

Dr. Nicolás Ricardo de Jesús Sánchez Casas,<sup>1</sup>  
 Dr. José Rafael García Ortíz,  
 Dr. Luis Felipe Alva López

## Valor adicional de la técnica SPECT al Gammagrama de glándulas paratiroides en la localización de adenomas paratiroides

### RESUMEN

**Introducción:** La hormona paratiroidea (PTH) es esencial para el control del metabolismo del calcio y es secretada por las glándulas paratiroides. Su sobresecreción puede dar como resultado una hipercalcemia sintomática.

El hiperparatiroidismo primario es una endocrinopatía común, especialmente en las mujeres mayores. Su tratamiento es controversial, ya que muchos pacientes son asintomáticos y, por lo tanto, no todos desarrollarán síntomas y/o complicaciones del hiperparatiroidismo.

**Objetivo:** Determinar el valor adicional que proporcionan las imágenes tridimensionales (SPECT) al Gammagrama de glándulas paratiroides con técnica convencional (imágenes planares) en la localización de adenomas paratiroides, tomando como referencia el análisis histopatológico.

**Metodología:** Se revisaron los archivos de Medicina Nu-

clear para localizar y extraer los estudios gammagráficos realizados y dirigidos hacia la localización de adenoma(s) paratiroideo(s) y que contaran con la inclusión de ambas técnicas (Imágenes Planares + SPECT). Fueron revisados retrospectivamente los estudios gammagráficos de 38 pacientes, que habían sido referidos por sus médicos tratantes a nuestra área con sospecha diagnóstica clínica y paraclínica (sólo en algunos casos) de hiperparatiroidismo primario, para la realización de Gammagrama de glándulas paratiroides con <sup>99m</sup>Tc-MIBI.

**Resultados:** En los 38 pacientes, las imágenes mediante la técnica SPECT lograron evidenciar a 22/38(58%) de ellos con hallazgos anormales. Por otro lado, las imágenes planares pudieron evidenciar anomalías en 14/38(37%) de los mismos. De los 22 pacientes evidenciados por técnica SPECT, sólo 14 (63.6%) de ellos fueron evidenciados en las imágenes planares y los demás no se lograron evidenciar en las mismas. El

resto de los estudios no mostraron alteraciones evidentes y fueron interpretados como normales y/o negativos.

**Conclusión:** Los cirujanos endocrinólogos experimentados pueden curar el hiperparatiroidismo primario secundario a un adenoma de paratiroides, mediante la exploración bilateral del cuello en la mayoría de los pacientes (en más del 95% de los casos) sin la realización de ningún estudio de imagen. Sin embargo, la morbilidad y el porcentaje de cirugías fallidas pueden ser altos en manos menos experimentadas.

**Palabras clave:** Adenoma de paratiroides, gammagrama de glándulas paratiroides, SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography), hiperparatiroidismo primario.

*continúa en la pág. 138*

<sup>1</sup>Del Departamento de Medicina Nuclear del American British Cowdray Medical Center I.A.P. Sur 114, No. 72, Col. Cove, México, D.F.  
 Copias (Copies): Dr. Nicolás Ricardo de Jesús Sánchez Casas E-mail: docnico4@hotmail.com

## ABSTRACT

**Introduction:** The parathyroid hormone is essential for the control of calcium metabolism and it is secreted by the Parathyroid Glands. Its oversecretion can result in a Symptomatic Hypercalcaemia. The primary hyperparathyroidism is a common endocrinopathy, especially in older women. Its treatment is controversial because many patients are asymptomatic and, because of this, not everyone will develop symptoms and/or complications of hyperparathyroidism.

**Objective:** To define the additional value that tridimensional imaging (SPECT) provides to the Gammagram of parathyroid glands with conventional technique (plain images) to lo-

cate parathyroid adenomas, taking the histopathologic analysis as reference.

**Methodology:** The Nuclear Medicine files were reviewed and extract the gammagraphic studies taken and directed to locate parathyroid adenomas and that they had the inclusion of both techniques (Plain images + SPECT). The studies of 38 patients that had been referred by their attendant doctor to our area with clinic and paraclinic (only in a few cases) diagnostic suspicion of primary hyperthyroidism to have a parathyroid gland Gammagram with  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI were reviewed.

**Results:** In all 38 patients, the images by SPECT technique accomplished to show abnormal findings in 22/38(58%) of them. On the other hand, plain images could show abnormalities in 14/38(37%) of them.

From the 22 patients proved by SPECT technique, only 14 (63.6%) of them were shown on plain images and the rest couldn't be shown. The rest of the studies didn't show evident changes and were interpreted as normal and/or negative.

**Conclusion:** Experimented endocrinology surgeons are able to cure primary hyperparathyroidism secondary to a parathyroid adenoma, by bilateral examination of the neck in most patients (over 95% of the cases) without taking any imaging study. However, morbidity and failed surgery percent can be high in less experimented hands.

**Key words:** Parathyroid adenoma, parathyroid glands gammagram, SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography), primary hyperparathyroidism.

## Introducción

La hormona paratiroidea (PTH) es esencial para el control del metabolismo del calcio y es secretada por las glándulas paratiroideas. Su sobresecreción puede dar como resultado una hipercalcemia sintomática.

Con el incremento en la frecuencia de la realización de análisis bioquímicos de escrutinio en los pacientes, se han encontrado estados de hipercalcemia asintomática, por lo que en la actualidad, el hiperparatiroidismo es mayormente diagnosticado.

El hiperparatiroidismo primario es una endocrinopatía común, especialmente en las mujeres mayores, con un estimado de 100,000 nuevos casos diagnosticados cada año en los EUA.

