

CAPÍTULO 10. AVANCES EN DIAGNÓSTICO E INTERVENCIONISMO MAMARIO

AUTORES

Dra. M^a Carmen Carreira Gómez

Especialista en Radiodiagnóstico del Hospital Quirón de Madrid.

Dr. Miguel Chiva de Agustín

Especialista en Radiodiagnóstico del Hospital Quirón de Madrid.

OBJETIVOS

- Conocimientos básicos de las técnicas de imagen mamaria que están en desarrollo o son de reciente implantación.
- Indicaciones de las diferentes técnicas.
- Posibilidades de futuro.

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de la patología mamaria se basaba clásicamente en la mamografía, la ecografía y las técnicas de punción con aguja fina. En los últimos años, la puesta en marcha de los programas de cribado poblacional, la introducción de los sistemas de biopsia percutánea por corte y los de vacío, así como la RM mamaria, han supuesto un cambio radical en el papel de los radiólogos en el abordaje de la patología mamaria.

La introducción de la mamografía digital (MD) y las posibilidades técnicas que de ella derivan, los avances técnicos en ecografía y los desarrollos en RM (difusión y espectroscopia) son el reto al que nos enfrentamos actualmente. Algunos ya son una realidad, otros todavía no tienen un claro papel o no se han desarrollado suficientemente, pero es importante conocer sus posibilidades de futuro.

MAMOGRAFIA DIGITAL

La mamografía digital es un elemento más en el contexto general de digitalización de la imagen radiológica, con las ventajas organizativas que esto supone; pero también se desarrolla con la intención de mejorar la capacidad diagnóstica de la mamografía convencional; técnica con una alta resolución espacial (crítica para detectar lesiones de muy pequeño tamaño) pero limitada a la hora de mostrar diferencias de contraste por su rango dinámico limitado.

Técnicamente el equipo es semejante a un mamógrafo convencional, en el que el sistema de pantalla/película es sustituida por un detector, cuya tecnología es variable:

- CR en los que la imagen que se obtiene es analógica y posteriormente digitalizada.

- Sistemas de digitalización directa (detectores planos fijos de conversión indirecta de silicio amorfo, detectores de conversión directa de selenio o detectores móviles, de barrido, de contaje de fotones) (ver Figura 1).

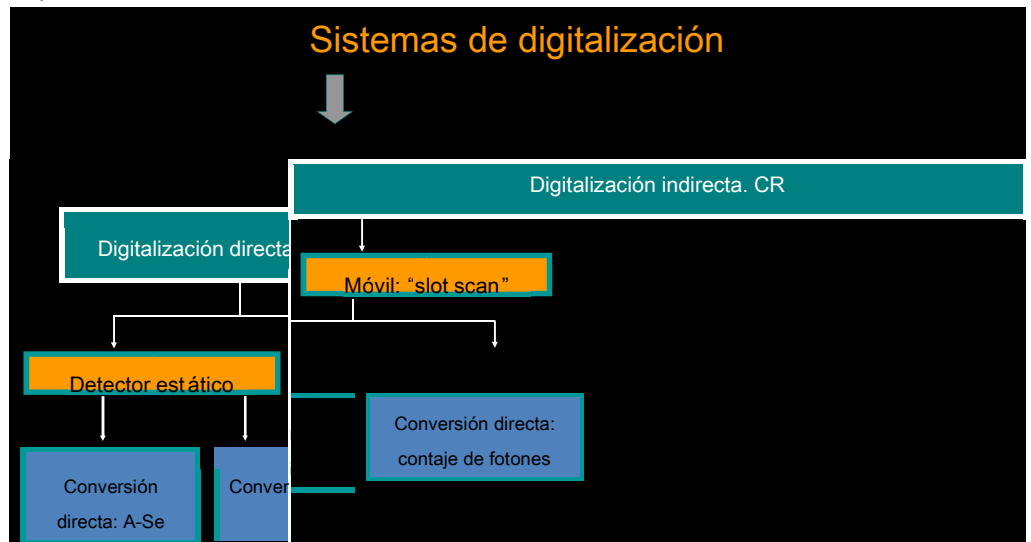


Figura 1. Esquema representando los diferentes sistemas usados en mamografía digital.

La adquisición, el procesado y la visualización son aquí procesos independientes, no tan interrelacionados como en la mamografía analógica, y por lo tanto pueden mejorarse de forma independiente, lo que influye de forma significativa en la calidad de la imagen. El rango dinámico más amplio permite ver a la vez áreas de contraste muy distintas, desde la piel a las zonas de mayor densidad glandular (Figura 2).

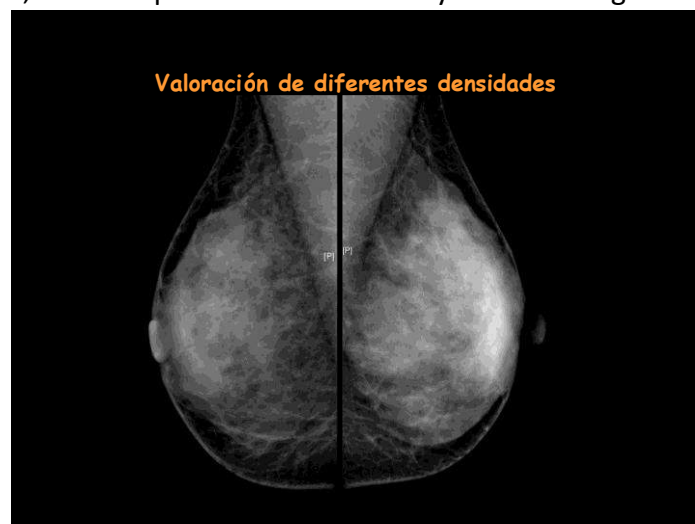


Figura 2. Mamografía digital (ambas proyecciones oblicuas): la técnica digital nos permite una mejor valoración de las diferentes densidades titulares (tejido glandular, grasa, piel).

El resultado es una imagen más estable (se reduce la variabilidad en el contraste condicionada por la película y el procesado), con una menor resolución espacial pero con una resolución de contraste francamente mejor, una mejor relación señal/ruido y con menos dosis de radiación.

La técnica se aplica inicialmente al entorno de la mamografía diagnóstica, no obstante, donde realmente se miden sus posibilidades es en el cribado poblacional.

Los estudios clínicos iniciales realizados en cribado, comparando ambas técnicas, han mostrado resultados equiparables (estudio DMIST); no obstante, la MD ha demostrado ser mejor en el contexto de cribado en pacientes menores de 50 años, pre y perimenopaúsicas y en mujeres con mamas densas.

Son muchas las publicaciones que presentan resultados retrospectivos de la técnica en los diferentes programas de cribado poblacional. Todos ellos han valorado tasas de detección, de rellamadas y de valor predictivo positivo (VPP). En general, los trabajos presentan resultados mejores para la MD en subgrupos mujeres jóvenes, con microcalcificaciones como hallazgo y con mamas densas.

Un metanálisis reciente concluye que la tasa de detección es mayor para la MD en mujeres menores de 60 años y el VPP es ligeramente mejor a costa de una tasa de rellamadas de pacientes ligeramente superior pero asumible (en Europa un 4%).

