

Nükleer tıp, canlılara verilen ışın etkin (radyoaktif) maddelerin yaydıkları ışınların özel yöntemler veya aygıtlarla dışarıdan sayımı (parıltı sayımı) ya da görüntü olarak izlenmesi ya da tanımlanması ile tanı konulmasını sağlayan tıp dalıdır.

Sintigrafî; eser düzeyde ışın etkin (radyoaktif) bir maddenin genellikle damardan verilmesinden sonra "Gamma kamera" denen görüntüleme aygıtıyla işlevbilimsel bir durumun (organdaki kanlanma vb. değişim) görüntülenmesi tekniği olup, kemik, kalp, beyin, ve dinamik böbrek sintigrafisi gibi türleri bulunmaktadır.

Kullanılan aygıtlar, radyoaktivite sayıcıları, Gamma kamera ya da Pozitron Emisyon Tomografisi olarak adlandırılır. Görüntüleme için kullanılan bileşikler, radyonüklidler ya da radyonüklidler ile birleştirilen farmasötiklerdir. Bu maddeler vücutta fizyolojik işlevsellikleri ile görüntü sağlarlar. Görüntü almak için kullanılan en basit aygıt "Gamma kamera" adı verilir. Bu cihazların daha gelişmiş türleri "SPECT" (Single Photon Emission Tomography) adını alır. En son kullanıma giren Nükleer Tıp aygıtı PET/CT ya da PET/MR'dır. Bu sistemlerde amaçlanan işlevbilimsel görüntüleme ile anatomik görüntülemenin tek bir görüntüde birleştirilmesidir.

Nükleer tıbbın sağaltımı (tedaviyi) ilgilendiren yanında vücuda ayrı yollarla verilen radyonüklidlerden yararlanır. Burada radyasyonun sağaltıcı ya da ağrı giderici özelliklerinden yararlanır. Tiroid urları ve hipertiroidin tedavisi buna örnek gösterilebilir.

Türkiye'de birçok üniversite hastanesinde *Nükleer Tıp Anabilim Dallarında*, Sağlık Bakanlığı Hastanelerinde *Nükleer Tıp Bölümleri*nde ve birçok özel nükleer tıp laboratuvarında, nükleer tıp incelemeleri yapılmaktadır.

Vücuda damar yolu ile enjekte edilen radyoaktif maddenin, radyasyon ölçüsü olarak herhangi bir zararı bulunmamaktadır. Sintigrafik araştırmalarla radyolojik araştırmalar arasındaki tek benzerlik, iki yöntemde de elde edilen görüntülerin bir filme aktarılmasından oluşmasıdır. Özünde, görüntüleme için kullanılan yöntem de, elde edilen görüntü de (sintigrafide fizyolojik, radyolojide anatomik oldukça ayrıdır.

Türleri ile kimi kullanım alanları

1-PET/CT ile Kanser

- Urun iyicil ya da kötücül olmasının saptanması
- Kanserin vücuda yayılımının saptanması
- Verilen tedaviye yanıtın saptanması

2-PET/CT ile Beyin

- Alzheimer (Bunama) hastalığının erken tanısı
- Epilepside (Sara, tutarık) nöbete neden olan odakların saptanması

3-PET/CT ile Kalp

- Tıkalı olan kalp damarının, kalp kasına verdiği zararın (oksijensizlikten ötürü) saptanması

- Kalp hastalığının yaygınlığının saptanması
- Kalp krizi sonrası PTCS/Stent cerrahisinden hastanın ne denli yararlanacağıının saptanması

- 4-Akciğer
- 5-Böbrek
- 6-Kemik
- 7-Tiroid
- 8-Sindirim sistemi (Gastrointestinal)
- 9-Lenfosintigrafi
- 10-Sentinel Akkan (Lenf) Düğümü İncelemesi
- 11-Dakriyosintigrafi
- 12-Böbreküstü bezi kabuk bölgesi Sintigrafisi
- 13-Erbezi (Testis) Sintigrafisi

Ayrıca kimi tür sintigrafiler kendi alt basamaklarında çeşitlilikler içermektedir.