Sin embargo, su tratamiento es controversial. Debido a que muchos pacientes son asintomáticos y sólo una minoría desarrollará síntomas y/o complicaciones del hiperparatiroidismo, muchos especialistas recomiendan solamente un seguimiento anual, reservando el tratamiento quirúrgico sólo para aquéllos quienes presenten progresión de la enfermedad. Por otra parte, es muy probable que muchos pacientes no continúen con el seguimiento, así como también resulta prácticamente imposible el poder predecir cuáles pacientes no com-

plicados desarrollarán progresión en los próximos años, por lo que algunos cirujanos prefieren practicar la resección quirúrgica de la glándula afectada, aun cuando los síntomas son difíciles de definir en la mayoría de estos pacientes.

Una vez hecho el diagnóstico y de haber aceptado el tratamiento quirúrgico, ahora la controversia será en relación con la utilización de estudios de localización preoperatorios. Esto se debe a que en manos de cirujanos experimentados, la exploración bilateral del cuello con la localización y extirpación de la glándula afectada, dan como resultado una solución del hiperparatiroidismo en aproximadamente el 90 al 97% de los pacientes, por lo que muchos otros médicos se mantienen en el dicho "el mejor camino para la localización de las glándulas paratiroideas es localizar a un cirujano de paratiroideas experimentado".

Sin embargo, a pesar de la controversia del costo-efectivo de la utilización de imágenes preoperatorias de rutina, en la actualidad muchos cirujanos se inclinan por solicitar la localización previa a la exploración quirúrgica.<sup>3</sup>

Se encuentran disponibles múltiples modalidades de imagen para la detección de enfermedad paratiroidea.

La angiografía selectiva y el muestreo venoso de hormona paratiroidea tienen una sensibilidad del 60 al 85%. Sin embargo, esta técnica es un tanto agresiva para ser utilizada como estudio inicial. La Tomografía Computarizada se realiza con la administración de material de contraste intravenoso con una baja sensibilidad del 45 al 55%, con un ligero mayor porcentaje para la localización de tumores paratiroideos mediastinales. El valor diagnóstico del ultrasonido, muestra un amplio rango de sensibilidad (36 al 76%), el cual se relaciona con la experiencia del operador. En manos experimentadas, el US realizado con transductor de alta frecuencia y con aplicación de Doppler, es una técnica excelente para el estudio de la enfermedad paratiroidea cervical superior. La Resonancia Magnética con evaluación tridimensional del cuello y el tórax superior tiene una sensibilidad del 78%. Su sensibilidad es mayor para el mediastino (casi del 88%), equivalente al obtenido mediante la Gammagrafía.<sup>3</sup>

### Marco teórico

La Gammagrafía ha demostrado tener una certeza razonable para la localización de adenomas o hiperplasia de las glándulas paratiroides. Un óptimo estudio gammagráfico requiere de la comprensión de la embriología, anatomía y de las características fisiológicas de las glándulas paratiroides. Así como también es necesario conocer las propiedades de los radiotrazadores y las diferentes técnicas de adquisición de los estudios.

En 1965, la utilización de análogos del aminoácido metionina marcada con <sup>75</sup>Selenio (seleniometionina), se introdujo como un agente gammagráfico para el rastreo de glándulas paratiroides. Debido a sus características de imagen subóptimas y aunada su baja sensibilidad (40%) y especificidad (51%) para la detección de adenomas paratiroideos, esta técnica fue abandonada a mediados de los años 80's.

En Asia y Europa, la identificación de patología paratiroidea se realizaba mediante la infusión intraoperatoria de azul de metileno con una sensibilidad del 95%. Sin embargo, la utilización de azul de metileno marcado con <sup>123</sup>I demostró ser insatisfactoria para el estudio preoperatorio de los adenomas paratiroideos con una sensibilidad de sólo 20%.

En 1983 fue descrita la combinación de imágenes con <sup>99m</sup>Tc-pertecnetato y sustracción de imágenes con <sup>201</sup>-TI. Esta técnica está basada en el principio de que el tejido tiroideo y paratiroideo captan el <sup>201</sup>-TI y únicamente el tejido tiroideo atraparé el <sup>99m</sup>Tc-pertecnetato. La acumulación del <sup>201</sup>-TI no es específica, ya que está relacionada con una mayor celularidad y/o vascularidad de las lesiones. El <sup>201</sup>-TI es un agente marcador tumoral no específico y los hallazgos falsos-positivos pueden observarse tanto en neoplasias tiroideas

benignas como malignas, siendo éstos en los casos de tiroiditis de Hashimoto, ganglios cervicales inflamados, sarcoidosis, tumoraciones pardas, carcinoma metastático y linfoma.

Aunque han sido utilizadas una gran variedad de protocolos, comúnmente se adquieren primero las imágenes planares con <sup>201</sup>-TI, utilizando un colimador pinhole después de la inyección de 2 mCi. Inmediatamente después de la adquisición de las imágenes con <sup>201</sup>-TI, se inyectan 2 mCi de <sup>99m</sup>Tc-pertecnetato y las imágenes tiroideas se adquieren a los 10 a 15 minutos más tarde. El paciente debe permanecer en la misma posición, sin moverse durante todo el estudio para obtener el mejor corregistro y sustracción de las imágenes. Cualquier foco de actividad del <sup>201</sup>-TI que persista después de hacer la sustracción de la actividad del <sup>99m</sup>Tc-pertecnetato, teóricamente representa actividad paratiroidea patológica. La ventaja de esta técnica es la sensibilidad y especificidad con que cuentan, que han sido reportadas en 59-64% y 68-75% respectivamente. Sin embargo, debido a la sencillez y mayor reproducibilidad del Gammagrama con <sup>99m</sup>Tc-MIBI, el estudio con <sup>99m</sup>Tc/<sup>201</sup>-TI o con <sup>123</sup>I/<sup>201</sup>-TI, en la práctica actual raramente se utiliza.

