

Cirujano General

Volumen 26
Volume

Número 3
Number

Julio-Septiembre 2004
July-September

Artículo:

Evaluaciones gammagráficas prácticas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades de cabeza y cuello

Derechos reservados, Copyright © 2004:
Asociación Mexicana de Cirugía General, A. C.

Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

Others sections in this web site:

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Evaluaciones gammagráficas prácticas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades de cabeza y cuello

Practical gammagraphic evaluations for the diagnosis and treatment of head and neck diseases

Dr. Carlos Martínez-Duncker R*

Resumen

Objetivo: Análisis de las principales técnicas de gammagrafía en las enfermedades de cabeza y cuello.

Sede: Hospital de tercer nivel de atención.

Selección de estudios: Se revisaron 31 estudios de la literatura biomédica relacionados con el tema y se eligieron los actualizados en relación con el diagnóstico y tratamiento de las principales enfermedades de cabeza y cuello.

Resultados: Entre las enfermedades de cabeza y cuello más frecuentes, en las que las evaluaciones gammográficas proporcionan información clínica relevante para su diagnóstico y/o tratamiento y que trataremos en esta revisión, se encuentran las de la glándula tiroidea (hipertiroidismo, nódulos tiroideos funcionales, nódulos tiroideos no funcionales), las lesiones malignas como el melanoma, en las que es importante conocer la localización del (de los) ganglio(s) centinela(s) para su adecuado tratamiento, las de las glándulas salivales y las de las glándulas paratiroides.

Se anexan guías útiles para el diagnóstico diferencial de varias enfermedades tiroideas, tomando en cuenta los resultados obtenidos mediante la gammagrafía y los complementarios de laboratorio (perfil tiroideo). También se analiza el tratamiento de la hiperfunción tiroidea, de la incidencia del hipotiroidismo postratamiento con I-131, del cálculo racional de la dosis (actividad) de I-131, de la tirotoxicosis y el nódulo tiroideo, del cálculo de la masa tiroidea funcional y de la captación y retención tiroidea del I-131.

Conclusión: La evaluación gammagráfica de los padecimientos de cabeza y cuello resultan auxiliares importantes para la labor del cirujano.

Abstract

Objective: To analyze the main gammagraphic techniques used for head and neck diseases.

Setting: Third level health care hospital.

Selection of studies: We reviewed 31 studies published in the biomedical literature related to the subject and chose those up-dated in relation to diagnosis and treatment of the main head and neck diseases.

Results: Among the most frequent head and neck diseases, for which gammagraphic assessments provide relevant clinical information for their diagnosis and/or treatment that will be addressed in this review, are those of the thyroid gland (hyperthyroidism, functional thyroid nodules, non-functional thyroid nodules), malignant lesions such as melanomas, for which locating the sentinel node(s), the salivary glands, and the parathyroid glands is essential for adequate treatment.

Useful guidelines are included for the differential diagnosis of diverse thyroid diseases considering the results obtained by means of gammagraphy and complementary laboratory tests (thyroid profile).

Besides, we analyze the treatment of the hyperfunctional thyroid, the incidence of post I¹³¹-treatment hypothyroidism, the rational calculus of I¹³¹-dosage (activity), thyrotoxicosis and the thyroid nodule, as well as calculating the functional thyroid mass and the thyroid up-take and retention of I¹³¹.

Conclusion: Gammagraphic evaluation of head and neck diseases is a relevant tool for the surgeon.

Departamento de Medicina Nuclear Molecular del Hospital Infantil de México "Federico Gómez". Hospital Infantil de México

"Dr. Federico Gómez". México D.F.

Recibido para publicación: 5 de mayo de 2004.

Aceptado para publicación: 15 de mayo de 2004.

* Miembro de la Asociación Mexicana de Cirugía General, A.C.

Correspondencia: Dr. Carlos Martínez-Duncker. Zacatecas 230 Quinto Piso. Colonia Roma, México, D.F. CP 06700.

Teléfono y Fax: 5574-4885, e-mail: medicina_molecular@hotmail.com

Palabras clave: Gammagrama, medicina nuclear, cabeza y cuello.
Cir Gen 2004;26:192-202

Key words: Gammagraphy, nuclear medicine, head and neck.
Cir Gen 2004;26:192-202

Glándula tiroideas

Algunos de los procedimientos más antiguos de la medicina nuclear se diseñaron para investigar la patofisiología tiroidea. La valoración de la glándula tiroideas mediante la utilización de diversos materiales radiactivos y/o moléculas marcadas con éstos ($Tc-99m-O_4$, $I-123$, $I-131$, $I-131-mIBG$, $Tc-99m-MIBI$, $TI-201$, $Tc-99m-[V]DMSA$, etc.), administrados por vía endovenosa u oral, proporciona información cuantitativa y/o cualitativa *in vivo* sobre la fisiología/bioquímica (valoración morfológica, funcional y metabólica) normal y anormal de dicha glándula.

La valoración con $Tc-99m$ permite obtener información muy útil para el diagnóstico de enfermedades que afectan a la glándula tiroideas, entre las que destacan la morfología y la situación anatómica de la glándula, el peso estimado del tejido tiroideo funcional y su función global y la funcionalidad de lesiones difusas o focales, tales como la tiroiditis o el bocio tóxico y los nódulos tiroideos funcionales *versus* no funcionales, respectivamente. La valoración con $I-131$ permite también obtener información cuantitativa sobre la función de la glándula, como el porcentaje de captación del trazador empleado para calcular las dosis (actividades) terapéuticas de $I-131$ de manera informada y no empírica. La valoración con MIBI permite conocer la actividad metabólica celular (mitocondrial) de lesiones tiroideas focales.

En la evaluación gammagráfica de la glándula tiroideas es generalmente aceptado que el empleo del perteconetato de $Tc-99m$ es preferible sobre el $I-131$ por tres razones principales: 1. las gammacámaras actuales están diseñadas para proporcionar la mejor calidad de imagen (resolución espacial) mediante la detección de la radiación gamma de 140 keV emitida por el $Tc-99m$; 2. la dosis de radiación proporcionada al paciente, que por principios de buena práctica médica debe mantenerse en el mínimo posible, es inferior con $Tc-99m$ que con $I-131$ y; 3. la cantidad de $Tc-99m$ que puede administrarse a un paciente manteniendo la dosis de radiación que se le proporciona es mucho mayor que la que debe administrarse en caso de emplear $I-131$ (ej 5 mCi vs 0.05 mCi respectivamente), lo que resulta en mejor calidad de imagen y cuantificaciones más precisas. La obtención de información cuantitativa con $I-131$ (ej porcentaje de captación) permite conocer el estado funcional de la glándula. Dicho procedimiento únicamente requiere la administración de entre 10 y 50 μCi (0.37-1.85 MBq) de $I-131$ por vía oral y calcular el porcentaje de la dosis recibida (debidamente corregida para decaimiento y radiación de fondo) que se encuentra en la glándula tiroideas horas después.

No obstante lo anterior, infrecuentemente se presentan casos en los que la información obtenida con $I-131$

no concuerda con la obtenida con $Tc-99m$, lo que justifica realizar la investigación de la función tiroidea con ambos trazadores.

Las enfermedades más frecuentemente evaluadas mediante gammagrafía son el hipertiroidismo, la tiroiditis, los nódulos funcionales y los nódulos no funcionales.

