

Autor

Elisa Franquet Elía

Residente de Medicina Nuclear (HUVH)

Título

**IMPACTO EN EL ANÁLISIS CON WBR™ EN LA VALORACIÓN PLANAR Y
TOMOGRÁFICA (SPECT-TC) DE PARATIROIDES**

Trabajo de Investigación UAB, curso 2011- 2012, convocatoria Septiembre.

Director

Dr. J. Castell Conesa

DEPARTAMENTO DE MEDICINA / HOSPITAL UNIVERSITARIO VALL

D´HEBRÓN

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Palabras clave: hiperparatiroidismo, reconstrucción iterativa OSEM ,reconstrucción Wide Beam (WBR), gammagrafía de paratiroides, SPECT-TC.

Paraules clau: *hiperratairoïdisme, reconstrucció iterativa OSEM, reconstrucció Wide Beam (WBR), gammagrafía de paratiroides, SPECT-TC.*

INDICE

1	RESUMEN	4
2	INTRODUCCIÓN:.....	5
2.1	Fisiología.....	5
2.2	Fisiopatología.....	6
2.3	Diagnóstico	8
2.4	Tratamiento.....	11
3	OBJETIVO.....	11
4	MATERIAL Y MÉTODOS:	12
4.1	Pacientes	12
4.2	Métodos	13
4.2.1	<i>Metodología de adquisición</i>	13
4.2.2	Metodología de procesado-reconstrucción	13
5	RESULTADOS	16
6	DISCUSIÓN	22
7	LIMITACIONES	24
7.1	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	24
7.2	LIMITACIONES DE LA WBR™.....	24
8	BIBLIOGRAFÍA:.....	25
	ANEXO.....	27
	1. CRITERIOS DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN EL HIPERPARATIROIDISMO PRIMARIO ASINTOMÁTICO	27
	2. RECONSTRUCCIÓN MEDIANTE WIDE BEAM RECONSTRUCTION (WBR™).....	27

El estudio del hiperparatiroidismo es una indicación cada vez más frecuente en Medicina nuclear debido a la incorporación de técnica híbrida SPECT-TC, que añade a la gammagrafía planar convencional de doble trazador (MIBI y Pertecnetato) y doble fase (10 minutos y 2 horas) información sobre localización, fundamentalmente.

El sistema de procesado convencional (reconstrucción iterativa OSEM) presenta buenos resultados, no obstante, existen limitaciones como son la resolución espacial y ruido. El sistema de reconstrucción *Wide Beam Reconstruction WBR™* mejora fundamentalmente estos aspectos. Con este objetivo, se ha realizado una comparación entre ambos métodos, en pacientes con sospecha de hiperparatiroidismo.

L' estudi de l'hiperparatiroidisme és una indicació cada vegada més freqüent en Medicina Nuclear degut a la incorporació de la tècnica híbrida SPECT-TC, que afegeix a la gammagrafia planar convencional de doble traçador (MIBI i Pertecnetat) i doble fase (10 minuts i 2 hores) informació de localització, fonamentalment.

El sistema de processat convencional (reconstrucció iterativa OSEM) mostra bons resultats, no obstant, existeixen limitacions com ara la ressolució espaial i el soroll. El sistema de reconstrucció Wide Beam Reconstruction WBR™ millora aquests aspectes. Amb aquest objectiu, s'ha realitzat una comparació entre ambdós mètodes en pacients amb sospita d'hiperparatiroidisme.

1 RESUMEN

Objetivo: valorar la mejora que representa el sistema de reconstrucción Wide Beam Reconstruction (WBR™) respecto al método convencional iterativo OSEM de las imágenes planares y SPECT-TC en el diagnóstico de hiperfuncionalismo paratiroideo.

Material y métodos: Se estudiaron 112 pacientes (edad media 62.5 ± 15.4 años; 87 mujeres) con sospecha clínica de hiperparatiroidismo. A todos ellos se les realizó un estudio cérvico-torácico planar anterior y SPECT-TC con Tc99mMIBI y Tc99m-Perfecnetato. Se valoraron las imágenes planares y tomográficas, reconstruidas mediante reconstrucción iterativa OSEM y corrección de atenuación así como reconstruidos mediante el software WBR™. Finalmente, se compararon ambas reconstrucciones.

Resultados: La valoración de la calidad de imagen de los estudios mostró que un 92,1% de los estudios planares/WBR™ y un 77,2% de los SPECT-TC/WBR™ mostraron una calidad superior para los observadores; similar en el 7,9% y 21,9%, respectivamente, y en ningún caso, el estudio planar/WBR™ mostró peor calidad, en cambio, un estudio SPECT-TC/WBR™ mostró peor calidad. Los resultados de las exploraciones mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) entre ambas técnicas. Del subgrupo de pacientes intervenidos con confirmación histológica ($n=22$), en 2 casos negativos con OSEM y positivos mediante WBR™ se confirmó patología. Otros 2 pacientes inicialmente positivos y valorados como negativos con WBR™, fueron finalmente adenomas. No obstante, de los 3 estudios no concluyentes mediante OSEM, valorados positivamente mediante WBR™, también se confirmó patología paratiroidea.

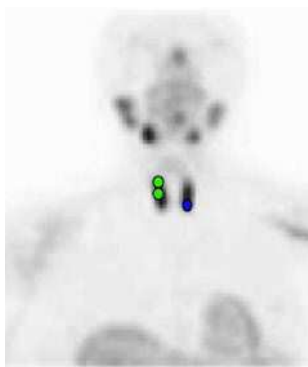
Conclusión: Existe una calidad de imagen superior en las reconstrucciones WBR™. Se han encontrado diferencias significativas entre ambas técnicas, así como un menor número de estudios dudosos con WBR™.

2 INTRODUCCIÓN:

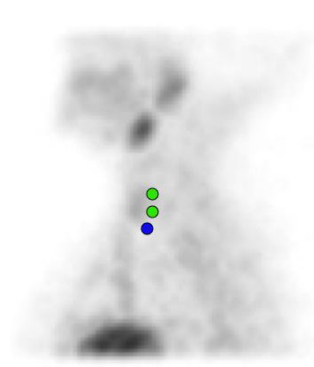
2.1 Fisiología

Las glándulas paratiroides están situadas la mayoría de ocasiones, posteriormente a la glándula tiroides. Las glándulas inferiores provienen embriológicamente del tercer arco branquial y las superiores del cuarto. Estas glándulas producen parathormona (PTH), que es un polipéptido de cadena simple de 84 aminoácidos producido concretamente por las células principales paratiroides. Su papel es mantener los niveles extracelulares de calcio dentro de la normalidad, siendo su regulador principal el calcio ionizado sérico, manteniendo la homeostasis del sistema fosfo-cálcico, por lo que el descenso de calcio en sangre, activa la producción de PTH. Su antagonista es la calcitonina, que es una hormona sintetizada por las células C de los folículos tiroideas, que no parece tener un papel muy importante en el metabolismo fosfo-cálcico humano. La PTH actúa directamente sobre el hueso y riñón, e indirectamente sobre los intestinos: aumenta la reabsorción de calcio sobre el hueso activando a los osteoclastos para la liberación de calcio y fósforo al torrente sanguíneo; sobre los riñones, reduce el calcio que se filtra en el glomérulo para incrementar los niveles de calcio séricos y promueve la síntesis de 1,25-dihidrovitamina D que, sobre el intestino, favorece una mayor absorción de calcio intestinal. El mecanismo regulador rápido de la hipocalcemia se produce sobre el hueso y en menor medida en riñones e intestino. En resumen, la PTH mantiene los niveles séricos de calcio a costa, principalmente de la resorción ósea¹⁻³.

Otros estímulos para las paratiroides son la hipofosfatemia y la falta de calcitriol.



a.



b.

Figura 1. Glándulas eutópicas en imagen MIP del SPECT-TC/WBR de frente (a) y perfil (b): en verde se observa la localización típica de las glándulas superiores y en azul la de las glándulas inferiores. Las glándulas superiores eutópicas se sitúan posteriormente al lóbulo superior del tiroides y detrás del tercio medio del mismo. Las glándulas inferiores eutópicas se sitúan posterior, medial o anteriormente al lóbulo inferior del tiroides ⁴.

