

# Cintigrafía Dinámica del Flujo Sanguíneo Cerebral

Dr. Néstor Arreaza-Colizza \*

Ante todo es necesario aclarar que el término "cintigrafía" se emplea para denominar el método que permite obtener imágenes de órganos o tejidos, mediante trazadores radiactivos, utilizando una cámara de centelleo. Es éste un aparato que dispone de un detector fijo, en contraste con los gammágrafos lineales convencionales; en estos últimos el detector es móvil, dando origen a lo que se ha venido llamando "gammagrafía" o "cintilografía". La gammagrafía solo sirva para realizar exámenes estáticos; en cambio, con la cintigrafía es posible efectuar estudios tanto dinámicos como estáticos.

El presente trabajo se refiere a la "cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral", también llamada "cintigrafía dinámica cerebral". Con este procedimiento se obtienen imágenes sucesivas del paso de un bolo radiactivo a través de la red vascular de los hemisferios cerebrales (Maynard, 1969), haciendo así posible la localización de lesiones indetectables con la cintigrafía estática, o con la gammagrafía, del cerebro; además, se logra una mejor interpretación de las imágenes obtenidas con estos estudios estáticos.

Las técnicas de exámenes dinámicos con radionucleidos fueron iniciadas muy recientemente, en forma simultánea, en Canadá (Rosenthal, 1966) y EE. UU. de A. (Powell, 1966). En Venezuela fue el Dr. Luis Soto-Pirela quien comenzó a emplearlas en 1967 en el "Centro Médico de Occidente" en la ciudad de Maracaibo. Luego se comenzaron a utilizar en 1970 en el Hospital Privado "Centro Médico de Caracas", y en 1971, en el "Centro de Radioisótopos" de la Universidad de los Andes, en Mérida.

## DESCRIPCION

La cintigrafía del flujo sanguíneo se funda en que prácticamente todo el trazador radiactivo permanece en el interior de las estructuras vasculares durante

---

\* Hospital Universitario de Caracas y  
Hospital Privado "Centro Médico de Caracas".

su paso inicial por el interior de las mismas, y por ello, la aparición de áreas anormales de radiactividad en esos momentos, indica la existencia de alteraciones vasculares (Burke, 1968).

El trazador empleado es el Tecnecio-99m en forma de pertecneciato de sodio ( $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ ), obtenido de un generador constituido por una columna de Molibdeno-99, mediante elución con solución salina al 9%.

El Tecnecio-99m, con vida media física de 6 horas, y una emisión monoenergética de rayos gamma de baja energía, solo 140 Kev., es actualmente el radio-nucleido ideal como trazador, pues permite una colimación eficiente, y hace posible el empleo de dosis relativamente altas, con muy baja radiación para el paciente y para el personal técnico; se origina así un alto número de cuentas o desintegraciones, lo cual disminuye las posibilidades de errores estadísticos, y permite obtener imágenes de una resolución satisfactoria.

La dosis generalmente utilizada es de 10 a 15 milicurios, la cual debe estar contenida en un volumen reducido de la solución a inyectar, preferentemente menor de 3 ml.

El paciente no requiere preparación alguna para la ejecución de la cintigrafía dinámica. Sin embargo, como siempre esta prueba debe ir seguida de la cintigrafía estática cerebral convencional, se le administran al paciente 200 miligramos de perclorato de potasio por vía oral, 1 a 4 horas antes de la inyección del trazador, con el fin de reducir la captación del pertecneciato de sodio por los plexos coroides, y así evitar la acumulación de radiactividad en esos sitios, lo cual puede interferir la adecuada interpretación de las imágenes cintigráficas.

El instrumento empleado es una cámara de centelleo; este aparato consta de un detector fijo, con un cristal de yoduro de sodio de 28 cm. de diámetro adosado a 19 tubos de centelleo; mediante circuitos electrónicos apropiados, se forman señales luminosas en un tubo de rayos catódicos, las cuales son posible fotografiar con exposiciones sucesivas de 3 segundos cada una.

Para la realización del examen, se aplica el cabezal-detector de la cámara de centelleo contra la cara anterior, o la cara posterior, de la cabeza del paciente; éste puede estar en posición sentada o acostada. Al momento de inyectar el trazador rápidamente en una vena antecubital, se comienza a obtener, durante 20 a 24 segundos, una serie de fotografías de las imágenes que se van formando en el tubo de rayos catódicos.

## **INTERPRETACION**

De la serie de cintifotos que se obtienen, generalmente bastan 3 de ellas para interpretar los resultados (Figura 1).

Normalmente, durante los 9-12 primeros segundos se logra la imagen de lo que corresponde a la fase arterial. Allí se pueden ver los trayectos de las arterias carótidas internas, la zona del círculo de Willis, los territorios de las arterias cerebrales medias a ambos lados, y el complejo de las cerebrales anteriores en la línea media.

