



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

HOSPITAL GENERAL DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ.

DIVISIÓN DE RADIOLOGÍA E IMAGEN.

“CORRELACIÓN DE LOS HALLAZGOS ULTRASONOGRÁFICOS DE
NÓDULOS MAMARIOS SÓLIDOS CLASIFICADOS EN BI-RADS 3,4
O 5 Y ESTUDIO COMPLEMENTARIO DE ELASTOGRAFÍA CON EL
DIAGNÓSTICO HISTOPATOLÓGICO”

Tesis:

QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE:

RADIOLOGÍA E IMAGEN.

Presenta:

DR. GREGORIO GAONA CASTAÑEDA.

Asesor:

DRA. WENDY PERALES CORONA.

AGOSTO 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este trabajo fue realizado en el
Hospital General “Dr. Manuel Gea González”
División de Radiología e Imagen
Área de Ultrasonido bajo la dirección de la
Dra. Wendy Perales Corona.

Este trabajo de Tesis con No. PROT - 23-43-2010, presentado por el alumno Gregorio Gaona Castañeda se presenta en forma con visto bueno por el Tutor principal de la Tesis Dra. Wendy Perales Corona.

Tutor principal
Dra. Wendy Perales Corona.

Autorizaciones.

Director de Enseñanza
Dr. Octavio Sierra Martínez
Hospital General “Dr. Manuel Gea González”

Subdirectora de Investigación
Dra. María Elisa Vega Memije.
Hospital General “Dr. Manuel Gea González”

Jefe de División de Radiología e Imagen
Dr. José Luis Villalobos Juárez.
Hospital General “Dr. Manuel Gea González”

Asesor de tesis
Dra. Wendy Perales Corona.
Hospital General “Dr. Manuel Gea González”

“CORRELACIÓN DE LOS HALLAZGOS ULTRASONOGRÁFICOS DE
NÓDULOS MAMARIOS SÓLIDOS CLASIFICADOS EN BI-RADS 3,4
O 5 Y ESTUDIO COMPLEMENTARIO DE ELASTOGRAFÍA CON EL
DIAGNÓSTICO HISTOPATOLÓGICO”

Colaboradores:

Nombre: Dra. Wendy Perales Corona.

Firma: _____

Nombre: Dr. Enrique Gaona.

Firma: _____

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------|-----|
| Glosario | I |
| Relación de figuras y tablas | II |
| Resumen | III |
| Abstract | IV |
| 1. Introducción | 14 |
| 2. Antecedentes | 14 |
| 3. Marco de referencia | 37 |
| 4. Planteamiento del problema | 38 |
| 5. Justificación | 38 |
| 6. Objetivo | 39 |
| 7. Hipótesis | 39 |
| 8. Diseño de estudio | 39 |
| 9. Material y métodos | 39 |
| 9.1- Universo de estudio | 39 |
| 9.2- Tamaño de la muestra | 39 |
| 9.3- Criterios de selección | 39 |
| 9.3.1-Criterios de inclusión | 39 |
| 9.4-Definición de variables | 40 |
| 9.5-Descripción procedimiento | 40 |
| 10. Resultados | 40 |
| 11. Discusión | 47 |
| 12. Conclusiones | 48 |
| 13. Perspectivas | 49 |
| 14. Bibliografía | 50 |

GLOSARIO

Artefacto

Es el resultado de una exploración, que condicionado por la técnica, puede ser confundido con un hallazgo.

Atenuación acústica:

Disminución de la intensidad de una onda de sonido en el curso de su propagación, por absorción acústica y dispersión.

Biopsia

Una biopsia es procedimiento diagnóstico que consiste en la extracción de una muestra de tejido obtenida por medio de diversos métodos para examinarla histológicamente.

BI-RADS

Siglas de *Breast Imaging Report and Database System*, una herramienta radiográfica para garantía de calidad durante los reportes e interpretaciones de mamografías. El sistema, publicado y registrado en 1992 por el Colegio Americano de Radiología (ACR), es un esfuerzo colaborativo de varios grupos de salud.

Carcinoma

Es una forma de cáncer con origen en células de tipo epitelial o glandular, de tipo maligno. Los carcinomas constituyen el tipo más común de cáncer.

Cristal piezoeléctrico

Cristales que al ser sometidos a tensiones mecánicas adquieren una polarización eléctrica, apareciendo una diferencia de potencial y cargas eléctricas en su superficie. Este fenómeno también se presenta a la inversa, esto es, se deforman bajo la acción de fuerzas internas al ser sometidos a un campo eléctrico. Por tanto es el elemento clave para convertir los ecos en voltaje en el transductor.

DICOM

(Digital Imaging and Communication in Medicine) es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas

Ecogenicidad

Es una característica cualitativa de los tejidos, que describe la capacidad de formación de señales de eco en los sonogramas; depende de diversos factores como la densidad del tejido, el contenido de agua, o de aire etc. Esta característica se evalúa en base a escalas cualitativas por ejemplo: Anecóica, isoecóica, hipoeoico, hiperecoico y ecogenico.

Ecografía (sonografía o ultrasonido)

Procedimiento para el diagnóstico por imagen mediante el procesamiento de señales ultrasónicas de eco en base a la visualización de diversos cortes.

Fibroadenoma

Es una neoplasia formada por el tejido fibroso y glandular. El aspecto ecográfico del fibroadenoma es similar al del quiste con excepción de la moldeabilidad mínima y de los ecos internos. Las estructuras internas ecointensas son características, el borde del tumor es lizo y delgado.

Frames

Fotograma o cuadro, imagen particular dentro de una sucesión de imágenes que componen una animación. La continua sucesión de estos fotogramas producen a la vista la sensación de movimiento, fenómeno dado por las pequeñas diferencias que hay entre cada uno de ellos.

GUI

Graphical User Interface

JPEG

Joint Photographic Experts Group. Es un método comúnmente utilizado para la compresión de imágenes fotográficas.

Modo B

Modo convencional de obtención de imágenes de ultrasonido. La letra B indica que es bidimensional es decir representa en dos dimensiones imágenes obtenidas por el rebote de los ecos en escala de grises.

Radiación ionizante

Son aquellas radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo. La exposición a las radiaciones aumenta la probabilidad de contraer cáncer, y que esta probabilidad aumenta con la dosis recibida.

Transductor

Es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida. Los transductores emplean el efecto piezoeléctrico para convertir los ecos rebotados en voltajes para su posterior visualización.

Nódulo mamario

Un nódulo es una lesión ocupante de espacio y debe verse en dos proyecciones diferentes. Deben distinguirse de las estructuras anatómicas normales como las costillas o los lóbulos grasos, efectuando dos o más proyecciones en tiempo real. Cualquiera de los tejidos de la mama puede dar origen a un nódulo: conductos, acinos, estroma o tejido conectivo de sostén y tejido graso.

Elastografía

El elastograma es la imagen obtenida de la elasticidad puntual, esta imagen es básicamente una imagen bidimensional con una escala de color que indica la rigidez del tejido visualizado, los colores son asignados en base a los valores puntuales del modulo de Young para lo cual es necesario obtener la tensión y la fuerza aplicada

II

Relación de figuras y tablas

Figuras

Figura 1. Tasa de mortalidad de las principales neoplasias malignas, incluida la del cáncer de mama: INEGI, 1998-2008.

Figura 2. Desplazamiento en la imagen por ondas sonoras.

Figura 3. Ejemplo de sistema de adquisición de datos para la generación de imágenes ultrasónicas.

Figura 4. Localizaciones de las lesiones según las manecillas del reloj, así como barridos radiales y antirradiales.

Figura 5. Adenopatía axilar en una paciente con carcinoma de mama.

Figura 6. Carcinoma medular de tiroides.

Figura 7. Adenopatía axilar en una paciente con carcinoma de mama.

Figura 8. Distribución de la edad de las pacientes.

Figura 9. Antecedente de cáncer de mama en la familia.

Figura 10. Distribución del diagnóstico histopatológico.

Figura 11. Distribución de pacientes en términos de BI-RADS.

Figura 12. Distribución de casos por elastografía.

Figura 13. Procedimiento de ultrasonido y elastografía.

Figura 14. Ultrasonido convencional. Lesión de aspecto maligno.

Figura 15. Ultrasonido y Elastografía. Lesión de aspecto maligno.

Figura 16. Ultrasonido convencional. Lesión de aspecto indeterminado.

Figura 17. Ultrasonido y Elastografía. Lesión probablemente benigna.

Tablas

Tabla 1. Características ultrasonográficas de lesiones malignas y benignas.

Tabla 2. Clasificación de BI-RADS.

Tabla 3. Diferencia entre ecografía mamaria convencional, elastografía y mamografía radiológica.

Tabla 4. Variables dependientes e independientes.

Tabla 5. Distribución de la edad de los pacientes.

Tabla 6. Antecedente de cáncer de mama.

Tabla 7. Distribución del diagnóstico histopatológico.

Tabla 8. Distribución de los pacientes en términos de BI-RADS.

Tabla 9. Distribución de casos por elastografía.

Tabla 10. Procedimientos de ultrasonido y elastografía.

Tabla 11. Sensibilidad y especificidad.



RESUMEN

Fundamentos: El cáncer de mama es el tumor más frecuente en las mujeres a partir de los 40 años de edad en México. El objetivo de este estudio es determinar si los nódulos mamarios visto por ultrasonido y estudio complementario de elastografía correlacionan con el diagnóstico histopatológico de benignidad y malignidad.

Métodos: Se revisaron 30 expedientes de pacientes que tuvieran estudio ultrasonográfico y estudio complementario de elastografía, con el diagnóstico de nódulo mamario clasificado en BI-RADS 3,4 o 5.

La validación de datos se realizó mediante las medidas de tendencia central y dispersión: rango, media, moda, mediana y desviación estándar, proporciones o porcentajes, así como sensibilidad y especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, de la ecografía y estudio complementario de elastografía mamaria con respecto al diagnóstico histopatológico.

Resultados: De los 30 expedientes revisados se observó que 17 tuvieron lesión maligna, 13 con lesión probablemente benignas, que se corroboró con estudio histopatológico, el grupo de edad entre los 46-55 años de edad representaron un 36.3% del total de las pacientes, las que tienen una edad entre 36-45 años representaron un 33.3%, seguido de las que tienen una edad entre 56-65 años que representan el 13.4%, las que tienen menos de 25 años representaron el 10% y las que tenían una edad entre 26-35 años representaron el 6.6% del total de los pacientes. Del total de pacientes 5 tenían antecedente de cáncer de mama familiar.

Los nódulos fueron clasificados en BI-RADS, de los cuales el 36.6% corresponde a BI-RADS 3, el 33.3% a BI-RADS 4 y el 30.1% correspondieron a BI-RADS 5.

El ultrasonido y estudio complementario con elastografía, demostró que de las 30 lesiones estudiadas 12 eran de tipo maligno y 18 de tipo benigno, y al hacer la correlación histopatológica, se observó una sensibilidad y especificidad mayor al 80%, con un valor predictivo positivo del 85% y valor predictivo negativo del 75%. La asociación entre diagnóstico histopatológico y diagnóstico por ultrasonido y elastografía fue significativo para una $p < 0.0025$

Conclusión: Se observó que el ultrasonido y estudio complementario de elastografía mamaria, es una herramienta más para la caracterización de nódulos mamarios de aspecto maligno o benigno, lo que permite al médico una mayor certeza diagnóstica, reduciendo la toma de biopsias innecesarias y gastos extras al paciente y a la institución

IV

ABSTRACT

Background: Breast cancer is the most frequent tumor in Mexican women starting at 40 years old. The objective of this analysis is to determine if mammary nodules seen by an ultrasound and a complementary elastography study correlate with the benign or malign hispatologic diagnosis.

Methods: Thirty (30) patient files with ultrasound and a complementary elastography study, having the mammary nodule diagnosis classified BI-RADS 3, 4 or 5 were reviewed. The data validation was done by the measures of central tendency and dispersion: mean, median, mode, range, standard deviation, percent and proportion as well as the sensibility and specificity, positive & negative predictive values of the ecography and the complementary mammary elastography correlated to the hispatologic diagnosis.

Results: From the 30 files reviewed, it was observed that 17 had a malign injury, 13 with benign probably injury that was corroborated with a hispatologic study, the group of ages between 46 to 55 years represented 36.3% from the total of patients, the group of ages between 36 to 45 years represented 33.3%, followed by the rank age between 56 to 65 years that represented the 13.4%, women less than 25 years old represented 10% and finally rank age beetwen 26 to 35 years represented 6.6%. From the total of patients only 5 had breast cancer family background. The nodules where classified in BI-RADS, from which 36.6% correspond to a BI-RADS 3, the 33.3% to a BI-RADS 4 and 30.1%, correspond to BI-RADS 5. The ultrasound and a complementary elastography study demonstrate that from the 30 injury case of study, 12 where malign and 18 with benign profile, by doing the hispatolic correlation it was observed a sensibility and specificity greater than 80%, with a positive predictive value of 85% and a negative predictive value of 75%. The association between the hispatologic diagnosis and the diagnostic by ultrasound and elastography was significant for a $p < 0.0025$.

Conclusion: It was observed that the ultrasound and the complementary mammary elastography is an additional tool for mammary nodule characterization from either benign or malign profile, which allows the physician get a better and certain diagnostic, besides to lower the possibilities of taking unnecessary biopsies and reducing the expenses to the patient and institution.

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama es la neoplasia maligna más frecuente en la mujer occidental y la principal causa de muerte por cáncer en la mujer en Europa, Estados Unidos de Norteamérica, Australia y algunos países de América Latina. Se estima una incidencia de 700 000 casos nuevos cada año en el mundo con alrededor de 300 000 fallecimientos anuales. Como ejemplo, en USA el año 2000 hubo 182 800 nuevos diagnósticos y 42 300 muertes por la enfermedad. En el Reino Unido se reportaron 35 000 casos nuevos y 13 000 fallecimientos. La frecuencia de cáncer de mama está aumentando considerablemente debido a la difusión de métodos de diagnóstico oportuno mediante imágenes lo que ha permitido desarrollar programas de detección precoz de la enfermedad.

La incidencia es variable en los diferentes países con cifras elevadas en el norte de Europa, 129 por 100 000 mujeres en los países escandinavos, 110 por 100 000 en Italia y Estados Unidos de Norteamérica, 95 por 100 000 en Holanda y Reino Unido, y tasas pequeñas en países asiáticos como Japón con una tasa reportada de incidencia de 30 por 100 000 mujeres.