Así pues, la tecnología incluye a la mamografía en el entorno general de la imagen digital, mejora ligeramente los resultados que se obtenían con mamografía analógica y supone una plataforma inicial que permitirá el desarrollo de métodos de diagnóstico nuevos para la imagen mamográfica, evolución que no era posible con los sistemas analógicos. En este sentido ya existen desarrollos nuevos, que se comentan a continuación.

Mamografía digital con contraste (MDCC)

Se basa en explotar las propiedades de la angiogénesis tumoral (neovascularización y aumento de la permeabilidad vascular) que nos permite el uso de los contrastes intravenosos (IV).

Añadir la captación de contraste a la mamografía permite aumentar la visibilidad de las lesiones, manteniendo la ventaja de la resolución mamográfica que permite analizar, como ninguna otra técnica, el detalle anatómico.

Esta aplicación mejorará la detección de tumores en mamas densas.

Se valoran aspectos morfológicos y cuantitativos (curvas de captación). En general, las lesiones siguen el patrón de captación de la RM y su sensibilidad está cercana a la de ésta (en los todavía escasos trabajos publicados), con la ventaja de su mayor disponibilidad y a un coste claramente inferior.

Se han desarrollado dos técnicas: por una parte, puede realizarse el estudio en 1 proyección, con la mama comprimida sin contraste, seguido de varias imágenes tras la administración del contraste (1, 3, 5 y 7 minutos) y haciendo posteriormente una sustracción de imágenes sin y con contraste y obteniendo curvas

de captación. Otra forma de realizarlo es obteniendo dos imágenes a bajo y alto KV tras la administración del contraste, con sustracción posterior (Figura 3).

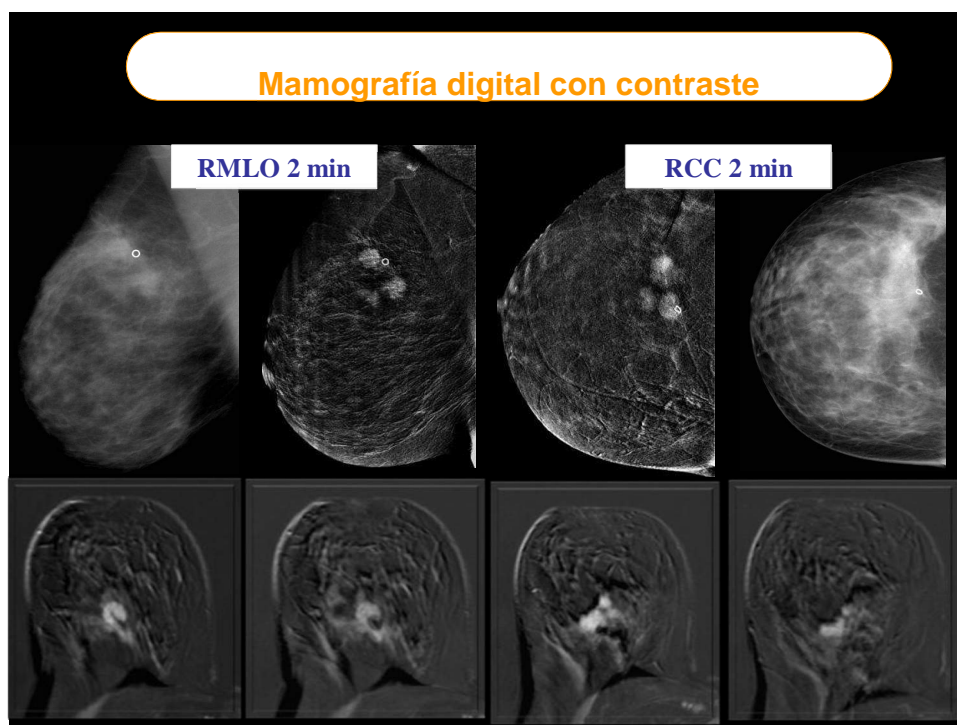


Figura 3. Carcinoma ductal infiltrante multifocal de mama derecha: los hallazgos de la mamografía con contraste son similares a los obtenidos en la Resonancia Magnética.

Ambos sistemas tiene limitaciones. En el primer caso, la compresión puede interferir el flujo vascular y la larga duración de la prueba favorece los artefactos por movimiento de la paciente.

En el segundo caso, el ruido sumado de las dos imágenes es un factor limitante.

Actualmente, son técnicas que están en fase de desarrollo y validación, no obstante se han publicado sensibilidades en torno al 80%.

Tomosíntesis

Es una técnica radiológica tridimensional que obtiene series de imágenes que se reconstruyen de modo semejante a las del TC (tomografía computerizada) a partir de varias adquisiciones mamográficas, a baja dosis, que realiza el tubo movilizándose en diferentes ángulos (Figura 4).

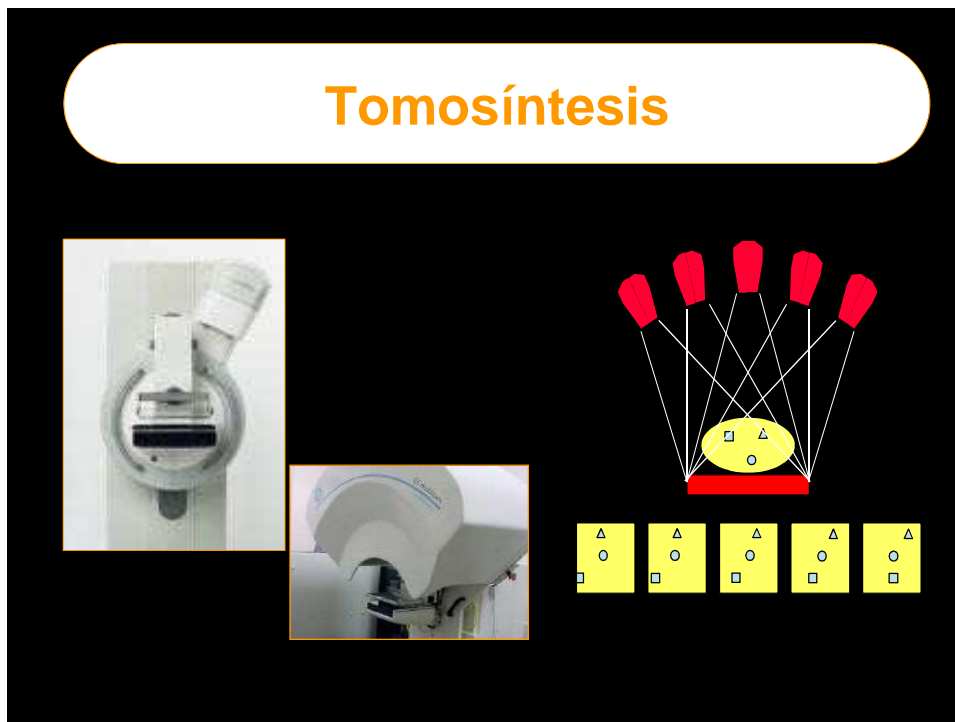


Figura 4. Equipo de tomosíntesis: el tubo se mueve siguiendo un arco y obteniéndose imágenes en varios planos (similar al TC) obteniendo datos de esas posiciones mientras la mama permanece fija, en compresión.