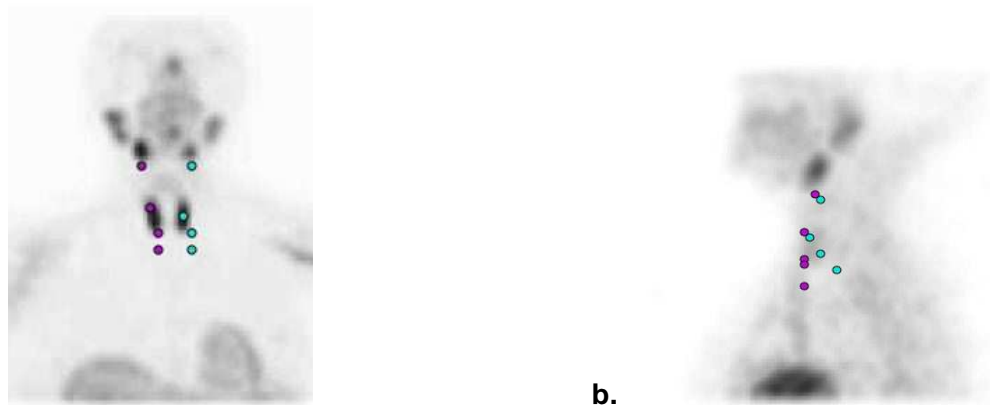


Figura 2. Glándulas ectópicas en imagen MIP del SPECT-TC/WBR de frente (a) y perfil(b): en turquesa se observan las posibles localizaciones de las glándulas ectópicas superiores: en el sifón carotídeo, intratiroidal, en el espacio traqueo-esofágico, retroesfágica, paraesofágica o en mediastino postero-superior. En magenta se marcan las posibles localizaciones de las glándulas ectópicas inferiores: submandibular, intratiroidal, en el ligamento tirotimico, intratímica o en mediastino anterosuperior. Como se puede observar, sus localizaciones suelen ser anteriores a las glándulas superiores ⁴.

2.2 Fisiopatología

La hipercalcemia es la manifestación de muchas enfermedades incluyendo causas de malignidad. Su sintomatología incluye fatiga, depresión, confusión mental, náuseas y vómitos, daño tubular renal reversible, acortamiento del QT en el electrocardiograma, entre otras. No obstante, muchas veces es asintomática y la hipercalcemia es un hallazgo analítico incidental, que en la mayoría de casos estará causado por un hiperparatiroidismo, siendo incluso la primera manifestación de este trastorno, pero que junto con el cáncer, suman el 90% de los casos. De manera crónica puede causar nefrocalcinosis, siendo las litiasis de repetición una consulta frecuente, osteoporosis por reabsorción excesiva de calcio óseo y debilidad y atrofia muscular entre otras.

En cualquier caso, ante una hipercalcemia confirmada, aunque asintomática, se ha de estudiar la causa porque, aunque en la mayoría de casos se trate de un trastorno crónico, existen causas potencialmente curables.

El hiperparatiroidismo es una patología endocrinológica común, que generalmente pasa desapercibida por su escasa sintomatología. Existen tres formas: el hiperparatiroidismo primario, secundario y terciario.

El *hiperparatiroidismo primario* está causado en en el 85-90% de los casos por uno o más adenomas glandulares secretores de PTH, en aproximadamente el 10-15% por un hiperfuncionalismo de todas las glándulas y en <1% por carcinoma. Los adenomas están localizados más frecuentemente en las glándulas inferiores, pero hasta el un 10% pueden ser ectópicos ⁴ o en cualquier zona del recorrido de migración glandular.

Puede estar relacionado con enfermedades endocrinológicas hereditarias como el MEN 1, que consiste en hiperparatiroidismo asociado a tumores en la pituitaria y en páncreas, muchas veces asociados a hipersecreción de gastrina y úlcera péptica (Síndrome de Zollinger-Ellison); MEN 2A caracterizado por hiperparatiroidismo, feocromocitoma y carcinoma medulares de tiroides; y el MEN 2B que asocia además neuromas múltiples pero no hiperparatiroidismo.

El *hiperparatiroidismo secundario* surge como mecanismo compensador de cualquier factor que produzca un descenso de la calcemia crónico, que conlleve por tanto, una sobreactivación compensadora de las paratiroides. Cuando el factor desencadenante es corregido, la función paratiroidea también se corrige¹⁻³. Se le llama hiperparatiroidismo secundario refractario a aquella situación en la un hiperparatiroidismo secundario sin hipercalcemia, presentan secreción de PTH no controlada tras corregir la causa del hiperparatiroidismo secundario (p.e. pacientes urémicos tras someterse a un trasplante renal). Esta situación se debe a una gran hiperplasia glandular. La causa más frecuente de hiperparatiroidismo secundario es la insuficiencia renal crónica, pero existen otras como la malabsorción intestinal, dietas deficitarias en calcio o el déficit de vitamina D.

Puede ocurrir que, tras un hiperparatiroidismo secundario crónico, las glándulas paratiroides sufran cambios estructurales, como una adenomatización de alguna o todas las glándulas hiperfuncionantes y que secreten PTH de manera autónoma, independientemente de la regulación llevada a cabo por el calcio. A estos casos se les ha denominado *hiperparatiroidismo terciario* y sólo puede tratarse de manera quirúrgica.

2.3 Diagnóstico

Analítico

El hallazgo de hipercalcemia en un análisis de sangre de rutina en el estudio de mujeres post-menopáusicas con osteoporosis suele ser el primer paso en el diagnóstico de hiperparatiroidismo.

El valor de calcio sérico que se mide de manera rutinaria es el total, que incluye tanto el libre como el unido a albúmina, por lo que ha de ajustarse la calcemia en función de la albumina del paciente. Sólo en casos concretos en los que exista hiperalbuminemia o alteraciones sanguíneas y/o medulares cuantificaremos el calcio ionizado.

El siguiente paso es valorar la concentración de PTH sérica. Niveles elevados de PTH o no esperados, aún dentro de la normalidad, acompañados con hipercalcemia, indica generalmente hiperparatiroidismo primario. No obstante, es importante descartar factores en los que encontraremos los mismos hallazgos analíticos pero sin patología paratiroidea primaria, como son el tratamiento prolongado con litio, tratamiento con tiazidas, el hiperparatiroidismo terciario asociado a estadios finales de insuficiencia renal y la hipercalcemia hipocalciúrica familiar.

Valores normales de calcio ajustado según la albúmina, junto con niveles de parathormona elevados, en ausencia de otras causas de hiperparatiroidismo secundario, concuerdan con un hiperparatiroidismo primario normocalcémico.

Valores de PTH indetectables descartar la existencia de hiperparatiroidismo primario pero, no excluyen la existencia de hipercalcemia de causa tumoral, que generalmente se asocia a valores de una proteína similar a la PTH, llamada PTH-like, que no se detecta en análisis de rutina. Los tumores productores de PTH ectópica son escasos y raros, por lo que ante un paciente con PTH elevada y neoplasia conocida, sospecharemos en primer término un hiperparatiroidismo primario concomitante.

Ante un hiperparatiroidismo se debería realizar una correcta historia clínica siempre, pero sobre todo en aquellos pacientes jóvenes (edad < 30 años), con historia familiar de hipercalcemia, con tumores neuroendocrinos conocidos, manchas en la piel, etc. Siempre ha de palparse la región cervical en busca de adenopatías que podrían existir en caso de un carcinoma.

También será oportuno estudiar la función renal mediante creatinina sérica principalmente, y en casos seleccionados la calciuria de 24 horas, índice calcio: creatinina y el filtrado glomerular; y a veces se estudiarían los niveles de 25-hidrovitamina D⁶.

Imagen

Inicialmente, en el diagnóstico de hiperparatiroidismo, no se realizan estudios de imagen. Una vez establecido el diagnóstico de H. primario, son útiles para detectar causas potencialmente curables como son los adenomas o glándula hiperplásica.

La exploración cervical mediante ecografía es una herramienta utilizada en el estudio de hiperparatiroidismo, no obstante, no presenta cifras de sensibilidad y especificidad muy alentadoras⁷, y requiere un importante entrenamiento técnico.

El estudio con radionúclidos en el hiperparatiroidismo, principalmente en el primario, se utiliza como herramienta diagnóstica, desde hace muchos años porque permite detectar la presencia de adenomas ectópicos, que otras técnicas no son capaces de detectar. Inicialmente se empleó el Talio201 junto con el Tc99m-Perfecnetato, que fueron sustituidos en 1989 por Coakley et al., por Tc-99m 2-methoxy-isobutyl-isonitrile (MIBI) por presentar una mejor dosimetría y resolución espacial, para visualización de imagen de tiroides y paratiroides, y la gammagrafía tiroidea (Tc99m-Perfecnetato o I123) para visualización del tiroides, lo que permite realizar la sustracción de imágenes y valorar de manera aislada las glándulas paratiroides.