En la actualidad existen como método de detección oportuna de cáncer de mama la mamografía de escrutinio. Existen otras técnicas de imagen que sirven como herramienta para caracterizar mejor los nódulos como es el uso del ultrasonido-elastografía y la resonancia magnética.

México es uno de los países como mayor incidencia en mujeres jóvenes, a las que no esta indicado tomar mastografía, por lo que el estudio de elección en estas pacientes es el ultrasonido mamario. Se observa una alta incidencia de biopsias no justificadas, por lo que el uso actual del ultrasonido se reconoce como un método no invasivo y que no ocupa radiación ionizante, siendo una herramienta indispensable para la caracterización de las lesiones benignas o malignas. La elastografía es una aportación innovadora para la tecnología del ultrasonido que permite valorar el componente elástico de las lesiones y determinar su probable origen (aspecto benigno o maligno), lo cuál contribuye a bajar la incidencia de toma de biopsias injustificadas y tener un diagnóstico más certero.

El uso del ultrasonido y elastografía presenta una sensibilidad y especificidad mayor al 80% en la caracterización de las lesiones de tipo benigno y maligno.

El diagnóstico de malignidad y benignidad definitivo se hace por medio de la biopsia y diagnóstico histopatológico, hoy en día aun no existe ningún método que lo sustituya.

2. Antecedentes.

Actualmente el cáncer de mama es uno de los padecimientos más comunes entre las mujeres debido a que las cifras han aumentado considerablemente en los últimos 20 años, lo más preocupante es que la mayor parte del tiempo se detecta cuando ya se encuentra en una etapa avanzada. Todo esto se deriva de la poca cultura de prevención en México aunado a que el diagnóstico no es preciso debido a que los métodos de imagenología son insuficientes (1).

En el ámbito mundial el cáncer de mama es la primera causa de muerte en la mujer, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud existen en el mundo

un millón ciento treinta y cinco mil mujeres con cáncer de mama. Cada año se registran 895 mil casos nuevos y 380 mil muertes. El mayor número de decesos por cada 100 mil mujeres se observa en América del Norte, sobre todo en Estados Unidos, así como en Europa Occidental, Inglaterra Suiza y Uruguay (2).

En México el cáncer de mama es la primera causa de muerte en la mujer le sigue el cáncer cérvico uterino. Estudios realizados por especialistas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), demuestran que va en ascenso la tendencia de mortalidad por este padecimiento en mujeres derechohabientes. En los últimos años en México, según la Dirección General de Epidemiología, se ha incrementado la mortalidad de 8 por cada 100 000 en 1980 a 15 por cada 100 000 en 1995.

Según datos proporcionados por INEGI, la mortalidad por cáncer mamario en México, mantiene una tendencia ascendente con algunas variaciones en los últimos registros. En 2002 se notificaron 3 822 muertes por esta causa, lo que corresponde a una cifra de mortalidad de 15.18 defunciones por 100 mil mujeres de 25 años y más. Esta cantidad representa la cifra más alta jamás alcanzada en el país y significa que diariamente mueren un poco más de 10 mexicanas por cáncer de mama.

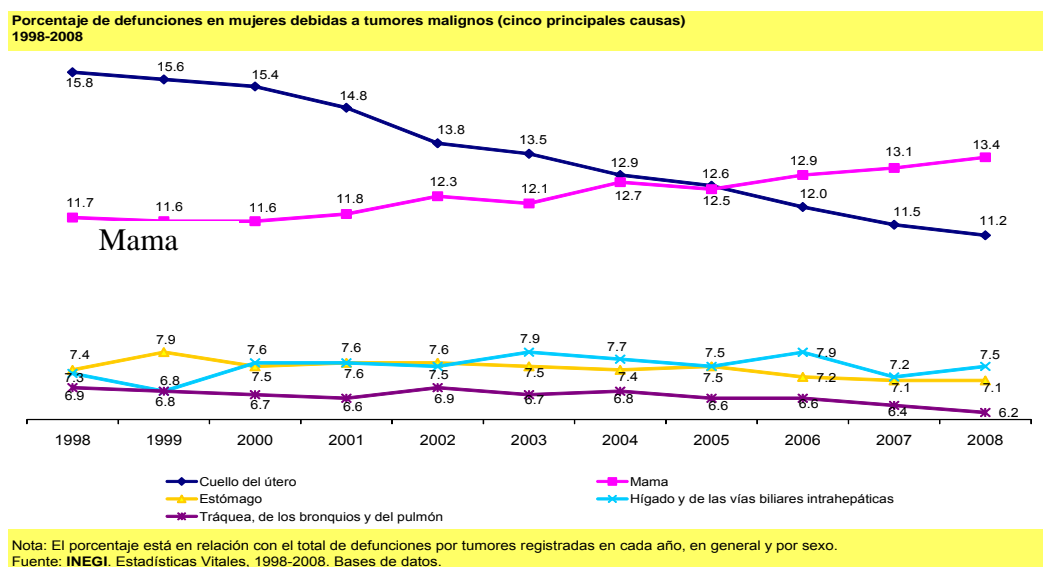


Figura 1. Tasa de mortalidad de la principales neoplasias malignas, incluida la del cáncer de mama: INEGI, 1998-2008.

En la figura 1 observamos que la tendencia de la tasa de mortalidad del cáncer de mama es ascendente y no se puede pronosticar cuando empezará a descender.

Según datos preliminares del registro histopatológico, el número de nuevos casos de cáncer de mama que se presentaron en el año 2002 fue de 11 242, lo que nos lleva a decir que es una cantidad impactante comparada con años anteriores en los que la cifra no rebasaba los 10 mil casos anuales. Este aumento de casos en el año 2002 significó que en las instituciones del Sistema Nacional de Salud del país se hayan diagnosticado más de 50 casos de cáncer mamario en

cada día laborable, y lo más alarmante es que la mayoría de estos casos se diagnosticaron en etapas avanzadas de la enfermedad (1).

Hoy en día, la mastografía es el método más común de detección de cáncer de mama, sin embargo conlleva a efectos adversos de la exposición a la radiación ionizante. Es importante mencionar que la FDA recomienda a las mujeres menores a 35 años a no realizarse mastografía a menos de ser rigurosamente necesario. Además este método de imagen nos brinda información de la existencia de un tumor más no de su origen.

Para determinar si este tumor es cancerígeno es necesario realizar una biopsia, la cual es un procedimiento doloroso y traumático para la cual se requiere equipo especializado de alto costo, sin mencionar el tiempo de espera que tardan los resultados en llegar a la paciente. Muchas de estas biopsias confirman un tumor cancerígeno, sin embargo por cada 4 biopsias realizadas solo una es maligna (Seltzer 1992, 1997). En Estados Unidos se cuenta con cifras de la cantidad de dólares que le cuesta al sistema de salud las biopsias de masas benignas y este costo asciende a dos billones anuales (Thitaikumar 2008), es ahí donde surge la necesidad de evaluar de forma más simple si una masa es benigna o maligna (3).

Tipos de pruebas de detección

Las pruebas de detección del cáncer de mama permiten examinar los senos (mamas) de una mujer para detectar la posible presencia de células cancerosas antes de que aparezcan los primeros síntomas o signos de la enfermedad. Actualmente se utilizan tres principales pruebas para detectar el cáncer de mama que son la resonancia magnética, el ultrasonido y la mamografía, siendo esta última la más común:

- a) **Mamografía.** Una mamografía es un estudio radiológico simple de los senos de baja dosis de radiación que se lleva a cabo con un aparato especialmente diseñado para este fin. El mastógrafo o mamógrafo emplea rayos X con una tensión de 22 a 35 kV. Dicho estudio consiste en la toma de dos proyecciones: el primer céfalo Caudal y el otro medio oblicua lateral. Las mamografías son el método más utilizado actualmente para detección temprana del cáncer de mama.
- b) **Tomosíntesis.** La tomosíntesis es un nuevo método de mamografía en el cual el tubo de rayos x rota alrededor de la mama para obtener un número de proyecciones a diferentes ángulos para observar lesiones de mamas densas que no son visibles en una mamografía convencional, con la posibilidad de hacer una reconstrucción tridimensional. Este método emplea los principios físicos de la tomografía pero exclusivamente para un escaneo completo de mama, minimizando la dosis de radiación y con mayor precisión en el diagnóstico.
- c) **Examen clínico de mama.** Es un examen mediante el cual un médico o enfermero/a palpan la mama para detectar la posible presencia de

tumoraciones u otros cambios. El tacto es la forma más antigua de detección de cáncer de mama.

- d) **Imágenes por resonancia magnética (IRM).** Es un tipo de exploración que utiliza un imán conectado a una computadora y que toma fotos detalladas del interior de la mama. La RMN de mama proporciona información valiosa acerca de muchas patologías mamarias que no pueden obtenerse mediante otras modalidades de diagnóstico por imágenes, como la mamografía o el ultrasonido. La RMN de mama no reemplaza la mamografía o el ultrasonido, sino que es una herramienta suplementaria para detectar y determinar la evolución del cáncer de mama y otras anomalías mamarias. Actualmente, se están llevando a cabo estudios para determinar si la RMN y otros métodos de diagnóstico por imágenes pueden contribuir a la detección temprana del cáncer de mama y a la prevención de muertes a causa del mismo.
- e) **Biopsia.** A través de este examen se extrae una muestra de tejido o de fluido de la mama para examinarla en el laboratorio y analizarla. Existen distintos tipos de biopsias (por ejemplo, la aspiración con aguja fina, biopsia con aguja gruesa o biopsia abierta).
- f) **Ecografía mamaria.** El ultrasonido de mama es un estudio clínico no doloroso que ayuda a los médicos a diagnosticar y tratar las enfermedades. Dicho estudio produce una imagen bidimensional de las estructuras y tejidos internos de la mama, la cual proyecta la existencia de posibles tumores. Es realizado por medio de un transductor y no produce ningún tipo de incomodidad en el paciente. Es importante mencionar que el ultrasonido de mama no sustituye a la mastografía, es simplemente un estudio complementario.

A pesar de ser la mastografía la forma de detección más utilizada actualmente debido a la alta resolución de sus imágenes y la posibilidad de observar micro calcificaciones podemos decir que también tiene algunas desventajas por lo que es necesario complementar con ultrasonido o resonancia (3).

Ultrasonido

Los sistemas de ultrasonido de uso general proveen imágenes en dos dimensiones (2-D) de la mayoría de los tejidos blandos sin someter a los pacientes a rayos X. Estos mismos son usados en los departamentos de imagenología de los hospitales para complementar otras modalidades de imagen y en otros departamentos, además también se usan para escaneo abdominal y de gineco-obstetricia en consultorios privados.

Algunos sistemas incluyen transductores adicionales para facilitar el diagnóstico de procedimientos más especializados como los cardíacos, vasculares, endovaginales, endotraqueales o de partes pequeñas. Un sistema típico de escaneo por ultrasonido consta de las siguientes partes:

- a) Formador de rayo (en inglés “beamformer”)

- b) Unidad central de procesamiento
- c) Interfase de usuario (teclado, panel de control)
- d) Varios tipos de transductores o cabezas para escanear
- e) Uno o varios monitores o pantallas de despliegue de video
- f) Dispositivo de almacenamiento de datos
- g) Fuente de poder o sistema de alimentación eléctrica

La imagen de ultrasonido se logra colocando un transductor, que contiene uno o más elementos de material piezoeléctrico, sobre la piel del paciente o se inserta dentro de alguna cavidad. Cuando la energía de ultrasonido emitida por el sensor es reflejada por el tejido, el transductor recibe algunos de estos reflejos (ecos) y los reconvierte en señales eléctricas. Estas señales son procesadas y convertidas en imagen, en la cual se puede observar la diferencia de tejidos, la estructura interna, y la funcionalidad de algunos órganos (sonograma). Gracias al ultrasonido podemos observar la existencia de lesiones o cambios en la estructura de los tejidos, los cuales pueden llegar a ser benignos o en su caso cancerígeno (4).

Principios físicos

El término ultrasonido hace referencia a las ondas sonoras a frecuencias más altas que las que quedan dentro del alcance del oído humano, es decir, a frecuencias superiores a los 18 kHz aproximadamente. Las ondas ultrasónicas obedecen a las mismas leyes básicas del movimiento ondulatorio de las ondas sonoras de frecuencias más bajas, sin embargo, tienen las siguientes ventajas:

A) Las ondas de frecuencias más altas tienen longitudes de onda más cortas, lo cual significa que la difracción o flexión en torno a un obstáculo de dimensiones determinadas se reduce en forma correspondiente. Por lo tanto es más fácil dirigir y enfocar un haz de ultrasonido.

B) Las ondas ultrasónicas pueden atravesar sin dificultad las paredes metálicas de tubo y recipientes. Esto quiere decir que el sistema de medición entero puede montarse externamente al fluido, es decir, es no invasor. Esto es de suma importancia ya que no entra en contacto con fluidos hostiles, o sea, aquellos con propiedades corrosivas, radioactivas, explosivas o flamables. Tampoco existe la posibilidad de que ocurra obstrucción con fluidos sucios o pastas aguadas.

C) El ultrasonido puede emitirse y propagarse a través del tejido biológico, lo que lo hace idóneo para aplicaciones médicas.

El Ultrasonido utiliza un tren de ondas mecánicas, generalmente longitudinales, originadas por la vibración de un cuerpo elástico y propagadas por un medio material y cuya frecuencia supera la del sonido audible por el genero humano: 20 000 ciclos/s (20 kHz) aproximadamente. Estas ondas sonoras corresponden básicamente a rarefacción y compresión periódica del medio en el cual se desplazan como vemos en la figura 2.

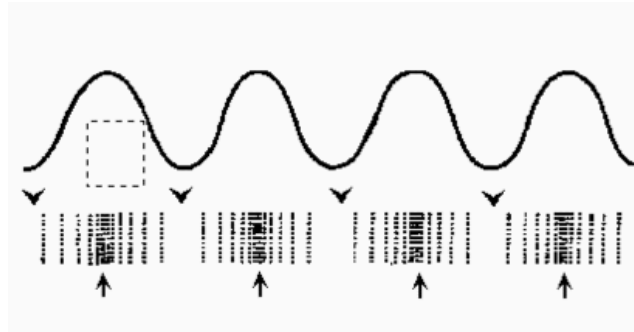


Figura 2: Desplazamiento en la imagen por ondas sonoras.

