



# Medicina nuclear. Desarrollo histórico e impacto en la salud

Gregorio Skromne Kadlubik\*

Von Hevesy fue el primer científico que pensó en emplear los radionúclidos en el ser vivo. Según se cuenta, se le ocurrió medir el espacio acuoso de los animales experimentales diluyendo el material radioactivo por vía endovenosa, mientras tomaba una taza de café en la cafetería de la universidad en la cual trabajaba. Al diluir el azúcar en su taza, se realizó la conexión inicial que llevó a Von Hevesy al Premio Nobel por introducir esta fantástica tecnología en Biología y Medicina.

Algunos años más tarde, el físico Lawrence, en sus estudios bélicos para el desarrollo de la primera bomba atómica, ofreció a su hermano –el médico Lawrence– yodo radioactivo, con lo cual se iniciaron en rigor los primeros estudios en el hombre, con la lógica aplicación del yodo radioactivo para medir función tiroidea.

Durante más de diez años, lo único que hacían los primeros Médicos Nucleares del mundo, eran pruebas tiroideas rústicas, como la captación de yodo-131 con contadores Geiger-Muller; poco a poco surgieron los primeros radiofármacos: Primero lentamente, Rosa de Bengala-yodo-131 para hígado; hipuran yodo-131 para pruebas dinámicas renales; Neohidrina mercurio-203 para obtener imágenes de riñón, y últimamente, en forma vertiginosa, coincidente y al mismo tiempo resultante del círculo virtuoso, adelantos electrónicos – nuevos, equipos – computación, generadores – nuevos, isótopos radioactivos – nuevos y radiofármacos; de estos últimos, actualmente pasan de 300 los que son útiles en investigación y medicina, y cada día nacen más sin que se observe un tope a esta tecnología.

México está orgulloso por contribuir a este auge de nuevos y originales radiofármacos de aplicación mundial en la actualidad. Un esbozo de este fascinante campo se expondrá a continuación.

## MEDICINA NUCLEAR EN LA ENDOCRINOLOGÍA

El primer radiofármaco, ampliamente utilizado, aún es el yodo-131. Sus facilidades de producción, vida media

adecuada (ocho días) y energía, lo hacen ideal para el uso médico. El radionúclido solo, se emplea para toda la cinética de yodo, y como marcador para un sinnúmero de radiofármacos que se explicaran a lo largo de esta exposición.

El yodo-125, por ser emisor gamma de baja intensidad y de vida media más larga (alrededor de 45 días), se prefiere para estudios en niños y también para marcación de hormonas; actualmente, se determina una larga lista de hormonas por medio del método de radioinmunoanálisis.

Las glándulas endocrinas que pueden ya visualizarse por gammagrafía, y los respectivos radiofármacos que se usan para cada caso, se enumeran a continuación:

- **Pineal.** Con complejo colorante proteico marcado con tecnecio 99 metaestable.<sup>1</sup>
- **Hipófisis anterior (adenohipófisis).** Con complejo estrogénico yodo-131.<sup>2</sup>
- **Hipófisis posterior (neurohipófisis).** Con complejo colorante proteico tecnecio-99 m.<sup>1</sup>
- **Tiroides.** Con yodo-131-
- **Paratiroides.** Con seleniometonina marcada con selenio-75.<sup>3</sup>
- **Páncreas.** Con hipoglisemiente oral tecnecio 99 m.<sup>4</sup>
- **Suprarrenales (corteza).** Con dicloro-difenil-dicloroetano marcado con yodo-131. También para tratamiento de tumores de corteza.<sup>6</sup>
- **Suprarrenales (médula).** Con factor del crecimiento nervioso marcado con yodo-131.<sup>7</sup> También para tratamientos.<sup>8</sup>
- **Gónadas (ovarios en la mujer y testículos en el hombre).** Con complejo estrogénico yodo-131.<sup>2</sup>
- **Aparato yuxttaglomerular de riñón.** Con aminoácidos corteza renal.<sup>9</sup>
- **Tumores hormono-dependientes.** Con complejo estrogénico yodo-131.<sup>2</sup>

\* Jefe del Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Juárez de México.



