



UZAY TIBBİ

Çok uzaklara, dünyanın ötesine gitmek insanoğlunun en güzel düşlerinden biri. Karanlık bir gecede yıldızlara bakıp onlara ulaşmayı düşünmek bir zamanlar sadece hayaldi. Bu hayallerin gerçek olabileceğini ilk olarak 1961 yılında Gagarin ve Armstrong gösterdiler. O tarihten bu yana insanoğlu daha da öteye gitmenin yollarını aradı. Bugüne kadar 200'den fazla insan uzaya gitti. Bu kişiler 2 saatten bir yılı aşkın sürelerle uzayda kaldılar. Uzay teknolojisinin geliştirilmesi günlük hayatımızı da etkiledi. Günlük hayatımızda kullandığımız teflon, politetrafloroetilen gibi ısıya dayanıklı bir çok materyal uzay teknolojisini geliştirme çabaları sırasında bulundu. Uzay çalışmaları sırasında bir çok hastalığın tedavisinde de ilerlemeler sağlandı.

Astronotlar uzaya yolculuk öncesi aylarca eğitimden ve sağlık kontrollerinden geçiriliyor. Bu astronotlar genellikle ciddi bir sağlık sorunu olmayan genç insanlar arasından seçiliyor. Her astronot senede bir kez tepeden

tırnağa sağlık kontrolünden geçiyor. "Check-up" denilen bu inceleme özel bir doktor ekibi tarafından yapılıyor. Bu kontroller sonrasında uçuşa çıkıp çıkamayacakları belirleniyor. Sağlık kontrolleri sırasında bir çok kan, idrar ve dışkı tahlili yapılıyor. Kalbin durumunu anlamak için kalp elektrosu (EKG), akciğer kapasitesini belirlemek için akciğer fonksiyon testleri uygulanıyor. Bunlara ek olarak görme ve duyma testleri, diş muayeneleri yapılıyor. Uçuştan önceki 10. ve 2. günler daha dar kapsamlı bir check-up yapı-

yor. Herhangi bir mikrobik hastalık kapmasını engellemek için uçuştan bir hafta önce tüm ekibin, bir kaç kilit personel dışındaki insanlarla görüşmesi yasaklanıyor.

Yirmibirinci yüzyıldaki en önemli hedeflerden biri uzayda istasyonlar kurup halktan kişilerin de uzayda yaşamasını sağlamak. Bilim adamları, bir yandan uzay teknolojisini ve uzayda kullanılacak malzemeleri geliştirmeye çalışırken öte yandan uzaya insan göndermenin ve burada uzun süre kalmasının sağlık açısından ne derece



güvenilir olduğunu araştırıyor. Uzaydaki yerçekimsiz ortamın, çok değişken ısıların ve radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri sürekli bir araştırma konusu. İnsan metabolizması ve vücuttaki bir çok mekanizma yer çekimi olan ortama uyum sağlayacak şekilde gelişmiş. Kaslarımızın çalışması, hareketlerimiz, kemik hücrelerimizin yenilenmesi, damarlarımızdaki kan akımı ve kalbimizin çalışması hep yerçekiminden etkileniyor. Yerçekiminin olmadığı ortamda neredeyse tüm vücutsal işlevler olumsuz etkileniyor. Bazen astronotlar uzay aracından sedyelerle çıkartılarak hastaneye kaldırılıyor. Yerçekimsiz ortamın yarattığı olumsuz etkilerin yok edilmesi için dünyaya dönüşten sonra bazen 6 aydan fazla süre geçmesi gerekiyor. Bu süre içerisinde astronotlara çeşitli terapiler uygulanıyor. Uzay aracında yapay yerçekimi oluşturmak için uzay aracını bir eksen etrafında hızla döndürmek gibi çeşitli çalışmalar var ancak bu henüz oldukça zor ve yüksek maliyetli. Uzay araçları veya üslerinde suni yerçekimi yaratmayı başarana kadar bu ortama uyum sağlamayı öğrenmek gerekecek.