El 99mTc-MIBI es el radiofármaco de elección en el estudio del hiperparatiroidismo. Se trata de un trazador lipofílico catiónico que se acumula intracelularmente, en las mitocondrias y citoplasma celulares, con mayor preferencia y avidez por las células oxífilas. El trazador queda retenido por las células tiroideas con un pico máximo a los 5 minutos. En el tejido paratiroideo, la captación es mayor, y persiste estable durante 2 horas. La base fisiopatológica se basa en el elevado número y actividad de mitocondrias que existe en los adenomas, y también otros tumores, que retienen con avidez el trazador, mientras que en el resto de la glándula existe un lavado fisiológico con el tiempo. Existen falsos negativos de esta técnica, que, se dice, podrían estar en relación con un bajo número de células oxífilas de las lesiones que provoca un lavado rápido del trazador⁸.

En 1992, Taillefer et al. introdujeron el estudio en dos fases, basado en el lavado diferencial del trazador entre las glándulas tiroidea y paratiroides, mediante una imagen planar inicial a los 30 minutos que reflejaba la fase tiroidea del MIBI, y una imagen tardía a las 2 horas, para la valoración de la fase paratiroidea, donde deberíamos encontrar un lavado total fisiológico de las paratiroides. Si existe patología, bien sea de paratiroides o de tiroides, las células retendrán el trazador con mayor avidéz, y veremos persistencia de la captación en las imágenes tardías, como sería en caso de adenomas. Para permitir diferenciar lesiones tiroideas que también pueden fijar este trazador, como por ejemplo nódulos tiroideos, en muchos centros, se incluye un estudio de pertecnetato con Tecnecio que permite valorar si existe patología tiroidea subyacente que leve a falsos positivos para patología paratiroides, lo que se llama, un estudio de doble trazador. También se ha utilizado en algunos centros la técnica de sustracción entre $^{99m}\text{Tc-MIBI}/^{123}\text{I}$ ⁹⁻¹² pero no se ha implantado como método habitual debido a la dificultad del método.

En los últimos años la incorporación de las técnicas híbridas, como el SPETC-TC, ha demostrado tener un papel muy importante en esta patología. Ha mejorado la técnica planar, incrementado la detectabilidad y resolución espacial y permitiendo la correcta localización de las lesiones, sobretudo las posteriores⁷. También, permite planificar la estrategia quirúrgica, reduciendo así el tiempo del acto quirúrgico, y realización de cirugía radio-guiada. Los sistemas de procesamiento convencionales han demostrado buenos resultados, no obstante, la mejora de la resolución espacial y disminución del ruido de la imagen es necesaria, y posible actualmente mediante el sistema WBRTM, que reduce principalmente estos dos puntos de conflicto del SPECT-TC. Este cambio técnico podría implicar mejoras y/o cambios en diagnósticos y en el manejo terapéutico de los pacientes.

La densitometría ósea debe realizarse a todos los pacientes ya que, mide la densidad mineral ósea. El protocolo debe incluir el estudio de la región lumbar, cabeza femoral y tercio distal del antebrazo ya que, la reabsorción ósea por hiperparatiroidismo tiene lugar principalmente en hueso cortical, con lo que los valores de T-score en antebrazo serán inferiores en antebrazo que en cuerpos vertebrales donde puede estar conservada, y en cabeza de fémur donde puede estar moderadamente afectada. La osteoporosis (T score < -2.5 d.e. según los criterios de la OMS) es criterio de tratamiento quirúrgico en el hiperparatiroidismo primario asintomático, ya que indica una importante afectación ósea catabólica secundaria^{13, 14}.

La ecografía renal será una herramienta útil y recomendable para descartar o confirmar la existencia de nefrolitiasis.

2.4 Tratamiento

El tratamiento definitivo del hiperparatiroidismo primario y terciario es el quirúrgico. Deben ser intervenidos sólo aquellos pacientes que cumplan unos criterios clínico-analíticos (ver Anexo 1.1) aunque sea asintomática o incluso aquellos, que sin cumplir los criterios quirúrgicos, no van a realizarse un seguimiento correcto del tratamiento médico. Es importante que la cirugía la lleve a cabo un cirujano con amplia experiencia, para asegurar el éxito. Se realizará una paratiroidectomía de la glándula afecta, en caso de adenoma, en el caso de hiperplasia de las 4 glándulas, se realizará una paratiroidectomía subtotal, con excisión de 3 glándulas y media, y reimplantación de la media restante en otra localización, generalmente en el antebrazo, para evitar reintervenir el cuello en caso de recidiva de la enfermedad. Durante la cirugía, se monitorizan los valores de PTH intacta intraoperatoria (PTHi) y se hace un seguimiento basal, y a los 5 y 10 minutos después de la extracción de la glándula/s de manera que, si existe un descenso de > del 50% de la PTHi se considera que se ha extraído la glándula responsable. Además, también se realiza una biopsia perioperatoria para comprobar que se ha extraído tejido paratiroideo ^{15,16}.

El tratamiento del hiperparatiroidismo secundario es médico, dirigiéndose a la corrección de la causa responsable.

Ya que existen muchas causas de esta patología y, no siempre es fácil establecer al diferencia entre los tipos de hiperparatiroidismo, es de gran importancia establecer un buen diagnóstico en pacientes afectados de hiperparatiroidismo primario ya que condiciona poder ofrecerles un tratamiento curativo.

3 OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es mejorar la detectabilidad y precisión diagnóstica en el hiperparatiroidismo paratiroideo, tanto en estudios planares como tomográficos SPECT-TC,

utilizando el filtro Wide-Beam Reconstruction (WBR™) respecto al análisis convencional. Como objetivo secundario, validar el análisis mediante el filtro WBR™ respecto a los hallazgos quirúrgicos.

Únicamente existe una presentación en un congreso en relación a este tipo de procesado en los estudio de paratiroides en 49 pacientes, pero sin ninguna comprobación histológica ¹⁹.

4 MATERIAL Y MÉTODOS:

4.1 Pacientes

Entre Enero del 2010 y Mayo del 2011 se han estudiado 112 pacientes (114 estudios) con una edad media de 62.5 ± 15.4 de los que 89 fueron mujeres y 23 hombres, remitidos a nuestro departamento por sospecha clínica de hiperparatiroidismo por hipercalcemia y/o elevación de la PTH, para realización de una gammagrafía con Tc99m-MIBI. Se repitieron 2 estudios por negatividad de la gammagrafía y persistencia de la sospecha clínica y analítica de hiperparatiroidismo.

También se estudiaron los valores analíticos de PTH, calcemia, creatinina y, en algunos casos vitamina D, por los que se remitían a los pacientes, por tanto, previos a la gammagrafía, así como evolutivos, de un total de 112 pacientes (a uno de los que se le repitió el estudio gammagráfico sólo se realizó una analítica y otro paciente, derivado de otro centro, no aportó la información previa y no dispusimos de los valores analíticos). No disponemos la calcemia de un tercer paciente por no incluísele en el estudio.

De las 111 analíticas, 100 presentaron valores de PTH séricos elevados (valores de referencia de normalidad de PTH sérica= 7-82 pg/mL) de los cuales 39, además, tenían hipercalcemia. En 61 casos los valores de calcemia fueron normales. La PTH estaba dentro de los rangos normales en 11 pacientes, dos de los cuales presentaban hipercalcemia. Los otros 9, con valores de PTH normal, fueron estudiados por criterios clínicos (osteoporosis, antecedentes de MEN-1 y litiasis renal).

La hipercalcemia analítica se demostró en 41 pacientes (valores de referencia de normalidad de calcemia sérica= 8.8-10.2 mg/dL), siendo en el resto de los 67 pacientes analizados, normal.

Sólo 17 pacientes presentaban valores de creatinina por encima de lo normal (1,3 mg/dL como límite alto de la normalidad).

Se catalogaron clínica y evolutivamente a los pacientes en función del tipo de hiperparatiroidismo: 34 fueron hiperparatiroidismos primarios (4 de ellos hiperparatiroidismos normocalcémicos), 65 fueron hiperparatiroidismo secundarios y un caso fue hiperparatiroidismo terciario. No fueron confirmados ni catalogados como hiperparatiroidismo 13 de los pacientes.

