

VII

EL NEUMOGAMAGRAMA EN EL EMBOLISMO PULMONAR

Por el Dr. J. GÓMEZ DE TERREROS

FUNDAMENTOS Y TECNICAS

Aplicado por primera vez al hombre en 1963, se consigue tras la inyección intravenosa de una dosis de 100 a 200 microcurios de macroalbúmina humana cuyas partículas tienen un diámetro entre 100 y 200 microns, marcadas habitualmente con I^{131} , y, ocasionalmente, con Tecnecio 99. Estas partículas, al ser inyectadas, se diluyen en forma homogénea con la sangre, sin difundir el espacio extravascular, y se expanden en los campos pulmonares en cantidad proporcional al flujo de cada zona, según se pudo demostrar de forma experimental. Debido a su diámetro, las macromoléculas quedan atrapadas en la red capilar pulmonar, lo que permite captar su emisión radiactiva en las distintas zonas proporcionalmente a la perfusión que existe en ellas. Estas partículas persisten atrapadas durante una a diez horas, al cabo de las cuales, como demostraron HALPERN y colaboradores en 1956, son fragmentadas por los fagocitos en partículas de menor tamaño que escapan a la circulación sistémica, siendo captadas por los órganos ricos en células del S.R.E., tales como el hígado y el bazo. A las veinticuatro horas no queda resto radiactivo en los pulmones y el «Scanning» puede ser repetido.

La imagen del despliegue radiactivo en el pulmón puede ser obtenida mediante dos procedimientos:

El primero, o Scintigrafía de movimiento, proporciona una imagen mediante el barrido de un detector sobre el área-problema. La información es recogida punto por punto sucesivamente, e impresa por transformación en intensidad luminosa de la energía que llevan los fotones incidentes. Como se utilizan unos sistemas de detección que canalizan y localizan la radiación a partir de determinado plano, se obtiene una especie de mapa de la actividad correspondiente, sobre todo a este plano. Es como una Tomogamagrafía.

El segundo proceder de obtención es con los sistemas fijos. Aquí la cabeza detectora es grande; ve simultáneamente todo el área de exploración. Como no se focaliza la radiación, se lee toda la actividad en profundidad.

El «Scanning», con el primer proceder, tiene como ventaja que se pueden detectar con mayor nitidez lesiones pequeñas si coinciden con el plano focal. (Este plano tiene un espesor de 3 cm.) El tamaño de la imagen es más real (similar a una radiografía habitual de tórax) y proporciona mejores relaciones anatómicas y, por lo tanto, de localización lesional.

Entre los inconvenientes están: el mayor tiempo de obtención y la imposibilidad de realizar fácilmente la cuantificación de los datos.

La gamacámara tiene como ventaja la mayor rapidez y eficiencia en la obtención de imágenes de espesor, así como la posibilidad de realizar estudios digitales y dinámicos. Es, por su mayor rapidez, más cómoda para el paciente.

Los inconvenientes son que las imágenes obtenidas hay que amplificarlas, las relaciones son difíciles de precisar y proporciona una menor resolución de la imagen en planos determinados.

ACCIONES TOXICAS

Los mecanismos de actuación tóxica son teóricamente tres:

- 1) La posible acción antigénica de la molécula de albúmina en el hombre.
- 2) La obliteración de pequeños capilares y arteriolas que pueden conllevar a un incremento notable de la presión en el círculo menor, peligrosa sobre todo en los pacientes con insuficiencia cardiorrespiratoria.
- 3) El riesgo de la radiación. La experiencia ha demostrado que los accidentes consecutivos a la acción antigénica no se producen. Con respecto a la acción obstructiva, TAPPLING y WAGNER han demostrado en el perro que es necesaria una dosis 5.000 veces superior a la administrada en el hombre para provocar alteraciones hemodinámicas. El margen de seguridad es, pues, considerable. El riesgo de la radiación, utilizando el I^{131} , se centraría sobre todo en el tiroides. Esto se anula bloqueando previamente el tiroides con yodo. Los peligros del «Scanning» pulmonar son nulos.

INCONVENIENTES TECNICOS

Quiero señalar dos inconvenientes técnicos que en varias ocasiones han entorpecido la exploración del enfermo, sobre todo en los primeros momentos, cuando, como veremos, el «Scanning» pulmonar puede prestar sus mejores servicios. Uno de ellos es que el paciente debe mantenerse en decúbito supino, prono o lateral, durante un período de media hora como mínimo, en cada posición, sobre todo si utilizamos el gamagrafo modelo H. STAMM, de velocidad de barrido lento. Esto obliga, en ocasiones, a suspender la exploración, debido a la incapacidad del paciente para resistirla. Por ello comenzamos a efectuarla en la proyección más adecuada para analizar la zona sospechosa. En este sentido es preferible la gamacámara, que obtiene el registro con mayor rapidez.