Kemik ve Kaslar

Kemiklerimiz, vücudu dik tutmak ve hareketi sağlamak için 1G çekim gücünde, yani dünyadaki yerçekiminde görev yapmak üzere oluşmuş. İnsan vücudunda toplam 1000-1200 gram kadar kalsiyum ve 400-500 gram kadar fosfor bulunuyor. Kalsiyumun %99'u, fosforun da %85'i kemiklerde depolanıyor. Yerçekiminin ortadan kalktığı durumlarda idrar ve dışkıdan aşırı miktarda kalsiyum ve fosfor atılımı oluyor. On günlük bir yer çekimsiz ortamda kemik ağırlığının yaklaşık %3'ü kayboluyor. İdrardan aşırı miktarda kalsiyum atılımı ağırlı böbrek taşlarının oluşmasına yol açıyor. Buna ek olarak kemik yoğunluğunun azalmasına bağlı kemik kırılmaları görülebiliyor. Bütün bu olumsuz değişimleri engellemek için yoğun egzersiz gerekiyor. Uzay aracında koşu bandı ve diğer egzersiz aletlerinin olması gerekiyor. Astronotların her gün düzenli olarak spor yapması sağlıkları açısından çok önemli. Uzun süreli uzay yolcuları yapacak astronotlara kemikleri



Kalp ve Damarlar

Günlük hayatımızın yaklaşık üçte ikisi oturarak veya ayakta geçtiği için vücudumuz yoğun olarak yerçekiminin etkisinde kalıyor. Yerçekiminin etkisiyle vücudumuzun altta kalan bölümlerinde oldukça fazla bir kan gölgenbiliyor. Koldan 120 mmHg olarak ölçülen kan basıncı beyinde 60 mmHg civarında ve ayaklarda 200 mmHg'ye çıkabiliyor. Alt kısımlarda biriken bu kanı yer çekiminin ters yönünde pompalamak ve beyne yeterli miktarda kan göndermek için vücutta çok önemli mekanizmalar var. Örneğin bacaklardaki kaslar adeta bir pompa görevi yaparak toplar damarlardaki kanın üst taraflara itilmesine yardımcı oluyor. Yerçekimi ortadan kalktığı zaman bu mekanizmalar derhal devre dışı kalmıyor ve vücudun üst kısımlarına kan pompalanmaya devam ediyor. Böylece vücutta dengesiz bir sıvı dağılımı oluyor. Yerçekiminin etkisinden kurtulan kan ve sıvılar vücudun üst kısımlarında, özellikle yüzde birikiyor, yani ödem oluyor. Öte yandan bacaklar inceliyor. Yüzdeki ödem en belirgin olarak göz çevresinde ve kafatası toplar damarlarında görülüyor. Astronotlar uzaya gittiklerinde ilk karşılaştıkları değişimler yüz ve gözlerde şişme, burun tıkanıklığı ve baş ağrısı oluyor. Uzaydan gelen astronotların yüzündeki şişlik ancak bir süre sonra geçiyor.

Vücuttaki sıvı dağılımının değişmesine bağlı olarak kan akımında artış ve büyük damarlarda genişleme oluyor. Bu değişimlerin sonucunda ise ilk olarak damarlar içerisindeki toplam kan hacmi artıyor. Kan hacmi artınca çeşitli mekanizmalar devreye girerek bu hacmi azaltmak için vücutta su kaybettiriyor. Bu mekanizmaların devreye girmesiyle astronotların kan hacmi %20 oranında azalabiliyor. Buna bağlı olarak uzaya giden astronotlarda ilk zamanlarda önemli kilo kaybı görülüyor. Ancak uzayda bir süre kaldığında damarlar ve dolaşım sistemi ağırlıksız ortama uyum sağlıyor ve kilo kaybı duruyor. Kan hacmindeki azalma nedeniyle kalbe giden kan ve dolayısıyla kalbin iş yükü azalıyor.

koruması için kalsiyum, fosfor ve kemik erimesini engelleyen diğer ilaçları vermek gerekiyor. Bu ilaçlar üzerindeki çalışmalar, yaşa veya bazı hastalıklara bağlı görülen kemik erimelerinin tedavisinde de önemli katkıda bulunuyor.

Ağırlıksız bir ortamda yörüngedeki uzay aracının içerisinde bulunan astronotlar bir çok hareketi az bir güç

Kalp daha az çalışarak vücuda yeterli kan pompalayabiliyor. Kalp kaslarının az kasılması da bunların zayıflamasına sebep oluyor. Kalp kaslarındaki bu zayıflama dünyaya dönüşte kalp yetmezliğine yol açabiliyor. Uzun süre uzayda kaldıktan dönüşte, yer çekimine alışana kadar vücut üst kısımlarında biriken sıvılar tekrar vücudun alt kısımlarında toplanmaya başlıyor. Bu ani değişiklikler tansiyon düşmesine ve bayılmalara sebep oluyor.

