzun kalıyor" diyor Jablonka.

Asıl numara, bakterileri bedendeki tehlikeli durumlarla ilişkili kimyasal süreçleri tanıyacak şekilde eğitmek. Bu, bir ilaca ya da tümör hücrelerinin varlığına karşı verilen ters ya da tehlikeli bir tepki olabilir. Bu da sistemdeki bir ilacın belli dokularda etkinleştirilmesi gerektiğini gösteriyor.

Genetik mühendisliği yoluyla uzaktan kumandayla ilaç salgılamak üzere üretilen bakteri araştırmaları zaten çoktandır sürüyor. Örneğin 2005'te Ulusal Sağlık Enstitüleri'nden bir ekip, bedende doğal olarak bulunan bakterilere, genetik mühendisliği yoluyla HIV'e karşı antiviral ilaç salgılamalarını sağlayacak şekilde müdahale edilmesini önerdi. Böylesi bakterilerin bu işi daha etkin biçimde yapabilmek üzere eğitilmelerinin gerçekleşmesi, alana yepyeni bir boyut getirebilir.

Çeviri: İlay Çelik