Para crear estos trenes de pulsos utiliza un cristal piezoeléctrico que emite ondas de energía hacia los tejidos del paciente. Un pequeño porcentaje es reflejado en las diferentes interfases y llega al transductor el cual lo traduce a un pequeño voltaje. El mayor porcentaje de energía atraviesa las diversas interfases y penetra a regiones mas profundas. Las frecuencias producidas por cuarzos sin tratar (quartz blanks), cubren un rango de entre los cientos de kilohertz hasta aproximadamente 25 MHz cuando vibran en modo fundamental y pueden extenderse a más altas frecuencias cuando operan a una frecuencia armónica.

El transductor actúa como emisor y receptor. En el modo receptor la presión de las ondas reflejadas comprime la superficie del cristal en el transductor y lo hace liberar un voltaje en su superficie. En modo emisor un voltaje a la superficie del cristal del transductor, produciendo una expansión del cristal lo que provoca la transmisión de la onda de ultrasonido (figura 3).

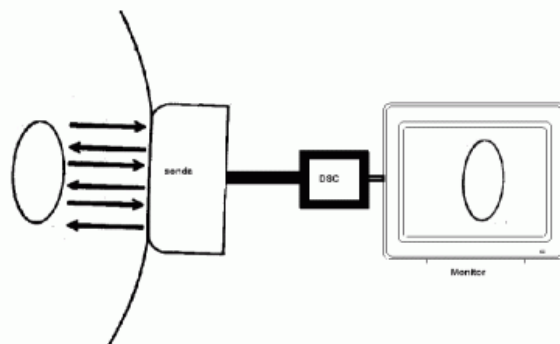


Figura 3: ejemplo de sistema de adquisición de datos para la generación de imágenes ultrasónicas.

Como el tiempo empleado en el recorrido de las ondas depende de la velocidad del sonido, cuando existen grandes diferencias en la impedancia acústica de los tejidos, por ejemplo al pasar de líquido a sólido, la relación tiempo distancia deja de ser lineal y se producen alteraciones en la imagen.

La intensidad de un pulso reflejado depende principalmente de la diferencia en la densidad de los dos materiales sobre cualquier lado de la interfase. Cada punto del eco se puede representar mediante un píxel cuya posición está determinada por el retraso de tiempo y cuya brillantez depende de la intensidad del eco. Con estos puntos obtenidos a partir de una serie de escaneos, se puede formar una imagen bidimensional. El transductor se mueve, o se usa un arreglo de cristales, cada uno de los cuales envía un pulso a cada posición (4).

Aplicaciones

Considerando que el primer ultrasonido comercial se presentó en 1960 es importante resaltar que el campo de aplicación de ultrasonido ha crecido enormemente en los últimos 40 años. Hoy en día se realizan estudios muy variados por este método clasificándolos por anatomía tenemos:

- a) **Obstétrico:** Es el campo más amplio, con el cual se realizan mediciones para estimar la edad gestacional del feto y hacer relaciones para evaluar su crecimiento, calculando el peso fetal.
- b) **Abdominales:** Con lo cual es posible evaluar todos los órganos abdominales los de mayor interés son el hígado, el páncreas, Doppler renal, la vesícula Biliar y vascularidad del hígado.
- c) **Ginecológicos:** Estudio muy común en consultorios médicos con el cual es posible evaluar quistes en los ovarios, el grosor del endometrio, realizar mediciones de cérvix, útero etc. Otra área que está tomando fuerza es la reproducción asistida y es posible llevar un control del crecimiento folicular para un embarazo planeado.
- d) **Músculo- esqueléticos:** La cual tiene gran aplicación en medicina del deporte, debido a que con nuevos métodos de procesamiento es posible evaluar grandes extensiones de músculos y huesos con transductores de alta frecuencia, también es empleado para evaluar dislocación de cadera en recién nacidos.
- e) **Cardiacos:** Aprovechando la característica de evaluación en tiempo real que ofrece esta modalidad de imagen médica es posible realizar un estudio del funcionamiento de cada válvula cardíaca, y con la ventaja que nos brinda el efecto Doppler es posible estudiar los flujos sanguíneos.
- f) **Vasculares:** Gracias al efecto Doppler podemos visualizar en color la dinámica de los flujos en venas, arterias del abdomen así como miembros superiores e inferiores.

- g) Testículos: Para la evaluación de anomalías y cambios estructurales por posibles quistes, tumoraciones o procesos inflamatorios así como para valoración pre y post cirugía.
- h) Prostáticos: Por medio de un transductor endocavitario es posible revisar la próstata e incluso tomar biopsias de tejidos sospechosos o para dar seguimiento a un cáncer de próstata.

Actualmente se le ha dado gran énfasis al ultrasonido Obstétrico que es su campo más amplio, pero en cada área el ultrasonido es ampliamente utilizado por las ventajas que presenta. También podríamos hacer una clasificación de acuerdo a los procedimientos para el cual es empleado y son:

- Endoscópicos
- Biopsias
- Con contrastes
- Guía para braquiterapia.

Ecografía de mama: Equipos y aspectos técnicos:

En ecografía, la resolución espacial se define en tres orientaciones: axial, lateral y de altura. La resolución axial es la capacidad de mostrar con definición dos estructuras adyacentes sobre el eje de haz y esta determinada por la longitud del pulso (longitud de onda multiplicada por la cantidad de ciclos por pulso), que disminuye conforme aumenta la frecuencia del transductor. Por lo tanto, si bien los transductores de alta frecuencia son de elección para estudiar el tejido mamario cuando el objetivo es conseguir una resolución axial máxima del tejido relativamente delgado. Determinada por el ancho del haz sonoro, la resolución lateral es la capacidad de mostrar con definición estructuras adyacentes que son perpendiculares al haz, es decir, paralelas al eje largo del transductor.

El enfoque del haz puede alterar su ancho en determinadas profundidades. La resolución de altura es la capacidad de mostrar con definición estructuras adyacentes en un plano perpendicular al haz del eje largo del transductor. El espesor del haz sonoro, que es un factor que no puede controlar el operador, es el que determina la resolución de altura.

Se denomina "resolución de contraste" a la capacidad del ecógrafo de representar dos objetos que tienen ecogenicidad similar pero distinta; esta característica se ve influenciada directamente por las posibilidades de configuración dinámica que ofrecen los ecógrafos. Cuando la configuración dinámica es demasiado baja, aumenta el contraste de la imagen, de modo que las lesiones sólidas pueden presentar un aspecto quístico. Por lo contrario, si la configuración dinámica es demasiado alta, la imagen tiene escaso contraste y las lesiones sólidas poco evidentes se tornan indistinguibles de los lóbulos adiposos adyacentes.

Nuestros ecógrafos están ubicados muy próximos a los mamógrafos y los equipos estereototáticos. Los ecógrafos tienen incorporados transductores de 5-10 MHz y de 6-13 MHz. Los dos ecógrafos disponen de tecnología Doppler y ecografía tisular por armónicos. El transductor más utilizado es el de 6-13 MHz.

Sin embargo, el transductor de 5-10 MHz es de utilidad para estudiar a las pacientes que tienen mamas voluminosas y lesiones ubicadas en profundidad. Además, es de utilidad para estudiar a las pacientes que tienen tejido denso que genera una cantidad significativa de sombras por artificios cuando se utiliza el transductor de frecuencia más alta.

Es fundamental optimizar los parámetros del estudio ecográfico. Como ya se ha expresado respecto de la calidad de la imagen mamográfica, también es importante maximizar la calidad de la imagen ecográfica. Es importante establecer parámetros altos de calidad y verificar la calidad de la imagen en cada ecografía que se efectúe.

Lo importante es no conformarse con imágenes ni con ecógrafos de calidad poco menos que óptima. Para ello, es conveniente repasar y conocer las pautas emitidas por la American Collage of Radiology (ACR, colegio americano de Radiología) respecto de la ecografía mamaria, por desgracia y en cierta forma, de modo similar a lo sucedido, con la calidad de la imagen mamográfica en la década de 1980 y a principios de la década de 1990, es probable que la calidad de la ecografía mamaria que ofrecen muchos centros de diagnóstico no cumpla con las ecografías mamarias realizadas en 86 centros distintos, Baker y Soo revelaron que, al efectuarlas, no se cumplió con al menos una de las pautas emitidas por el ACR en 60.5% de los estudios.

Sólo cuando se utiliza un ecógrafo optimizado, una buena calidad de imagen y una técnica meticulosa la ecografía se convierte en una herramienta invaluable a la hora de estudiar y verificar la evolución, estas tres características a menudo inducen a error y puede ser peor contar con ellas que no tenerlas.

Es preciso determinar adecuadamente la cantidad de zonas focales y su posición. Las zonas focales deberían estar situadas a la misma altura que la lesión o, a lo sumo, 1 cm más superficiales que los márgenes anteriores o más profundas que los posteriores de la lesión, la configuración de la ganancia debería posibilitar distinguir un quiste simple de una lesión sólida. Si no hay quistes, los lóbulos adiposos no deberían visualizarse casi blancos ni casi negros, sino con distintos tonos de gris.

El campo de la imagen se ajusta de forma tal que se visualice una cantidad suficiente de tejido posterior para evaluar cualquier cambio que se produzca en la transmisión del haz sonoro una vez que atraviesa la lesión o en su profundidad. En las pacientes que presentan lesiones voluminosas, puede resultar dificultoso incluir en la imagen la totalidad de la lesión y tejido circundante. Pero si se adapta la técnica según sea necesario, puede estar indicado estudiar la lesión por segmentos.

Según el ecógrafo y el transductor que se emplee, puede llegar a ser necesario utilizar una almohadilla aislante para estudiar las lesiones superficiales. Puesto que la almohadilla aislante aumenta la distancia entre el transductor y la lesión, ayuda a colocar la lesión a una profundidad de foco suficiente para transductor. Si no se utiliza para estudiar las lesiones superficiales, pueden aparecer artificios del campo cercano que induzca a efectuar una caracterización imprecisa de las lesiones. Consideraciones mínimas para hacer ecografía mamaria:

- a) Transductor lineal multifrecuencia superior a los 7 MHz.

- b) Localización de las zonas focales.
- c) Configuración de las ganancias.
- d) Campo de imagen.
- e) Imágenes perpendiculares de la lesión.
- f) Determinación de las dimensiones máximas de la lesión.
- g) Rotulación de las imágenes: lateralidad, ubicación (posición horaria, cuadrante o ilustración en diagrama de la mama), orientación de la sonda.
- h) Rotulación de las placas: nombre y apellido de la paciente, número único de la identificación, nombre del centro de diagnóstico, dirección, nombre del estudio e identificación del ecografista.

Se recomienda utilizar película para imprimir y almacenar las imágenes de ecografía mamaria. Algunos centros imprimen las imágenes en tiras de papel. A fin de conservar las imágenes adecuadamente, es necesario utilizar papel de buena calidad y guardar las impresiones de modo apropiado porque, de lo contrario, la imagen se va esfumando. Además se conservan mejor si se las guarda en sobres de plástico porque, de no hacerlo así, pueden entorpecer cuando se manipula el contenido de la carpeta de imágenes de la paciente. Estos problemas pasan a segundo plano si se trabaja con un sistema de PACS (Picture, Archiving and Comment System) (3).

Técnica de barrido.

La ecografía mamaria es un método complementario que se utiliza para estudiar regiones de sospecha mamográfica o clínica. Si bien es posible estudiar la mama en su totalidad, es más frecuente que las ecografías se concentren en dichas regiones. La paciente debe estar de modo que el tejido de la zona de estudio quede lo más delgado posible. Se utiliza el decúbito supino para estudiar los cuadrantes internos. El decúbito lateral para estudiar el tejido muy lateral y el decúbito oblicuo para estudiar el tejido de los cuadrantes supero externos.

Cuando se evalúan los cuadrantes laterales, es conveniente que la paciente eleve el brazo homolateral y lo coloque debajo de la cabeza a fin de afinar aun más la región de estudio. Una de las ventajas que ofrece la ecografía es que permite obtener imágenes en tiempo real. La posición en que se coloca a las pacientes depende de la región que se pretende estudiar. Si la paciente refiere que una alteración es más evidente cuando esta erguida la ecografía se toma en esa posición.

Sin embargo, cuando existen limitaciones físicas significativas, es posible efectuar la ecografía con la paciente en una silla de ruedas o sobre una camilla, es preciso explicar a la paciente el motivo por el que se realiza el estudio y el método que se utiliza para efectuarla. Antes de aplicar el gel ecográfico se le calienta en calentadores especiales. Si se utiliza el gel a temperatura ambiental puede resultar demasiado frío para la paciente, sobre todo en los meses de invierno. Al igual que para el estudio mamográfico, es importante tener en cuenta el pudor de la paciente; solo se descubre la mama que se va examinar y la mama contralateral queda cubierta, a menos que sea necesario efectuar una comparación entre las dos, al finalizar el estudio, se refacilita una toalla a la paciente para que pueda

quitarse los restos de gel ecográfico de la mama. Siempre que realizamos ecografía esta presente una segunda persona del equipo de radiología.

Es muy conveniente que sea un radiólogo el que efectúa la ecografía. En nuestro centro son los radiólogos especializados en mama los que toman todas las ecografías mamarias, no utilizamos técnicos en ecografía. Durante las ecografías diagnósticas o intervencionistas, nos ayuda un técnico en mamografía o un asistente, pero ellos no realizan el estudio por varios motivos, en primer lugar, al ser un radiólogo el que realiza la ecografía puede examinar a la paciente y relacionar lo descrito o lo visualizado en la mamografía con la exploración física que realiza al tomar la ecografía.

Para redactar una impresión final es fundamental obtener imágenes en tiempo real y palpar la región de interés en segundo lugar, la calidad de la ecografía depende de la pericia de quien la efectúe. Es muy fácil caer en el error de interpretar el tejido normal como una lesión. Y de que lesiones genuinas sean pasadas por alto. A fin de determinar la presencia de una lesión, es necesario rotar el transductor sobre la posible lesión utilizando distinta cantidad de presión para eliminar las sombras por artificios generadas por los ligamentos.

En tercer lugar cuando se realiza la exploración física se genera una impresión al obtener la ecografía en tiempo real, se eligen algunas imágenes para demostrar las características de la lesión, y de ese modo, elaborar una recomendación específica. No solemos tomar imágenes de tejido normal. Por último, puesto que es el radiólogo quien efectúa la ecografía puede entablar una buena relación con los pacientes, lo que permite obtener la anamnesis pertinente, tranquilizarlas y asegurarlas que se está haciendo todo lo posible por su salud y conversar sobre los hallazgos y las recomendaciones. Con esta actitud, se busca que ellas opinen y participen en la toma de decisiones respecto a su salud.