Otra dificultad estriba no ya en el orden médico, sino en el de la ingeniería sanitaria. El hospital debe estar estudiado para que el enfermo grave pueda ser trasladado al laboratorio de Medicina Nuclear sin dificultad. Esto, en ocasiones, nos ha impedido el llevar a efecto, en los primeros momentos, exploraciones scintigráficas.

El tercer inconveniente es ya de orden administrativo. El uso de M.A.A. requiere la existencia de un almacenaje, de duración limitada. La posibilidad de contar siempre y en cualquier momento con macromoléculas, tiene como contrapartida desperdiciar continuamente cantidades más o menos grandes de material radiactivo. Esto encarece enormemente la exploración.

ESTUDIOS REALIZADOS

En el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Central del Aire, dirigido por el Teniente Coronel, Dr. D. JUAN GÓMEZ LÓPEZ, y en colaboración con el Comandante Médico, D. R. FERNÁNDEZ MADARIAGA, y el Capitán Médico, D. J. S. BAS RO-

DRÍGUEZ, se ha efectuado el estudio de 13 casos de probable embolia pulmonar. Estos casos fueron explorados por los dos procedimientos antes descritos. La etiología del émbolo era de cinco casos post-tromboflebiticos, y en el resto en sujetos con grados más o menos acentuado de insuficiencia cardíaca congestiva.

En ninguno de nuestros casos se pudo realizar la exploración precoz de la embolia por ser impracticable el traslado del enfermo, en graves condiciones, al departamento de Medicina Nuclear. Hubo cuatro enfermos con síndrome clínico compatible con embolia pulmonar, que fallecieron sin este estudio por las dificultades señaladas como dependientes de la arquitectura sanitaria.

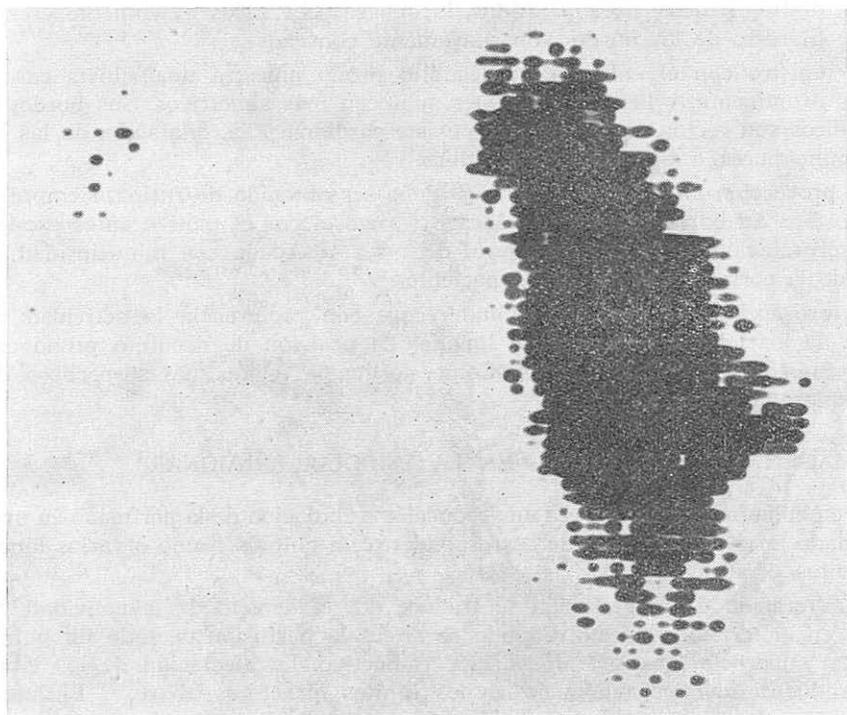


FIG. NÚM. 56. CASO NÚM. 48.—*Embolismo pulmonar recurrente en enfermo con cardiopatía coronaria e infarto miocárdico antiguo.*—Una semana antes de la gamagrafía sufre embolismo pulmonar con infarto basal dcho. No hubo shock ni alteración del ECG importantes. Buena tendencia clínica evolutiva. Fallece repentinamente por otro accidente embólico cinco días después del neumogamagrama. Este demuestra una anulación casi completa del riego pulmonar dcho. y varios defectos corticales izquierdos.