Inmediatamente después sigue una imagen algo semejante a la anterior, aunque un poco más difusas las zonas de radiactividad, lo cual se considera como la fase capilar o parenquimatosa (Handa, 1972).

Finalmente, a los 12-15 segundos, o a los 15-18 segundos, ya se establece la denominada fase venosa, destacándose el seno longitudinal superior, las zonas vasculares de las cerebrales medias y las venas yugulares; cuando se obtiene la vista posterior de la cabeza, aparecen los senos transversos y sigmoideos continuándose en las respectivas venas yugulares.

Se consideran como alteraciones patológicas (Meschan, 1971) la presencia de aumento o disminución de radiactividad en ciertas áreas, con respecto a zonas contiguas, o con los sitios correspondientes del lado opuesto de la cabeza (Cuadro 1).

#### Cuadro 1

### CINTIGRAFIA DINAMICA CEREBRAL

(Flujo sanguíneo)

#### ALTERACIONES

---

#### A. Asimetría

##### 1. Aumento del trazador en un lado:

###### a) Con disminución rápida:

Malformaciones arteriovenosas y aneurismas.

###### b) Con aumento mantenido:

Meningiomas y hemangioblastomas.

##### 2. Disminución del trazador en un lado:

Accidentes cerebro-vasculares.

Hematomas subdurales.

Ventrículos laterales aumentados.

Quistes de desarrollo, aranoideos y porencefálicos.

#### B. Desplazamiento.

##### 3. Desviación del complejo cerebral anterior:

Tumores.

##### 4. Separación bilateral de las áreas de las cerebrales medias:

Hidrocefalia.

---

Adaptado de: Meschan y col.: Radiol., 100:623, Set. 1971.

En los accidentes cerebro-vasculares, tanto oclusivos como hemorrágicos, el trazador radiactivo suele aparecer disminuido del lado afecto durante las 3 fases del examen; sin embargo, a veces durante la fase venosa puede aparecer un aumento de radiactividad del lado lesionado, lo cual ha sido explicado por haber un aumento local de la vascularización producido por anoxia o acidosis, o por aporte de la circulación colateral (Figuras 2 y 3).

Los hematomas subdurales dan un defecto periférico de radiactividad, el cual persiste durante toda la prueba (Figura 4); a veces esta imagen puede estar enmascarada por la radioactividad aumentada en alguna contusión del cuero cabelludo.

Los meningiomas y los hemangioblastomas (tumores mesodérmicos), aparecen como zonas de radiactividad aumentada en la zona de la lesión durante todas las etapas del examen (Figura 5).

Los aneurismas y las fístulas arteriovenosas se manifiestan como zonas con radiactividad aumentada durante la fase arterial únicamente, las cuales se aclaran durante la fase venosa.

Con otros tipos de tumores (neuroepiteliales, ectodérmicos y embrionarios), el aumento o disminución de la radiactividad es variable; lo mismo sucede con los tumores metastásicos. En estos casos será la cintigrafía estática, efectuada momentos después, la que aportará valiosa información diagnóstica.

Cuando existen ventrículos laterales aumentados de tamaño o quistes de desarrollo, aracnoideos o porencefálicos, debido a su menor vascularización que el tejido cerebral normal, es posible que aparezcan como zonas con radiactividad disminuida.

Por el contrario, lesiones de la bóveda craneana, tales como enfermedad de Paget, fractura, displasia fibrosa, hiperostosis, tumores óseos, osteomielitis y lesiones del cuero cabelludo, pueden dar áreas de radiactividad aumentada.

A veces es factible observar una desviación del complejo cerebral anterior ocasionada por la presencia de un tumor. Las hidrocefalias son capaces de provocar la separación bilateral de las áreas de radiactividad correspondientes a las arterias cerebrales medias.

