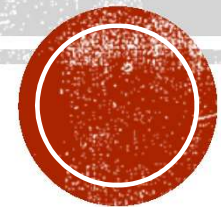


15. ESTUDIOS DE ENDOCRINOLOGÍA

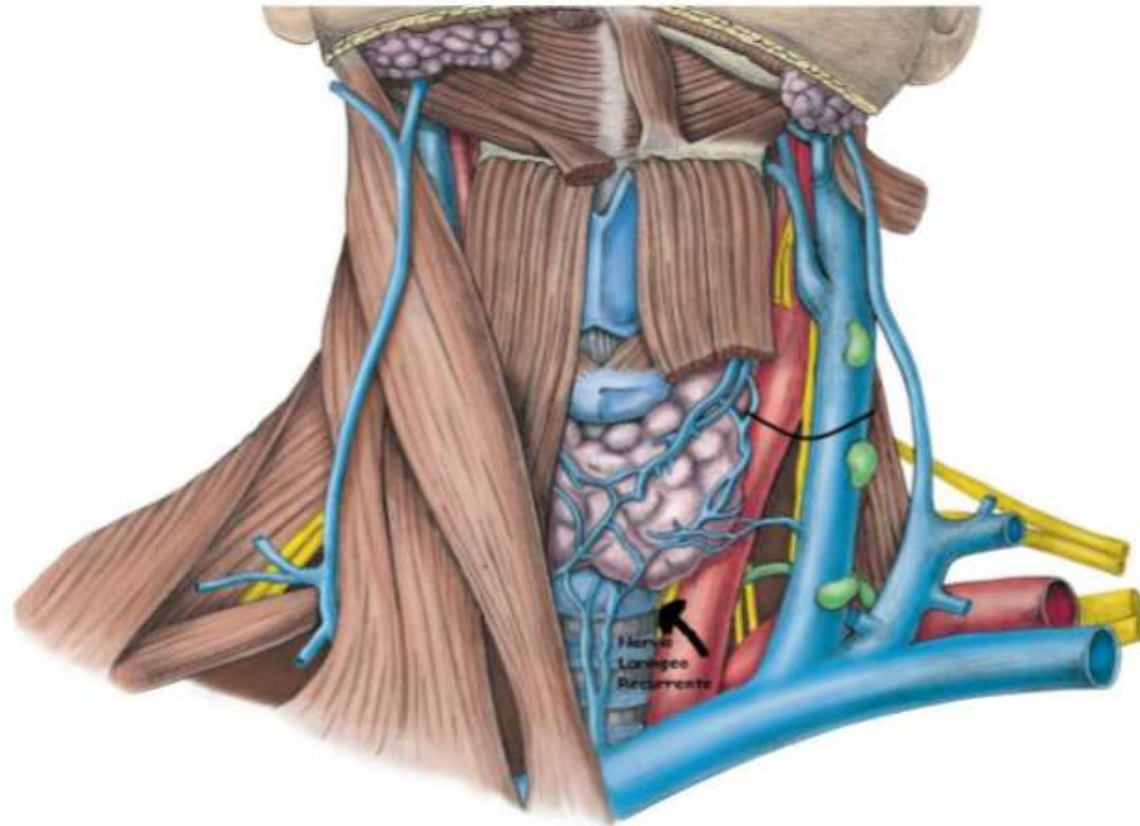


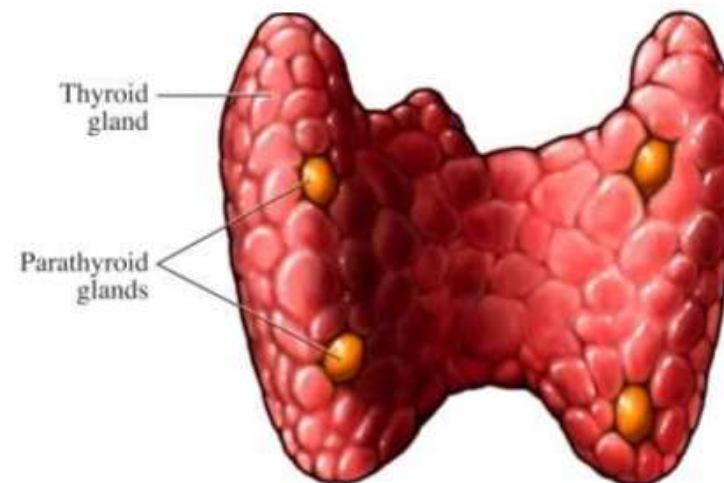
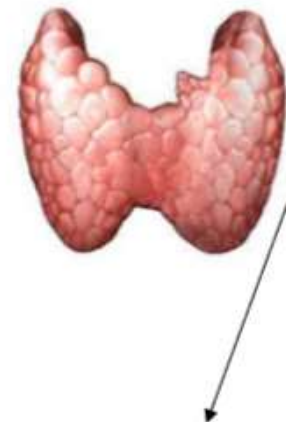
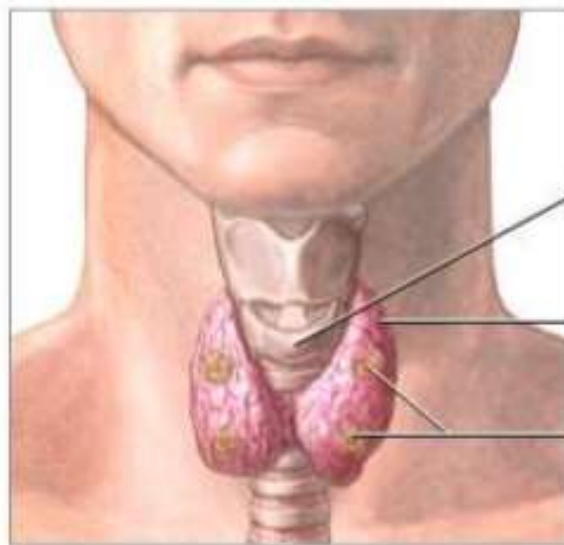
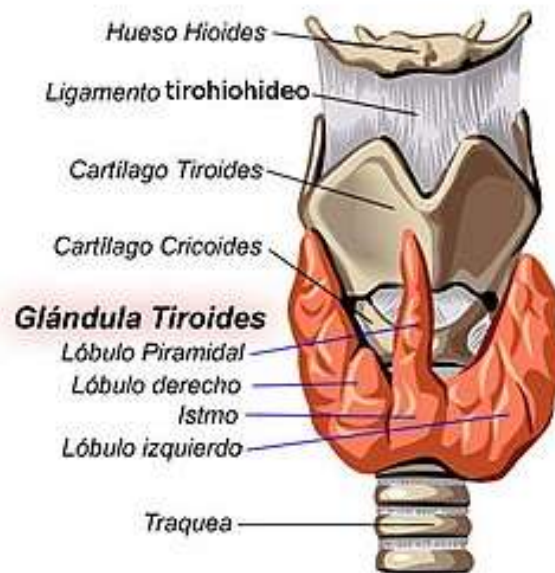
En medicina nuclear. Tiroides, paratiroides, glándulas suprarrenales y páncreas.

■ **15.1 TIROIDES.**

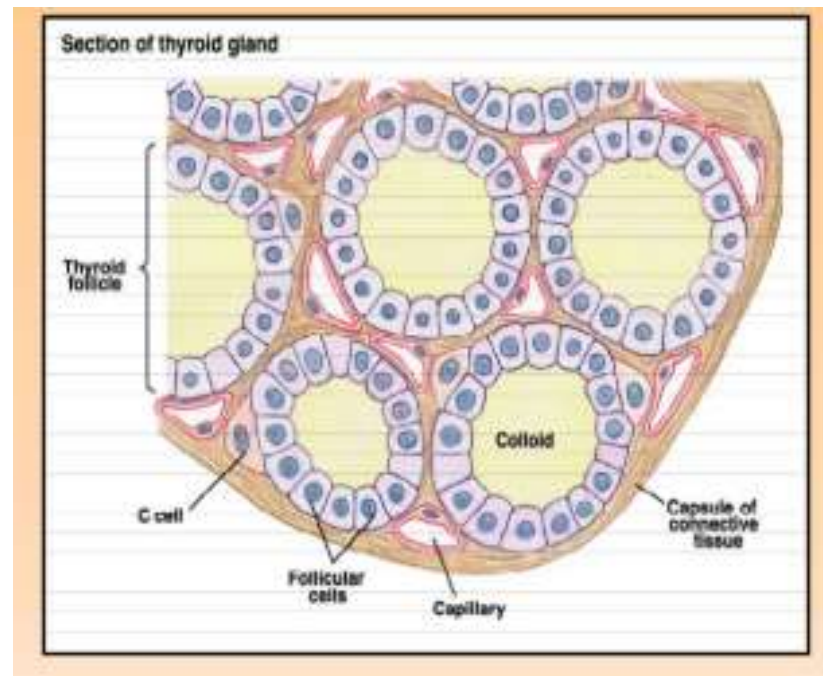
■ 15.1.1- ANATOMOFISIOLOGÍA.

Está compuesta por dos lóbulos que asemejan las alas de una mariposa, un lóbulo derecho y un lóbulo izquierdo conectados por el istmo. La glándula está situada en la parte frontal del cuello a la altura de las vértebras C5 y D1, del cuello.





- La glándula tiroides utiliza iodo circulante en sangre y tirosina procedente de la proteína tiroglobulina, para fabricar hormonas tiroideas. La mayoría del iodo que ingerimos se almacena en el tiroides. El 75% del iodo ingerido se elimina por la orina.
- El tiroides está formado por células foliculares, parafoliculares y la médula.
- Las hormonas tiroideas fabricadas en los folículos son la T3 (triyodotironina) y la T4 (tiroxina) que controlan el metabolismo basal.
- La hormona fabricada en el parafolículo es la calcitonina.
- En la médula solo se almacenan dichas hormonas.



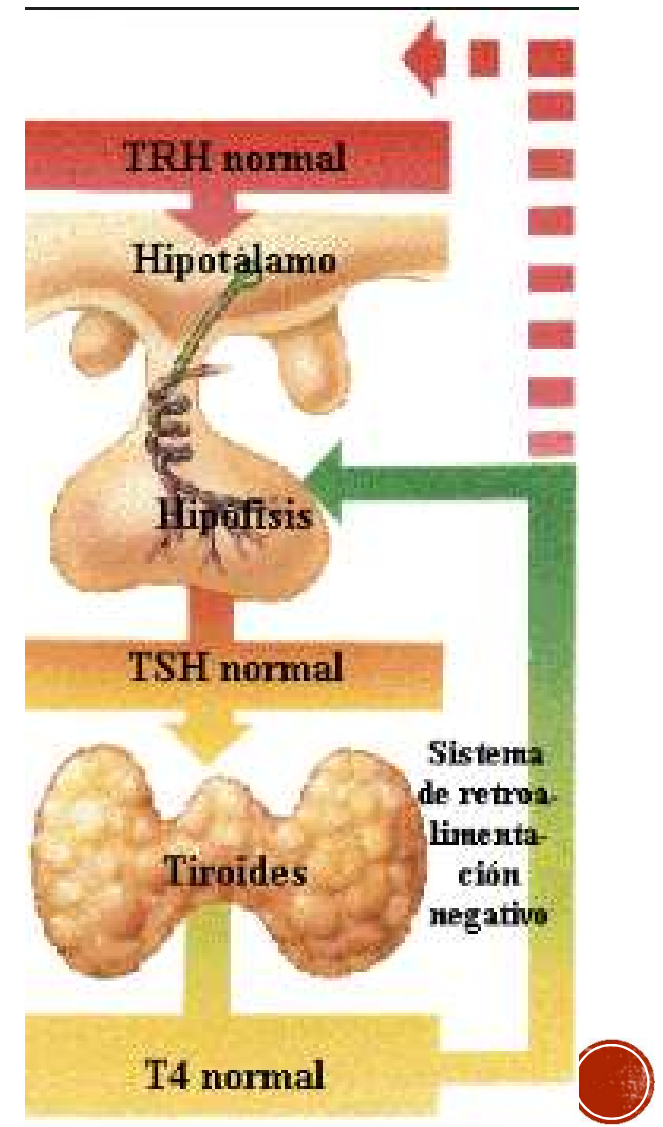
- La fabricación de hormonas tiroideas viene regulada por el eje hipotálamo-hipofisiario.

