

Título de Trabajo Final de Grado

***“TOMOSÍNTESIS: NUEVO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO MAMARIO PARA
EL ESTUDIO DE MAMAS DENSAS”***

Autor/a

BUEARC CARLA

Este trabajo ha sido presentado como requisito
para la obtención del título de

Licenciado en Producción de Bioimágenes

Junín, 28 de mayo de 2021



INSTITUTO
ACADÉMICO
DE DESARROLLO
HUMANO



Título de Trabajo Final de Grado

“TOMOSÍNTESIS: NUEVO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO MAMARIO PARA EL ESTUDIO DE MAMAS DENSAS”

Autor/a

BUEARC, CARLA

Lic. Franco Andrés
Co-Director

Lic. Nabarro Carolina
Director

Trabajo Final de Grado aprobado por el Tribunal Evaluador

Lic. Lázzaro María
Mónica
Evaluador

Med. Erbiti Gabriel
Evaluador

Lic. Gimenez Susana
Graciela
Evaluador

**Instituto Académico de Desarrollo Humano,
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Junín, 28 de mayo de 2021

Autoridades del

Expediente N°2210/2020

Instituto Académico de Desarrollo Humano (IADH)

Fecha: 26/11/2020

UNNOBA

Me dirijo a Uds. con motivo de elevar la presentación del Informe de mi Trabajo Final de Grado para su evaluación correspondiente.

Carrera: Licenciatura en Producción de Bioimágenes

TEMA: TOMOSÍNTESIS: NUEVO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO MAMARIO PARA EL ESTUDIO DE MAMAS DENSAS.

Modalidad: TFG de investigación.

Director: Navarro Carolina. Licenciada en Producción de Bioimágenes.

Codirector: Franco Andrés. Licenciado en Producción de Bioimágenes.

Sin otro particular, saludo a ustedes atte.



Buearc Carla Soledad

Aclaración

28.354.196

DNI

28.354.196

Nº de Legajo

Universidad Nacional Del Noroeste De La Provincia De Buenos Aires

Instituto Académico De Desarrollo Humano (IADG)

Licenciatura En Producción De Bioimágenes

Trabajo Final De Grado

**TEMA“TOMOSÍNTESIS: NUEVO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO MAMARIO
PARA EL ESTUDIO DE MAMAS DENSAS”**

Presentado Por:

Alumna: Buearc Carla Soledad

DNI: 28.354.196

Nº de legajo: 28.354196

E-mail: csbmisio@hotmail.com

Director de Tesis: Navarro Carolina. Licenciada en Producción de Bioimágenes.

DNI: 31.195.908

E-mail: carolina_nabarro@hotmail.com

Codirector: Franco Andrés. Licenciado en Producción de Bioimágenes.

DNI: 17.253.694

E-mail: E-mail:aofranco2009@hotmail.com

Fecha: 26/11/2020

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCION	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
HIPÓTESIS.....	9
OBJETIVOS	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
DESICIONES TEORICO-METODOLOGICAS.....	10
INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS.....	11
RESULTADOS.....	11
LIMITACIONES DE LA MAMOGRAFIA ANTE LA DENSIDAD MAMARIA	19
TOMOSÍNTESIS DE MAMA.....	21
BASES FÍSICAS DE LA TOMOSÍNTESIS	26
1. ÁNGULO TOMOGRÁFICO O DE BARRIDO	27
2. MOVIMIENTO DEL TUBO DE RAYOS X	27
3. DURACIÓN TOTAL DE LA ADQUISICIÓN.....	28
4. ESPECTRO DE LA RADIACIÓN	28
5. EL DETECTOR TOMOGRÁFICO	29
6. VISUALIZACIÓN DE LA IMAGEN.....	29

7. ARTEFACTOS Y RADIACIÓN DISPERSA.....	30
8. DOSIS.....	30
RECONSTRUCCIÓN DE LA IMAGEN.....	31
TIPOS DE MAMÓGRAFOS CON TOMOSÍNTESIS	32
VENTAJAS.....	36
DESVENTAJAS	37
TOMOSINTESIS EN EL ESTUDIO DE LA MAMA DENSA.....	37
INTERVENCIONISMO MAMARIO POR TOMOSÍNTESIS.....	39
IMPORTANCIA DE LAS BIOPSIAS GUIDAS POR TS	40
INDICACIONES DE LA PUNCIÓN POR TS	42
PREPARACIÓN DE LA PACIENTE	42
COMO SE REALIZA EL ESTUDIO	43
COMPLICACIONES.....	44
VENTAJAS.....	44
CONCLUSIÓN	45
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS.....	49

RESUMEN

El Cáncer de Mama es una enfermedad que constituye uno de los problemas de salud pública más graves a nivel mundial. Pero, la evidencia internacional señala que es curable si se detecta oportunamente y el tratamiento médico es el adecuado.