### Anatomía y fisiología

Las glándulas paratiroides son estructuras que tienen una forma oval, de color café-rojizo y se encuentran situadas a lo largo del aspecto posterior de los lóbulos tiroideos. El 85% de las personas cuentan con cuatro glándulas paratiroides, dos arriba y dos más abajo, cada una con un peso aproximado de 35 a 40 mg y con dimensiones de 6 x 3 mm. Una quinta glándula supernumeraria ocurre en el 10 al 13% de las personas, siendo el timo el sitio más común, habiendo reportes que describen al menos dos y hasta ocho glándulas (Figura 1).

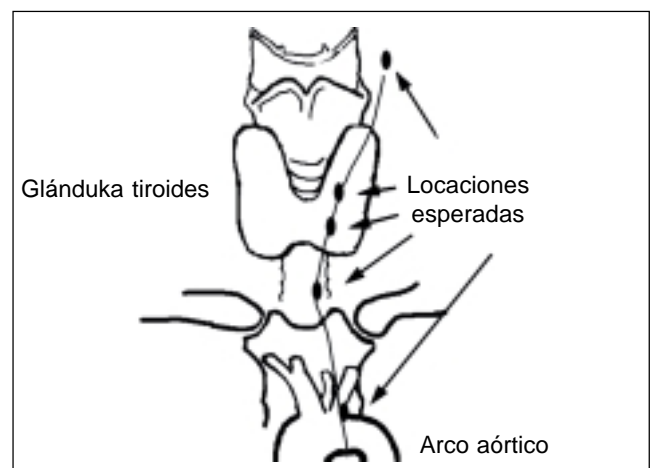


Figura 1.

## Fisiopatología

### Hiperparatiroidismo

El diagnóstico de hiperparatiroidismo usualmente se hace mediante los hallazgos bioquímicos de elevación de los niveles de calcio sérico y PTH. Otras causas de hipercalcemia relacionadas con enfermedad de las glándulas paratiroides incluyen hipercalcemia hipocalciúrica familiar, en la que existe una mutación del gen sensor de calcio dando como resultado un cambio en el umbral de las células paratiroides para el calcio y el resultado de la hipercalcemia inducida por el litio a nivel de los sensores de calcio de las glándulas paratiroides, eventualmente ocasionan hiperplasia paratiroidea.

Existen muchas causas de hipercalcemia no dependiente de PTH como en la intoxicación por vitamina D, uso de diuréticos tiazídicos, sarcoidosis y otros procesos inflamatorios granulomatosos.

Sin embargo, la causa más importante y común de hipercalcemia es la hipercalcemia humoral maligna. La cual es causada por la sobreproducción de la proteína relacionada con la PTH. La elevación de los niveles circulantes de PTH en la mayoría de los casos ocurre secundario a la existencia de enfermedad maligna e hipercalcemia. La PTH se une a los receptores de PTH y simulan todas las acciones de dicha hormona. Existen una gran variedad de tumores que se caracterizan por la sobreproducción de PTH. La diferenciación de hiperparatiroidismo de otras etiologías de hipercalcemia está basada en la elevación de PTH circulante. Los estudios de imagenología se utilizan para la localización en lugar de utilizarlos para el diagnóstico.

En el hiperparatiroidismo primario la(s) glándula(s) paratiroides anormal(es) secreta(n) una cantidad excesiva de PTH. Por el contrario, a la secreción aumentada de PTH como una respuesta apropiada a la hipocalcemia se le conoce como hiperparatiroidismo secundario, observado comúnmente en los pacientes con insuficiencia renal crónica. El hiperparatiroidismo terciario ocurre cuando una o más glándulas hiperplásicas de un paciente con hiperparatiroidismo secundario se convierte(n) en funcionalmente autónomas, dando como resultado la hipercalcemia. El hiperparatiroidismo primario conduce a la hipercalcemia, hipofosfatemia, hipocalciuria relativa y resorción ósea. El síndrome del hiperparatiroidismo primario es resultado de: un adenoma simple en el 80 al 85% de los casos, de hiperplasia en un 16 % y de un carcinoma en el 4%. Esta enfermedad es más frecuente en las mujeres (3:1) y se incrementa con la edad aunque existen casos aislados en personas jóvenes. Se estima en mujeres mayores una incidencia de casi 200 casos por 100,000 habitantes.

Los adenomas paratiroides son ocasionados por mutaciones somáticas y con expansión clonal subsi-

Las glándulas paratiroides superiores se desarrollan a partir del cuarto arco branquial y migran asociadas a los lóbulos tiroideos, sólo el 1% de las glándulas paratiroides superiores se localizan ectópicamente. Las glándulas paratiroides inferiores se desarrollan a partir del tercer arco branquial y migran caudalmente junto con el timo. Normalmente las glándulas paratiroides inferiores migran alcanzando únicamente los polos inferiores de los lóbulos tiroideos, aunque pueden descender junto con el timo hasta localizarse en el mediastino.

La estrecha relación embriológica entre las glándulas paratiroides inferiores y el timo son un reflejo de la mayor variabilidad que pueden presentar estas glándulas paratiroides inferiores vs. las glándulas paratiroides superiores, con sólo un 60% de ellas localizadas inmediatamente vecinas a los polos tiroideos inferiores. El resto de las glándulas ectópicas son localizadas en el polo superior del timo (39%), en el mediastino (2%), dentro de la glándula tiroidea (3.5%), así como en otros sitios incluidos desde el ángulo mandibular hasta el arco aórtico.

La irrigación arterial y drenaje venoso de las paratiroides es variable, dependiendo básicamente de su localización, de la presencia de variantes vasculares y de la realización de cirugías del cuello. El drenaje venoso también es variable, aunque los afluentes de las cuatro glándulas comúnmente son a través de la vena tiroidea inferior. El conocimiento del drenaje venoso es un prerrequisito para la realización de un muestreo venoso exitoso. Las células predominantemente epiteliales son las células maestras, que son las responsables de la síntesis y secreción de la parathormona (PTH).