Uzayda vücut içerisindeki sıvıların yer değiştirmesini önlemek, yani vücudun üst kısımlarında ve damarlar içerisindeki fazla sıvı toplanmasını önlemek için bilim adamları değişik yöntemler geliştirdi. Vücudun alt kesimlerine uygulanan negatif basınç bu yöntemlerden biri. Bu yöntemle bacaklara ve karın alt bölgelerine emici bir güç uygulanıyor. Dünyadaki yer çekimini taklit eden bu yöntemle vücudun üst kısımlarında sıvı birikimi engellenebiliyor. Böylece dünyaya dönüşte karşılaşılan tansiyon düşmesi ve bayılma gibi şikayetler azaltılabiliyor. Bu şikayetleri azaltmak için kullanılan diğer bir yöntem ise dünyaya dönüşte yapılan baş aşağıda egzersizler. Uzaydan dünyaya dönüş sırasında tuzlu sıvı içmek de oldukça faydalı. Kandaki tuz oranını arttırmak damarlardaki sıvıların damar dışına çıkmasını engelliyor. Bu da kan basıncını yüksek tutarak dünyaya dönüşteki ani tansiyon düşüşünü engelliyor.

Dünyaya dönen astronotların karşılaştıkları bir çok sorun yer çekimsiz ortamın kalp ve damar sistemindeki etkilerine bağlı. Çabuk yorulma, bayılma, ve ani tansiyon düşüklüğü gibi şikayetler kalp ve damarların değişik ortamlara adaptasyonundaki zorluklar nedeniyle oluyor. Dönüşte karşılaşılabilecek bu sorunları önleyebilmek için uzay aracında ve dünyada alınacak önlemler çok önemli. Bilim adamları bu önlemler üzerinde yoğun olarak çalışıyor ve her geçen gün yeni uyum yöntemleri geliştiriliyor.

sarf ederek yapabiliyorlar. Bir yerden diğer bir yere gitmek için yürümeleri veya koşmaları gerekmiyor. Uzay aracının duvarını hafifçe itmeleri yeterli oluyor. Bu nedenle kas gücü çok az kullanılıyor. Kaslar kullanılmadıkça küçülmeye başlıyor. Kol veya bacak kırılıp uzun süre alçıda kaldığında veya felç nedeniyle kullanılmayan uzuvdaki kasların zayıflayıp küçülmesine

Kan Hücreleri ve Bağışıklık Sistemi

Kana rengini veren ve "eritrosit" denilen kırmızı kan hücreleri yassı disk şeklinde hücreler. Bu hücrelerin en önemli görevi dokulara oksijen taşımak. Ağırlessiz ortamdan kırmızı kan hücreleri de etkileniyor. Disk şeklinde olan bu hücreler uzayda değişime uğrayarak küre şeklini alıyor. Şekli bozulan hücreler tam olarak görev yapamadığı için vücut tarafından yok ediliyor. Buna bağlı kırmızı kan hücrelerinin sayısı azalıyor ve kansızlık oluyor. Kansızlık, uzay yolculuğunun genellikle dördüncü günü ortaya çıkıyor. Üç aylık bir uzay yolculuğunda kırmızı kan hücrelerinin sayısı yaklaşık %15 oranında azalıyor. Ancak bu kansızlık belirgin bir şikayete yol açmıyor. Kırmızı kan hücrelerindeki bu değişiklikler dünyaya dönünce çok kısa bir süre içerisinde normale dönüyor.

Beyaz kan hücreleri de ağırlessiz ortamdan etkileniyor. Beyaz kan hücreleri vücudu yabancı organizmalara veya vücudun oluşturduğu hasarlı hücrelere karşı koruyor. Bu özellikleri uzayda bir miktar olumsuz etkileniyor. Bağışıklık sistemin en önemli hücrelerinden biri olan T hücrelerinin bölünme yetenekleri uzayda azalıyor. Ayrıca T hücrelerinin şekli de uzayda değişiyor. Uzayda T hücrelerinin yabancı hücre veya mikroplara karşı saldırı gücü zayıflıyor. Uzay araçlarında bir süre bulunan astronotların tükürüklerinde yapılan çalışmalarda dünyadakine göre 8-10 kat daha fazla virüs bulunuyor. Bütün bu değişiklikler pratikte bir soruna yol açmıyor, ancak bunların uzun dönemde yol açabileceği problemler henüz bilinmiyor.

yol açan bu duruma "kullanılmama atrofisi" deniliyor. Kullanılmayan kaslarda %20'ye varan kütle kaybı oluyor. Kas kitlesindeki erime hafta %5 oranında olabiliyor.