Después de conversar acerca de todas las posibilidades razonables, se les brinda una recomendación específica. A medida que se realiza la ecografía, se hace una exploración física correlativa. El gel ecográfico mejora la perfección de las alteraciones palpables. Para efectuar la exploración se mueve el transductor poco a poco mientras los dedos índices, mayor y anular de la otra mano se colocan sobre el borde anterior del transductor para palpar las zonas de estudio. Si se haya una posible alteración, se rota el transductor 360 grados sobre la zona a fin de distinguir una masa de un lóbulo adiposo en corte transversal.

Las masas mantiene la forma redondeada, ovalada o irregular aunque se rote en transductor, pero el tejido adiposo se estira y fusiona con las estructuras circundantes siempre se han empleado orientaciones transversal y longitudinal para las ecografías, pero debido a que los conductos tienen una configuración radial desde el pezón hacia la pared torácica, algunos especialistas recomiendan emplear las orientaciones radial y antirradial.

No se imprimen las imágenes hasta que se confirma la presencia de una lesión. A tal efecto es preciso vincular los hallazgos ecográficos con los mamográficos y clínicos, efectuar movimientos y rotaciones del transductor con lentitud sobre la región de sospecha, aplicar distintos grados de compresión, modificar la curva de compensación del tiempo de ganancia (TGC) y la configuración de energía, localizar las zonas focales y emplear un campo de imagen correcto y, si está indicado utilizar una almohadilla aislante. Si el estudio

en tiempo real comprueba que hay una lesión, se obtienen imágenes para probar la presencia y las características de la lesión.

Utilizando las orientaciones que mejor muestra las características de lesión, se toman en total cuatro imágenes ortogonales, con o sin medidas de cada lesión. Las imágenes deben consignar las siguiente información: el nombre de la paciente, el número único de identificación, la fecha de estudio, el nombre del centro de diagnóstico, la mama estudiada, la posición horaria de la lesión, la distancia que media entre la lesión y el pezón, la orientación del transductor (radial o antirradial; transversal o longitudinal) y la profundidad a la que esta ubicada la lesión dentro de la mama (retroareolar, tercio anterior, porción media, tercio posterior, cola axilar o axila), figura 4.

El tamaño de la lesión varía a medida que se va moviendo el transductor. A la hora de dejar asentadas las medidas de la lesión, se hace lo posible por consignar las mayores dimensiones que se hayan detectado. También es de utilidad indicar en la placa si la lesión es palpable (3).

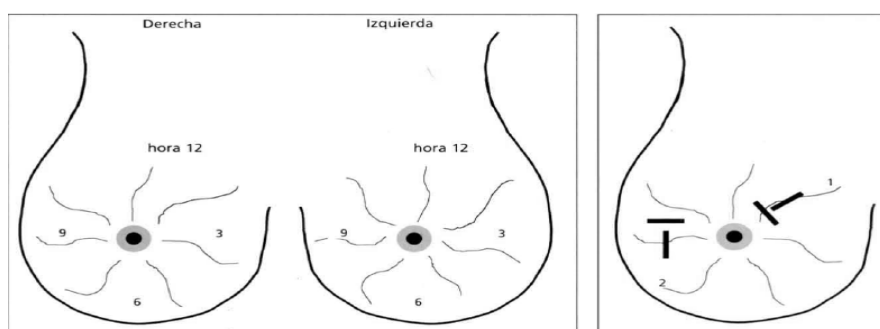


Figura 4. Localizaciones de las lesiones según las manecillas del reloj, así como barridos radiales y antirradiales.

Terminología

Existen varios términos que sirven para canalizar el aspecto ecográfico del tejido mamario y de las lesiones. En la mama, se compara la ecogenicidad de una región de interés con el aspecto de la grasa subcutánea. Si la región contiene menos ecos (es decir, es más oscura) que la grasa subcutánea, es hipoecoica; si tiene más ecos (es decir, es más blanca), es hiperecogénica; sino contienen ecos (es decir es negra), es anecoica; y si tiene la misma ecogenicidad que la grasa subcutánea es isoecogénica.

En los lugares de unión de los tejidos que tienen diferencias significativas de impedancia acústica, se reflejan una cantidad variable del haz sonoro, por lo que se genera una sombra, cuyo tamaño depende del tamaño que tenga esa interfase, las sombras constituyen una características de algunas lesiones y, si bien es así frecuente encontrarlas asociadas a lesiones malignas, también pueden aparecer asociadas a algunas lesiones benignas. Cuando las lesiones tienen calcificaciones asociadas, a veces estas también se visualizan con sombras.

Los quistes simples no atenúan la energía sonora. Por lo tanto, los tejidos que están a mayor profundidad que un quiste reciben una mayor cantidad proporcionalmente mayor de energía sonora. No obstante, la curva de TGC compensa la supuesta disminución de intensidad del eco a medida que aumenta

la distancia desde el transductor. Como consecuencia, los tejidos que están a mayor profundidad que los quistes se visualizan más ecogénicos que el tejido circundante. Esta mayor ecogenicidad que se observan en los tejidos ubicados a mayor profundidad que las estructuras llenas de líquido se denominan “refuerzo acústico” “mayor transmisión sonora”. Es frecuente observar este refuerzo cuando hay quistes, pero es importante destacar que este efecto puede estar asociado tanto a lesiones benignas como lesiones malignas (4).

Objetivos e indicaciones:

Podemos clasificar la valoración ultrasónica de la mama en ecografía diagnóstica. El diagnóstico por imagen en la mama requiere tanto detectar como identificar las diferentes lesiones mamarias. Pero la importancia relativa de estas dos acciones es diferente en función de que se trate de una ecografía de escrutinio o una ecografía diagnóstica. El principal objetivo del escrutinio es detectar la presencia de cáncer de mama en una gran población de pacientes asintomáticos. En cambio el objetivo principal de la ecografía diagnóstica consiste en identificar cualquier anomalía que haya sido detectada en el escrutinio mamográfico o en la exploración clínica.

La ecografía mamaria fue propuesta en su inicio como un método de escrutinio para la detección del cáncer de mama era una atractiva alternativa a la mamografía ya que no emplea radiación ionizante. Además, y debido a su diferente mecanismo de acción, los ultrasonidos eran capaces de identificar tejidos densos poco visibles en la mamografía, mostrando de una forma más clara la anatomía y patología de la mama, para aprovechar estas ventajas se creó y evaluó un método de escrutinio ultrasonográfico que analizaba tomográficamente toda la mama. Desafortunadamente, los resultados de estos estudios de escrutinio que se desarrolló con este sistema mostraron menos eficiencia que los obtenidos con la mamografía, es por ello que la ecografía mamaria no se recomienda en general como método de escrutinio del cáncer de mama en Estados Unidos, sin embargo, si que es una técnica frecuentemente utilizada como diagnóstico complementario tras la realización de una mamografía.

Nuestra experiencia el 90% de los pacientes que acudieron a realizarse una ecografía mamaria se habían hecho una mamografía previa. 10% restante correspondía a su mayoría a mujeres menores de 30 años de edad, gestantes o a mujeres sometidas a un seguimiento de lesiones mamarias que solo eran visibles por ecografía, un pequeño número de mujeres eran paciente que había desarrollado una mama palpable y tenían una mamografía de escrutinio realizada hace menos de 6 meses. Esta decepción inicial de los ultrasonidos en el escrutinio de cáncer de mama, no le resta validez como herramienta diagnóstica en la mama. Su uso en pacientes seleccionadas junto a la exploración clínica y la mamografía tiene un valor incalculable (4).

Objetivo principal de la ecografía mamaria diagnóstica:

El principal objetivo de la ecografía mamaria es hacer un método no invasivo y más específico en aquellas pacientes con hallazgos clínicos o mamográficos anómalos que el que podamos alcanzar mediante la exploración o la mamografía, el uso de la ecografía en pacientes correctamente seleccionados (aquellos con

hallazgos clínicos y mamográficos que o son claramente malignos) podría aumentar la certeza de encontrarnos ante un diagnóstico de benignidad en un gran número de pacientes, y también la de encontrarnos ante un carcinoma en un pequeño número de mujeres.

El diagnóstico sonográfico de una lesión sospechosa conduce a la realización de una biopsia incluso cuando los hallazgos mamográficos son positivos, por otro lado la demostración sonográfica de un hallazgo benigno puede obviar la biopsia. En consecuencia el uso apropiado de la ecografía mamaria puede tanto indicar una biopsia en un paciente como prevenir su realización de forma innecesaria en la mayoría de ellas.

Los ultrasonidos tienen mayor capacidad que la mamografía para diferenciar entre los diferentes tipos de tejido normal y para distinguir quistes complejos y nódulos sólidos. La mamografía es solo capaz de mostrar cuatro densidades diferentes (aire, grasa, agua, metal o calcio) y posterior distinguir entre los diferentes tejidos de densidad agua por sus diferencias en espesor y compresibilidad, o por su contenido en densidad grasa o calcio. Los ultrasonidos en cambio, permiten diferenciar entre muchos tipos diferentes de tejidos mamarios normales.

Además de todo el método de obtención de imagen difiere entre la mamografía y la ecografía, la imagen mamográfica es la suma de las tres dimensiones de la anatomía y patología mamaria, de forma que al superponerse todos los tejidos de densidad agua se obscurecen en cierta manera la anatomía a valorar. En cambio la imagen ultrasónica es esencialmente un corte tomográfico del pecho. La densidad mamografía del tejido mamario estudiado o la circundante al corte estudiado por el haz ultrasónico es irrelevante en la ecografía. Ya que los ultrasonidos pueden identificar las diferentes ecogenicidades de los diferentes tipos de densidad agua y que además la superposición de densidad no supone el mismo problema que palpa la mamografía, la ecografía mamaria es mucho más útil para demostrar la patología mamaria ductal y lobulillar que la mamografía, además la ecografía distingue la patología mamaria quística de la sólida cosa que también puede hacer la mamografía.

Desafortunadamente, muchos mamógrafistas americanos se limitan a utilizar los ultrasonidos para distinguir las masas sólidas de las quísticas lo que es un error. Si se usan de manera adecuada, los ultrasonidos son capaces de muchísimo más y deberían de ser utilizados para manejo agresivo de una paciente como en la mamografía diagnóstica (4).

Experiencia mamográfica y clasificación de la American Collage of Radiology (4).

Es útil pensar que las clasificaciones de las lesiones mamográficas se generen en dos niveles diferentes, el nivel 1 incluiría, aquello que hasta los mamógrafistas menos entusiastas crean de los ultrasonidos. La distinción de lo sólido y quístico. Pero el nivel 1 es simplemente para distinguir una masa sólida de una quística, la clasificación del nivel 1 distingue 5 categorías ecográficas distintas para las lesiones palpables o áreas densas mamográficas:

- a) Tejido normal.
- b) Lesiones quísticas simples.

- c) Lesiones quísticas compleja o complicada.
- d) Lesión indeterminada quística o sólida.
- e) Lesión sólida.

La clasificación del nivel 2 va mas haya, colocando cada hallazgo sonográfico dentro de una categoría de riesgo de malignidad. Estas categorías fueron desarrolladas para los estudios mamográficos por el American Collage of Radiology (ACR), con el fin de estandarizar y mejorar la calidad de los informes mamográficos y los análisis de los datos obtenidos dentro de Estados Unidos.

Se denominan las categorías BI-RADS (Iniciales de Brest Imaging Reporting an Data System) aunque fueron descritas en un principio para mamografía, también se encontró uso en la ecografía de mama con solo unas pocas modificaciones, la clasificación de hallazgos mamográficos en categorías BI-RADS, fue establecida para obligar en cierta manera a los radiólogos a estandarizar la terminología, implicándoles que en el informe radiológico de manera que se evitara datos confusos y se redujere la variabilidad de resultados, se pretendía que gracias a ellos se permitiera la entrada de información en una base de datos con el fin de poder evaluar la eficacia de la mamografía, la clasificación mediante categorías ACR BI-RADS era un intento de estandarizar las pautas de actualización de hallazgos mamográficos. En nuestra opinión la clasificación BI-RADS aunque no es perfecta ha sido utilizado con éxito en mamografía.

Hay razones para preveer que la clasificación BI-RADS ecográfico tendrá tanto éxito como la mamográfica incluso asignando categorías BI-RADS prospectivamente durante varios años, recogiendo los hallazgos en una base de datos y relacionando con los datos histopatológicos finales, de manera que actualmente basamos el manejo de los pacientes en estos resultados. Para la ecografía hemos realizado una oportuna y pequeña variación de la clasificación BI-RADS original.

Hemos dividido el grado 4 en dos sub grados: 4a y 4b. los hemos cambiado por que el concepto de probable es muy importante desde el punto medico legal, el termino probable represente un 50% o mas, lo que es útil como para los pacientes como clínicos en la toma de decisiones, así como para el manejo del frecuente tema legal. Así, nuestra categoría 4a incluye un riesgo mayor del 2 % pero menor del 50%, y la categoría 4b incluye un riesgo mayor del 50% e inferior del 90%.

Otra diferencia mas entre la clasificación ACR BI-RADS y nuestra clasificación ecográfica BI-RADS modificada es que raramente se utiliza la categoría 0. Pensamos que tras un diagnóstico ultrasónico, que en la mayoría de los casos adjunta ya una mamografía diagnóstica o de escrutinio, ya no ha de tomar una decisión en el tratamiento del cáncer, sin necesidad de tomar otro estudio de imagen adicional.

Los únicos en los que se utilizan la categoría 0 en BI-RADS mamaria es en pacientes jóvenes gestantes, lactantes o con lesiones palpables, a las que se realiza una ecografía sin previa toma de mamografía, en estos casos cuando la ecografía muestra una lesión que requiere biopsia siempre solicitamos una mamografía previa para asegurarnos para demostrar que no estén otras lesiones que requieren diagnóstico.

Cada hallazgo sonográfico debería ser clasificado en una categoría BI-RADS es frecuente encontrar lesiones ecográficas distintas en un mismo pecho, en estos casos, la categoría BI-RADS final para el examen mamario completo debería ser la categoría BI-RADS mas alta encontrada en esa mama. En otras palabras si existen una lesión palpable causada por tejido fibroso palpable BI-RADS 1, y dos nódulos mamográficos con diagnóstico BI-RADS 2 y nódulo sólido Probablemente benigno (BI-RADS 3), la Clasificación final seria BI-RADS 3.