Se obtienen múltiples planos de la mama, eliminando el tejido que está por delante y por detrás de la imagen elegida. Esto supone la eliminación del ruido condicionado por la superposición de estructuras, que es el responsable de muchos falsos positivos y negativos en mamografía (20%). Así pues, las estructuras “en plano” serán nítidas y el resto aparecerán borradas.

Además de esta ventaja, la técnica mejora la caracterización de lesiones al definir mejor sus bordes, y no se necesita una compresión vigorosa de la mama, basta con inmovilizarla.

La plataforma digital sufre algunas modificaciones (el tubo se mueve siguiendo un arco y obteniendo datos de esas posiciones mientras la mama permanece fija, en compresión). Posteriormente, la imagen es reconstruida por algoritmos específicos que consiguen una alta resolución con una señal/ruido aceptable. La dosis total es equiparable a la que se aplica en un estudio convencional.

La lectura puede realizarse sobre todas las imágenes obtenidas, o bien pueden reformatearse estas en unidades volumétricas de 1 cm, muy prácticas, especialmente para valorar la distribución de las microcalcificaciones (Figuras 5 y 6).

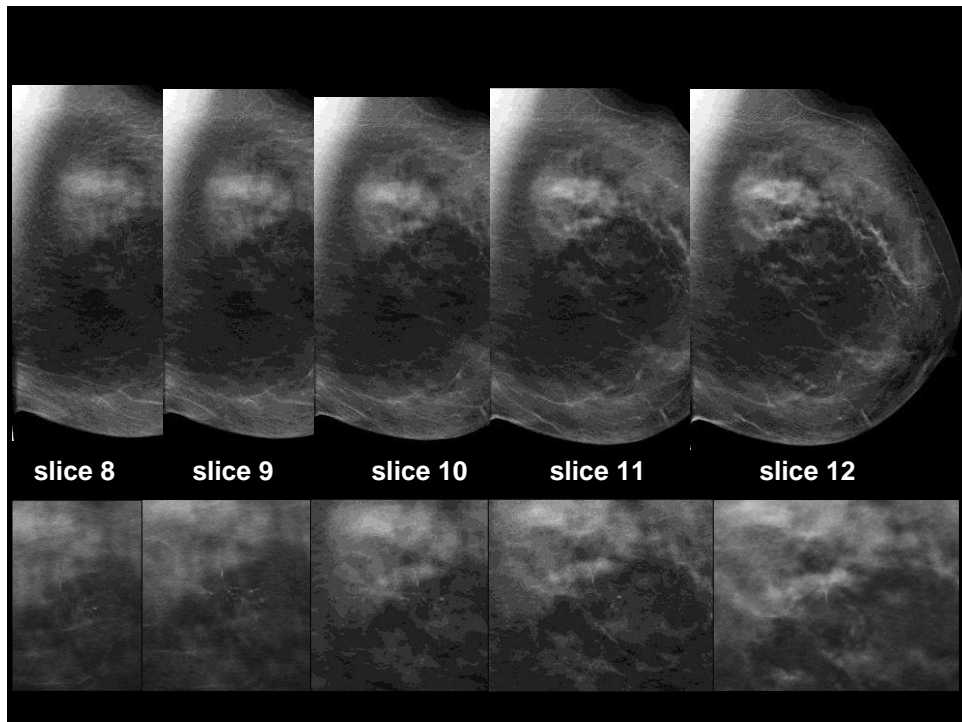


Figura 5. Imágenes basales de tomosíntesis: Cúmulo de microcalcificaciones en mama izquierda. Carcinoma in situ.

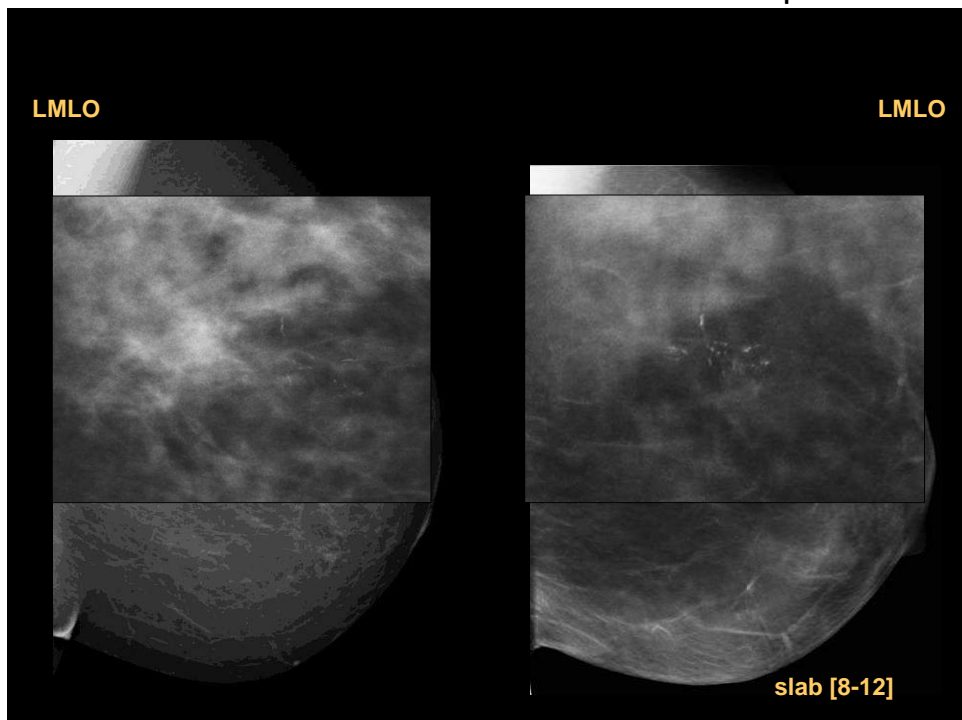


Figura 6. Comparación de la imagen mamográfica con la reconstrucción volumétrica de 1 cm, obtenidas a partir de las imágenes basales.

Como desventajas podemos incluir la posibilidad de tener más artefactos de movimiento por la duración del estudio, artefactos por grandes calcificaciones e interpretación más lenta de los estudios por el número de imágenes a leer.

Se ha sugerido que la técnica disminuiría el número de rellamadas en los programas de cribado al disminuir los artefactos de sumación hasta en un 83%.

Se plantea como alternativa a la MD convencional (Figura 7) tanto en diagnóstico como en cribado, pero existen dudas sobre si será necesario hacerla solo en proyección oblicua medio lateral (OML) o en ambas proyecciones.