Vücuttaki kasların bir kısmı günlük hareketlerimizi yapabilmeye yarıyor. Bunlar hızlı kasılabilme özelliğine sahip. Bazı kasların görevi ise yerçekimine karşı direnmek ve vücudu dengede tutmak. Esas olarak omurganın her iki yanında bulunan bu kaslar yaşlı kasılan liflere sahip. Yerçekimsiz ortamın ilk etkilediği kaslar bunlar. Vücudu yerçekimine karşı koruyarak dik durmamıza yardımcı olan bu kaslar uzayda zayıflıyor ve kasılma özelliğini kaybetmeye başlıyor. Uzun süre uzayda yaşayan astronotlar bu kaslardaki erimeye bağlı olarak dünyaya dönüşte ayakta durmakta güçlük çekiyor. Bazı astronotlar uzay aracından çıkartılınca ancak sedyede taşınabiliyor. Bunu engellemek için uzay yolculuğu boyunca astronotların günde ortalama 4 saat egzersiz yapmaları gerekiyor.

Ağırlessiz ortamın bir diğer etkisi de derin duyu hissinin kaybolması. Yer çekiminin olduğu dünyada bacak, kol ve ellerimizi görmesek bile onların var olduklarını hisseder ve nerede ol-

duklarını biliriz. Kol ve bacaklarımızı hiç kımıldatmasak bile eklemelerden sürekli sinyaller gelir. Böylece hiç bakmadan elimiz hangi pozisyonda, bacağımız nerede biliriz. Gözlerimiz kapalıyken bile parmağımızı burnumuza götürebiliriz. Ancak ağırlessiz ortamda bu hisler kayboluyor. Bu nedenle astronotlar özellikle ilk zamanlar vücutlarını hissetmiyor. Aşağı ve yukarı kavramları karışıyor. Bazı astronotlar karanlık ortamda uçan bir kol saati görüp şaşırıklarını, sonradan bunun kollarındaki saat olduğunu fark ettiklerini ifade ediyorlar.

Uzay Tutması

Yer çekimsiz uzay boşluğuna girdikten birkaç dakika veya saat sonra bazı astronotlarda baş ağrısı, halsizlik, bulantı ve kusma ile kendini gösteren bir durum ortaya çıkıyor. "Uzay tutması" denilen bu durum her 10 astronotun 6 veya 7'sinde oluyor. Bu şikayetler ilk iki gün aralıklı olarak devam ediyor. Şikayetler üçüncü gün kaybolmaya başlıyor ve beşinci gün yok oluyor. Uzay tutması neden oluyor bilinmiyor. Değişik hipotezler var ancak kesin sebebi anlaşılmadı. İç kulak, göz, eklem ve kaslardan gelen sinyal-

lerin organizasyonundaki geçici bozulmanın bu şikayetlere yol açtığı düşünülüyor. Vücut sıvılarındaki ani yer değiştirmeler de uzay tutmasına katkıda bulunuyor olabilir. Uzay uçuşlarının ilk yıllarında uzay tutmasına karşı astronotlar döner sandalye üzerinde eğitiliyorlardı. Uçuş öncesi günlerce sandalye üzerinde döndürülerek uzay tutmasına direnç kazandırmak isteniyordu. Ancak bu çalışmanın uzay tutmasına karşı astronotları korumadığı anlaşılınca NASA'nın eğitim programından kaldırıldı. Halen NASA'nın uzay tutmasına karşı kullandığı yöntemler arasında sanal ortamda yapılan çalışmalar ve sualtı egzersizleri geliyor. Uzay tutmasını engellemek veya etkin tedavisini yapmak için sürekli yeni teknolojiler geliştiriliyor. Her türlü egzersize rağmen uzay tutması görülen astronotlara "prometazin hidroklorid" adlı ilaç veriliyor. Bu ilaç uzay tutmasında görülen şikayetleri geçirmede oldukça etkili.