A cada hallazgo clínico y mamográfico que se evalúe por ecografía le corresponde un hallazgo ecográfico, que se ha de clasificar, incluso cuando se encuentre tejido normal, como el caso de un tracto fibroglandular palpable (BI-RADS 1) esto descarta el concepto de ecografía negativa. La ecografía casi siempre nos permite dar una interpretación específica de una lesión palpable o de una alteración mamográfica que frecuentemente suele ser tejido mamario normal, por otro lado el informe ecográfico positivo muestra el hallazgo de lesión de tipo fibroso palpable que justifica la existencia de la lesión palpable.

La clasificación de BI-RADS mamográfico y BI-RADS ecográfico presenta diferencias en la clasificación de lesiones. Se ha observado que hay lesiones sospechosas de benignidad en la mamografía que se confirman con el ultrasonido lo evita una biopsia innecesaria (4).

Nódulo mamario:

El nódulo o tumor mamario constituye una causa frecuente de consulta ginecológica que genera ansiedad y preocupación tanto en las pacientes como en los médicos, debido a la sospecha de un origen maligno. La aparición de los nódulos mamarios se debe en un gran porcentaje a condiciones benignas, pero es necesario realizar un diagnóstico diferencial adecuado. Los más frecuentes son los tumores bifásicos (fibroadenomas y cistosarcoma philloydes), los quistes mamarios (quistes clínicamente evidentes), áreas prominentes de cambios fibroquísticos (placas fibrosas) y la necrosis grasa.

En algunos casos el nódulo palpable de la mama se debe a un cáncer. Otras masas mamarias menos comunes son el papiloma intraductal, el galactocele y los lipomas. Ocasionalmente aparece un nódulo que corresponde a un absceso de origen infeccioso, pero casi siempre se acompañará de cambios en la piel como eritema, edema y calor.

Un nódulo es una lesión ocupante de espacio y debe verse en dos proyecciones diferentes. Deben distinguirse de las estructuras anatómicas normales como las costillas o los lóbulos grasos, efectuando dos o más proyecciones en tiempo real. Cualquiera de los tejidos de la mama puede dar origen a un nódulo: conductos, acinos, estroma o tejido conectivo de sostén y tejido graso. Los nódulos mamarios se estudian por Ultrasonido, Mastografía y Resonancia Magnética (5).

El ultrasonido mamario no ha demostrado ser eficaz como técnica primaria para el escrutinio del cáncer de mama. No obstante es una herramienta eficaz e inestimable para la evaluación y el diagnóstico de la patología mamaria. Adquiere un papel importante a la hora de efectuar escrutinio en mujeres con tejido glandular denso y que tienen alto riesgo de padecer cáncer, ya que en estos

casos la mamografía tiene un sensibilidad baja, lo que aumentaría la eficacia del estudio.

El ultrasonido mamario anteriormente era utilizado con exclusividad para determinar la naturaleza de los nódulos mamarios, ya sea de tipo quístico o sólido. Actualmente tiene diversas indicaciones como son: en pacientes jóvenes, mamas densas, caracterizar lesiones sólidas, evaluar multicentricidad o multifocalidad, evaluar hallazgos inespecíficos vistos por la mastografía, mastitis y abscesos, implantes mamarios, cáncer oculto o inflamatorio, como guía de procedimientos intervencionistas (4).

La caracterización ultrasonográfica de los hallazgos, tanto de la exploración física como los visualizados en mamografía nos ayuda a la valoración y control de la patología mamaria.

El ultrasonido mamario puede llegar a mejorar la especificidad de la mamografía en cuanto a la caracterización de los nódulos, siendo fundamental para realizar una correcta evaluación de los nódulos efectuar la descripción de las lesiones analizando varios de los hallazgos ecográficos, como son la orientación (esta se define con respecto al plano cutáneo) y la ecogenicidad (homogéneo, mixto, hipoecoico, isoecoico, hiperecoico) la morfología (oval, redonda o irregular) y los márgenes (circunscritos, lobulados, microlobulados, espiculados, indefinidos), presentan reforzamiento o sombra acústica posterior, cápsula o halo grueso ecogénico, calcificaciones, vascularidad, lo cual es imprescindible para interpretar las lesiones mamarias. Dicha caracterización ultrasonográfica de los nódulos mamarios (aspectos malignos y benignos), se describen en la tabla 1 (1).

| Tabla 1. Características ultrasonográficas de lesiones malignas y benignas. | |
|---|-------------------------------|
| CARACTERÍSTICAS MALIGNAS | CARACTERÍSTICAS BENIGNAS |
| Sombra acústica. | Ecotextura (hiperecogénicos). |
| Ecotextura (hipoecoicas). | Forma elíptica. |
| Espiculaciones. | Lobulaciones menores a 3. |
| Bordes angulares. | Capsula fina. |
| Halo grueso. | |
| Microlobulaciones . | |
| Más alto que ancho. | |
| Ectasia ductal. | |
| Ramificado. | |

Cuando un nódulo mamario presenta datos ecográficos tanto benignos como malignos se considerara una lesión indeterminada por lo que se realizara biopsia.

En la actualidad se utiliza una clasificación a nivel mundial para caracterizar las lesiones benignas o malignas de la glándula mamaria.

En 1992 el American Collage Of Radiology, desarrollo la clasificación del sistema de notificación de imágenes y datos de la mama (BI-RADS, por sus siglas en inglés). Es una excelente herramienta para orientar el diagnóstico de las mujeres a quienes se les realizan exámenes en la mama.

Su adecuada aplicación tanto en mamografía como en ultrasonido ayuda a los radiólogos y a los clínicos, a homogenizar criterios y entender cuál es la

conducta más apropiada frente a los hallazgos encontrados, lo que permite hacer un seguimiento a la calidad de los estudios de imagen de la mama de las pacientes en estudio.

La clasificación de BI-RADS, se basa en las características de benignidad o malignidad que presentan los diferentes nódulos explorados por ultrasonido, tabla 2 (6).

| Tabla 2. Clasificación de BI-RADS | |
|-----------------------------------|--|
| BI-RADS ECOGRAFICO. | |
| Categoría 0 | Ultrasonido mamario, evaluación incompleta. Ultrasonido mamario, evaluación completa Requiere evaluación con imágenes adicionales. |
| Categoría 1 | Negativo. |
| Categoría 2 | Hallazgos benignos. |
| Categoría 3 | Hallazgos probablemente benignos, se sugiere seguimiento a corto plazo (riesgo de malignidad menor al 2 %). |
| Categoría 4 | Hallazgos sospechosos, realizar biopsia (lesiones con probabilidad intermedia de malignidad rango entre 3 y 94%). |
| Categoría 5 | Altamente sugestivo de malignidad, realizar biopsia (probabilidad Mayor o igual al 95%). |
| Categoría 6 | Lesión maligna confirmada con biopsia. |

El elastograma es la imagen ultrasonográfica obtenida de la elasticidad puntual de los tejidos, esta imagen es básicamente una imagen bidimensional con una escala de color que indica la rigidez del tejido visualizado (elastografía). Desde siempre la medida de la elasticidad de los tejidos ha sido utilizada por la práctica médica como indicador de la aparición de patologías en los diversos órganos. Es un hecho bien conocido que las propiedades mecánicas de los tejidos patológicos difieren de las de los tejidos que los rodean (7).

La imagen de elasticidad o elastografía es una extensión del antiguo arte de la palpación como técnica que directamente revela las propiedades físicas de los tejidos y nos permite determinar los cambios de rigidez y dureza tisulares causados por la enfermedad.

Ahora bien, a pesar de sus múltiples potenciales aplicaciones, su uso más extendido es para la detección de tumores malignos. Cuando un tumor infiltra o crece en un tejido, cambia las características de rigidez o dureza de dicho tejido, volviéndolo más duro por el aumento de densidad celular o vascular. La gran sensibilidad a los cambios de rigidez permite a la imagen de elasticidad demostrar cambios que no son visibles en la imagen de ultrasonidos convencional (figura 5). La patología que tiene el mismo patrón de ecos que los tejidos que la rodean (isoeoica) puede ser identificada por ser ligeramente más rígida incluso aunque todavía no pueda ser percibida por la exploración manual. Así, la elastografía puede diferenciar entre tejidos duros y blandos, visualizando los blandos en un tono claro y los duros como un área oscura (8).

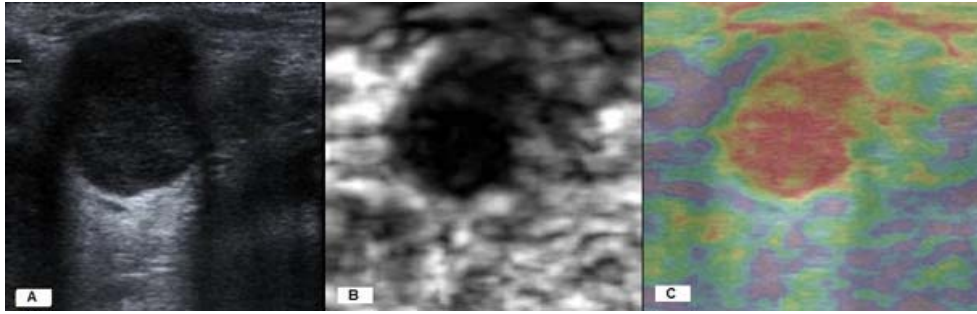


Figura 5.- Adenopatía axilar en una paciente con carcinoma de mama.

Imagen de US convencional modo-B (A) e imágenes de elasticidad en escala de grises (B) y en color (C). Adenopatía con características ecográficas sospechosas en la imagen de US convencional cuya apariencia en las imágenes de elasticidad (oscuro-rojo) sugieren contenido neoplásico maligno.

La elastografía por ultrasonido puede realizarse con transductores lineales para uso percutáneo, con sondas endocavitarias rígidas y con endoscopios flexibles. En el caso de las técnicas percutáneas, las sondas pueden utilizarse para comprimir el tejido, obteniendo una imagen conocida como elastograma tisular (7).

Jonathan OPHIR. S. Kaiser ALAM, Brian S. GARRA, en 2002 analizaron los componentes tisulares de los tejidos, por elastografía, donde observaron que la elastografía, proporciona características tisulares de los componentes del tejido, lo cual permitió que se pudiera utilizar en el diagnóstico médico (9).

Elastografía: Bases físicas

Módulo de Young

El módulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de Young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés Thomas Young (9).

Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente con base al ensayo de tracción del material.

Para un material elástico lineal el módulo de elasticidad longitudinal es una constante (para valores de tensión dentro del rango de reversibilidad completa de deformaciones). En este caso su valor se define mediante el coeficiente de la tensión y de la deformación:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F / S}{\Delta L / L}$$

Donde:

E es el módulo de elasticidad longitudinal.

σ es la tensión sobre la barra usada para determinar el módulo de elasticidad.

ε es la deformación unitaria en cualquier punto de la barra.

La ecuación anterior se puede expresar también como:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

De forma general tenemos $\sigma_{kl} = C_{klmn} \varepsilon_{mn}$

Donde:

C_{klmn} son las constantes elásticas de la matriz de elasticidad C .

σ_{kl} es la componente de la fuerza en el plano perpendicular al eje indicado por k y a lo largo del eje indicado por l .

Una notación similar puede ser usada para describir la deformación en sus componentes m y n , sin embargo asumiendo que el material es lineal e isotrópico, el número de constantes independientes requeridas para caracterizar completamente las propiedades elásticas del material se reduce a dos. Estas constantes son las constantes de Lames λ y μ .

La relación entre fuerza y desplazamiento para un material homogéneo e isotrópico puede describirse como:

$$\sigma = 2\mu e_{kl} + \lambda \delta_{kl} e_{mn}$$

De ahí podemos encontrar que el modulo de Young es:

$$E = \frac{\mu[3\lambda + 2\mu]}{\lambda + \mu}$$

Coefficiente de Poisson

El **coeficiente de Poisson** corresponde a la razón entre la elongación longitudinal y a la deformación transversal en un **ensayo de tracción**. Alternativamente el coeficiente de Poisson puede calcularse a partir de los módulos de elasticidad longitudinal y transversal:

$$\nu = \frac{E}{2G} - 1$$

Trabajando con una fuerza cuasiestática es posible reducir la complejidad de las ecuaciones viscoelásticas del tejido a una fuerza de forma:

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + R \frac{dx}{dt} + Kx = F_0 e^{j\omega t}$$

Donde:

M es la inercia

R la viscosidad

K la rigidez del tejido

x el desplazamiento.

F_0 es la amplitud de la fuerza

w es la frecuencia vibracional angular.

La forma reducida es la ecuación simple de Hooke $F_x = F_0$ debido a que $w = 0$ y x es constante es posible cancelar los términos de velocidad y aceleración. Cuando un medio elástico como un tejido es comprimido por una constante de estrés uniaxial, todos los puntos en el tejido presentaran un desplazamiento longitudinal cuyas componentes principales se encuentran a lo largo del eje de compresión. Si uno o más regiones del tejido tienen un parámetro de rigidez distinto, el nivel de desplazamiento de ese elemento será mayor o menor, un tejido con un parámetro de rigidez mayor generalmente experimentara un desplazamiento menor que el de un tejido más elástico (9).

El elastograma es la imagen obtenida de la elasticidad puntual, esta imagen es básicamente una imagen bidimensional con una escala de color que indica la rigidez del tejido visualizado, los colores son asignados en base a los valores puntuales del módulo de Young para lo cual es necesario obtener la tensión y la fuerza aplicada (8).

Desde siempre la medida de la elasticidad de los tejidos ha sido utilizada por la práctica médica como indicador de la aparición de patologías en los diversos órganos. Es un hecho bien conocido que las propiedades mecánicas de los tejidos patológicos difieren de las de los tejidos que los rodean. La práctica médica de la palpación lo ilustra con claridad.

Hipócrates describió la dureza del cáncer de mama hace casi dos mil quinientos años y la palpación ha sido uno de los principales métodos para la detección y caracterización de numerosas enfermedades antes de la aparición de la imagen diagnóstica. La imagen de elasticidad o elastografía es una extensión del antiguo arte de la palpación como técnica que directamente revela las propiedades físicas de los tejidos y nos permite determinar los cambios de rigidez y dureza tisulares causados por la enfermedad.

Las principales modalidades diagnósticas para realizar imagen de elasticidad son la resonancia magnética (RM) y los ultrasonidos (US), siendo ésta última la que más ha atraído la atención.