La PTH es un polipéptido de 84 aminoácidos con un peso molecular de 9,500 daltons, la cual es sintetizada, almacenada y secretada por las glándulas paratiroides. Esta hormona es la responsable en el mayor grado de la regulación y mantenimiento de la homeostasis del calcio y fósforo mediante su acción en el hueso, intestino delgado y en los riñones.

PTH tiene cuatro acciones principales:

- a) Incremento de la absorción del calcio desde el tracto gastrointestinal.
- b) Estimulación de los osteoclastos con la consecuente reabsorción del calcio y fósforo desde el hueso.
- c) Inhibición de la reabsorción de fosfatos por los túbulos renales proximales, dando como resultado fosfatúria.
- d) Incremento en la reabsorción renal tubular de calcio. La secreción de PTH es modulada por el nivel de calcio sérico circulante en un mecanismo clásico de retroalimentación negativa.

guiente de las células mutantes, probablemente relacionado con la delección de genes supresores de tumor. Las causas de la hiperplasia primaria son desconocidas, pero parece ser secundaria a proliferación policlonal. Los pacientes con hiperparatiroidismo familiar comúnmente cursan con hiperplasia multiglandular. En pacientes con neoplasia endocrina múltiple tipo 1 (MEN 1), el hiperparatiroidismo ocurre en un 95%, acompañado frecuentemente con tumores de las células de los islotes y/o pituitarios. El hiperparatiroidismo es menos frecuente en los pacientes con neoplasia endocrina múltiple tipo 2 (MEN 2) (del 5 al 20%).

La distinción entre hiperplasia y adenoma es un aspecto importante porque la hipercalcemia resultante de un adenoma puede ser curada mediante la resección de la glándula(s) afectada, en cambio, la que es secundaria a hiperplasia, es más difícil tratarla quirúrgicamente y requiere de una paratiroidectomía total o casi total.

El carcinoma de paratiroides es una entidad patológica rara con un porcentaje de presentación en menos del 1% de los pacientes con hiperparatiroidismo primario, aunque puede observarse con mayor frecuencia en Italia y Japón. En contraste con la hipercalcemia del hiperparatiroidismo benigno, los pacientes con carcinoma frecuentemente se presentan con niveles elevados de calcio sérico mayores a 14 mg/dL (normal de 8.5 a 10.6 mg/dL) y con una elevación muy marcada de los niveles de PTH, comúnmente acompañado de síntomas de hipercalcemia, dolor óseo, fracturas, cólico renal e incluso con masa palpable en el cuello. Es un tumor no muy agresivo con un potencial de malignidad relativamente bajo presentando metástasis a los ganglios regionales locales (30%) y a los pulmones (40%).

Los quistes de las glándulas paratiroides son raros, usualmente no se asocian con hipercalcemia y son descubiertos accidentalmente. Aunque la mayoría son pequeños y asintomáticos, ocasionalmente pueden ser lo suficientemente grandes como para causar odinofagia o disfonía y pudiéndose extender hacia el mediastino. Las BAAF guiadas por US pueden obtener un líquido claro rico en PTH y tiroglobulina, siendo patognomónico de quiste.

### **Métodos de imagen en el hiperparatiroidismo**

Aunque los pacientes con hiperparatiroidismo moderado pueden ser vigilados clínicamente sin ninguna terapia definitiva, la única terapia efectiva disponible es la resección quirúrgica de la glándula(s) afectada(s). El procedimiento quirúrgico tradicional consta de una exploración bilateral de cuello bajo condiciones de anestesia general. Utilizando esta técnica, los cirujanos experimentados han reportado un porcentaje de curación mayor del 90%. Para la hiperplasia se recomienda la extirpación subtotal (3.5 glándulas) o total de las glándulas paratiroides más autotrasplante. La(s) glándula(s)

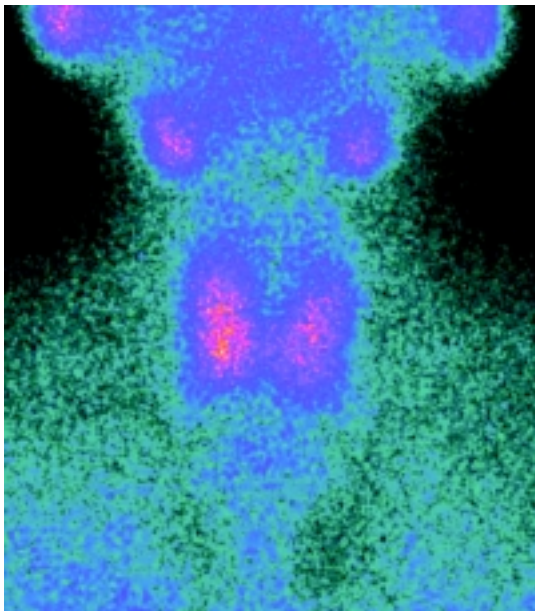
paratiroides afectada(s) frecuentemente tienen una localización aberrante y la habilidad para su localización mediante técnicas de imagen no invasivas pueden ser de gran utilidad para el cirujano. Antes de 1992, dicha localización preoperatoria mediante métodos de imagen no invasivos demostraban una pobre sensibilidad con un alto porcentaje de falsos positivos. Con el desarrollo del gammagrama con 99mTc-MIBI en 1989, su alta sensibilidad y especificidad, ha permitido una mayor localización preoperatoria de la glándula(s) paratiroides afectada(s).