Uzay Radyasyonu

Dünya yüzeyini kaplayan atmosfer ve manyetik alan, uzaydaki radyasyonun dünya yüzeyini etkilemesini engelleyen kalkan görevini görüyor. Uzayda böyle bir kalkan olmadığı için astronotlar dünyadakinden çok daha fazla radyasyona maruz kalıyor. Yüksek miktardaki radyasyon astronotları olumsuz etkileyebiliyor. Uzay radyasyonunun değişik türleri var. "Galaktik radyasyon" güneş sisteminin dışındaki diğer galaksilerden gelen radyasyon. "Solar radyasyon" güneşteki patlamaların sonucunda oluşan radyasyon türü. Güneşteki patlamalar sırasında uzaya yayılan yüksek enerjili protonlar ve ağır iyonlar astronotlar için oldukça büyük bir tehlike oluşturuyor. "Magnetik radyasyon" ise dünya etrafındaki magnetik alanda biriken radyasyon. Bu radyasyon türlerinin astronotlara zarar vermesini engellemek için radyasyon şiddetini ve nüfuz edebileceği derinliği bilmek önemli. Astronotları yüksek radyasyondan korumak için uzay aracının duvarlarının yeterli kalınlıkta olması gerekiyor. Uzay yürüyüşleri sırasında güneş patlamaları olduğu zaman yayılan radyasyondan korunmak için astronotların uzay aracının arkasına geç-

mesi ve onu kalkan olarak kullanmaları gerekiyor. Radyasyonun meydana getireceği zararı en aza indirmek için uzayda kalma sürelerinin de kısıtlanması faydalı. Maruz kalınan radyasyon dozunu gösteren “dozimetre”lerin kullanılması radyasyondan korunmak için alınması gereken diğer bir önlem.

NASA, astronot giysilerinin radyasyon geçirgenliğini engellemek için ileri teknolojiler geliştiriyor. Radyasyonu en iyi engelleyen maddelerden biri hidrojen. Saf hidrojenden oluşan bir kalkan veya giysi yapmak mümkün değil. Ancak hidrojen içeriği yüksek olan materyaller kullanılıyor. Örneğin “polietilen” denilen bir madde yüksek oranda hidrojen içeriyor. Polietilen, bir karbon ve iki hidrojen atomundan oluşan, plastik yapısında hafif bir madde. Astronotların giysisinde ve uzay araçlarının duvarlarında radyasyonu engellemek amacıyla polietilen kullanılıyor. İki hidrojen ve bir oksijen atomundan oluşan su molekülleri en az polietilen kadar iyi bir koruyucu. Uzay aracının duvarları arasına su yerleştirerek radyasyon kalkanı oluşturmak da mümkün, ancak bu yöntem uzay aracının ağırlığını önemli oranda artırıyor. NASA’nın her türlü önlemine rağmen astronotlar uzay radyasyonuna maruz kalmaktan tam olarak kurtulamıyor. Astronotları radyasyondan korumak için çeşitli ilaçlar da veriliyor. C ve A vitaminleri gibi vitaminler radyasyonun hücrelere verdiği hasarı azaltıyor. Bilim adamları, radyasyonun verdiği hasarı azaltan veya engel-



leyen yöntemlerin yanı sıra hasar oluşuktan sonra bunu onarabilecek ilaçlar üzerinde çalışıyor.

Psikolojik Etkiler

Uzay araçlarında değişik milletlerden ve kültürlerden gelen farklı yapıda astronotlar çalışabiliyor. Bu insanların, dünyadaki yaşantılarından farklı olarak aylarca dar ve kısıtlı bir alanda monoton sayılabilecek bir yaşam sürmeleri gerekiyor. Astronotlar dünyadaki çalışma hızına göre oldukça yoğun bir tempoda çalışıyorlar. Uzaydaki çalışma şartlarının uzun süreli görevlerde ciddi psikolojik sorunlara yol açabileceği düşünülüyor. Belirli bir süreden sonra aynı ortamı paylaşan insanlar arasında veya uçuş ekibiyle yer ekibi arasında ciddi gerilimler yaşanabiliyor. Bu nedenle astronotların psikolojik durumlarının anlaşılması gönderilecekleri görevler açısından çok önemli. Görev öncesi astronotlar çeşitli psikolojik testlerden geçiriliyor. Bu testler sırasında, özellikle stres al-

tında duygusal bozuklukları ortaya çıkan veya psikolojik hastalıklara yatkınlığı olduğu düşünülen kişiler uzağa gönderilmiyor. Stres altında psikolojik olarak etkilenmeyen, pratik çözümler üretebilen ve takım çalışmasını başaran astronotlar uzay görevleri için tercih ediliyor. Uzay uçuşları için ekip liderinin seçilmesi de önemli. Kısa süreli uçuşlarda performans yüksekliliği liderlik için önemli bir şart olurken uzun süreli uçuşlarda demokratik kişiler ekip lideri olarak belirleniyor. Uzun süreli uçuşların insan zihnini nasıl etkilediği veya kalıcı değişikliklere yol açıp açmadığı tam olarak bilinmiyor. Dünyada yapılan bazı simülasyon çalışmalarında astronotlar dar bir alanda uzun süre yaşatılarak psikolojik değişiklikler gözleniyor. Ancak yapılan araştırmalar ağırlıksız ortamda olmadığı için halen uzun süreli uzay uçuşlarından elde edilecek tecrübeler ihtiyacı var.

