

Sivrisinekler Isıracağı İnsanı Nasıl Seç(m)iyor?

Hayriye Yetiş [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



1 902 yılındaki Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'nün sahibi, dişi Anofel cinsi sivrisineklerin insanlara sıtma hastalığını bulaştırdığını keşfederek bu hastalıkla mücadelenin temellerini atan Tıp Doktoru Ronald Ross olmuştu. Bu keşif sayesinde sivrisineklerin insanlar için oluşturduğu tehdidin ısırıklarının neden olduğu kaşıntı, alerji, ağrı gibi rahatsızlıklardan çok daha büyük olduğu fark edildi. Günümüzde ise farklı sivrisinek türleri sıtmanın yanı sıra sarı humma, dang humması, zika virüsü enfeksiyonu gibi küresel tehdit oluşturabilecek birçok hastalığa sebep olabiliyor.

Yaklaşık 3.500 çeşit sivrisinekten sadece bir kısmı insanları ısırır. Bu sivrisinek türlerinden sadece dişi olanları, yumurtalarını geliştirmek için protein kaynağı olarak kana ihtiyaç duyar. Erkek sivrisinekler ise yalnızca meyve ve bitki nektarlarıyla beslenir. Peki nasıl oluyor da sivrisinekler bazı insanları daha fazla ısırırken bazılarını hiç ısırıyor?

Sivrisineklerin neden bazılarımızı ısırıp daha çok tercih ettiği vücut sıcaklığımızdan tenimizin kokusuna ve yaydığımız karbondioksit miktarına kadar birçok değişkenle bağlantılı. Yirminci yüzyılın ortalarından günümüze kadar yapılan sistematik çalışmalar, sivrisineklerin insanları ısırırken yaptığı tercihlerde koku algısının önemli rolü olduğunu gösteriyor.

Öncelikle sivrisineklerin koku alma duyusunun nasıl çalıştığına kısa bir göz atalım.

Sivrisinekler Nasıl Koku Alır?

Sivrisinekler koku moleküllerini koku alma organlarında bulunan nöronlarının üzerindeki reseptörler aracılığı ile algılar. Yetişkin sivrisineklerin baş bölümünde bulunan antenler, bu antenlerin yanında bulunan ve “maksiller palp” olarak adlandırılan kısa uzantılar ve yine baş bölümünde bulunan hortuma benzer uzantılar sivri sineklerdeki koku organlarıdır. Bu yapılarda çok sayıda koku reseptörü bulunur. Koku reseptörleri tarafından uyarılan nöronlardan gelen sinyaller, sivrisineklerin beynindeki “glomerulus” adı verilen yapılar tarafından algılanır. Koku molekülleri, glomerulus yapılarının aktifleşmesini sağlar. Nöronların ilettiği sinyaller beyinde işlenerek, sivrisineklerin hedeflerinin yerini tespit etmelerini sağlar.

Hangi Kokuları Tercih Ederler?

Birçok hayvan türünde her bir koku nöronu, yalnızca bir tür koku reseptörü üretir. Ancak geçtiğimiz yıllarda özellikle insanları ısırarak sarı humma sivrisinekleri (*Aedes aegypti*) üzerinde yapılan bir çalışma, bu sivrisinek türünde bir koku nöronunun sadece tek bir tür reseptör yerine birden fazla tür reseptör üretebileceğini ortaya çıkardı.

Massachusetts'teki Boston Üniversitesinden Meg Younger ve meslektaşları, dişi sarı humma sivrisineklerinin antenlerinde bulunan koku nöronlarındaki insan kokusu algılamaktan sorumlu reseptörleri, CRISPR gen düzenleme yöntemi ile etkisiz hâle getirdi. Sivrisinekler insan kokusuna maruz bırakıldığında karşılaştıkları sonuç ise hayli şaşırtıcıydı. Sivrisineklerin beyin aktivitelerini ölçen araştırmacılar, sivrisineklerin insan kokusunu algılamaya devam ettiklerini fark etti. Bu sonuçlar, tek bir nöronun birden fazla tür reseptöre sahip olabileceğini ve *glomerulus* yapılarının koku alma bilgisini birden fazla reseptör türünden alabileceğini gösteriyor. Araştırmacılar bu durumu, sarı humma sivrisineklerinin “yedek” bir koku alma sistemine sahip olması şeklinde değerlendiriyor.

