

RADIOISOTOPOS: Algunas Aplicaciones Clínicas

Dr. NESTOR ARREAZA-COLIZZA*

La relativa novedad de los isótopos radiactivos en medicina, bien sea con fines diagnósticos o terapéuticos, ha despertado entusiasmo en muchos médicos y curiosidad en otros, existiendo también quienes los ven con cierto recelo. La actitud de estos últimos, tal vez se deba a la falsa creencia de que el empleo de materiales radiactivos en sus pacientes, significa para estos, necesariamente, la exposición a un riesgo que de ningún modo es justificado o compensado por la utilidad que aportan. Nada más alejado de la realidad que este concepto.

Cuando se establece el empleo de un procedimiento clínico con radioisótopos, es porque se considera como inofensivo para el paciente, pues esto constituye la primera de aquellas cualidades que, como mínimo, debe tener una prueba o empleo de radioisótopos en clínica, para que realmente sea provechoso y se generalice su uso. El método radiosotópico ha de ser inocuo, incruento, fácil de realizar y ofrecer ventajas sobre otros métodos que con el mismo fin puedan existir, o aportar beneficios inobtenibles con otros procedimientos.

Llenando estas condiciones, los radioisótopos son indiscutiblemente útiles en muchos problemas diagnósticos y terapéuticos, y en algunas situaciones su uso constituye, sin duda alguna, el mejor procedimiento.

Lo que sí se necesita tener presente es que, lo mismo que las pruebas de laboratorio clínico, los métodos con radioisótopos también pueden sufrir errores de realización, de técnica o de interpretación. Los resultados que se obtienen de ningún modo constituyen por sí solos un diagnóstico. Es

* Del Hospital Universitario de Caracas, Venezuela.

el médico, el clínico, quienes hacen el diagnóstico, aún en esta hora atómica en que vivimos. Por supuesto, para que merezca confianza la información que aportan los exámenes con isótopos radiactivos, existe el factor de que quien los efectúe esté debidamente capacitado para su ejecución.

Entre los diversos usos clínicos de los radioisótopos (1), existen procedimientos que se consideran como de rutina y otros que cada día se generalizan más y más en su utilización. En general, estos exámenes son realizados con un mínimo de incomodidad y riesgo para el paciente, pudiendo ser llevados a cabo en enfermos ambulatorios.

En los párrafos que siguen se hace una presentación muy somera de algunos de ellos, los considerados como más frecuentemente realizados en la práctica usual.

GAMMAGRAFIA O CINTILOGRAFIA

Entre nosotros, aquí en Venezuela, se han venido empleando indistintamente estos dos términos: cintilografía (2) y gammagrafía (3). Ambos significan lo mismo; se advierte que el término gammagrafía es más correcto, pues hace referencia a los rayos gamma, que son los aprovechados para este tipo de exploración, y además, las raíces etimológicas de la palabra tienen origen igual, son griegas; tal vez por ello es el término utilizado en las publicaciones españolas, francesas, italianas y alemanas. En Inglés, los vocablos equivalentes más usados son: "scanning", "scintiscanning" y "photoscanning".

Todos ellos se refieren al procedimiento que permite analizar, mediante captación externa, la distribución de un isótopo radiactivo en un órgano o tejido, permitiendo así su visualización, lo cual, mediante procedimientos radiográficos, es imposible o más difícil de obtener.

Básicamente el método consiste en administrar al paciente un radioisótopo apropiado por vía oral o intravenosa, y luego, mediante un tubo captatorio de radiaciones que se desplaza automáticamente sobre el área que se explore, se va obteniendo sobre un papel o en una placa radiográfica sensible una imagen, en dos dimensiones, del órgano examinado.

La gammagrafía, además de aportar valiosos datos en el diagnóstico de la presencia de lesiones de ocupación de espacio, en algunas ocasiones suministra también información sobre el estado funcional del órgano explorado. Constantemente está en aumento el número de aplicaciones de este medio diagnóstico radioisotópico, constituyendo ya en muchos casos un procedimiento de práctica usual. En la actualidad ya se hacen gammagramas de la tiroides, el hígado, el cerebro, el riñón, el espacio subaranoideo medular, el bazo, los huesos, los pulmones, la placenta, las paratiroides, el páncreas y el corazón.

