



# NASIL ÇALIŞIR

Türkân Yöney

## Nükleer Tıp Nasıl Çalışır?

İnsan bedenine ilişkin tanı ve tedavide en önemli eksiklik bedenın saydam olmaması ve içerde olup bitenleri göremiyor olmamız. Nükleer tıp teknikleri bilgisayarlar, detektörler ve radyoaktif maddelerin kullanımını birleştirerek, doktorlara insan bedeninin içini görebilme fırsatı verir. Bu teknikleri sıralamak gerekirse:

- Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)
- Tek Foton Yayan Bilgisayarlı Tomografi (SPECT)

• Kardio-vasküler Görüntüleme  
• Kemik Taraması  
Nükleer tıp yardımıyla saptanabilen hastalıklarsa şöyle sıralayabiliriz:

- Urlar
- Aneürizm (Kan damarı duvarlarındaki zayıf noktalar)
- Çeşitli dokulara düzensiz ya da eksik kan akışı
- Kan hücresi bozuklukları, tiroit ya da akciğer işlev bozuklukları gibi organların yetersiz çalışması durumları
- Guatr ve tiroit bezinin diğer hastalıkları
- Kemik ve eklem hastalıkları
- Safra yolu tıkanması

Hangi testin ya da ne gibi birleştirilmiş testlerin kullanılacağı, hastadaki belirtilere ve tanısı konulmakta olan hastalığına bağlı.

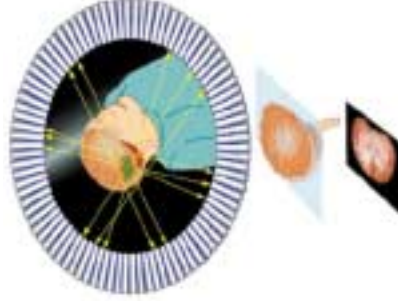
### Pozitron Emisyon tomografisi (PET)

PET, radyoaktif maddelerin yaydığı radyasyon yardımıyla bedeni görüntülemeye çalışır. Bu maddeler bedene enjekte edilir ve genellikle de bir radyoaktif atoma sahip Karbon-11, Florin-18, Oksijen-15, ya da Nitrojen-13 gibi bozunma zamanı son derece kısa olan maddeler kullanılır. Bu radyoaktif atomlar, nötronlarla normal kimyasalları bombardıman edip kısa-sürelili radyoaktif izotoplar yaratarak oluşurlar. PET, radyoaktif maddenin yaydığı pozitronla dokudaki elektronun çarpışmasından ortaya çıkan gama ışınlarını saptar. (Şekil 1)



● Pozitron ● Elektron — Gama ışını

PET taramada, hastaya radyoaktif bir madde enjekte edilir ve bir masa üzerine yatırılır. Bu masanın etrafına monte edilmiş yuvarlak bir kasanın içinde gama ışınlarını saptayan dairesel bir detektör dizini bulunur. Üzerinde, her biri bir foton-çoğaltıcı tüpe bağlı, yansıtıcı kristaller bulunan bu detektör dizini kademeli olarak döner. (Şekil 2) Kristaller, hastadan yayılan gama ışınlarını fotonlara dönüştürür, foton-çoğaltıcı tüp de bunları büyütür elektrik sinyallerine dönüştürür. Bu elektrik sinyalleri bir bilgisayar tarafından işlenerek görüntüye dönüştürülür. Daha sonra masa hareket ettirilerek bu süreç tekrarlanır. Kuşku duyulan organın (örneğin beyin, karaciğer, gö-



ğüs vs.) bulunduğu bölge üzerinde bedenın ince bir dilim halinde görüntüsü alınmış olur. Bu üst üste alınan ince dilim görüntüleri daha sonra hastanın bedeninin üç boyutlu bir görünümünü elde etmeye yarar.

PET, radyoaktif olarak tanımlanan molekül tipine bağlı olarak, kan akışı, ya da diğer biyokimyasal fonksiyonların görüntülenmesini sağlar. Örneğin PET ile beyindeki glikoz metabolizmasının, ya da bedenın çeşitli bölgelerindeki etkinliklerin ani değişimini görüntülemek mümkün. Ancak bu tür merkezler, kısa-sürelili radyoizotopların kullandığı parça hızlandırıcı aygıtların bulunduğu yerlere yakın olmak zorunda oldukları içindir ki, PET merkezleri daha henüz yaygınlaşmamış.

### Tek Foton Yayan Bilgisayarlı Tomografi (SPECT)

SPECT, PET'e çok benzer bir teknik. Ancak SPECT'te kullanılan Xenon-133, Teknetyum-99, İyodin-123 gibi radyoaktif maddeler, PET'te kullanılanlara oranla daha uzun bozunma süresine sahip, ve ikili gama ışını yerine tek gama ışını yayıyorlar. SPECT ile kan akışı, ve vücuttaki radyoaktif maddelerin dağılımı hakkında bilgi edinilebiliyor. Elde edilen görüntüler daha az hassas ve daha ayrıntısız, ancak SPECT tekniğinin PET tekniğinden daha ucuz mal olduğunu söylemek mümkün. SPECT merkezleri PET merkezleri gibi parça hızlandırıcı aygıtların bulunduğu yerlerin yakınında bulunmak zorunda da değildir. Bu özellikleriyle daha yaygın ve daha çok hastaya hizmet verecek şekilde kullanılabiliyorlar.