İnsan cildinin kokusu, kişiden kişiye değişen yüzlerce farklı uçucu molekülünden oluşur. Bazı

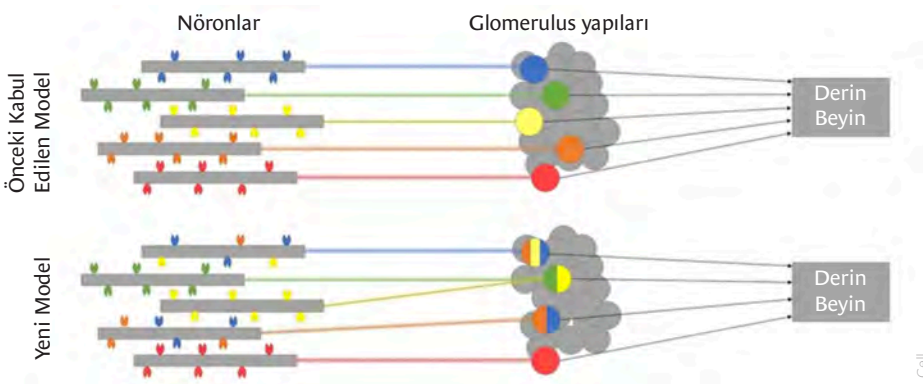
insanların sivrisinekler tarafından daha çok ısırılmasının nedeni cilt ve saç köklerindeki yağ bezleri tarafından üretilen ve sebum adı verilen bir madde. Sebum, vücut teriyle birleşince yavaşça buharlaşır ve sivrisineklerin insanlara yönelmesini sağlayan kokuyu oluşturur. Sebumun içeriğinde değişen oranlarda karboksilik asit bulunur. 2022 yılının Ekim ayında *Cell* dergisinde yayımlanan bir çalışma, cilt kokusunu oluşturan maddeler arasında karboksilik asit oranı daha fazla olan kişilerin, sivrisinekler tarafından ısırılma ihtimalinin 100 kat daha fazla olduğunu ortaya koydu. Sebumun bileşimi ve miktarı ise yaşa, kullanılan ilaçlara ve yaşam tarzına göre değişebiliyor. Bu da bazı insanların sivrisinekler tarafından daha çok tercih edilmesine sebep olabiliyor. Ayrıca insanların birçoğunun hayvanlara kıyasla daha fazla sebum üretmesi, onları sivrisineklerin öncelikli hedefi hâline getirebiliyor.

Peki ya Kan Grubu...

2019 yılında *American Journal of Entomology* dergisinde yayımlanan bir çalışma, bazı sivrisinek türlerinin kan grupları arasında en çok “0” kan grubunu tercih ettiğini ortaya koydu. 2004 yılında yapılan başka bir araştırmada ise bazı türlerin, kan grubu “0” olan kişileri kan grubu “A” olan kişilere göre neredeyse iki kat daha fazla tercih ettikleri ifade ediliyor. Ancak bu sonuçlarla çelişen ve doğrudan kan grubu ile sivrisinek tercihi arasında ilişki kuramayan farklı çalışma sonuçları da bulunuyor. Bu nedenle hangi kan grubunun sivrisinekleri daha çok çektiği konusunda net bir şey söylemek, şu an için mümkün değil.

Sivrisinek Seçimini Etkileyen Diğer Faktörler

Sivrisinekler, potansiyel hedeflerini uzun mesafelerde görsel ipuçları, vücut sıcaklığı, yaydığımız karbondioksit ve yayılan farklı koku maddelerinin bileşimlerine göre takip eder. Bir sivrisineğin karbondioksiti algılayan reseptörleri zarar gördüğünde, sadece vücuttan yayılan ısı ve koku, sivrisineklerin hedeflerini takip etmeleri için yeterli olabilir. Daha yakın mesafede ise onları yönlendirmede en büyük rolü, vücut sıcaklığı oynar.



İlk modelde her bir nörona tek bir reseptör türü (renkli şekiller) bağlı ve nöronların her biri ayrı bir *glomerulus*'u (renkli daireler) aktiveleştiriyor. Yeni modele göre ise nöronlara farklı tür reseptörler bağlı olabiliyor ve *glomerulus* yapıları birden fazla reseptörden koku sinyali alabiliyor.