### **Gammagrama de glándulas paratiroides con 99mTc-MIBI**

El 99mTc-MIBI es un radiotrazador con propiedades de catión lipofílico utilizado para perfusión miocárdica y como marcador de viabilidad tumoral. Su distribución es proporcional al flujo sanguíneo y una vez dentro de la célula es atrapado por la mitocondria. Dicha acumulación intracelular resulta como respuesta al potencial eléctrico generado a través de la membrana. El gran número de mitocondrias presentes en las células de los adenomas paratiroides (y otros tumores) pueden ser las responsables de la captación con poca liberación del 99mTc-MIBI comparado con el tejido tiroideo circulante. Un gran número de estudios han demostrado que el 99mTc-MIBI es retenido dentro de la mitocondria con una concentración 1,000 veces mayor que la concentración extracelular y además esta concentración dentro de dichas células tienen una permanencia ahí, durante más tiempo que el 201-Tl.

Se han mostrado evidencias de que el 99mTc-MIBI preferentemente es captado y retenido en las células paratiroides oxifílicas, ricas en mitocondrias, mientras que aquellas glándulas con pocas o sin células oxifílicas, no serán capaces de concentrarlo y retenerlo. Es por ellos que se habla de que este fenómeno podría ser la explicación de los hallazgos falsos-negativos con el 99mTc-MIBI o sea que, en los adenomas con pocas células oxifílicas, puede observarse un lavado más rápido, lo que impediría la visualización en el Gammagrama.

De manera similar al 201-Tl, el 99mTc-MIBI es captado rápidamente por el tejido tiroideo con un pico de acumulación a los tres a cinco minutos y con una rápida vida media de aclaración de 60 minutos, aproximadamente. Esta captación no se afecta por los niveles séricos de hormonas tiroideas o por la administración de medios de contraste yodados. La captación del 99mTc-MIBI por el tejido paratiroideo es mayor que la captación por el tejido tiroideo y la actividad permanece estable por dos horas. La captación del 201-Tl por el tejido paratiroideo es similar a la que presenta el tejido tiroideo y su actividad declina con el tiempo. Esto explica la mejor visualización de los adenomas paratiroides



**Figura 2.** Imagen planar obtenida en proyección anterior con el paciente colocado bajo el detector de la cámara gamma, en posición decúbito supino y con ligera hiperextensión del cuello, minutos después de la aplicación endovenosa de  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI.

a las dos a tres horas posteriores a la inyección del  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI.

Sin embargo, debido a que el  $^{201}\text{Tl}$  y el  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI no son marcadores tumorales específicos, tienen el inconveniente de que pueden ser captados tanto por lesiones benignas como por lesiones malignas de la glándula tiroides, incluyendo los adenomas, el cáncer diferenciado de tiroides, el carcinoma de células de Hürtle, el carcinoma medular y el linfoma primario de tiroides, así como también los ganglios inflamados y metastáticos que potencialmente podrían afectar de manera adversa la especificidad del Gammagrama de glándulas paratiroides.

Comúnmente el Gammagrama con  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI se realiza como un estudio de dos fases (tiroidea y de lavado), basado en el lavado diferencial entre el tejido tiroideo vs. adenoma paratiroideo. Se ha reportado en meta-análisis, la sensibilidad y especificidad del  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI del 91% y del 99%, respectivamente. Aunque se ha reportado una disminución en la sensibilidad para la detección de adenomas menores de 300 mg, actualmente muchos investigadores reportan tener la habilidad para la detección de adenomas mayores a los 100 mg.

Debido a su sencillez, bajo costo y su similar certeza diagnóstica, el protocolo de dos fases con  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI es el protocolo de rutina utilizado en la mayoría de los centros de diagnóstico.

La alta sensibilidad y especificidad del Gammagrama con  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI para la localización de ade-

nomas paratiroides, ha estimulado el interés de los cirujanos para su utilización en la valoración preoperatoria de los pacientes con diagnóstico de hiperparatiroidismo, así como en los pacientes programados para reintervención quirúrgica por enfermedad recurrente y/o persistente.

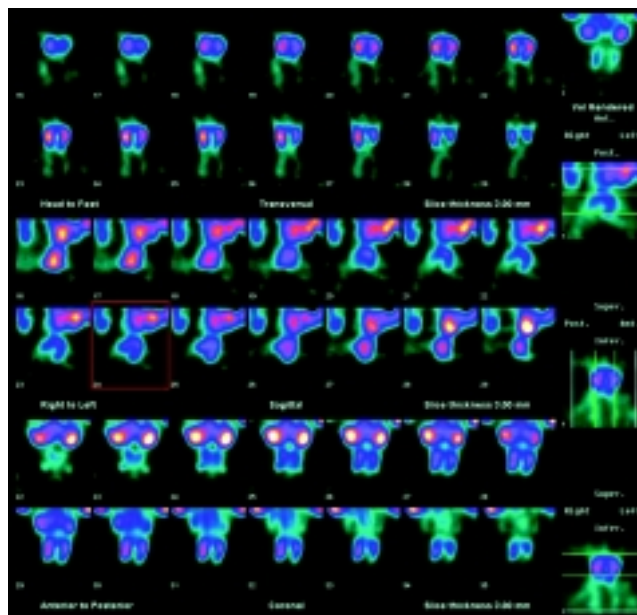
Aunque existe la controversia en relación con obtención de imágenes óptimas necesarias para la evaluación de estos pacientes, no hay duda de que el  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI es el radiotrazador de elección para la Gammagrafía de glándulas paratiroides (Figura 2).

### **Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único (SPECT; Single Photon Emission Tomography)**

En la década de 1970, los adelantos en la instrumentación y en el hardware y software de las computadoras permitieron la incorporación de las técnicas topográficas.