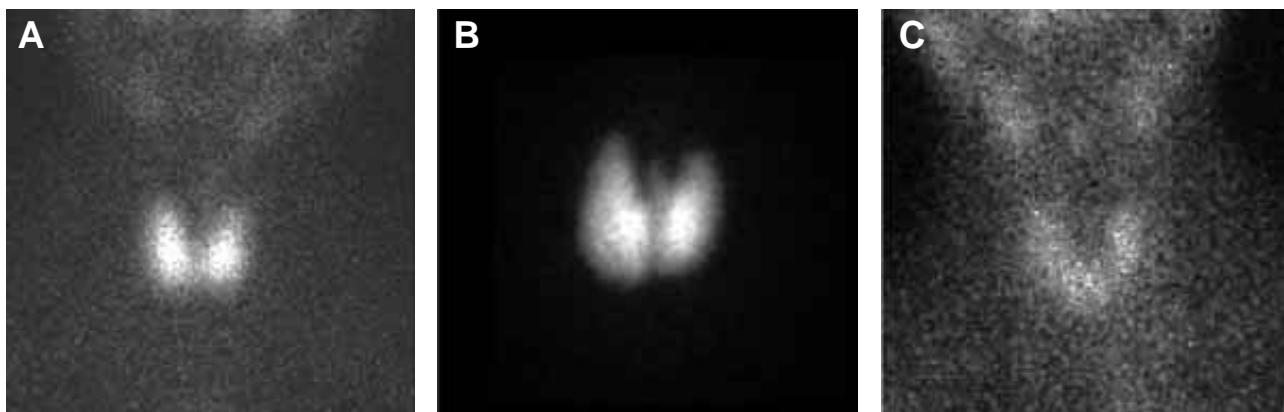
La gammagrafía, a diferencia de los estudios convencionales de laboratorio (vg. perfil hormonal tiroideo) puede realizar el diagnóstico diferencial entre tiroiditis subaguda y bocio tóxico o entre hipertiroidismo ficticio e hipertiroidismo. En el primer caso, generalmente se aprecia una glándula tiroideas aumentada de tamaño, pero en caso de que el paciente haya presentado una tiroiditis no habrá captación del trazador en la glándula, mientras que si el paciente tiene bocio tóxico la captación del trazador en la glándula se encontrará aumentada. En el segundo, los pacientes que accidental o intencionalmente ingieren hormonas tiroideas tendrán una disminución de la TSH que inhibirá (disminuirá) la captación del trazador en la glándula tiroideas, mientras que si el paciente tiene hipertiroidismo la captación del trazador en la glándula se encontrará aumentada.

Si bien proporcionamos tres cuadros interesantes que resumen la utilidad complementaria del laboratorio y/o gammografía tiroidea en el diagnóstico diferencial de la hipercaptación tiroidea de $I-131$ (**Figura 1**), de la hipocaptación tiroidea de $I-131$ y de la captación normal de $I-131$ (**Cuadros I, II y III**), en el apartado de glándula tiroideas de esta revisión nos centraremos en la evaluación diagnóstica gammagráfica de los nódulos tiroideos no funcionales. Mayor información sobre el uso de la gammagrafía tiroidea en otros padecimientos y casos clínicos pueden encontrarse en la sección de tratamiento de esta revisión y en la página de internet del Colegio Internacional de Médicos Nucleares, A.C. (International College of Nuclear Medicine Physicians) www.icnmp.edu.mx/tiroides.html, <http://www.icnmp.edu.mx/thyroidscans.html>.

Tiroides: Nódulo tiroideo funcional

Cuando un nódulo tiroideo capta $Tc-99m$ o $I-131$ con mayor intensidad que el tejido tiroideo normal, éste recibe el nombre de "relativamente hiperfuncional o hipercaptante" (debido a que la severidad de la hipercaptación de una zona es relativa al tejido "normal" que la rodea, el término "nódulo caliente" es obsoleto). La probabilidad de neoplasia en estos casos es inferior al 0.1-0.5% (la probabilidad de benignidad de 99.5-99.9%) por lo que, en ausencia de otros datos o antecedentes que sugieran la existencia de malignidad, la BAAF no está indicada.¹

Cuando el nódulo tiroideo hiperfuncional inhibe la captación en el resto del tejido tiroideo "normal", se puede concluir que ese nódulo tiroideo produce suficientes hormonas para inhibir la producción de TSH y posiblemente



A: Glándula tiroideas de características morfológicas, peso estimado y función normales; **B:** Glándula tiroideas aumentada de tamaño e hiperfuncional congruente con bocio tóxico difuso; **C:** Glándula tiroideas morfológicamente no valorable por hipocaptación del trazador en cuyo caso el uso combinado de resultados de laboratorio (ver cuadros) es indispensable para el diagnóstico diferencial.

Fig. 1. Gammagrafías tiroideas convencionales en proyección anterior con Tc-99m

Cuadro I.
Hipercaptación tiroidea de I-131 (porcentaje de captación de I-131 elevado a las 24 horas):
Diagnóstico complementario.

Enfermedad	TSH	ITL	T4	T3	Ac	Palpación, morfología, gammagrafía
Enfermedad de Graves	B	E	E	E	E	Bocio
Toxicosis T3	B	N	N	E		Bocio
Hashitoxicosis	B	E	E	E	E	Bocio
Enfermedad de Plummer multinodular	B	E	E	E		Bocio multinodular
Enfermedad de Plummer uninodular	B	E	E	E		Nódulo único (>3 cm)?
Tiroiditis de Hashimoto compensada	E N	B N	B N	B N	E	Bocio
Tiroiditis subaguda (rebote)	N	N	N	N		Normal
Deficiencia de Iodo	E N	B N	B N	B N		Bocio multinodular

TSH: Hormona estimuladora de la glándula tiroideas; ITL: Índice de tiroxina libre; Ac: Anticuerpos; B: Captación baja; E: Captación elevada; N: Captación normal.

Cuadro II.
Hipocaptación tiroidea de I-131 (porcentaje de captación de I-131 disminuido a las 24 horas):
Diagnóstico complementario.

Enfermedad	TSH	ITL	T4	T3	Ac	Palpación, morfología, gammagrafía
Bocio simple no compensado	E	B	B	B		Bocio
Tiroiditis de Hashimoto no compensada	E	B	B	B	E	Bocio
Tiroiditis subaguda	N	E	E	E		Normal o bocio
Tiroiditis indolora	N	E	E	E	E	Normal o bocio
Contaminación con Yodo	N	N	N	N		Normal
Hipertiroidismo facticio o falso hipertiroidismo (ingesta de hormonas tiroideas: ej. T4 exógena) – Tiroglobulina normal	N	E	E	E		Normal
Struma Ovari	N	E	E	E		Normal, captación en ovario

TSH: Hormona estimuladora de la glándula tiroideas; ITL: Índice de tiroxina libre; Ac: Anticuerpos; B: Captación baja; E: Captación elevada; N: Captación normal.

Cuadro III.

**Captación tiroidea de I-131 NORMAL (porcentaje de captación de I-131 normal a las 24 horas):
Diagnóstico complementario**

Enfermedad	TSH	ITL	T4	T3	Ac	Palpación, morfología, gammagrafía
Bocio simple compensado	N	N	N	N		Bocio
Hashimoto compensada	N	N	N	N	E	Bocio
Bocio multinodular compensado	N	E	E	E		Bocio multinodular

TSH: Hormona estimuladora de la glándula tiroideas; ITL: Índice de tiroxina libre; Ac: Anticuerpos; B: Captación baja; E: Captación elevada; N: Captación normal.

mente también para causar hipertiroidismo. Dichos pacientes son candidatos potenciales para tratamiento con I-131 (ver sección de tratamiento) (**Figura 2**).

Tiroídes: Nódulo tiroideo no funcional

Un *nódulo tiroideo* es, según el consenso nacional¹ una “condición clínica caracterizada por crecimiento focalizado, único o múltiple, en la glándula tiroideas”. Por “nódulo tiroideo no funcional” se entiende que el tejido presente en el crecimiento focal no funciona como tejido tiroideo normal, lo cual en nuestro medio se valora mediante una gammagrafía tiroidea con I-131 o con Tc-99m (**Figura 3**).