4.2 Métodos

Estudio gammagráfico de doble fase Tc99mMIBI con SPECT-TC y doble trazador con Tc99m-Pertecnetato

De acuerdo con los protocolos de nuestro departamento, a todos ellos se les realizó con un estudio gammagráfico cérvico-torácico planar anterior a los 15 minutos (precoz) y a las 2 horas postinyección de Tc99mMIBI, así como un estudio tomográfico con SPECT-TC a la hora. A las 48 horas, se les realizó un estudio planar anterior de la misma región con Tc99m-Pertecnetato.

4.2.1 Metodología de adquisición

Los estudios se adquirieron mediante gammacámaras Infinia Hawkeye 4 (GE) : el estudio MIBI planar con colimador de baja energía alta resolución (LEHR), matriz de 256 x256, zoom 1.6 , adquisición de 10 minutos, 250.000 kcpm. El estudio tomográfico SPECT-TC se ha realizado con colimador LEHR, matriz de 128x128, tiempo de adquisición 20s por imagen, fotopico 140kV, pick scatter 120. Las características del TC helicoidal han sido 2.5 mA , matriz de 512 x 512, cortes de 5mm y velocidad de adquisición 2 revoluciones por minuto.

El estudio planar con Tc99m-pertecnetato se realizó con colimador de baja energía alta resolución (LEHR), matriz de 256 x256, zoom 1.6 y adquisición de 5 minutos.

4.2.2 Metodología de procesado-reconstrucción

Procesado OSEM:

Las imágenes planares se valoraron mediante una aplicación de visualización. Los estudios tomográficos se procesaron mediante reconstrucción iterativa OSEM, con corrección de atenuación y corrección de *scatter*.

Procesado WBR™:

Los estudios planares procesados mediante WBR™, se valoraron mediante una aplicación de visualización.

Los estudios tomográficos, se reconstruyeron mediante WBR™ pero, a diferencia del procesado habitual, no se realizó la corrección de atenuación ni de scatter (Ver anexo 2.).

Se presentaron conjuntamente los dos estudios de MIBI (precoz y tardío) y el de pertecnetato, procesados de las dos maneras, para su comparación. Se presentaron los estudios tomográficos con corrección de atenuación y corrección de scatter (convencional) con los WBR™ (sin corrección de atenuación y corrección de scatter) para la valoración conjunta y en fusión. Todo ello con la aplicación Volumetrix© (Xeleris, GE).

Fueron valorados como positivos aquellos estudios con captación focal o alta intensidad con MIBI y sin captación de Pertecnetato. Con este criterio, se comparan las imágenes planares vs planar/WBR™ y el SPECT-TC vs SPECT-TC/WBR™ conjuntamente y se interpreta de nuevo, valorando si cambia la interpretación cualitativa de la exploración, en cuanto al diagnóstico y calidad de imagen. Se realizó un análisis estadístico mediante chi-cuadrado (χ^2).

Además, se registró la calidad de cada estudio convencional respecto a la WBR™, según una escala cualitativa (superior, similar o inferior).

De todos los pacientes diagnosticados finalmente de hiperparatiroidismo primario (la mayoría de ellos según criterios gammagráficos) 22 fueron candidatos a tratamiento quirúrgico. Se consideró la intervención quirúrgica y la anatomía patológica de las lesiones como "Gold Standard" y se comparó, retrospectivamente, tanto con el diagnóstico inicial (estudios procesados de manera convencional) como con el diagnóstico mediante WBR™, para comprobar los verdaderos positivos y negativos.

Se analizaron los valores sanguíneos de PTH, calcio, fosfato, creatinina, vitamina D (quien la tenía) tanto antes de la prueba de MIBI como después. Los pacientes fueron clasificados en función de su diagnóstico y evolución según el tipo de hiperparatiroidismo.

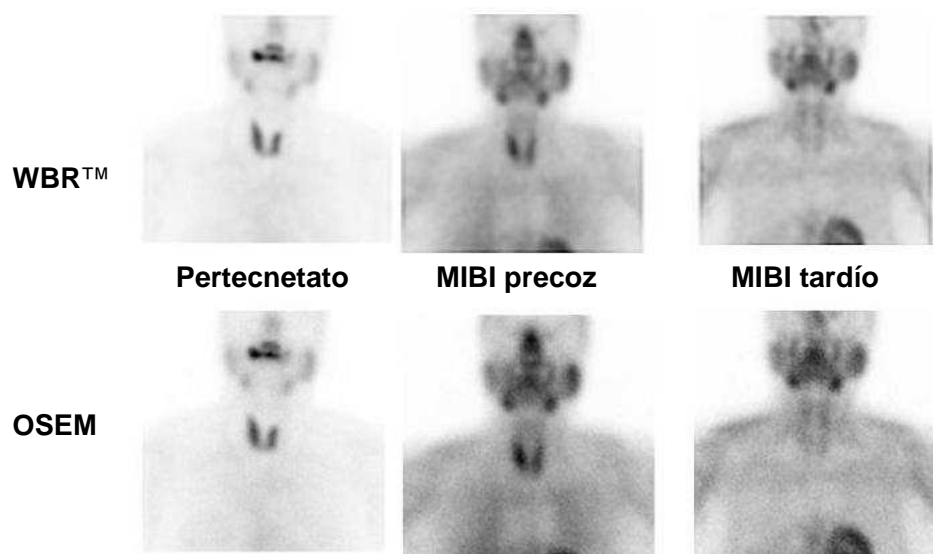


FIGURA 3. Estudio de pertecnetato, MIBI precoz y tardío, respectivamente, reconstruïdos mediante WBR™ y sistema convencional (OSEM iterativo). Existe una mejor definici3n de las estructuras para el mismo n3mero de cuentas. En este paciente, el estudio muestra una gl3ndula tiroides de captaci3n, morfologí a y situaci3n normales. El estudio MIBI precoz muestra una correcta fijaci3n del radiof3rmaco con lavado casi total en la fase tardí a, por lo tanto, normal.

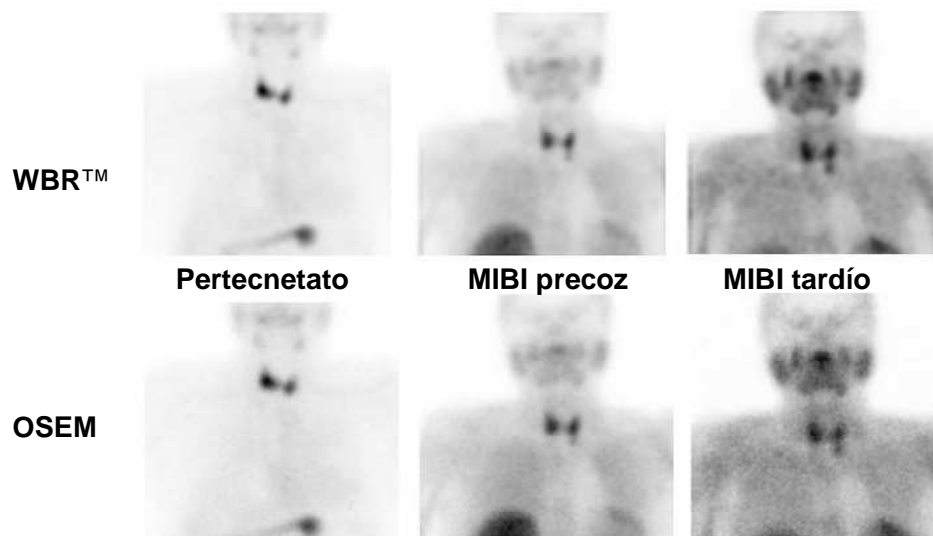


FIGURA 4. Como en el paciente anterior, este es un estudio planar con los dos radiois3topos y dos fases de MIBI. En este, el estudio de tiroides muestra, tambi3n, una gl3ndula tiroides dentro de la normalidad. No obstante, el estudio de MIBI precoz pone de manifiesto un foco de actividad situada caudalmente al polo inferior del l3bulo tiroideo izquierdo. En el estudio tardí o, existe una retenci3n del MIBI en esta localizaci3n, lo que es compatible con la presencia de hiperfuncionalismo de esta gl3ndula paratiroides. En este caso, el estudio WBR™ muestra una mejor resoluci3n de la imagen y del foco patol3gico.



