

NASA'nın İkizler Araştırması

Dr. Özlem Ak [*Bilim ve Teknik Dergisi*



Uzay Vücutta Neleri Değiştiriyor?



Astronot Scott Kelly uzayda bir yıl geçirdikten sonra Mart 2016'da Dünya'ya geri döndüğünde, tek yumurta ikizi emekli astronot Mark Kelly'i hayli şaşırtmış. Çünkü Scott'ın boyu 2 cm uzamıştı. Bu yolculuk sırasında Scott Kelly'de meydana gelen tek değişiklik boyu değildi. NASA'nın ikizler araştırmasının bir parçası olarak, Scott uzayda iken Mark da dünyadaki günlük yaşamını sürdürdü. Bir yıl süren görev boyunca araştırmacılar her iki erkek kardeşteki biyolojik değişiklikleri saptadılar. Tek yumurta ikizleri aynı genetik koda

sahip olduğu için, araştırmacılar gözlemleyecekleri herhangi bir değişikliğin kesin olmamakla birlikte Scott'ın Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) kalmasına bağlı olabileceğine karar verdiler. Bu da uzayda uzun süre kalmanın insan vücudunu nasıl etkileyebileceğinin anlaşılması yolunda önemli bir adım oldu. Nisan ayında Science dergisinde yayımlanan sonuçlara göre, uzay uçuşu insan vücudunda bazı değişikliklere neden oluyor. Ancak bu değişikliklerin büyük çoğunluğu Dünya'ya döndükten birkaç ay sonra kayboluyor.

Araştırma bulgularının arasında en önemlileri, mikro yerçekimi ortamında yaşamanın DNA'ya zarar verdiğinin, binlerce bireysel genin ifade edilme şeklini etkilediğinin, telomerlerin uzunluğunu artırdığının, atardamarların duvarlarını kalınlaştırdığının, mikrobiyomu değiştirdiğinin ve yangıyı artırdığının tespit edilmesi. Bununla birlikte, ikizler çalışmasının en ilgi çekici sonuçlarından biri, gen ifadesinin görev süresi boyunca nasıl değiştiğini araştırmaktan geldi. Weill Cornell Tıp Fakültesinden

Chris Mason'ın öncülüğünde araştırmacılar, ikizlerin DNA ve RNA'larında meydana gelen kimyasal değişiklikleri tanımlamak için tüm gen dizilimini yani genomu çıkardılar. İkizlerin gen ifadelerinde gerçekleşen değişiklikler araştırmacıları hayli şaşırttı. Bilim insanları bu çalışma ile milyonlarca genin ifadesinde değişikliklerin olduğunu tespit ettiler. Bu değişiklikler Scott'ta uzaya gider gitmez gerçekleşti, bazıları Dünya'ya döndükten sonra bir süreliğine devam ettiyse de sonra normale döndü.

İkizler araştırması aslında 10 ayrı projeden oluşuyor. Her bir proje uzun vadeli uzay uçuşunun genlerin ifadesinden, kalp-damar sağlığına, bağışıklık sisteminin tepkisine ve daha fazlasına kadar insan vücudunun farklı yönlerini nasıl etkileyebileceğine odaklandı. Araştırmacılar Scott'un uçuşundan 6 ay öncesinden başlayarak döndükten sonraki 9 ay boyunca her iki kardeşe de sayısız test yaptılar ve ikizlerden örnek topladılar. Görevi sırasında Scott kan, idrar ve dışkı örneklerini kendisi topladı.



Scott'un bu uzun yolculuğa çıkmasıyla başta telomer uzaması, kolajen üretimi, bağışıklık sistemi tepkisi ve DNA onarımı ile ilgili genler olmak üzere, pek çok pasif geni aktif hâle geçti ve bu değişiklikler uzayda kaldığı süre boyunca önemli derecede arttı. Mason, gen ifadesinde gerçekleşen değişikliklerin görevin son altı ayında, ilk 6 aya kıyasla altı kat fazla olduğunu belirtiyor. Bununla birlikte, Scott Dünya'ya döndükten sonra, altı ay içinde gen ifadesi normale dönmeye başladı.

İkizler araştırmasının bir diğer önemli yönü de uzay uçuşunun Scott Kelly'nin telomerlerinin uzunluğunu nasıl değiştirdiği idi. Telomerler hızlandırılmış yaşlanma ya da kalp-damar hastalıkları ve kanser gibi sağlık risklerinden bazıları için biyobelirteç olarak biliniyor. Colorado Devlet Üniversitesinden Prof. Dr. Susan Bailey'nin liderliğini yaptığı çalışmada, Scott uzay istasyonuna gitmeden önce, uzay istasyonunda kaldığı sırada ve Dünya'ya

döndükten sonra her iki ikizin de telomer uzunlukları izlendi. Bailey ve ekibi, çalışmaya başlarken uzay radyasyonu ve mikro yerçekimi gibi farklı stres türlerinin telomer kısalmasını hızlandıracağı yönünde etkisi olacağını tahmin etmişlerdi. Ancak tam tersine Scott'un telomerlerinin önemli derecede uzaması hayli şaşkınlık yarattı. Diğer yandan, Scott dünyaya döndükten 2 gün sonra telomerleri tekrar kıalmaya başladı.