El estudio del nódulo tiroideo no funcional (también conocido como “relativamente hipofuncional”) tiene como objetivo fundamental conocer su naturaleza, siendo el punto más importante en este proceso diagnóstico el establecer la presencia o no de cáncer.²⁻⁴

Aunque internacionalmente hay diferencias regionales en cuanto al método ideal para la evaluación inicial de dichos nódulos, generalmente se acepta que la biopsia por aspiración con aguja fina (BAAF),^{5,6} por su costo y precisión, es importante en su diagnóstico diferencial.⁷ Sin embargo, hay situaciones en las que la BAAF no es diagnóstica (26% en nuestro medio),⁸ además de su incidencia de casos falsos negativos.⁹ La literatura indica que la BAAF puede ser “no diagnóstica” en más del 50% de los pacientes en quienes se realiza.^{7,10-14}

En un reciente estudio nuestro la BAAF no fue diagnóstica en el 40% de los pacientes.¹⁵

Por esta razón es deseable tener un método diagnóstico que permita establecer, antes de la cirugía, la naturaleza del nódulo tiroideo no funcional, para así tomar una decisión terapéutica efectiva, evitando al máximo cirugías diagnósticas innecesarias o cirugías terapéuticas incompletas.

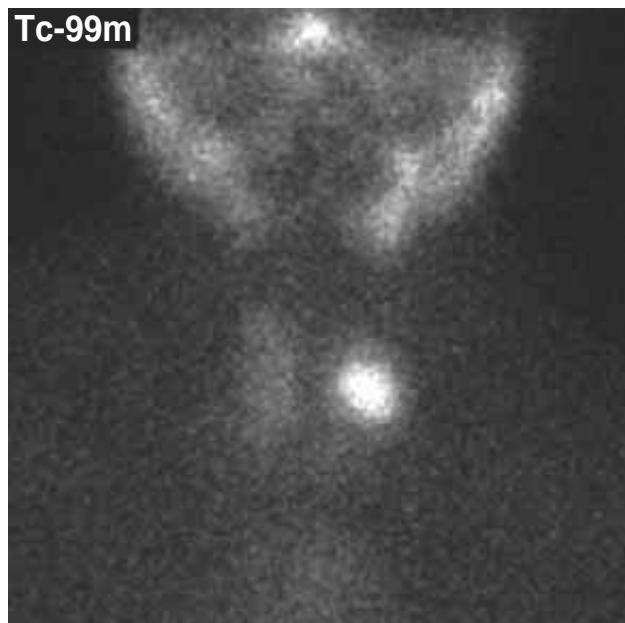


Fig. 2. Gammagrafía tiroidea convencional en proyección anterior con Tc-99m en paciente con un nódulo hiperfuncional autónomo que inhibe al resto de la glándula tiroideas impidiendo su valoración morfológica o funcional. Este hallazgo es suficiente para contemplar la posibilidad de administrar una dosis (actividad) terapéutica de I-131.

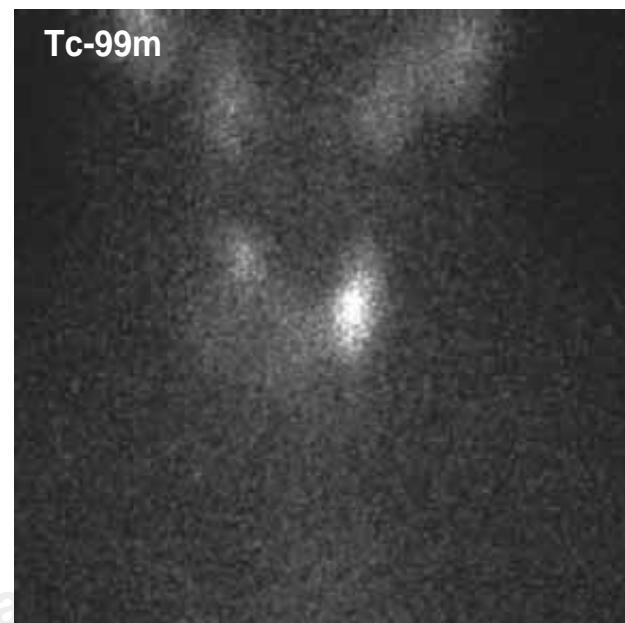


Fig. 3. Gammagrafía tiroidea convencional en proyección anterior con Tc-99m en paciente con un nódulo no funcional que involucra a gran parte del lóbulo tiroideo derecho (a la izquierda de la imagen). Ante este hallazgo es indispensable descartar malignidad.

Actualmente es posible evaluar el comportamiento metabólico de los nódulos tiroideos no funcionales mediante algunas técnicas gammagráficas. Lo racional de esta evaluación metabólica es que si un nódulo tiroideo no funcional (no captante de I-131 y/o de Tc-99m) tiene actividad metabólica intensa, estamos obligados a descartar cáncer de tiroides, y si dichos nódulos no funcionales no muestran actividad metabólica sería una indicación de que no existiría replicación celular sugestiva de cáncer y, por lo tanto, la posibilidad de neoplasia maligna sería menor.

Por lo general, es suficiente con obtener una imagen gammagráfica de la glándula tiroidea 15 minutos después de la administración endovenosa de 296-370 MBq de Tc-99m-MIBI. Nosotros empleamos un colimador paralelo de ultra alta resolución para energía baja y obtenemos generalmente una imagen con matriz de 256x256 y magnificación electrónica de 2. La información obtenida se interpreta como "negativa" para malignidad cuando el nódulo tiroideo no funcional no concentra MIBI (**Figura 4**).

En nuestro estudio¹⁵ encontramos que la combinación de la BAAF, de la gammagrafía metabólica con MIBI y del estudio transoperatorio del nódulo tiroideo ofrecen la mejor precisión diagnóstica disponible actualmente. Si bien una BAAF positiva para cáncer justifica plenamente la intervención quirúrgica, cuando la BAAF no es diagnóstica, la gammagrafía con MIBI puede clasificar inmediatamente como benignos a los nódulos tiroideos no funcionales en el 38% de los pacientes, ya que una gammagrafía con MIBI que no muestre captación indicativa de actividad metabólica en el nódulo tiroideo no funcional es congruente con un diagnóstico de benignidad.

Cabe mencionar que la gammagrafía con MIBI también puede detectar lesiones metastásicas no sospechadas (**Figura 5**).

Ganglio centinela: Melanoma

Por ganglio centinela (GC) puede entenderse un ganglio que recibe el drenaje linfático de un tumor primario. Sin embargo, otros autores lo definen como el ganglio más

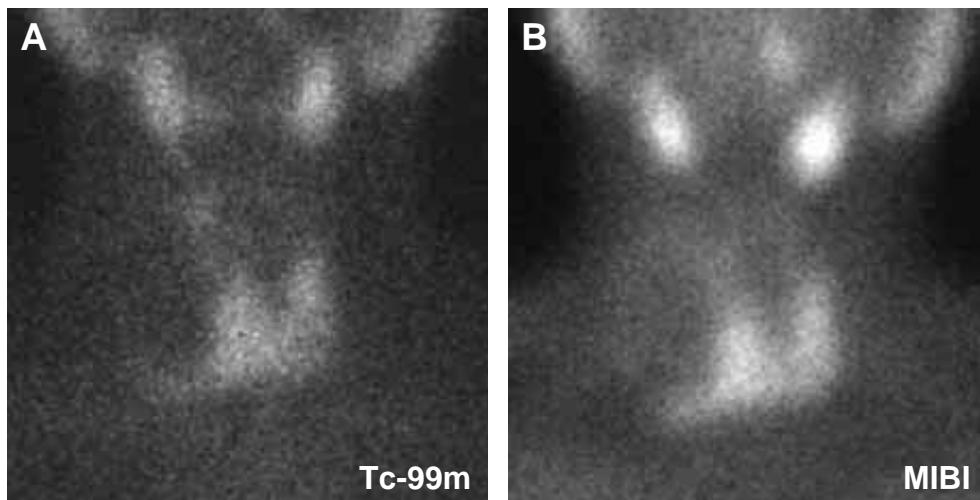


Fig. 4. Gammagrafía tiroidea convencional en proyección anterior con Tc-99m (A) y gammagrafía con MIBI (B). Ante la posibilidad de malignidad en la gammagrafía funcional de rutina (A), la gammagrafía metabólica con MIBI (B) descarta la posibilidad de que el nódulo clínicamente detectado sea maligno.