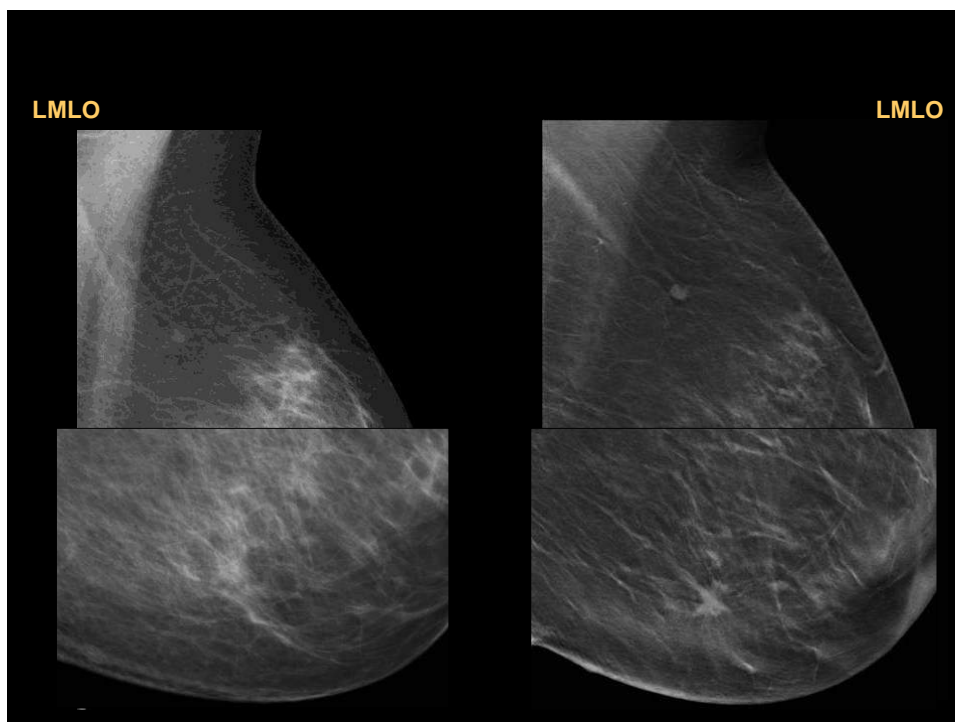


Figura 7. Nódulo espiculado BIRADS 5 en cuadrantes inferiores de mama izquierda (proyección oblicua). Comparación entre la imagen mamográfica con la reconstrucción volumétrica de 1 cm, obtenidas a partir de las imágenes basales de la tomosíntesis.

Para su aplicación clínica debería demostrar su “valor añadido” a los estudios convencionales; disminuir la tasa de rellamadas, un mayor VPP o bien la disminución en el número de biopsias innecesarias.

Tecnología de fusión de imágenes

El aumento de la capacidad diagnóstica puede conseguirse combinando el detalle anatómico de la mamografía con otras técnicas de imagen. Se ha intentado añadir a la plataforma digital otra técnica de imagen intentando la superimposición de los datos digitales.

La fusión con la RM tiene muchas limitaciones al tratarse ésta de una técnica tridimensional, en contraposición a la mamografía que es bidimensional. También la posición de la paciente durante la

realización del estudio es diferente. Se está trabajando en otras opciones como la fusión con imágenes gammagráficas, lo que añadiría el dato funcional al morfológico, así como con la ecografía, con la que las expectativas son mejores.

Avances es lectura mamográfica: diagnóstico asistido por ordenador: CAD

Son sistemas de inteligencia artificial que analizan mamografías digitales o digitalizadas buscando hallazgos sospechosos, poniendo sobre ellos una marca que difiere según el tipo de hallazgo.

Se diseñan para conjugar sensibilidad y especificidad, haciendo énfasis en la sensibilidad al tratarse de una herramienta de despistaje. El número de marcas/caso (uno de sus principales problemas) puede ser variable, según se intente más sensibilidad o especificidad (a más sensibilidad, más marcas, más falsos positivos).

El radiólogo posteriormente analiza las marcas y las depura. Su eficacia no parece estar limitada por la densidad mamaria.

Detecta mejor microcalcificaciones (80-95%) que masas (48-84%) (Figura 8). Suponen un aumento en la tasa de detección entre 6-16%, según los distintos estudios, y podría utilizarse como alternativa a un segundo lector.

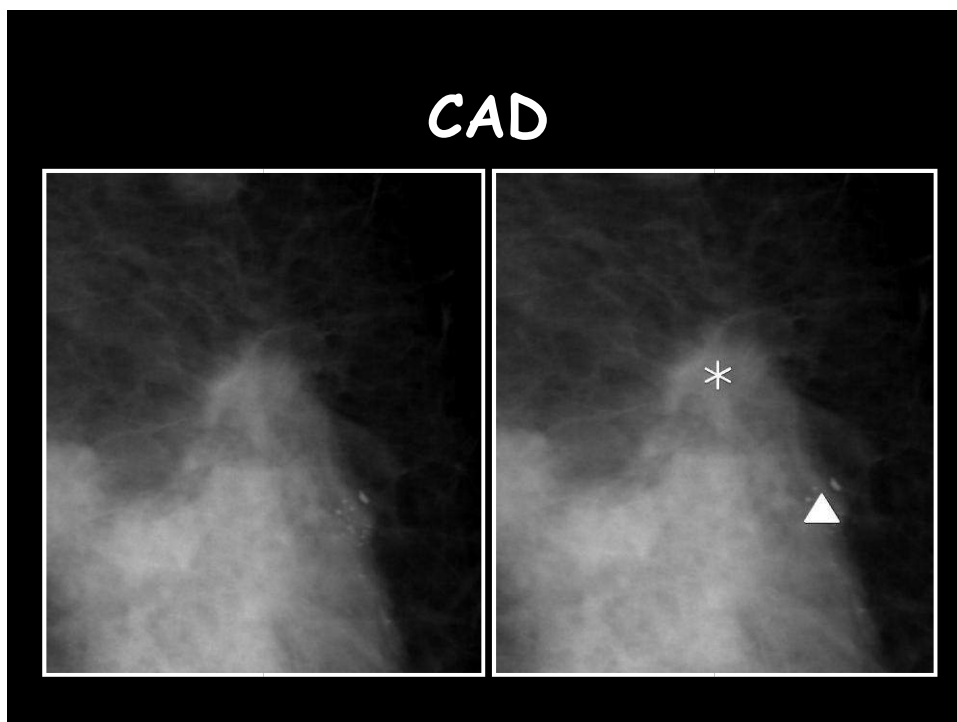


Figura 8. El CAD identifica áreas altamente sospechosas en la mamografía, permitiendo al radiólogo concentrarse en puntos específicos. Microcalcificaciones (punta de flecha). Masa (asterisco).

Como desventaja se menciona el número de marcas/caso (1,5-4) que hay que depurar (lo que puede condicionar morbilidad especialmente en radiólogos poco experimentados) y la falsa sensación de seguridad que puede condicionar.

En un metanálisis reciente que incluye 347.324 casos, la sensibilidad es del 86% (95% CI 84,2-87,6%) y la especificidad del 88,2% (95% CI 88,1-88,3%). De 100.000 mujeres sometidas a cribado el CAD detectó 50 cánceres adicionales, 1.190 rellamadas más (96% falsos positivos) y 80 biopsias adicionales (65% falsos positivos).

