

GAMA KAMERALAR

Mustafa DEMİR¹**Giriş**

Gama kamera, nükleer tıpta hastanın vücudundan dışarı salınan gama ışınlarını algılayan ve görüntüye dönüştüren önemli bir görüntüleme cihazıdır. 1956 yılında *Hal Anger* isimli araştırmacı çapı 10 cm, sintilatörü NaI(Tl) ve 7 adet PMT'si olan gama kamerayı yapmıştır. Gama kameralar mucidinin adına atfen "Anger Kamera" adıyla da anılmaktadır. Gama kameraların ilk modellerindeki çalışma prensipleri günümüzde üretilen gama kameralarda halen kullanılmaktadır. Bununla birlikte yarı iletken dedektör materyalli gama kameraların yaygınlaşmaya başlamasıyla farklı bir teknoloji ürünü olan gama kameralar da kullanılmaya başlamıştır (Şekil 1).

1. Gama Kameralarda Sistem Komponentleri ve İşleyiş Prensipleri

Radyofarmasötik hastaya uygulandıktan sonra çekim için gama kamerada pozisyonlanır (Şekil 1). Hastadan salınan gama ışınları, gama kamera dedektörünün hastaya en yakın ünitesi olan kolimatöre düşer. Kolimatörün görevi üzerine dik doğrultuda (hollere paralel) düşen ışınları geçirmek, hollere çapraz gelen ışınları durdurmaaktır. Böylece dedektöre pozisyonlanan organların görüntüsü çekilmiş olmaktadır. Kolimatörden geçen ışınlar bir

sonraki komponent olan NaI(Tl) kristaline düşer. NaI(Tl) kristali, gama ışını enerjisi ile kristalden çıkan sintilasyon enerjisi orantılıdır. Kristalden dağınık halde çıkan sintilasyonlar ışık yönlendirici tabakada toplanarak PMT girişindeki fotoemissif bir materyal olan fotokatoda odaklanır. Böylece küçük bir alana yönlendirilmiş olan sintilasyonların gücü artırılmış ışınları görülebilir ışık (ultraviyole) şeklindeki sintilasyonlara (pırıltı) dönüştürür. Bu olayda fotokatoda çarpan gama ışınları elektron koparılmasına neden olurlar. Elektronlar PMT içinde yüksek voltaj etkisi altında hem hızlandırılır hem de sayıları artırılmış olarak tüp çıkışında analog bir sinyale (elektrik akımı) dönüştürülmüş olur (1) (Şekil 2).



Şekil 1. Çift dedektörlü değişken açılı bir gama kamerada sol anterior-posterior oblik çekim pozisyonlaması.

¹ Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp AD., demirm@iuc.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-9813-1628

Uzaysal ayırma gücü, homojeniteye göre daha az sıklıkta bozulur. Homojenitedeki bozulma bu testi de etkiler. Gama kamera dedektörünün uzaysal ayırma gücünün görsel değerlendirmesi için dört bölmeli bar fantom kullanılır. Bar fantomda en küçük aralıklı barlar 2.5-3 mm genişliğinde olup gama kamerada en küçük barların göz ile ayırt edilebilmesi ile ilgili çekim parametreleri oluşturulabilirse ideal şartlar sağlanmış olur.

Uzaysal ayırma testi, intrinsek homojenitenin alınmasına benzer. En önemli fark kolimatörün yerine bar fantomun takılmasıdır. Yine dedektör çapının 5 katı uzağına sayım hızı 20.000'den fazla olmayacak şekilde bir ^{99m}Tc nokta kaynak yerleştirilir. Kristal üzerine de bar fantom yerleştirilir. 140 keV'de % 20 simetrik analizör penceresi açılır. 256x256 veya 512x512 matriste 5 milyon sayım toplanır.

Göz ile ayırt edilebilir en küçük bar aralığı dedektörün uzaysal ayırma gücünü ve çizgilerin doğrusalılığı sistemin lineeritesi hakkında bilgi verir. Lineerite bozukluğu durumunda barların birbirine paralellığı bozulur. Barlar içe veya dışa çökebilir. Bazı durumlarda da barlarda dalgalanmalar görülebilir. Bu durumların hepsi lineerite bozukluğuna işaret eder. Bozuk lineerite düzeltilmeden klinik çalışmalara geçilmesi uygun değildir (7,13).

Kaynaklar

1. Quality Assurance for SPECT Systems. IAEA Human Health Series No. 6, International Atomic Energy Agency Vienna, 2009.
2. National Electrical Manufacturers Association, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) PS 3.1 - 2006, NEMA, Washington, DC (2006).
3. Heller S, Zanzonica P. Nuclear Probes and Intraoperative Gamma Cameras. *Semin Nucl Med.* 2011;41:166-181.
4. Pani R, De Vincentis G, Scopinaro F, et al. "Dedicated gamma camera for single photon emission mammography (SPEM)". *IEEE Trans Nucl Sci.* 1998;45(6):3127-3133.
5. DePuey EG. Traditional gamma cameras are preferred. *J Nucl Cardiol.* 2016;23:795-802.
6. Castro IF. *Small field of gamma cameras*. Doctoral Program Eng. Physics, University of Aveiro, 2010.
7. IAEA Quality Control Atlas For Scintillation Camera Systems. International Atomic Energy Agency Vienna, 2003.
8. More JM, Goodale PJ, Majewski S, Williams MB. Evaluation of Gamma Cameras for Use in Dedicated Breast Imaging. *IEEE Transactions on Nuclear Science.* 2006;53(5):2675-2679. doi:10.1109/TNS.2006.876003
9. Dickerscheid D, Lavalaye J, Romijn L, Habraken J. Contrast-noise-ratio (CNR) analysis and optimisation of breast-specific gamma imaging (BSGI) acquisition protocols, *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging Research.* 2013;3(21):2-9.
10. Rose A. *The visual process. Vision: optical physics and engineering.* Springer US..10, 1974.
11. Cherry SR, Sorenson JA, Phelps M.E. *Physics in nuclear medicine* 4th ed, PA, USA: Elsevier, 2012.
12. Demir M. Gama kameralarda kalite kontrol testleri. *Türk J Nuc Med.* 2001;10(4):217-227.
13. Institute of Physics And Engineering In Medicine, Quality Assurance in Gamma Camera Systems, Rep. 86, IPEM, York, 2003.