Her ne kadar Scott'un telomerleri, bugünlerde uçuş öncesiyle yaklaşık aynı uzunlukta olsa da projenin başlangıcına kıyasla çok daha kısalar. Bu da uzayda geçirilen zamanın telomerleri uzun vadede olumsuz yönde etkileyeceğini düşündürüyor. Bu arada, Mark'ın telomerleri çalışma boyunca aynı kaldı. Bailey herkesin yaşlanmaktan endişe duyduğunu ve kardiyovasküler hastalıklardan ve kanserden kaçınmak istediğini söylüyor. Telomer uzunluğundaki bu değişikliklere neyin neden olduğunu bulabilirlerse kısalma sürecini de yavaşlatabileceklerini belirtiyor. Bailey, bunu yapmak için, NASA'nın hâlen geliştirilmekte olan "Bir Yıllık Görev" projesinin bir parçası olarak daha fazla telomer araştırması yapmayı planlıyor. Projede, 10 astronotla bir yıl, 10 astronotla 6 ay ve 10 astronotla da 2-3 ay çalışılacak. Mark'ın normal hayatına devam etmesine izin veren ikizler çalışmasının aksine, "Bir Yıllık Görev" projesinde her bir astronotun görev süreci boyunca, kontrol grubundaki denekler de izole bir ortamda tutulacaklar.





Daha önce de belirtildiği üzere, ikizler araştırmasında tespit edilen farklar sadece gen ifadesindeki değişiklikler ve telomer uzaması değildi. Araştırmacılar ayrıca fiziksel ve zihinsel sağlıkla ilgili de dikkat çekici unsurlar fark ettiler. NASA Kardiyovasküler Laboratuvarından Stuart Lee uzay uçuşunun damarları nasıl etkilediğini inceledi. İkizlerin arterlerini ultrasonla görüntüleyip kan ve idrar örneklerindeki biyobelirteçleri analiz ederek Scott'un, beyine kan sağlayan karotid arter duvarının uzayda kalınlaştığını tespit ettiler. Bu arada, Mark'ın karotid arter duvarı kalınlaşmadı.

Uzayda bulunduğu süre boyunca, Scott'un mikrobiyomu, yani bağırsaklarındaki bakteriler büyük ölçüde değişti. Northwestern Üniversitesinden Fred Turek liderliğindeki araştırmacılar, çalışma boyunca hem Mark'ın hem de Scott'un bağırsak mikroorganizmalarını inceledi. Araştırmacılar, Scott'un mikrobiyomunun uzaya gittikten sonra değiştiğini ve görev süresi boyunca her iki kardeşin de beklenenden çok farklı mikrobiyomlara sahip olduğunu tespit etti.

Scott Dünya'ya döndükten sonrası mikrobiyomunun uçuş öncesi normal mikroorganizma içeriğine döndüğünü gördüler. Araştırmacılar bunun görev boyunca dondurularak kurutulup paketlenmiş yiyeceklerle beslenmeden kaynaklanabileceğini düşünüyorlar. Zararlı bakterileri azaltmaya yardımcı olmak için astronot diyetlerini kişiselleştirmenin bu soruna çözüm olabileceği üzerinde duruluyor.

Stanford Üniversitesinden Mike Snyder'in öncülüğünde yapılan bir başka çalışmada ise ikizlerin kanındaki yağları ve proteinleri izleyerek uzay uçuşunun insan vücudundaki yangıyı nasıl etkilediği araştırıldı. Scott'un mikro yerçekimi ortamındayken kardeşine göre yangıya daha yatkın olduğu gözlemlendi. Bununla birlikte, Scott'ın artan yangı yanıtının, uzay görevi gibi stresli koşullarda normal bir cevap olabileceğine de dikkat çekildi.

Öte yandan, Stanford Üniversitesinden Emmanuel Mignot, Scott'un bağırsıklık tepkisini grip aşısı yaparak henüz dünyadayken, uzaydayken ve Dünya'ya döndükten sonra takip etti. Üç koşulda da Scott'un vücudu normal şartlarda beklenildiği gibi tepki gösterdi.

İkizler araştırması projelerinin birçoğu uzay uçuşu sırasında insan vücudunda meydana gelen fiziksel değişikliklere odaklanmış olsa da

birtakım araştırmacılar çalışma boyunca kardeşlerin zihinsel durumlarını da izlemiş. Pennsylvania Üniversitesi'nden Mathias Basner ikizlere, atiklik ve duygusal farkındalık özelliklerini anlamak üzere görevden önce, görev sırasında ve sonrasında defalarca 10 farklı test uyguladı. Hem Mark hem de Scott görev öncesi ve görev sırasında bu testlerde yüksek düzeyde performans gösterse de Scott Dünya'ya geri döndükten sonra performansında küçük bir düşüş tespit edildi. Ancak araştırmacılar uzay görevi sonrasında gerçekleşen bu düşüşün yoğun bir programın getirdiği yorgunluktan ve Dünya'nın yerçekimine henüz tam anlamıyla uyum sağlayamamaktan kaynaklanabileceğini düşünüyor.

Yapılan bu araştırmalar sayesinde uzay araştırmaları sırasında astronotların sağlığının kontrol altında tutulması ve kişiye özel ilaçların geliştirilmesi adına önemli mesafe kaydedildiği düşünülüyor. ■

Kaynak

Garrett-Bakelman, F. E. ve ark., "The NASA Twins Study: A multidimensional analysis of a year-long human spaceflight", *Science*, Cilt 364, sayı 6436, 2019.