- En función de los niveles de T4 que hay en sangre, el hipotálamo segrega hormona TRH.

Esta estimulará a la hipófisis para que fabrique otra hormona: la TSH.

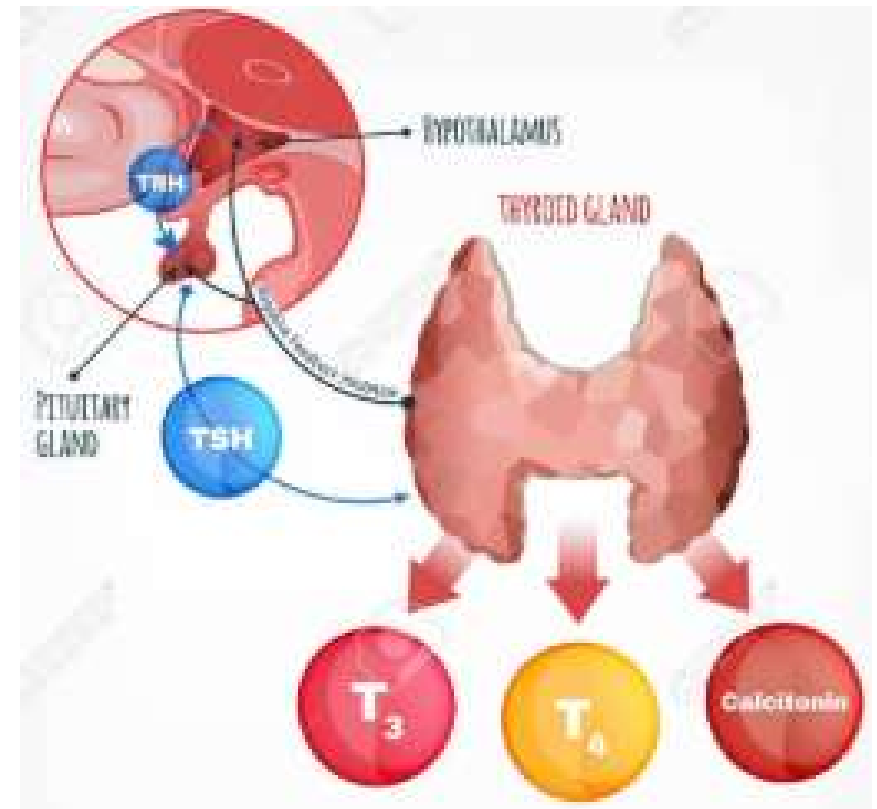
Esta, a su vez, estimula que la tirosina presente en la médula se una a Iodo fabricando T3 y T4 que serán liberadas según se precise.

La alteración en los niveles de hormonas TRH, TSH, T3 y T4 puede producir hiper e hipotiroidismo.



■ FUNCIONES DE LAS H. TIROIDEAS

- Efectos metabólicos: incrementa el metabolismo basal.
- Termogénesis: aumenta la producción de calor corporal al inducir la producción de proteínas.
- Crecimiento y maduración óseo y del sistema nervioso central: por ejemplo, el hipotiroidismo congénito provoca enanismo y retraso mental.
- Aumenta la glucosa en sangre.
- Aumenta la lipólisis.
- Aumenta la glucogenólisis.
- Aumenta la glucolisis.
- Aumenta la degradación de la Insulina.
- Aumenta la absorción de glucosa en intestino.
- Aumenta la necesidad de vitaminas B y C.
- Moviliza el calcio de los huesos.
- Aumenta la captación de Fe por la médula ósea.
- Estimula la mielinización.
- Disminuye la resistencia vascular periférica.
- Aumenta la sensibilidad cardíaca a las catecolaminas.
- Aumenta la diuresis por aumento del FG y disminución de la ADH



■ 15.1.2 RADIOFARMACOS EMPLEADOS EN GAMMAGRAFIA TIROIDEA

RN	Emisión principal	Semivida física	Energía fotónica principal (kev)
^{99m}Tc	Gamma	6h	140
^{131}I	Beta/gamma	8 días	606/364
^{123}I	Gamma	13h	159
RN	tiempo de espera	Captación tiroidea	Dosis absorbida rad/mCi Tiroides/cuerpo
^{99m}Tc	20-30min	0.5 - 5	0.2 – 0.5 / 0.01
^{131}I	24h	10 - 40	1500/0.5 – 3.5
^{123}I	6 – 24h	10 - 40	0.02 – 0.04



RN	ventajas	inconvenientes
^{99m}Tc	Económico, disponible, menor tiempo de espera	No organificación. Mala calidad si baja captación, mayor eliminación por salivares y estómago.
^{131}I	Económico. tratamiento	Alta dosis de radiación absorbida
^{123}I	Trazador fisiológico. Mejor visualización en caso de baja captación	Ciclotrón, caro. Se puede acortar el tiempo de espera con administración iv



■ 15.1.3 GAMMAGRAFIA TIROIDEA:

- Objetivo: Dx de la situación, morfología, volumen, nodularidad y estado funcional de la glándula.

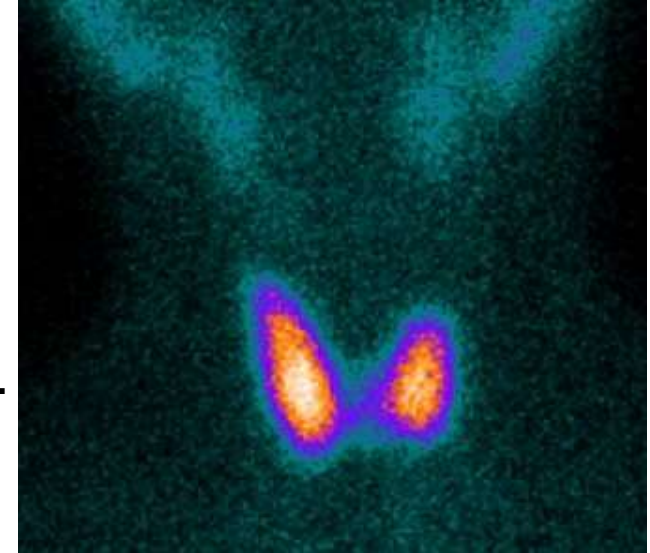
- Preparación al paciente:

Información básica referente al estudio con Médico Nuclear.

El estudio debe ser pospuesto en pacientes gestantes.

La lactancia se debe suspender durante 24 horas si Tc y se interrumpe si I-131.

Paciente en ayunas para la gammagrafía con I-131 ó I-123.



Interrumpir la administración de factores que influyen en la captación del radiofármaco:
Hormonas tiroideas T-4 (4-6 semanas) y T-3 (2-3 semanas).

También Antitiroideos: metimazol, carbimazol, propiluracilo (3-5 días).

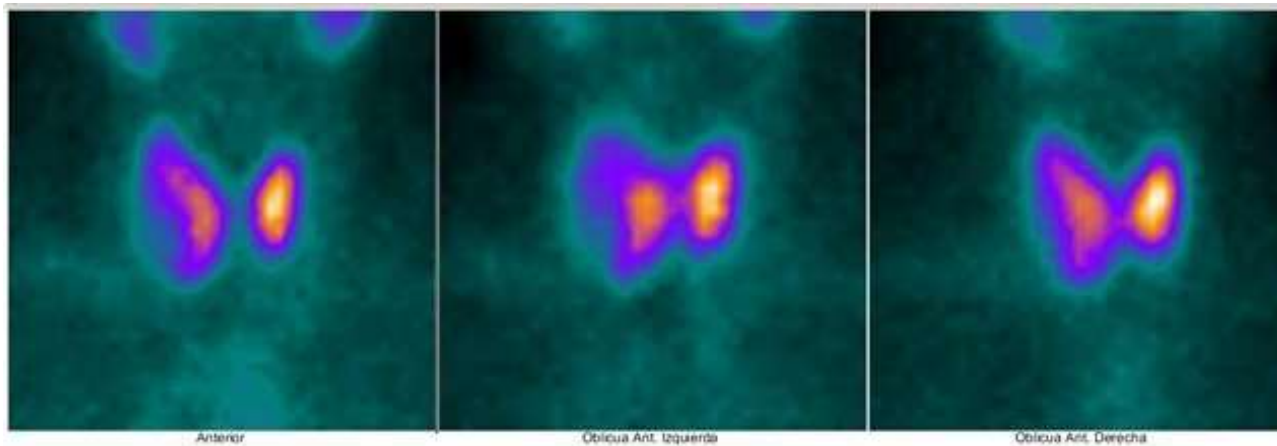
Igual para preparados que contengan yodo: sal yodada, solución de lugol.

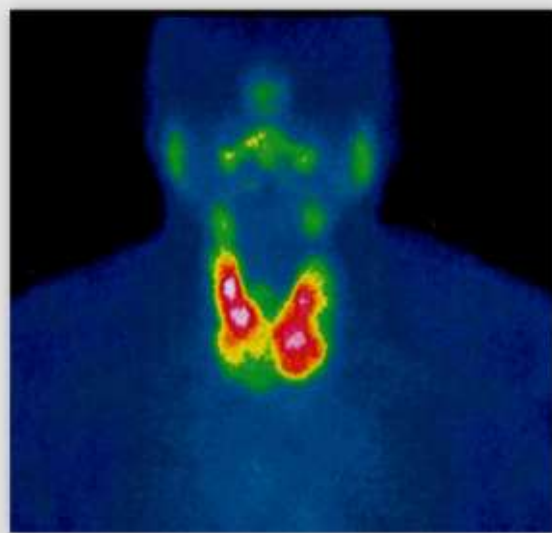
No emplear contrastes iodados: intravenosos (2-4 semanas), orales liposolubles (2-12 meses).

Deben valorarse los siguientes datos clínicos: Antecedentes familiares de patología tiroidea. Antecedentes personales en general. Signos y síntomas. Datos de palpación. Posibilidad de interferencias medicamentosas. Gestación y lactancia.