## MEDICINA NUCLEAR EN URO-NEFROLOGÍA

En la actualidad, prácticamente se cuantifican las diversas funciones renales para formar la orina en forma separada y para cada riñón con los siguientes radiofármacos:

- **Filtración glomerular.** Con sucedáneos de la inulina, v.g. yodotalamato marcado con yodo-131, o secuestro marcado con tecnecio 99 meta-estable.
- **Secreción tubular.** Cuantificable por medio del ácido amino para-yodo-hipurato de sodio (hipurán) marcado con yodo-131.
- **Reabsorción tubular.** Determinable con glucosa radioactiva y visualizada en PET (tomografía de emisión por positrones).
- **Excreción renal.** Medida libremente en orina con tecnecio-99 m iónico.

Además, también es factible medir el flujo sanguíneo renal por separado con el mismo hipurán radioactivo. Las curvas obtenidas por separado en ambos riñones –con detectores apropiados– se conocen clásicamente como renogramas cuando son determinadas con el hipurán yodo-131.<sup>10</sup>

La visualización estática o dinámica de riñones, se realiza desde hace varios años en forma rutinaria: Con Neohidrina-Hg-198 (estática) y con EDTA (secuestro) marcado con tecnecio-99 m, o con indio-113 m (dinámica).<sup>11</sup>

Finalmente, la próstata, testículos, glándulas seminales y aun los tumores renales hormona-dependientes se visualizan con complejo estrógeno-androgénico-131.<sup>2</sup>

## MEDICINA NUCLEAR. MEDICIÓN DE ESPACIOS Y ELECTROLITOS CORPORALES

Las primeras mediciones de espacios acuosos en cadáveres, en investigación por desecación y pesaje, fueron hechas a principios de este siglo y con gran esfuerzo se juntaron seis casos; en la actualidad, suman miles los estudios de espacios corporales *in vivo* realizados gracias a los radionúclidos utilizando el principio de dilución isotópica.<sup>12</sup> Los siguientes espacios y electrolitos intercambiables pueden ser determinados en la actualidad con radionúclidos:

- **Volumen plasmático.** Con albúmina marcada con yodo-131.
- **Masa eritrocítica.** Con cromo-51 (así como la sobrecarga de ellos).

- **Espacio agua total.** Con agua tritiada o antipiridina yodo-131.
- **Espacio intersticial.** Con bromo-87.
- **Espacio intracelular.** Por resta de los anteriores.
- **Na total y permutable.** Con distintos isótopos del Na (v.g. Na-22).
- **K total y permutable.** Con potasio-40 (el natural).
- **Calcio.** Su dinámica total se determina con calcio radioactivo.
- **Hierro.** Toda su dinámica también puede ser estudiada con Fe-59.

En múltiples casos, se hace un estudio multicompartamental que permite conocer espacios y electrolitos del paciente, visto globalmente, y un manejo matemático de aquéllos.<sup>13</sup>

## MEDICINA NUCLEAR EN CLÍNICA CARDIOPULMONAR

Para el estudio cardíaco se cuenta actualmente con los siguientes radiofármacos:

- **Albúmina marcada con tecnecio-99 metaestable.** Para el estudio dinámico de cavidades cardíacas.
- **Pirofosfatos marcados con tecnecio-99 m.** Para el estudio de zonas isquémicas de miocardio.
- **Talio-201.** Para estudio gammagráfico de infarto al miocardio.

Las funciones pulmonares pueden ser estudiadas con radiofármacos específicos: Función ventilatoria con Xenón radioactivo; función percusora con macroagregados de albúmina o de tecnecio 99-m; y función metabólica pulmonar, con agente tensioactivo pulmonar (surfactante), marcado con yodo-131.<sup>14</sup>

## MEDICINA NUCLEAR EN CLÍNICA GASTROINTESTINAL

En aparato gastrointestinal se usan dos grupos de radiofármacos: Uno, para estudios de problemas de absorción que incluye al ácido oleico y la trioleína marcada con yodo-131; y otro para estudios de imágenes de glándulas anexas al aparato digestivo. Este último engloba:

- **Hígado.** Visualizable por gammagrafía en:
  - *Hepatocito y vías biliares con EHIDA marcado con tecnecio 99-m.*
  - *Sistema retículo endotelial (específicamente células de Keuffer con coloide radioactivo).*<sup>15</sup>



° *Flujo sanguíneo hepático con indio-113 metastable iónico.*

- **Bazo.** Se observa con coloide de tecnecio-99 metaestable.
- **Páncreas.** Se obtienen imágenes con seleniometionina marcada con Selenio-79 y mejores imágenes con hipogliceminante oral marcado con yodo-131.<sup>4</sup>

Como se ha visto, no existe área de especialidad médica donde la medición nuclear no permita alguno o varios beneficios, incidiendo en la gran avanzada tecnológica de la física en la medicina moderna.

Con el afán de que las personas que lean este trabajo y deseen información específica sobre alguno de los temas tratados, se pone a su disposición una extensa bibliografía que puede ser de utilidad.

Por falta de espacio se omiten temas de gran interés: Anticuerpos monoclonales radioactivos,<sup>16</sup> apoptosis,<sup>17</sup> o somatomodinas radioactivas,<sup>18</sup> que en este nuevo siglo han tenido una gran explosión en Medicina Nuclear.

#### REFERENCIAS

1. Skromne-Kadlubik G, Ferez A, Celis C. Gammagrafía Glomus Carotídeo. Arch Inst Nac Cardiología 1976; 46: 442-44.
2. Skromne-Kadlubik G, et al. Gammagrafía de hipófisis en el ser humano. Prensa Médica Mexicana 1975; XL(7-8): 213.
3. Sodee DB. Pancreatic scanning. Radiology 1946; 87: 641.
4. Skromne-Kadlubik G, Celis César. Gammagrafía pancreática con un nuevo radiofármaco. Acta Politécnica México 1982.
5. Skromne-Kadlubik G, et al. Review of 100 cases of adrenal scan with DDD-1-131. Inter J Nucl Medic Biology 1975; 2: 83-6.
6. Skromne-Kadlubik G, Celis César. Atrofia selectiva de corteza adrenal con DDD-1-131. Arch Inst Nac Cardiol 1976; 46(1): 42-5.
7. Skromne-Kadlubik G, Celis César. Radioinmunoscan of symphathetic ganglio and adrenal medulla. JUrol 1977; 117: 225-26.
8. Skromne-Kadlubik, G. Celis-César: Centelleografía de la división parasimpática del sistema autónomo. Congreso Internacional Ciencias Fisiológicas. Paris, Francia. Julio (1977).
1. Skromne-Kadlubik, G. et al.: Gamagrafía de la Corteza Renal. Revista Mexicana de Urología (1980).
2. Taplin, G.V.: The sodium Iodohippuratw 1-131 Renocystogram recent advances in Nuclear Medicine. Ed. Croll, M.N. and Brady, L.W., Appelton Century Crofts, N.Y. pag. 20-27 (1966).
3. Gottschalk, A.: Renal scanning. JAMA 202:221, (1967).
4. Moore, F.D.; et. al.: The body cell mass and its supporting environments. Saunders Co. Phila., Pa. (1963).
5. Corsa, et. al.: The measurement of exchangeable potassium in many by isotope dilution. J. Clin. Invest.29:1280-1295, (1950).
6. Skromne-Kadlubik, G.; Col.: Gamagrama pulmonar. Arch. Inst. Nac. Cardiol. Vol. 47, No. 3, p. 294-296. Mayo-Junio (1977).
7. Seminars in Nuclear Medicine. Vol II, No. 2 Part.I: The Liver. April Freeman., L.M. and Blaufox, M.D. (eds.) Grune and Stratton, N.Y. (1972).
8. Skromne-Kadlubik G, Feroza. Cisticercosis of the nervous system. Arch Neurol 1981; 38: 288.
9. Skromne-Kadlubik G, Hidalgo-Rico R. Apoptosis in myocardial infection. Imagen Médica 2009; 22: 04.
10. Skromne-Kadlubik G. Radio sonatomédicas. Rev Hosp Juárez Méx 1995; 62(1): 35-7.