

# Utilidad de la Gammagrafía Ósea

*Autores: \*Dra. Elfa Haro S. (1), Dr. René Cárdenas V. (2), Tlgo. Méd. Vicente Ibarra (3), Tlgo. Méd. Galo Cevallos (3).*

(1) Médico Nuclear ION SOLCA.

(2) Jefe del Servicio de Medicina Nuclear ION SOLCA.

(3) Tecnólogos Médicos ION SOLCA

## Abstracto

Las técnicas radioisotópicas suministran información sobre como funcionan los órganos y sistemas, por encima de su apariencia.

La gammagrafía ósea (GO) esta demostrado que posee una sensibilidad muy superior a la de la radiología pues traduce rápidamente cualquier cambio funcional óseo adelantándose en varios meses a la radiología.

Siendo un método de imagen fácil, seguro, rápido de realizar y muy usado en medicina nuclear nos disponemos revisar su utilidad clínica para la detección y seguimiento de la enfermedad ósea metastásica, así como para el diagnóstico y valoración de la patología ósea de naturaleza benigna, traumática o metabólica.

**Palabra clave:** gammagrafía ósea.

## Abstract

Radionuclide imaging can to supply formation about organs and systems function.

The radionuclide bone scann have a sensibility greater than radiology, to demonstrate any funtional bone change before that radiology, being a easy, sure, quick method, we review discusse aplicaciones more comun in benign osseous disease, neoplastic, traumatic or metabolic by bone scann.

**Key word:** bone scann

## Introducción

La medicina nuclear ha tenido tradicionalmente un papel importante en el estudio inicial y evolutivo de lesiones óseas benignas y tumorales. La gammagrafía ósea (GO) es la primera o segunda exploración mas frecuente en muchos departamentos de medicina nuclear. Su principal ventaja es la gran sensibilidad que posee. Las imágenes revelan la distribución de los trazadores a través del sistema esquelético por cambios en su metabolismo, y en la estructura ósea. Usualmente estos cambios gammagráficos preceden a los radiológicos (rayos-x) debido a que el metabolismo óseo se pone de manifiesto antes que los cambios estructurales.

Las técnicas de diagnóstico como la Tomografía Computada (CT), Resonancia Magnética Nuclear (RMN) son de gran utilidad en situaciones en las que conjuntamente se puede definir o determinar un diagnóstico por imagen mas acertado de las lesiones óseas.

La distribución de los trazadores depende de la tasa de intercambio óseo y del flujo sanguíneo, poniendo de manifiesto la actividad osteoblástica y el flujo regional de los huesos. Cualquier condición médica que cambie estos factores de manera positiva o negativa dará como resultado una gammagrafía anormal.

### Correspondencia y separatas:

Dra. Elfa Haro Salvatierra

Servicio de Medicina Nuclear

ION-SOLCA

Av. Pedro Menéndez Gilbert (junto a la Atarazana)

E-mail: elfita@yahoo.com

Guayaquil-Ecuador

© Los derechos de autor de los artículos de la revista Oncología pertenecen a la Sociedad de Lucha contra el Cáncer SOLCA.

Sede Nacional, Guayaquil - Ecuador

La utilidad de la gammagrafía ósea es bien reconocida en enfermedades de tipo metabólico, ortopédicas, de origen oncológico, o de etiología benigna, siendo su mayor limitación la no-especificidad de la lesión. Cualquier causa que altera la formación ósea dará como resultado una localización anormal del trazador.

No debemos olvidar que en la mayoría de los casos el significado diagnóstico de los hallazgos gammagráficos viene acompañado del contexto clínico y no solo de los hallazgos por imagen.

### Radiofármacos

Los estudios iniciales con trazadores óseos se conocen desde 1935 cuando Chiewick y Hevesy usaron P-32 para estudiar el metabolismo óseo en ratas. Otros usaron isótopos de calcio para estudiar el metabolismo óseo en animales y, en 1950 en humanos. (1)

Los estudios metabólicos continuaron hasta la introducción del Stroncio-85 en humanos usado por Spencer et al en 1956, sin embargo no fue hasta 1971 cuando Subramanian y McAfee obtuvieron experiencia con complejos fosfonados para terapia, desarrollando con buen éxito estudios isotópicos en huesos, utilizando el complejo Tecnecio 99m (99m-Tc) -polifosfatos, con ventajas obvias puesto que el Tecnecio-99m es ampliamente usado dada su adecuada energía gamma (140Kev), vida media corta (6 horas), alto flujo de fotones, pudiendo usarse una alta dosis permisible y de esta manera obtener una imagen ósea corporal total en condiciones benignas y malignas con limite de radiación bajo(2).

### Técnica

En los estudios planares, la obtención de las imágenes óseas



se realiza normalmente entre la 2 y 4 horas p.i., cuando los niveles del trazador en sangre han disminuido suficientemente para conseguir un elevado índice hueso/fondo.

En ocasiones sobretudo en patología ósea benigna, se puede aumentar la sensibilidad y especificidad de la exploración, modificando la técnica gammagráfica, realizando el estudio en tres fases (GO en tres fases). : corresponde a la obtención de imágenes de la incorporación del trazador en tres momentos distintos en el tiempo, a fin de separar la fase de flujo sanguíneo o primera fase (inmediatamente tras la inyección del trazador), seguida de la fase precoz o de pool sanguíneo o 2ª fase (dentro de los 5 minutos p.i), y finalmente la fase tardía o 3ª fase, que es la fase propiamente ósea de la captación del trazador(2 a 4 horas p.i.).

Las imágenes obtenidas en las dos primeras fases, proporcionan información sobre el flujo sanguíneo y el mayor o menor grado de vascularización de la zona estudiada, indicando además la posible participación de tejidos blandos adyacentes, esto será útil para el diagnóstico diferencial de las lesiones que pueden verse en la fase ósea, especialmente en el caso de inflamaciones, infecciones, distrofia simpático refleja, tumores malignos o benignos.

Para el estudio de estructuras óseas pequeñas (hueso de la mano y pie) y en niños, es de gran utilidad recurrir a ampliaciones de la imagen mediante la utilización del colimador pin hole.

El SPECT (Tomografía por Emisión del Fotón Único), aumenta significativamente ya de por sí la sensibilidad de la GO en determinadas estructuras osteoarticulares. La principal aplicación del SPECT es en la patología de columna vertebral puesto que permite localizar la lesión dentro de la vértebra, diferenciando si afecta al cuerpo o al arco posterior, lo que ayuda a establecer el diagnóstico diferencial de la lesión (importante para distinguir lesiones metastásicas, de lesiones vertebrales benignas: espondilolisis-espondilolistesis).

Otras aplicaciones de esta técnica son: la patología de la cadera (especialmente al diagnóstico de necrosis avascular de cabeza femoral), rodillas y articulación temporo-mandibular.

### Mecanismos de Localización

La experiencia clínica y numerosos estudios experimentales, se han combinado para probar y comprender el mecanismo que involucra la captación de los compuestos fosfonados en el esqueleto, y la manera como se manifiestan en las anomalías óseas. Se conoce que varios factores están involucrados, pero aun queda por clarificar algunos aspectos.

Para unos, existe una adsorción en la superficie de la capa de iones hidratados del cristal de hidroxapatita, con particular afinidad por los sitios de formación de hueso nuevo. Existe también fijación aunque menor en la matriz orgánica de los huesos, en el hueso inmaduro y cartílagos de crecimiento (1). Para otros, la captación esquelética de los trazadores óseos depende de varios factores importantes: flujo sanguíneo,(3 ) tamaño de la molécula, procesos metabólicos en varias partes del esqueleto, incremento

de la permeabilidad capilar y pH local (concentración de fosfatasa alcalina y ácida), por esta razón, las metástasis, infecciones, fracturas y otras lesiones óseas que incitan una intensa respuesta osteoblástica son fácilmente detectadas en la GO.

### Interpretación

La sensibilidad con la cual las lesiones son demostradas mediante la gammagrafía ósea refleja la observación de un área con incremento de la actividad osteoblástica. En muchas circunstancias esto resulta de la respuesta osteoblástica del hueso a la injuria local cualquiera sea su etiología. En general eso indica un proceso reparativo que radiológicamente se visualiza como una lesión esclerótica, aunque existen lesiones osteoblásticas con gran destrucción ósea asociada a reparación de la misma, y que gammagráficamente se evidencia captación del radiofármaco aun en sitios en donde radiológicamente la lesión es lítica. De ahí que no solo basta tener imágenes de alta calidad sino tener en mente las variantes normales, así como los artefactos no óseos que pueden observarse, y tener en cuenta una evaluación a la luz del contexto clínico y los hallazgos radiológicos.

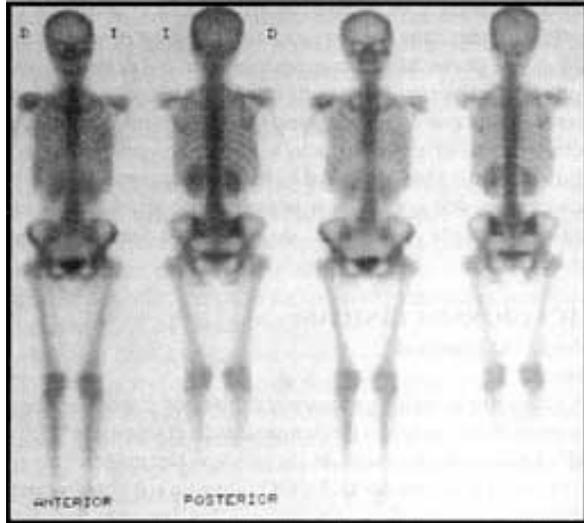
Muchas anomalías en la GO aparecen como áreas de incremento de la actividad osteoblástica (4 ) sin embargo existen situaciones donde la captación puede estar ausente o disminuida o aparentemente ausente (Tabla 1):.