FIGURA 5. Como en el paciente anterior, este es un estudio planar con los dos radioisótopos y dos fases de MIBI. En este caso, el estudio de tiroides muestra, también una glándula tiroides dentro de la normalidad. El estudio de MIBI precoz muestra una captación de la glándula tiroides dentro de la normalidad, pero en la fase tardía existe una dudosa retención del trazador en el tercio medio del lóbulo tiroideo izquierdo. Las imágenes con WBR™ definen ligeramente mejor este foco. El estudio convencional se valoró como no concluyente, y el WBR™ como positivo. Finalmente, se confirmó la existencia de un adenoma.

5 RESULTADOS

Se analizaron los parámetros de valoración de la calidad de imagen y resultados de los estudios procesados con WBR™ respecto a los convencionales, por dos observadores independientes.

Entre ambos métodos de procesado, se ha encontrado una concordancia de criterio del 76,7%.

Globalmente, los estudios procesados con WBR™ mostraron mayor definición, menos ruido y mayor contraste lesión/fondo (*ver Figuras 1-7*). En cuanto a la valoración de las imágenes de los observadores, el 92,1% de los estudios planares/WBR™ y el 77,2% de los SPECT-TC/WBR™ mostraron una calidad superior y similar en el 7,9% y 21,9%, respectivamente. En ningún caso, el estudio planar/WBR™ mostró peor calidad, en cambio, un sólo estudio SPECT-TC/WBR™ mostró peor calidad. En este único caso, se atribuyó al movimiento de la paciente, ya que la WBR™ no corrige por movimiento (*ver apartado 6.2 limitaciones de la WBR™*).

Tabla 1. Tabla de valoración cualitativa de los estudios planar y SPECT-TC con WBR™, respecto a los estudios convencionales.

		SPECT-TC			TOTAL
		INFERIOR	SIMILAR	SUPERIOR	
PLANAR	SIMILAR	0	5	4	9 (7,9%)
	SUPERIOR	1	20	84	105 (92,1%)
	INFERIOR	0	0	0	0 (0%)
TOTAL		1 (0,87%)	25 (21,9%)	88 (77,2%)	114 (100%)

Los resultados de las exploraciones procesados mediante el sistema iterativo OSEM fueron 83 estudios negativos, 22 positivos y 8 no concluyentes; y mediante el sistema WBR™ 65 negativos, 43 positivos y 6 no concluyentes.

Comparando dichos resultados mediante ambas técnicas, y como se muestra en la Tabla 2, 16 de los pacientes inicialmente negativos fueron finalmente valorados como positivos (14,29%), un 2% inicialmente positivos fueron negativos con WBR™ (n=2), y 4 estudios fueron no concluyentes. De los 7 casos no concluyentes mediante el análisis convencional, un 87,5% (n=6) se valoraron como positivos mediante el estudio WBR™ y uno siguió siendo no concluyente (12,5%). El análisis estadístico de la comparación de ambas técnicas mostró diferencias significativas ($p<0,001$), en el sentido de una tendencia a diagnosticar más casos negativos mediante la técnica OSEM (84 casos negativos), en cambio, más casos positivos mediante WBR™ (43 casos positivos).

Tabla 2. Tabla de comparación de resultados de los estudios valorados mediante OSEM (convencional) y WBR™.

		WBR™			TOTAL
		NEGATIVO	POSITIVO	NO CONCLUYENTE	
CONVENCIONAL	NEGATIVO	63 (56%)	16 (14,3%)	4 (3,6%)	83 (74,8%)
	POSITIVO	2 (2%)	19 (17%)	0 (0%)	21 (19%)
	NO CONCLUYENTE	0 (0%)	6 (87,5%)	1 (12,5%)	7 (7,2%)

Tabla comparativa del número y porcentaje de pacientes valorados como positivos, negativos o no concluyentes de todos los estudios reconstruidos mediante la técnica habitual convencional OSEM y WBR™.

De los 16 estudios en los que hubo un cambio de criterio cuantitativo (de negativos a positivos) tras la valoración con WBR™, 2 de ellos fueron intervenidos con diagnóstico final de adenoma paratiroideo (*verdaderos positivos*). No obstante, los 14 estudios restantes no se intervinieron: 1 paciente fue un hiperparatiroidismo normocalcémico no localizado mediante el estudio convencional, 2 hiperparatiroidismos primarios en tratamiento con Mimpara® (Cinacalcet hidrocloreto) con buena respuesta y el resto fueron hiperparatiroidismos secundarios a múltiples causas como osteoporosis e insuficiencia renal.

Posteriormente, se analizó el subgrupo de pacientes intervenidos quirúrgicamente (un total de 22 pacientes), y se comparó con anatomía patológica, para corroborar y comprobar los resultados. Del total de 22 pacientes intervenidos (23 intervenciones quirúrgicas por tejido no paratiroideo en un paciente), 20 tuvieron lesiones paratiroides (13 adenomas y 7 hiperplasias) y 3 tuvieron glándulas normales.

Tabla 3. Tabla comparativa de la valoración de los estudio procesados mediante WBR™ y la histología de las lesiones (n=22).

		HISTOLOGÍA			TOTAL
		NORMAL	HIPERPLASIA	ADENOMA	
WBR™	NEGATIVO	2	1	2	5
	POSITIVO	0	6	11	17
TOTAL		2	7	13	22

Tabla 4. Tabla de comparación entre valoración de los estudio procesados mediante análisis convencional OSEM y la histología de las lesiones, en los 22 pacientes intervenidos.

		HISTOLOGÍA			TOTAL
		NORMAL	HIPERPLASIA	ADENOMA	
CONVENCIONAL	NEGATIVO	2	2	1	5
	POSITIVO	0	4	10	14
	NO CONCLUYENTE	0	1	2	3
	TOTAL	2	7	13	22

De los 7 pacientes en los que hubo discordancia en la interpretación final, hubo 2 falsos positivos del sistema WBR™ y dos falsos negativos del sistema OSEM. Mediante el procesado WBR™ no hubo ningún caso dudoso, en cambio, hubo sí los hubo con el procesado convencional. Estos 3 estudios se interpretaron como positivos con WBR™ y se confirmaron como patológicos (adenomas).

Se han comparado ambas técnicas con el resultado de la anatomía patológica. La Tabla 3 muestra cómo mediante la WBR™ se interpretaron correctamente 17 estudios (6 hiperplasias, 11 adenomas)(verdaderos positivos). No obtuvimos ningún estudio no concluyente. De los 5 estudios negativos, 3 fueron patológicos (1 hiperplasia/ 2 adenoma)(3 falsos negativos).

La Tabla 4 muestra la distribución los resultados de la anatomía patológica, y su interpretación mediante el sistema OSEM. Obtuvimos 14 estudios positivos correctamente diagnosticados (verdaderos positivos), 5 estudios negativos de los cuales 2 fueron verdaderos negativos, pero 3 fueron incorrectamente interpretados puesto que se trataban de 2 hiperplasias y 1 adenoma (3 falsos negativos). En comparación con la WBR™, 3 estudios se interpretaron como no concluyentes, de los cuales, unos de ellos resultó ser una hiperplasia y dos adenomas.

Por lo tanto, a pesar de que con ambas técnicas se han diagnosticado erróneamente 3 estudios (3 falsos negativos para cada técnica), la WBR™ ha obtenido 17 estudios verdaderos positivos, frente a los 14 del sistema convencional. Además, mediante la WBR™ no hubo interpretaciones dudosas. Estos cambios no mostraron diferencias estadísticamente significativas debido, probablemente, al bajo número de pacientes.

Tabla 5. Tabla comparativa entre OSEM y WBR™ de los resultados en el total de pacientes intervenidos (n=22).