### Kardio-vasküler Görüntüleme

Kardio-vasküler görüntüleme tekniklerinde, kalbin ve kan damarlarının içindeki kan akışının haritasını çıkarmak üzere radyoaktif maddeler kullanılır. Kardio-vasküler görüntüleme tekniğine bir örnek olarak eforlu talyum testi verilebilir. Bu testte, hastaya radyoaktif talyum bileşiği enjekte edilir ve hasta yürüme bandında yürütülür, bu arada gama ışınları kameralarla görüntülenir. Bir dinlenme süresinden sonra, aynı görüntüleme yürüme bandı olmaksızın tekrarlanır. Eforlu ve eforuz görüntüler arasındaki farklılıklar saptanarak çalışan kalpteki kan akışı değişiklikleri ortaya çıkarılır. Bu teknikle kan damarlarındaki ve diğer dokulardaki tıkanıklıklar saptanabiliyor.

### Kemik Tarama

Kemik tarama testinde vücuda enjekte edilen teknetiyum-pp metildi fosfat gibi radyoaktif bir maddenin, kemik dokularında birikerek yaydığı radyasyon taranır. Kemik dokularının, fosforlu bileşikleridepolamakta diğer dokulara oranla üstün oldukları biliniyor. Dolayısıyla enjekte edilen radyoaktif madde

gidip metabolik hareketliliğın yüksek olduğu yerlerde birikir. Böylelikle görüntülerde yüksek hareketliliğın olduğu yerler parlak noktalarla, düşük hareketliliğın olduğu yerlerde parlak olmayan noktalarla ortaya çıkar. Kemik tarama tekniğı, genellikle yüksek metabolik hareketlilik sergileyen urların saptanmasında son derece yararlı.

### Nükleer Tıpla Tedavi

Nükleer tıpta, kana enjekte edilen radyoaktif maddelerle iz sürülerek elde edilen görüntüler karşılaştırılarak tanı koyulmaya çalışılır. Bu tür bir iz sürücü, kanda ilerleyerek kan damarlarının yapısı hakkında fikir verecek görüntülerin alınmasına yarar. Bu tür bir gözlem, damarlardaki anormalliklerin kolayca saptanabilmesine yarar. Ayrıca vücudumuzdaki bazı organların belirli tipte kimyasalları biriktirme özelliğine sahip oldukları biliniyor, örneğin tiroit bezi iyot biriktiriyor, dolayısıyla radyoaktif iyot hap ya da sıvı olarak alındığında, tiroit urları kolaylıkla saptanabiliyor ve tedavisine geçilebiliyor. Benzer biçimde kanserli urlar fosfatları biriktiriyor. Dolayısıyla radyoaktif fosfor-32 izotopu kana enjekte edildiğinde, radyoaktifleri artan urları saptamak kolaylaşıyor.

Nükleer tıpta, görüntüleme teknikleri ve testleri sırasında kana enjekte edilen ya da çeşitli biçimlerde vücuda verilen radyoaktif maddeler zararlı değil. Nükleer tıpta kullanılan radyoizotoplar, dakika ya da saat gibi çok kısa sürelerde bozdukları için, tipik röntgen ya da CT taraması gibi tehlikeli değıller ve daha düşük radyasyona sahipler. İdrarla ya da dışkıyla vücuttan atılırlar.

Öte yandan, nükleer tedaviden çok farklı olan radyasyon terapisindeyse, iyonize olan radyasyondan -alfa, beta, gama ve x-ışınları- fazlasıyla etkilennmiş bazı hücrelerin varlığından yararlanılır. Hücreler farklı oranlarda çoğalırlar, ve hızlı çoğalan hücrelerin standart hücrelerden daha şiddetli bir biçimde radyasyondan etkilenmeleri şu iki özelliğe dayanıyor:

• Hücrelerde, zarar görmüş DNA'yı onaran bir mekanizma bulunur.

• Bölünürken, DNA'sının hasar gördüğünü saptayan bir hücre, kendi kendini yok eder.

Hızla çoğalan hücreler, DNA hatalarını saptama ve tamir etme mekanizmasını harekete geçirecek zamanı bulamazlar, dolayısıyla bu kendi kendini yok etme işlemi ancak nükleer radyasyonla bozulduklarında devreye girer.

Pek çok kanser türünde, hızlı çoğalan hücrelerin belirleyici rol oynadıkları bilindiğine göre, bazen radyasyon terapisiyle tedavi yoluna gidilebilir. Bu işlemde urların yakınına ya da çevresine radyoaktif teller ya da radyoaktif maddeyle dolu tüpler yerleştirilir. Derin tümörlerde, ya da ameliyat edilmesi zor olan yerlerde bulunan tümörlerdeyse, tümörün üstüne yüksek dozda x-ışını uygulanır.

Bu tür uygulamalardaki sorunlardan biri, hızlı çoğalan normal hücrelerin de hastalıklı hücrelerle birlikte etkilenmeleri olasılığının olması. Örneğin saç hücreleri, mide ve bağırsağın iç çeperlerini kaplayan hücreler, deri hücreleri ve kan hücreleri hızlı çoğalan hücrelerdendir. Dolayısıyla radyasyon tedavisinden en fazla etkilenen normal hücrelerin bunlar olması kaçınılmaz. Bu nedenle radyasyon tedavisi gören kanser hastalarının neden saçlarının döküldüğünü ve mide rahatsızlıkları çektikleri anlaşılabilir.