TABLA 1. CAUSAS DE AUSENCIA O DISMINUCIÓN DE LA ACTIVIDAD OSTEOLÁSTICA EN LA GAMMAGRAFÍA ÓSEA.

Causas fisiológicas	Fallo cardíaco
Causas farmacológicas	Tratamiento con esteroides Tratamiento con vitamina D
Causas patológicas	Metástasis osteolíticas Granuloma eosinófilo Infarto óseo
Causas físicas	Medallones alrededor del cuello Monedas en los bolsillos Marcapasos cardíacos Prótesis metálicas Implantes mamarios Derrame pleural Contenido gástrico Bario en colon

### Variante Normal

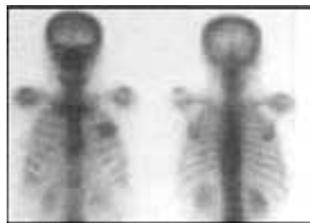
En la mayoría de los pacientes es conveniente realizar un rastreo corporal total, lo que nos permitirá valorar una distribución global del trazador en todo el esqueleto, y apreciar un incremento o disminución de la captación en el mismo. Al obtener una imagen anterior y posterior, debemos evaluar la simetría del esqueleto, y no permitir cualquier rotación del paciente que nos dará como resultado una captación mayor de ciertas estructuras óseas, sencillamente por la proximidad de estas al detector. Las zonas normales con mayor fijación del radiofármaco son aquellas que se hallan mas cerca del detector, las que presentan un mayor flujo sanguíneo o una mayor actividad osteoblástica, o las de mayor contenido óseo trabecular (1) (Figura 1).



**Figura 1.**  
Gammagrafía Ósea normal de un adulto . Imágenes anteriores y posteriores de cuerpo entero.

El cráneo es a menudo una fuente de confusión, por la no uniformidad de la captación, la misma que puede aparecer de manera irregular e incompleta. La hiperostosis frontal interna se aprecia comúnmente en el cráneo de mujeres y se manifiesta en la imagen anterior como áreas de incremento simétrico del trazador localizado a cada lado de la sutura sagital, descrito como patrón de mariposa. En las vistas laterales este patrón es menos común y se manifiesta con mayor captación en el hueso frontal. Pequeñas lesiones benignas de etiología desconocida están presentes en el cráneo comúnmente asociadas a las suturas (5), en la vista lateral del cráneo una pseudo-lesión creada por la confluencia de las alas mayores y menores del esfenoides pueden estar presentes.

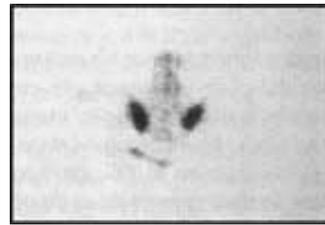
El esternón en su extremo distal puede tener forma de pico de pato con una zona hipocaptante en su porción central simulando una zona fotopénica (fría). La articulación del manubrio con el cuerpo esternal es generalmente activa. Así mismo el esternón y los omóplatos son generalmente más activos que las costillas. Las articulaciones acromio claviculares a menudo son hipercaptantes simétricamente. Calcificaciones condrocostales se visualizan con cierta frecuencia en sujetos de edad avanzada. Actividad en las mamas puede relacionarse con tejido ductal funcionante y puede atenuar las costillas o simular una lesión de pared costal. (Figura 2).



**Figura 2**  
Captación del trazador en un carcinoma de mama izquierda

En mujeres mastectomizadas puede incrementarse la actividad en costillas cercanas a la mama. De igual manera en lugares de inserción muscular puede haber mayor captación, como en el caso de las costillas en su porción media posterior o la tuberosidad deltoidea del húmero (2). La interposición de la punta de la escápula con las costillas puede dar una imagen de incremento de

la actividad osteoblástica, de manera simétrica o asimétrica y esto se puede evitar ante la duda haciendo proyecciones oblicuas para separar ambas estructuras óseas. Existe un aumento peri-articular de la captación del radiofármaco, que en personas mayores suele corresponder a procesos artrósico inflamatorios, y en niños está en relación con áreas de crecimiento metafisario.



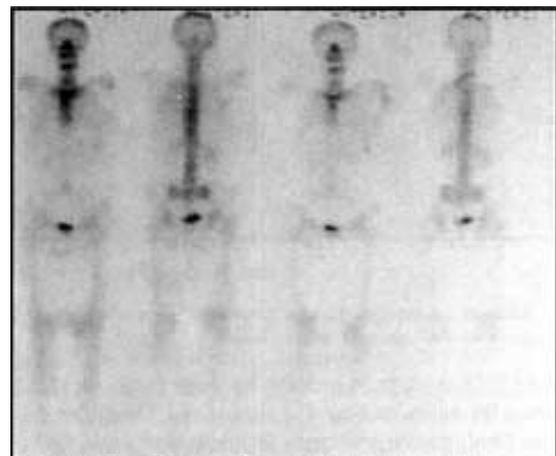
**Figura 3.**  
Incremento de la actividad en articulares sacroiliacas. Patrón normal.

Se destaca la actividad mas elevada de las articulaciones sacroilíacas, (Figura 3) por el mayor soporte de peso que soporta este hueso. Esto puede causar en algunos pacientes una asimetría en la captación no solo en esta área sino en todo el miembro inferior que presentan una mayor sobrecarga, por ejemplo en

pacientes con fractura de stress, pueden presentar una mayor captación en el miembro no afecto. En la pelvis la fijación del trazador generalmente es simétrica, pero puede ser asimétrica en la sincondrosis isquiopubiana.

Varios medicamentos como drogas quimioterápicas han sido reportados como causantes de variantes óseas y de partes blandas. Agentes quimioterápicos, esteroides, hierro, iones fósforos, vitamina D3, e infusiones de dextrosa IV justo después de la inyección del trazador han mostrado disminución de la captación del mismo, así como la hipercalcemia también se ha reportado que causa disminución de la captación(6).

La radioterapia también cumple sus efectos en la GO, en la fase subaguda entre 45 días y 3 meses post radioterapia, una osteítis inducida por radiación puede resultar en un incremento de la actividad (7). Como secuela tardía de la radiación usualmente 6 meses a un año o más después de la radioterapia, la fibrosis post radiación está presente, lo cual se manifiesta como una disminución difusa de la captación en el sitio de la radioterapia (8). Defectos post radiación no se ven a dosis menores de 2000 rads (20 Gy), en cambio se aprecian mejor en un 60% de pacientes que han recibido mas de 4500 rads (45Gy). (Figura 4).



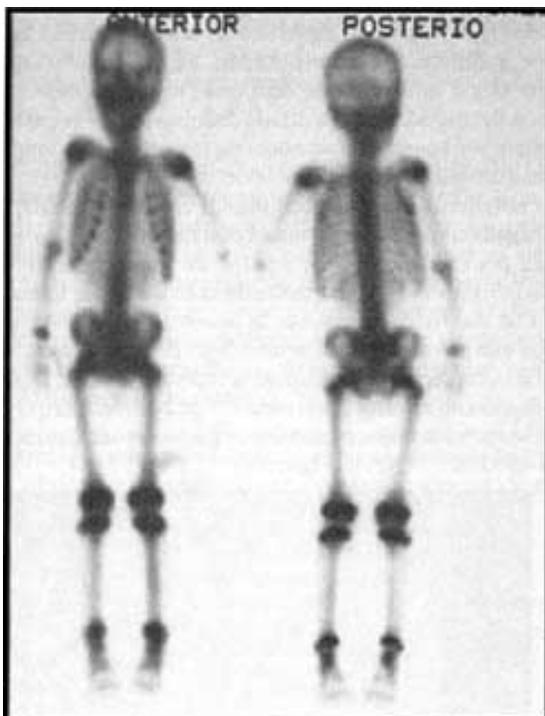
**Figura 4.**  
Gammagrafía Ósea que muestra disminución de la actividad post radioterapia en columna dorso-lumbar.



Puede presentarse de manera rara un incremento de la captación en sitios irradiados y esto puede durar años, la biopsia de la lesión sola mostrará fibrosis post radiación. El mecanismo de este incremento persistente aun no se conoce.

Cuando existe una notable dificultad para visualizar el esqueleto, debe descartarse una técnica incorrecta o enfermedades que originen disminución de la captación (osteoporosis, talasemia, exceso de hierro en el plasma, insuficiencia cardíaca congestiva, etc.) (9).

Medios de contraste administrados sobretodo por vía oral mas que IV no afecta directamente la calidad de la imagen, sin embargo en raras ocasiones puede producir atenuaciones en ciertas estructuras óseas cuando se concentra en el colon como en el caso de uso de bario para opacificar el intestino en el TC. En estos casos la GO debiera realizarse antes de usar agentes de contraste baritado o esperar varios días hasta el aclaramiento del mismo. Es de particular importancia recordar que el patrón gammagráfico en niños presenta una intensa actividad osteoblástica en áreas metafiso-epifisaria de hueso largos, la misma que disminuye conforme avanza la edad hasta que se completa la fusión epifisaria. (Figura 5). Es de particular interés la predilección de ciertas patologías como la osteomielitis y las metástasis óseas por las metáfisis de huesos largos en los niños como veremos mas adelante y que no deben confundirse con patrones de normalidad.