La física de la elasticidad se basa en la mecánica y está relacionada con la distorsión que un tejido sufre cuando es sometido a una fuerza o presión externa. La medida de la deformación tisular por el análisis de los ecos de los ultrasonidos

durante la aplicación de una fuerza fue descrita hace 20 años y, desde entonces, se han venido desarrollando diferentes técnicas con el objetivo de medir y representar con imágenes la elasticidad de los tejidos corporales.

Existen varias formas de realizar elastografía por US, siendo las principales la que calcula el módulo elástico a partir de la deformación tisular resultante de la realización de una compresión y la que utiliza el Doppler color para generar una imagen del movimiento tisular en respuesta a las vibraciones externas.

La elastografía por US puede realizarse con transductores lineales para uso percutáneo, con sondas endocavitarias rígidas y con endoscopios flexibles. En el caso de las técnicas percutáneas, las sondas pueden utilizarse para comprimir el tejido, mientras que en la ecografía endoscópica las pulsaciones cardíacas y arteriales o el movimiento respiratorio causan la deformación tisular a partir de la cual se genera la imagen.

La imagen de elasticidad es posible para casi todos los tejidos. En la mama la elastografía aumenta la eficacia de la ecografía y la mamografía para la detección del cáncer. En el tiroides, en la próstata y en el páncreas han sido diagnosticadas lesiones con éxito usando la elastografía. También ha demostrado ser útil para valorar los ganglios linfáticos. El estudio de la enfermedad hepática difusa incluyendo la cirrosis también es posible con este método. Así mismo, ha demostrado un gran potencial en la imagen vascular incluyendo el miocardio, la pared de los vasos, la placa y el trombo venoso. Trabajos recientes utilizando la elastografía para valorar materiales porosos sugieren que puede ser útil para monitorizar la severidad del linfedema y estudios de simulación de melanomas demuestran su potencial para usarse con imágenes de dermoscopia (10).

Ahora bien, como a veces en la imagen con escala de grises las lesiones duras son casi indistinguibles, de forma similar a la ecografía con Doppler-color la dureza relativa de los tejidos aparece representada por colores sobre impuestos sobre la imagen modo-B convencional y así es más fácil distinguir los tejidos elásticos de los rígidos. El sistema visualiza a continuación la forma y posición del tumor en color, donde el color verde indica un bulto benigno y el color rojo un tumor maligno (Figura 6) (10).

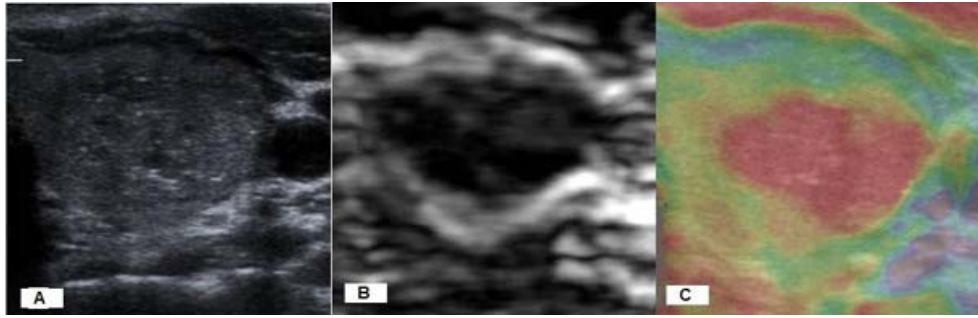


Figura 6.- Carcinoma medular de tiroides.

Imagen de US convencional modo-B (A) e imágenes de elasticidad en escala de grises (B) y en color (C). En el lóbulo tiroideo izquierdo se aprecia un nódulo sólido cuya ecogenicidad similar al parénquima tiroideo dificulta su delimitación. Las imágenes de elasticidad muestran que el tumor es más duro (oscuro-rojo) que el parénquima normal circundante.

Por otra parte, trabajos recientes han confirmado que el cáncer tiende a aparecer más grande en la imagen de elasticidad que en la imagen de ultrasonidos convencional mientras las lesiones benignas tienden a aparecer más pequeñas. La extensión de la imagen de elasticidad de las lesiones malignas refleja con mayor seguridad el tamaño del tumor que la imagen convencional ya que puede demostrar áreas de rigidez en el tejido adyacente relacionadas con el tumor.

Así pues, esta tecnología tiene la capacidad de proporcionar información sobre las distintas texturas tisulares de acuerdo a sus características ecográficas, produciendo marcados contrastes en las densidades de los tejidos estudiados y representarlas con colores diversos que pueden sugerir y orientar sobre la presencia de tejido neoplásico maligno en los órganos estudiados. La elastografía puede ser de gran utilidad para seleccionar áreas del órgano o tejido estudiado con mayor sospecha de malignidad y dirigir la biopsia, o determinar los ganglios linfáticos a muestrear en caso de adenopatías múltiples en pacientes con neoplasias sospechosas para malignidad (Figura. 7), características éstas que han llevado a algunos autores a denominarla como “histología o biopsia virtual”(10).

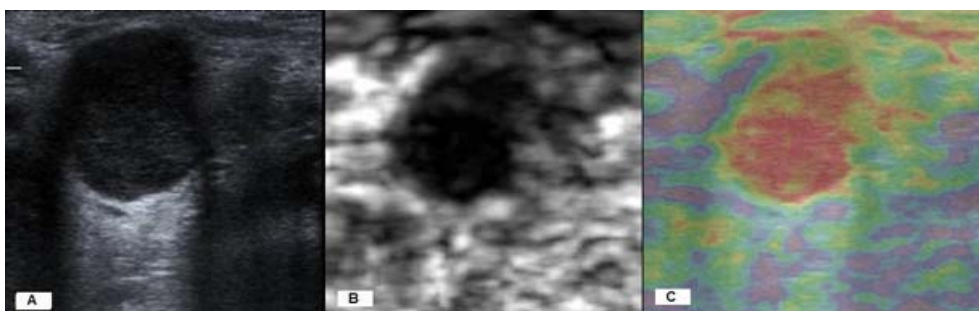


Figura 7.- Adenopatía axilar en una paciente con carcinoma de mama.

Imagen de US convencional modo-B (A) e imágenes de elasticidad en escala de grises (B) y en color (C). Adenopatía con características ecográficas sospechosas en la imagen de US convencional cuya apariencia en las imágenes de elasticidad (oscuro-rojo) sugieren contenido neoplásico maligno.

La gran mayoría de las investigaciones de las propiedades mecánicas de los tejidos se han realizado para tejidos con actividad mecánica (músculos, arterias, tendones, piel etc.) en contraste hay poca información de las propiedades elásticas de tejidos de órganos sin actividad mecánica (mama, próstata, tiroides, testículos, etc.). Sarazyan presenta un estudio completo de 162 muestras de tejidos de mama sanos, cancerosos y de fibroademomas para conocer la elasticidad de cada tipo de tejido (11).

En conclusión, utilizando imagen de elasticidad se pueden distinguir las lesiones malignas de las benignas o del tejido normal. La imagen de elasticidad nos permitirá dirigir las biopsias para un diagnóstico más eficaz del cáncer así como excluir malignidad con una posible reducción del número de biopsias. También permitirá determinar la extensión tumoral y monitorizar la respuesta al tratamiento. La imagen de elasticidad usada junto con la imagen modo-B convencional y la imagen Doppler-color, puede mejorar la seguridad diagnóstica (11).

La elastografía es una herramienta efectiva que, cuando se suma al ultrasonido, ayuda a diferenciar entre cáncer de mama y alteraciones benignas. A continuación se presenta una tabla 3 comparativa en la cual se encuentran las diferencias entre la mamografía, el ultrasonido y la Elastografía.

| Tabla 3. Diferencia entre ecografía mamaria convencional, elastografía y mamografía radiológica. | | | |
|--|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| | Elastografía | Ecografía mamaria Convencional | Mamografía radiológica |
| Exposición a radiación | No | No | Si |
| Diferencia sólidos de líquidos | Si | Si | No |
| puede practicarse en el embarazo y a cualquier edad | Siempre | Siempre | No |
| Dolor | No | No | Si |
| Análisis C.A.D. | Si | Algunos | Algunos |
| Imagen dinámica | Si | Si | No |
| Imágenes en Color | Si | No | No |
| Visualización de microcalcificaciones | No | No | Si |
| Dependiente de usuario | Si | Si | Poco |

3. Marco de referencia.

Ako Itoh, MD, Ei Ueno, MD, PhD, Eriko Tohno, en 2007. Realizaron un estudio a 111 mujeres con lesiones de glándula mamaria, el estudio histopatológico fue realizado por patólogos con 20 años de experiencia en el diagnóstico de cáncer de mama, las muestras se obtuvieron por biopsia por aspiración con aguja fina, biopsia con aguja gruesa y cirugía radical, encontrando que 59 lesiones eran benignas y 52 de tipo maligno. Con estos resultados se realizó una primera clasificación dividiendo las lesiones en malignas o benignas, posteriormente se clasificó según su tipo histológico.

El objetivo es evaluar la capacidad diagnóstica de la elastografía en lesiones malignas y benignas, y su correlación histopatológica. Observando que los resultados obtenidos tenían una igualdad con el sistema de clasificación actual (BI-RADS), con una sensibilidad del 86.5 % y especificidad del 89.8% en BI-RADS 3-4, y una sensibilidad del 71.2% y especificidad del 96.6% en BI-RADS 4-5. En estos resultados concluyeron que los hallazgos por elastografía tenían una igualdad diagnóstica con el sistema de clasificación BI-RADS (12).

Brian.S. Garra, Céspedes y colaboradores en 1997, realizaron un estudio de elastografía a 46 pacientes con diferentes patologías tanto maligna y benignas, a las cuales se hizo correlación histopatológica, en donde concluyeron, que la elastografía ayuda en la identificación de lesiones malignas y benignas (7).

Zhi,R. Jhonson, Y. en 2008 realizaron un estudio clínico en donde sometieron a 212 pacientes con lesiones de cambios por tejidos fibroglandular, de las cuales 11 tenían tejido graso y 40 de ellas tenían tejido mixto, las cuales a la aplicación de la elastografía presentaron características benignas, lo indica que este método puede ser una herramienta más para la valoración de lesiones (11).

Takahashi, Tsuyoshi S., Makoto Y. en 2008 realizaron un estudio clínico en donde en un total de 139 pacientes con 139 lesiones, de las cuales 70 eran benignas y 69 malignas, se comprobó que el utilizar el ultrasonido convencional y la elastografía a la par, mejora la sensibilidad y especificidad en la detección de lesiones malignas o benignas (12).

Fleury E., Rinaldi J., Piato S., en 2009. Analizaron 235 pacientes con 302 lesiones con el diagnóstico histopatológico de fibroadenoma. La sonoelastografía es una herramienta eficaz en la caracterización del componente de los mismos, aunque estos fueran 115 diagnosticados con fibroadenomas y 155 con cambios fibroquísticos. Dando un componente benigno en ambos casos (11).

Walz M, Teunber J Georgi, en 1993 en el 8vo congreso de examinación ultrasonográfica de la glándula mamaria, mencionaron que en un estudio de 68 personas de las cuales 46 de ellas tuvieron el diagnóstico de fibroadenoma y las otras 22 con diagnóstico de carcinoma, se les aplicó la técnica de elastografía, observando que la rigidez de un fibroadenoma es 8 veces menor que una lesión cancerígena. Algunos tipos de cáncer como los carcinomas ductales aparecen como nódulos extremadamente duros, sin embargo en ocasiones debido a la profundidad a la que se encuentran no es posible palparlos. En general las lesiones pueden o pueden no poseer propiedades ecogénicas para detectarlas por ultrasonido. Por ejemplo tumores de mama pueden ser invisibles a ultrasonido a pesar de ser mucho más rígidos que el tejido circundante. Considerando que la ecogenicidad y la suavidad del tejido no está relacionado, una imagen que nos

muestre la rigidez de el tejido brinda información adicional que puede ser útil al evaluar la patología (8).

4. Planteamiento del problema:

¿Cuántos de los nódulos sólidos detectados por ultrasonidos mamarios y clasificados en BI-RADS 3, 4 o 5, con estudio complementario de elastografía correlacionan con el diagnóstico histopatológico de benigno o maligno?

5. Justificación

Existe una alta incidencia del cáncer de mama a nivel mundial, siendo México el país como mayor incidencia en mujeres jóvenes, a las que no está indicado tomar mastografía, por lo que el estudio de elección en estas pacientes es el ultrasonido mamario.

Se observa una alta incidencia de biopsias no justificadas, por lo que el uso actual del ultrasonido se reconoce como un método no invasivo y que no ocupa radiación ionizante, siendo una herramienta indispensable para la caracterización de las lesiones benignas o malignas.

La elastografía es una aportación innovadora para la tecnología del ultrasonido que permite valorar el componente elástico de las lesiones y determinar su probable origen (aspecto benigno o maligno), lo cual contribuye a bajar la incidencia de toma de biopsias injustificadas y tener un diagnóstico más certero.

6. Objetivo.

Determinar cuántos de los nódulos sólidos detectados por ultrasonido mamario y clasificados en BI-RADS 3, 4 o 5, con estudio complementario de elastografía correlacionan con el diagnóstico histopatológico de benigno o maligno.

7. Hipótesis.

Si los hallazgos detectados por el ultrasonido y el estudio complementario de elastografía me sugieren cambios de benignidad o malignidad y estos se correlacionan con el diagnóstico histopatológico entonces podría ser una herramienta útil como apoyo en el diagnóstico presuntivo de las lesiones benignas o malignas.

8. Diseño del estudio.

Descriptivo, abierto, observacional, retrospectivo y transversal.

9. Materiales y métodos

9.1 Universo de estudio.

Todos los expedientes de pacientes con diagnóstico clínico de nódulo mamario a los cuales se les realizó ultrasonido en este hospital en el periodo de 2008-2009 (720 aproximadamente).

9.2 Tamaño de la muestra.

Expedientes de pacientes con diagnóstico clínico de nódulo mamario y con estudios de ultrasonido clasificado en BI-RADS 3,4 y 5, elastografía y reporte histopatológico (se cuentan con 30 casos).

9.3 Criterios de selección:

Todos los expedientes que tuvieran estudio de ultrasonido y elastografía complementaria con nódulos mamarios clasificados como BI-RADS 3,4 o 5.

9.3.1. Criterios de Inclusión.

Expedientes completo de pacientes con diagnóstico clínico de nódulo mamario y con hallazgos ultrasonográficos clasificados en BI-RADS 3, 4 ó 5, elastografía y diagnóstico histopatológico.