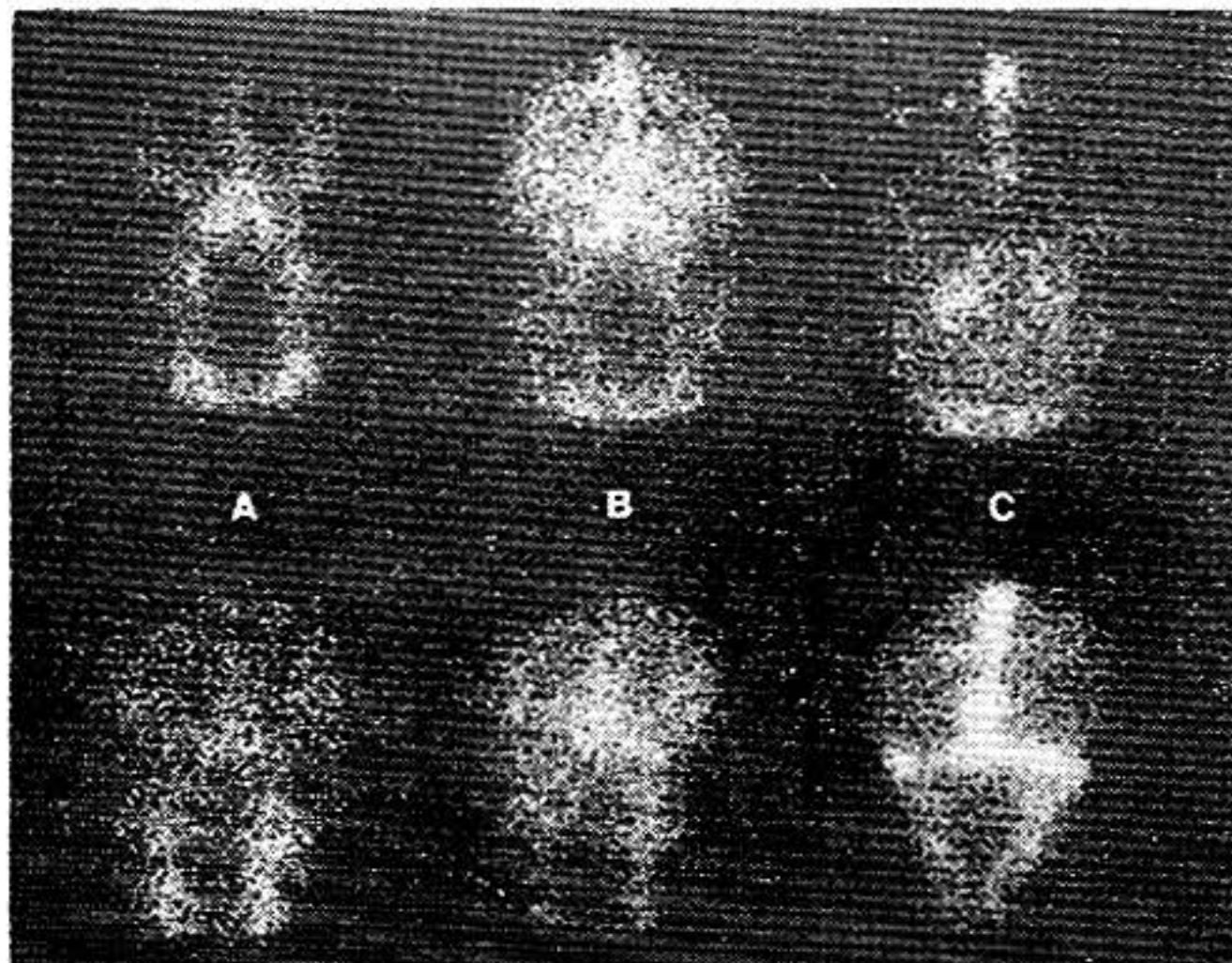
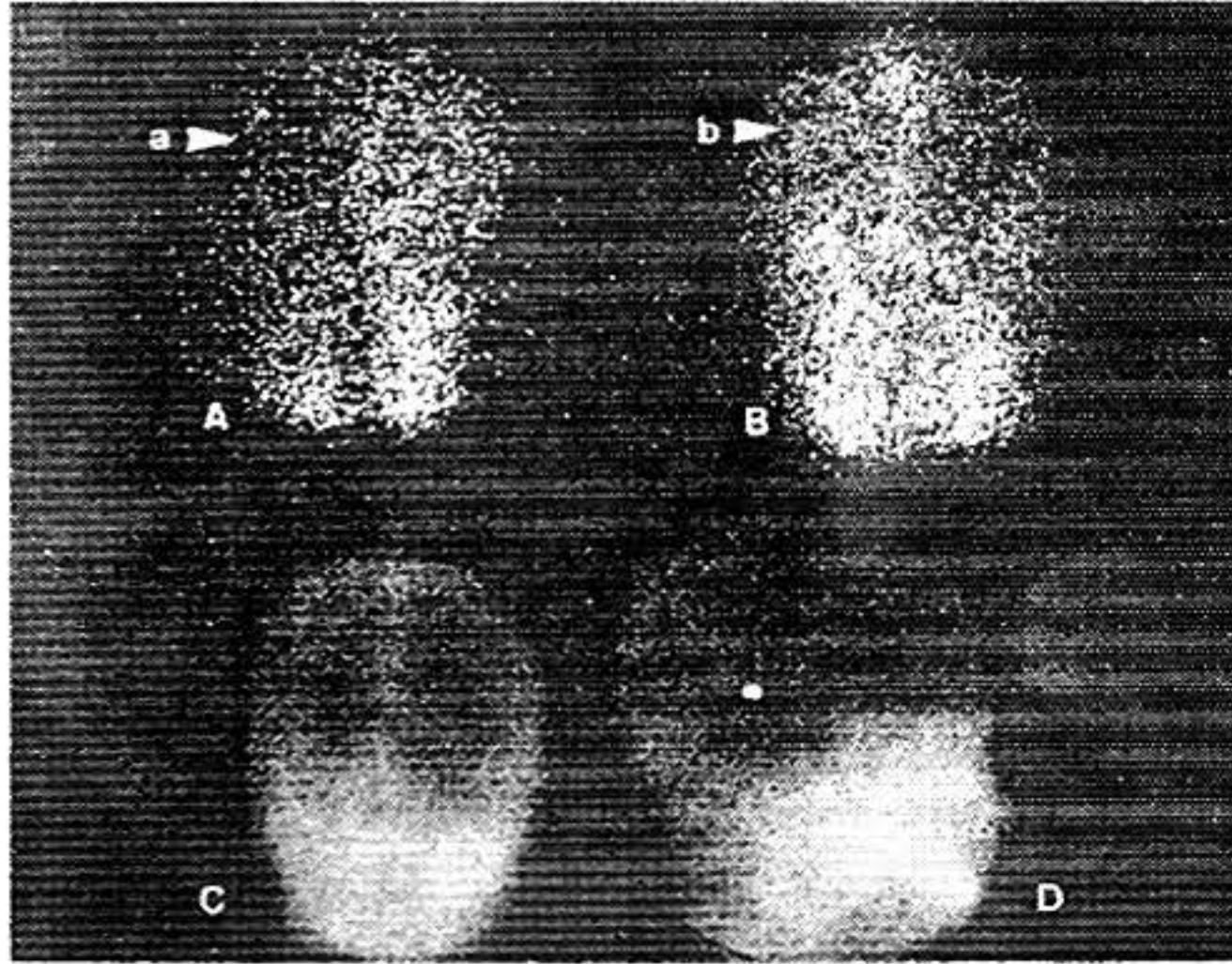


