

## LA GAMMAGRAFIA CON MACROAGREGADOS DE ALBUMINA HUMANA MARCADA CON I-131, EN EL ESTUDIO DE LA PERFUSION PULMONAR

J. ORTIZ BERROCAL, A. CRESPO DÍEZ, F. ARNÁIZ BUENO Y V. PEDRAZA MURIEL

*Centro Nacional de Investigaciones Médico-Quirúrgicas de la Seguridad Social*

*Clínica Puerta de Hierro. Madrid*

*Director: Prof. Segovia de Arana*

*Servicio de Isótopos Radiactivos*

*Jefe: Dr. J. Ortiz Berrocal*

La realización de una gammagrafía pulmonar permite la representación gráfica de la vascularización de los campos pulmonares, basándose en la detección desde el exterior de la distribución intravascular de un material radiactivo que queda detenido a nivel de los capilares pulmonares el tiempo suficiente para poder realizar la exploración.

Inyectando por vía i. v. suspensiones de moléculas de un compuesto radiactivo, de tamaño suficiente para que queden detenidas en los capilares pulmonares, obtendremos la objetivación de la perfusión pulmonar, de tal modo que las zonas en las que exista una anulación de la perfusión, aparecerán como zonas vacías sin depósito del material radiactivo.

Podemos conseguir la representación gráfica de la distribución de la radiactividad en el interior del árbol bronquial, haciendo inhalar un aerosol de una suspensión radiactiva, si bien en la presente comunicación nos vamos a limitar a la gammagrafía obtenida por vía i. v.

Las condiciones que deben reunir los materiales empleados en el estudio de la perfusión pulmonar las podemos resumir de modo previo como justificación de su utilización en la clínica:

- Deben mezclarse homogénea y uniformemente con la sangre que perfunde el pulmón y deben llegar a todos los territorios irrigados por la arteria pulmonar.
- Los cambios hemodinámicos que afectan a la circulación pulmonar deben influir del mismo modo sobre la distribución del indicador utilizado y sobre la sangre que irriga el pulmón.
- Deben quedar detenidos en un alto porcentaje en los capilares pulmonares en la primera pasada por la circulación pulmonar.
- No deben alterar la distribución de la sangre en el círculo menor.
- Su utilización no debe originar peligro alguno para los pacientes.

Todas estas condiciones las cumplen los macroagregados de albúmina humana marcada con I-131 (MAA-I 131), que en esquema lo que producen después de la inyección i. v. es una microembolización masiva en la circulación pulmonar al quedar detenidos en los capilares, ya que el diámetro de éstos es inferior al de los MAA, que tienen unas dimensiones homogéneas de unas 50 micras, de tal modo que prácticamente no pasan a la circulación general. Esta microembolización masiva no afecta, naturalmente, a todos los capilares pulmonares, ni es permanente, sino que afecta a uno de cada 200 y se van destruyendo en el interior del capilar, formándose agregados de menores dimensiones, que pasan a la circulación general y son almacenados en los órganos ricos en S.R.E., donde son escindidos y metabolizados, eliminándose el I 131 por vía renal.

Los MAA-I 131 llegan a la circulación pulmonar por vía de la arteria pulmonar, siendo el porcentaje que llega por las arterias bronquiales despreciable.

Actualmente, además de MAA-I 131, se pueden emplear MAA-Tc 99m y MA de hidróxido de hierro-In 113m.

La inyección de los MAA-I 131 puede altera el equilibrio en la perfusión pulmonar cuando ya existen previamente grandes territorios vasculares anulados, pero en realidad ni en los casos de cor pulmonale agudo se han encontrado complicaciones en su empleo.

Nosotros no hemos tenido ningún accidente en más de 200 exploraciones, y en la literatura sólo hay descrito un caso de muerte por un mecanismo no aclarado.

#### ESTUDIO DE LA PERFUSION PULMONAR EN CONDICIONES NORMALES

Como ya es conocido, la gravedad tiene gran importancia en la distribución general del flujo sanguíneo pulmonar, y esto lo podemos objetivar de un modo muy simple realizando la inyección de los MAA-I 131 con el paciente en distintas posiciones. Si se realiza la inyección con el paciente sentado, la actividad se encuentra en gran parte en las bases pulmonares, mientras que en los campos superiores o no llegan los MAA o llegan en un porcentaje muy inferior al que se encuentra en los campos inferiores. Si la inyección se realiza con el paciente en decúbito supino, la distribución de la radiactividad se hace homogéneamente por todo el pulmón. Si la inyección se realiza en decúbito lateral, la actividad se encuentra preferentemente en el pulmón que está situado más bajo.