Nano Cerrahlar

NASA tarafından desteklenen en önemli projelerden biri, kan damarları içinde dolaşım hastalıkları hücre düzeyinde tedavi edebilen “nano-partikül” projesi. Mikroskobik düzeyde adeta birer cerrah gibi hareket eden bu partiküller insan hücrelerinden daha küçük boyuta sahip ve kılcal damarlar sayesinde vücut içerisinde her yere gidebiliyor. Nano-partiküller birkaç yüz nanometre büyüklüğünde. Bir nanometrenin, milimetrenin milyonda biri olduğu düşünülecek olursa bu partiküllerin küçüklüğü hayal edilebilir. Küçük bir enjeksiyonla vücutta tek seferde milyonlarca nano-partikül verilebiliyor. Nano-partiküller hücre duvarlarını geçip onların içerisine giriyor ve istenilen görevi ye-

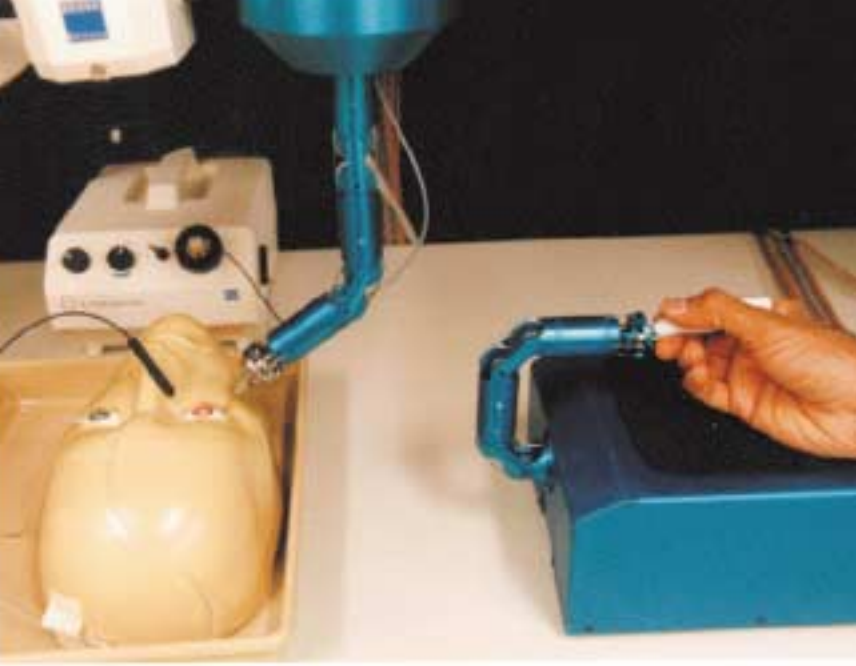
Uzay ve Şeker Hastalığı

Otuz yılı aşkın bir süredir uzaya insanlar gönderiliyor. Yer çekimi olmayan ortamın insan vücuduna etkileri sürekli araştırılıyor. Kemiklere, kaslar ve kalbe olan bazı olumsuz etkileri gösterildi. Son yıllarda uzay araçlarında ve dönüş sonrası dünyada yapılan çalışmalar ağırlıksız ortamın bir diğer olumsuz etkisini de gösterdi. Kırmızı ve beyaz kan hücrelerini etkileyen, onlarda şekil bozukluğu yapan uzay boşluğu pankreastaki beta hücrelerini de etkiliyor. Görevi kan şekerini düşürmek olan insülin hormonu bu hücreler tarafından üretiliyor. İnsülin hormonu kan şekerini düşüren bir protein. Eğer yeterince salgılanamaz veya dokularda bu hormona karşı direnç gelişirse şeker hastalığı ortaya çıkıyor. Ağırlıksız ortamda bu hücrelerin insülin salgılamasında bozulmalar oluyor. Beta hücreleri kan şekerindeki yüksekliği algılayarak insülin salgılıyor. Uzayda bu algılama-



nın bozulduğu düşünülüyor. Buna ek olarak, kısıtlı hareket imkanı ve dokuların insüline direnç kazanması da ağırlıksız ortamda kan şekerinin yükselmesine yol açıyor. Ağırlıksız ortamdaki bu değişikliklerin sebebi tam olarak bilinmiyor. Ancak uzun süren uçuşların pankreas beta hücrelerinde kalıcı hasara yol açıp şeker hastalığına yol açabileceği düşünülüyor.