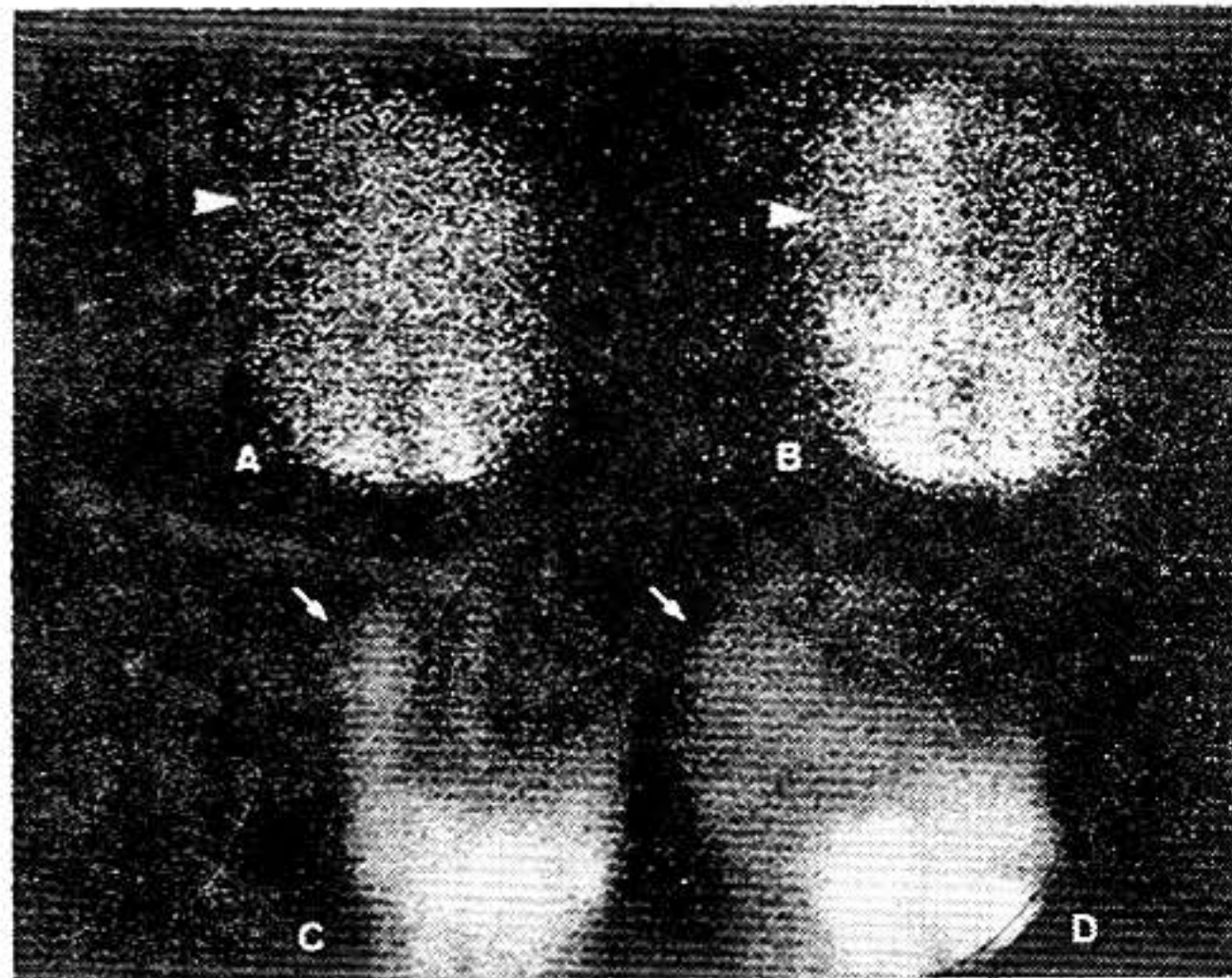
FIGURA 1

CINTIGRAFIA DINAMICA NORMAL DEL FLUJO SANGUINEO CEREBRAL. A, fase arterial; B, fase capilar; y C, fase venosa. En la fila superior, imágenes obtenidas en la vista anterior de la cabeza; en la fila inferior, las vistas posteriores.



**FIGURA 2**

INFARTO DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA DERECHA. Exámenes practicados al 3º día de iniciada una hemiparesia izquierda. A y B, fases arterial y venosa, respectivamente, de la cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral: radiactividad disminuida (a) durante la fase arterial en el lado derecho, apareciendo luego aumentada (b) durante la fase venosa. C y D, vistas anterior y lateral derecha, sin anomalías, de la cintigrafía estática cerebral efectuada una hora después.



**FIGURA 3**

INFARTO DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA DERECHA. Exámenes practicados al mismo paciente de la figura 2, 12 días después del accidente agudo. A. y B, las fases arterial y venosa de la cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral, se presentan iguales que en el examen anterior. C y D, la cintigrafía estática cerebral, vistas anterior y lateral derecha, ya se hizo positiva, pues muestra una zona anormal de hipercaptación del trazador en el territorio de la arteria cerebral media derecha.