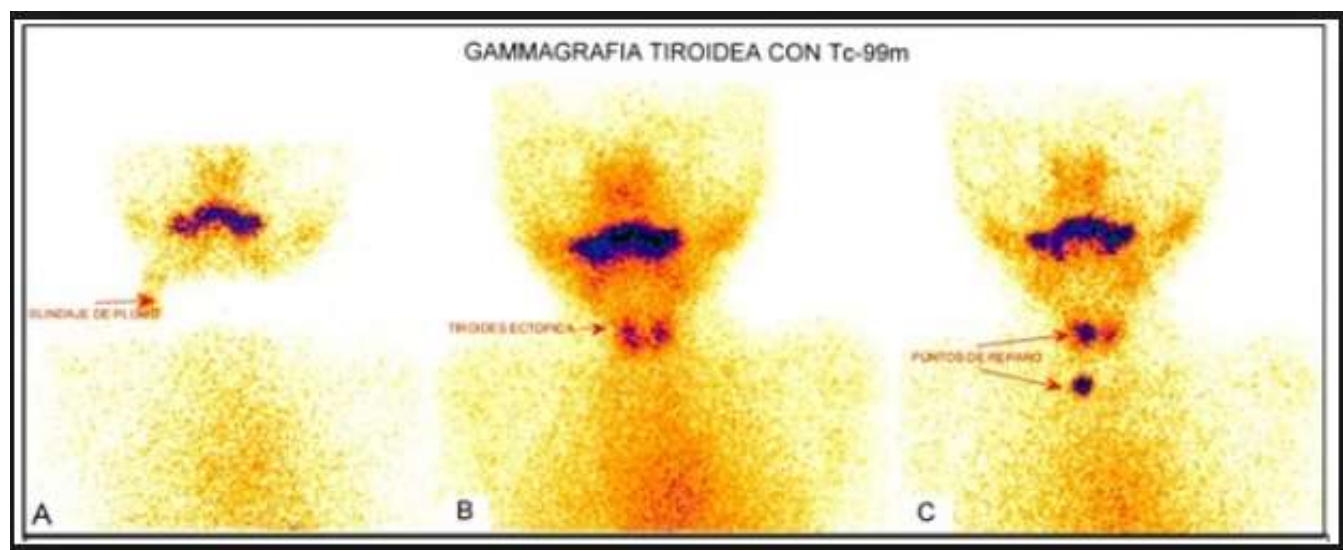
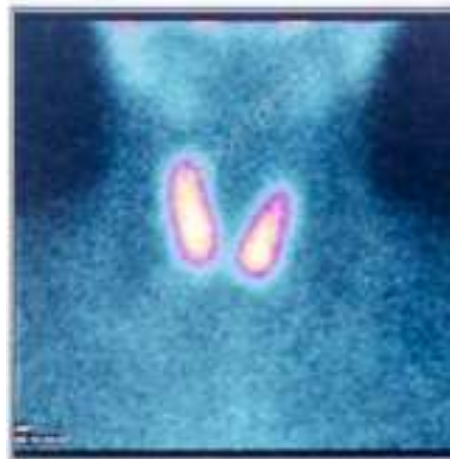


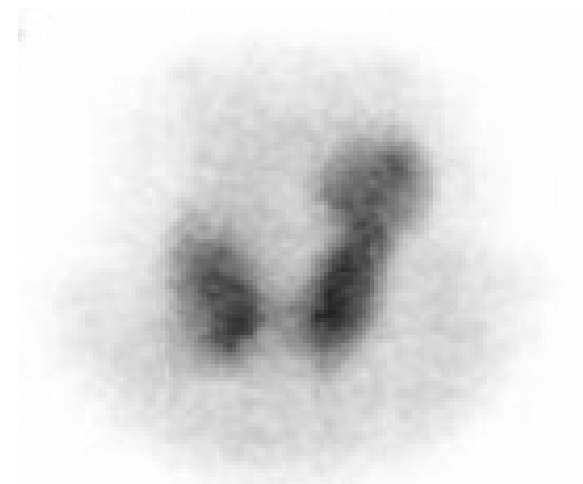
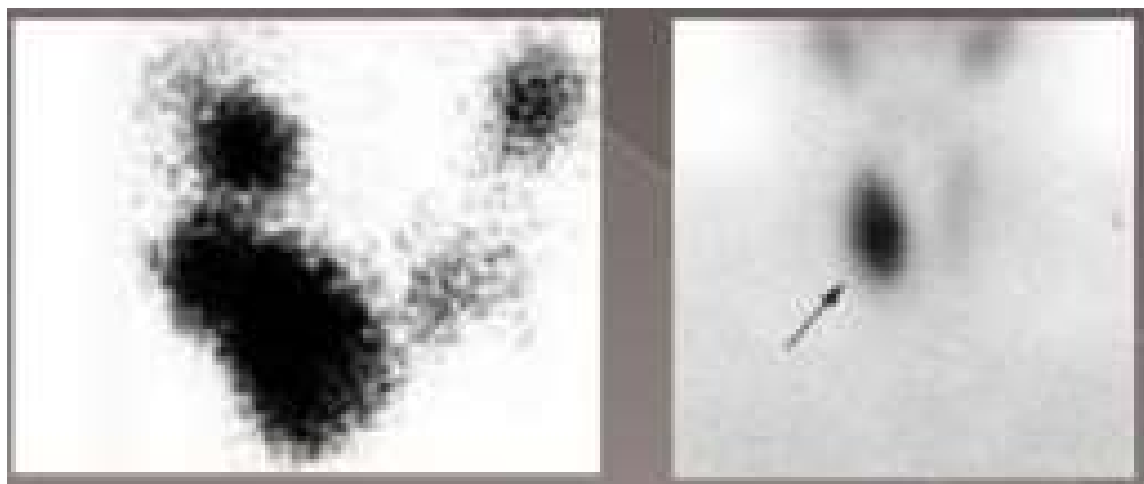
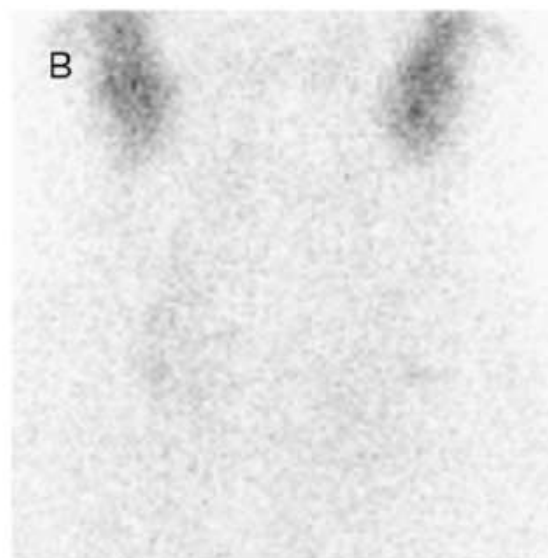
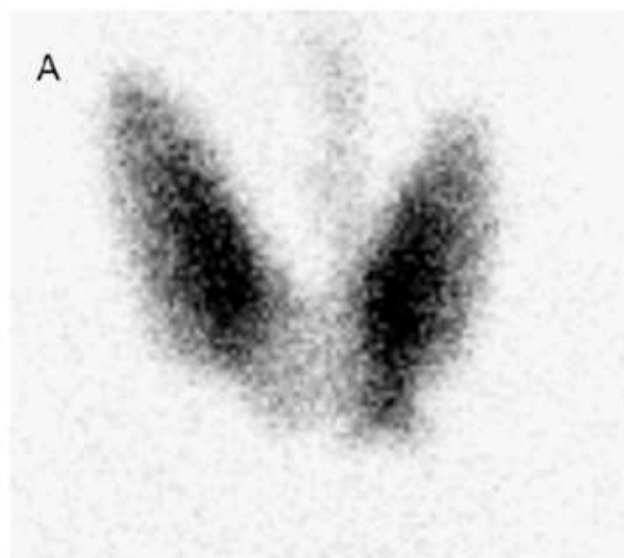
- Radiofármaco.
 - TcO-99m: 5 mCi. En niños en función del peso, según tabla de la EANM. Vía IV.
 - I-131: 0.250 mCi. Vía oral.
 - I-123: 0.400 mCi. Vía oral.
- Instrumentación: Colimador: Pin-hole de 3-6 mm. Ventana: 20% centrada en 140 KeV para Tc99m, en 360 KeV para I-131 y en 159 Kev con I-123. Matriz: 256 x 256. Zoom: 2.
- Adquisición: Paciente en decúbito supino con el cuello en hiperextensión. Imagen planar. En AP y a veces O.A de 45 grados. Alcanzar las 250.000cts o 5 minutos.
- Tiempo de espera: Para la prueba con Tc99m unos 15-20 min p.i. Para el I-131 , 24 horas p.a. Para el I-123, 30 min p.a.





Bocio Multinodular endotorácico

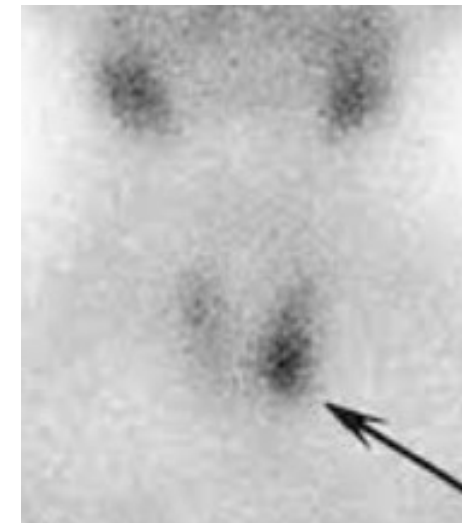
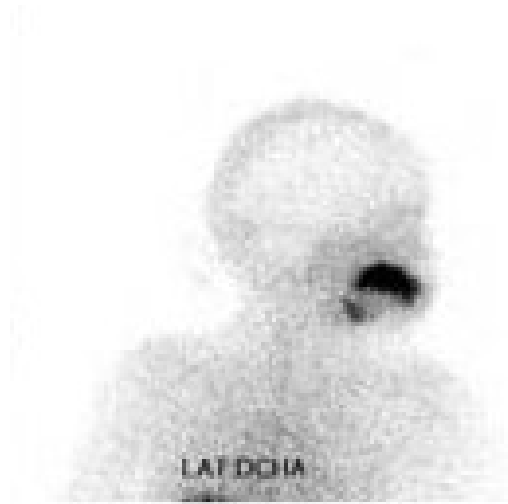




■ APLICACIONES:

Según la captación del RF:

- Alteraciones de localización: tiroides ectópico (sublingual y endotorácico).
- Alteraciones de la forma y tamaño: bocio difusos y nodulares.
- Alteraciones de la captación y distribución del radionúclidos: nódulos tóxicos, bloqueos.



