

Los estudios tomográficos en medicina nuclear. Tomografía por emisión de positrones (PET) y tomografía por emisión de fotón único (SPECT). Su estado actual en el diagnóstico y perspectivas de uso.

FELIPE GORDON*

La medicina nuclear basa su metodología en el empleo de materiales radiactivos e instrumentación nuclear, que se utilizan para el diagnóstico, la terapéutica y la investigación clínica y tecnológica.

Los materiales radiactivos que se utilizan cotidianamente, son emisores de radiación gamma, y una vez administrados, son incorporados a las vías metabólicas del organismo y, de acuerdo con su constitución química, se distribuyen en sus compartimentos y se fijan en órganos en donde es posible registrar su distribución y los cambios en su concentración en función del tiempo. Los datos que se recogen por medio de la centelleografía, ofrecen información morfológica y funcional. En la práctica, estos métodos son aplicables a una variedad muy extensa de problemas clínicos, en algunos de los cuales la información no es obtenible por otros métodos.

Desde 1953 se ensayó la posibilidad de realizar estudios con radiofármacos emisores de positrones (electrones con carga positiva), para localizar tumores cerebrales^{1,2}. En la última década, gracias a los avances en radiofarmacia e instrumentación electrónica, se han desarrollado dos métodos conocidos como: tomografía por emisión de positrones (PET) y

tomografía por emisión de fotón único (SPECT) los cuales permiten obtener información tridimensional de la distribución de los radiofármacos en el cuerpo.

La tomografía por emisión de positrones está limitada al uso de los radiofármacos emisores de este tipo de partículas. El cuadro 1 se enlistan los radionúclidos emisores de positrones, sus períodos de semidesintegración (vida media) los radiofármacos que los contienen y las indicaciones clínicas para su utilización. Por ejemplo, cuando a un paciente se le inyecta glucosa, principal fuente de energía del cerebro, marcada con un emisor de positrones. Estos, al combinarse con electrones con carga negativa, normalmente disponibles en las células, emiten rayos gamma que se detectan en una cámara de centelleo. Esto permite finalmente obtener información en forma de imágenes, que al mismo tiempo cuantifican la actividad metabólica del cerebro.

El reciente advenimiento de la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) conocida también como tomografía computarizada por emisión ECT, hace posible utilizar los radiofármacos empleados en la centelleografía convencional enlistados en el cuadro 2. Por medio de ella se puede obtener una imagen, en tres dimensiones, de la distribución de una sustancia radiactiva inyectada al paciente al través de una serie de cortes: transaxiales, coronales, sagitales y oblicuos.

*Académico numerario.

Hospital de Especialidades. Centro Médico Nacional, IMSS.

Cuadro 1

Radionúclido	Energía (KeV)	Vida media (min)	Radiofármacos	Uso clínico
Fluor-18	Emisor de positrones	112	F ₂ , NaF, HF Fluorodeoxiglucosa	Huesos. Metabolismo hepático y cerebral
Carbono-11	Emisor de positrones	20	CO, CO ₂ , HCN glucosa, metionina, ácido palmítico, ácido láctico.	Imágenes del hígado, cerebro, miocardio, pulmón. Metabolismo de glucosa.
Nitrógeno-13	Emisor de positrones	10	Acido glutámico. Alanina, N ₂ , NH ₃	Imágenes del cerebro, corazón, páncreas. Metabolismo de aminoácidos.
Oxígeno-15	Emisor de positrones	2	CO, CO ₂ , O ₂ , H ₂ O	Perfusión y ventilación pulmonar. Flujos sanguíneos.

Cuadro 2

Radionúclido	Energía (KeV)	Vida media	Radiofármacos	Uso clínico
Tecnecio-99m	140	6 horas	Pirofosfatos Metildifosfonatos. Macro-coprecipitados p-butil-IDA D.T.P.A. Glucoheptonato Coloide	Infarto del miocardio. Huesos Pulmones, venas. Vías biliares Riñón, cerebro Riñón, cerebro Hígado, linfáticos
Galio-67	93	78 horas	Citrato	Linfomas, Cáncer broncogénico, Lesiones inflamatorias agudas.
Xenón-133	81	5.2 días	Gas ó solución	Ventilación pulmonar, Flujos sanguíneos.
Talio-201	68-80	73 horas	Cloruro	Perfusión miocárdica, Infarto de miocardio
Yodo-123	169	13 horas	Yoduro de sodio. Hipurán	Tiroides Riñones
Indio-111	171-245	2.8 días	Indio-oxina D.T.P.A. Bleomicina	Marcaje de eritrocitos y plaquetas Riñón, cerebro Tumores malignos

Ambos métodos ofrecen posibilidad de cuantificar los eventos, mayor capacidad de detectar lesiones y mejor resolución espacial. Con ellos pueden observarse lesiones hasta de aproximadamente 1 cm. de diámetro.