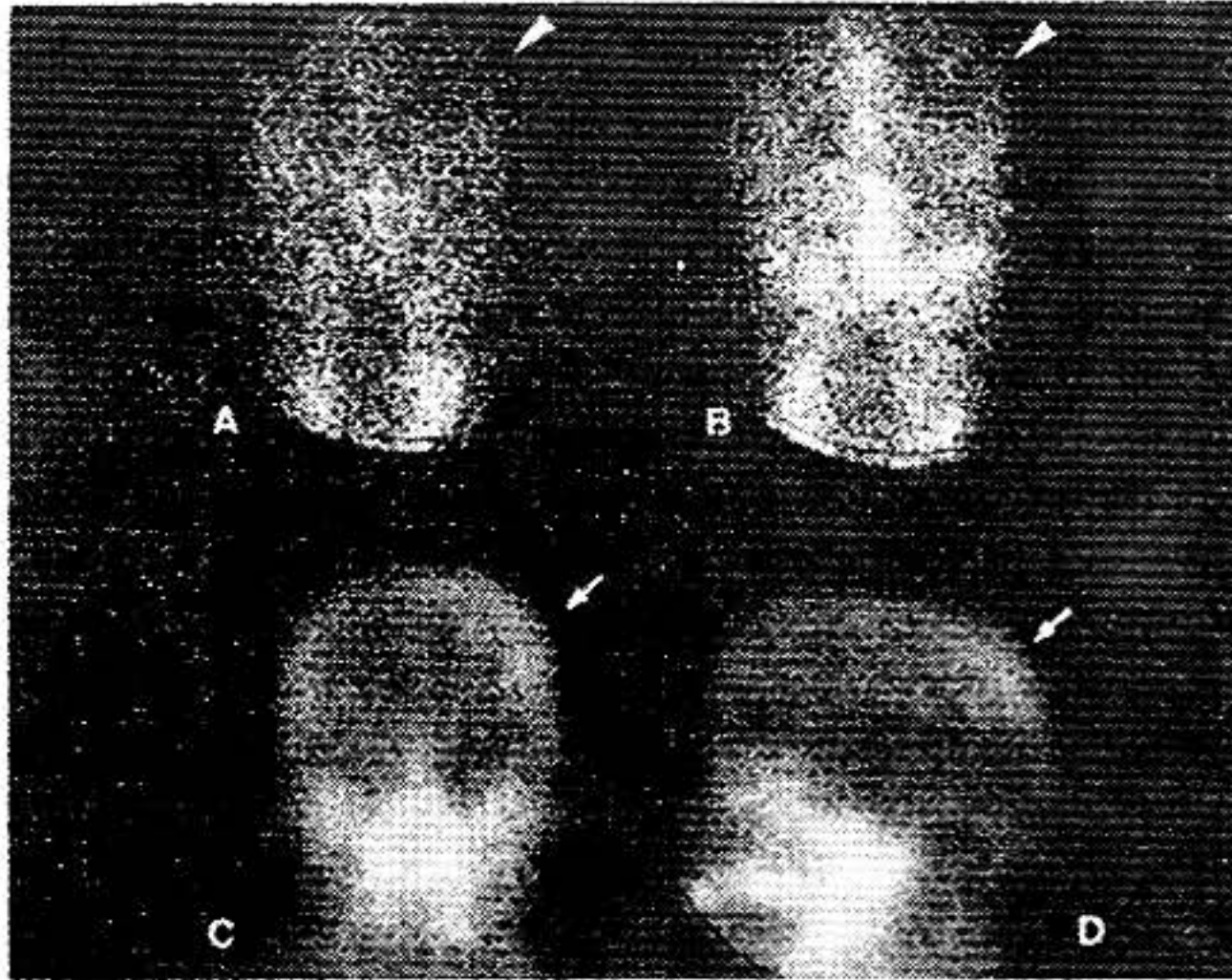


FIGURA 4

HEMATOMA SUBDURAL. Zona con defecto de captación hacia la parte periférica del hemisferio izquierdo, tanto durante la fase arterial (A), como en la venosa (B) de la cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral. En la cintigrafía estática se observa: C, vista anterior: hipercaptación del trazador hacia la parte superior del hemisferio izquierdo; y B, vista lateral izquierda: zona en forma de casquete con captación aumentada.