RADIOISOTOPOS Y TIROIDES

Está comprobado que las pruebas con yodo radiactivo forman parte importante entre los medios exploratorios de la función tiroidea (4).

El I_{131} es lo corrientemente usado en la ya rutinaria prueba de captación. Esta se realiza usualmente a las 24 horas de haber ingerido el paciente una dosis muy pequeña del radioisótopo. Como regla general, se considera que captaciones por debajo del 15% son compatibles con hipotiroidismo; entre el 20 y el 45% con eutiroidismo y por encima del 50% con hipertiroidismo. Cuando los resultados están comprendidos en los límites de los valores considerados como normales, constituyen los casos que ofrecen mayores dificultades diagnósticas.

En los pacientes que presentan cifras de captación elevada y en quienes el diagnóstico clínico de hipertiroidismo es poco claro, o cuando se trata de tiroides hiperplásicas, para dilucidar si solo son glándulas ávidas de yodo, se puede realizar la denominada prueba de supresión.

Esta consiste en administrarle al paciente T-3 (tri-yodo-tironina) por varios días y repetirle la prueba de captación de I_{131} . En los pacientes eutiroides la cifra de captación bajará sensiblemente en 15% o más con relación a la anterior; en cambio, en los hipertiroideos esta diferencia es mucho menor, pues la captación tiende a permanecer elevada.

Recientemente ha sido demostrado que sin necesidad de administrarle T-3 al paciente, evitándose así los inconvenientes que esto pueda tener, también es posible aclarar con toda certeza la causa de cifras de captación elevada (5). Para ello basta medir la captación residual de I_{131} que aún permanece en la tiroides 8 días después de haber el paciente ingerido la dosis diagnóstica del material radiactivo, y comparar este valor con el obtenido anteriormente a las 24 horas. En los hipertiroideos la cifra de captación a los 8 días es del orden del 20 al 45% más baja, aproximadamente, que a las 24 horas, mientras que en los eutiroides no disminuye más del 10%. La diferencia de los resultados en ambos grupos es atribuida al recambio más rápido del yodo que tienen los pacientes con hipertiroidismo.

Cuando se trata de hipotiroides, existe la prueba de estimulación para diferenciar entre los mixedemas primarios y los secundarios. Para ello se le administra al paciente TSH (hormona hipofisaria tiro-estimulante), antes de repetir la captación de I_{131} . En el mixedema primario la glándula tiroides es incapaz de responder a la TSH, mientras que en el mixedema secundario debido a hipopituitarismo, la tiroides reaccionará a la TSH y captará el I_{131} de un modo casi normal.

Hay también otras exploraciones tiroides con yodo radiactivo, tales como la razón de conversión del I_{131} plasmático y la determinación del P. B. I_{131} absoluto a las 72 horas, siendo este último, en muchos casos, de mayor certeza diagnóstica que la misma prueba de captación (6).

Existen medicamentos que afectan los resultados de la prueba de captación de I_{131} , pero aún así, siempre que se tenga en cuenta esta eventualidad, para entonces esperar un tiempo prudencial antes de efectuar

la prueba, se considera dicho examen como la mejor y más sencilla determinación de laboratorio en la exploración funcional de la glándula tiroides.

Además de las drogas que deprimen la captación de yodo por la tiroides, cuando se van a realizar estas pruebas con I_{131} es necesario descartar también esta alteración provocada por el yodo inorgánico ingerido frecuentemente bajo las siguientes formas: preparados multivitamínicos asociados con minerales, medios de contraste radiográfico, medicaciones tópicas y expectorantes.

Existe una prueba "in vitro" en la cual esta eventualidad de contaminación yódica del paciente carece de influencia en los resultados: es la **prueba de captación de T-3 marcada con I_{131} por una resina**. Para ello solo se utiliza una muestra de sangre del paciente, sin que este tenga que ingerir radioisótopo alguno. En los casos de hipertiroidismo la captación por la resina es mayor del 45%, siendo inferior al 25% cuando se trata de hipotiroidismo.