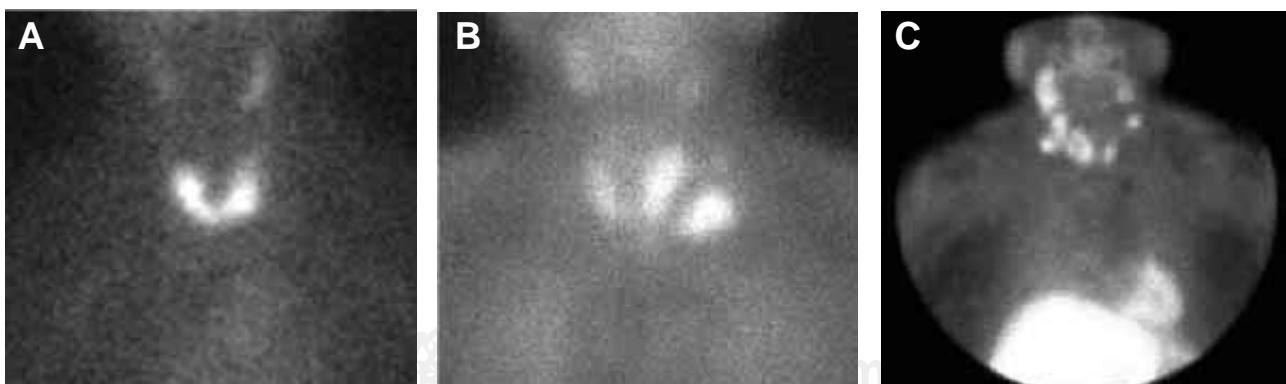


Fig. 5. Gammagrafía tiroidea convencional en proyección anterior con Tc-99m (A) donde se aprecia una pequeña zona no funcional en el polo superior del lóbulo izquierdo (a la derecha de la imagen) por lo que se realizó una gammagrafía con MIBI (B) detectando captación anormal en el nódulo no funcional, así como en una zona adyacente a la glándula que no había sido clínicamente detectada. C: Gammagrafía con MIBI en otro paciente con ca de tiroides multitratado candidato a disección radical de cuello por recidiva en cadena ganglionar cervical derecha en quien puede apreciarse captación de MIBI también en la cadena ganglionar izquierda, extensión metastásica que no había sido detectada.

cercano al tumor primario.¹⁶ Ciertamente, el ganglio más cercano al tumor podría no ser detectable por los métodos disponibles, que se mencionarán más adelante, por estar invadido por células metastásicas y derivar el flujo linfático que recibe hacia otros ganglios más distantes, por lo que sería aceptable entender como GC a aquéllos localizables por las técnicas que se describen a continuación, y a los ganglios situados entre éstos y el tumor primario. La localización de los GC ha demostrado ser clínica y terapéuticamente importante en pacientes con melanoma, en quienes los GC pueden ser varios.

La identificación transquirúrgica de los GC se realiza mediante dos técnicas. Una técnica visual empleando tinta azul y otra que requiere de la detección de una señal emitida por un trazador radiactivo (ej. radiación gamma emitida por coloide marcado con Tc-99m). La primera técnica se realiza en el momento de la extirpación del tumor primario, mientras que la segunda se realiza con o sin imágenes en el día previo o mismo día de la intervención quirúrgica. Es muy probable que en el cuidado óptimo de los pacientes se requiera del uso simultáneo de ambas técnicas, ya que ambas tienen ventajas y desventajas. La técnica visual con la tinta azul es muy económica, rápida, segura y dependiente del cirujano, sin embargo, no permite obtener información prequirúrgica, puede dejar tatuajes y requiere de una curva de aprendizaje.

La técnica de los trazadores en la localización del GC apareció hace varias décadas, pero el interés quirúrgico reapareció en los últimos años.¹⁷⁻¹⁹

La técnica del trazador radiactivo requiere de colaboración multidisciplinaria (ej. medicina nuclear y equipo quirúrgico). Hay varias modalidades de inyección del trazador (no hay consenso internacional), existen varios tipos de sustancias generalmente marcadas con Tc-99m, varios equipos detectores de radiación y diversas actitudes quirúrgicas ante la localización del (los) GC. No obstante estas diversidades, la mayoría de los grupos que emplean esta técnica publican resultados similares (**Figura 6**).

Básicamente el procedimiento del trazador radiactivo requiere de la inyección de coloide marcado con Tc-99m. Dependiendo de la experiencia del médico y/o de la en-

fermedad del paciente y sus características (ej. tamaño del tumor), la inyección del trazador puede realizarse dentro del tumor primario, en la región peritumoral o en la dermis alrededor del tumor primario. La primera técnica se encuentra en desuso, la segunda modalidad proporcionará trazador a una vasta área y por lo tanto a un gran número de vasos linfáticos, permitiendo detectar los GC rápidamente, la tercera técnica proporcionará trazador a un área rica en linfáticos en la dermis. Para la detección del GC en pacientes con melanoma se recomiendan 4 inyecciones con 200 μ Ci de Tc-99m-coloide filtrado en 0.5 ml en cada una de 4 jeringas equipadas con agujas calibre 26, conservadas a temperatura ambiente a 90°F, una de otra, alrededor del tumor y a 1 cm de la lesión.

Inmediatamente después de la administración peritumoral o intradérmica del trazador, se obtienen imágenes gammagráficas planares y dinámicas en matriz de 128x128, de 30 segundos cada una, durante 15 minutos o hasta la localización del GC, e imágenes planares estáticas en matriz de 256x256 durante 10-15 minutos para localizar los canales linfáticos por los que drena el tumor al (los) GC.

La piel se marca con algún tinte sobre los GC en 1 ó 2 proyecciones (ej. anterior y lateral) antes del acto quirúrgico. Durante la cirugía la radiación gamma proveniente de los GC puede detectarse con un detector de radiaciones apropiado para tal fin, lo que puede realizarse el mismo día o inclusive al día siguiente de la inyección del coloide marcado. Dentro de los méritos de esta técnica está el que permite obtener información prequirúrgica y la detección de GC no axilares (frecuentemente insospechados). Sin embargo, también requiere de un equipo multidisciplinario, con una curva de aprendizaje no bien definida, pero que diversos autores han propuesto entre 20 y 80 casos.^{20,21}

Debido a la frecuencia del melanoma en Australia, la detección de los GC forma parte del estudio rutinario de los pacientes. El estudio incluye la obtención de imágenes gammagráficas para identificar canales inusuales de drenaje linfático. Los detectores de radiación gamma se emplean transquirúrgicamente para guiar al cirujano en la localización de los GC.²²

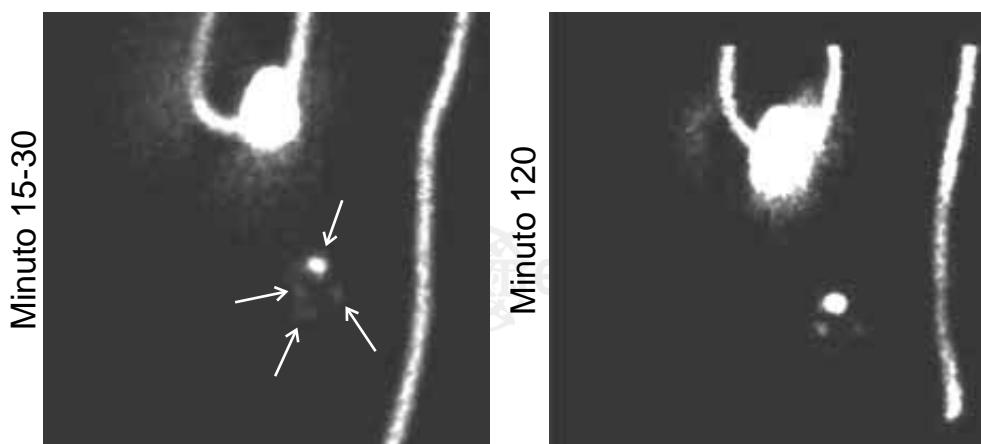


Fig. 6. Melanoma de 5 mm de extensión superficial en la cara superior del hombro izquierdo. En las imágenes obtenidas en proyección anterior y con el brazo levantado en los tiempos que se indican se localizaron dos ganglios centinelas principales y cuatro más satélites a estos agrupados en el denominado "grupo central" de los ganglios axilares. No hay alteraciones en cuello.