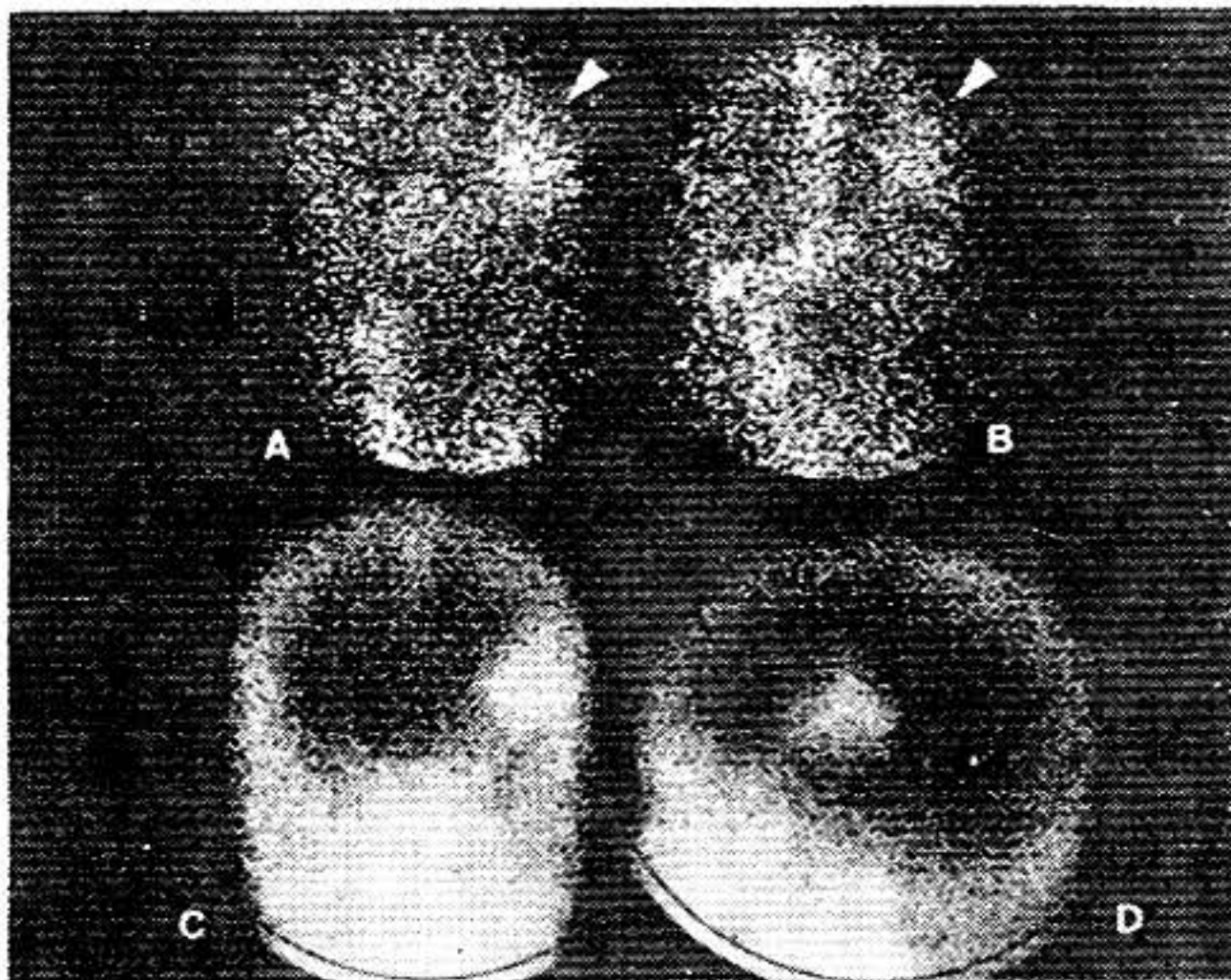


FIGURA 5

MENINGIOMA EN LA REGION TEMPORO-PARIETAL IZQUIERDA. En la cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral la vascularización aumentada aparece tanto durante la fase arterial (A), como en la venosa (B). Si se tratase de una malformación arteriovenosa, la zona de hipercaptación aparecería durante la fase arterial únicamente, para desaparecer durante la fase venosa. En la cintigrafía estática cerebral, es evidente la imagen de la lesión, tanto en la vista anterior (C), como en la lateral izquierda (D).

En los sujetos de edad avanzada, arterioescleróticos, o en los pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva, la llegada del trazador está retardada en algunos segundos, y además, se pierde algo de la nitidez de la imagen de la fase arterial (Handa, 1972).

La cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral es seguida de la realización de la cintigrafía estática cerebral convencional, la cual es efectuada de 1 a 3 horas después de inyectado el trazador para el estudio dinámico. A fin de obtener una mayor eficiencia, estos exámenes deben ser interpretados conjuntamente. Por ejemplo, cuando la cintigrafía dinámica es normal y la estática es positiva a la existencia de lesión, muy probablemente se trata de un tumor, más que de un accidente cerebro-vascular. En cambio, si el estudio dinámico resulta alterado y la cintigrafía estática es normal, hay mayor posibilidad de que se trate de un infarto cerebral recién iniciado (James, 1971); algunos días después, al repetir los exámenes, tanto la cintigrafía dinámica como la estática mostrarán la existencia de la lesión (Figuras 2 y 3).

Para ayudar a alcanzar una mejor interpretación de estos estudios, el médico tratante, al solicitar les sean efectuados a sus pacientes, es conveniente que informe sobre el cuadro clínico del enfermo, aunque sea suministrando un breve resumen de la sintomatología clínica y del momento de su comienzo, así como también de los resultados de otros exámenes complementarios, tales como el electroencefalograma.

En el Cuadro 2 han sido esquematizadas las interpretaciones que pueden obtenerse de las cintigrafías dinámica y estática en diversas afecciones cerebrales en las cuales son de valor diagnóstico estos exámenes con radionucleidos.