La **gammagrafía tiroidea** es una de las exploraciones de este tipo más practicadas. Dicho método de examen suministra información acerca del tamaño y forma de la glándula, así como de su posición. Generalmente se hace 24 horas después de haber el paciente tomado una dosis de I_{131} .

Su mayor importancia radica en que revela la existencia de áreas con radiactividad aumentada a disminuida. El gammagrama tiroideo es el único medio diagnóstico incurrente de que se dispone para diferenciar la naturaleza de los nódulos tiroideos. Los denominados nódulos "calientes", es decir, los que captan más yodo radiactivo que el resto de la glándula, desde un punto de vista práctico, casi nunca son de naturaleza maligna. En cambio los nódulos "fríos", o sea aquellos en los cuales la radiactividad está ausente o es reducida, son de naturaleza maligna en un porcentaje importante de ellos.

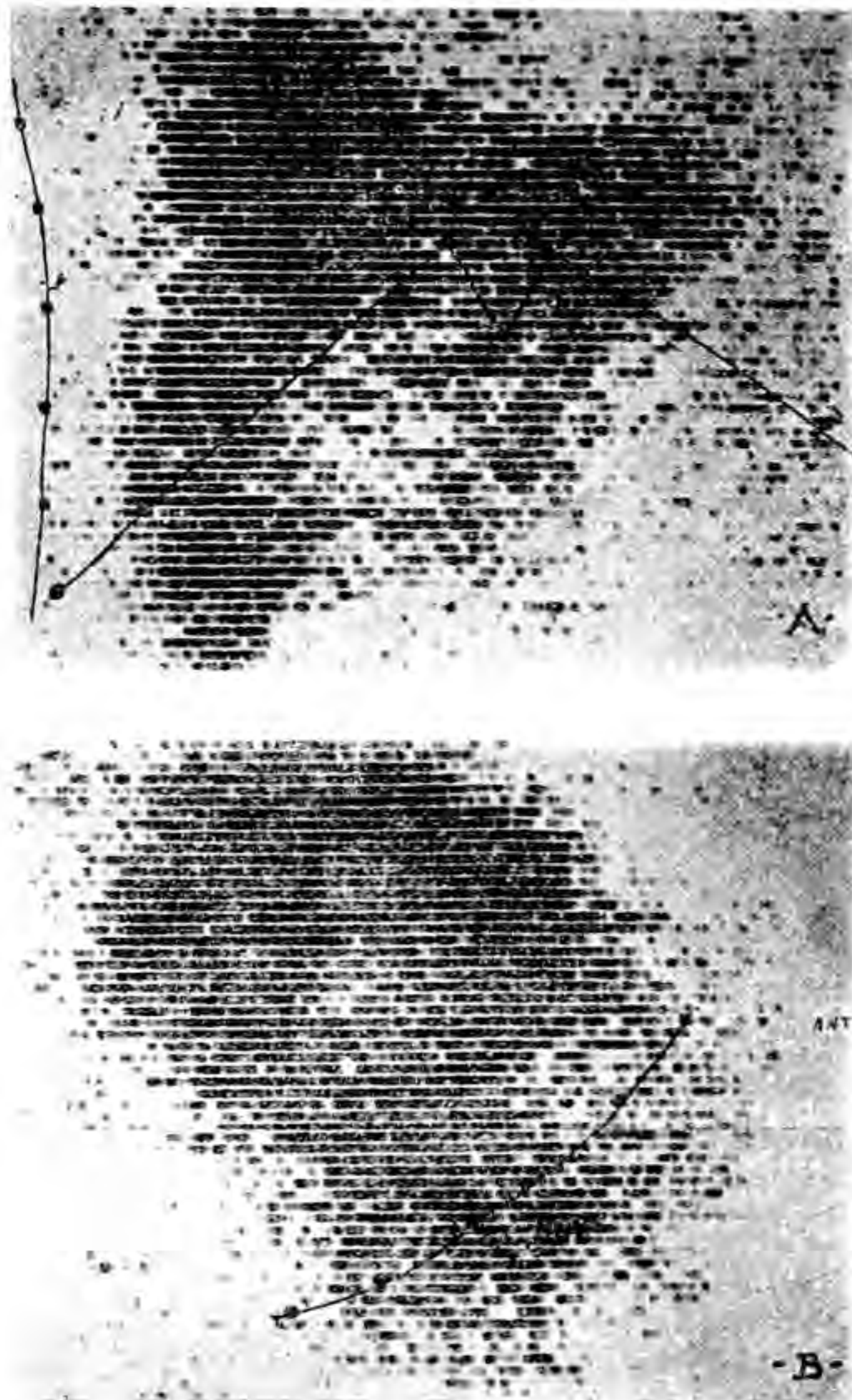
La existencia de tejido tiroideo funcionante fuera de la glándula, también puede ser localizado con este procedimiento diagnóstico. Por ello el gammagrama es usado para diferenciar las tiroides retroesternales de otras masas del mediastino anterior, así como en el despistaje de la existencia de tiroides sublinguales; es de gran utilidad también en la localización de metástasis de carcinoma tiroideo, cuando se trata de tejido metastásico funcionante (7).