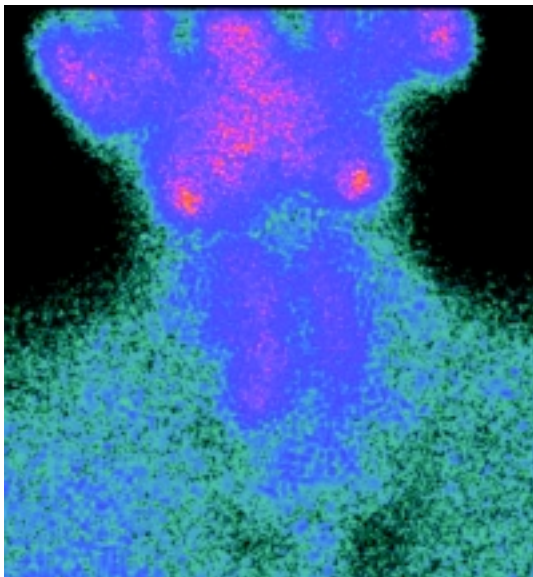
En las técnicas tomográficas, el detector de la gamma cámara gira alrededor del paciente para medir, desde diversos ángulos, distintas proyecciones y sobre estas bases se reconstruyen las imágenes de un corte que, al no tener influencia de estructuras que se encuentran por delante y detrás, tienen mejor contraste que una imagen plana.

La reconstrucción se efectúa en una computadora, aplicando diferentes técnicas. Obteniéndose una serie



**Figura 3.** Imágenes obtenidas inmediatamente después de la imagen planar, con el paciente colocado en la misma posición, mediante la técnica SPECT, donde se incluyen imágenes en proyecciones transaxiales, sagitales y coronales.





**Figura 4.** Imagen planar tardía (fase paratiroidea), obtenida de igual forma que la imagen inmediata. El estudio muestra una pequeña zona sospechosa de pequeño adenoma paratiroideo con localización hacia el polo inferior del lóbulo tiroideo derecho (se sugiere estrecha correlación con otros métodos anatómicos de imagen en caso necesario). Histopatológico: Adenoma paratiroideo 188 mg.

de tomografías por emisión bidimensionales sucesivas, se puede efectuar una reconstrucción tridimensional de la distribución de radiactividad dentro de un volumen conocido.

El detector del sistema SPECT es una gamma cámara montada sobre un sistema mecánico (gantry) que permite que ésta gire alrededor del paciente que está posicionado sobre una camilla y que permite el paso del detector por cualquier ángulo. El ángulo de rotación se elige según el órgano o estructura de la cual se quiere obtener la imagen (*Figura 3*).

### Justificación

Una metodología adecuada es fundamental para la obtención de resultados certeros en los estudios gammagráficos destinados al localizar adenoma(s) paratiroideo(s).

Con el fin de evaluar y demostrar la efectividad de la metodología utilizada en el Departamento de Medicina Nuclear del Centro Médico ABC, se realizó este estudio para formular propuestas que mejoren la sensibilidad de esta prueba.

### Hipótesis

La Gammagrafía de glándulas paratiroides ( $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI) con obtención adicional de imágenes en tres dimensiones (SPECT) tiene mayor sensibilidad que la

Gammagrafía que únicamente incluye imágenes planares (dos dimensiones), para la localización más certera de adenoma(s) paratiroideo(s).

La metodología Gammagráfica de glándulas paratiroides que incluye la obtención de imágenes tanto planares como tridimensionales (SPECT) utilizada en el Servicio de Medicina Nuclear del Centro Médico ABC, tiene sensibilidad similar a la observada en los estudios de la literatura internacional (*Figura 4*).

### Objetivos

- Evaluar el valor adicional que proporcionan las imágenes obtenidas mediante la técnica de SPECT al Gammagrama convencional, empleado para la localización de adenoma(s) paratiroideo(s), en el Centro Médico ABC.
- Correlacionar los hallazgos Gammagráficos mediante las técnicas SPECT/Planares con los obtenidos en el análisis histopatológico.
- Comparar nuestros resultados de sensibilidad con los reportados en la literatura internacional.

### Metodología

1. Lugar: Servicio de Medicina Nuclear del Centro Médico ABC, campus Observatorio, México, D.F.
2. Diseño: Estudio retrospectivo, observacional, transversal y comparativo.
3. Retrospectivo: Se revisaron los archivos de Medicina Nuclear para localizar y extraer los estudios gammagráficos realizados y dirigidos hacia la localización de adenoma(s) paratiroideo(s) y que contaran con la inclusión de ambas técnicas (imágenes planares + SPECT).
4. Observacional: Debido a que las variables estudiadas no fueron modificadas.
5. Transversal: Porque el estudio de los pacientes se limita al momento de la realización del estudio gammagráfico y su correlación con el resultado de histopatología.
6. Comparativo: Por ser dirigido al análisis comparativo de los resultados de cada técnica Gammagráfica (imágenes planares vs. SPECT), los datos clínicos y paraclínicos (niveles séricos de PTH) y los resultados histopatológicos.
7. Criterios de inclusión: Pacientes que sean referidos por sus médicos tratantes al Departamento de Medicina Nuclear del Centro Médico ABC, con elevación de los niveles séricos de PTH y/o datos clínicos de hiperparatiroidismo. Pacientes sometidos al estudio Gammagráfico de glándulas paratiroides con  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI y que sean

sometidos a la adquisición tanto de imágenes planares, así como de manera adicional, a la adquisición de imágenes con técnica SPECT.

8. Criterios de exclusión: Pacientes sometidos al estudio Gammagráfico, pero que únicamente se les realizó la adquisición de imágenes planares.
9. Variables dependientes: Para determinar la localización del (los) adenoma(s), se tomó en cuenta el análisis visual de las imágenes planares y de los cortes tomográficos (SPECT), en el estudio de cada uno de los pacientes, así como el diagnóstico por histopatología.
10. Variables independientes: El operador del procedimiento (preparación del paciente, adquisición del estudio y procesamiento de las imágenes), las características biológicas del tumor, el equipo Gammagráfico y las características del radiofármaco (físicas y químicas) al momento de su aplicación.
11. Descripción general del estudio: Fueron revisados retrospectivamente los estudios Gammagráficos de 38 pacientes (desde el 2003), que habían sido referidos por sus médicos tratantes a nuestra área con sospecha diagnóstica clínica y paraclínica (sólo en algunos casos) de hiperparatiroidismo primario, para la realización de gammagrama de glándulas paratiroides con  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ . Encontrando un total de 23 mujeres y 15 hombres, cuyo promedio de edad fue de 51.5 años (20 a 83 años) (Figura 5).