Kaynak: Nutrition 2002, 18:842-848



“Tele-tıp” ve “Robotik Cerrahi”

Özay uçuşları astronotların sağlığını olumsuz etkileyebiliyor. Uzun süreli uçuşlarda tüm ekip aralıklı olarak sağlık kontrolünden geçiriliyor. Bunun yanı sıra, kalp atış hızı, solunum sayısı ve vücut ısısı gibi temel bulguların sürekli olarak kontrol altında tutulması gerekiyor. Uzay ekibinin sağlığının uçuş süresince tam olarak korunması hem görevin tamamlanabilmesi hem de dünyaya dönüş açısından çok önemli. Uzay aracının içerisindeki alan oldukça kısıtlı olduğu için sadece görevin gerektirdiği bilgiye sahip kilit personel göreve gönderiliyor. Mekan sorunu ve maliyet yüksekliği gibi nedenlerden dolayı her uçuşa bir doktor göndermek mümkün olmuyor. Bu nedenle “tele-tıp” ve “robotik cerrahi” yöntemleri geliştiriliyor. Tele-tıp, uzay aracındaki astronotların uzayda karşılaştıkları sağlık sorunlarının kameralar ve monitörler sayesinde dünyadaki doktor ekibi tarafından çözümlenmesi. Örneğin, cildinde yara oluşan bir astronotun yakın çekim görüntüleri aynı anda dünyaya gönderilerek buradaki bir uzman doktor tarafından inceleniyor. Bu uzman hekimin incelemesinden sonra gerekli tıbbi öneriler derhal astronota iletiliyor. Böylece 24 saat kesintisiz bir sağlık, yani tele-tıp hattı oluşturuluyor. Bu tür bilgi akışını daha detaylı hale getirebilmek için uzay aracına çok küçük boyutlarda ultrasonografi ve kompüterize tomografi (CT) cihazı yerleştirilebiliyor. Karnı ağrısı olan bir astronot bu bölgenin ultrasonografik görüntülerini veya CT kesitlerini dünyaya gönderebiliyor. Uzun görevler öncesi her astronota bu tür tıbbi cihazları kullanabilecek düzeyde temel sağlık bilgileri veriliyor. NASA, uzay araçlarında kullanılabilecek boyutlardaki görüntüleme cihazları dışında, çeşitli kan tetkikleri yapan ve küçük bir cep bilgisayarı büyüklüğünde cihazlar geliştirdi. Bir damla kanla bir çok biyokimyasal analiz yapabilen bu “otoanalizör”ler sadece hastalıkların teşhisinde değil, astronotların rutin sağlık kontrolleri ve çeşitli tıbbi deneyler için de çok önemli. Uzay aracının içerisindeki bu tıbbi cihazlar sayesinde astronotlar kendi tetkiklerini yaparak dünyaya gönderiyorlar. Doktorlar tarafından incelenen bu tetkikler sayesinde astronotların tedavileri planlanabiliyor. Uzay aracında bulunan ilaçlara ek olarak çok özel düzenlenmiş tedavi cihazları da bulunuyor. Örneğin kalp durmasına karşı geliştirilen

“defibrilatör” cihazı acil durumlarda elektrik şoku vererek duran kalbin çalışmasını sağlıyor. Neredeyse bir tablet büyüklüğünde hazırlanan özel piller astronotlarda oluşacak kalp ritim bozukluklarında kullanılıyor. Bu küçük piller astronotun kalp ritmini sarf ettiği efora göre otomatik olarak ayarlıyor.

Uzay yolculuğu sırasında meydana gelecek sağlık problemleri her zaman ilaçlarla veya küçük önlemlerle giderilemeyebilir. Bazen cerrahi müdahale gerekebilir. Örneğin, elini kesen, ayağını kıran veya apandisit iltihabı olan bir astronota cerrahi müdahale yapmak gerekebilir. Bu yolculuklar sırasında her branştan bir cerrah bulundurmak henüz mümkün değil. Bu nedenle “robotik cerrahi” denilen bir teknoloji geliştirildi. Uzay aracında bulunan bir robot sayesinde bazı cerrahi girişimleri yapmak mümkün. Dünyadaki bir cerrah tarafından kontrol edilebilen bu cihaz küçük bir robota benziyor. Dünyadaki cerrahın el hareketleriyle senkronize çalışan bu robot aynı hareketleri çok ince bir şekilde yapabiliyor. Bu teknolojinin geliştirilmesiyle uzayda her türlü ameliyat dünyadaki cerrahlar tarafından yapılabilecek.