El uso del I_{131} en dosis terapéuticas es el procedimiento de elección en el tratamiento del hipertiroidismo (8), especialmente en los casos de bocio tóxico difuso y cuando está contraindicada la cirugía. Las ventajas del yodo radiactivo consisten en que se elimina el riesgo operatorio, el costo para el paciente es menor que el de una intervención quirúrgica y el tratamiento es efectuado con el paciente ambulatorio, sin necesidad de ser hospitalizado.

Generalmente con una o dos dosis es suficiente. Para decidir la posible necesidad de repetir las dosis terapéuticas de I_{131} se debe observar

la evolución clínica ulterior de un cuadro de hipotiroidismo es posible, pero con una terapia sustitutiva se controla esta eventualidad.

En el carcinoma tiroideo el tratamiento de elección es indiscutiblemente quirúrgico, pero si hay depósitos metastásicos activos, estos pueden



GAMMAGRAMA HEPATICO en proyección ántero-posterior (A) y lateral derecha (B) de un paciente con doble absceso hepático.

llegar a ser erradicados con dosis terapéuticas de yodo radiactivo. También este es empleado en la ablación de la glándula tiroides en pacientes eutiroides con angina de pecho irreductible o insuficiencia cardíaca con-

gestiva, con el fin de provocar en el paciente un estado hipometabólico. Con ello se obtiene una evidente mejoría en la sintomatología y una prolongación de la vida en un porcentaje significativo de pacientes (9).

R I Ñ O N E S

El radiorenograma o renograma radioisotópico (mal e injustamente llamado en Venezuela prueba de Winter), es la aplicación de isótopos que permite determinar cualitativamente la intensidad del flujo sanguíneo renal (10) y la capacidad de drenaje de los riñones por separado, de un modo incruento, sencillo, rápido e inocuo.

Para su ejecución basta inyectar por vía intravenosa una sustancia marcada con I_{131} (orto-yodo-hipurato de sodio) que se elimina rápida y selectivamente por los riñones, y con unos tubos captatorios de radiactividad colocados en la espalda del paciente a nivel de los riñones, se obtienen unas curvas que traducen importante información sobre el funcionalismo renal.

Esta prueba es de gran utilidad para seguir la evolución de los trastornos funcionales así como obstructivos del riñón, y muy especialmente para evaluar la existencia de posibles lesiones renales unilaterales, por lo cual es muy usado en la investigación de la hipertensión arterial de posible origen renal.

El gammagrama renal permite determinar la presencia en los riñones de lesiones parenquimatosas localizadas (infartos, quistes, isquemias, tumores), así como también informa sobre el estado funcional del parénquima renal, constituyendo de este modo un procedimiento exploratorio incruento y objetivo, útil en los estudios urológicos (11, 12).