## **EFICIENCIA**

La efectividad del procedimiento también debe ser estimada de acuerdo con los resultados de las cintigrafías dinámica y estática consideradas en conjunto.

En los accidentes cerebro-vasculares de todo tipo, estos exámenes con Tecnecio-99m como trazador, han resultado positivos a la existencia de lesión en 49 casos sobre 86 (Rosenthal, 1970) y otros comunican una efectividad de 31 en 47 pacientes (Moses, 1972). Cuando se trata de oclusión vascular cerebral, la efectividad de los exámenes combinados ha llegado a ser del 100% en 72 casos (Rosler, 1970).

En el diagnóstico de los tumores cerebrales, la cintigrafía dinámica poco ha añadido a la efectividad de la cintigrafía estática (Rosenthal, 1970), siendo ésta última de alrededor de 84% en todo tipo de tumores (O'Mara, 1971). Cuando se trata de meningiomas y malformaciones arterio-venosas, la eficiencia de estos dos procedimientos combinados es mucho mayor, llegando al 92% en 32 casos de meningiomas y al 100% en 21 pacientes con malformaciones arterio-venosas (Handa, 1972).

Por el contrario, es muy escasa la información que aportan al diagnóstico en los casos de isquemia cerebral transitoria (Rosenthal, 1970).

Cuadro 2

**CINTIGRAFÍAS DINÁMICA Y ESTÁTICA CEREBRALES  
INTERPRETACION CONJUNTA**

Cintigrafía dinámica cerebral. (Flujo sanguíneo)		Cintigrafía estática cerebral	
	Normal	Zona aumentada	Zona disminuida
Normal	Normal	Tumores en general. (excepto: mesodérmicos)	
Zona aumentada	Con fase venosa aumentada.  Con fase venosa disminuida	Meningiomas y hemangioblastomas. Algunos T. Metastásicos.  Malformaciones A-V y Aneurismas.	Ventriculos laterales aumentados. Quiistes de desarrollo, aracnoideos, porencéfálicos.
Zona disminuida	Con fase venosa algo aumentada a veces.	Hematomas subdurales. T. metastásicos.  A.C.V.: Infartos (2a: a 4: semana) Hemorragias (desde 1: semana)	

## VENTAJAS

La cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral llena cabalmente las condiciones que debe poseer todo procedimiento diagnóstico con radionucleidos, y por consiguiente, tiene las ventajas que ello implica: es un método totalmente incruento, inócuo y sencillo, que suministra información valiosa, complementado la obtenida mediante otros procedimientos. En el Cuadro 3 se puede apreciar que las dosis de radiación absorbida por diversos órganos (Hine, 1970) están muy por debajo de las dosis máximas consideradas internacionalmente como inocuas.