**Figura 5.**  
Cuerpo total de un niño de 12 años. Nótese el incremento de la actividad osteoblástica a nivel de cartílagos de crecimiento.

La GO nos permite valorar lesiones óseas incidentalmente identificadas en la radiografía simple. Al pretender diferenciar lesiones benignas de malignas la intensidad de la GO no es un factor determinante, pero puede usarse como un indicador general. Lesiones benignas pueden aparecer escleróticas en la radiografía simple (infarto óseo, islote óseo, encondromas), y

usualmente presentan actividad moderada o ninguna en la gammagrafía, mientras que los procesos malignos presentan mayor actividad y se presentan de manera agresiva. No debemos olvidar que pueden apreciarse anomalías en la GO, que no siempre representan una patología, debemos tener presente problemas de aspecto técnico, el radiofármaco a utilizarse, problemas con el equipo, tratamientos del paciente, entre otros. Todos estas situaciones pueden conllevar a la presencia de artefactos en los que es conveniente asegurarse de resultados falsos positivos o falsos negativos.

## APLICACIONES CLÍNICAS:

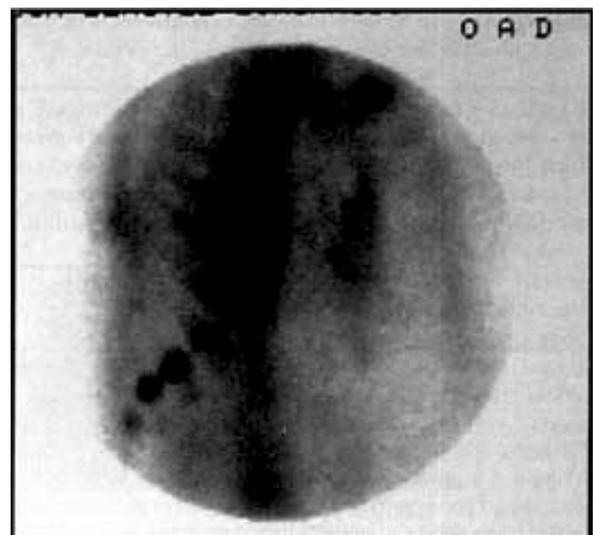
### Patología NoTumoral

#### Traumas.

La radiología en los procesos traumáticos puede ser negativa o dudosa durante un lapso de tiempo desde el inicio de la clínica, la RMN ha llegado a ser una de las técnicas de imagen mas usada en este tipo de lesiones óseas. La GO juega un rol muy importante en situaciones especificas puesto que las lesiones pueden ser fácilmente detectadas por este medio, lo que permite iniciar rápidamente el tratamiento adecuado en cada caso.

#### Fracturas PostTraumáticas

La GO se usa para detectar sospecha de fracturas cuando la radiografía es normal o dudosa. Las fracturas costales suelen ser difícil de valorar mediante una radiografía convencional, mientras que gammagráficamente es fácil detectarlas. En los primeros días posteriores a la fractura, la gammagrafía puede resultar negativa. Sin embargo en pacientes en edades menores a 65 años un 95% de las GO son positivas a las 24 horas, y 100% positivas a las 72 horas post trauma. (Figura 6).



**Figura 6.**  
Múltiples fracturas en arcos costales anteriores derecho, dispuesta a manera de rosario.

En pacientes ancianos osteoporóticos la GO se debe realizar unas 72 horas post trauma lo que permitirá un incremento de la actividad osteoblástica y puede ser detectadas mediante la GO. Otro tipo de fractura difícil de visualizar radiológicamente son las

fracturas de huesos del carpo, entre ellas las del escafoide (importante diagnosticarlas precozmente por su tendencia a la no-consolidación si no se inmoviliza adecuadamente) tarso, omóplatos y esternón, observándose imágenes gammagráficas patológicas ya desde las primeras horas del traumatismo.

El tiempo de normalización gammagráfica, es muy superior al de curación clínica o radiológica, debido a que persisten fenómenos de remodelación ósea, y por otra parte dependen del hueso fracturado y de la edad del paciente. En el 90% de las fracturas vertebrales y el 91% de las de extremidades se normaliza la captación a los 24 meses.

Si la captación en el foco de fractura, persiste mas elevada de lo normal en el período post traumatismo, no empezando a disminuir la actividad en el mismo a partir de los 3 a 6 meses de la fractura, se sospechará la existencia de patología de la consolidación de la fractura:

Retraso de la consolidación: cuando la curación completa no ha ocurrido después de 4 a 6 meses

*No consolidación -Pseudoartrosis:* Cuando ha transcurrido mas de 6-8 meses después del trauma.

Gammagráficamente se puede distinguir dos tipos de no-consolidación de acuerdo con la actividad metabólica en el foco de fractura:

- a.- **Reactiva o hipertrófica.**- En la que se observa una captación difusa y persistente.
- b.- **Atrófica.**- Se aprecia una hipocaptación global en el foco de fractura reflejando incapacidad de extremos óseos para responder al proceso de curación, o bien se puede observar una banda fría central en el foco de fractura, entre los extremos óseos hipercaptantes.

Una clara distinción entre retraso de la consolidación y no-consolidación reactiva es difícil tanto clínica como gammagráficamente.

### OSTEOCONDritis DISECANTE

Es en esencia una fractura osteocondral de un hueso articular. Se localiza generalmente en los cóndilos femorales o en el astrágalo. Gammagráficamente se observa una lesión activa en el estudio precoz y tardío. La CT y la RMN son diagnósticas, sin embargo la GO es útil para en diagnóstico en fases iniciales del proceso y para valorar el grado de curación o progresión de la lesión.

### FRACTURAS POR STRESS

La fractura de stress es el resultado de un impacto repetitivo e incremento de la sobrecarga muscular que eventualmente causa alteración en la cortical de los huesos, sobretodo los huesos largos de las extremidades inferiores y pelvis. La GO con la técnica de tres fases es de gran utilidad en el diagnóstico y localización de las fracturas ocultas o por stress. En este tipo de injurias óseas, usualmente la valoración inicial no se define bien clínicamente, por lo que el diagnóstico por imagen es necesario. La radiografía simple es la primera técnica que se emplea en su diagnóstico, sin embargo se sabe que la sensibilidad de este método puede ser tan

baja como de un 15% de modo que los hallazgos radiológicos pueden ser reportados como normales. La sensibilidad de la GO es extremadamente alta en la detección de fracturas de stress debido a que valora mas el metabolismo que la morfología ósea. Cabe tener en mente que el hueso afecto se relaciona con el deporte practicado sea este gimnasia, tennis, lanzamiento de jabalina, baseball, karate, atletismo, etc. En una revisión de Matheson (10) de 320 casos de fractura de stress en atletas encontró que el sitio mas frecuente era la tibia seguida de huesos del tarso y metatarso.

Los hallazgos clásicos de la GO son: Un área de hiperemia focal en las imágenes de flujo sanguíneo, posteriormente vemos una intensa área fusiforme en la cortical del hueso (Figura 7). Fracturas de stress en áreas interarticulares es una condición que puede ser difícil de evaluar por imagen gammagráfica planar por lo que en estos casos el SPECT es de gran ayuda. Otra categoría de lesión por stress es la fractura insuficiente (11). Aunque esto es una verdadera fractura, ocurre en hueso que está débil o delicado (ej: osteoporosis o por uso a largo plazo de corticoides) y debiera ser diferenciado de fracturas por fatiga las cuales son causadas por stress o en hueso normal. Fracturas por debilidad sacra tienen un patrón clásico y altamente específico de captación horizontal en el cuerpo del sacro y captación vertical en el ala sacra, mostrando el signo "honda" o "H".

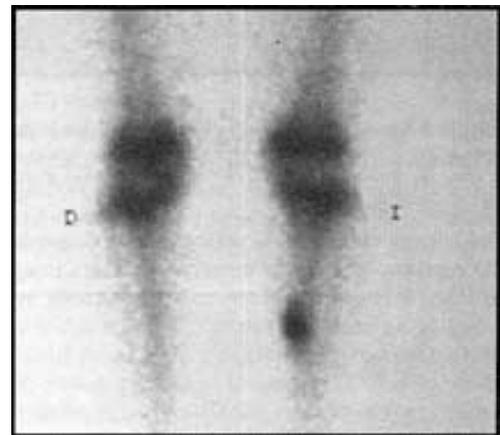


Figura 7.

Fractura por stress en tibia izquierda.

### ENTESOPATÍAS

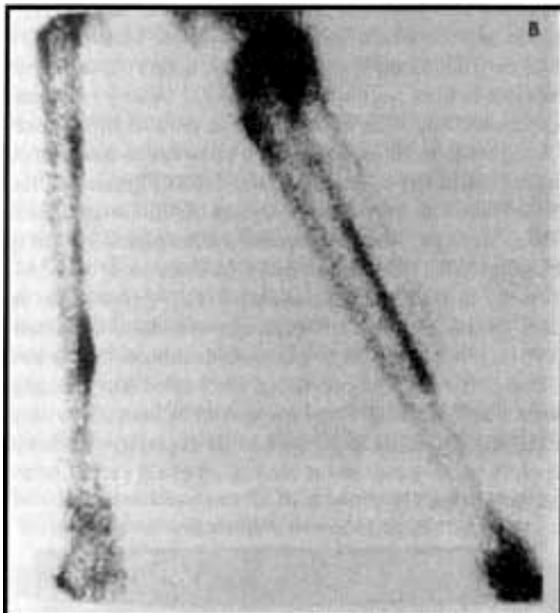
Son aquellas lesiones esqueléticas por sobrecarga mecánica que asientan en la entesis, es decir en las zonas óseas donde se insertan los tejidos de fijación del músculo (tendones y fibras conectivas). La tracción repetida o forzada da lugar como respuesta a una reacción perióstica y cortical de remodelación ósea más acelerada.