De acuerdo a información proveniente del *MD Anderson Cancer Center*, la identificación de los GC en los pacientes con melanoma aumenta del 87% al 99% al agregar a la técnica de la tinta azul la técnica del coloide marcado con Tc-99m,²³ lo que apoya el uso de las técnicas de identificación de los GC y drenaje linfático para clasificar a los pacientes entre aquellos que se beneficiarán, de aquellos que no, de disecciones extensivas de ganglios linfáticos, ya que no puede subestimarse el costo y la morbilidad de éstas.^{24,25}

Glándulas salivales

La evaluación gammagráfica de las glándulas salivales con Tc-99m proporciona información funcional de éstas. Aunque en el caso de los procesos de tipo ocupativo, como el tumor de Warthin, los abscesos o las metástasis, el ultrasonido y otras modalidades de imagen han sustituido a la gammagrafía, ésta sigue teniendo un papel importante en la evaluación de las glándulas en pacientes con enfermedades sistémicas que cursan con síndrome de Sjögren, la sialolitiasis y la sialoadenitis. La evaluación gammagráfica de las glándulas permite conocer el grado de afectación glandular, así como su capacidad de respuesta frente a un estímulo y su respuesta a tratamientos farmacológicos (**Figura 7**). Las evaluaciones se caracterizan por acumulación rápida, simétrica y homogénea del trazador (Tc-99m) en las glándulas salivales. Los tumores de Warthin se caracterizan por mostrarse como acúmulos intensos del trazador y por el contrario, las metástasis se aprecian como zonas de ausencia de captación. En pacientes normales, la captación del trazador comienza un minuto después de la administración del trazador, alcanzando su máximo entre 5 y 10 minutos después.²⁶ En el caso de pacientes con el síndrome de Sjögren las imágenes se caracterizan por una llegada asimétrica, disminuida y/o tardía del trazador a las glándulas (**Figura 8**).

Glándulas paratiroides

Desde hace aproximadamente 40 años que la gammagrafía ha sido empleada para detectar anomalías funcionales de las glándulas paratiroides. No obstante la evolución que han experimentado modalidades de imagen como el ultrasonido, la tomografía o la resonancia magnética, las técnicas gammagráficas no sólo mantienen su sitio, sino que han evolucionado también, de forma que continúan proporcionando información precisa sobre estos padecimientos. El hiperparatiroidismo primario es causado por glándulas paratiroides hiperfuncionales. La localización de los adenomas o hipoplásias paratiroides frecuentemente es difícil por métodos de imagen, y únicamente en el 10 al 20% de los casos están involucradas más de una glándula paratiroidea, por lo que la identificación de la glándula causante de la enfermedad es importante.²⁷ La meta del tratamiento quirúrgico (paratiroidectomía de la glándula afectada) es re establecer un estado euparatiroideo en el paciente. Las evaluaciones gammagráficas, primero mediante la sustracción de imagen con Tc-99m y TI-201 y actualmente con MIBI, permiten detectar zonas hiper-

funcionales en pacientes que se beneficiarían de tratamiento quirúrgico, con mucha mayor precisión diagnóstica que de cualquier otro método de imagen como el ultrasonido.²⁸ Una glándula paratiroides anormalmente hiperfuncional se aprecia como una zona relativa o permanentemente hipercaptante (**Figura 9**). Se han logrado detectar lesiones hiperfuncionales superiores a 0.3 g y se detectan casi todas las de peso mayor a 0.8 g.²⁹ Las glándulas paratiroides normofuncionales o las hiperfuncionales de menos de 5 mm no se aprecian mediante las técnicas de gammagrafía.

En un 5% de los casos se presentan pacientes ya intervenidos quirúrgicamente pero con hipercalcemia persistente. El hiperparatiroidismo persistente es la causa más común para reintervenir a un paciente, y la causa es casi siempre un adenoma paratiroideo no detectado, antes de, ni durante la intervención. Los estudios comúnmente realizados en estos pacientes son ultrasonografía, tomografía y gammagrafía con MIBI. Si dos estudios confirman la existencia de tejido anormal en el mismo sitio se realiza la cirugía, de lo contrario, en casos seleccionados se puede hacer cateterización venosa selectiva para la toma de los niveles de hormona paratiroidea.^{30,31}

Tratamiento de la hiperfunción tiroidea focal o difusa con I-131

La actividad de cualquier material radiactivo que un paciente va a recibir para el diagnóstico o el tratamiento de su enfermedad debe ser mantenida al mínimo, pero siempre tratando de garantizar, con los mejores métodos convencionales disponibles, que la información diagnóstica obtenida o la respuesta terapéutica observada sean adecuadas. En los últimos años, gracias a las computadoras modernas, se aprecia un renovado interés por la aplicación rutinaria y el desarrollo de mejores y más complejos cálculos dosimétricos individualizados.

A) Incidencia del hipotiroidismo postratamiento con I-131 en pacientes con nódulos tiroideos autónomos

No obstante el uso de fórmulas de cálculo individualizado de la dosis de iodo-131, la mayoría de los pacientes quedan eventualmente hipotiroides. Sin embargo, la aparición de esta complicación relativa (relativa puesto que el hipotiroidismo es también parte de la evolución natural de la enfermedad) puede retardarse mediante el uso racional y no meramente empírico de este trazador.

La incidencia publicada del hipotiroidismo postratamiento con iodo-131 en pacientes con enfermedad de Graves es de entre 7 y 25% anual, con un incremento de 2-4% anual dependiente de la cantidad de iodo administrado. A los 15 años la incidencia de hipotiroidismo con dosis calculadas para administrar 35 Gy a la glándula es de 35-40%, mientras que es de 50-70% cuando se administran mayores dosis.