- En la gammagrafía no existen signos específicos de cáncer. Nódulos fríos se asocian a lesiones cancerosas, y los nódulos calientes a lesiones benignas.
- La aparición de metástasis en forma de captaciones extratiroideas del radiofármaco es una evidencia de cáncer. Esto se conoce realizando al paciente un estudio con Iodo-131 que será captado por la glándula al igual que cualquier otro Iodo no radiactivo.
- Es posible, entonces, el tratamiento y seguimiento de estos cánceres con 131-I



■ 15.1.4 RASTREO CON IODO ^{131}I :

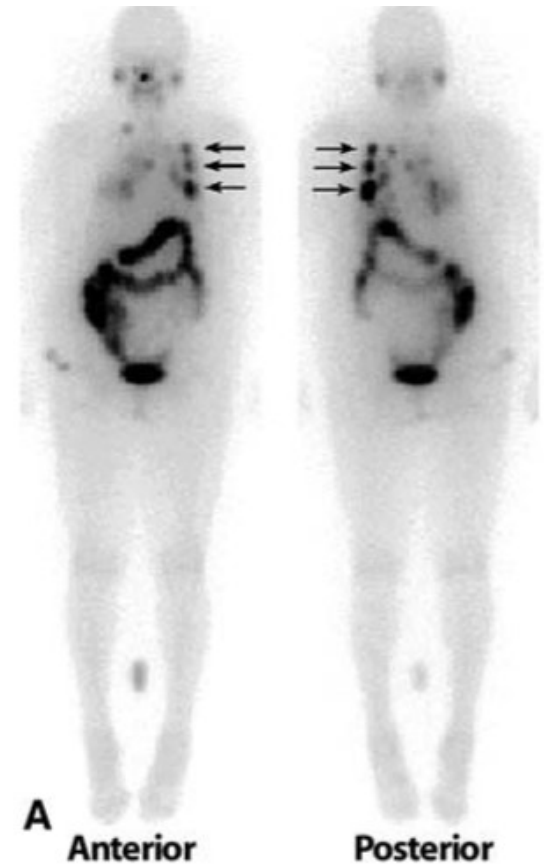
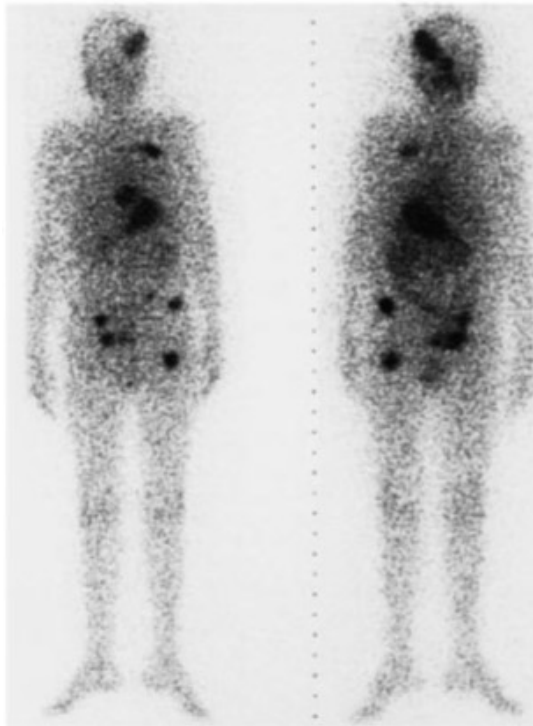
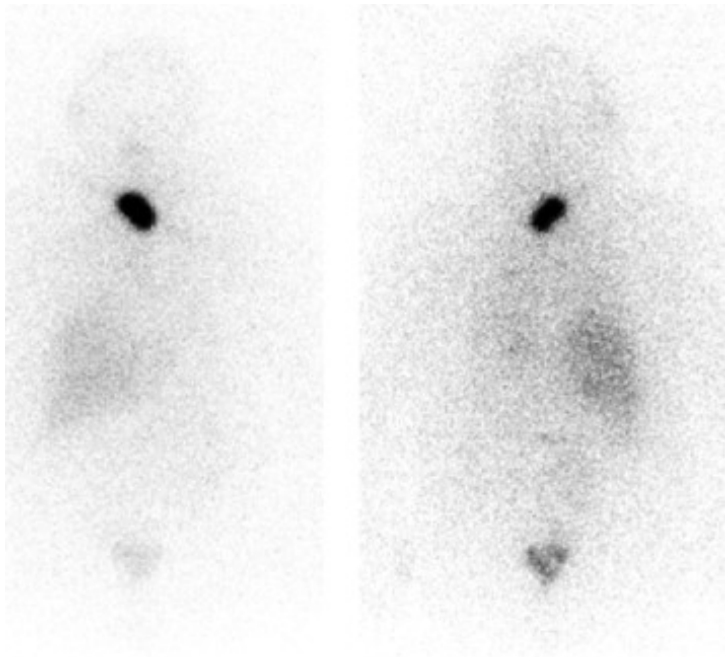
- La emisión γ , de 364 keV, permite el seguimiento y detección de metástasis a través de un rastreo corporal total (RCT). A la vez, al ser un emisor β se puede tratar la patología.
- Se realiza después del Tto quirúrgico o ablativo un RCT con ^{131}I para detectar restos de tejido tiroideo no extirpados o radiados.

TECNICAS DE ADQUISICIÓN

- 1-Preparación del paciente: Suspender el Tto con T4 semanas para elevar los niveles de TSH y estimular la captación de ^{131}I por las metástasis. Evitar sustancias yodadas que afecten a la captación del yodo (ejem: contrastes).
- 2-Radiofármaco: 5-10 mCi de ^{131}I -yoduro sódico vía oral.
- 3.Instrumentación: Colimador: HEAP, pinole para zonas activas que se desean ampliar. Ventana: 20% o menos, en 364 keV. Matriz: 256x256 (planar) o 256x1024, 512x2048 (RCT). Zoom: 1,(2 en pinole).
- 4.Tiempo de espera: 48-72 h PI, para obtener la mejor relación tejido/fondo en las metástasis. Se puede realizar el estudio hasta 7 días postadministración.



- 5. Posición del paciente: decúbito supino.
- 6. Proyecciones: rastreo corporal total en proyección anterior y posterior.
- 7. Tiempo de adquisición/nº de cuentas: 10-20 min por imagen

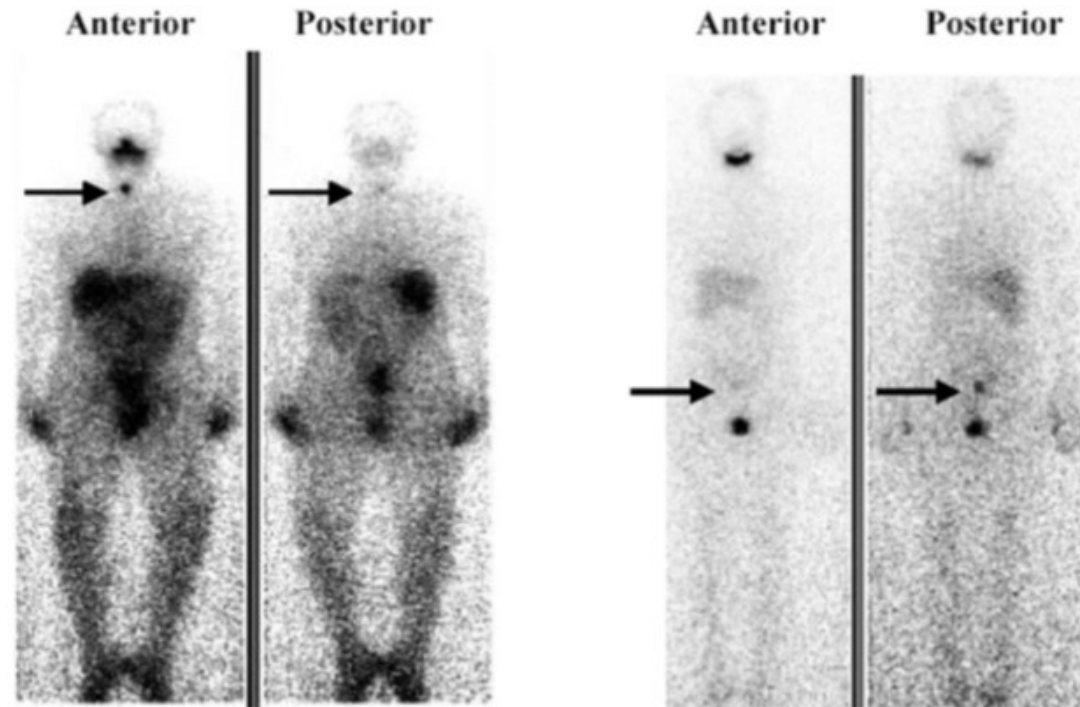


- RCT negativo: las zonas captantes corresponden a lugares de eliminación biológica: glándulas salivales, boca y fosas nasales, tubo Digestivo y vejiga (eliminación urinaria). Se pueden detectar FP por deglución de saliva con ^{131}I . Se recomienda que el paciente beba agua justo antes de la prueba.
- RCT positivo: zonas activas fuera de las señaladas anteriormente.

Si el RCT es positivo, se repite el tratamiento con ^{131}I .

La principal limitación terapéutica son las metástasis óseas que, aunque capten ^{131}I son más resistentes al tratamiento. Si el RCT es negativo y la tiroglobulina se mantiene baja, se realiza otro RCT al año siguiente. Si vuelve a ser negativo, se repite el seguimiento periódicamente.