Entre las distintas entesopatías tenemos:

**El síndrome de stress tibial o síndrome de la espinilla dolorosa (shin splints)** que corresponde a una entidad diagnóstica inespecífica, usada para explicar una clínica de dolor y pesadez en la mitad distal de la pierna en atletas, muestra una apariencia gammagráfica característica. Se trata de una reacción perióstica a lo largo del origen del músculo soleo y su fascia o del músculo



tibial posterior, provocada por la tracción de estos músculos sobre la zona del periostio donde se fijan en la cara posterior de la tibia. (Figura 8). La causa puede ser una pronación excesiva del pie que provoca una rotura de las fibras de Sharpey entre el músculo y el hueso.



**Figura 8.** Signo en "shin splints" con incremento de la actividad en el aspecto postero medial de tibia izquierda. En la tibia derecha se evidencia un patrón similar apreciándose además una zona sospechosa de fractura por stress en el extremo distal de la tibia.

Radiológicamente esta lesión es totalmente negativa, mientras que la GO muestra de manera característica una imagen activa lineal a lo largo del borde postero-medial de la tibia, en su tercio medio o distal, y a menudo de forma bilateral. La fase vascular es normal. En ocasiones el músculo afecto es el tibial anterior, localizándose en la GO el aumento de la actividad en este caso en los dos tercios proximales del borde antero-lateral de la tibia, en relación con la zona de fijación de este músculo.

La GO permite distinguir esta lesión de las periostitis y fracturas de stress, lo que tiene utilidad terapéutica.

**VALORACIÓN DEL ABUSO INFANTIL**

El análisis radiológico y gammagráfico, son complementarios en el diagnóstico de abuso infantil. La es más sensible que la GO a la hora de detectar fracturas antiguas(12). Es esencial tener en mente el patrón gammagráfico normal en un niño a la hora de detectar alteraciones en costillas, articulaciones costo vertebrales, manos, pies, columna y diáfisis de huesos largos así como injurias en articulaciones metafisioepifisarias, todas ellas comunes en el abuso infantil. La GO debe reservarse para casos de sospecha de abuso infantil donde la radiología es poco manifiesta.

**PATOLOGÍA TUMORAL METÁSTASIS ÓSEAS**

Una de las indicaciones más común en pacientes con cáncer es la evaluación de metástasis óseas mediante la GO. El 99mTc-

MDP es usado en la detección de metástasis principalmente en pacientes con Ca. de mama, próstata, pulmón, tiroides, colon o riñones.

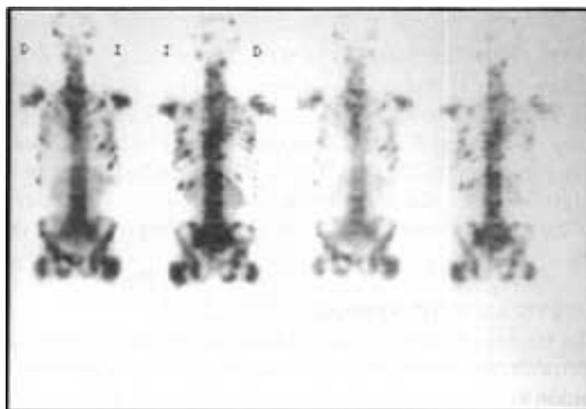
El rol de la Medicina Nuclear ha evolucionado en los últimos tiempos en gran manera sobretodo con el uso de la FDG-F18. sin embargo la utilidad de la GO en tumores malignos conocidos se resume de la siguiente manera (Tabla 2).

**TABLA 2. UTILIDAD DE LA GAMMAGRAFÍA ÓSEA EN TUMORES MALIGNOS.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadiamiento del tumor (detección de metástasis e invasión local).</li> <li>• Valorar el pronóstico de la enfermedad.</li> <li>• Predecir una fractura patológica.</li> <li>• Evaluar cambios bioquímicos inexplicables.</li> <li>• Evaluación de síntomas músculo-esqueléticos.</li> <li>• Evaluación de la respuesta a la terapia.</li> </ul>
---

El aspecto característico de la metástasis en la GO es la imagen caliente, es decir acúmulo/hipercaptación focal del trazador. Muchos sino todos los pacientes oncológicos con dolor óseo, elevación de la fosfatasa alcalina, niveles elevados de calcio sérico debieran realizarse un scann óseo (13). La GO es altamente sensible en la detección de las mismas, sin embargo el mayor problema surge debido a su falta de especificidad. Pacientes con sospecha de metástasis son adultos mayores y pueden tener una osteoartritis u otra patología benigna que causa incremento de la actividad osteoblástica en hueso. Imágenes como radiografía simple, CT o RMN pueden ser necesarias para esclarecer estos hallazgos, y de esta manera interpretarlos con la mayor seguridad como procesos benignos.

La forma de presentación más común de enfermedad metastásica es un incremento múltiple y asimétrico de la actividad, que afecta el esqueleto axial y se extiende menos al apendicular. (Figura 9).



**Figura 9.** Paciente masculino con diagnóstico de Ca. de próstata. Nótese el incremento de la actividad osteoblástica en múltiples sitios, compatible con cuadro de diseminación ósea metastásica.

Estos hallazgos son a menudo patognomónicos de enfermedad

metastásica. Existen patrones gammagráficos comunes en la enfermedad metastásica (Tabla 3).

TABLA 3. PATRONES GAMMAGRÁFICOS COMÚNES EN LA ENFERMEDAD METASTÁSICA.

- Lesiones focales solitarias.
- Lesiones focales múltiples.
- Afectación difusa (super scann).
- Lesiones fotopénicas (frías).
- Normal (falso negativo).
- Fenómeno flare (estudios subsecuentes).
- Lesiones de partes blandas (captación por parte del tumor).

Un acúmulo caliente además de ser el hallazgo gammagráfico de la lesión ósea metastásica, puede corresponder a múltiple etiología. La RMN, CT o Radiología simple son excelentes técnicas de imagen en la correlación y verificación de metástasis. El grado de captación del radiofármaco por parte de una región ósea patológica no aporta luz alguna sobre su etiología. Las metástasis, fracturas, infecciones, enfermedad de Paget, son enfermedades que habitualmente ocasionan captación intensa del trazador. Lesiones benignas únicas pueden presentarse por artritis degenerativa, encondromas, osteoma frontal, displasia fibrosa y osteomielitis. Así mismo algunas lesiones malignas solo causan discreta hipercaptación en la GO.

El dilema lo constituye el acúmulo único, solitario, en la GO de un paciente portador de una neoplasia primitiva extraósea. La frecuencia de este hallazgo de 6-15% y en aproximadamente 55% de estos casos esta lesión única corresponde a metástasis. 40 a 80% de lesiones solitarias en columna han mostrado ser de origen metastásico (11). Cuando la localización se encuentra en arco costal anterior bajo y de forma puntiforme, es sugestivo de trauma, siendo obligado interrogar al paciente sobre la existencia o no de dicho antecedente. Si al realizarse una proyección oblicua no cambia o aparecen 2 lesiones mas en costillas contiguas, es altamente indicativo de patología benigna. Mientras que si la lesión se torna elongada en la imagen oblicua es sugestivo de malignidad (3). (Figura 10). En la columna vertebral con una probabilidad de 55-60% de corresponder a metástasis, las lesiones malignas usualmente afectan el cuerpo vertebral, posiblemente extendiéndose hacia los pedículos y raramente hacia los procesos espinosos(14 ). (Figura 11).



Figura 10  
Lesión única elongada en arco costal altamente sospechosa de metástasis.

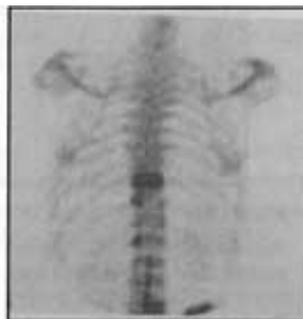


Figura 11.  
Metástasis única en vértebra dorsal.

Esto se verá mejor mediante un SPECT. Acúmulos lineales y homogéneos son muy sugestivos de aplastamientos benignos o si afectan a las facetas articulares posteriores es muy sugestivo de patología benigna.

Una práctica corriente, si no interfiere en la toma de decisiones terapéuticas consiste en repetir la exploración gammagráfica a los 3-4 meses. Si no hay cambios se orienta el caso como benigno, mientras que la aparición de nuevos acúmulos será indicativa de enfermedad en progresión. No debemos olvidar confirmar estos hallazgos con estudios radiológicos para confirmar cambios degenerativos y excluir metástasis si existe cualquier duda en la GO.