Nükleer tıp küçük oranlarda ışın etkin maddelerin genellikle toplar damardan (intravenöz) uygulanışının ardından doku ile organların fiziksel ve biyokimyasal olarak bunları almasıyla oluşan görüntüleri inceleyen tıp dalı.

Nükleer Tıp, biyolojik maddelerin X ve gama ışınına geçirgen olması ilkesine göre çalışır.

Nükleer Tıp uygulamalarında kullanılan radyofarmasötiklerin çoğu tanı amacına yöneliktir. Radyofarmasötikler genellikle radyoaktif bölüm ile farmasötik bölüm olmak üzere iki bileşenden oluşur.

Radyonükleid jeneratörler (üreteçler)

Üreteç sisteminin temel ilkesi; fiziksel ya da kimyasal bir yöntemle daha uzun yarı ömrü bulunan ana radyonüklidden daha kısa yarı ömürlü bir yavru radyonüklid elde etmektir.

Nükleer Tıp merkezlerinde en çok Mo99-Tc99m jeneratörü kullanılmaktadır. Jeneratör içerisinde Mo99 bulunmaktadır. Mo99 bozunmaya uğrayarak Tc99m oluşturur. Üretecin içerisinde serum fizyolojik geçirilerek Tc99m perteknetat'ın molibdenden ayrılması sağlanır. Bu olaya sağım (elution) denir. Bir sağımdan sonra jeneratördeki molibdenden yeniden Tc oluşur. Bu da ikinci bir sağımda üreteçten dışarıya alınır.

İdeal bir radyofarmasötiğin özellikleri

1. Kolay hazırlanmalı ve ucuz olmalı
2. Uygun fiziksel ve etkili yarı ömür
 - Fiziksel yarı ömür:** Bir radyonüklidin başlangıçtaki atom sayısının ya da etkinlik düzeyinin % 50'sine inmesi için geçen süredir.
 - Biyolojik yarı-ömür:** bir maddenin yarısının olağan atılma yollarıyla vücuttan atılması için geçen süredir (Tb). Bu, bir maddenin dengeli ve radyoaktif hali için aynıdır.

Etkili yarı-ömür: Fiziksel ve biyolojik yarı-ömür gözönünde bulundurulduğunda, maddenin vücuttan atılımı için geçen süredir. $T_e = T_p \times T_b / T_p + T_b$

3. Radyasyon türü ve enerjisi: Tanı amacıyla genellikle gama fotonu yayan radyonüklidler kullanılıp, enerjileri 100-300 keV arasında olması yeğlenir. Tanecikli tipte radyasyon yayan ışın etkin maddeler sağaltım amacıyla kullanılır.
4. Yüksek hedef / hedef dışı etkinlik oranı
5. Metabolik uygunluk
6. Denge
7. Farmasötik özellikler
8. Radyonüklid taşıyıcısız olmalıdır. Eğer radyoaktif madde içinde aynı elementin radyoaktif olmayan oluşumları bulunuyorsa, yeterince yalın değildir. Elementin yalnızca radyoaktif atomlarının bulunduğu radyonüklidlere taşıyıcısız adı verilir.
9. Radyonüklid yüksek özgül etkinliğe sahip olmalıdır. Birim kütledeki etkinlik ne denli çoksa özgül etkinlik o denli yüksektir.

En sık kullanılan radyofarmasötikler

Tc-99m perteknetat: Tanı amacıyla en sık kullanılan radyoaktif maddedir. Bu biçimiyle tiroid sintigrafisinde kullanılır. Radyofarmasötikler *Tc-99m* ile işaretlenir.

- Tc-99m DTPA: böbrek sintigrafisi
- Tc99m MDP: kemik sintigrafisi
- Tc99m sülfür kolloid: karaciğer-dalak sintigrafisi

Iyot-131: Tedavi amaçlı, tiroid sintigrafisi. Sağaltım amacıyla en sık kullanılan radyoaktif maddedir. Hipertiroidi ya da tiroid kanseri tedavisinde kullanılır.