A pesar de que la mamografía es la mejor herramienta de detección temprana del cáncer de mama, no detecta todos los tipos de carcinomas. Y esto ocurre generalmente debido a la densidad del tejido mamario. Las mamas densas dificultan la sensibilidad de las mamografías, porque este tipo de tejido se ve blanco en la imagen, y eso puede enmascarar las masas cancerosas.

Por tal razón, desde el año 2011 se comenzó a utilizar una nueva técnica complementaria a la mamografía digital, la Tomosíntesis.

La Tomosíntesis estudia la mama mediante imágenes tridimensionales (3D). Esto facilita la detección de lesiones, donde evita el problema de la superposición de tejido. Una de sus principales indicaciones es aumentar la sensibilidad del estudio, particularmente en mamas densas. Y todas aquellas lesiones no palpables o palpables, que en los estudios previos como mamografía digital y ecografía mamaria, muestren alguna anormalidad y se requiera corroborar su benignidad son biopsiadas por Tomosíntesis.

El siguiente trabajo final de grado tiene como objetivo destacar el uso diagnóstico de la Tomosíntesis 3D especialmente en presencia de tejido mamario denso y además describir sus indicaciones en intervencionismo.

Palabras Claves: Mamas Densas, Tomosíntesis, Intervencionismo

ABSTRACT

Breast Cancer is a disease that constitutes one of the most serious public health problems worldwide. But, international evidence indicates that it is curable if detected promptly and medical treatment is adequate.

Although mammography is the best early detection tool for breast cancer, it does not detect all types of carcinomas. And this generally occurs due to the density of the breast tissue. Dense breasts make it difficult for mammograms to be sensitive, because this type of tissue appears white in the image, and this can mask cancerous masses.

For this reason, since 2011 a new technique complementary to digital mammography, tomosynthesis, began to be used.

Tomosynthesis studies the breast using three-dimensional (3D) images. This facilitates the detection of injuries, where it avoids the problem of tissue overlap. One of its main indications is to increase the sensitivity of the study, particularly in dense breasts. And all those non-palpable or palpable lesions, which in previous studies such as digital mammography and breast ultrasound, show any abnormality and require confirmation of their benignity are biopsied by tomosynthesis.

The following final degree project aims to highlight the diagnostic use of 3D tomosynthesis, especially in the presence of dense breast tissue, and also to describe its indications in interventionism.

Key Words: Dense Breasts, Tomosynthesis, Interventionism

INTRODUCCION

El cáncer de mama es el tumor más frecuente y constituye la primera causa de muerte por cáncer en las mujeres alrededor del mundo. En nuestro país las cifras también son alarmantes, según el Instituto Nacional del Cáncer:

- Para el 2018 se produjeron más de 21.000 nuevos casos, lo cual represento el 31,8% de todos los cánceres entre las mujeres.
- El cáncer de mama es el cáncer de mayor incidencia en mujeres, con una tasa de 73 casos por cada 100.000 mujeres.
- Más del 75% de las mujeres con cáncer de mama no tienen ningún antecedente familiar de dicha enfermedad.
- 1% de los cánceres de mama se presenta en hombres.
- El cáncer de mama es la primera causa de muerte por cáncer en mujeres argentinas.
- Se producen más de 5.800 muertes por año por cáncer de mama.
- Argentina, luego de Uruguay, es el país de América con la tasa de mortalidad más alta por cáncer de mama.
- En el país se presenta una gran diferencia en la tasa de mortalidad entre las distintas jurisdicciones. La tasa ajustada más elevada se registró en San Luis (21 casos por cada 100.000 mujeres) y la más baja en Santiago del Estero (10,8 casos por cada 100.000 mujeres).

Fuente: INC (Instituto Nacional del Cáncer)¹

La mamografía es la técnica de elección para el cribado y detección precoz del cáncer de mama, ya que ha conseguido reducir su mortalidad en

¹ (Cancer, www.msal.gov.ar/inc/acerca-del-cancer/incidencia)

aproximadamente un 30%². Además, con el desarrollo de la mamografía digital (MD) se ha mejorado la detección de microcalcificaciones (carcinoma in situ), aumentando ligeramente la sensibilidad en mujeres pre menopáusicas o con mamas densas.

El principal factor que influye en la precisión diagnóstica de la mamografía es el patrón de densidad mamaria³. Su sensibilidad disminuye cuanto más densa sea la mama porque, al tratarse de una imagen bidimensional, la superposición del tejido fibroglandular dificulta la detección de lesiones sospechosas de malignidad o simula imágenes erróneamente sospechosas, con lo que puede retrasarse el diagnóstico, o aumentar las rellamadas y las biopsias innecesarias. Se estima que la mamografía digital tiene una sensibilidad del 60% en mamas densas y del 98% en mamas grasas.