El Talio 201 (Tl201) ofrece otra alternativa diagnóstica para valorar lesiones líticas. La captación refleja un complejo mecanismo de celularidad, estado metabólico y flujo sanguíneo todos estos se encuentran alterados en el tumor, mostrando una sensibilidad de 88%. Anomalias que más suelen causar acúmulos de Tl201 incluyen sarcoma de Ewing's, carcinoma colónico, carcinoma de células claras renales, linfomas, adenocarcinomas de mama y próstata.

**El patrón de super scann.** La neoplasia primitiva que con mayor frecuencia lo produce es el carcinoma de próstata seguido del Ca. de mama. Se presenta como una captación global difusa y uniforme, si la captación es uniforme entonces pudiera considerarse erróneamente como normal, pudiendo apreciarse además ausencia o visualización muy tenue de las siluetas renales y un incremento de la visualización del esqueleto axial respecto a apendicular. (Figura 12). Lo que nos puede ayudar a diferenciar esta captación uniforme metastásica de una normal, es la revisión al menos de una radiografía estándar de tórax o simple de pelvis que será de gran utilidad al mostrarnos imágenes típicas de infiltración difusa y evitar cualquier error interpretativo.

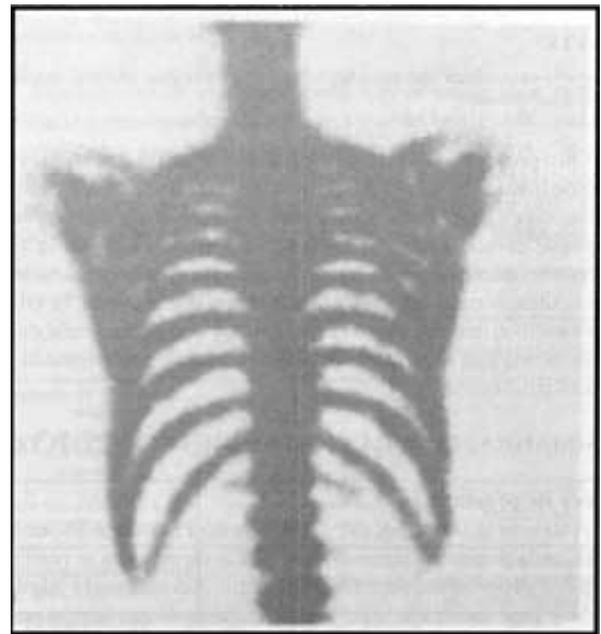


Figura 12

Patrón de Super Scann. Nótese la ausencia de siluetas renales y la fijación del trazador de arcos costales y vértebras de forma global difusa y uniforme.



**El fenómeno flare.** Se lo puede identificar durante el seguimiento gammagráfico óseo de pacientes que reciben tratamiento sistémico. Cambios asociados con buena respuesta pueden ser confundidos con progresión de la enfermedad. Esto ha sido descrito en Ca. de mama y próstata. La GO seriada en estos pacientes ante un tratamiento exitoso, nos puede mostrar un aumento del tamaño de los acúmulos conocidos e incluso la aparición de nuevos acúmulos, esto se explica por la actividad osteoblástica aumentada como respuesta al tratamiento.

#### Otros patrones.

Algunas metástasis pueden presentar una respuesta osteoclástica o destructiva de tal magnitud que en la GO pueden presentarse como zonas frías o fotopénicas y que radiológicamente son puramente líticas, en estos casos debiera sospecharse de estas lesiones ante la presencia de lesiones frías que debieran tener una captación normal. Las áreas fotodeficientes pueden estar bordeadas de un halo hipercaptante. (Figura 13).



**Figura 13.**

Metástasis osteolítica con halo hipercaptante en región parietal izquierda de la calota craneal.

Otro problema, es la detección gammagráfica de lesiones que radiológicamente tiene un patrón permeativo. Si el proceso neoplásico es indolente o no causa formación ósea reactiva, la GO puede darnos un patrón falsamente normal. Este patrón suele presentarse en tumores de células redondas o mieloma múltiple en este último caso algunos coinciden en afirmar que la GO es poco sensible, sin embargo otros opinan que la mayoría de los pacientes tendrán alguna anomalía a menudo relacionada con fractura patológica.

#### GAMMAGRAFIA ÓSEA EN TUMORES ESPECÍFICOS:

##### Cáncer de próstata.

Antes de la introducción del Antígeno Prostatico Específico (PSA), cada paciente diagnosticado de Ca. de próstata se realizaba GO para propósitos de estadiamiento. Actualmente algunos estudios han mostrado que las metástasis óseas son raras en pacientes con niveles de PSA de menos de 8-10 ng/mL. Por otra parte más del 50% de pacientes con niveles de PSA de 20ng/mL o más, tienen metástasis óseas(15). El cáncer de próstata frecuentemente metastatiza a huesos, sobretodo en el esqueleto

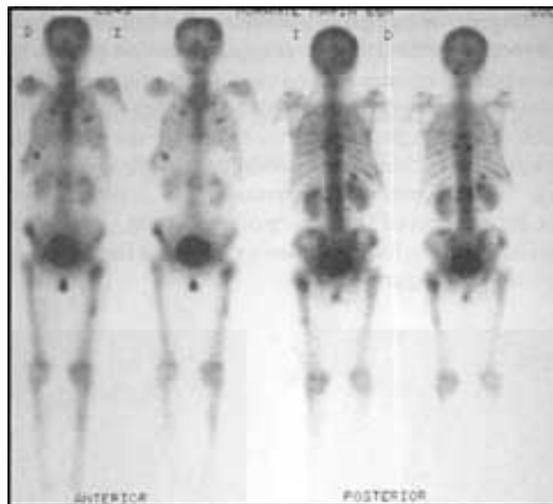
axial (particularmente columna y pelvis). Los hallazgos de la GO tienen implicaciones pronósticas. Se sabe que existe una sobrevida prolongada cuando el número de metástasis es menor a 6 y están confinadas al esqueleto axial, sin afectar el cráneo o esternón(16).

Las recomendaciones para realizar GO en pacientes con cáncer de próstata dependerán del estadio clínico, niveles de PSA, característica histológica del tumor y en casos de haberse establecido un seguimiento y estadiamiento previo. Es útil también en pacientes susceptibles de tratamiento con Samario 153 o Stroncio 89. La necesidad de una GO debe evaluarse individualmente en estos pacientes (17).

Debido a que pocos pacientes con niveles de PSA normal o bajo van a presentar metástasis, la GO debe realizarse en este grupo de pacientes cuando existe un grado histológico de Gleason alto(18), un estadio clínico alto (19) y síntomas músculos esqueléticos.

##### Cáncer de Mama.

El esqueleto es el sitio más común para metástasis por Ca de mama. Los reportes iniciales indicaron que un numero significativo de pacientes con Ca de mama en estadio clínico I y II tenían metástasis óseas. Una evaluación más rigurosa demostró que aquellos pacientes en estadio II con enfermedad agresiva presentan afectación ósea. Al igual que en el Ca. de próstata, el número y distribución de metástasis pueden aportar información pronóstica. Muchos autores han demostrado una correlación positiva entre la existencia de alteraciones gammagráficas óseas y peor pronóstico. Está indicada la práctica de una GO basal, en el momento de la presentación de la neoplasia primitiva. Las lesiones se localizan principalmente en el esqueleto axial aunque también las podemos observar en otros sitios. Es común ver afectada la columna, sobretodo en la columna lumbar (L-2) (Figura 14) y ocasionalmente la apófisis odontoides. Las metástasis por Ca de mama pueden ser osteoblásticas, osteolíticas o mixtas.



**Figura 14.**

Paciente con Ca. de mama que presenta patrón gammagráfico metastásico en arcos costales, vértebras, pelvis y fémur izquierdo.

##### Cáncer de Pulmón:

La GO esta indicada únicamente en el "oat cell" (probabilidad de enfermedad ósea 30 - 50 % según series). En los demás tipos

histológicos solo deben practicarse a pacientes que presentan síntomas clínicos o signos bioquímicos sugestivos de metástasis. El hallazgo de metástasis es un signo de mal pronóstico en este tipo de cáncer. Las metástasis se deben valorar en huesos periféricos, y a menudo suelen ser vistas en vértebra dorsal (T-12) ya que diseminan vía arterial, y pueden afectarse estructuras óseas periféricas sin que se afecten huesos centrales. También pueden producir una respuesta osteoblástica, osteolítica o mixta. El tumor de Pancoast que se localiza en los ápices pulmonares pueden localmente invadir clavícula adyacente o costillas superiores.

En casos de osteopatía hipertrofica néumica, es frecuente observar incremento de la captación en huesos largos y muñecas, sobretodo en los huesos largos con un patrón característico que semeja una vía de tren (hipercaptación a nivel de la cortical de los huesos largos) (Figura 15). La GO puede normalizarse al mes del tratamiento de la neoplasia primitiva.



**Figura 15.**  
 Osteoartropatía hipertrofica pulmonar. Patrón irregular de la captación en huesos largos de extremidades inferiores.

Otras patologías como el cáncer de útero, vejiga y renal tienen baja incidencia de metástasis esqueléticas. Además la presencia de lesiones frías en el cáncer renal es relativamente alta. En todos estos casos es importante realizar una GO en aquellos pacientes con una alta sospecha de afectación ósea, en pacientes con enfermedad avanzada o pacientes sintomáticos (dolor óseo).

**Leucemia**

El patrón gammagráfico puede ser mixto, sobretodo en leucemias agudas de infantes. Las lesiones frías pueden deberse a necrosis por infiltración leucémica, toxicidad ósea directa, secundario a terapia con metotrexato o radiación externa.(1).