Bütün bu teknolojik gelişmelere paralel olarak hedeflenen diğer bir nokta ise uzayda ilaç üretilmesi. Uzay aracına yerleştirilen cihazlara dünyadan gönderilen bilgiler yüklenerek istenilen ilacın üretilmesi sağlanabilecek. Böylece uzay aracına kutularca ilaç depolamaktansa, gerekli ilacın anında üretilmesi hedefleniyor. Uzay teknolojisindeki gelişmeler sayesinde uzay aracının içerisi gerektiğinde adeta tam donanımlı bir hastane haline gelecek. Uzay tıbbi konusunda yapılan bu çalışmalar sadece astronotların uzun süreli görevleri tamamlamasını sağlamakla kalmayıp, dünyadaki tıbbin gelişmesine de katkıda bulunacak. Uzay tıbbindeki çalışmalar, kemik erimesinde kullanılan etkili ilaçların bulunmasından, çok küçük boyutta tetkik cihazlarının geliştirilmesine kadar bir çok faydalar sağlıyor. Günlük hayatımızda, hatta mutfığımızda kullandığımız bir çok dayanıklı madde uzay teknolojisi sayesinde geliştirildi. Örneğin yemeklerin üzerini kaplayan yanmaz ince metal yapraklar, ısıya dayanıklı teflon, suni damar üretiminde kullanılan naylon türevi materyaller uzay teknolojisinin kazandırdığı malzemelerden bazıları.

rine getiriyor. Nano-partiküllerin görevleri arasında gerekli ilacın hedef hücreye ulaştırılması, hücrelerde eksik olan moleküllerin üretilmesi ve hasarlı hücrelerin onarılması veya yok edilmesi geliyor.

En ileri teknolojilere rağmen halen uzay radyasyonunun astronotları etkilemesi tam olarak engellenemiyor. Yüksek enerjili radyasyon astronotların giysilerini bir kuşun gibi delip geçiyor. Bu radyasyon hücre DNA'sını etkileyerek kırılmalara neden oluyor. DNA'daki bozulmalar kanserli hücrelerin oluşmasına yol açıyor. Giysi veya zırhlarla astronotları radyasyondan tam olarak korumak mümkün olmadığı için nano-partiküller önemli bir umut ışığı. Radyasyonun etkisiyle DNA hasarına uğrayan hücrelerin yüzeyinde "CD-95" denilen bir protein beliriyor. Nano-partiküllerin yüzeyine bağlanan bir molekül bu proteini algılayarak nano-partiküllerin hasarlı hücrelere tutunmasını sağlıyor. Hasarlı hücrelere yapışan nano-partiküller hücre içerisine girerek hasarlı DNA'yı onarmaya çalışıyor. Nano-partiküllerin içerisine yerleştirilen DNA tamir enzimleri hafif düzeydeki hasarları tamir ediyor. Eğer hasar onarılamayacak kadar fazlaysa hücrenin kendisini öldürmesine yani apoptosis'e yol açıyor. Nano-partiküllere floresan işaretli moleküller yerleştirilerek onları izlemek de mümkün. İşaretli nano-partiküllerin hasarlı hücrelere yapışması bu yöntemle görüntülenebiliyor. Böylece vücuttaki radyasyon hasarının düzeyini de anlamak mümkün oluyor.

Nano-partikül teknolojisinin geliştirilip pratikte uygulamaya geçirilmesi sayesinde bir çok hastalık tedavi edilebilecek. Bu yolla bir çok ilaç istenilen dozda istenilen hücreye verilebilecek. Nano-partiküllerin geliştirilmesi daha bir çok yıl alacak görünüm de bu teknolojinin gelişmesi sadece uzay yolculuklarının başarısını etkilemekle kalmayıp belki de kanser gibi önemli bir çok hastalığın tedavisini mümkün kılacak.

Doç. Dr. Ferda Şenel

Kaynaklar
http://em.tkscc.nasa.gov/med/index_e.html
http://science.nasa.gov/headlines/y2002/30sept_spacemedicine.htm
http://science.nasa.gov/headlines/y2002/15jan_nano.htm
http://science.nasa.gov/headlines/y2001/ast07aug_1.htm
http://science.nasa.gov/headlines/y2002/23jan_cellwars.htm
http://science.nasa.gov/headlines/y2002/25mar_dizzy.htm