		WBR™			TOTAL
		NEGATIVOS	POSITIVO	NO CONCLUYENTE	
CONVENCIONAL	NEGATIVO	3	2	0	5
	POSITIVO	2	13	0	15
	NO CONCLUYENTE	0	3	0	3

Después de analizar la concordancia de ambas técnicas con los resultados anatomopatológicos, comparamos la interpretación de cada sistema. Como podemos ver en la Tabla 5, existen 7 casos de discordancia. De éstos, dos negativos OSEM/positivos WBR™ fueron realmente patológicos y 2 positivo OSEM/negativo WBR fueron normales. De los tres estudios no concluyentes OSEM/ positivos WBR™, todos ellos tenían patología paratiroidea,

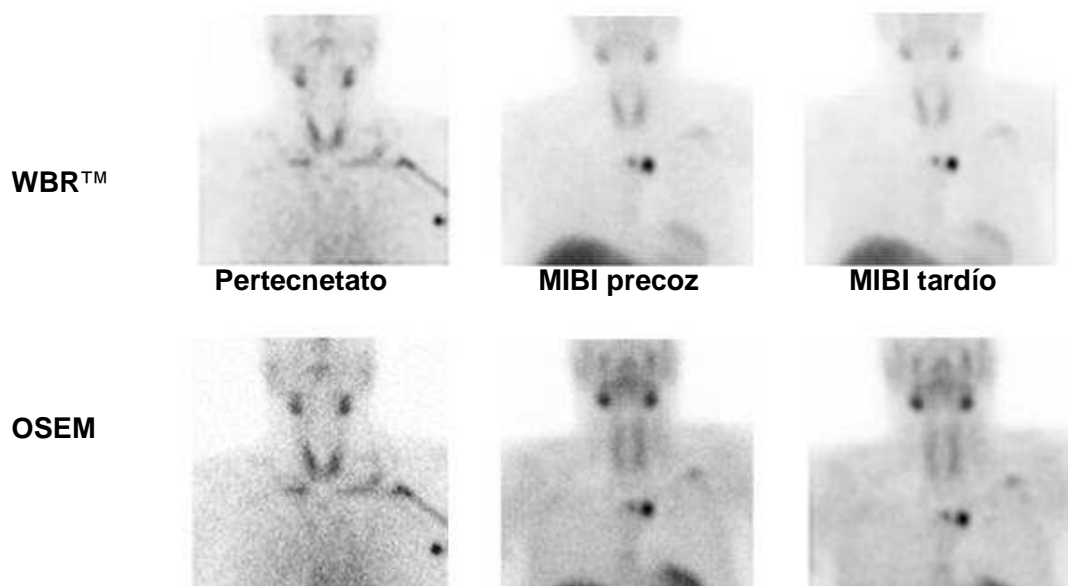


FIGURA 6. Estudios planares de pertecnetato, MIBI precoz y MIBI tardío mediante reconstrucción WBR™ y mediante OSEM. Observamos una glándula tiroides en el estudio de pertecnetato y normofuncionante. Presencia de dos focos que fijan MIBI intensamente en el estudio precoz, sobretodo en el lado izquierdo, que persisten en el estudio tardío. Existe una mejor definición de las 3 fases en las figuras procesadas mediante WBR™ debido a la eliminación de ruido.

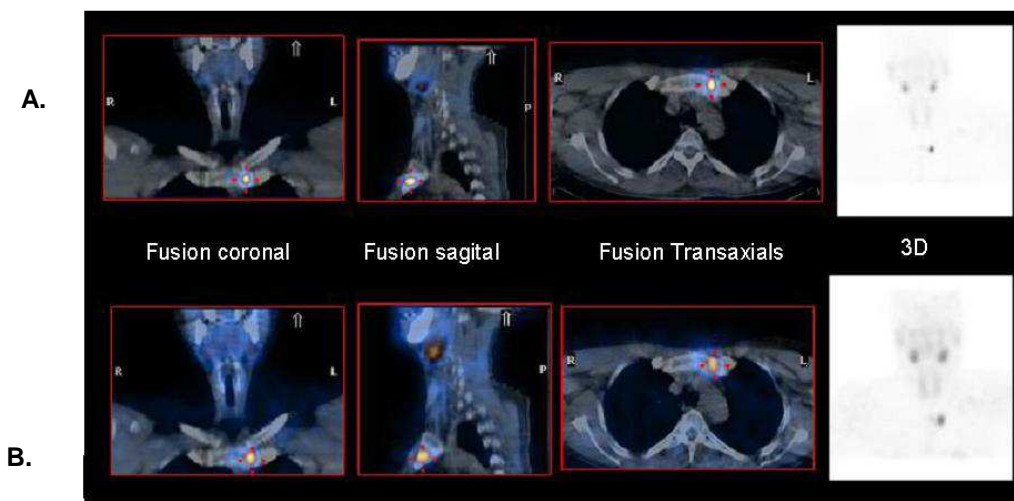


FIGURA 7. SPECT-TC del mismo paciente de la figura 6: **A.** Muestra los tres planos junto, con la imagen volumétrica renderizada procesadas mediante WBR™. **B.** Muestra las mismas proyecciones, reconstruidas mediante es sistema convencional. Podemos ver como el foco de retención del trazador observado en las imágenes planares, se sitúa en la articulación esterno-calvicular izquierda, no en mediastino, compatible con patología inflamatoria. Además, vemos cómo la definición del foco lesional es mayor en el estudio WBR™.

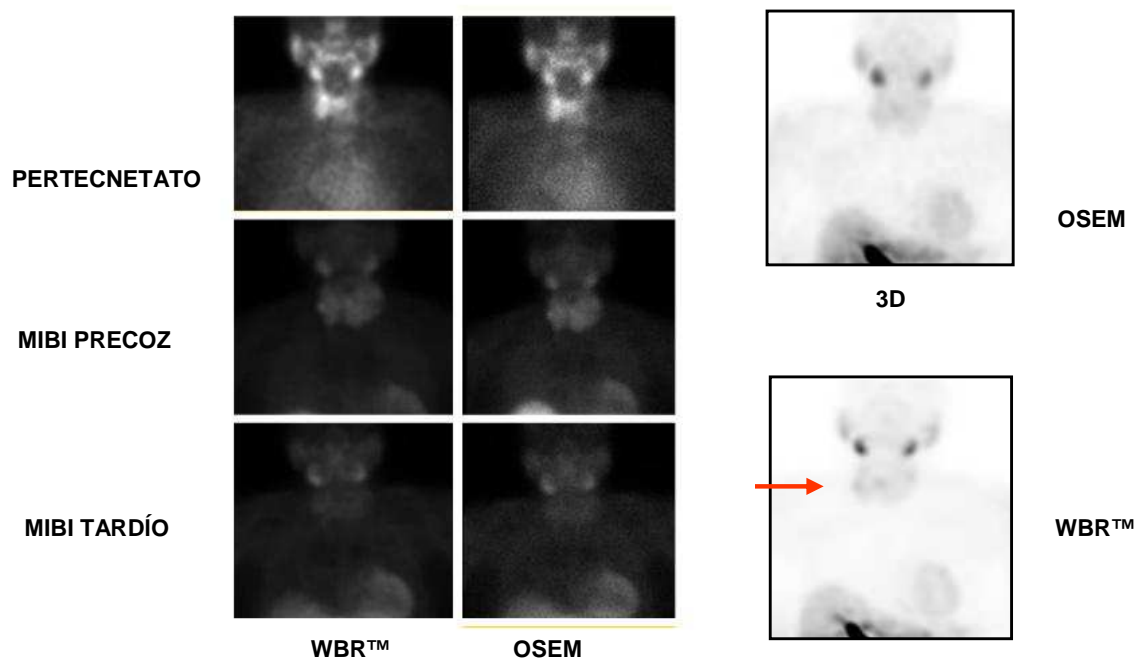


FIGURA 8. En la primera columna los estudios planares procesados mediante el sistema WBR™ y en la segunda, el mismo estudio procesado mediante el sistema OSEM iterativo. Existe una mejor calidad de imagen que permite una mejor valoración de las imágenes, obteniendo una mayor definición del foco de retención en el tercio medio del lóbulo tiroideo derecho, correspondiente a un adenoma, sobre un bocio multiheteronodular. También vemos cómo las imágenes volumétricas del estudio tomográfico MIBI con WBR permiten la visualización clara de éste foco (flecha roja), no así en el estudio OSEM.

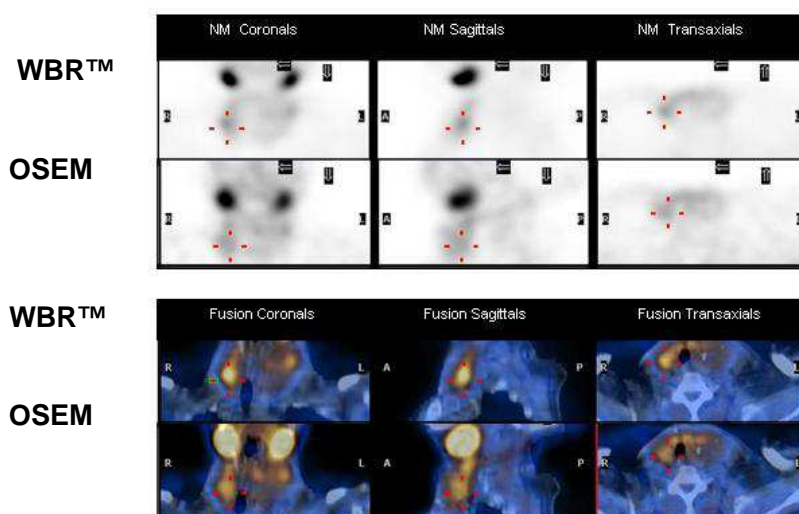


FIGURA 9. Mismo estudio (figura 8) reconstruido mediante OSEM y WBR™. En las dos primeras columna vemos las proyecciones planos coronal, sagital y axial tomográficas. En la tercera y cuarta fila se observan las mismas proyecciones en el estudio de fusión SPECT-TC, observamos cómo la eliminación de ruido en la reconstrucción permite obtener una mayor definición y valoración, mejorando el número de cuentas detectado.