AVANCES EN ECOGRAFÍA

Ultrasonografía con contraste de la mama (USCC)

El uso de contrastes en ecografía mamaria se basa en los mismos principios que en el resto de las técnicas, la detección del tumor por su angiogénesis, tanto en los carcinomas infiltrantes (es conocido que el crecimiento tumoral y su capacidad para metastatizar ésta en relación con su angiogénesis entre otros factores) como en los carcinomas in situ.

Los tumores mamarios presentan un aumento de la permeabilidad vascular, neovascularización irregular y caótica así como vasos con alteraciones en su pared (Figura 9).



Figura 9. a) Estudio ecográfico basal. Lesión hipoeoica de contorno irregular. b) Ecografía con contraste: la lesión muestra una importante vascularización, con realce precoz y vaso aferente.

El doppler permitiría visualizar estos vasos en el nivel de arteriolas y vénulas, pero no en el lecho capilar, donde están los cambios más significativos,; lo que condiciona una mala correlación entre los resultados del doppler y los histopatológicos.

El uso de los contrastes intenta mejorar los resultados del doppler; no obstante, los primeros resultados con ecografía con contraste en mama han sido poco alentadores. Por una parte, las microburbujas son frágiles cuando se realiza el examen con transductores de alta frecuencia; por otra parte, el flujo lento de estos vasos y los artefactos de movimiento que condiciona la respiración han limitado su uso.

Se necesita una modalidad de imagen que potencie la microcirculación y que permita un análisis de la misma. Al conseguir esto han contribuido dos factores:

1. Nueva generación de medios de contraste con más permanencia en el lecho vascular, constituida por microburbujas de sulfuro de hexfluorido (SF₆) estabilizado con una cubierta de fosfolípidos (*Sonovue, Bracco, Milan, Italia*).
2. Softwares ecográficos específicos que potencien el 2º armónico (utilizando 2 pulsos, el 2º fuera de fase y sumando los ecos de retorno).

Las imágenes se obtienen tras la inyección IV de 5 ml. de contraste, seguida de 10 ml de solución salina para limpiar la vena, recogiendo la respuesta hasta los 2 minutos tras la inyección.

Las posibles aplicaciones son:

- *Caracterización de lesiones sospechosas:* estudiando parámetros morfológicos y curvas de captación. Las lesiones malignas captan más, de forma más precoz e intensa y tienen un llenado inicialmente periférico con extensión centripeta. Las curvas son más precoces y con lavado; hay que reseñar que la captación es mucho más precoz que en la RM (15" vs 150"). Los falsos negativos están en relación con lesiones pequeñas, de bajo grado, y los falsos positivos por lesiones benignas muy proliferativas. No se ha demostrado todavía que aumente la especificidad de la RM.
- *Evaluación del ganglio centinela:* la captación de los ganglios normales es homogénea, en caso de afectación se observan zonas hiporealizadas.
- *Diagnóstico diferencial entre recurrencia/cicatriz posquirúrgica.*
- *Seguimiento de la neoadyuvancia y valoración de la respuesta al tratamiento.*

Por ahora, el papel de estas técnicas en la detección, estadificación o seguimiento de las lesiones mamarias no está claro, porque no hay resultados concluyentes ni una estandarización adecuada de los aspectos técnicos.

Sonoelastografía

Es una técnica adicional a la ecografía convencional y al doppler, que pretende aumentar la especificidad de la ecografía, aportando información sobre la dureza y elasticidad de las lesiones mamarias en comparación con el tejido circundante, dureza que se representa en diferentes grados y combinaciones de color. En el mapa de color la máxima elasticidad se manifiesta en rojo y la máxima dureza es azul. El sistema también aporta información cuantitativa representada por las curvas de tensión/tiempo.

Para aplicar la técnica se selecciona un área que incluya la lesión y se aplica una fuerza de compresión de amplitud variable, que debe ser la adecuada, para explorar las diferencias de compresibilidad de la lesión con respecto al tejido (Figuras 10 y 11). La aplicación de una fuerza excesiva o una amplitud errónea condiciona falsos negativos (una limitación de la técnica), aunque ya existen equipos en los cuales los resultados no son dependientes de la fuerza de compresión.

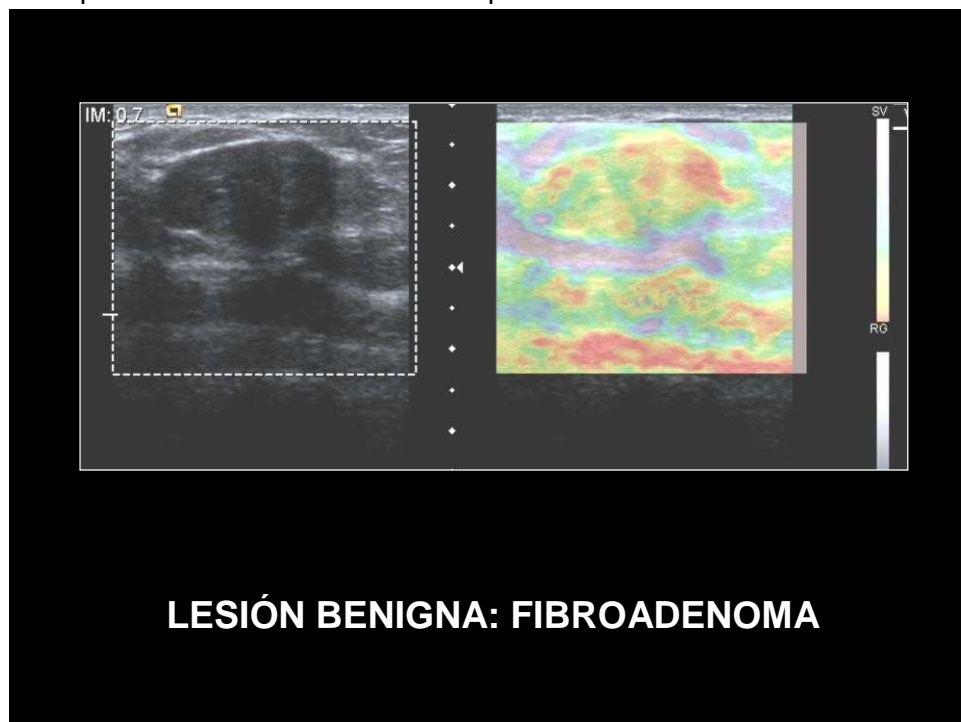


Figura 10. Fibroadenoma con patrón color típico de benignidad.