### Técnica de adquisición

A los pacientes les fue administrada una dosis endovenosa de  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$  con una actividad de 925MBq (25mCi). Se adquirieron imágenes planares estáticas de cuello y tórax en proyecciones anterior y oblicuas a los 10 (fase tiroidea) y 120 (fase de lavado)

minutos postinyección, utilizando un colimador de orificios paralelos de baja energía y de alta resolución. Inmediatamente después de las primeras imágenes estáticas planares (a los 10 minutos, fase tiroidea), se adquirieron imágenes con la técnica SPECT (Single Photon Emission Tomography) con 64 proyecciones de 32 segundos cada una, en un arco anterior de  $180^\circ$ , iniciando desde la posición lateral derecha hasta la posición lateral izquierda, con una matriz de  $128 \times 128$ , utilizando una cámara gamma GE de dos detectores fijos a  $90^\circ$ .

### Interpretación de las imágenes

Las imágenes fueron analizadas e interpretadas por dos médicos especialistas en Medicina Nuclear. Especificando cuando el estudio era negativo o positivo para la localización de la glándula(s) paratiroides enferma(s), tomando como positivo el hallazgo de incremento focalizado de la captación del radiotrazador evidenciado en la fase tiroidea y que no corresponda a tejido tiroideo, pudiendo presentarse en la vecindad de ésta; por lo que es importante tomar en cuenta el trayecto migratorio que describe su desarrollo. Así como también aquella persistencia en la captación de dicho radiotrazador evidenciada en las imágenes tardías (fase de lavado). Posteriormente analizaban ambas imágenes (planares + SPECT). Así como también recurrían al análisis de las imágenes rotacionales.

La retención focalizada anormal del radiotrazador en la(s) glándula(s) paratiroides evidenciada en las imágenes tardías se compararon visualmente con las imágenes inmediatas (de manera retrospectiva).

### Resultados

En los 38 pacientes, las imágenes mediante la técnica SPECT lograron evidenciar a 22/38(58%) de ellos con hallazgos anormales. Por otro lado, las imágenes Planares pudieron evidenciar anomalías en 14/38(37%) de los mismos. De los 22 pacientes evidenciados por técnica SPECT, sólo 14 (63.6%) de ellos fueron evidenciados en las imágenes planares y el resto no se logró evidenciar en las mismas (Figura 6).

Los demás estudios no mostraron alteraciones evidentes y fueron interpretados como normales y/o negativos.

El estudio con imágenes con técnica SPECT demostró ser superior al estudio con imágenes planares en cuanto a la detección y localización de la(s) glándula(s) paratiroides enferma(s). Dichas imágenes planares mostraron limitación para la detección y localización de glándula(s) paratiroides enferma(s) en ocho (36.4%) de los 22 pacientes con estudio anormal (positivo) evidenciados en las imágenes con técnica SPECT.

Desafortunadamente hasta la fecha, solamente contamos con los resultados histopatológicos de ocho

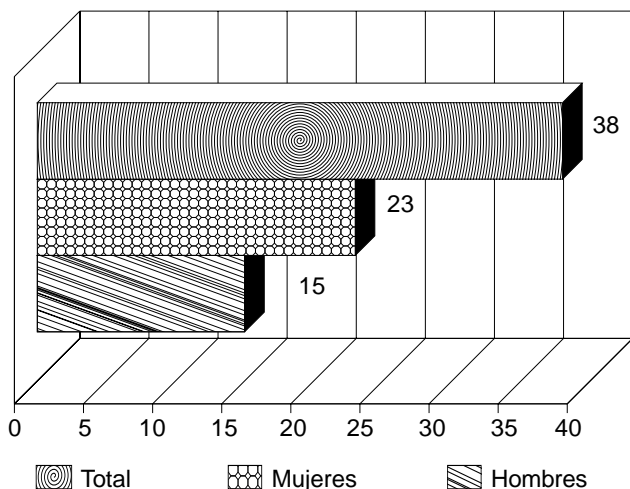
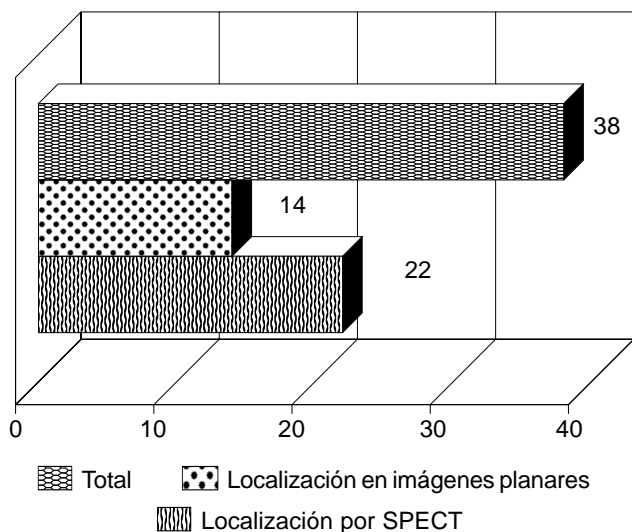


Figura 5. Distribución por sexo.





**Figura 6.** Distribución por hallazgos gammagráficos.

de los 22 pacientes con hallazgos Gammagráficos anormales, los cuales fueron reportados como adenomas paratiroides en todos los casos (8/8) (Cuadro I).

Otra limitante es en relación con el seguimiento de los pacientes, debido a que la mayoría de los que se encuentran incluidos en este estudio no han sido intervenidos quirúrgicamente, en algunos otros no se cuentan con datos actuales y otros más que son referidos de otros hospitales, por lo que no es posible realizar el análisis estadístico.