En tres enfermos hubo de interrumpirse la exploración al no soportar durante largo tiempo la posición de decúbito.

En tres casos, los hallazgos scintigráficos se implicaban con patología susceptible de provocar imágenes de falla radiactiva en el lugar de probable localización embólica, por lo que la scintigrafía no pudo ser valorada.

En cuatro casos, la exploración se realizó tras un período de 3-4 meses del síndrome, y la imagen no encontró alteración de la perfusión.

Sólo, pues, en tres casos obtuvimos imágenes claramente compatibles con embolia pulmonar. Estos fueron explorados entre los 15 y 40 días después de la

aparición del síndrome. La figura 56 (caso 48) muestra un caso típico. Otras se muestran en el capítulo de radiología, para mejor valoración.

La correcta valoración de la imagen debe ser efectuada, tras el conocimiento de la imagen scintigráfica normal; de las circunstancias que pueden alterarla y la imagen del tromboembolismo pulmonar.

LA IMAGEN NORMAL

Obtenida en decúbito supino, se aprecia un área central sin radiactividad correspondiente a la silueta cardíaca y mediastino superior. Los bordes inferiores, diafragmáticos, no son nítidos, lo que se debe a los movimientos respiratorios. El resto de los bordes son suavemente convexos.

El registro con el enfermo en decúbito prono muestra una silueta cardíaca menos prominente, y los dos pulmones aparecen más simétricos. Sus bordes mediastínicos son rectos, excepto cuando existe cardiomegalia, dilatación de las arterias pulmonares o una adenopatía hiliar.

La proyección lateral del «Scanning» debe ser obtenida de rutina, siempre que sea posible. Su borde inferior es cóncavo y rugoso, por el motivo antes expuesto. La interpretación de la imagen lateral debe ser efectuada con minuciosidad, asegurando la correcta colocación del paciente.

La proyección del decúbito supino recoge con preferencia la actividad radiactiva de los lóbulos superiores y llingula. La posición de decúbito prono capta la dependiente del lóbulo inferior. Como norma, la región más sospechosa debe ser explorada primero.

LA IMAGEN DEL «SCANNING» EN LA EMBOLIA PULMONAR

La embolia pulmonar provoca una reducción o anulación de la perfusión en un determinado territorio. Este puede corresponder a un pulmón, a uno o varios lóbulos, segmentos o subsegmentos.

La alteración de la perfusión se traduce por el defecto de la actividad radiactiva en el territorio afecto. Cuando se altera la perfusión de todo un pulmón, su total superficie mostrará un silencio radiactivo. La afectación de los lóbulos no traducirá idéntico fenómeno en los límites que éstos abarcan. El inferior derecho es el que con más frecuencia está implicado. La oclusión de ramas segmentarias se traducen en el «Scanning» como fallas de superficie cóncava en los bordes periféricos, en ocasiones con morfología de cuñas de base externa.

La veracidad etiológica de estos últimos hallazgos fue estudiada por HAMPTON y CASTLEMAN, quienes, además, explicaron que, en ocasiones, eran lesiones residuales de viejos procesos embólicos en áreas con circulación colateral inadecuada para restituir la normalidad de la zona. En ocasiones, la anulación funcional no es completa y se muestran sólo como áreas indicadoras de menor perfusión, por su pobre contenido radiactivo. Las lesiones pueden ser únicas o múltiples. Las lesiones con diámetro inferior a 2 ó 3 cm. no son detectables.

INTERPRETACION DE LA IMAGEN

Para interpretar correctamente un «Scanning» en caso de embolismo pulmonar hay que tener en cuenta:

- 1.º Localización de la lesión.
- 2.º Estudio de su tamaño.

3.º Valoración de la patología coexistente.

4.º Tiempo transcurrido desde el comienzo del cuadro clínico hasta la obtención de la imagen.

1.º Es indicativo de embolismo pulmonar, en caso de cuadro clínico coherente, las imágenes de ausencia de radiactividad en cualquier zona parenquimatosas y las lesiones cóncavas de los bordes periféricos. Para que el médico especialista en Medicina Nuclear pueda orientar con la proyección adecuada el estudio de la zona sospecha, deben remitírsele los datos de probable localización obtenidos por previo estudio clínico-radiológico. La mejor apreciación de la ausencia de actividad radiactiva en una determinada posición, nos indica con relativa seguridad el territorio afectado, según podemos deducir de lo indicado al hablar de la imagen normal.