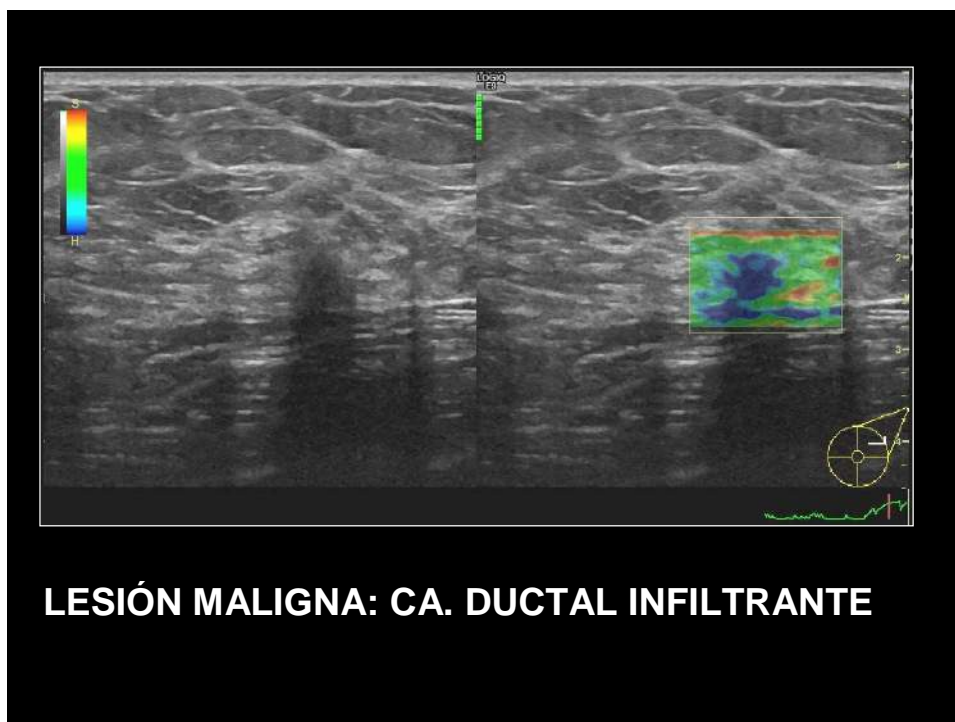


Figura 11. Carcinoma ductal infiltrante. La lesión muestra una baja elasticidad (máxima dureza) que se manifiesta en color azul.

Las lesiones se van a clasificar a semejanza del BIRADS, en grados (1-5) según el nivel de sospecha, y se ha publicado una sensibilidad de 85% y una especificidad de 82%.

Se incluyen entre sus indicaciones la mejor caracterización de las lesiones, pudiendo evitar el uso de la PAAF en lesiones BIRADS 3 y alargar el seguimiento a un año. Además, puede facilitar el diagnóstico de tumores con morfología indeterminada o benigna.

Como desventaja podría decirse que, al tratarse de una técnica manual, es muy exploradora, dependiente y precisa de un periodo de aprendizaje para que el grado y forma de compresión sea la adecuada, aunque hay herramientas de software que ayudan en ese sentido.

Esta técnica no puede valorarse sola; debe considerarse un descriptor más e integrarse en toda la información ecográfica de la que se dispone para el manejo de lesiones.

AVANCES EN RM

La RM mamaria es una técnica ampliamente utilizada en patología mamaria con una alta sensibilidad (88-100%) pero con una especificidad menor (60-80%), siendo su problema fundamental un VPP bajo con frecuentes falsos positivos. Por lo tanto, son necesarias mejoras que permitan aumentar esa especificidad, y para ello se desarrollan nuevas aplicaciones y secuencias entre las que podríamos incluir las secuencias de difusión y la espectroscopia.

Ambas técnicas pueden tener un papel importante en la valoración de la respuesta precoz al tratamiento neoadyuvante, incluso tras el 1º ciclo de tratamiento.

Secuencias de difusión

La difusión aporta información acerca del movimiento browniano aleatorio de las moléculas de agua libre en el espacio intersticial y a través de la membrana celular. Esta difusión del agua en los tejidos es diferente en los tumores con respecto al tejido normal.

El coeficiente de difusión aparente (CDA) es el valor utilizado para cuantificar esa movilidad de las moléculas de agua y es característico para cada tejido: se afecta por la densidad celular de las lesiones, la estructura de los tumores y su microvascularización.

Se utiliza una secuencia específica EPI (*spin echo-single shot planar image*) sin contraste IV, habitualmente antes del estudio de RM convencional, y posteriormente se obtiene un mapa de color y el valor numérico del CDA mediante un ROI en el área de interés (en las zonas de mayor captación de contraste, para lo que se utilizan como guía las imágenes de substracción del estudio dinámico, evitando las zonas de necrosis o fibrosis) y se compara con el mismo parámetro en el tejido normal (en 10-3 mm²/seg).

La desventaja de esta secuencia son los artefactos de desplazamiento químico y de susceptibilidad magnética, así como los de movimiento, que condicionan gran distorsión de la imagen (menor en las secuencias en paralelo). Además tiene una baja resolución espacial, por lo que no es muy útil para evaluar lesiones pequeñas.

Los tumores malignos tienen coeficientes bajos ($1,03 \pm 0,23 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{seg.}$), excepto los carcinomas mucinosos con coeficientes en el rango de la benignidad.

Las lesiones benignas tienen coeficientes más altos entre 1,74 y 2,17. Son típicos de los linfomas coeficientes extremadamente bajos, del orden de 0,5, y no existen diferencias entre los diferentes tipos de carcinoma invasivo ni tampoco entre el carcinoma in situ y el invasivo.

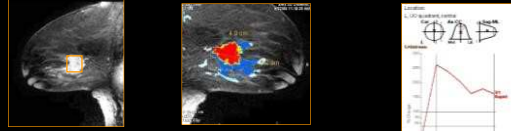
La aportación de la secuencia al estudio habitual pretende aumentar la especificidad, eliminando los falsos positivos frecuentes del estudio dinámico.

Espectroscopia

Es una técnica que permite estudiar los perfiles metabólicos de los tejidos, los cuales se modifican en presencia de la enfermedad. Detecta y cuantifica las señales de resonancia de ciertas moléculas presentes a concentraciones mucho más bajas (10-3 mol/g de tejido) que las del agua (55 mol/g de tejido). Se utiliza el pico de fosocolina como biomarcador del cáncer de mama, con el objetivo de caracterizar las lesiones como benignas o malignas (Figura 12).

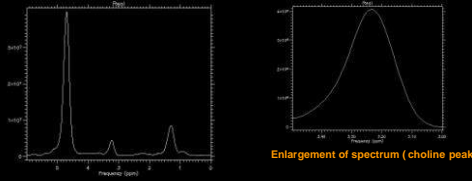
ESPECTROCOPIA:

FIG.12-A: 61 year old woman with mass (invasive ductal carcinoma)



A. Sagittal 3D contrast-enhanced fat-suppressed: at 2 minutes shows enhancing mass with single voxel in the lesion

Kinetic type 3

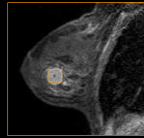


Enlargement of spectrum (choline peak)

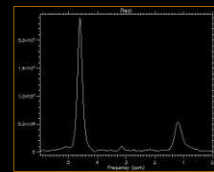
B. Spectroscopy: Single-voxel spectrum shows Choline resonance peak at 3,22 p.p.m

ESPECTROCOPIA:

FIG.12-B: 46 year old woman with mass (invasive ductal carcinoma)