6 DISCUSIÓN

En la actualidad, el estudio del hiperfuncionalismo paratiroideo es una indicación que comporta una proporción no despreciable del conjunto de exploraciones en un servicio de medicina nuclear. Existe una demanda cada vez mayor de este estudio debido a la incorporación, en muchos centros, de técnica híbrida SPECT-TC. Esta técnica ofrece una mejor localización de la patología paratiroidea, en este caso, y así, una mayor precisión, no sólo del diagnóstico, sino de la planificación del tratamiento quirúrgico.

La gammagrafía planar, mediante las técnicas de doble trazador (MIBI y Pertecnetato) y doble fase (10 minutos y 2 horas), ha demostrado mayor rendimiento diagnóstico, ya que estudia de manera precisa, la dinámica fisiopatológica paratiroidea. Existen algunos casos de falsos negativos en la doble fase. Estos casos han sido justificados, desde hace muchos años, mediante la teoría del “lavado glandular rápido” la cual propone que algunos adenomas hiperfuncionantes

pueden haber disminuído la actividad mitocondrial a las 2 horas (en el estudio tardío) existiendo ciertamente patología subyacente.

No obstante, los estudios planares ofrecen una limitación que hoy en día es importante, como es la exacta localización de la glándula patológica en los 3 planos del espacio, y su relación con estructuras adyacentes, sobretodo detectando aquellas glándulas posteriores o ectópicas que puedan modificar el planteamiento quirúrgico. Si la glándula patológica es posterior se requiere una escisión más amplia y movilización y/o luxación del tiroides; si es ectópica, implica mayor tiempo de cirugía y mayor manipulación. Si, por el contrario, es de localización anterior, se realiza una cirugía menos invasiva tanto en tiempo como técnicamente. Hoy en día, es primordial minimizar el riesgo quirúrgico, no sólo del acto en sí, sino de las complicaciones asociadas.

En cualquiera de sus modalidades, el estudio del hiperparatiroidismo mediante isótopos permite el estudio de glándulas ectópicas o glándulas que, no siendo ectópicas, están situadas a lo largo del trayecto natural glandular. Aunque esta situación no es la más frecuente, es la única técnica que permite la visualización global cérvico-torácica.

Si bien, los sistemas de procesamiento convencionales presentan buenos resultados, la WBR™ ha demostrado una mejor resolución espacial y disminución del ruido, lo que se traduce en imágenes más nítidas y más fácilmente interpretables. El médico nuclear interpreta con mayor confianza las exploraciones. Una alternativa a este procesamiento puede ser la sustracción, pero su realización requiere de mayor tiempo de procesamiento, generalmente es manual y funciona aceptablemente con la inmovilización del paciente entre pruebas, que es la principal razón por la que no se realiza en la actualidad. Este trabajo muestra como las imágenes tienen mayor definición, muestran un mayor nivel de cuentas detectadas e, incluso, cómo se puede obtener una mayor diferenciación del órgano diana/fondo, pudiéndose diferenciar focos de mayor intensidad. También en los estudios de SPECT/TC presenta una importante mejora en cuanto a la mayor definición del foco de mayor actividad, ayudando a la localización más precisa.

Como hemos visto en este estudio, no existen cambios sustanciales en la valoración cuantitativa del estudio mediante WBR™ respecto al OSEM iterativo (existencia o no de enfermedad) pero WBR™ ha demostrado ser superior en la interpretación final de los estudios, ayudando a disminuir los casos dudosos. Se ha obtenido estudios de muy buena calidad con el procesamiento mediante WBR™ a pesar de que el sistema no permita la corrección de atenuación.

7 LIMITACIONES

7.1 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La limitación principal de este estudio ha sido no tener la confirmación histopatológica de todos los pacientes, si no sólo de aquellos que por sospecha de hiperparatiroidismo primario y cumpliendo con los criterios (ver anexo 1.1), finalmente se intervinieron. La clasificación de los pacientes en los 3 subgrupos de hiperparatiroidismo se realizó, en muchos casos, por seguimiento clínico y/o evolutivo. Otra limitación ha sido el no haber realizado una valoración doble ciego de las exploraciones.

7.2 LIMITACIONES DE LA WBR™

La limitación principal que hemos detectado durante la realización de este estudio ha sido que únicamente han podido procesarse mediante WBR™ aquellos estudios con unas características concretas de adquisición. La modificación de algún parámetro previamente o durante la adquisición ha impedido el procesado mediante esta técnica.

El Sistema de procesado mediante WBR™ no permite la corrección del movimiento durante el procesado, mientras que el sistema OSEM si lo permite.

Otro aspecto limitante es que la WBR™ reconstruye sin corrección de atenuación, a pesar de que se dispone de los mapas.

8 BIBLIOGRAFÍA:

- 1-Harrison's: Principles of internal medicine. 16th Edition. Págs. 1149- 2267. John T. Potts, Jr. Editorial McGraw-Hill.
- 2-Robbins and Cotran: Pathologic Basis of Disease 8th edition. Págs. 1097- 1164. Anirban Maitra. Editorial Saunders.
- 3-Medicina Interna J. Rodés Teixidó, J. Guardia Massó. 2ª edición. Págs. 2480-2491. B. Barceló Lucerga. Editorial Masson.
- 4-Hedieh K. Eslamy, MD • Harvey A. Ziessman, MD. Parathyroid Scintigraphy in Patients with Primary Hyperparathyroidism: 99mTc Sestamibi SPECT and SPECT/CT. RadioGraphics 2008; 28:1461–1476.
- 5-Ronald A DeLellis. Parathyroid tumors and related disorders. Modern Pathology (2011) 24, S78–S93.
- 6-Claudio Marccocci, M.D., and Filomena Cetani, M.D. Ph. D. Clinical Practice. Primary hyperparathyroidism. N Engl J Med 2011; 365: 2389-97.
- 7-Younes NA, Hadidi AM, Mahafzah WS, Tarawneh ES, Al-Khatib YF, Sroujeh AS. Accuracy of single versus combined use of ultrasonography or computed tomography in the localization of parathyroid adenoma. Saudi Med J. 2008 Feb;29(2):213-7.
- 8- Diagnostic Nuclear Medicine. Fourth Edition. 2003. Pág 671-696. Martin P. Sandler, R. Edward Coleman, James A. Patton, Frans J. Th. Wackers, Alexander Gottschlak. Editorial Lippincott Williams and Wilkins.
- 9- Ciappuccini, Renaud; Morera, Julia; Pascal, Pierre; Rame, Jean-Pierre; Heutte, Natacha; Aide, Nicolas; Babin, Emmanuel; Reznik, Yves; Bardet, Stéphane. Dual-Phase 99mTc Sestamibi Scintigraphy With Neck and Thorax SPECT/CT in Primary Hyperparathyroidism: A Single-Institution Experience Clinical Nuclear Medicine. 37(3):223-228, March 2012.
- 10- Isabel Martínez-Rodríguez, MD, Ignacio Banzo, MD, Remedios Quirce, MD, Julio Jiménez-Bonilla, MD, Humberto Portilla-Quattrociocchi, MD, et al. Early Planar and Early SPECT Tc-99m Sestamibi Imaging Can It Replace the Dual-Phase Technique for the Localization of Parathyroid Adenomas by Omitting the Delayed Phase? Clinical Nuclear Medicine • Volume 36, Number 9, September 2011.
- 11- Hindie E, Melliére D, Simon D, et al. Primary hyperparathyroidism: is technecium 99m-sestamibi/idine-123 subtraction scanning best procedure to locate enlarged glands before surgery? J Clin Endocrinol Metab. 1995;80:302-307.