H I G A D O

Existen diversas pruebas con radioisótopos para explorar la función hepática y para diferenciar los varios tipos de ictericia. Para ello se emplea el Rosa de Bengala marcado con I_{131} , que es depurado en la sangre por las células poligonales del hígado y excretado por la bilis.

Algunas de dichas pruebas son tan sencillas que basta la simple captación con un dispositivo colocado externamente en determinadas regiones del cuerpo, para obtener así la curva de desaparición de dicho colorante marcado, sin necesidad de practicar venipuncturas repetidas al paciente y los resultados que se obtienen, ha sido demostrado, son equivalentes (13).

La exploración radioisotópica del hígado más usada es, sin duda alguna, la gammagrafía hepática. Con este procedimiento se visualiza la glándula, permitiendo entre el 80 y el 90% de los casos determinar la existencia de lesiones de ocupación de espacio (abscesos, tumores, quistes), así como también permite apreciar la forma, tamaño y posición de la glándula, suministrando en ocasiones información que ayuda en el diagnóstico de trastornos funcionales del parénquima hepático. Con el gam-

magrama es posible evaluar el estado de regeneración de la glándula después de tratamientos médicos, punciones, resecciones y apreciar la respuesta a la irradiación o a la quimioterapia de las metástasis hepáticas (14).

También está indicado el gammagrama hepático en el diagnóstico diferencial de los dolores del cuadrante superior derecho del abdomen, así como de las masas abdominales, llegando a ser casi imprescindible en la evaluación preoperatoria de pacientes con historia de neoplasia, para descartar la existencia de posibles metástasis hepáticas.

C E R E B R O

Uno de los grandes aportes de la medicina nuclear a la neurología ha sido la gammagrafía cerebral. Constituye esta un procedimiento inocuo y totalmente incruento que hace posible revelar la presencia de lesiones intracerebrales de ocupación de espacio, estando indicada su realización preferiblemente antes de proceder a efectuar una angiografía o una neuroencefalografía, para eliminar así el riesgo y el traumatismo que implican para el paciente estos procedimientos radiográficos (15).

Con el gammagrama cerebral es dable también evaluar los efectos de la radioterapia o de la quimioterapia, siendo útil además para el control postoperatorio. En combinación, la gammagrafía y la angiografía cerebrales dan hasta un 94% de positividad cuando se trata de tumores (16).

P L A C E N T A

La localización del sitio de inserción de la placenta mediante el empleo de isótopos radiactivos, está comprobado que constituye un método inocuo, incruento y rápido, sin ningún riesgo para la madre y el feto, pues la dosis de radiación que reciben es menor que con cualquier exploración radiológica equivalente (17). El placentograma radioisotópico es de gran valor en el diagnóstico diferencial de las pérdidas sanguíneas, de posible aparición durante el tercer trimestre del embarazo, al descartar la eventual existencia de una placenta previa.

Para la ejecución del placentograma basta la administración endovenosa de una dosis mínima de seroalbúmina humana radioyodada (R.I. H.S.A. ¹³¹) o de glóbulos rojos marcados con Cr₅₁ y minutos después determinar, mediante un tubo captatorio que se va colocando sobre diversos sitios del abdomen, el punto de mayor radiactividad, el cual indicará el nivel donde se encuentra inserta la placenta.

S A N G R E

En el diagnóstico diferencial de las anemias también existen aplicaciones de los radioisótopos. Así, para el diagnóstico de las anemias hemolíticas, es de valor la determinación del **Tiempo medio de supervivencia de glóbulos rojos** (18) marcados con Cr₅₁. Normalmente este valor fluctúa entre 20 y 26 días, siendo mucho menor en las anemias hemolíticas, cuando pueden llegar a alcanzar solo 5 días.

Mediante la prueba de absorción de vitamina B₁₂ marcada con cobalto radiactivo, es posible descartar la existencia de una anemia perniciosa, al poder determinar si existe deficiencia en la absorción de vitamina B₁₂ por falta del factor intrínseco (19). Para ello basta la administración por vía oral de una dosis mínima de vitamina B₁₂ marcada con Co₅₇, y determinar luego el porcentaje de radioactividad que se elimina por la orina durante las 24 horas que siguen a la administración del material radiactivo. Normalmente esta cantidad es mayor del 8 a 10%.