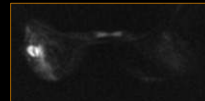


A. Sagittal 3D contrast-enhanced fat-suppressed: at 2 minutes shows enhancing mass with single voxel in

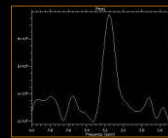


the

lesion



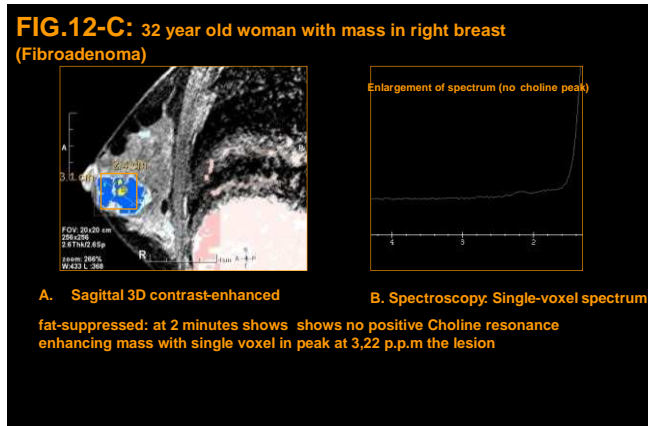
B. Diffusion: high signal intensity. ADC: 0,93



Enlargement of spectrum (choline peak)

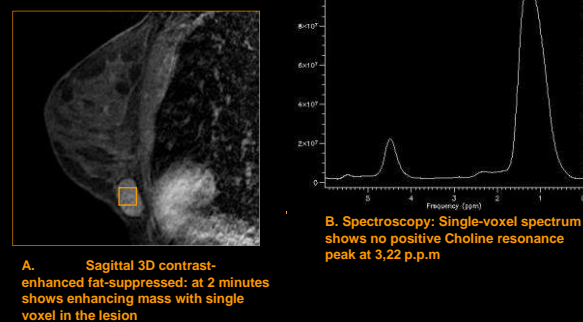
C. Spectroscopy: Single-voxel spectrum shows Choline resonance peak at 3,22 p.p.m

ESPECTROCOPIA:



ESPECTROCOPIA:

FIG.12-D: 41 year old woman with mass in right breast (benign T. Phyllodes)



ESPECTROCOPIA:

FIG.12-E: 46 year old woman with big mass in right breast (Angiosarcoma)

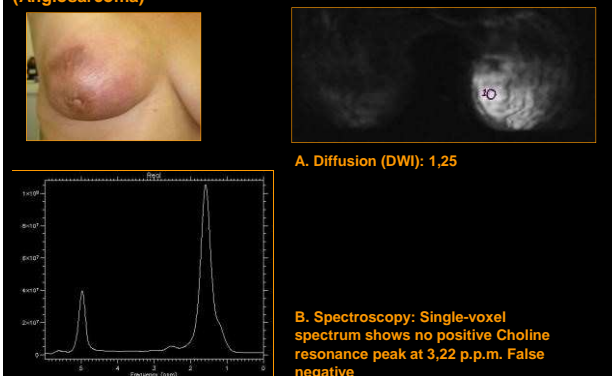


Figura 12. a) Secuencia dinámica con contraste. b) Imagen de difusión de la lesión. ADC compatible con carcinoma. c) y d) espectroscopia. Localización de pico de colina (frecuencia de 3,2 p.p.m, donde existe un pico de colina en que la relación S/R es superior a 2 (gráfica d) y por lo tanto significativo y sugestivo de malignidad).

La espectroscopia se realiza tras el estudio dinámico convencional: la técnica más usada es la del voxel único (ERMVU), que elige una zona concreta donde se realiza la valoración con una buena resolución espectral. La información se obtiene gráficamente mediante el espectro y numéricamente.

Se han desarrollado secuencias específicas (Steam, Press) con supresión de agua para destacar los metabolitos a estudiar, de voxel único. Estas secuencias tienen limitaciones a 1,5 T por su baja relación señal/ruido, sensibilidad y resolución. En el futuro su aplicación irá ligada a altos campos, aumentando así la resolución, y al desarrollo de nuevas secuencias más rápidas.

Se han descrito sensibilidades del 70-100% con especificidades 67-100%.

Su uso, junto con el estudio convencional, debería aumentar la especificidad de forma significativa, disminuyendo el número de biopsias necesarias para paliar los falsos positivos de la RM

AVANCES EN INTERVENCIONISMO. ABLACIÓN DE TUMORES MAMARIOS

Las técnicas de ablación térmica usadas en carcinomas de mama incluyen ablación por radiofrecuencia (ARF), crioablación, ultrasonidos de alta energía, láser de alta frecuencia y microondas.

La ARF, la más usada, produce necrosis por coagulación tisular por aumento de la temperatura tras la aplicación de energía electromagnética, procedente de una corriente alterna de alta frecuencia <30 MHz.

El procedimiento se realiza bajo control ecográfico con anestesia general y/o sedación.

El dispositivo, con forma de aguja, se introduce en el centro de la lesión, donde se despliegan los electrodos y se aplica una potencia de 3-10 W, que se va incrementado progresivamente. Entre los 5 y 25 minutos se produce un aumento brusco de la impedancia (roll-off). La lesión va aumentando progresivamente su ecogenicidad y hasta desaparecer en mayor o menor medida.

Los algoritmos de ejecución y el diseño de los electrodos todavía no están totalmente definidos, y las series presentadas son todavía cortas (Jeffrey, Izzo, Burak Oura, Apesteguía). No obstante, la técnica es segura y eficaz (ausencia de celularidad viable en más del 90% de los casos).

La desventaja fundamental es la imposibilidad de conocer el estado de los márgenes, especialmente ante componentes in situ significativos.

SUMARIO SOBRE LO APRENDIDO

- La mamografía digital (MD) obtiene una imagen más estable (se reduce la variabilidad en el contraste condicionada por la película y el procesado), con una menor resolución espacial pero con una resolución de contraste francamente mejor, una mejor relación señal/ruido y con menos dosis de radiación.
- La MD incluye a la mamografía en el entorno general de la imagen digital, mejora ligeramente los resultados que se obtenían con mamografía analógica y supone una plataforma inicial que permitirá el desarrollo de métodos de diagnóstico nuevos para la imagen mamográfica,

- La MDCC es una técnica en fase de desarrollo y validación, no obstante se han publicado sensibilidades en torno al 80%.
- La tomosíntesis supone la eliminación del ruido condicionado por la superposición de estructuras que es el responsable de muchos falsos positivos y negativos en mamografía (20%). Para su aplicación clínica debería demostrar su “valor añadido” a los estudios convencionales; disminuir la tasa de rellamadas, un mayor VPP o bien la disminución en el número de biopsias innecesarias.
- El CAD es un sistema de inteligencia artificial que analiza mamografías digitales o digitalizadas buscando hallazgos sospechosos, poniendo sobre ellos una marca que difiere según el tipo de hallazgo. Supone un aumento en la tasa de detección entre 6-16%. Según los estudios, consigue un aumento de sensibilidad en el ámbito de la doble lectura y se podría utilizar como segundo lector.
- La sonoelastografía es una técnica adicional a la ecografía convencional y al doppler, que pretende aumentar la especificidad ecográfica aportando información sobre la dureza y elasticidad de las lesiones mamarias en comparación con el tejido circundante. Se incluyen entre sus indicaciones la mejor caracterización de las lesiones pudiendo evitar el uso de la PAAF en lesiones BIRADS 3 y alargar el seguimiento a un año. Además, puede facilitar el diagnóstico de tumores con morfología indeterminada o benigna. Debe considerarse un descriptor más e integrarse en toda la información ecográfica de la que se dispone para el manejo de lesiones.
- La difusión y la espectroscopia son nuevas aplicaciones de RM, que pretenden aumentar la especificidad y disminuir el número de falsos positivos de la técnica. Ambas pueden tener un papel importante en la valoración de la respuesta precoz al tratamiento neoadyuvante, incluso tras el 1º ciclo de tratamiento.