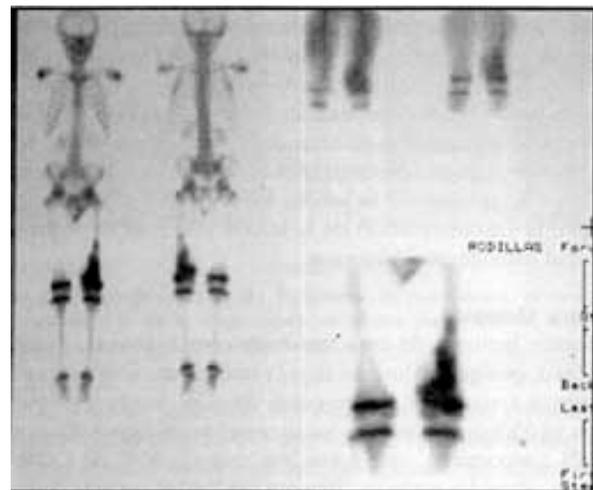
**Linfoma**

La sensibilidad de la imagen gammagráfica varía considerablemente. Varias investigaciones muestran que la GO es más confiable que la radiología en el Linfoma de Hodgkin respecto al Linfoma no Hodgkin, mientras otros reportan que la

GO muestra mayor extensión de la enfermedad que los hallazgos radiológicos en el Linfoma no Hodgkin (20). El patrón puede ser difuso, con incremento de la actividad y bordes pobremente definidos. Si la captación es simétrica puede causar dificultad en la definición de las lesiones.

**TUMORES ÓSEOS PRIMITIVOS**

El diagnóstico tratamiento y seguimiento de los tumores óseos primarios son de dominio de la radiología, CT y RMN, mientras que la GO se usa en la evaluación de posibles metástasis y afectación monostótica o poliostótica. En el diagnóstico diferencial entre tumores benignos y malignos, es útil la realización de la GO en tres fases. (Figura 16).



**Figura 16.**  
 Osteosarcoma en extremo inferior de fémur izquierdo. Nótese el incremento de la perfusión y pool vascular, así como la intensa actividad osteoblástica en la fase tardía del GO.

Aunque existe una superposición considerable entre la apariencia gammagráfica de algunos tumores benignos y malignos que conlleva a que no siempre existan unos criterios claros de distinción entre ambos, en la mayoría de casos pueden considerarse una serie de patrones gammagráficos que serán orientativos en cuanto a la benignidad o malignidad de la lesión (Tabla 4).

**TABLA 4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL GAMMAGRÁFICO ENTRE TUMORES ÓSEOS BENIGNOS Y MALIGNOS.**

	TUMORES BENIGNOS	TUMORES MALIGNOS
Captación del trazador (3 fases) Flujo sanguíneo fase vascular. Fase ósea	+ (*) + (*) + /++	++ ++ +++
DISTRIBUCIÓN DEL TRAZADOR EN LA LESION	UNIFORME O POCO IRREGULAR	IRREGULAR
MARGEN GAMMAGRÁFICO DE LA LESION	BIEN DEFINIDO	MAL DELIMITADO AFECTACIÓN DE TEJIDOS BLANDOS CONTIGUOS.
DISTORSION DEL CONTORNO ÓSEO NORMAL	NO (**)	SÍ
IMAGEN PARALESIONAL	INFRECUENTE	FRECUENTE



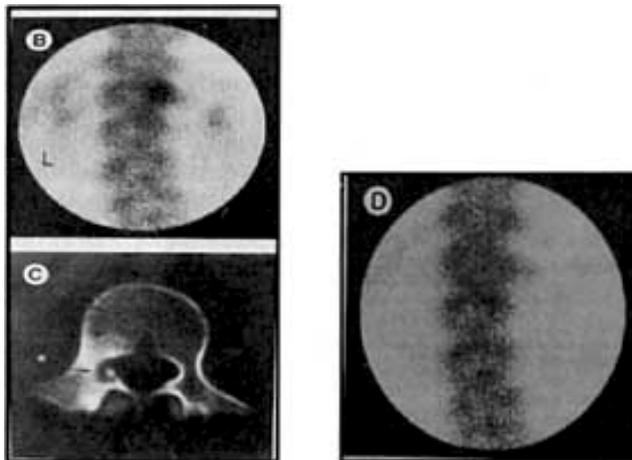
- \* Existen algunas excepciones de tumores óseos benignos con fase vascular positivas entre los que destacan el osteoma osteoide, encondromas, fibroma condromixoide, quiste óseo aneurismático y tumor de células gigantes.
- \*\* Normalmente en los tumores óseos benignos no existe distorsión del contorno óseo, salvo en algunas lesiones como el osteocondroma (exostosis) y en la encondromatosis múltiple.

### TUMORES ÓSEOS BENIGNOS

Lesiones óseas primarias benignas que a menudo son poliostóticas entre ellas la Displasia Fibrosa, Granuloma eosinófilo, Histiocitosis de células de Langerhans, Encondromatosis, Exostosis osteogénicas, se presentan como imágenes gammagráficas activas de mayor o menor intensidad en la fase ósea, bien delimitadas, y sin afectación o invasión a partes blandas contiguas. En ocasiones pero con mucha menor frecuencia, aparecen como áreas fotopénicas o frías. La mayor o menor intensidad de la captación del trazador o la ausencia de captación en los tumores benignos, esencialmente depende de varios factores, entre estos el tamaño de la lesión, localización en un hueso en concreto, la vascularización de la lesión y lo más importante la capacidad osteogénica del tumor.

#### Osteoma Osteoide.

Tumor benigno de características osteoblásticas, asociado dolor óseo, que generalmente es más intenso durante las noches. Con mayor frecuencia se presentan en adolescentes y jóvenes adultos. El 65% de los casos se localiza en huesos largos. Kransdorf et al (21) reportaron que aproximadamente 30% de todos los osteomas osteoideos están igualmente repartidos entre la columna vertebral. (Figura 17), las manos y los pies. De manera poco común, el osteoma osteoide puede ocurrir como lesión intraarticular.



**Figura 17.** Osteoma osteoide en vertebra dorsal (B) muestra hipercaptación e imagen radiológica en forma de nido con halo radiolúcido(C). La imagen D muestra ausencia de captación posterior a cirugía.

Radiológicamente la lesión puede presentarse como un nido con un centro radiolúcido el mismo que puede contener una cantidad variable de minerales rodeado de una zona esclerótica

(22) y que en ocasiones puede ser difícil de localizar mediante la radiología convencional especialmente en la columna.

La GO en tres fases juega un rol muy importante en la localización de este tumor de características muy vasculares y metabólicamente activo mostrando un incremento de la captación dentro de la lesión (nido caliente) la misma que puede tener la forma de una "doble densidad" (23). La técnica de SPECT es altamente sensible en la detección de estas lesiones sobretodo en las vértebras.

#### Otros tumores benignos.

Osteocondromas, condroblastomas, y encondromas demuestran un spectrum variable en la GO. En algunos casos la gammagrafia es normal o casi normal. En otros casos puede ser sorprendentemente captante, especialmente los osteocondromas y condroblastomas. Los encondromas raramente muestran una captación intensa a menos que presenten una fractura secundaria.

### TUMORES ÓSEOS PRIMARIOS

#### Sarcoma osteogénico.

Es la neoplasia primaria ósea más común que se presenta comúnmente en niños y jóvenes jóvenes. Es mas frecuente en varones que mujeres. La GO en tres fases muestra una intensa vascularización del tumor, y una mayor extensión controversial de la lesión respecto a otras técnicas diagnósticas, pero que en todo caso es una técnica que puede realmente valorar el resto del esqueleto en búsqueda de lesiones metastásicas. En el momento de la presentación del tumor las metástasis son relativamente inusuales, pero pueden ocurrir en un 2-6% de los pacientes (24).

El tratamiento es principalmente quirúrgico, pero con la introducción de la quimioterapia adyuvante pre y post quirúrgica la sobrevida de los pacientes ha mejorado (25). La valoración de la quimioterapia pre-operatoria es de particular interés en las imágenes funcionales de la medicina nuclear.

#### Sarcoma de Ewing's

Se presenta en la edad de 10-25 años. Puede metastatizar a otros huesos o pulmones. . crece en la diáfisis de los huesos largos, pelvis Gammagráficamente se puede apreciar como una lesión mas extensa respecto a otras técnicas de diagnóstico y muestra una gran captación del  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP (GO positiva). La distribución de la actividad osteoblástica es generalmente mas uniforme y muestra menos irregularidad en los contornos de la lesión, que el osteosarcoma, pero de igual manera no puede demostrar con seguridad la verdadera extensión de la lesión debido a la afectación medular. Las metástasis esqueléticas son considerablemente mayores al 10% mas comunes que el osteosarcoma.(26).