9.4 Definición de variables (tabla 4)

| Tabla 4. Variables dependientes e independientes. | | | |
|---|-----------|---|----------|
| Independientes (CAUSA) | | Dependientes (EFECTO) | |
| Variable | Escala | Variable | Escala |
| Antecedente de cáncer de mama familiar. | Nominal | Clasificación de BI-RADS. | Ordinal. |
| Edad (años) | Intervalo | Elastografía: elasticidad de tejidos por colores: Rojo (maligno), azul (benigno). | Nominal. |
| Sexo | Nominal | Diagnóstico por imagen presuntivo, BI-RADS más elastografía. (benigno o maligno). | Nominal. |
| Diagnóstico Histopatológico. | Nominal | | |

9.5. Descripción de procedimientos.

Se revisaran los registros de los expedientes de las pacientes que se realizaron ultrasonido mamario en el Servicio de Mastografía, buscando imágenes y videos de las pacientes que presentaron nódulos mamarios de aspecto sólido BI-RADS 3, 4 y 5 y que tengan reporte histopatológico.

Una vez obtenida esta información se analizaran los reportes obtenidos basados en la clasificación de BI-RADS, los hallazgos encontrados con elastografía y la correlación histopatológica.

10. Resultados

La validación de datos se realizó mediante las medidas de tendencia central y dispersión: rango, media, moda, mediana, proporciones o porcentajes y prueba estadística exacta de Fisher para buscar asociación, así como sensibilidad y especificidad, para la valoración de los estudios.

En este estudio se revisaron 30 expedientes de pacientes con ultrasonido de mama y estudio complementario de elastografía, en mujeres que presentaron nódulo mamario de aspecto sólido y clasificado en BI-RADS. De los cuales 17 fueron reportados como malignos y 13 como benignos, con correlación de estudio histopatológico.

De acuerdo a los grupos de edad, el 10% del total de los expedientes corresponde al grupo de los menores de 25 años, seguido del grupo de edad 26-35 años que corresponde el 6.6%, el grupo de 36-45 años que corresponde al 33.3%, el grupo de los 46-55 años corresponde el 36.6% y el grupo de 56-65 años corresponde al 13.4% del total de expedientes revisados (figura 8 y tabla 5).

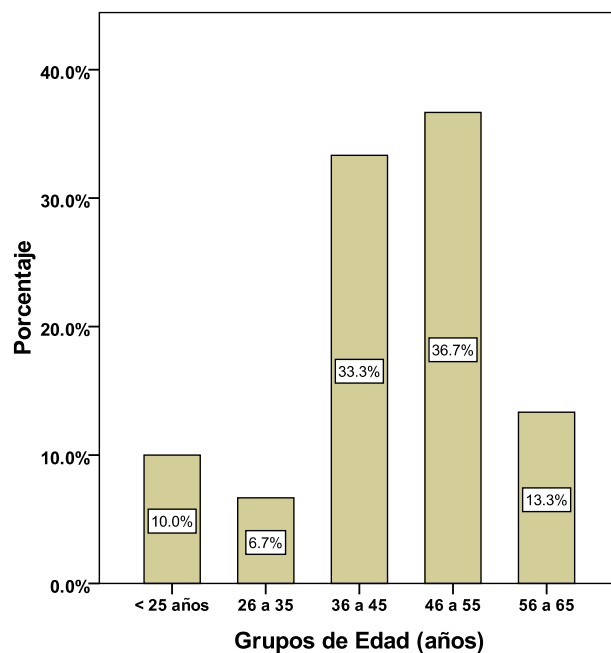


Figura 8. Distribución de la edad de las pacientes.

| Edad | Casos |
|---------------------|-------|
| Menores de 25 años. | 3 |
| 26 a 35 años. | 2 |
| 36 a 45 años. | 10 |
| 46 a 55 años. | 11 |
| Mayores de 65 años. | 4 |
| Total | 30 |

La media de edad de los expedientes que tenían estudio de ultrasonido de mama y elastografía complementaria, con correlación histopatológica fue de años, moda es de 41 años, mediana de 45 años y desviación estándar de 11.37; con edad mínima de 21 años y edad máxima de 73 años.

Antecedente de cáncer de mama.

Se identificó que 5 expedientes tenían el antecedente familiar de cáncer de mama, que corresponde al 16.7% y 25 de ellos no presentaban antecedente familiar de cáncer de mama que corresponde al 83.3% del total de expedientes revisados. (figura 9 y tabla 6).

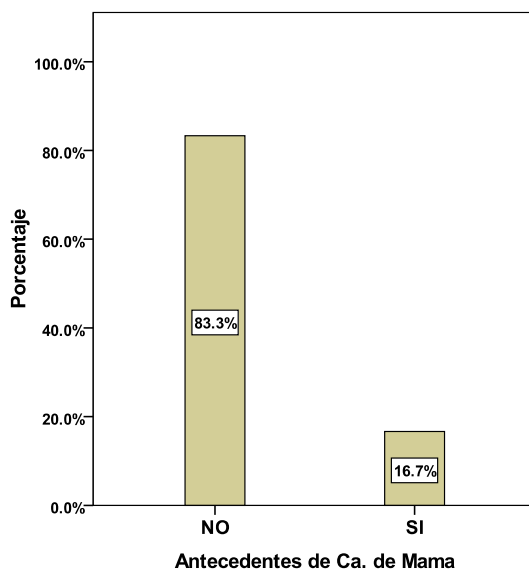


Figura 9. Antecedente de cáncer de mama en la familia.

| | |
|-----------------------------------|----|
| Antecedente de cáncer de mama | 5 |
| Sin antecedente de cáncer de mama | 25 |
| Total | 30 |

Diagnóstico histopatológico (malignidad y benignidad).

Se identificó que 10 expedientes tenían reporte histopatológico de malignidad que corresponde al 33.7%, 20 de ellos tenían un reporte histopatológico benigno que corresponde al 66.7% del total de expedientes revisados (figura 10 y tabla 7).

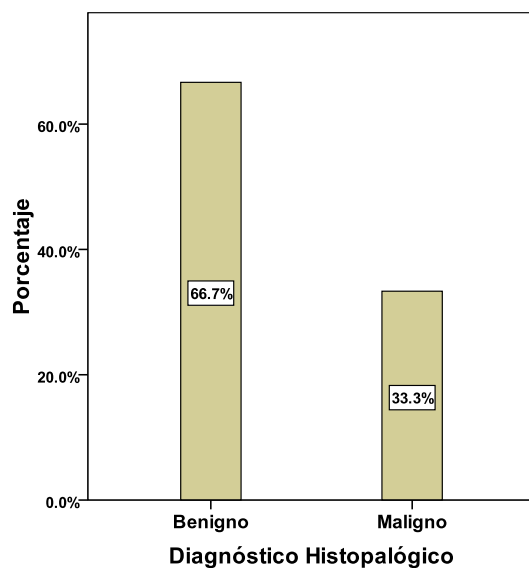


Figura 10. Distribución del diagnóstico histopatológico

| Tabla 7. Distribución del diagnóstico histopatológico | |
|---|----|
| Diagnóstico de malignidad | 10 |
| Diagnóstico de benignidad | 20 |
| Total | 30 |

Clasificación de BI-RADS

De los 30 expedientes se encontró que 11 expedientes fueron clasificados como BI-RADS 3, que corresponde al 36.6%, 10 pacientes fueron clasificados como BI-RADS 4 que corresponde al 33.3% y 9 pacientes fueron clasificados como BI-RADS 5 que corresponde al 30.1% del total de expedientes revisados (figura 11 y tabla 8).

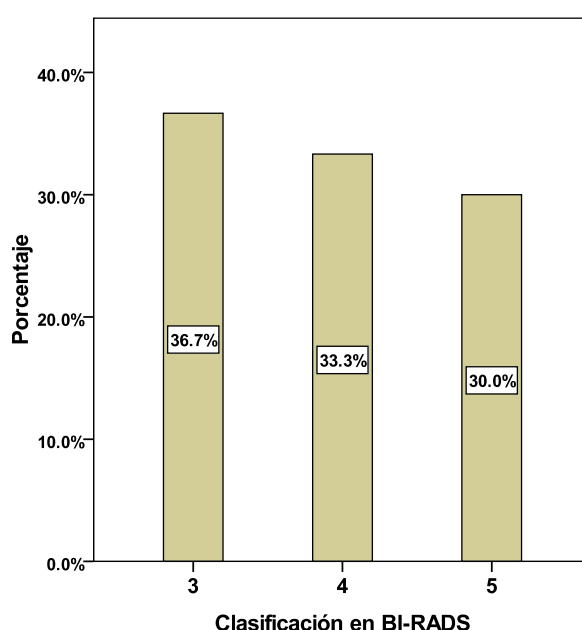


Figura 11. Distribución de los pacientes en términos de BI-RADS.

| Tabla 8. Distribución de los pacientes en términos de BI-RADS. | |
|--|----|
| BI-RADS 3 | 11 |
| BI-RADS 4 | 10 |
| BI-RADS 5 | 9 |
| Total | 30 |

Elastografía:

Usando exclusivamente el procedimiento de elastografía y de los 30 expedientes se encontró que 12 presentaban una escala de color con tendencia al rojo lo que se traduce en datos de malignidad, que corresponde al 40% del total de expedientes, 18 de los expedientes presentaban una escala de color con tendencia al azul lo que se traduce en datos de benignidad, que corresponde al 60% del total de expedientes revisados (figura 12 y tabla 9).

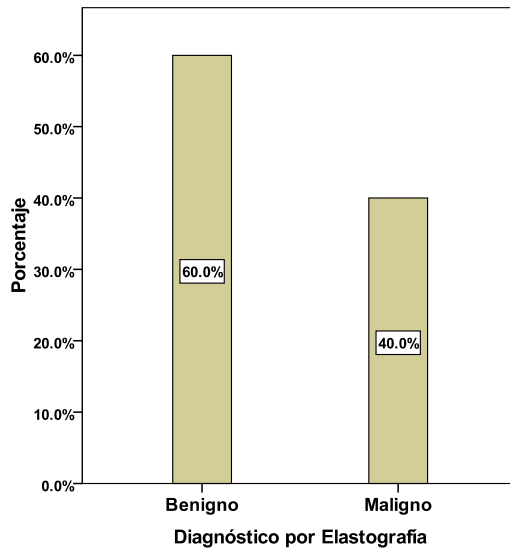


Figura 12. Distribución de casos por elastografía.

| | |
|---------|----|
| Benigno | 18 |
| Maligno | 12 |
| Total | 30 |

Clasificación de BI-RADS por ultrasonido y elastografía

Usando los procedimientos de ultrasonido más elastografía, de los 30 expedientes se encontró que la combinación que 17 expedientes presentaban datos de malignidad que corresponde al 56.7%, 13 expedientes presentaban datos de benignidad que corresponde al 43.3% del total de expedientes revisados (figura 13 y tabla 10).

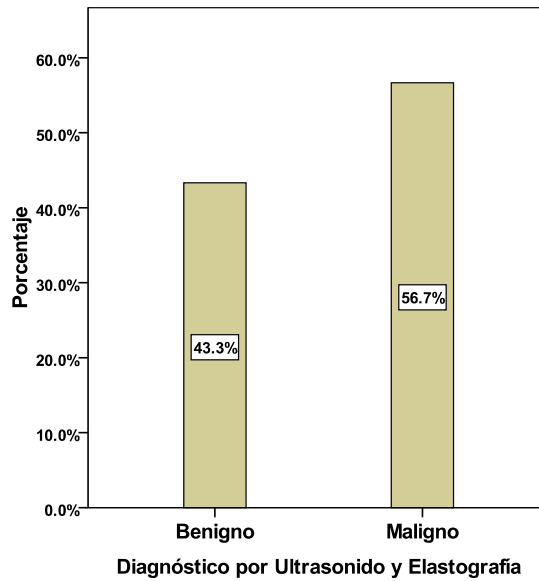


Figura 13. Procedimientos de ultrasonido y elastografía.

| Tabla 10. Procedimientos de ultrasonido y elastografía. | |
|---|----|
| Benigno | 18 |
| Maligno | 12 |
| Total | 30 |

Con el propósito de hacer comparaciones gráficas entre los diagnósticos por ultrasonido y elastografía, las imágenes de las figuras 14 a 17 ilustran lesiones visualizadas por ambos procedimientos:

Ejemplo de lesión maligna:

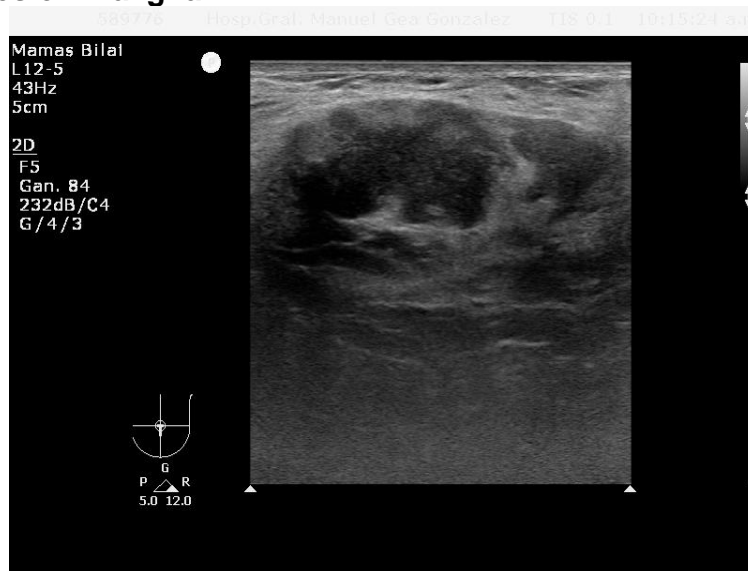


Figura 14. Ultrasonido convencional. Lesión de aspecto maligno.