### Conclusiones

Los cirujanos endocrinólogos experimentados pueden curar el hiperparatiroidismo primario secundario a un adenoma de paratiroides, mediante la exploración bilateral del cuello en la mayoría de los pacientes (en más del 95% de los casos) sin la realización de ningún estudio de imagen.<sup>11</sup>

Sin embargo, la morbilidad y el porcentaje de cirugías fallidas pueden ser altos en manos menos experimentadas.<sup>11-13</sup>

Considerando que el adenoma de paratiroides solitario es la causa más frecuente de hiperparatiroidismo primario (80-85%), la exploración bilateral del cuello se considera como “sobret ratamiento” en la mayoría de los casos.<sup>6</sup>

El adenoma de paratiroides típicamente tiene una alta tasa metabólica y muestra una gran avidez por el MIBI. La presencia de células oxifílicas ricas en mitocondrias y la vascularidad incrementada presuntamente ayudan a la captación del mismo (MIBI). Sin embargo, un pequeño número de células oxifílicas en algunos adenomas pueden ocasionar un rápido lavado del MIBI. Por lo que las imágenes tardías pueden NO ser diagnóstica cuando se observa que la tasa (tiempo) de lavado es similar entre el tejido tiroideo y el paratiroideo.

Los datos obtenidos hasta este momento indican hallazgos muy similares a los obtenidos por otros investigadores,<sup>6,7,12,13</sup> en relación con que el estudio con imágenes adquiridas con técnica SPECT resulta de gran importancia para la localización más certera de los adenomas de paratiroides y que puede ayudar al cirujano a definir con mejor precisión la localización de la alteración y contribuir así, a la realización de una buena intervención quirúrgica.

Lorberboym M, et al., en Tel Aviv, Israel, evaluaron el valor diagnóstico del SPECT de glándulas paratiroides comparándolas con las imágenes planares en 52 pacientes obteniendo como resultados una sensibilidad del SPECT del 96 vs. 79% conseguido en las imágenes planares.

C. Billotery, et. al. demostraron, en 1996, en París, Francia, varias de las ventajas que ofrece la técnica SPECT en la Gammagrafía de las glándulas paratiroides, así mismo, la sensibilidad que obtuvieron para dicha técnica fue del 90.5 vs. 86% lograda mediante las imágenes planares.

**Cuadro I.** Características de los pacientes y sus resultados histopatológicos.

Paciente	Edad	Sexo	Peso(g) de la lesión Planares	Imágenes SPECT	Imágenes Planares
1	59	M	1.640	Positivo	Positivo
2	54	F	0.553	Positivo	Positivo
3	48	F	0.252	Negativo	Positivo
4	33	F	1.830	Negativo	Positivo
5	61	F	0.188	Negativo	Positivo
6	63	F	1.200	Positivo	Positivo
7	69	F	0.765	Positivo	Positivo
8	56	F	0.500	Positivo	Positivo

Las imágenes planares tienen una sensibilidad mucho más baja comparada con las imágenes de la técnica SPECT. La cinética del lavado del  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI no resulta confiable en la técnica de dos fases (tiroidea y paratiroi-

dea; 10 y 120 min).<sup>6</sup> El empleo de la técnica SPECT resulta obligatorio para la evaluación en tercera dimensión (3D) de los adenomas paratiroideos y debe ser el primer método de imagen a realizar en el periodo preoperatorio.

## Referencias

1. Ell PJ, Gambhir SS. Nuclear medicine in clinical diagnosis and treatment. 3rd Ed. 2004.
2. Smith JR, Oates ME. Radionuclide imaging of the parathyroid glands: Patterns, pearls and pitfall. Radiographics 2004; 24: 1101-15.
3. Scientific Exhibit. Parathyroid Imaging with Tc-99m SESTAMIBI planar and SPECT scintigraphy: Radiographics 1999; 19: 601-14.
4. Gayed IW, Kim EE, Broussard WF, et al. The value of  $^{99m}\text{Tc}$ -Sestamibi SPECT/CT over conventional SPECT in the evaluation of parathyroid adenomas or hyperplasia. J Nucl Med 2005; 46: 248-52.
5. Clark PB, Case D, Watson NE, Morton KA, Perrier ND. Enhanced scintigraphic protocol required for optimal preoperative localization before targeted minimal invasive parathyroidectomy. Clin Nucl Med 2003; 28: 955-60.
6. Lorberboym M, Minski I, Macadziob S, Nikolov G, Schachter P. Incremental diagnostic value of preoperative  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT in patients with a parathyroid adenoma. J Nucl Med 2003; 44: 904-8.
7. Billotey C, Sarfati E, Aurengo A, et al. Advantages of SPECT in technetium- $^{99m}$ -sestamibi parathyroid scintigraphy. J Nucl Med 1996; 37: 1773-8.
8. Staudenherz A, Abela C, Niederle B, et al. Comparison and histopathological correlation of three parathyroid imaging methods in a population with a high prevalence of concomitant thyroid disease. Eur J Nucl Med 1997; 24: 143-9.
9. Ning ZW, Wang O, Xu JY, et al. Assessment of preoperative localization techniques for patients with primary hyperparathyroidism. Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao 2003; 25: 280-4.
10. Ishibashi M, Nishida H, Hiromatsu Y, Kojima K, Tabuchi E, Hayabuchi N. Comparison of technetium- $^{99m}$ -MIBI, technetium- $^{99m}$ -tetrofosmin, ultrasound and MRI for localization of abnormal parathyroid glands. J Nucl Med 1998; 39: 320-4.
11. Sandler P. Diagnostic nuclear medicine.



La Sociedad Mexicana de  
Anales de Radiología

Les hace una cordial invitación de visitar su página web

[www.smri.org.mx](http://www.smri.org.mx)