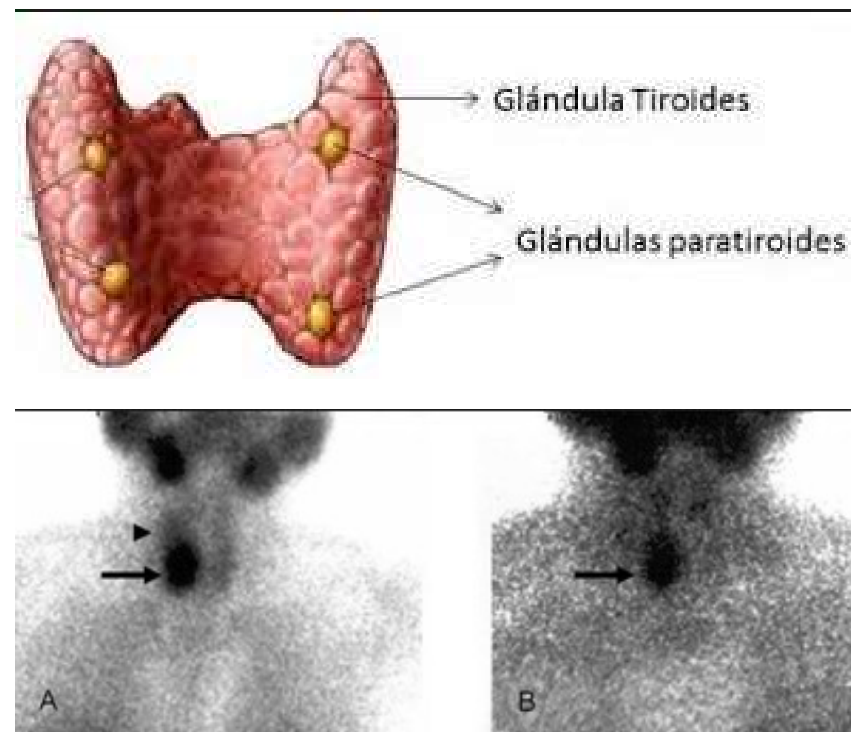
RCT pre y post tratamiento: →



■ **15.2 GLÁNDULAS PARATIROIDES**

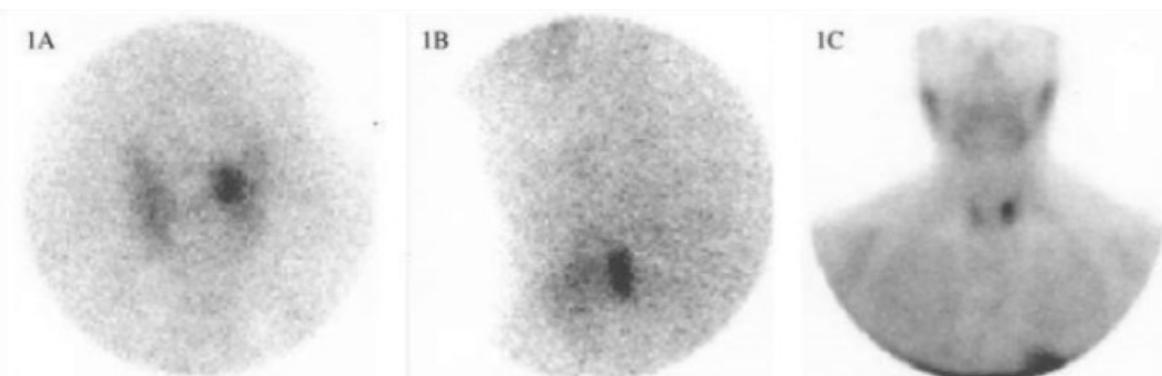
- Las glándulas paratiroides son cuatro, dos superiores y dos inferiores, aunque pueden ser más en un 2-6%. Suelen tener forma redonda y medir 5 x 3mm, con un peso 30mg. Se pueden localizar desde las glándulas submaxilares hasta el pericardio debido a su desarrollo embriológico que va unido al timo.
- Estas glándulas producen la hormona paratiroidea o parathormona (PTH) que reguladora del metabolismo del calcio y del fósforo. Su efecto es el aumento de la concentración de calcio en sangre (hipercalcemia). El efecto opuesto lo produce la calcitonina (CT), producida por las células C del tiroides.
- La principal indicación para la realización de una gammagrafía de paratiroides es la existencia de un hiperparatiroidismo primario, causado normalmente por un adenoma.

Estos tumores provocan un aumento en la secreción de PTH. El estudio está indicado para localizar la glándula afectada antes de la intervención quirúrgica SD



GAMMAGRAFÍA DE PARATIROIDES

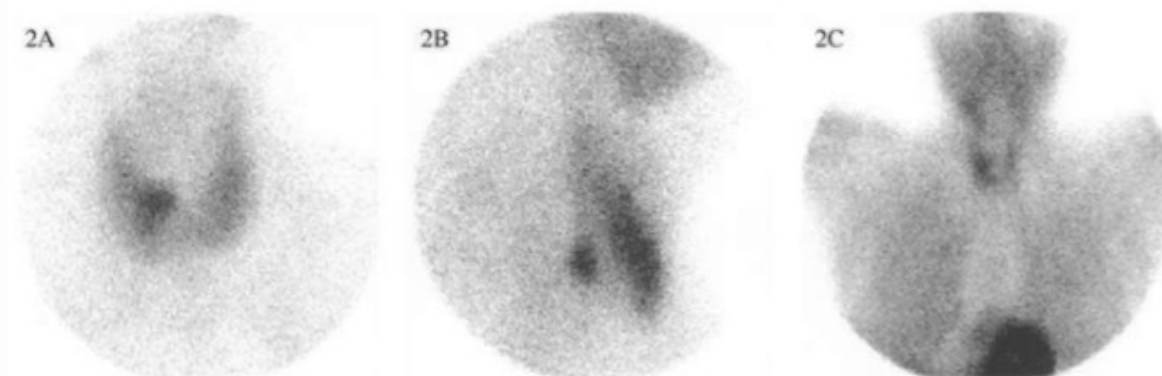




Anterior

Lateral izquierdo

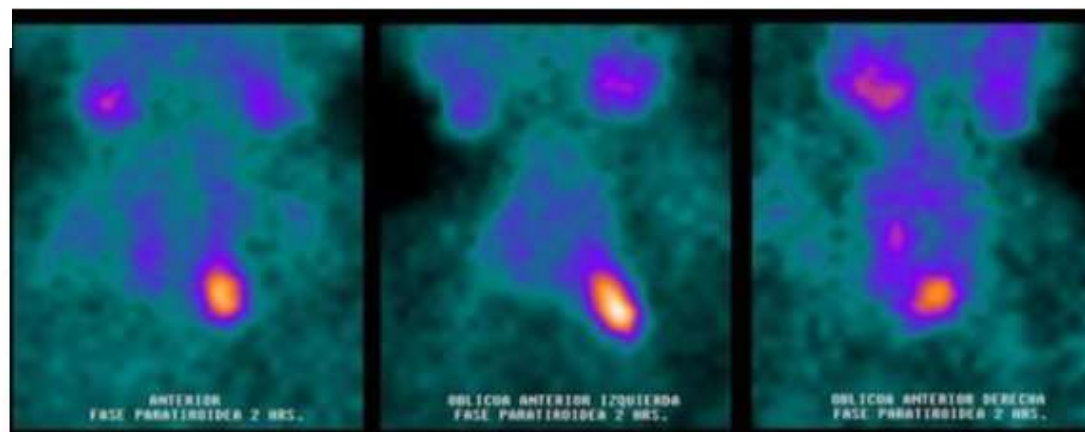
Anterior



Anterior

Lateral izquierdo

Anterior



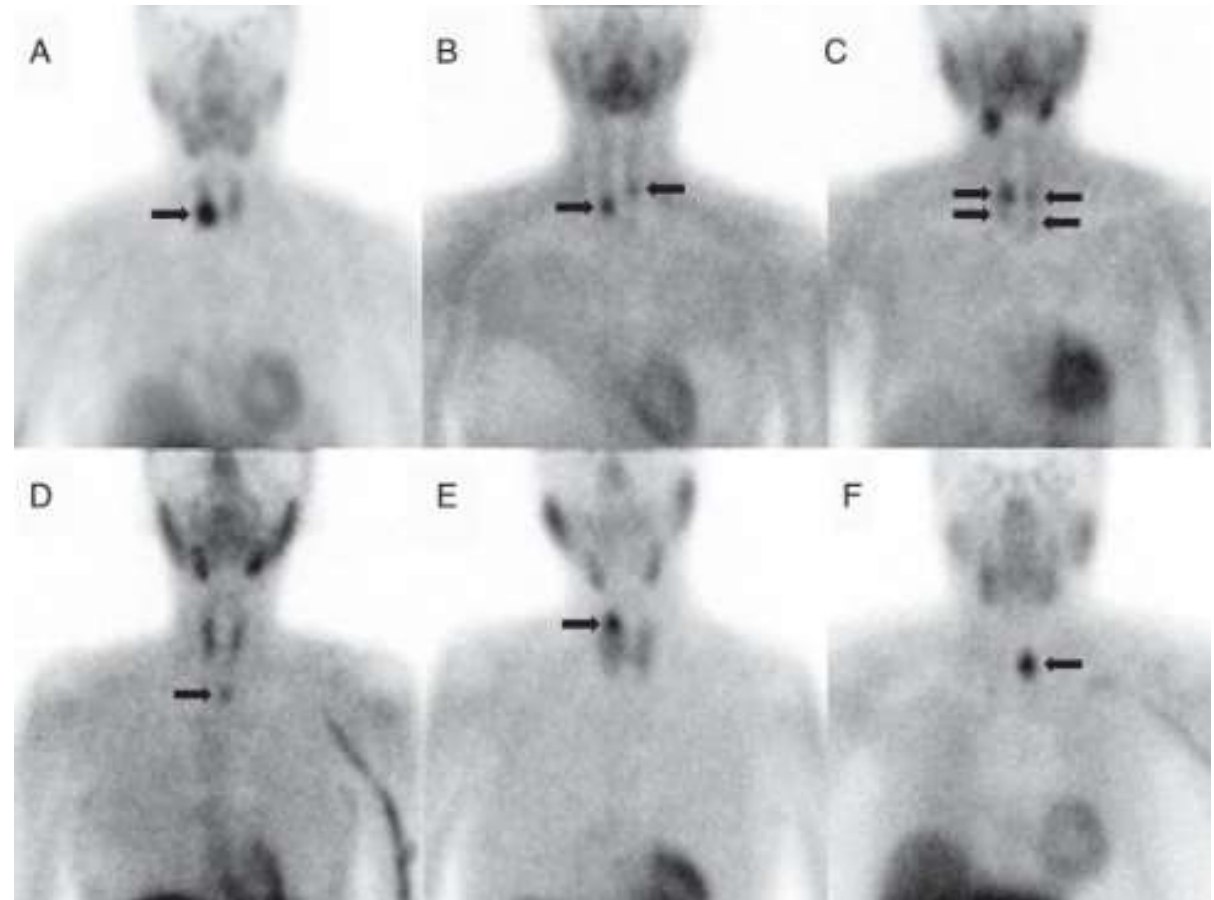
■ 15.2.1 TIPOS DE ESTUDIOS

• 1- Gammagrafía de sustracción digital ^{201}Tl / $^{99\text{m}}\text{Tc}$:

Se adquieren dos imágenes: una de tiroides con ^{201}Tl y otra con $^{99\text{m}}\text{Tc}$, captado por tiroides y paratiroides. Restando la primera imagen de la segunda se obtiene la imagen de las paratiroides.