Util en el estudio de las anemias hipoplásticas es la determinación, mediante el Fe₅₉, del tiempo medio de depuración del hierro plasmático, el cual en estos casos está aumentado por encima de 1 a 2 horas que se consideran como de tiempo normal (20).

Pero entre los estudios hematológicos con radioisótopos, el más utilizado es la medición del volumen sanguíneo circulante, lo cual es muy importante conocer en ciertos casos, especialmente en pacientes que van a ser sometidos a intervenciones quirúrgicas con el fin de saber si tienen una volemia normal, para entonces corregirla en caso necesario, o evitar transfusiones innecesarias, y el paciente llegue al acto quirúrgico en buenas condiciones para tolerar la agresión a que va a ser sometido (21).

El procedimiento es de los más sencillos, pues solo consiste en la inyección intravenosa de una cantidad muy pequeña de seroalbúmina humana radioyodada (R.I.H.S.A.₁₃₁) o de glóbulos rojos marcados con Cr₅₁ y extraerle luego al paciente, a los 10 minutos, una muestra de 10 cc. de sangre de una vena del pliegue del codo, cuya radioactividad es luego determinada y comparada con la dosis administrada.

En lo referente a la terapéutica en trastornos hemáticos, está comprobada la eficacia del fósforo radiactivo en el tratamiento de la Policitemia vera (22). Puede que haya discrepancia de criterios, pero las estadísticas indican que se produce un aumento en la prolongación de la vida de aquellos pacientes tratados con P₃₂.

ABSORCION INTESTINAL

La prueba de absorción de vitamina B₁₂ marcada con Co₅₇, citada antes, sirve también para determinar la posible existencia de síndromes de malabsorción intestinal, en los cuales la absorción de vitamina B₁₂ estará disminuida, aún al efectuar la prueba, administrando conjuntamente factor intrínseco; en estos casos, la radioactividad eliminada en la orina de 24 horas será menor del 8% de la dosis administrada.

También la insuficiencia del intestino para absorber en forma adecuada las grasas, puede ser determinada cuantitativamente empleando trioleína, marcada con I₁₃₁ (23). A tal fin se analiza, bien sea la radioactividad eliminada por las heces, o la existencia en la sangre del paciente, horas después de ingerida la dosis adecuada. Con esta prueba se puede demostrar además la posible existencia de insuficiencia pancreática.

RESUMEN

Es preciso tener en cuenta la importancia del adecuado empleo de los radioisótopos en la práctica médica, los cuales ofrecen una serie de ventajas que vienen a llenar vacíos en el arsenal diagnóstico y terapéutico de que se dispone actualmente.

La gammagrafía constituye un método exploratorio que suministra datos sobre ciertos órganos, tales como el hígado, la tiroides y el cerebro, obteniéndose información inalcanzable o más difícil de adquirir con otros procedimientos existentes.

Para la glándula tiroides los radioisótopos constituyen el medio más práctico para el examen de su función y de su estructura, y para corregir sus estados de hiperfuncionamiento.

Así mismo los isótopos radiactivos son medios valiosos en la exploración de las funciones renales y hepáticas, del sitio de inserción placentaria, así como en el estudio de las anemias y de la absorción intestinal.

Estas aplicaciones, que han sido sucintamente descritas en esta oportunidad, representan solo una reducida muestra de los múltiples empleos de los radioisótopos, cuyas aplicaciones son cada día más provechosas, y las cuales indudablemente aumentarán.