Galyum-67: Tümör ve enfeksiyon görüntülemesi

Talyum-201: Miyokard perfüzyon görüntülemesi

Ek bilgiler

- Tanısal nükleer tıp incelemelerinde fetusun aldığı doz genellikle 1 rad'dan azdır.
- Talyum-201 ve I-131 plasentayı geçebilir.
- Fetusun tiroidi ışın etkin iyodu anneninkine göre 6-7 kat çok tutar.
- Sülfür kolloid, DTPA ve makroagregatlar plasentayı geçemezler
- Gebelik süresince alınabilecek radyasyon ölçüsü 0,5 rem'i geçmemelidir.

Onkolojide kullanımı

Tümör görüntülenmesi ya da sağaltımında kullanılabilir.

Urların görüntülenmesinde kullanılan sintigrafik yöntemler

- Kemik sintigrafisi
- Karaciğer sintigrafisi
- Ga-67 tüm vücut sintigrafisi
- I-131 MIBG sintigrafisi
- Lenfosintigrafi
- Monoklonal (tek eşlenikli) antikor sintigrafisi

Radyonüklid tedavinin uygulandığı kötücül hastalıklar

- İyi farklılaşmış tiroid kanseri
- Kötücül (habis) feokromasitoma ve öbürleri
- Nöroendokrin urlar
- Kemiđe sıçramalara (metastaz) bağlı gelişen ağrının hafifletilmesi
- Katı urlarda radyoimmunoterapi

Radyoiyot tedavisi

Tiroid lobuna olan sıçramalar 150 mCi; akkan (lenf) düğümü metastazı 175 mCi; Uzak metastazlar: 200 mCi

I-131 sağaltımından (tedavisinden) sonra görülen karmaşıklıklar

Kısa dönemde görülenler:

- Bulantı, kusma
- Siyaladenit (tükrük bezlerinde yangı), gastrit (mide yangısı)
- Kemik iliği baskılanması
- Metastazlarda ağrı, şişlik, kanamalar (hemoraji)
- Tiroid fırtınası (kalan dokusu fazla olanlarda, işlevsel metastaz varlığında)
- Ses tellerinin felç olması
- Beyinde ödem (beyin metastazı olan olguların sağaltımlarının ardından)
- Hipoparatiroidizm

Uzun dönemde görülenler:

- Radyasyon fibrozu
- Kalıcı kemik iliği baskılanması
- Lösemi
- Dođuştan anormallikler
- Kısırlık
- İkincil çıkabilen urlar

Endokrinde kullanım

Tiroid alımı (tutulumu) incelemesi

İncelemenin özü verilen radyofarmösitiğin belirli bir zamanda tiroid bezince tutulan miktarının yüzde olarak hesaplanmasına dayanır. Bu işlem, I-131, Tc-99m O4, veya I-123 ile yapılabilir.

I-131 tutulum incelemesi

Verilen radyoaktif iyotun element iyot gibi tiroide tutunması ve hormona dönüşmesine dayanır. 4-6 saat açlıktan sonra *1mikroCi/kg I-131* hastaya ağız yoluyla verilir. Aynı oranda etkinlik ölçün (standart) olarak kullanılır. 4. ve 24. saatte hastadan ve standarttan sayımlar

alınır. Uyluk bölgesinden de 4. ve 24. saatte sayımlar alınır. Tiroid tutulum (%): Tiroid üzerindeki sayım-uyluktaki sayım/standattaki sayım işlemi ile hesaplanır.

Yüksek tutulumu olan durumlar:

- Hipertiroidi
- Hashimoto tiroidi'nin erken dönemi
- Antitiroid sağaltımının kesilmesinden sonra görülen geri tepme olgusu (*ing. rebound phenomenon*)
- İyot açlığı

Düşük Tutulum

- Hipotiroidi
- Fazla miktarda iyot veya iyotlu bileşik alımı
- Tiroid hormonu ya da antitiroid tedavi uygulaması
- Subakut (iveğen altı) tiroidit

Tiroid sintigrafisi

Gerekirlik durumları:

- Guatr
- Boyunda dokunularak hissedilebilen kitle varlığı
- Klinik hipo ya da hipertiroidizm
- Tiroidit (tiroid bezinde yangı)
- Dalan guatr olmasından kuşkulanan durumlar
- Tiroid ameliyatı öncesi ve sonrası izleme dönemi
- Tiroidinde ur (kanser) tanısı almış olguların değerlendirilmesi

I-131, I-123, Tc-99m perteknetat, Tl-201 kullanılabilir.