En los pacientes con estenosis mitral con hipertensión en el círculo menor, hay una inversión de este patrón en la distribución del flujo sanguíneo pulmonar, y entonces encontramos que al hacer la inyección con el paciente en posición erecta, hay un mayor aporte de los MAA-I 131 a los vértices pulmonares. Se ha estudiado la relación entre la distribución de la radiactividad en los campos pulmonares y la presión en el círculo pulmonar, y FRIEDMAN afirma que se puede predecir la presión en la aurícula izquierda a partir de la relación entre la distribución de los MAA-I 131 en los distintos campos pulmonares. Desde el punto de vista práctico, este dato es de gran interés, ya que permite sólo por la gammagrafía predecir la situación de la presión en el círculo menor sin necesidad de hacer cateterismos intracardíacos.

En la hipertensión venosa pulmonar no sólo encontramos la inversión del patrón fisiológico de la distribución del flujo sanguíneo pulmonar, sino que hay una disminución muy notable de la perfusión en las bases con una menor cantidad de MAA-I 131 en su interior.

## APLICACIONES A LA CLINICA DE LA GAMMAGRAFIA PULMONAR

Las alteraciones de la perfusión pulmonar se esquematizan en la tabla I.

### TABLA I

#### ALTERACIONES DE LA PERFUSION PULMONAR

##### ADQUIRIDAS

- Bloqueo de la circulación regional pulmonar:
  - Por embolias (trombos, gaseosas, grasas, tumorales, etc.).
- Obstrucción parcial o completa de la arteria pulmonar o ramas:
  - Por tumores.
  - Por compresiones extrínsecas.
- Reducción del lecho de la arteria pulmonar:
  - Destrucción o sustitución del tejido pulmonar sano:
    - Por cuerpos extraños.
    - Por cavidades aéreas o líquidas.
    - Por derrames pleurales.
    - Por elevación del hemidiafragma.
    - Por inflamaciones.
    - Por tumores o quistes.
- Remansos vasculares regionales en vasos pulmonares:
  - Por insuficiencia cardíaca.
- Cortocircuitos arteriovenosos en el círculo menor:
  - Funcionales:
    - Diferencias regionales en la presión alveolar.
    - Hipoxia bronquial unilateral.
    - Expansión de algunos alvéolos y colapso de otros.
  - En hemangiomas:

##### CONGENITAS

- Anomalías broncoalveolares congénitas.
- Anomalías vasculares en la arteria pulmonar.
- Cardiopatías congénitas.
- Anomalías congénitas de la pared torácica.
- Alteraciones congénitas del diafragma.
- Quistes congénitos del mediastino.

La zona pulmonar a la que no llega sangre por la arteria pulmonar aparece como una zona sin actividad en la gammagrafía, cualquiera que sea su causa. Como se puede ver en la tabla, son muchas las causas de alteración de la perfusión pulmonar, indicando la falta de llegada de los MAA-I 131 a un área localizada o a todo un pulmón, una alteración de la vascularización funcional de esa región o de todo el pulmón. El hallazgo gammagráfico no sirve para hacer un diagnós-

tico diferencial entre los distintos procesos citados, pero lo que queremos resaltar en esta comunicación es la nueva información que nos ofrece esta técnica sobre la situación funcional de la irrigación pulmonar, que no podemos obtener con otros medios de una manera tan fácil y tan inocua para el paciente.

Un hallazgo frecuente en los pacientes con cáncer de pulmón es la falta total del depósito de los MAA-I 131 en el pulmón afecto o en gran parte del mismo. Esta anulación total de la perfusión pulmonar de grandes territorios no se sospecha en la radiografía simple y no guarda relación ni con el tamaño ni con la extensión del proceso tumoral, si bien es mucho más frecuente en los tumores parahiliares. La primera explicación lógica que se ofrece es pensar que el tumor en su crecimiento ha obstruido la rama de la arteria pulmonar. Sin embargo, ni en la arteriografía pulmonar ni en autopsias hemos podido encontrar esta obstrucción de la arteria pulmonar. En la arteriografía se encuentra una alteración de la circulación en la zona tumoral, fundamentalmente en las ramas más finas, pero el contraste rellena bien el árbol vascular y sólo se aparta de la normalidad en la menor riqueza en ramas finas.