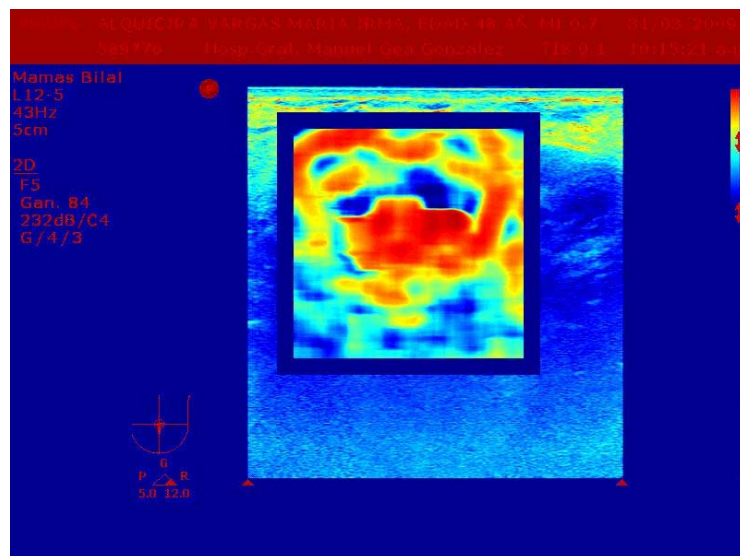


Figura 15. Ultrasonido y Elastografía. Lesión de aspecto maligno.

Ejemplo de lesión probablemente benigna:

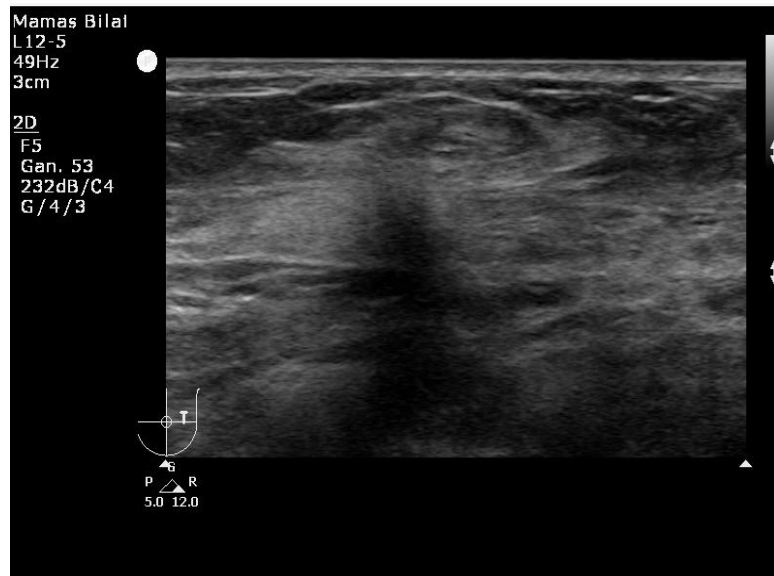


Figura 16. Ultrasonido convencional. Lesión de aspecto indeterminado.

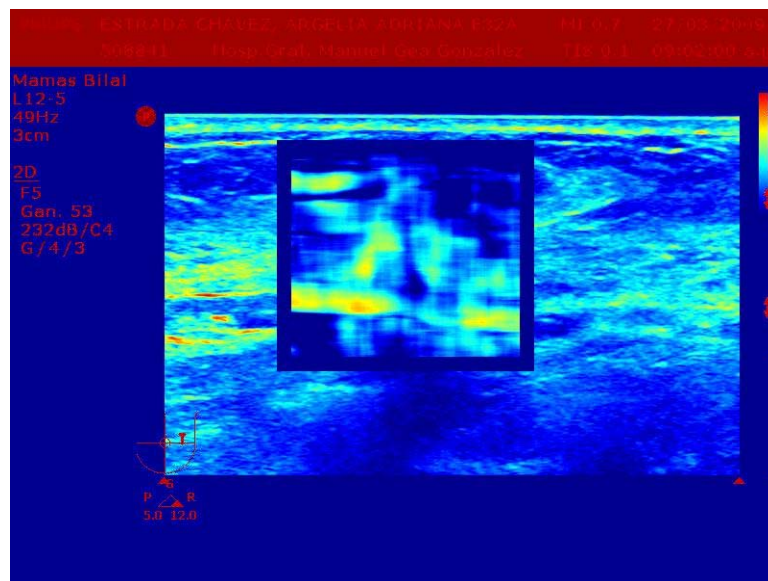


Figura 17. Ultrasonido y Elastografía. Lesión probablemente benigna.

Sensibilidad y especificidad

Para evaluar la validez diagnóstica del ultrasonido y la elastografía como prueba diagnóstica en relación al reporte histopatológico, se utilizaron pruebas de sensibilidad y especificidad. (Tabla 11)

| Tabla 11. Sensibilidad y especificidad. | | | | |
|---|----------------|-----------------------------|---------|-------|
| Diagnóstico por | Tipo de lesión | Diagnostico Histopatológico | | Total |
| | | Maligno | Benigno | |
| Ultrasonido Y Elastografía | Maligno | 8 | 4 | 12 |
| | Benigno | 2 | 16 | 18 |
| Total | | 10 | 20 | 30 |

Sensibilidad: 80%

La prueba identifica al 80% de enfermos (positivos-verdaderos) y habrá 20% de enfermos que no son identificados por la prueba (falso-negativos).

Especificidad: 80%

La prueba identifica al 80% de sanos (negativos-verdaderos) y no identifica al 20% de los sanos (falsos-positivos).

Valor predictivo positivo y valor predictivo negativo.

Valor predictivo positivo: $(8/10) \times 100 = 80\%$.

Valor predictivo negativo: $(6/8) \times 100 = 75\%$.

El 80% de los pacientes con prueba ultrasonográfica y elastografía complementaria, finalmente se confirmó la presencia de malignidad, mientras que de los no detectados con anomalías ultrasonográficas y elastografía complementaria, un 75% estaban efectivamente sanos.

Aplicando la prueba estadística exacta de Fisher a la tabla 5 se encuentra una asociación significativa entre diagnóstico histopatológico y diagnóstico por ultrasonido y elastografía para una $p < 0.0025$.

11. Discusión:

El cáncer de mama es la neoplasia maligna más común en mujeres y un problema de salud pública. A nivel mundial, en el 2002, se registraron 1 151 298 casos nuevos, 410,712 pacientes fallecieron por cáncer de mama y existen más de 4.4 millones de mujeres vivas con la enfermedad.

En México se registraron 11 656 casos en el 2002. En el Instituto Nacional de Cancerología, también existe un incremento de esta neoplasia: en la década de 1990 a 1999 ocupó el segundo lugar en frecuencia con 2 276 casos y fue ampliamente rebasado por el cáncer cervicouterino con 3 093 casos, de un total de 15 126 casos, en ambos géneros.

En el período de 2000 a 2004, ingresaron 20 071 pacientes a este instituto, de los cuales 3 267 correspondieron a cáncer de mama, seguido del cáncer cervicouterino con 2 707 casos. El cáncer de mama constituye la neoplasia más frecuente a partir de los 30 años. La edad de presentación más frecuente es entre los 40 años y 49 años (15). En un estudio realizado en España se observó que la prevalencia del cáncer de mama se presentó en los grupos de edad entre los 45 a 65 años de edad. (16). En este estudio se observó que la gran mayoría de las pacientes que presentaron cáncer de mama tenían una edad entre los 45-65 años de edad.

La mayoría de los casos de cáncer de mama no tienen una causa identificable, pero aproximadamente del 5% al 10% son causados por mutaciones genéticas. Los genes de alta susceptibilidad a cáncer de mama (BRCA 1 y BRCA 2) se transmiten en forma autosómica dominante con penetrancia variable. Los individuos portadores de mutaciones de estos genes de susceptibilidad a cáncer de mama tienen un aumento significativo de riesgo a lo largo de su vida de padecer cáncer comparado con el riesgo de la población general.

Tomando en consideración la historia médica y familiar de una paciente afectada, el médico puede identificar pacientes y sus familiares que puedan verse beneficiados de una reunión con un médico general para dar asesoramiento de riesgo de cáncer. Los individuos que son candidatos para una prueba genética deben recibir asesoramiento genético antes de la prueba para facilitar su decisión. El asesoramiento genético proporciona a las pacientes tiempo para considerar tanto incertidumbre y riesgos psicosociales, como beneficios en las pruebas moleculares. Esta revisión describe cómo determinar si una paciente tiene síndrome de cáncer hereditario y, quizá lo más importante, que decir cuando un síndrome de cáncer está presente en la familia (17). En este estudio se observó que el 16% de las pacientes tenían como antecedente cáncer de mama familiar.

Se presentan los resultados de 140 muestras histológicas tomadas en pacientes con cáncer de mama para determinar su concentración de receptores de estrógenos. Destaca la importancia de la frecuencia de la positividad para receptores de estrógenos en todos los tipos histológicos; La distribución por tipo histológico de los cánceres estudiados fue ductal escirroso 60,7%, intraductal 28%, lobulillar infiltrante 7,1%, coloideo 2,1%, papilar intraquistico 1,4% y medular 0,7%. (18). En este estudio el 56% de los pacientes presentaron un reporte histopatológico positivo para malignidad, que habían sido caracterizados como BI-RADS 3, 4 o 5, de los cuales el 70% de los casos fue carcinoma ductal escirroso.

El empleo de ultrasonido con elastografía complementaria, contribuyo de manera importante en la caracterización de los nódulos mamarios, sugiriendo la presencia de malignidad y benignidad, que fue corroborada con estudio histopatológico complementario, observando una sensibilidad y especificidad del 80% con un valor predictivo positivo del 80% y un valor predictivo negativo del 75%, el resultado se comparo con el estudio realizado por Ako Itoh y colaboradores en el 2007, observando resultados semejantes con el estudio actual.

12. Conclusiones

El cáncer de mama es la neoplasia maligna más común en mujeres y un problema de salud pública. A nivel mundial, en el 2002, se registraron 1 151 298 casos nuevos, 410 712 pacientes fallecieron por cáncer de mama y existen más de 4.4 millones de mujeres vivas con la enfermedad.

En México se registraron 11 656 casos en el 2002. En el instituto Nacional de Cancerología, también existe un incremento de esta neoplasia: en la década de 1990 a 1999 ocupó el segundo lugar en frecuencia con 2276 casos y fue ampliamente rebasado por el cáncer cervicouterino con 3 093 casos, de un total de 15,126 casos, en ambos géneros.

En el período de 2000 a 2004, ingresaron 20 071 pacientes a este instituto, de los cuales 3 267 correspondieron a cáncer de mama, seguido del cáncer cervicouterino con 2 707 casos. El cáncer de mama constituye la neoplasia más frecuente a partir de los 30 años. La edad de presentación más frecuente es entre los 40-49 años.

El uso de la elastografía y ultrasonido, le permite al clínico tener una herramienta extra para una mejor caracterización de las lesiones, lo que conlleva que disminuya de manera considerable la realización de biopsias innecesarias, disminuyendo así la exposición a otro tipo de estudio invasivo, disminuyendo la comorbilidad y gastos al paciente y a la institución.

Es importante saber y reconocer que no existe en la actualidad ningún método de imagen sustituye a la biopsia como diagnóstico final de un nódulo mamario.

La confirmación definitiva de malignidad o benignidad de las lesiones se hace por toma de biopsia y reporte histopatológico.

Se ha observado que aproximadamente el 70% de las biopsias realizadas de los nódulos mamarios tuvieron un reporte histopatológico benigno.

13. Perspectivas

- a) Gestionar la posibilidad de comprar un equipo de ultrasonido con el modulo de elastografía y realizar más pruebas clínicas a todas las pacientes con nódulo mamario tanto aspecto benigno como maligno.
- b) Utilizar la elastografía como estudio complementario en otro tipo de tumores como serian los de glándula tiroides y próstata.
- c) Capacitación del equipo medico y técnico para el manejo correcto de la elastografía.

14. Bibliografía

1. www.inegi.com.mx, consultado el día 30 de julio de 2010.
2. www.oms.com, consultado el 30 de julio de 2010.
3. Gilda Cardenosa. Ecografía mamaria. Imagenología de la mama. Buenos Aires. Journal; 2005. p. 94-135.
4. Stavros. Ecografía de los nódulos mamarios sólidos, distinción entre malignos y benignos. Ecografía de mama. Barcelona. El Servier; 2006. p. 445-482.
5. Gildardo Gallego. Nódulo palpable de la mama. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología 2005; 56 (1): 82-91.
6. Alma Patricia Ramírez., Rivera López M. BI-RADS: Su influencia en el Diagnóstico, conductas médicas y conductas de los usuarios que se practicaron estudios de mama en un centro de imágenes en la ciudad de Ibagué, 2002-2004. Revista Colombiana de Radiología. 2007; 18(4): 2267-2273.
7. Brian S. Garra, E. Ignacio Céspedes. Elastography of breast lesions: inicial clinical results. Radiology 1997; 202: 79-86.
8. Breast. Walz M, Teunber J Georgi m. Eight International Congress On The Ultrasonic Examination Of The Elasticity of benign and malignant breast lesions. imaging, application and result in clinical and general practice: 2007 Oct 18-19: Amsterdam: Elsevier, 2008.
9. Jonathan Ophr. S. Kaiser Alam. Elastography: imaging the elastic properties of soft tisúes with ultrasound. Med. Ultrasonics 2002; 29:155-171.
10. Whilliams. J., Smith. A. Clinical Evaluation of in vivo Elastography for breast. Medical imaging business week. 2008; 83:155.
11. Fleury Ef., Rinaldi Jf. Appearance of breast masses on sonoelastography with special focus on the diagnosis of fibroadenoma. European radiology. 2009; 12: 22.
12. Ako Itoh, Ei Ueno. Breast disease: clinical application of us elastography for diagnosis. Radiology 2007; 239; 341-350.
13. Zhi, R. Jhonson, Y. Solid Lesions in ultrasonic Elastography. Journal academic radiology. 2008; 54: 25.
14. Takahashi, Tsuyoshi S., Makoto Y. Differentiation Of Benig From Malignant Breast Lesions, evaluated in real time ultrasound elastography. Journal of techonology and science. 2008; 14: 2504.
15. Isabel Zeichner G, Myrna Candelaria. Cáncer de mama un problema de salud. Rev. Instituto Nacional de Cancerología 2006; (1): 143-145.
16. Carmen Vidal Lancis, José M. Martínez, Martha Mateos. Mortalidad por cáncer de mama: evolución durante el periodo 1980-2005. Rev. Esp. Salud Pública 2010; 84 (1): 20-31.
17. Silva Vidal Millan. Cáncer de mama hereditario: identificación y elección de pacientes para estudio molecular de los genes BRCA. Rev. Instituto Nacional de Cancerología 2008; (3): 51-61.
18. Rodrigo Shiaffino, Andrés Ibarra, Raúl González. Correlación entre distintos tipos histológicos de cáncer de mama y receptores estrogenicos. Rev. Chil. Obstet. Ginecol 2002; 67 (5): 377-380.