### PATOLOGÍA ÓSEA METABÓLICA

#### Enfermedad de Paget

La enfermedad de Paget es usualmente descubierta de manera incidental debido a un incremento de los niveles de la fosfatasa alcalina sérica o anomalías en radiografía simple. La GO es la técnica más sensible para detectar esta patología y es un buen test de screening cuando se sospecha de la enfermedad e pacientes con dolores óseos inexplicables, deformidad o niveles elevados de fosfatasa alcalina (27). Los hallazgos son usualmente sorprendentes, con incremento de la actividad en gran parte o todo

el hueso afectado (Figura 18), si bien la hipercaptación suele ser más intensa en la cortical o en la periferia de los huesos afectos. Los huesos más comúnmente afectados son los coxales y la columna vertebral. Cuando existe afectación del esqueleto apendicular, las lesiones comienzan en el extremo articular del hueso y progresan hacia la diáfisis, mostrando con frecuencia una configuración del borde de la lesión en V. Otra ventaja gammagráfica es la valoración de todo el esqueleto debido a que esta enfermedad es poliostótica en el 80% de los casos(28). La GO sirve de ayuda para evaluar nuevos sitios de dolor (ej: por fracturas), detectar casos raros de transformación sarcomatosa, y valorar respuesta a la terapéutica.

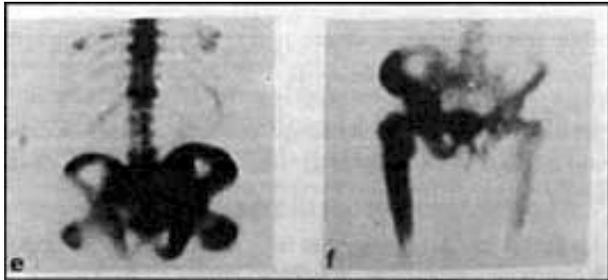


Figura 18.  
Enfermedad de Paget poliostótica. Obsérvese la intensa actividad osteoblástica en prácticamente toda la estructura ósea de ilíaco derecho y fémur del mismo lado.

#### Osteodistrofia Renal.

En su mecanismo patogénico participan las alteraciones del metabolismo de la vitamina D y el hiperparatiroidismo secundario, la GO refleja las lesiones más precozmente que la radiografía, puede presentarse como un patrón de super scan, existiendo un marcado incremento de la actividad en esqueleto axial y apendicular

#### Hiperparatiroidismo Primario.

La GO tiene un valor limitado en esta patología no siendo útil para su diagnóstico, pero sí para valorar extensión de la afectación esquelética. Existe una amplia variedad en la apariencia gammagráfica que va desde la normalidad a un incremento de la captación del trazador generalizado en el esqueleto.

#### Osteomalacia

Las imágenes gamma gráficas son habitualmente anormales, siendo los hallazgos más frecuentes el aumento de la captación del trazador en huesos largos, carpos, calota craneal y mandíbula, y lo más característico la hipercaptación en las articulaciones condrocostales y en el esternón, particularmente en sus bordes (tie sign).

#### Osteoporosis

La GO no es de gran ayuda en la osteoporosis. En estos casos la densitometría ósea es la más apropiada. Sin embargo la GO se usa en el diagnóstico y envejecimiento de fracturas osteoporóticas, especialmente colapso vertebral y puede identificar enfermedad coexistente y fracturas óseas recientes Y complicaciones post fracturas (ej: osteomielitis o no-uni6n 6sea). En colapso vertebral la actividad 6sea inicial es intensa y se desvanece lentamente entre los 6-18 meses.

#### INFECCIONES

La GO es usada como procedimiento complementario en la evaluaci6n de infecci6n. (Figura 19). Si los hallazgos cl6sicos de osteomielitis se aprecia en la radiografía no es necesario otro procedimiento diagn6stico. A menudo sin embargo se requieren exploraciones isot6picas para evaluar la mejoría de la infecci6n. La GO tiene una tasa de seguridad de seguridad mayor de 90% en ausencia de otras complicaciones, pero no debemos olvidar que otras condiciones tambi6n pueden simular un patr6n de osteomielitis como las fracturas, artritis, etc., lo que disminuye su especificidad (29).



Figura 19.  
Imagen de osteomielitis que muestra incremento del pool vascular en metafisis de tibia izquierda (A). En la imagen tardía se aprecia incremento de la actividad metab6lica en la misma zona metafisaria (B).

En casos de infecci6n una combinaci6n con gammagrafía mediante Galio-67 (Ga-67) incrementa la especificidad de la infecci6n, localizándose este is6topo en áreas de infecci6n por varias rutas, incluyendo la hiperemia y unido a proteínas como la transferrina y lactoferrina. Cuando la localizaci6n de ambos trazadores es incongruente (99mTc-MDP y Ga-67) o cuando la intensidad del galio es mayor que el Tecnecio la gammagrafía es positiva para infecci6n, sin embargo si la captaci6n de Galio es menor a la del Tc, el diagn6stico de osteomielitis es excluido. Si la intensidad es similar en ambas exploraciones entonces la especificidad es baja y los resultados serían indefinidos. Otro inconveniente que se presenta en la exploraci6n mediante Galio es que el mismo puede fijarse en áreas de incremento de intercambio 6seo, como en fracturas, artritis inflamatoria o neuropatía articular, en estas circunstancias es de gran importancia el estudio mediante leucocitos marcados, los agentes más empleados para marcaje de estas células es el In 111 o 99mTc-HMPAO.

Los leucocitos marcados (WBC) se fijan en áreas de infecci6n pero no en áreas de incremento de intercambio 6seo. El diagn6stico es positivo para infecci6n si la actividad de lo GO y los leucocitos es espacialmente incongruente o cuando la intensidad de los WBC excede a la GO.

En la evaluaci6n del pie diabético la radiografía y la RMN no son muy específicas, sin embargo la GO y la gammagrafía con leucocitos marcados es más sensible y específica en diagn6stico de pie diabético que la GO sola (30) una combinaci6n de los dos estudios es útil debido a que los leucocitos determinan si la infecci6n está presente, y la GO proporciona informaci6n para valorar si la infecci6n está presente en partes blandas o hueso.



En la artritis séptica, la artrocentesis y el cultivo del líquido articular permiten el diagnóstico definitivo con relativa facilidad.

La imagen gammagráfica de artritis séptica es bastante característica y consiste en un patrón de aumento de la captación peri articular (tanto en fase precoz como en la tardía), que tiene un carácter simétrico en el hueso yuxtaarticular, a ambos lados de la articulación afecta. Esta captación es debida a un mecanismo de hiperemia, con aumento de la distribución del trazador por ramas de los vasos sinoviales que irrigan la epífisis y metáfisis vecinas a la articulación afecta.

Ocasionalmente el patrón gammagráfico puede ser normal en la artritis séptica.

## PATOLOGÍA VASCULAR

### Distrofia Simpático Refleja.

Es un síndrome de mecanismo fisiopatológico mal conocido, que puede definirse como una exagerada o anormal respuesta del sistema nervioso simpático con alteraciones vasomotoras. Se encuentra asociado con mayor frecuencia a traumatismo mayores o menores, fracturas, pero también pueden aparecer algo distrofias en relación con trastornos primarios del sistema nervioso central, cardiopatía isquémica, post mastectomía, hemiplejía, etc.

Las alteraciones gammagráficas consisten en una hipercaptación difusa en las superficies articulares y periarticular que afecta a múltiples articulaciones de la extremidad sintomática (sobre todo las distales) en las imágenes tardías, y que también se observa en el estudio precoz durante la fase hiperémica de la enfermedad, lo que informa sobre la situación vasomotora. (Figura 20).

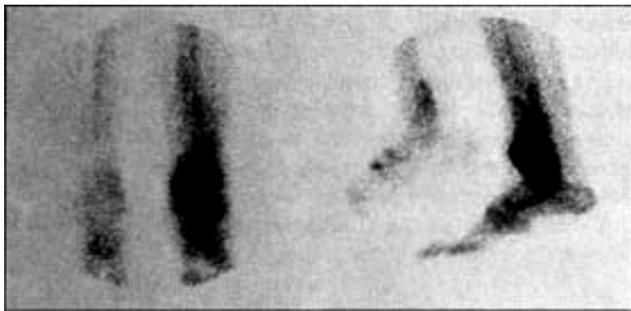


Figura 20.

Distrofia Simpático Refleja (Enfermedad de Sudeck), nótese el incremento de la actividad osteoblástica en articulación tibioperoneo astragalina

### Necrosis Oseas Avasculares.

Las necrosis avasculares incluyen un gran número de lesiones óseas de distinta incidencia clínica que plantean importantes problemas tanto etiopatogénicos como terapéuticos.

### Osteocondrosis

Son lesiones de origen espontáneo o que aparecen sin prueba manifiesta de traumatismo importante, con preferencia en niños y adolescentes, y que afectan a algunas de las epífisis de los huesos largos, apófisis y cuerpos vertebrales. Incluyen un extenso grupo de lesiones histopatológicamente heterogéneas de las que solo algunas corresponden a verdaderas osteonecrosis (enfermedad de

Perthes, enfermedad de Freiberg (osteonecrosis de la cabeza del segundo metatarsiano), enfermedad de Kienbock, (necrosis avascular de hueso lunar del carpo) etc.

### Osteonecrosis del adulto. Causas:

**Primarias:** Idiopáticas.

**Secundarias:** Post traumatismo (fractura luxación).

Anemia de células falciformes.

Tratamiento esteroideo.

Alcoholismo.

Necrosis post irradiación.

Enfermedades sistémicas del tejido conectivo.

En cada uno de los casos antes mencionados la acumulación del trazador varía en función del tipo de osteonecrosis.

El diagnóstico precoz de la necrosis avasculares de cabeza femoral nos permitirá evitar la evolución de las mismas hacia la osteoartritis.