Debido a que la captación del iodo-131 ocurre en una zona funcional (nódulo relativamente hiperfuncional) en mayor cantidad que en el tejido tiroideo funcionalmente inhibido, la aparición del hipotiroidismo es menos frecuente en el tratamiento del nódulo tiroideo hiperfuncional que en el tratamiento del bocio tóxico difuso. La inci-

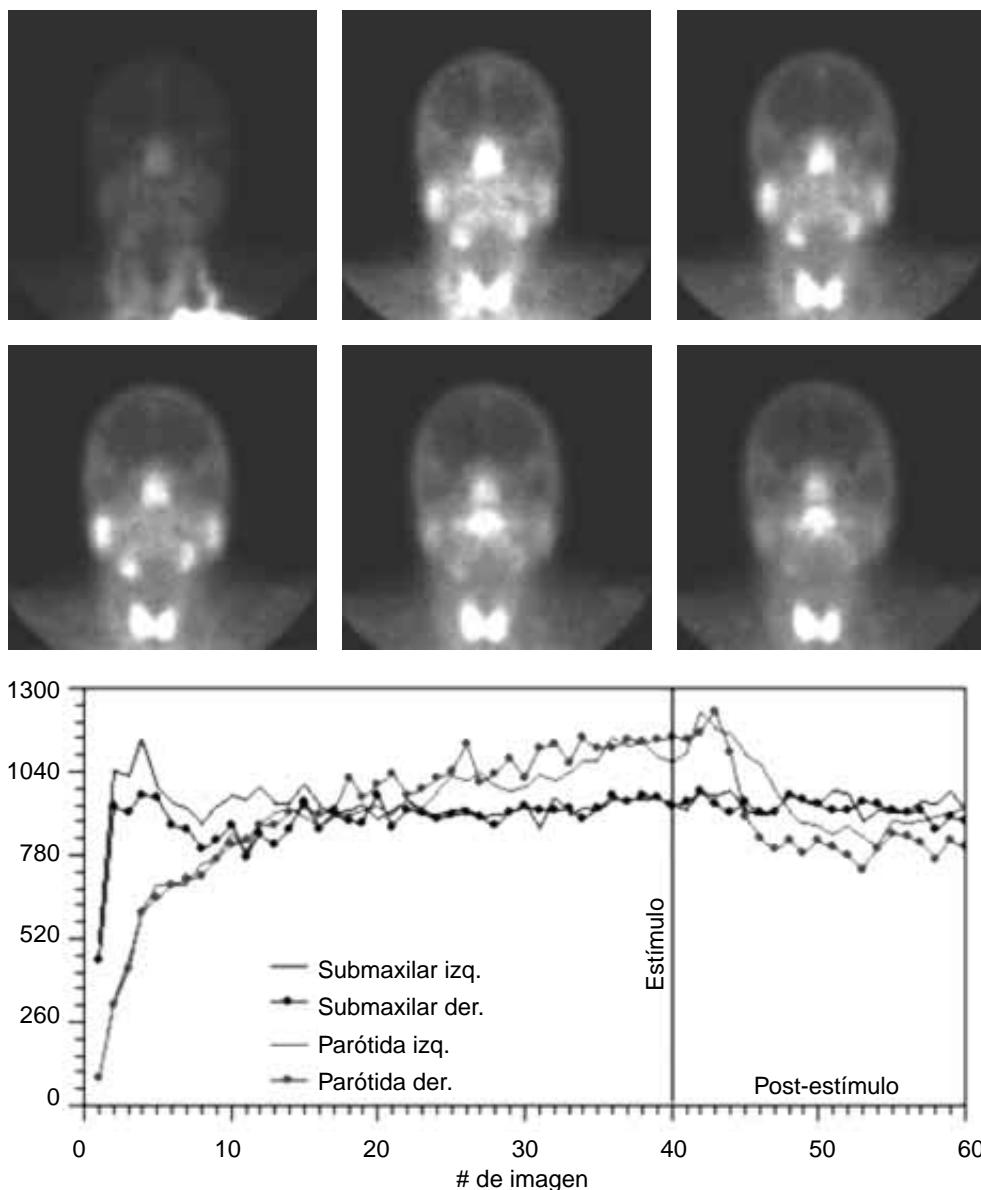


Fig. 7. Gammagrafía dinámica de las glándulas salivales en proyección anterior. Se obtienen 60 imágenes de 1 minuto de duración cada una después de la administración endovenosa de Tc-99m. En el minuto 40 se estimula la secreción salival (puede ser con algunas gotas de limón agrio en la boca). Se generan curvas tiempo/actividad para cuantificar la función de los grupos salivales (submaxilares y parótidas) y su respuesta al estímulo.

dencia publicada del hipertiroidismo en los pacientes tratados con iodo-131 por nódulos tiroideos relativamente hiperfuncionales es únicamente de 2% anual.

B) Cálculo racional (cuantificado individualmente) de la dosis versus dosis empírica

Algunos autores apoyan el tratamiento empírico del hipertiroidismo con dosis "fijas" de Iodo-131 que habitualmente fluctúan entre 2 y 15 mCi (74 y 555 MBq), con la finalidad de dejarlos hipotiroides rápidamente y comenzar tratamiento sustitutivo con tiroxina. Sin embargo, la glándula tiroides del 36% de los pacientes no es destruida con este régimen empírico. Este enfoque es rebatido además porque su uso intenta sustituir precozmente una enfermedad (hipertiroidismo) con otra (hipotiroidismo) que requerirá seguimiento y tratamiento de por vida.

Debido a la capacidad cuantitativa de la gammagrafía, el cálculo objetivo e individualizado de la cantidad de iodo-131 que se administrará con fines terapéuticos a pacientes hipertiroides tratando de lograr el eutiroidismo, ésta es más extensamente empleada en la actualidad por los autores internacionales.

C) Tirotoxicosis y nódulo tiroideo

En la actualidad se considera que el cálculo de la actividad (dosis) de I-131 que se administrará a un paciente para el tratamiento del hipertiroidismo (y del nódulo tiroideo relativamente hiperfuncional) debe realizarse individualmente, en oposición al método de la dosis "fija" empírica. Lo anterior con la finalidad de tratar de alcanzar una respuesta terapéutica rápida pero adecuada, al tiempo que se hace lo posible por retardar la eventual aparición