Artan sıcaklıklarla beraber hastalık taşıyan birçok sivrisinek türü, Güneydoğu Asya ve Afrika'dan Avrupa'ya doğru yayılmaya başladı. Son yıllarda en çok yayılan istilacı türlerin başında da Asya kaplan sivrisineği geliyor. Çeşitli viral enfeksiyonlara sebep olabilen bu sivrisinek türü, beyin fonksiyonlarının zarar görmesinden karaciğer yetmezliğine kadar birçok hastalığa sebep olabiliyor.



Asya kaplan sivrisineği

Sivrisinekler, her nefes verdiğimizde yayılan karbondioksiti algılayan nöronlara sahiptir. Yapısal olarak iri kişiler, minyon yapıdakilere ve çocuklara göre daha fazla karbondioksit yaydığı için sivrisinekler tarafından daha hızlı fark edilebiliyor. Ayrıca yapılan bir araştırma, hamilelerin yaklaşık %20 daha fazla karbondioksit yaydığını ve sivrisinek ısırıklarına daha fazla maruz kaldığını gösteriyor.

Vücut sıcaklığının artması ya da egzersiz gibi nedenlerle ter miktarının artması, insanları sivrisinekler için cazip hâle getiren bir diğer etken. Çünkü insan terinin içeriğinde bulunan laktik asit bir karboksilik asit türüdür. Dolayısıyla terlediğimiz zaman bazı sivrisinek türleri tarafından daha çok tercih edilme ihtimalimiz yüksek.

Sivrisineklerin ayaklarında ve dillerinde tat reseptörleri vardır. Bu nedenle bir sivrisinek hedefine konduğunda, onu ısırmadan önce tat duyularıyla da algılayabilir. Ancak bugüne kadar tat alma duyusunun ısırmadaki rolü hakkında çok az şey biliniyordu. Geçtiğimiz ekim ayında *Nature* dergisinde yayımlanan ve Asya kaplan sivrisineği (*Aedes albopictus*) üzerinde yapılan bir çalışma, şeker gibi bazı bileşiklerin, sivrisineklerin tat algılama nöronlarının aktifleşmesine neden olduğunu ortaya çıkardı. Ancak şaşırtıcı bir şekilde bitter yani acımsı tattaki bazı bileşikler, sivrisinekler tarafından daha az tercih edildi. Ayrıca tuz ve insan terinde bulunan bazı amino asit türleri ayrı ayrı sunulduğunda ısırma davranışı üzerinde hiçbir etkiye sahip olmazken bir araya geldiklerinde sineklerin ısırma davranışında artışa neden oldu.

Sivrisineklerin insanları ısırma davranışı üzerinde yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular, sivrisinek ısırıklarından korunmayı sağlayacak yeni yöntem ve tedbirlerin geliştirilmesine olanak sağlayabilir ve sivrisinekleri insanlardan uzaklaştıracak koruyucu maddeler geliştirilmesinin önünü açabilir. Örneğin sarı humma sivrisineklerinin kokuları algılamakta kullandıkları yedek sistemin, onlar için bir tür hayatta kalma mekanizması olduğunu düşünen araştırmacılar, sivrisineklerin beyninin nasıl çalıştığına dair bulguları kullanarak ısırma davranışlarına müdahale edilebileceğini ifade ediyor. Böylece sineklerin insanlardan uzak durması sağlanarak sivrisinek kaynaklı hastalıkların ve salgınların önüne geçilebilir. ■

Kaynaklar

<https://news.yale.edu/2024/10/16/are-you-tasty-mosquitoes-study-offers-clues-when-and-why-they-bite>
<https://www.news-medical.net/health/The-Science-Behind-Why-Mosquitoes-Prefer-to-Bite-Certain-People.aspx>
<https://www.the-scientist.com/why-do-mosquitoes-bite-some-people-more-than-others-71475>
[https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(22\)01253-3](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(22)01253-3)
<https://magazine.medlineplus.gov/article/how-mosquitoes-tell-the-difference-between-animal-and-human-hosts-and-why-it-matters>
<https://www.the-scientist.com/the-neuroscience-behind-why-mosquitoes-always-find-you-70386>
<https://cirs.ucr.edu/invasive-species/asian-tiger-mosquito>