2.º El tamaño de la lesión nos orienta sobre el calibre de la rama ocluida.

3.º La patología coexistente puede enmascarar la imagen o provocar errores diagnósticos; por ello conviene recordar las alteraciones que pueden provocar una reducción parcial o total de la radiactividad registrada. Las imágenes de reducción total de radiactividad, aparte de la embolia pulmonar, pueden estar provocadas, entre otras causas, por bullas pulmonares, cánceres bronquiales, malformaciones, ausencias congénitas de la arteria pulmonar, secuestro pulmonar, abscesos de pulmón y derrames pleurales extensos (Tow). La imagen de reducción parcial puede aparecer en procesos pulmonares crónicos, como la neumopatía crónica tuberculosa, cáncer bronquial y las alteraciones funcionales u orgánicas del lecho vascular pulmonar.

Debido a la frecuencia con que la embolia pulmonar sucede en pacientes con afectación del lecho vascular pulmonar, para la justa valoración del «Scanning» en estos casos, es imprescindible conocer las alteraciones que sufre. En los casos de hipertensión venocapilar, como los consecutivos a estenosis mitral o al fallo ventricular izquierdo, se altera la normal distribución del flujo sanguíneo pulmonar, encontrándose aumentado en los vértices y disminuidos o ausente en las bases, alteración que persiste incluso cuando el paciente adopta la posición erecta. Este fenómeno fue investigado y puesto en relación con la presión auricular izquierda, primero en 1960 por DOLLERY y WEST y, posteriormente, en 1966 por FRIEDMAN y BRAUNWALD. El predominio de flujo en los vértices también se produce en los casos de hipertensión pulmonar reactiva a los «Shunts» izquierdo y derecho, y en los pacientes con hipertensión pulmonar primaria.

Ciertas malformaciones cardíacas, como la tetralogía de FALLOT y el «Ductus Arteriosus», provocan una distribución preferencial de la corriente hacia el pulmón derecho.

En las cardiopatías con «Shunt» derecho-izquierdo se produce una fuga de partículas de la circulación sistemática. Algo similar ocurre en la transposición completa de los grandes vasos sin comunicación interventricular. En estos casos se observa una disminución global de la radiactividad pulmonar, pero el escape puede ser detectado por la presencia anticipada de las partículas radiactivas en los órganos ricos en células del S.R.E.

Estos síndromes deben ser investigados con estudio radiológico y clínico previo. En este tipo de enfermos, la interpretación de la imagen nos dejaría siempre algo insatisfechos.

Por el contrario, la total normalidad radiológica y la ausencia de los síndromes citados en presencia de un cuadro clínico y scintigráfico coherente con la embolia pulmonar, tiene un valor diagnóstico decisivo.

El tiempo transcurrido desde que se produjo el cuadro clínico hasta la exploración isotópica, es de valor primordial. Experimentalmente se demuestra que el «Scanning» pulmonar detecta una falla en el registro inmediatamente después de producirse la embolia, aun cuando sólo se hayan producido sutiles cambios microscópicos, que no adquieren caracteres macroscópicos hasta pasadas cuatro horas. Durante este período, los cambios no son aparentes de manera directa en la placa radiográfica; hasta las veinticuatro o cuarenta y ocho horas no habrá modificaciones en ellas. Si, por otra parte, la valoración de las alteraciones enzimáticas requieren determinaciones seriadas en tres o cuatro días sucesivos, y los cambios electrocardiográficos no son específicos o pueden encontrarse enmascarados, los únicos tests valorables con garantía inmediatamente después del accidente embólico son el «Scanning», el angiograma pulmonar y la medida del espacio muerte fisiológico que se encuentra notablemente aumentado.

La práctica del estudio angiográfico pulmonar en los primeros momentos tiene como inconveniente que la arteriografía, para ser demostrativa, necesita un gran volumen de inyección, pues de lo contrario quedarían sin demostrar zonas de amputación vascular, lo que explica la discordancia de los hallazgos, ya que, en ocasiones, frente a un arteriograma pulmonar aparentemente normal obtenido con economía de contraste, el «Scanning» muestra una zona no perfundida. Por otra parte, es bien conocido que los pacientes con hipertensión pulmonar toleran más la inyección de contraste radioopaco. No permite la arteriografía el estudio evolutivo, al no poder ser repetida con la facilidad e inocuidad del «Scanning», que nos refleja la historia natural del embolismo con respecto a la revascularización y permite valorar las recurrencias.