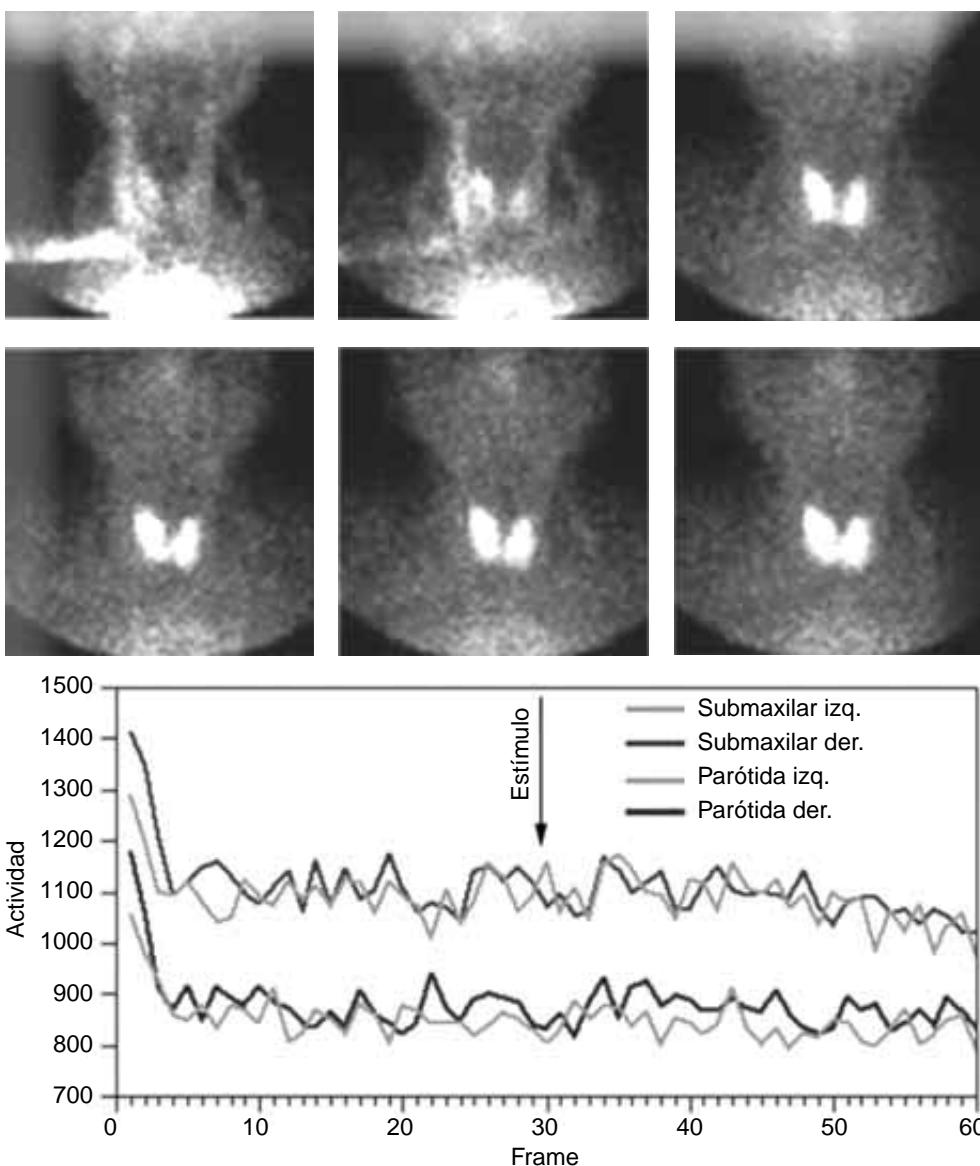


Fig. 8. Gammagrafía dinámica de las glándulas salivales en proyección anterior tras la administración endovenosa de Tc-99m. En esta paciente con síndrome de Sjögren afectando a todas las glándulas salivales, tanto las imágenes como las curvas tiempo/actividad muestran ausencia de captación del trazador. Como es de esperarse en estos casos, la estimulación secretora es nula.

ción del hipotiroidismo, evitando sobredosis innecesarias de I-131 y minimizando, en la medida de lo posible, al mismo tiempo, la necesidad de segundos o hasta terceros tratamientos en pacientes con complicaciones por la tirotoxicosis (ej. cardiacas).

La mayoría de los métodos convencionalmente empleados de rutina para obtener cálculos de uso médico no son exactos, y reflejan únicamente una aproximación a la realidad (ej. fórmulas para el cálculo de la superficie corporal, cálculo de dosis de medicamentos, cálculo de la fracción de expulsión ventricular izquierda por ultrasonido, cálculo de la masa tiroidea funcional por gammagrafía planar, etcétera).

No obstante la inexactitud inherente a muchos de estos cálculos, éstos son ciertamente objetivos (ej. numéricos), reproducibles (ej. pueden repetirse sin variaciones significativas) y almacenables (ej. expediente clínico, imágenes en medios ópticos, etcétera).

Los métodos cuantitativos reducen la subjetividad y permiten obtener información individualizada basal (ej. pretratamiento) y de seguimiento más precisa que las otras estimaciones más subjetivas (ej. palpación).

El cálculo de la actividad (dosis) de I-131 que se requiere administrar en el tratamiento óptimo del hipertiroidismo (y del nódulo tiroideo relativamente hiperfuncional) toma en consideración 4 factores: 1. La masa tiroidea funcional (cuantificación aproximada); 2. La captación de I-131 (cuantificación precisa); 3. La retención de I-131 (cuantificación precisa) y; 4. La radiosensibilidad del tejido.

Las gammacámaras modernas permiten realizar varios de estos cálculos (ej. cálculo del peso de la glándula y la captación de trazadores como el tecnecio-99m o el iodo-131 en la glándula tiroideas a las 24 horas, expresada en porcentaje).

Así mismo, existen detectores especialmente diseñados para proporcionar información numérica (ej. cap-

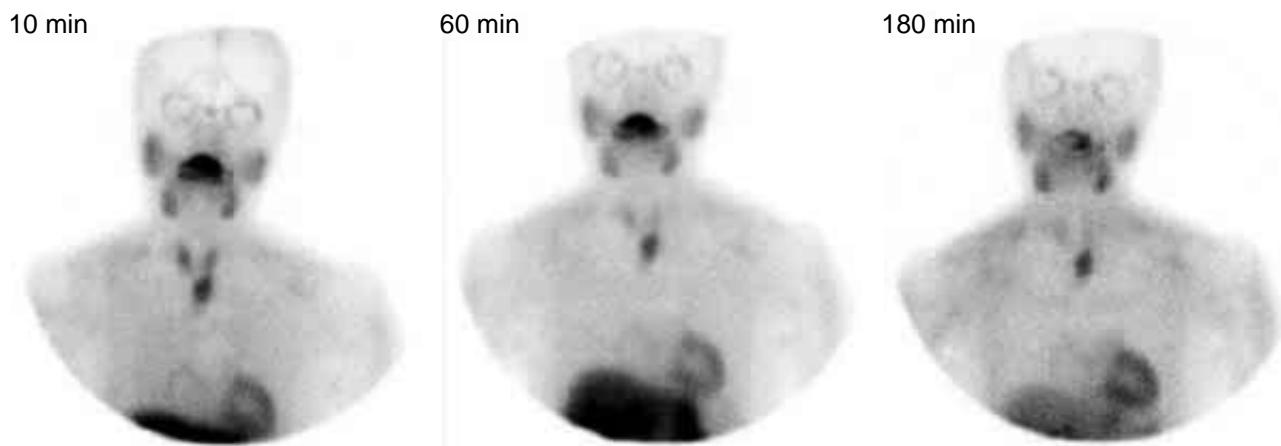


Fig. 9. Gammagrafía de paratiroides con MIBI. Obsérvese la captación inicial en la imagen adquirida a los 10 minutos. Se observa captación de MIBI en la glándula tiroideas, así como un acúmulo anormal en el polo inferior del lóbulo tiroideo izquierdo. En la imagen tardía adquirida a los 180 minutos se aprecia persistencia del acúmulo anormal, lo cual es compatible con la existencia de un adenoma paratiroides. En el resto de las imágenes la biodistribución del MIBI es normal (glándulas salivales, cavidad oral, miocardio, hígado y tejido muscular).

tación de iodo en la glándula tiroideas a las 24 horas expresada en porcentaje) necesaria para implementar las fórmulas de cálculo de dosis de I-131 en estas enfermedades.

D) Masa tiroidea funcional

Idealmente, las imágenes tiroideas gammagráficas de alta calidad obtenibles con Tc-99m o I-123 (este último no disponible en nuestro país) en gammacámaras modernas, deben ser empleadas para el cálculo de la denominada "masa tiroidea funcional". Así mismo, la captación de iodo en la glándula tiroideas a las 24 horas expresada en porcentaje debería obtenerse mediante el uso de los detectores especialmente diseñados con ese fin (de no estar disponibles se emplea una gammacámara).

El volumen y masa tiroidea pueden estimarse con menor o mayor confiabilidad por varios métodos de exploración (ej. palpación, ultrasonido, tomografía, gammagrafía). Sin embargo, la estimación de la masa o el volumen tiroideo calculada por modalidades anatómicas (ej. ultrasonido) no necesariamente correlaciona con la masa o el volumen funcional de la glándula tiroidea.

La "masa tiroidea funcional" únicamente puede estimarse mediante el empleo de trazadores radiactivos (ej. gammagrafía tiroidea con tecnecio-99m). Existen básicamente 3 métodos que emplean trazadores para estimar dicha masa tiroidea funcional: 1. La gammagrafía planar; 2. El SPECT (estos primeros generalmente con Tc-99m) y; 3. El PET (con I-124).

Por su disponibilidad, rapidez, facilidad y costo, la gammagrafía planar es el método más empleado de los tres. El método requiere calibraciones especiales que deben confirmarse periódicamente y se recomienda que cada instalación obtenga sus valores de normalidad.

E) Captación y retención de iodo

La captación de iodo y la retención de iodo en la glándula tiroidea se calculan individualmente mediante una

gammacámara o, preferentemente, mediante un detector tiroideo.

Básicamente, el procedimiento requiere conocer la cantidad precisa de iodo-131 administrada a cada paciente por vía oral y determinar la fracción de esa cantidad administrada del trazador presente en la glándula a las 24 horas (con las debidas correcciones de decaimiento radiactivo y actividad de fondo). El resultado se expresa como porcentaje de la dosis administrada presente a las 24 horas. El conocimiento sobre la función tiroidea se incrementa considerablemente si también se calcula el porcentaje de iodo presente en la glándula a las 96 ó 120 horas, ya que con este dato adicional puede obtenerse la vida media efectiva del trazador en la glándula tiroidea (combinación de la vida media física del iodo-131 y de la vida media biológica en la glándula de cada paciente).