I-131 ile tüm vücut taraması

Ayrımlaşmış tiroid kanser tanısı almış ve ameliyat edilmiş hastaların izleminde kullanılır. Bu inceleme için 4 hafta öncesinden T4, 2 hafta öncesinden de T3 hazırlamaları kesilmeli ve düşük iyotlu diyet uygulanmalıdır. I-131' in ağızdan verilmesinden 24 ve 96 saat sonra boyun bölgesinden ve tüm vücuttan görüntüler alınır.

Paratiroid sintigrafisi

Tc-99m MIBI ile ikili evre sintigrafisi

Tc-99m MIBI'nin i.v. (toplardamardan) verilmesinden 15 dakika ve 3 saat sonra boyun bölgesinden görüntü alınır. 15. dakikada tiroidde de, paratiroidde de tutulum gözlenirken, 3. saatte tiroiddeki etkinlik boşalır, paratiroid patolojisinde ise etkinlik birikimi sürer.

Tl-201-Tc-99m O4 çıkartma sintigrafisi

Tl-201 toplar damardan verilir ve boyundan görüntü alınır. Daha sonra Tc-99m i.v. olarak verilir ve görüntü kayıt edilir. Bilgisayar yardımı ile görüntüler birbirinden çıkarılır. Tl-201, tiroide de, paratiroidde de, Tc-99m O4 ise yalnızca tiroide tutulur.

Böbrek üstü bezi sintigrafisi

- **Böbrek üstü bezi kabuk bölgesi (korteks) sintigrafisi:** I-131 iodokolesterol kullanılır.
- **Böbrek üstü bezi öz bölgesi (medulla) sintigrafisi:** I-131 MIBG kullanılır, hücre içine norepinefrin tutulum düzeneği ile alınır.

Nefroürolojide (böbrek ile boşaltım yollarında) kullanımı

Radyonüklid yöntemler kullanılarak; böbreğin anatomik yapısı, fonksiyonel durumu, GFR (Glomerül filtrasyon hızı), ERPF (renal plazma akımı), böbreklerin rölatif fonksiyonu, veziköüreteral reflü değerlendirilebilir.

Klinik Uygulamalar

- Renal fonksiyon değerlendirmesi
- Obstrüksiyon değerlendirmesi
- Renavasküler hipertansiyon değerlendirmesi
- Renal transplant değerlendirmesi
- Diğer uygulamalar

Klinik Uygulamalar

Renal kortikal sintigrafide daha çok DMSA kullanılır. *Dimerkaptosüksinik asit (DMSA)* plazma proteinlerine sıkıca bağlanır. Çok az bir bölümü ekskrete olduğundan ekskresyon fonksiyonunu değerlendirmek amacıyla kullanılmaz. Renal kortikal dokuda konsantre olur. Verilen doz uzun süre böbreklere lokalize olduğu için böbreklerin aldığı radyasyon dozu yüksektir. En sık olarak üriner sistem enfeksiyonu sonrasında böbrek parankim hasarının değerlendirilmesi ve takibinde kullanılır.

Kardiyolojide kullanımı

Miyokard perfüzyon sintigrafisi; koroner arter hastalığı tanısı, akut koroner sendrom, konjestif kalp yetmezliği ve/veya sol ventrikül disfonksiyonu olan hastaların değerlendirilmesi, yaşlı hastaların değerlendirilmesi gibi durumlarda kullanılabilir.

Talyum-201 veya Tc-99m ile işaretli ajanlar (Tc-99m sestamibi (MİBİ), Tc-99m tetrofosmin) kullanılır.