La medida del espacio muerte fisiológico se ve imposibilitada por la gravedad del enfermo, que lo hace técnicamente inviable.

Concluimos, pues, que el «Scanning» pulmonar es un hermoso, sencillo e inocuo proceder en el diagnóstico precoz de la embolia pulmonar.

El factor tiempo sigue acuciando. La embolia pulmonar sin infarto puede ser disuelta en un período que varía entre tres días y una semana, sobre todo en enfermos en los que no coexisten enfermedades cardio-respiratorias. Esto ha sido comprobado por HEBERT mediante estudios radiológicos selectivos, y por QUINN mediante gammagrafía. Ambos autores pusieron de manifiesto cómo en este período se iba produciendo la revascularización al mismo tiempo que el dintel de dehidrogenasa láctica se incrementaba en el suero.

El tiempo de recuperación de la imagen normal está íntimamente relacionado con el grosor de la rama ocluida. En los casos de oclusión de una arteria lobar, la imagen tarda en volver a la normalidad de cuatro a seis meses. La oclusión de la arteria segmentaria se resuelve entre dos a cuatro meses. La subsegmentaria lo consigue entre cuatro y seis semanas. Bien es verdad que estos datos sólo pueden tomarse a título de orientación, pues cualquier tipo de oclusión puede persistir hasta catorce meses. Las embolias que ocluyen ramas inferiores a las subsegmentarias producen áreas avasculares inferiores a los 2 ó 3 cm. y, por tanto, no son detectables con el «Scanning».

Un factor importante, que interviene en el tiempo de resolución de la embolia, además de la localización del émbolo, viene condicionado por la edad del trombo. Las embolias complicativas de procesos trombóticos recientes son resueltas con gran rapidez por la función fibronolítica endógena, mientras que los trombos detenidos largo tiempo en las venas antes de liberarse a la circulación persisten durante un período mayor antes de ser lisados.

Tenemos que citar una tercera eventualidad, que condiciona el tiempo de resolución del trombo, y ésta es la naturaleza séptica del mismo, en cuyo caso pueden perdurar incluso más de dieciséis meses. La causa de su perverencia puede estar basada en la reacción inflamatoria que provoca en los vasos que los conduce hacia la trombosis y obliteración fibrótica de su luz.

CONCLUSIONES

1.^a El «Scanning» pulmonar es un medio apto para el estudio grosero de la circulación pulmonar. Al no estudiar el volumen total del pulmón, no permite calcular el flujo sanguíneo por unidad de volumen, como ocurre con las técnicas de gases radiactivos.

2.^a No tiene ninguna acción tóxica, ni su práctica presupone ningún peligro, aun efectuado en pacientes graves.

3.^a Las dificultades técnicas derivan del tiempo que ha de mantener el enfermo la posición de decúbito y de otras de índole administrativa o de ingeniería sanitaria.

4.^a La imagen de ausencia radiactiva por obstrucción arterial embólica depende del calibre y de la localización de la rama ocluida. Puede condicionar la total o parcial ausencia de impulsos radiactivos en un campo pulmonar, lobar o segmentario. En este último caso, la falla es periférica y de superficie cóncava. Estas alteraciones pueden ser únicas o múltiples.

5.^a La valoración de la imagen de falla radiactivo requiere:

a) *Estudio de la localización de la lesión:* Para ello es necesario obtener el «Scanning» en varias posiciones.

b) *Estudio del tamaño:* Nos dará una idea del grosor de la rama ocluida.

c) *Valoración de la patología coexistente:* Esto presupone un estudio radiológico previo y exploración física detenida. En ocasiones, esta patología asociada imposibilita la interpretación, como ocurre en los «shunts»-derecha-izquierdo, en los casos de hipertensión veno-capilar, malformaciones congénitas, enfisema avanzado y demás alteraciones citadas en el texto.

d) *Tiempo transcurrido desde el comienzo del cuadro clínico:* El trombo es lisado en un período de tiempo variable, dependiendo de su grosor, edad y coexistencia o no de infección, así como de patología cardio-respiratoria acompañante. La imagen de falla radiactiva es positiva inmediatamente después del accidente, antes de que aparezcan las modificaciones enzimáticas, radiológicas, etc. Por esto y por su inocuidad y sencillez, es el método de elección para el diagnóstico de la embolia pulmonar en las primeras horas. En este período, la combinación de falla radiactiva y ausencia de la imagen patológica radiográfica es casi patognomónica de embolismo.