GLOSARIO

CR: equipo radiológico que recoge la imagen en una placa de imagen específica que contiene una capa de fósforo fotoestimulable y que posteriormente es leída por un láser especial y digitalizada.

Resolución de contraste: capacidad de la imagen para revelar diferencias sutiles en la composición de los diferentes tejidos del organismo.

Resolución espacial: distancia mínima que debe haber entre 2 puntos del objeto para poderlos identificar en la imagen como independientes.

Voxel (del inglés *volumetric pixel*): es la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional. Constituye la unidad mínima procesable de una matriz tridimensional y es, por tanto, el equivalente del píxel en un objeto 2D.

VPP (valor predictivo positivo): proporción de pacientes con resultados positivos que son correctamente diagnosticados (es el dato más importante para evaluar un método diagnóstico).

CAD: tecnología que combina elementos de inteligencia artificial, que aplicada a las imágenes radiológicas permite la detección de lesiones.

Espectroscopia (en RM): es una técnica empleada principalmente en detección de estructuras moleculares, aunque también se puede emplear con fines cuantitativos. Algunos núcleos atómicos sometidos a un campo magnético externo absorben radiación electromagnética en la región de las frecuencias de radio o radiofrecuencias. Como la frecuencia exacta de esta absorción depende del entorno de estos núcleos, se puede emplear para determinar la estructura de la molécula en donde se encuentre.

BIBLIOGRAFÍA

1. Balleyguier C, Opolon P, Mathieu MC, Athanasiou A, Garbay JR, Delalogue S, Dromain C. New potential and applications of contrast-enhanced ultrasound of the breast: Own investigations and review of the literature. *Eur J Radiol.* 2009 Jan;69(1):14-23.
2. Daniel T. Ginat, MD, MS • Stamatia V. Destounis, MD • Richard G. Barr, MD, PhD • Benjamin Castaneda, PhD • John G Strang, M Deborah J Rubens, US Elastography of Breast and Prostate Lesions MD radiographs 2009; Volume 29 • Number 7.
3. Del Turco MR, Mantellini P, Ciatto S, Bonardi R, Martinelli F, Lazzari B, Houssami N. Full-field digital versus screen-film mammography: comparative accuracy in concurrent screening cohorts. *AJR Am J Roentgenol.* 2007 Oct;189(4):860-6.
4. Implementation of digital mammography in a population-based breast cancer screening program: effect of screening round on recall rate and cancer detection. Sala M, Comas M, Macià F, Martinez J, Casamitjana M, Castells X. *Radiology.* 2009 Jul;252(1):31-9. Epub 2009 May 6.
5. Itoh A, Ueno E, Tohno E, Kamma H, Takahashi H, Shiina T, Yamakawa M, Matsumura T. Breast disease: clinical application of US elastography for diagnosis. *Radiology.* 2006 May; 239(2):341-50.
6. Barceló J, Vilanova JC, Albanell J, Ferrer J, Castañer F, Viejo N y Argelaguet M. Resonancia magnética de la mama: utilidad de la difusión para diferenciar entre lesiones benignas y malignas. *Radiología.* 2009; 51 (1): 469-476.
7. Jong RA, Yaffe MJ, Skarpathiotakis M, Shumak RS, Danjoux NM, Guneseckara A, Plewes DB. Contrast-enhanced digital mammography: initial clinical experience. *Radiology.* 2003 Sep;228(3):842-50.
8. Apesteguía L, Ovelar A, Domínguez-Cunchillos F, Alfaro C, Trujillo R, Sanz MA et al. Ablación por radiofrecuencia de carcinomas de mama: resultados preliminares de un ensayo clínico. *Radiología* 2009; 51 (6): 591-600.

9. Lewin JM, Isaacs PK, Vance V, Larke FJ. Dual-energy contrast-enhanced digital subtraction mammography: feasibility. *diology*. 2003 Oct;229(1):261-8.
10. Noble M, Bruening W, Uhl S, Schoelles K. Computer-aided detection mammography for breast cancer screening: systematic review and meta-analysis. *Arch Gynecol Obstet*. 2009 Jun;279(6):88190.
11. P Stanwell, C Mountford. In vivo proton MR spectroscopy of the breast. *Radiographics* 2007; 27:S256-S266.
12. Park JM, Franken EA Jr, Garg M, Fajardo LL, Niklason LT. Breast tomosynthesis: present considerations and future applications.. *Radiographics*. 2007 Oct;27 Suppl 1:S231-40.
13. Pisano ED, Gatsonis C, Hendrick E, Yaffe M, Baum JK, Acharyya S, Conant EF, Fajardo LL, Bassett L, D'Orsi C, Jong R, Rebner. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breastcancer screening. M; Digital Mammographic Imaging Screening Trial (DMIST) Investigators Group. *N Engl J Med*. 2005 Oct 27;353(17):1773-83. Erratum in: *N Engl J Med*. 2006 Oct 26;355(17):1840.
14. Qiu Long-Huaa, Xiao Qina, Yang Wen-Taob, Tang Fenga, Shen Kun-Weic, Wu Bina, Gu Ya-Jiaa Diffusion-weighted MRI evaluation of breast cancer extension. *Clinical Imaging* 34 (2010) 89–96.
15. Rafferty EA. Digital mammography: novel applications. *Radiol Clin North Am*. 2007 Sep;45(5):83143.
16. Skaane P, Hofvind S, Skjennald A. Randomized trial of screen-film versus full-field digital mammography with soft-copy reading in population-based screening program: follow-up and final results of Oslo II study. *Radiology*. 2007 Sep;244(3):708-17.
17. Skaane P, Skjennald A. Screen-film mammography versus full-field digital mammography with softcopy reading: randomized trial in a population-based screening program--the Oslo II Study. *Radiology*. 2004 Jul;232(1):197-204.
18. Tardivon A, El Khoury C, Thibault F, Wyler A, Barreau B, Neuenschwander S[Elastography of the breast: a prospective study of 122 lesions]. *J Radiol*. 2007 May;88(5 Pt 1):657-62. French.
19. Vigeland E, Klaasen H, Klingen TA, Hofvind S, Skaane P. *Eur Radiol*. 2008 Jan;18(1):183-91. Epub 2007 Aug 7. Full-field digital mammography compared to screen film mammography in the prevalent round of a population-based screening programme: the Vestfold County Study.
20. Vinnicombe S, Pinto Pereira SM, McCormack VA, Shiel S, Perry N, Dos Santos Silva IM. Full-field digital versus screen-film mammography: comparison within the UK breast screening program and systematic review of published data. *Radiology*. 2009 May;251(2):347-58.