- 12- Claire Billotey, Emile Sarfati, André Aurengo, Michèle Duet, Olivier Mündler, Marie-Elisabeth Toubert, Jean-Didier Rain and Yves Najean. Advantages of SPECT in Technetium-99m-Sestamibi Parathyroid Scintigraphy J Nucl Med 1996;37:1773-1778.
- 13- Wood K, Dhital S, Chen H, Sippel RS. What is the utility of distal forearm DXA in primary hyperparathyroidism? Oncologist. 2012;17(3):322-5. Epub 2012 Jan 18.
- 14- Sankaran S, Gamble G, Bolland M, Reid IR, Grey A. Skeletal effects of interventions in mild primary hyperparathyroidism: a meta-analysis. J Clin Endocrinol Metab. 2010 Apr;95(4):1653-62. Epub 2010 Feb 3.
- 15- Monica S. Eigelberger, MD, W. Keat Cheah, MD, Philip H. G. Ituarte, PhD, MPH, Leanne Streja, BS, Quan-Yang Duh, MD, and Orlo H. Clark, MD. The NIH Criteria for Parathyroidectomy in Asymptomatic Primary Hyperparathyroidism. Are They Too Limited? Annals of Surgery. 2004; 239, 4; 528-535.
- 16- Denise Carneiro-Pla, MD, FACS Contemporary and practical uses of intraoperative parathyroid hormone monitoring, Endocr Pract. 2011 Mar-Apr;17 Suppl 1:44-53
- 17- Cardiología Nuclear en la práctica clínica. J. candell, J. castell Conesa, S. Aguadé Bruix, 1ª edición, Aula médica ediciones. Págs 29-34.
- 18- UltraSPECT company: <http://www.ultraspect.com/TecPerformance.aspx>
- 19- Improved parathyroid SPECT image quality with the wide beam reconstruction technique Susanne Kim, MD1, Chun K Kim, MD1, Borys R Krynyckyi, MD1, Josef Machac, MD1; 1Radiology, division of Nuclear Medicine, Mount Sinai School of medicine, New York, NY, United States. SNM annual meeting. Toronto, Canada, June 18-22, 2005

ANEXO

1. CRITERIOS DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO EN EL HIPERPARATIROIDISMO PRIMARIO ASINTOMÁTICO

CRITERIOS QUIRÚRGICOS EN EL HIPERPARATIROIDISMO PRIMARIO

Marcada elevación de calcemia (1–1.6 mg/dL sobre lo normal, p.e., 12 mg/dL)

Historia de algún episodio de hipercalcemia grave

Aclaramiento de creatinina inferior a 30% ajustada a la edad

Marcada elevación de la calciuria en orina de 24 horas (400 mg/d)

Nefrolitiasis

> 50 años

Osteítis fibrosa quística

Reducción marcada de la densidad ósea (DMO -2 DE) *

Sintomatología neuromuscular: debilidad proximal, atrofia, hiperreflexia...)

2. RECONSTRUCCIÓN MEDIANTE WIDE BEAM RECONSTRUCTION (WBR™)

La cámara Anger (gammacámara) es el equipo de detección utilizado en la actualidad en medicina nuclear. Los colimadores son los dispositivos que enfocan la radioación emitida desde el paciente definiendo la dirección desde donde parte cada uno de los fotones, posicionando a cada uno en los ejes X e Y. Consisten en un entramado de agujeros hexagonales separados por tabiques de plomo. La resolución del colimador es fija, y viene determinada por la profundidad y diámetro de los agujeros, la distancia entre el colimador y el paciente y el coeficiente de atenuación del plomo según la siguiente fórmula ¹⁷:

$$R_c = d (I_e + b) / I_e$$

Rc: resolución del colimador
d: diámetros de los huecos
 $I_e = I - 2 \left(\frac{1}{\mu} \right)$ Largo efectivo de los huecos
(μ : coeficiente de atenuación lineal
b: distancia fuente-colimador

La resolución de las imágenes puede mejorarse aumentando el número de cuentas por minuto (generalmente más tiempo de adquisición) y aumentando la matriz de adquisición 64x64, 128x128 o 256x256 (hay que tener en cuenta que cuanto mayor matriz, más cuentas necesitaremos en cada pixel para obtener una imagen con suficiente resolución).

WIDE BEAM RECONSTRUCTION (WBR™) es un sistema de procesamiento de imagen que consta de algoritmos de reconstrucción que permiten acortar el tiempo de adquisición y reducir la dosimetría para el paciente además de mejorar la resolución de la imagen y, por tanto, su calidad.

Este sistema principalmente se ha utilizado en el procesamiento de estudios cardíacos¹⁸.

En las imágenes planares mejora la resolución de la gamma cámara.

En los estudios SPECT-TC, adquiridos en series 2D (proyecciones) son retroproyectados en la reconstrucción a un espacio tridimensional (3D) o serie de imágenes en 3D, que se asemejan mucho a la distribución real del trazador en el cuerpo.

WBR no asume como "fotón válido" aquellos que inciden perpendicularmente en el cristal del detector. Es un sistema de reconstrucción iterativa que permite una buena resolución y contraste lesión-fondo suprimiendo el ruido basado en un modelo físico de emisión y detección de fotón único.

Este modelo compensa el efecto de dispersión de los fotones que acontece entre el paciente y el colimador (*beam spread function*) corrigiendo la distancia entre el paciente y el colimador.

Es utilizado para mejorar la calidad de imagen y acortar el tiempo de adquisición debido a que su elevado contraste permite adquisiciones más cortas, con menos cuentas por minuto o

incluso menos dosis de radiofármaco, sin necesidad de cambiar el resto de características de la adquisición, la gammacámara o el trazador ^{18, 19}.

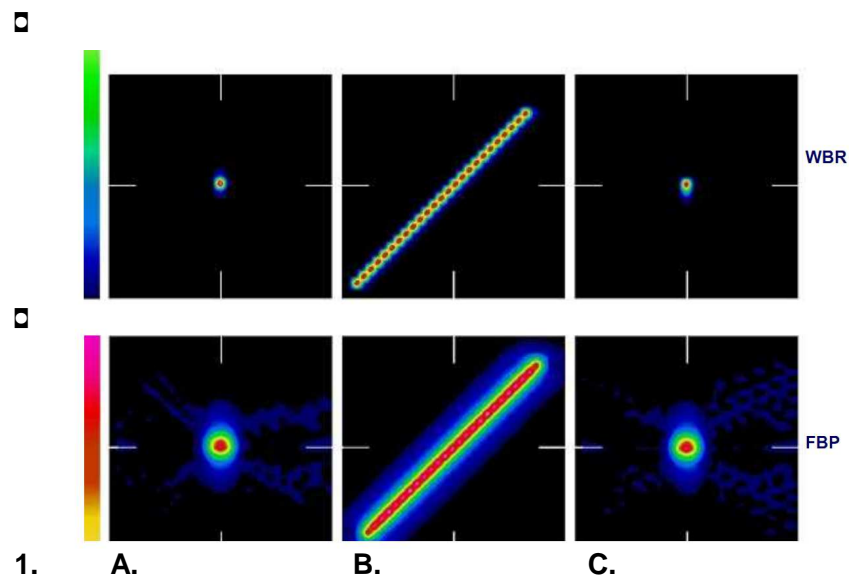


FIGURA ANEXO. 1. Representado un fantoma lineal reconstruido mediante WBR™ y mediante FBP (*Filter Back Projection*). Mediante las diferentes proyecciones (A, B y C) podemos observar una significativa mayor resolución de la representación del fantoma mediante los dos tipor de reconstrucción.

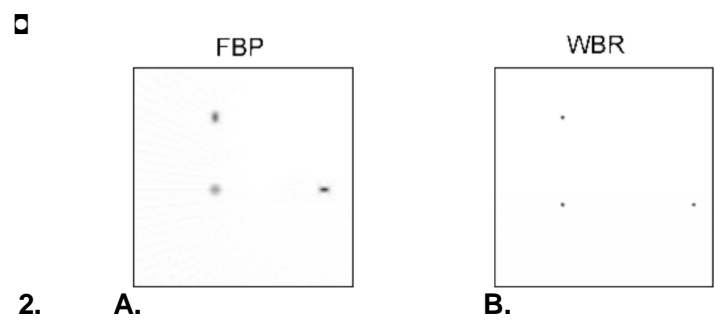


FIGURA ANEXO 2. Como en la figura de anexo 1., en este caso utilizando un fantoma de punto, permite valorar la detección puntual de mayor resolución que obtenemos con WBR™ (2.B) respecto al FBP (2.A).