e) La posibilidad de repetir el «Scanning» nos permite el estudio del curso del proceso. Es posible, por la misma razón, valorar las recurrencias.

f) Las modificaciones de la imagen en el transcurso de repetidas exploraciones es otra prueba de la naturaleza embólica de la afección y nos permite diferenciarla del carcinoma de pulmón, del enfisema y de otras afecciones.

g) Las limitaciones de la técnica están condicionadas, en primer lugar, por la imposibilidad de detectar áreas inferiores a los 2 ó 3 cm.; en segundo lugar, por la coexistencia de patología en la zona, y, finalmente, por no calcular el flujo sanguíneo por unidad de volumen.

Las técnicas con gases radiactivos (Xe 133, 135) superan estos inconvenientes del «Scanning» y, en otras ocasiones, lo complementan.

En nuestro Servicio aún no tenemos experiencia de su uso.

BIBLIOGRAFIA

- BASSET, G., et GEORGES: *Exploration du poumon par les isotopes radioactifs*. «Le Poumon et le coeur», n.º 6, 1968, 647.
- CHERNICK, V.; LÓPEZ MAJANO, V.; WAGNER, H. N., Jr., and DUTTON, R. E.: *Estimation of differential pulmonary blood flow by bronchspirometry and radioisotope scanning during rest and exercise*. «Amer. Rev. Resp. Dis.», 92, 958, 1965.
- FRIEDMAN, W. F., and BRAUNWALD, E.: *Alterations in regional pulmonary blood flow in mitral valve disease studied by radioisotope scanning*. «Circulation», 34, 363, 1966.
- HIMMELSTEIN, A.; HARRIS, P.; FRITTS, H. W., Jr., and COURNAND, A.: *Effect of severe unilateral hipoxia on the partition of pulmonary blood flow in man*. «Journal Thorac. Surg.», 36, 369, 1958.
- HYLAND, J. W.; T. G. MCGUIRE, L. B.; HARRINSON, D. C.; HAYNES, F. W., and DEXTER, L.: *Effect of selective embolization of various sice pulmonary arteries in dogs*. «Amer J. Physiol.», 204, 619, 1963.
- LÓPEZ MAJANO, V.; TOW, D. E., and WAGNER, H., Jr.: *Regional distribution of pulmonary arterial blood flow in emphysema*. «J.A.M.A.», 197, 81, 1966.
- HYMAN, A. L.; MYERS, W. D., and MEYER, A.: *The effect of acute pulmonary embolus upon cardiopulmonary hemodynamics*. «Amer. Heart J.», 67, 313, 1964.
- POE, N. D.; LEONARD, A. S.: *The course of pulmonary embolims*. «Amer. Heart J.», 73, 582, 1967.
- QUINN, L. J.: *Scintillation Scanning in clinical Medicine*. Simposium.
 — *Validity of measuring regional pulmonary arterial blood flow with macroagregates of human serum albumin*. Simposium.
 — *Radioisotope photoscanning in pulmonary disease*. «Journal of Nuclear Medicine», 7, 77, 1966.
 — *Year Book of Nuclear Medicine*. Vol 2, 1967.
- RUBIN, E. H., and RUBIN, M.: *Thoracic Disease*. W. B. Sanders Co., Philadelphia, 1961.
- TAUXI, N. N.; BURCHELL, H. B., y BLACK, L. B.: *Clinical aplications of lung scanning*. «Proc. Mayo Clin.», 42, 476, 1967.
- TOW, D. E.; MISKIN, F. S.; WAGNER, H. V., Jr.; BAKER, K. B., and JEVSSEN, A. D.: *Effect of free pleural fluid on the pulmonary circulation*. Citado por WAGNER. «Principles of Nuclear Medicine».
- TOW, D. E.; WAGNER, H. N., Jr.; LÓPEZ MAJANO, V.; SMITH, E. M., and MIGITA, T.: *Validity of measuring regional pulmonary arterial blood with macroagregates of human serum albumin*. «Amer. J. Roentgen», 96, 664, 1966.
- WAGNER, N. N.: *Regional Pulmonary blood flow in men by radiosotope Scanning*. «J.A.M.A.», 187, 601, 1964.
 — *Principles of Nuclear Medicine*. Chapte X, pag. 472.