Como desventaja se puede decir que carece de total efectividad en todos los casos, según quedó expuesto anteriormente; y también, que las imágenes que se obtienen, nunca ofrecen la nitidez de un estudio radiográfico bien realizado.

Cuadro 3

### CINTIGRAFIA CEREBRAL

#### DOSIMETRIA

Organos	Dosis estimadas de radiación absorbida * Rads/15 mCi $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$	Dosis máximas permisibles Rems/3 meses
Cerebro	0,09	7,5
Colon	2,00	7,5
Estómago	0,30	7,5
Gónadas	0,60	2,5
Hígado	1,05	7,5
Riñón	0,15	7,5
Tiroides	0,15	15,0
Todo el cuerpo	0,30	2,5

\* Hine, J.: J. Nucl. Med., 11:468, 1970.

## INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Desde un punto de vista práctico, la cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral está indicada en aquellos casos en que realmente suministra una información útil para el diagnóstico; tales son, primordialmente:

a) En los cuadros de accidentes cerebro-vasculares, por su gran eficiencia cuando hay oclusión vascular. En los casos de ruptura vascular, solo en las hemorragias intracerebrales y hematomas subdurales puede aportar información diagnóstica, pues en las hemorragias subaracnoideas y epidurales, generalmente da resultados negativos.

b) Es de gran valor en el diagnóstico de las malformaciones arterio-venosas y de los aneurismas, así como para caracterizar la vascularización de algunos tipos de tumores.

El procedimiento carece de contraindicaciones, ya que puede ser efectuado en cualquier tipo de paciente, y como se dijo antes, es absolutamente inócuo e incruento.

## **C O N C L U S I O N E S**

Entre las valiosas contribuciones que la Medicina Nuclear ha dado a los medios diagnósticos modernos, la cintigrafía dinámica del flujo sanguíneo cerebral es uno de los más importantes, siendo considerado como un examen de rutina (Meschan, 1971) a ser efectuado antes de la cintigrafía cerebral, por su gran contribución al diagnóstico de los accidentes cerebrovasculares, malformaciones arteriovenosas y tumores cerebrales.

## **R E F E R E N C I A S**

Burke, G., Halko, A.: "Cerebral blood flow studies with sodium pertechnetate Tc-99m and the scintillation camera". J.A.M.A., 204:319-324, 19 April 1968.

Handa, J.: "Dynamic aspects of brain scanning". Pub.: University Park Press, Baltimore, U.S.A., 1972.

Hine, G. J., Johnston, R. E.: "Absorbed dose from radionuclides", J. Nucl. Med., 11:468-469, July 1970.

James, A. E.: "Refresher course", 57th Scientific Assembly, The Radiological Society of N. A., Nov. 28 - Dec. 3, 1971, Chicago, U.S.A.

Maynard, C. Douglas; "Studies of cerebral blood flow". En: "Clinical Nuclear Medicine". Pub.: Lea & Febiger, Philadelphia, U.S.A., 1969.

Meschan, I., Lylle, W. P., Maynard, C. D., Cowan, R. J.: "Statistical relationship of brain scans, cervicocranial dynamic studies, and cerebral arteriograms". Radiology, 100:623-629, Sept. 1971.

Moses, D. C., James, A. S., Strauss, H. J. Wagner, H. N.: "Regional cerebral blood flow estimation in the diagnosis of cerebrovascular disease". J. Nucl. Med., 13:135-141, Feb. 1972.

O'Mara, R. E., Mozley, J. M.: "Current status of brain scanning". Semin. Nucl. Med., 1:7-30, Jan. 1971.

Powell, M. R., Anger, H. O.: "Blood flow visualization with the scintillation camera". J. Nucl. Med., 7:729-732, Oct. 1966.

Rosenthal, L.: "Applications of the gamma-ray scintillation camera to dynamic studies in man". Radiology, 86:634-639, April 1966.

Rosenthal, L., Martín, R. H.: "Cerebral transit of pertechnetate given intravenously". Radiology, 94:521-527, March 1970.

Rösler, H., Huber, P., Hesse, M.: "Serienszintigraphische Befunde beim Schlaganfall". Schw. med. Wchnschr., 100:1401, 1970 (citado en: Handa, 1972).

Apartado Postal 61514,  
Caracas 106, Venezuela