Vida media

$$\text{efectiva} = \frac{\text{vida media biológica} + \text{vida media física}}{\text{vida media biológica} + \text{vida media física}}$$

Dado que, en el caso de los pacientes con nódulos tiroideos funcionales, la incidencia del hipotiroidismo como complicación del tratamiento es menos frecuente, varios autores multiplican por dos el resultado obtenido.

Referencias

- Ravetto C, Colombo L, Dottorini ME. Usefulness of fine-needle aspiration in the diagnosis of thyroid carcinoma: a retrospective study in 37,895 patients. *Cancer* 2000; 90: 357-63.
- Nódulo tiroideo, 2001. Consenso. *Cir Gen* 2002; 24: 76-83.
- Mazzaferrari EL. Management of a solitary thyroid nodule. *N Engl J Med* 1993; 328: 553-9.
- Maddox PR, Wheeler MH. Approach to thyroid nodules. In: Clark OH, Duh QY *Textbook of Endocrine Surgery*. Philadelphia W.B. Saunders 1997: 69.

5. Vargas-Domínguez A, Arellano S, Alonso P, Viramontes Madrid JL. Sensibilidad, especificidad y valores predictivos de la biopsia con aguja fina en cáncer de tiroides. *Gac Med Mex* 1994; 130: 55-8.
6. Singer PA, Cooper DS, Daniels GH, Ladenson PW, Greenspan FS, Levy EG, et al. Treatment guidelines for patients with thyroid nodules and well-differentiated thyroid cancer. American Thyroid Association. *Arch Intern Med* 1996; 156: 2165-72.
7. Passler C, Prager M, Scheuba C, Kaserer K, Flores JA, Vierhapper H, et al The value of fine-needle aspiration biopsy (FNAB) in the differential diagnosis of the "cold" thyroid nodule. *Wien Klin Wochenschr* 1999; 111: 240-5.
8. Hurtado-López LM, Arellano-Montaño S, Martínez-Duncker C, Torres-Acosta EM, Zaldivar-Ramírez FR, Duarte-Torres RM, et al. Biopsia de tiroides por aspiración, con aguja fina, no diagnóstica. ¿Qué hacer? *Cir Gen* 2003; 25: 14-18.
9. Yeh MW, Demircan O, Ituarte P, Clark OH. False-negative fine-needle aspiration cytology results delay treatment and adversely affect outcome in patients with thyroid carcinoma. *Thyroid* 2004; 14: 207-15.
10. Boyd LA, Earnhardt RC, Dunn JT, Frierson HF, Hanks JB. Preoperative evaluation and predictive value of fine-needle aspiration and frozen section of thyroid nodules. *J Am Coll Surg* 1998; 187: 494-502.
11. Giuffrida D, Gharib H. Controversies in the management of cold, hot, and occult thyroid nodules. *Am J Med* 1995; 99: 642-50.
12. Demirel K, Kaputo O, Yucel C, Ozdemir H, Ayvaz G, Taneri F. A comparison of radionuclide thyroid angiography, (99m)Tc-MIBI scintigraphy and power Doppler ultrasonography in the differential diagnosis of solitary cold thyroid nodules. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003; 30: 642-50.
13. McHenry CR, Walfish PG, Rosen IB. Non-diagnostic fine needle aspiration biopsy: a dilemma in management of nodular thyroid disease. *Am Surg* 1993; 59: 415-9.
14. Chow LS, Gharib H, Goellner JR, van Heerden JA. Nondiagnostic thyroid fine-needle aspiration cytology: management dilemmas. *Thyroid* 2001; 11: 1147-51.
15. Hurtado-López LM, Arellano-Montaño S, Torres-Acosta EM, Zaldivar Ramírez FR, Duarte-Torres RM, Alonso-de Ruiz P, et al. Combined use of fine needle aspiration biopsy, MIBI scans and frozen section biopsy offers the best diagnostic accuracy in the assessment of the hypofunctioning solitary thyroid nodule. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004. En prensa.
16. Taylor A Jr, Murray D, Herda S, Vansant J, Alazraki N. Dynamic lymphoscintigraphy to identify the sentinel and satellite nodes. *Clin Nucl Med* 1996; 21: 755-8.
17. Krag DN, Weaver DL, Alex JC, Fairbanks JT. Surgical resection and radiolocalization of the sentinel lymph node in breast cancer using a gamma probe. *Surg Oncol* 1993; 2: 335-40.
18. Giuliano AE, Kirgan DM, Guenther JM, Morton DL. Lymphatic mapping and sentinel lymphadenectomy for breast cancer. *Ann Surg* 1994; 220: 391-8; discussion 398-401.
19. Valdes-Olmos RA, Tanis PJ, Hoefnagel CA, Jansen L, Nieweg OE, Meinhardt W, et al. Penile lymphoscintigraphy for sentinel node identification. *Eur J Nucl Med* 2001; 28:581-5.
20. Giuliano AE. Mapping a pathway for axillary staging: a personal perspective on the current status of sentinel lymph node dissection for breast cancer. *Arch Surg* 1999; 134: 195-9.
21. Morton DL. Intraoperative lymphatic mapping and sentinel lymphadenectomy: community standard care or clinical investigation? *Cancer J Sci Am* 1997; 3: 328-30.
22. Uren RF, Thompson JF, Howman-Giles B. *Lymphatic drainage of the skin and breast. Locating the sentinel nodes*. Harwood Academic Publishers. 1999 ISBN 90-5702-410-1.
23. Gershenwald JE, Thompson W, Mansfield PF, Lee JE, Colome MI, Tseng CH, et al. Multi institutional melanoma lymphatic mapping experience: the prognostic value of sentinel lymph node status in 612 stage I or II melanoma patients. *J Clin Oncol* 1999; 17: 976-83.
24. Joseph E, Brobeil A, Cruse CW, Wells K, Costello D, Reintgen DS. Lymphatic mapping for melanomas of the upper extremity. *J Hand Surg (Am)* 1999; 24: 675-81.
25. Reintgen D, Albertini J, Milliotte G, Marshburn J, Cruse CW, Rappaport D, et al. Investment in new technology research can save future health care dollars. *J Fla Med Association* 1997; 84: 175-81.
26. Mishkin FS. Radionuclide salivary gland imaging. *Semin Nucl Med* 1981; 11: 258-65.
27. Goretzki PE, Dotenrzath C, Roeher HD. Management of primary hyperparathyroidism caused by multiple gland disease. *World J Surg* 1991; 15: 693-7.
28. Casas AT, Burke GJ, Sathyaranayana, Mansberger AR Jr, Wei JP. Prospective comparison of technetium-99m-sestamibi/iodine-123 radionuclide scan versus high resolution ultrasonography for the preoperative localization of abnormal parathyroid glands in patients with previously unoperated primary hyperparathyroidism. *Am J Surg* 1993; 166: 369-73.
29. Gimlette TM, Taylor WH. Localization of enlarged parathyroid glands by thallium 201 and technetium 99m subtraction imaging: Gland mass and parathormone levels in primary hyperparathyroidism. *Clin Nucl Med* 1985; 10: 235-9.
30. Lange JR, Norton JA. Surgery for persistent or recurrent primary hyperparathyroidism. *Curr Pract Surg* 1992; 4: 56-62.
31. Akerström G, Rudberg C, Grimalius L, Johansson H, Lundstrom B, Rastad J. Causes of failed primary exploration and technical aspects of reoperation in primary hyperparathyroidism. *World J Surg* 1992; 16: 562-8; discussion 568-9.