Las causas que se han propuesto para explicar la alteración en la perfusión de la circulación pulmonar en pacientes afectados de cáncer de pulmón las podemos resumir del siguiente modo:

- Compresión de la arteria pulmonar principal o una de sus ramas por el tumor o sus metástasis ganglionares, que da origen a un aumento de la resistencia periférica con estrechamiento de las arteriolas.
- Invasión de la arteria pulmonar por el tumor con disminución o anulación del paso de sangre por su luz.
- Porque la irrigación tumoral se haga por vía de las arterias bronquiales.
- Disminución de la perfusión arterial pulmonar refleja:
  - secundaria a hipoxia lobar, por un reflejo alvéolovascular;
  - por obstrucción bronquial;
  - dilatación de los capilares;
  - apertura de *shunts* precapilares con cortocircuitos A-V.

Nosotros pensamos en la existencia de *shunts* arteriovenosos pulmonares en territorios precapilares, que permiten a los MAA-I 131 pasar a la circulación general sin detenerse en los capilares, de tal modo que ese pulmón está anulado desde el punto de vista de su perfusión funcional. La causa íntima de estos cortocircuitos podría estar en relación a la constelación paraneoplásica o simplemente ser debido a disminución del  $pO_2$  alveolar por la afectación bronquial por el tumor y que tendería a separar de la circulación las áreas pulmonares mal ventiladas.

El mayor interés de este hallazgo reside en su especificidad, ya que sólo hemos encontrado esta anulación de la perfusión pulmonar total o más amplia de lo que cabía esperar, por las dimensiones del tumor, en las tumoraciones malignas. En los quistes hidatídicos, en nuestra experiencia, el trastorno de la vascularización queda limitado a la zona sustituida por el quiste.

Inicialmente se pensó que esta exploración podría servir para el diagnóstico precoz del cáncer de pulmón. Nosotros pensamos que un paciente que presente una opacidad radiográfica pulmonar parahiliar, y que en la gammagrafía haya una anulación total de la distribución de los MAA-I 131 en ese pulmón es muy probable que tenga un tumor maligno y primitivo del pulmón.

Esta discrepancia entre la alteración de la perfusión y lo que se espera encontrar después de conocer en la radiografía simple de tórax, la información escasa que se obtiene sobre la vascularización pulmonar se encuentra en otros procesos, si bien nos vamos a limitar, en razón de su relación con el tema de la ponencia, a los hallazgos gammagráficos en el cor pulmonale crónico y en el asma.

En el asma y bronquitis crónica se encuentran áreas de hipoactividad que coinciden con las áreas enfisematosas. En el ataque agudo se encuentran defectos de la distribución de la radiactividad, que en nuestra experiencia persisten en los períodos entre los ataques, mientras que WAGNER dice que, en los intervalos sin crisis asmática, la gammagrafía pulmonar se normaliza. Estos defectos regionales, sin embargo, no permanecen en el mismo sitio, lo cual hace pensar en sus repercusiones temporales sobre la circulación regional pulmonar, por ingurgitación pasajera o por obstrucciones bronquiales temporales o por anulación funcional de la perfusión de zonas aisladas, indicando además que la respuesta a la reacción asmática no afecta a todos los campos pulmonares del mismo modo.

En el enfisema se puede no encontrar alteración de la perfusión de zonas aisladas, si bien se puede hallar una disminución de la radiactividad en la periferia, sin llegar a la anulación total de la perfusión, salvo en casos muy avanzados.

Un esfuerzo realizado para aclarar la situación circulatoria pulmonar en los casos en que se encuentra una alteración de la perfusión objetivada por la gammagrafía, nos ha conducido al empleo de un gas radiactivo (Xenon-133) en solución salina, inyectándolo por vía i. v. y estudiando la distribución en los distintos campos pulmonares por medio de detectores externos situados sobre el tórax.

En virtud de su bajo coeficiente de partición sangre-aire, el gas radiactivo pasa en su primera travesía por el árbol circulatorio pulmonar, de la fase sanguínea al aire alveolar, de donde es lavado en virtud del débito venoso pulmonar.

De acuerdo con la concepción así hecha del sistema, la exponencial de decrecimiento de las curvas obtenidas proporciona una estimación correcta del flujo sanguíneo venoso pulmonar regional.

Una estimación del fenómeno de la difusión alvéolo-capilar es asimismo posible tomando en consideración la altura de las curvas obtenidas.

Se ilustra en la diapositiva los resultados obtenidos en uno de nuestros casos de cáncer de pulmón, que demuestra una correspondencia estrecha entre la imagen gammagráfica y el estudio del comportamiento del Xenon 131 sobre distintas áreas pulmonares simétricas entre sí.