• 2- Gammagrafía de doble fase con sestamibi- $^{99\text{m}}\text{Tc}$:

Es captado por tiroides y paratiroides. Debido a que el aclaramiento del radiofármaco por el tejido paratiroideo hiperfuncionante es más lenta, al adquirir una imagen tardía se observan exclusivamente las glándulas paratiroides. Actualmente se prefiere el uso del sestamibi- $^{99\text{m}}\text{Tc}$, con el que se consigue mayor sensibilidad y especificidad diagnóstica



■ 9.2.2 TÉCNICA DE SUSTRACCIÓN ^{201}Tl / $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

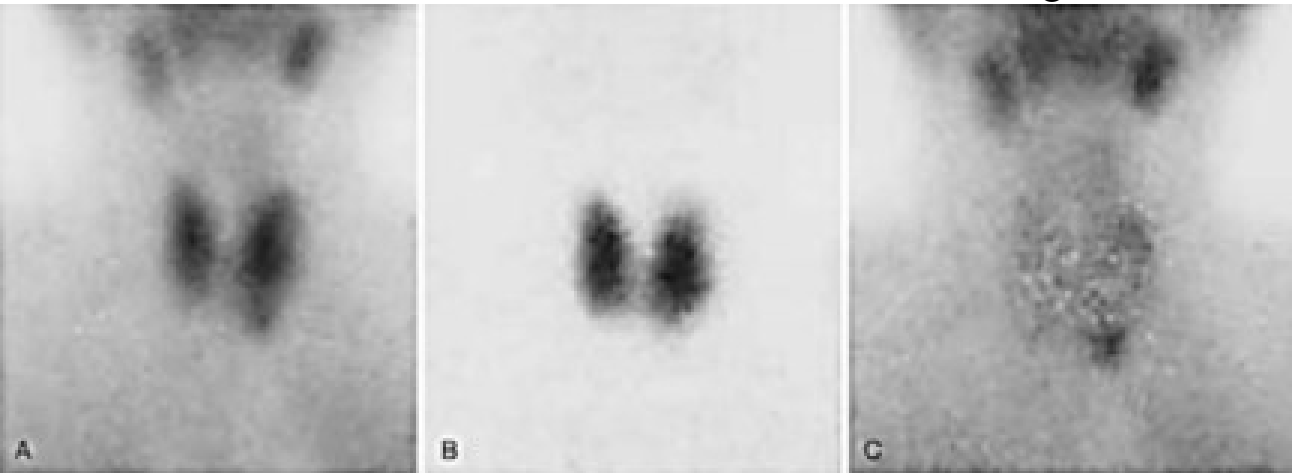
1.Preparación del paciente: no precisa preparación alguna.

2.Radiofármacos: 2-3 mCi de ^{201}Tl para la primera imagen y 3-6 mCi de pertecnetato ($^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$) para la segunda, las dos por vía intravenosa.

3.Instrumentación: Colimador: LEAP, pinhole. Ventana: 20% o inferior, centrada en 135 y 167 keV para el ^{201}Tl y en 140 keV para el $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Matriz: 256x256.

4.Secuencia del estudio:

- Gammagrafía con ^{201}Tl a los 5 min postadministración, con un tiempo de exploración de 5 min.
- A continuación se administra el $^{99\text{m}}\text{Tc}$, se cambia el fopico y se adquiere la segunda imagen con un tiempo similar. La posición del paciente no cambia, en decúbito supino en proyección anterior del área de interés.
- Finalmente se realiza la sustracción de las imágenes.



$^{201}\text{Tl} - ^{99\text{m}}\text{Tc} = \text{captación real paratiroidea}$



- 9.2.3 TÉCNICA DE DOBLE FASE CON 99MTC-SESTAMIBI.
- 1 Preparación del paciente: no precisa preparación alguna.
- 2.Radiofármacos: 20 mCi de 99mTc-MIBI por vía intravenosa.
- 3.Instrumentación: Colimador: LEAP, pinhole. Ventana: 20%, centrada en 140 keV. Matriz: 256x256.
- 4.Tiempo de espera: una imagen a los 10-30 min postadministración (fase tiroidea) y otra a las 2-3 h (fase paratiroidea).
- 5.Posición del paciente: decúbito supino con el cuellos en hiperextensión.
- 6.Proyecciones: proyección anterior desde el mentón hasta la porción superior del tórax (glándula ectópica).
- 7.Tiempo de captación: unos 10 min por imagen.

Puede realizarse un SPECT con las condiciones habituales: órbita de 360°, parada angular de 6°, 20-30s de adquisición por proyección, matriz de 64x64 y reconstrucción posterior.



■ 15.2.4 IMÁGES Y APLICACIONES

IMAGEN NORMAL:

En ambos casos (sustracción o doble fase), en la imagen normal no se aprecia captación por las glándulas paratiroides. En caso de patología se observa un foco hipercaptante muy marcado, a veces visible en la imagen precoz.

APLICACIONES:

Detección de tejido paratiroideo hiperfuncionante. Hiperparatiroidismo primario (método de localización previo a cirugía). Localización de glándulas ectópicas. Realización de la paratiroidectomía mínimamente invasiva radiodirigida.

El estudio gammagráfico aporta al cirujano referencia sobre la localización anatómica del tumor. Es posible llevar a cabo una cirugía radioguiada, similar a la del ganglio centinela, en la que se localiza la lesión tumoral durante la intervención.



■ 15.2.5 CIRUGÍA RADIOGUIADA:

- El día de la cirugía ,5 mCi de MIBI-Tc99m 10–15 minutos antes de quirófano .Paciente bajo cámara para rotular una marca.
- Incisión en quirófano de unos 2cm y disección de estructuras cervicales guiadas por la sonda .
- Extracción del adenoma y determinación de la actividad de fondo en el lecho quirúrgico (tiene que ser similar a la actividad de fondo).
- Durante la extracción, la determinación seriada de PTHio. Una caída del 50% a los 10 minutos de la exéresis del adenoma confirma el éxito.
- ¿Qué aporta la sonda a la cirugía?:
 - Localiza con precisión adenomas en situación ectópica.
 - Acorta el tiempo quirúrgico.
 - Comprueba la exéresis del adenoma.
 - Detecta resto de glándula

Limitaciones de la técnica: coste, dosis de irradiación.

Criterios de inclusión: Alta probabilidad de adenoma único visualizado en gammagrafía previa. Ausencia de nódulos tiroideos captantes. Ausencia de historia familiar de HPTH . No RTcervical previa.

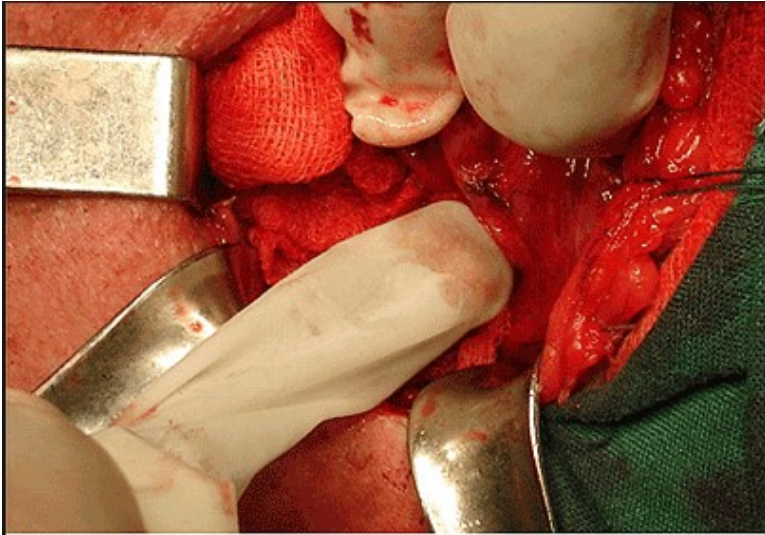
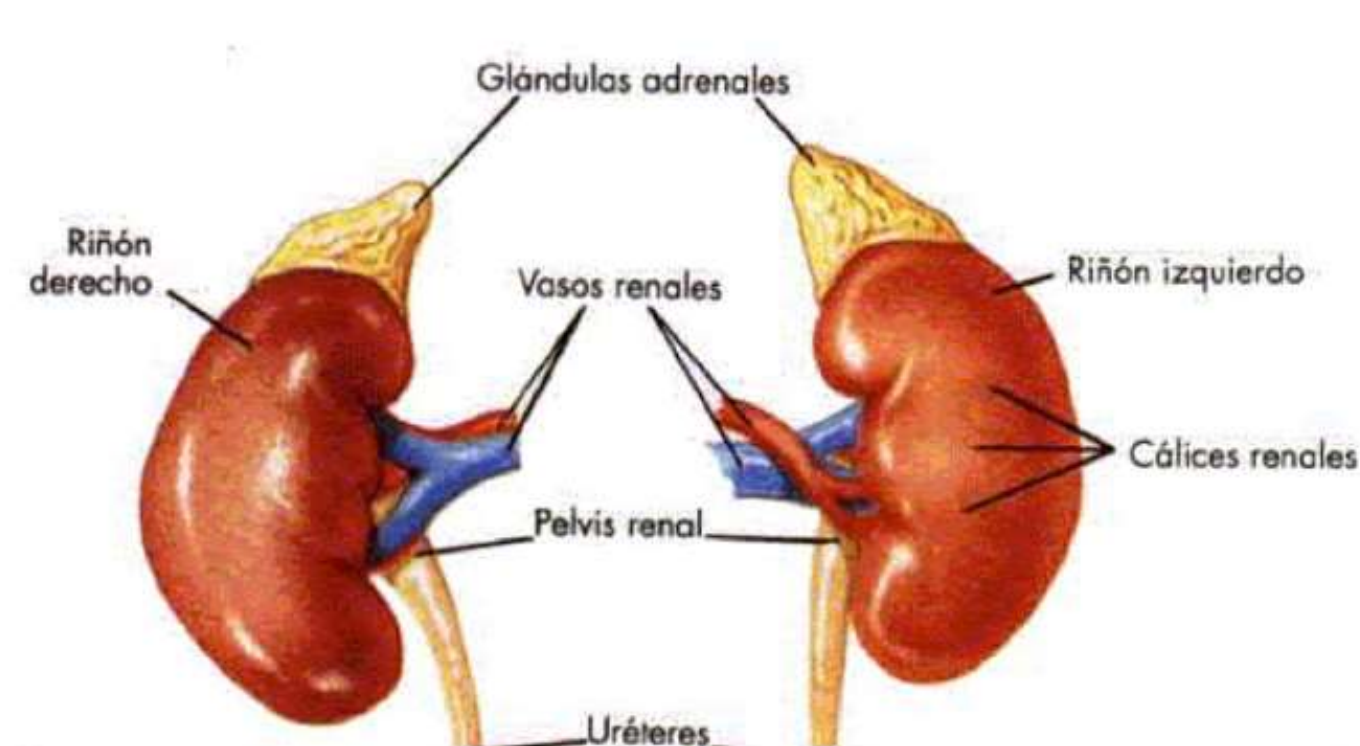


Fig. 4. Sonda gamma (recubierta con un dedo de guante estéril) durante el rastreo de la glándula paratiroides izquierda superior.

▪ **15.3 GLÁNDULAS SUPRARRENALES:**

▪ 15.3.1 RECUERDO ANATOMOFISIOLÓGICO:

Las glándulas suprarrenales, también llamadas adrenales, se sitúan encima de cada uno de los riñones.



Se diferencian dos zonas:

1º La corteza:

Representa casi el 90% de la masa glandular.

Produce tres grupos de hormonas según su zona:

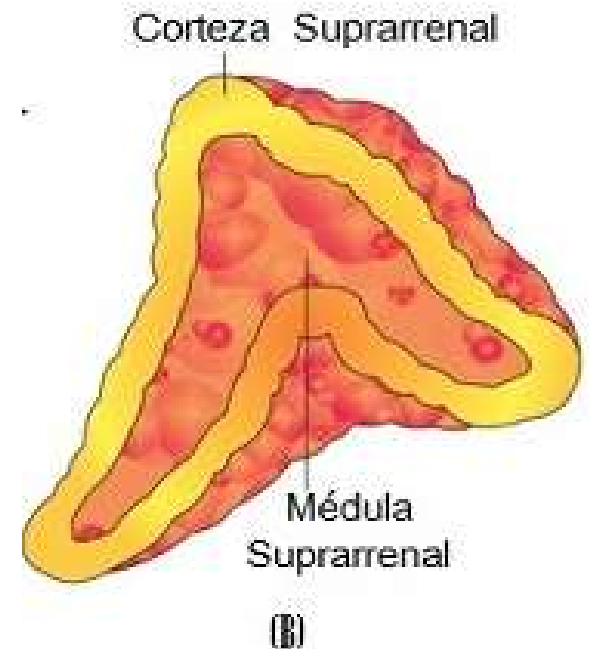
- Glomerular. Mineralocorticoides (aldosterona)
- Fasciculada. Glucocorticoides (cortisol)
- Reticular. Andrógenos suprarrenales (DHEA).