En un estudio realizado por Margaret T. Mandelson et al., se obtuvo que la sensibilidad mamográfica de mujeres con mamas adiposas fue del 80%, mientras que en mujeres con mamas excesivamente densas fue de solamente del 30 %⁴. De dicho estudio se puede analizar que en el caso de mamas densas la sensibilidad disminuye considerablemente en comparación con mamas predominantemente grasas.

Por lo tanto, la baja sensibilidad de la mamografía en las mamas densas hace necesaria la aplicación de técnicas complementarias, como por ejemplo la ecografía. Este método permite visualizar pequeños tumores que pudieran estar ocultos por ser similares en tamaño y etapa a los cánceres no palpables identificados a través de la mamografía.

Por otro lado, el advenimiento de los detectores digitales para mamografía digital en los últimos años ha impulsado la aparición de una nueva modalidad de imagen mamaria tridimensional, la Tomosíntesis (TS).

² (DiagnosticodesituacioncancerdemamaenArgentina, s.f.)

³ (riesgo/factores/mamas_densas, s.f.)

⁴ (cambio-densidad-mamaria-mamografias, s.f.)

La TS es una técnica de reciente aparición que adquiere secuencialmente imágenes consecutivas con baja dosis de radiación que se reconstruyen en cortes individuales, permitiendo disminuir la superposición de los tejidos y mejorar la precisión diagnóstica de la mamografía en las mamas densas. Este nuevo método adquiere, desde varios ángulos, imágenes de una mama comprimida.

La Tomosíntesis de mama es la modalidad que ha tenido un desarrollo mayor y un crecimiento exponencial en el número de unidades instaladas en los últimos 5 años⁵. En estos equipos, el tubo de rayos x se desplaza describiendo una trayectoria en forma de arco con un rango angular limitado, por lo que durante el trayecto se van adquiriendo imágenes de proyecciones en distintos ángulos a partir de los cuales se reconstruyen múltiples planos paralelos al detector. Cada uno de estos planos contiene información de volúmenes de 1 mm de espesor.

Posterior a la adquisición de las imágenes, se procede a la reconstrucción digital de las mismas en cortes de 1mm de grueso, permitiendo de esta forma distinguir estructuras en diversos planos y mitigar o suprimir el solapamiento de los tejidos (Joaquín José Mosquera Oses, 2012).⁶

La Tomosíntesis resuelve el problema de la superposición del tejido mamario fibroglandular, que puede oscurecer el cáncer de mama o simular un pseudo tumor, aumentando potencialmente la sensibilidad para detectar cánceres de mama y además disminuye la tasa de falsos positivos.

De esta forma, la sensibilidad para la detección del cáncer de mama en las imágenes, obtenidas por Tomosíntesis de mama de una vista, es mayor que la de la mamografía digital de una o dos proyecciones⁷.

Con la utilización de la Tomosíntesis mamaria, se consigue mejorar la detección de tumores ocultos por las estructuras anatómicas normales de la mama,

⁵ (Palazuelos G. T., 2014)

⁶ (es-revista-revista-senologia-patologia-mamaria--131-articulo-tomosintesis-un-avance-cualitativo-, s.f.)

⁷ (Tomosíntesis de mama y mamografía digital: una comparación de la precisión del diagnóstico.TM Svahn, 28 de enero de 2014)

logrando aumentar la especificidad y la sensibilidad de la mamografía digital. El uso combinado de mamografía y TS aumenta la sensibilidad de la prueba hasta en un 15%.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mamografía es la única modalidad de screening que ha probado disminuir la mortalidad por cáncer de mama. Sin embargo, el solapamiento de tejidos, especialmente en la mama densa, continúa siendo un importante obstáculo para el diagnóstico.

El problema de las sombras causadas por la superposición ha complicado la detección del cáncer de mama y además, algunos tejidos superpuestos pueden presentar un aspecto parecido al cáncer, pero no lo son.

Es por esta razón, que la Tomosíntesis se perfila como una nueva tecnología que supera estos obstáculos. Es una nueva herramienta de evaluación diseñada para la detección precoz del cáncer de mama que se realiza en conjunto con la mamografía digital tradicional 2D.

La tomosíntesis permite visualizar secciones de la mama que pueden quedar ocultas por tejido superpuesto en las mamografías normales. Su sensibilidad, especialmente en mamas con una alta densidad glandular, evita los resultados falsos positivos de las mamografías, evitando el rellamado de las pacientes y la indicación de otros métodos de estudio incensario.