En la fase inicial la imagen en la GO muestra zona fotopénica (fría). Al producirse la revascularización la imagen aparece reactiva hipercaptante extendiéndose en ocasiones a cuello y metáfisis femoral, para ir disminuyendo hasta la normalización cuando la recuperación es completa. (Figura 21).

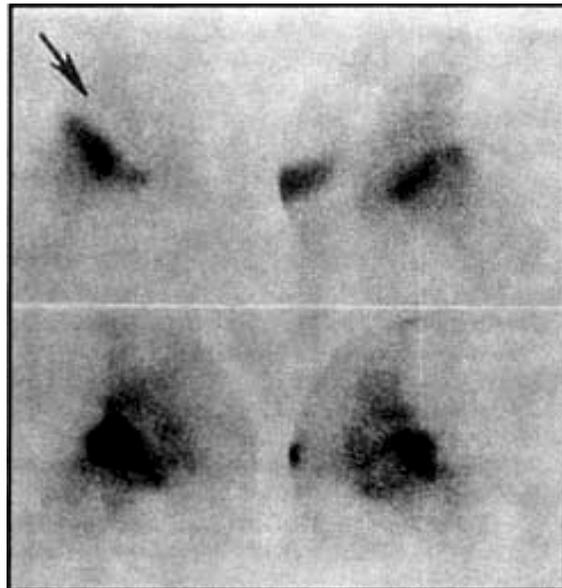


Figura 21.

Vistas de ambas pelvis mostrando defecto fotopénico e ambas cabezas femorales en paciente con antecedente de asma en tratamiento a largo plazo con esteroides, en la parte superior se aprecian severos cambios osteonecroticos, mientras que en la imagen inferior 10 meses después se evidencia mejoría de la captación.

### Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes

Suele ocurrir entre los 3 y 12 años el pico de incidencia es entre 5-7 años, edad en la que la cabeza femoral del niño es particularmente susceptible de trastornos isquémicos. Los cambios

gammagráficos dependen del estado de la enfermedad siendo el hallazgo más característico un área fotopénica en la epífisis femoral(31 ). La anomalía particularmente en la cadera, se aprecia mejor con colimador pin hole. Cavaillotes et al considera que los cambios gammagráficos pueden permitir el estadiamiento de la enfermedad(32 ). El tiempo promedio para que ocurra la normalización del scann fue entre 11 y 8 meses, lo mismo que suele variar dependiendo de la revascularización de la zona sin complicaciones como colapso de la cabeza.

El control evolutivo de las artroplastias es una de las indicaciones precisas de la GO. En el caso de la artroplastia total de cadera la imagen gammagráfica normal se caracteriza por una hipocaptación que corresponde al implante de la prótesis por frenación fotónica en el componente acetabular o femoral de la prótesis. La reacción osteoblástica post quirúrgica debiera normalizarse a los 8-10 meses, la persistencia de actividad sugiere existencia de complicaciones como aflojamiento, calcificaciones e infecciones.

### Conclusiones

A pesar de los avances en Medicina Nuclear, la GO sigue siendo una técnica de imagen importante. Su sensibilidad es mayor en detectar fracturas de stress, metástasis y poder valorar una lesión sospechosa de injuria que no sea posible valorarla mediante radiografía (ej: fractura costal). La gammagrafía nos permite valorar nuevos síntomas, respuesta a la terapia y pronóstico en pacientes con tumores malignos. En casos de dolor dorsal bajo, la técnica puede determinar la edad de la fractura vertebral, identificar una osteoporosis y puede descubrir otra causa de dolor como artritis o espondilolisis. En combinación con otras técnicas gammagráficas como gammagrafía con Ga67, 111In-octreotido, 201Tl y 99m Tc SESTAMIBI puede ayudar en la identificación y localización de tumores, metástasis e infecciones. No debemos olvidar el uso de la 18-F flúorodeoxiglucosa mediante la técnica de Tomografía por Emisión de Positrones (PET) en metástasis esqueléticas que por su alta resolución nos permite detectar lesiones en la médula ósea antes que haya ocurrido una reacción ósea significativa.

La GO debiera ser cuidadosamente revisada y correlacionada con la historia clínica, examen físico, scanns previos y otros estudios radiológicos. Imágenes adicionales pueden ser necesarias para determinar una lesión mas específica la cual puede ayudar a determinar su causa.

### Bibliografía

- Murray IPC: Bone scintigraphy: the procedure and interpretation, In Murray IPC, Ell PJ, eds: Nuclear medicine in clinical diagnosis and Treatment Murray Ell, Churchill Livingstone, London, 1998, second edition, 1125-1152.
- Subramanian G, Mc Afee JG: A new complex of 99mTc- for skeletal imaging, Radiology 1971; 99:192.
- Charkes ND: Skeletal Blood flow: Implication for bone scan interpretation. J Nucl Med 1980; 21:91.
- Smith FW: The skeletal system. In P.F.Sharp, H.G. Gemmell & F.W.Smith eds: Practical nuclear medicine Oxford 1998 second edition 235-252.
- Harbert J, Desai R: Small calvarian bone scann foci-normal variations. J Nuc Med 1985; 26:1144.
- McRae J et al: Chemistry of 99mTc- tracers:In vitro conversion of tagget Hedp and pyrofosfate(bone seekers) into gluconate ( renal agent) Effects of ca and fe (II) on in vivo distribution J. Nuc .Med 1976; 17: 208
- King MA et al: A study of irradiated bone . part II-Changes in Tc-99m pyrophosphate bone imagnng .J Nucl Med 1980;21:22.
- Hattner RS, Hartmeyer J, Wara WM: Characterization of radiation-induced photogenic abnormalities on bone scan. Radiology 1982; 145:161.
- Sopena R., Carreras JL: Hueso. In: Medicina nuclear técnicas, indicaciones y algoritmos diagnóstico. España : Masson 1991. 7-41
- Delee JC, Evans JP, Julian J: Stress fracture of the fifth metatarsal. Am J Sports Med 1983; 11:349
- Scharf SC. The radionuclide bone scan in the evaluation of sports injuries. In: Freeman LM, ed. Nuclear medicine annual 1996. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996:91-112
- Thrall James H, Ziessman Harvey A. Nuclear Medicine The Requisites. Skeletal System. London 1994.
- Principles and Practice of Nuclear Medicine second edition Paul J. Early D. Bruce Sodee Mosby..36113.- Brown ML, Collier BD Jr, Fogelman I. Bone scintigraphy. Part 1: Oncology and infection. J Nucl Med 1993;34(12):2236-40
- Brown ML, Collier BD Jr, Fogelman I. Bone scintigraphy. Part 1: Oncology and infection. J Nucl Med 1993; 34(12):2236-40
- Brown ML. Bone scintigraphy in benign and malignant tumors. Radiol Clin North Am 1993;31(4):731-8
- KnudsonG, Grinis G,Lopez-Majano V, et al: Bone scann as stratification variable in advanced prostate cancer. Cancer 68:316-320, 1991
- Leonard M.Freeman, and M.Donald Blafox, The rol of nuclear medicine in oncological diagnosis (part 2) seminars in nuclear medicine vol XXVII, No 2 134
- Shih WJ, Mitchell B, Wierzbinski B, et al: Prediction of radionuclide bone imaging findingsa by gleason histologic grading of prostate carcinoma. Clin Nucl Med 16:763-766, 1991.
- Vijayakumar V, Vijayakumar S, Quadri SF, et al: Can prostate specific antigen levels predict bone scann evidence of metastases in newly diagnosed prostate cancer. Am J Clin



- Oncol 17:432-436, 1994
20. Martin DJ, Ash JM. Diagnostic radiology in non hodgkin's lymphoma. *Semin. Oncol* 4: 1997; 297-309.
  21. KransdorfMJ, Stull MA, Gilkey FW, Moser RP: From de archives of the AFIP: Osteoma Osteoide. *Radiographics* 11:671-696, 1991)
  22. Brown M: Bone scintigraphy in Benign and malignant Tumors. *Radiol Clin North Am* 31:731-738, 1993).
  23. Mandell Gerald A Nuclear Medicine in Pediatric Orthopedics. *Semin Nucl Med* 1998;28 (1): 95-115.
  24. Murray IPC, Elison BS. Radionuclide bone imaging for primary bone malignancy. *Clin Oncol* 1986. 5: 141-158.
  25. Goorin AM, Andreson JW. Experience with multiagent chemotherapy for osteosarcoma: improved outcome. *Clin Orthop* 1991. 270: 22-28.
  26. Nair N . Bone scanning in Ewing's sarcoma. *J.Nucl Med* 1985. 26: 349-352.
  27. Resnick D. Paget's disease. In: Resnick D. Bone and joint imaging. 2d ed. Philadelphia: Saunders, 1996:525-32
  28. Palestro CJ, Torres MA. Radionuclide imaging in orthopedic infections. *Semin Nucl Med* 1997;27(4):334-45
  29. Palestro CJ. Musculoskeletal infection. In: Freeman LM, ed. Nuclear medicine annual 1994. New York: Raven Press, 1994:91-119.
  30. Johnson RP. The role of bone imaging in orthopedic practice. *Semin Nucl Med* 1997;27(4):386-9
  31. Dangelis J A 1976 Pinhole imaging in Legg Clave Perthes disease. *Semin Nucl Med* 6:69-82.
  32. Cavailloles F, Bok B, Vénzale H 1982 Bone scintigraphy and the diagnosis and follow-up of perthes disease, *Eur J Nucl Med* 7: 327-330.