En un análisis realizado recientemente en la Escuela de Medicina de la Universidad de Texas, se menciona el alto costo de los equipos utilizados para estos estudios (entre 300,000 y 500,000 dólares) y de los radiofármacos. Esto encarece la atención al paciente; así, en el caso de estudios de perfusión del miocardio con Talio-201, el costo individual varía entre 67 y 160 dólares, dependiendo del número de estudios que se realicen por año³.

A pesar de los altos costos, esta metodología se ha desarrollado notablemente en los últimos años y de su uso inicial para estudios cerebrales, ha pasado a cubrir la mayoría de órganos y sistemas del cuerpo. Cada vez son más los departamentos de Medicina Nuclear que cuentan con esta tecnología especialmente en los países llamados industrializados.

En 1979, se describió en Inglaterra uno de los primeros equipos para SPECT⁴, poco tiempo después, comenzaron a describirse en Estados Unidos diferentes aplicaciones de estos métodos: estudios de embolismo pulmonar con Oxígeno-15,⁵ de flujo sanguíneo cerebral con Carbono-11,⁶ de lesiones pancreáticas con aminoácidos marcados con Carbono-11.⁷

Durante los últimos años, en los Estados Unidos y Canadá se han perfeccionado los ejemplos electrónicos^{8,9} y ampliando aún más sus aplicaciones a la reumatología y la cardiología en los E.U.A.;^{10,11} a la hepatología en Japón;¹² a la neurología y neurocirugía en Holanda¹³ y en la República Federal de Alemania.¹⁴ Estos métodos aumentan y complementan el acervo disponible de métodos de diagnóstico por imágenes establecidos; ultrasonografía, tomografía axial computarizada, angiografía digital por sustracción, etc. En nuestro país, todavía no se dispone de ninguno de estos métodos tomográficos con radiofármacos porque no se dispone de la infraestructura necesaria para producir radiofármacos emisores de positrones. Para ello se requiere de la instalación de uno o más ciclotrones. En lo que se re-

fiere a los estudios de tomografía por emisión PET ó SPECT, el futuro luce un poco más promisorio, ya que en los próximos años varios de los servicios de Medicina Nuclear del país podrán contar con el equipo electrónico necesario.

REFERENCIAS

1. BROWNELL, G.L. y SWEET W.H.: *Localization of brain tumors with positron emitters*. Nucleonics 1953, 11:40.
2. RANKOWITZ, S. y ROBERTSON, J.S.; HIGINBOTHAM, W.A.: *Positron scanner for locating brain tumors* IRE Int. Convent. Rec. 1962, 9: 49.
3. MULLANI, N.: *Spect imaging: A question of ethics and economics*. J. Nucl. Med. 1986, 27: 145.
4. JARRIT, P.; ELL, P.; MYERS, M.; BROWN, N. y DEACON, J.: *A new transverse-section brain imager for single-gamma emitters*. J. Nucl. Med. 1979, 20: 319.
5. NICHOLS, A.; COCHAVI, S.; HALES, C.J.; BELLER, G. y STRAUSS, W.: *Resolution rate of pulmonary embolism assessed by serial positron imaging with inhaled 0-15 labeled carbon dioxide*. J. Nucl. Med. 1979, 20: 281.
6. PHELPS, M., HUANG, S.; HOFFMAN, E.; y KUHL, D.: *Validation of tomographic measurement of cerebral blood-flow volume with C-11 labeled carboxyhemoglobin*. J. Nucl. Med. 1979, 20: 328.
7. BUONOCORE, E. y HUBNER, K.F.: *Positron-emission computed tomography of the pancreas: a preliminary study*. Radiology 1979, 133: 195.
8. MUEHLEHNER, G. y KARP, J.: *A positron camera using position-sensitive detectors: PENN-PET*. J. Nucl. Med. 1986, 27: 90.
9. SCHMITT, D., LECOMTE, R. y LE BEL, E.: *Wedge-shaped scintillation crystals for positron emission tomography*. J. Nucl. Med. 1986, 27: 99.
10. COLLIER, D.; JOHNSON, R.P.; CARRERA, G. y ISITMAN, A.: *Chronic knee assessed by S.P.E.C.T.: Comparison with other modalities*. Radiology 1985, 157: 795.
11. MORTON, K.; ALAZRAKI, N.; TAYLOR, A. y DATZ F.: *SPECT Thallium-201 scintigraphy for the detection of left-ventricular aneurysm*. J. Nucl. Med. 1987, 28: 168.
12. KODAMA, T.; WATANABE, K.; HOSHI, H. y JINNOUCHI, S.: *Diagnosis of diffuse hepatocellular diseases using SPECT*. J. Nucl. Med. 1986, 27: 616.
13. VAN ROYNE, E.A.; DE BRUINE, J.F.; HILL, T.C. Y LIMBURG, M.: *Cerebral blood flow imaging with Thallium-201 diethyldithiocarbamate SPECT*. J. Nucl. Med. 1987, 28: 178.
14. KNAPP, W.H.; VON KUMMER, R. y KUBLER W.: *Imaging of cerebral blood flow-to volume distribution using SPECT*. J. Nucl. Med. 1986, 27: 465.