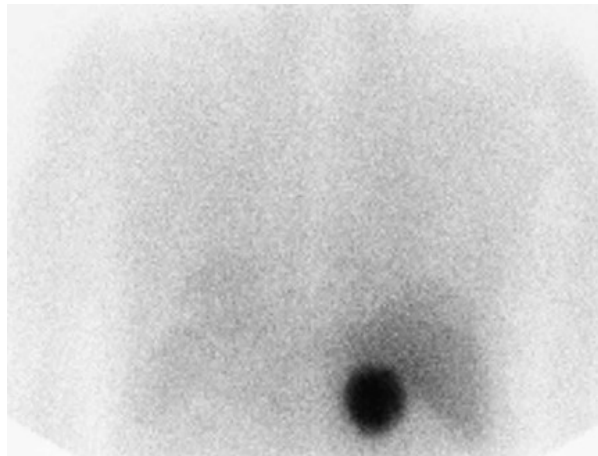
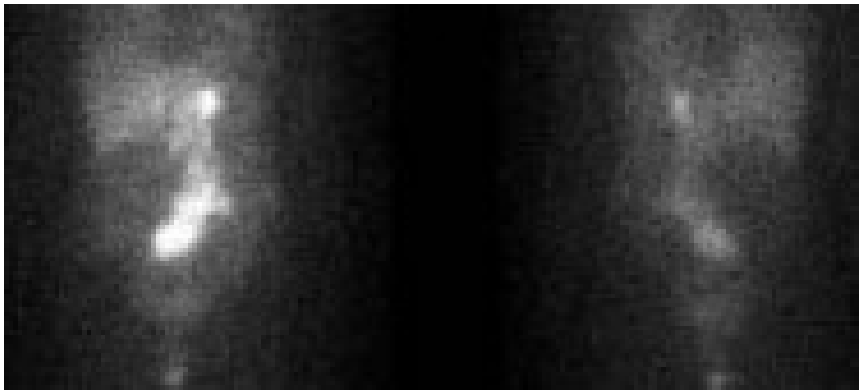
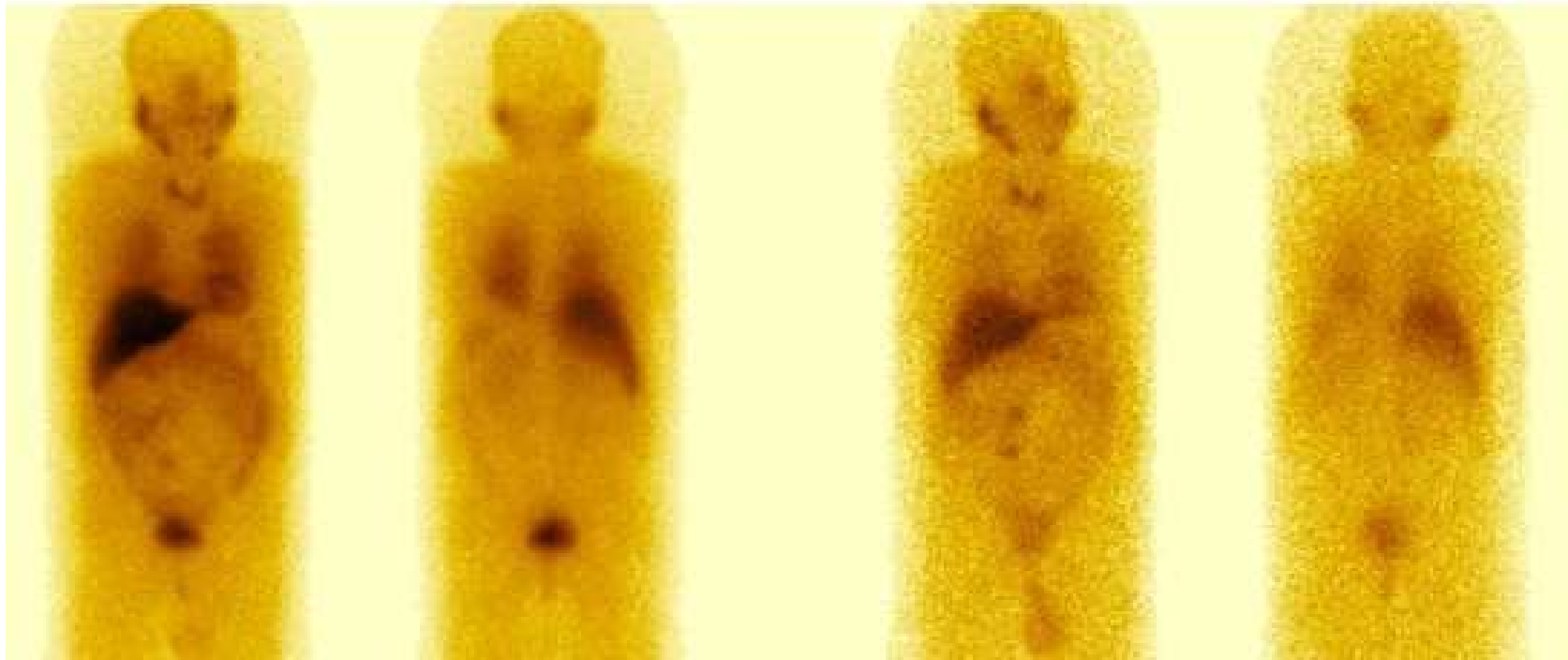
La secreción de glucocorticoides y andrógenos está regulada por el eje hipotálamo-hipofisario, y la secreción de aldosterona está regulada por la concentración plasmática de cloruro sódico.

2º La médula:

Es realmente otra glándula diferente.

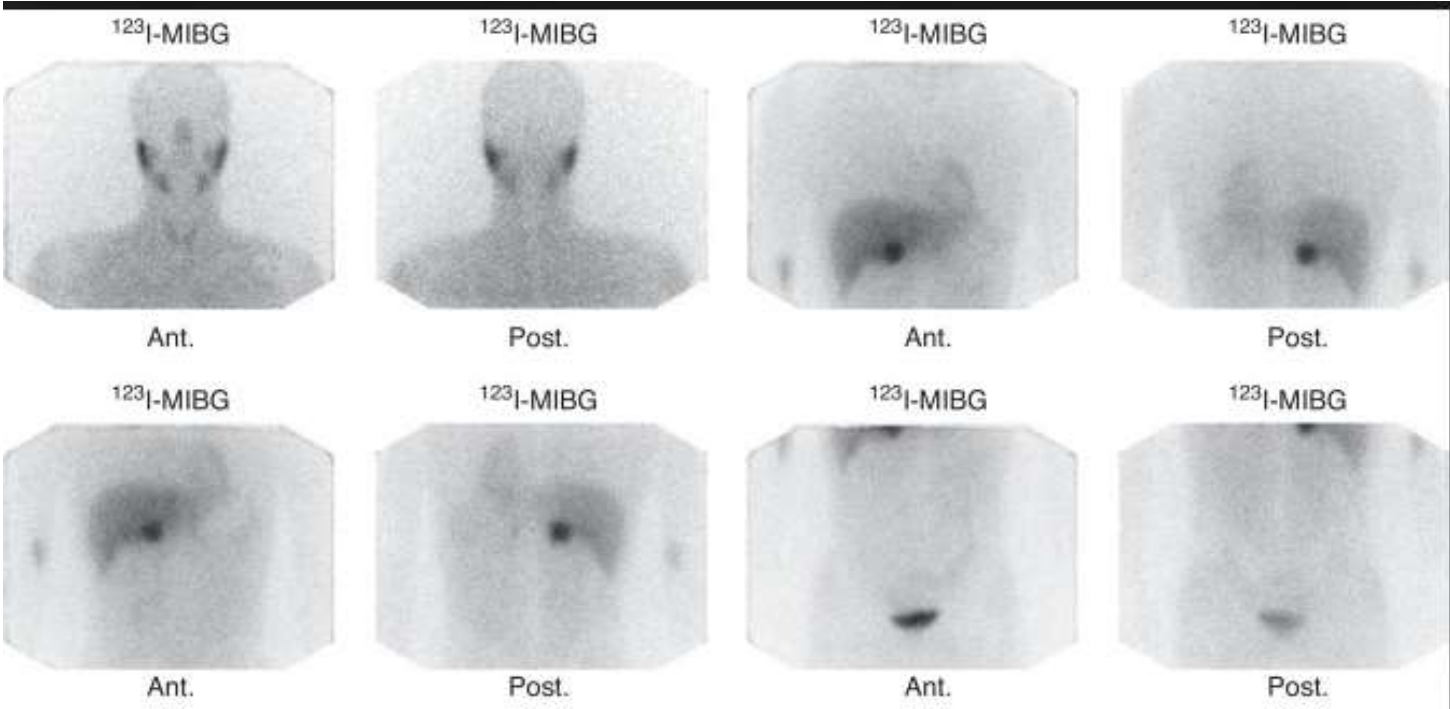
Pertenece al sistema nervioso simpático y produce catecolaminas (adrenalina, noradrenalina) a partir de tirosina en situaciones de estrés.





■ 15.3.2 RADIOFÁRMACO

- La corteza suprarrenal se estudia con una variedad de colesterol marcada con ^{131}I , el norcolesterol- ^{131}I . Una vez en la circulación sanguínea es transportado al hígado y posteriormente a la corteza suprarrenal. No se metaboliza, por lo que su desaparición se debe tan sólo a la desintegración física. Debido a que el ^{131}I es un emisor β - de alta energía, el paciente recibe una alta dosis de radiación. Esta cualidad nos permite tratar posibles patologías.
- La médula suprarrenal se utiliza una molécula semejante a la noradrenalina, la metayodobencilguanidina (MIBG) marcada con ^{131}I o ^{123}I .



■ **15.3.3 Gammagrafía de Corteza suprarrenal**

1.Preparación del paciente: se administra una solución de lugol (solución de yodo) desde 2 días antes de la prueba hasta 10 días después para disminuir la captación de ^{131}I libre en tiroides. Dar también dexametasona si se sospecha Enf. Conn.

2.Radiofármaco: se administran 0.02 mCi/kg de peso de ^{131}I - Norcolesterol por vía intravenosa lenta.

3.Instrumentación: Colimador: HEAP. o Ventana: 20% o inferior, centrada en 364 keV. Matriz: 256x256.

4.Tiempo de espera: se adquieren imágenes a partir del tercer o cuarto día PI.