BIBLIOGRAFIA

1. ARREAZA C. NESTOR: Medicina nuclear: definición y utilización. *Acta Méd. Venez.* 14: 110-113, mar. - abr., 1967.
2. RIVERO G. M.: La cintilografía en el diagnóstico. *Acta Méd. Venez.* 11: 335-343, sep. - oct., 1964.
3. CASTILLO C. G. y MERENFELD R.: Gammagrafía hepática. Valoración clínica de los métodos usados en 37 casos. *Arch. Hosp. Vargas* 7: 215-238, 1965.
4. DE VENANZI F., COLL GARCIA E., GERARDI A.: Exploración funcional de la glándula tiroides. *Acta. Méd. Venez.* 10: 85-94, sep. - oct., 1963.
5. PIMENTEL E., AREVALO G., POSNER I.: Differential diagnosis of patients with high twenty-four hour thyroid radioiodine uptakes. *J. Clin. Endocr. & Metab.* 26: 789-790, jul., 1966.
6. VERA V. R.: Yodo radiactivo y tiroides. *Gaceta Méd. de Caracas* 72: 23-65, ene. mar., 1964.
7. RIVERO G. M.: Yodo radiactivo (I_{131}) en el diagnóstico y tratamiento del cáncer tiroideo. *Acta Méd. Venez.* 13: 397-427, sep. - oct., 1966.
8. SILVER S.: *Radioactive isotopes in medicine and biology.* Ed.: Lea &Febiger, Philadelphia, 2nd Ed., 1963, p. 107

9. STORAASLI J. P. y SCHOENIGER E. L.: Thyroid ablation with I_{131} in euthyroid cardiac patients. *Radiology* 74: 810, 1960.
10. DORE E. K., TAPLIN G. V. y JOHNSON D. E.: Current interpretation of the Sodium iodohippurate I_{131} renocystogram. *JAMA* 185: 925-932, 1963.
11. PANTALEO G. M.: La cintilografía en el diagnóstico de las enfermedades renales. *Rev. Venez. Urología* 17: 143-170, ene.-junio., 1965.
12. IZENTARK J. L., BURDEN J. J., MARDIS H. K.: Clinical indications for kidney scanning. *JAMA* 188: 136, April 13, 1964.
13. NORDYKE R. A.: Radioiodinated rose bengal in liver and biliary tract function testing. *Gastroenterology* 39: 258, Aug. 1960.
14. WAGNER H. N., McAFEE J. G., MOZLEY J. M.: Diagnosis of liver disease by radioisotope scanning. *Arch. Internal. Med.* 107: 324, March, 1961.
15. McAFEE J. G., TAXDAL D. R.: Comparison of radioisotope scanning with cerebral angiography and air studies in brain tumor localization. *Radiology* 77: 207, 1961.
15. McAFEE J. G., TAXDAL D. R.: Comparison of radioisotope scanning with cerebral in the diagnosis of intracranial tumores. En *Scintillation Scanning in Clinical Medicine* J. L. Quinn (ed.). Pub.: W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1964, p 183.
17. THAIDIGSMAN J. H., SCHULMAN H.: Placenta localization using radioactive I_{131} tagged human serum albumin. *Obstet. & Gynec.* 13: 757-763, N° . 5, 1964
18. LAJHA L. G.: *The use of Isotopes in Haematology*. Pub.: Blackwell Scientific Pub., Oxford (England), 1965, p. 25.
19. ADAMS J. F., SEATON D. A.: Reproducibility and reliability of the Schilling test. *J. Lab. Clin. Med.* 58: 67, 1961.
20. HALEY T. J.: *Methods for applying radioisotopes to hematological problem*. En *Nuclear Hematology* E. Szirmay (ed.) Pub.: Academic Press, New York, 1965, p. 15.
21. RIVERO G. M., BAQUERO G. R.: MAZZIOTTA M. R.: Determinación del volumen sanguíneo con albúmina sérica humana marcada con yodo radiactivo. Su importancia en cirugía. *Bol. Soc. Venez. Cirugía* 17: 77-94, ene.-junio, 1963.
22. FIEDS T., SEED L.: *Clinical Use of Radioisotopes*. Pub.: Year Book Pub., Inc., Chicago, 2nd. Ed., 1961, pp. 203-209.
23. BERKOWITZ D., CROLL M. M.: SHAPIRO B.: Evaluation of radioisotopic triolein techniques in the detection of steatorrhea. *Gastroenterology* 42: 572, May. 1962.