5.Posición del paciente y proyecciones:

decúbito prono o supino, o sentado;
con el equipo a la altura de las glándulas suprarrenales, obteniendo una imagen por día hasta el décimo día post-administración. AP y laterales.

6.Tiempo de adquisición/nº de cuentas:

unos 20 min por imagen.

Conviene recordar que hay medicamentos que pueden interferir en la captación suprarrenal del norcolesterol (glucocorticoides, diuréticos, etc.).

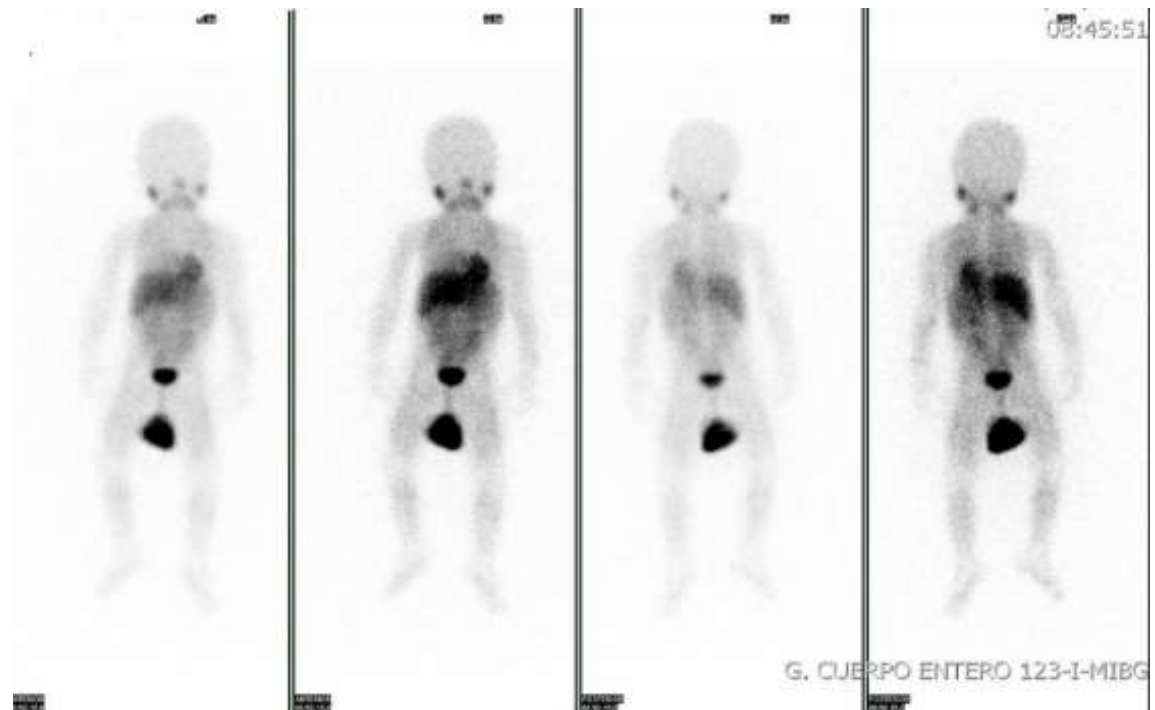


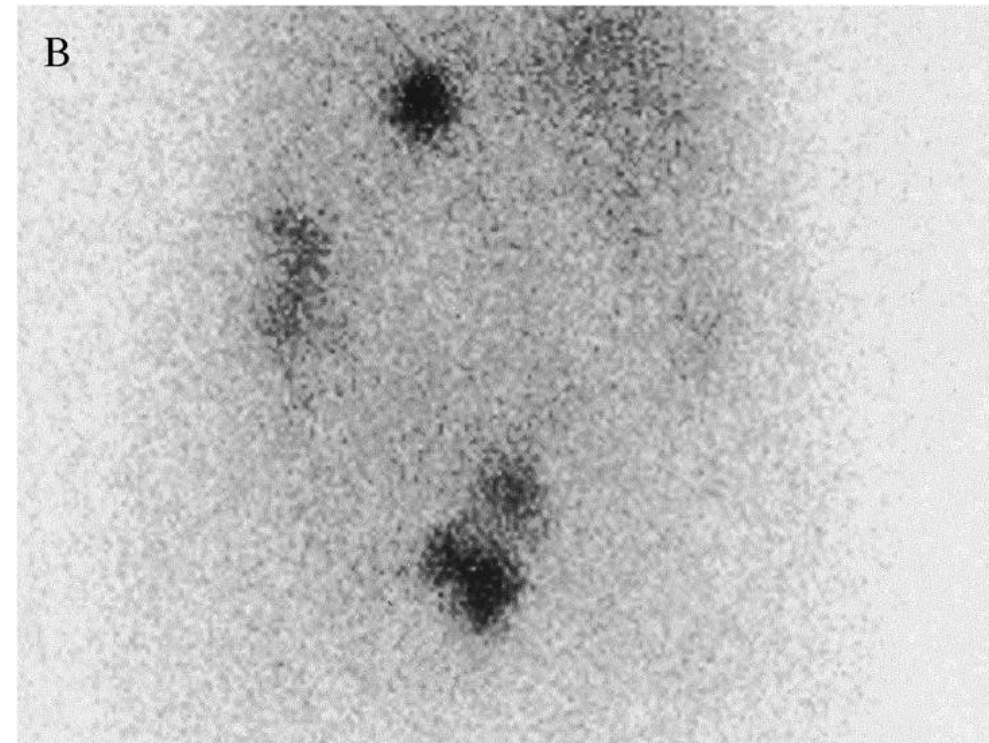
IMAGEN NORMAL

En la imagen normal se observan dos focos captantes correspondientes a ambas glándulas. Las mejores imágenes se obtienen a los 7-10 días post- administración, debido a la disminución de la actividad hepática, biliar e intestinal. No es posible distinguir claramente las glándulas hasta el cuarto o quinto día.

APLICACIONES

Está indicada como complemento diagnóstico del síndrome de Cushing y del síndrome de Conn.

- El síndrome de Cushing:
Se caracterizan por la liberación excesiva de glucocorticoides, normalmente debido a una hiperplasia de las glándulas suprarrenales (captación bilateral), a un adenoma (captación única) o a un carcinoma (no capta).
- El Síndrome de Conn: Se caracteriza por la liberación excesiva de aldosterona por adenoma o hiperplasia. Se le da al paciente dexametasona en los días previos para inhibir la producción de ACTH y que solo capte la capa glomerular de la glándula.



■ 15.3.4 Médula suprarrenal. TÉCNICA DE ADQUISICIÓN

1.Preparación del paciente: se administra una solución de lugol (solución de yodo) desde 2 días antes de la prueba hasta 10 días después para disminuir la captación de ^{123}I libre por la tiroides.

2.Radiofármaco: se administran 10 mCi de ^{123}I -MIBG por vía intravenosa lenta diluido con agua inyectable.

3. Instrumentación: Colimador: LEAP. Ventana: 20% o inferior, centrada en 159 keV. Matriz: 256x256 (adquisición multiestática), 256x1024 o 512x2048 (RCT).

4.Tiempo de espera: Se adquieren imágenes a las 4-6 h (precoces) y 24-48 h (tardías) PI.

5.Posición del paciente/proyecciones: en decúbito supino, imágenes en PA y AP de tórax y abdomen, o un RCT en ambas proyecciones.

6.Tiempo de adquisición/nº cuentas: 15-20 min por imagen, aproximadamente un mínimo de 100mil cts. Conviene recordar que hay medicamentos que pueden interferir en la captación de la MIBG.

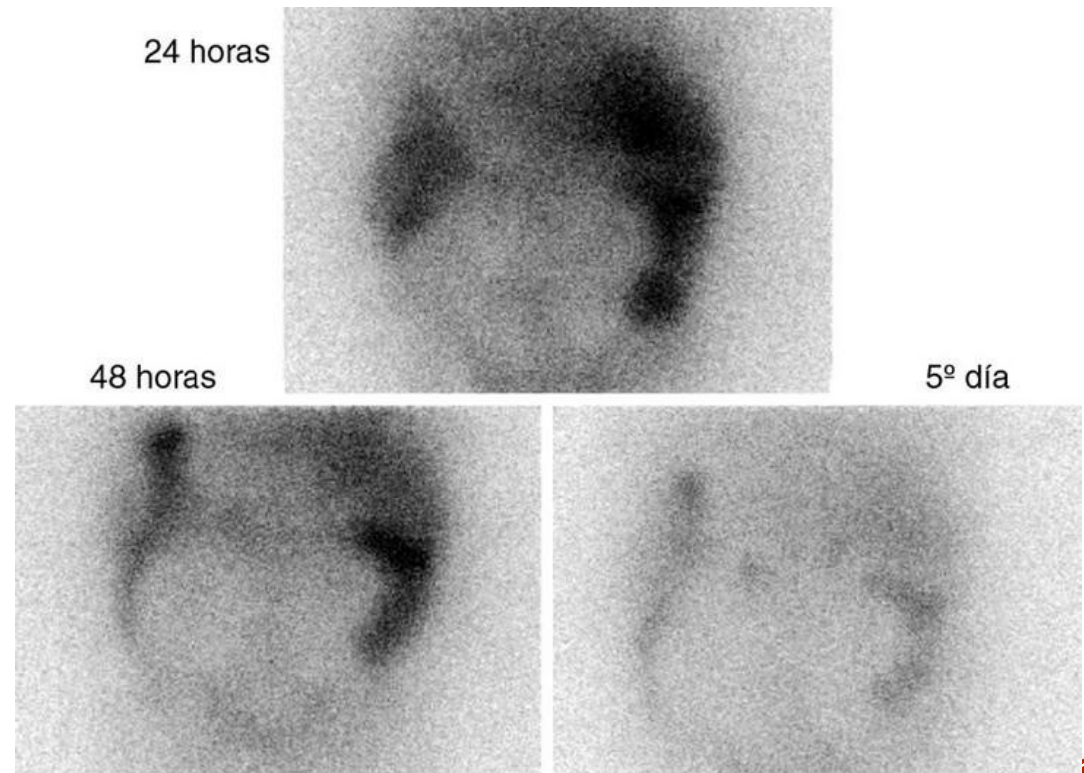


IMAGEN NORMAL

Se detecta actividad en zonas de tránsito (hígado, bazo y pulmones) y zonas con rica inervación simpática (glándulas salivales y miocardio). También vejiga debido a la eliminación urinaria.
Con 123I-MIBG se visualizan las glándulas suprarrenales en todos los pacientes a las 24h post-administración.

APLICACIONES

La más importante es el Dx de localización de tumores de médula adrenal, (feocromocitoma y neuroblastoma)
La gammagrafía permite un RCT en busca de localizaciones extraadrenales y Mts. La exploración es muy sensible y muy específica.

La imagen se caracteriza por la aparición de un foco hiper-captante en alguna localización compatible con feocromocitoma o neuroblastoma.
En neuroblastoma es frecuente la aparición de metástasis óseas, por lo que se puede complementar con una G. ósea.
El marcaje de la MIBG con 131-I permite el tratamiento del tumor (terapia metabólica).