Además, es más precisa que la mamografía a la hora de determinar con precisión el tamaño y la ubicación de los tumores cancerosos en el denso tejido mamario. Con la tomosíntesis de mama en 3D, los profesionales de la salud pueden detectar anormalidades antes y observar mejor los tumores porque las imágenes son más claras y tienen más contraste.

HIPÓTESIS

La Tomosíntesis mamaria (TS) es un nuevo método diagnóstico complementario que ha permitido mejorar la precisión diagnóstica en mujeres con mamas densas en comparación con la utilización de la mamografía.

Este aporte mejora la visualización de las lesiones al eliminar el solapamiento de las estructuras.

OBJETIVOS

El presente trabajo final de grado persigue los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Describir la utilidad diagnóstica de la Tomosíntesis como un nuevo método complementario en el estudio de las mamas densas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mostrar los hallazgos radiológicos en Tomosíntesis en una mama con alta densidad glandular.
- Describir detalladamente la técnica intervencionista guiada por Tomosíntesis.

DECISIONES TEORICO-METODOLOGICAS

El diseño de la investigación es cualitativo, por tratarse de una Revisión Bibliográfica;

El objetivo principal de esta modalidad es realizar una investigación documental, es decir, recopilar y analizar información ya existente sobre la Tomosíntesis como nuevo método diagnóstico especialmente usado en casos de mama densa.

Por lo tanto la Unidad de análisis son artículos y documentos relacionados con el tema; el muestreo es teórico.

Para obtener la información se consultó diferentes fuentes:

- El Instituto Nacional del Cáncer (INC)
- Ministerio de Salud de la Nación (MSAL)
- Sociedad Argentina de Mastología
- Sociedad Argentina de Radiología
- Páginas digitales de información médica como SCIELO, BREAST.CANCER. ORG; WEBCIR.ORG; ACR.ORG; FDA.EUSOBI; RSNA (Escuela Norteamericana de Radiología).

Los criterios de búsqueda bibliográfica:

- Palabras claves o descriptores son: “tejido glandular denso/ mama densa”, “Tomosíntesis”, e “intervencionismo mamario”.
- Se incluyeron artículos con una antigüedad máxima de 10 años.

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Una vez obtenida la información, la autora, comenzó a procesar y analizar la información. Para ello clasifíco la documentación según los objetivos del estudio, la relevancia y la calidad científica del material bibliográfico.

Se construyó un cuadro comparativo donde se volcó los planteos de cada autor respecto a las técnicas utilizadas para el estudio mamario y el aporte de cada una al diagnóstico precoz de las patologías mamarias.

Posteriormente se desarrollaron los resultados y conclusiones. Para la presentación de los resultados se ha utilizado el criterio de ir dando respuesta a los objetivos planteados en el estudio.

RESULTADO

Se consultaron más de 30 artículos referidos al tema de investigación, pero se seleccionaron los siguientes 6, por tratarse de publicaciones actualizadas, realizadas en revistas internacionales y nacionales y sus autores conocidos en el medio disciplinar.

Los resultados de la presente revisión bibliográfica se basaron en 6 artículos:

- “Mamografía: actualización de las recomendaciones de la EUSOBI sobre la información a las mujeres” para la Sociedad Europea de Imagen Mamaria (EUSOBI). Francesco Sardanelli.2016
- “breastcancer.org”. Mama densa. 2014

- “Tomosíntesis: la nueva era de la mamografía”. Gloria Palazuelos. Stephanie Trujillo. Javier Romero.2014
- “Tomosíntesis digital en el cáncer de mamas”. Francisco Javier García León, Aurora Llanos Méndez y Rebeca Isabel Gómez. 2014
- “Tomosíntesis. Un avance cualitativo en el diagnóstico de patología mamaria”. Joaquín José Mosquera Osés, José Ramón Varela Romero, Ángela Iglesias López. 2012
- “Biopsias de mama por Tomosíntesis y Mammotome con sistema adicional. Su impacto en las lesiones Tomo Only”. MN Avalos, G. Sastre, RR Rojas, RM Rojas, J. MOSTO. 2020

Antes de introducirse en el tema, la autora considera relevante introducirse brevemente en la anatomía de la mama, el cáncer de mama, los factores de riesgo, la clasificación radiológica y las limitaciones de la mamografía en mamas densas.

ANATOMÍA DE LA MAMA

Las mamas están presentes en ambos sexos. En la mujer adulta, cada una de las mamas es una eminencia cónica o hemisférica localizada en zona anterolateral de la pared torácica. La base de la glándula mamaria se extiende, en la mayoría de los casos, desde la segunda hasta la sexta costilla, desde el borde externo del esternón hasta la línea axilar media. El área súper externa de cada glándula se extiende hacia la axila y se denomina prolongación axilar.⁸

La cara profunda de la mama es ligeramente cóncava y encuentra en relación con el músculo pectoral mayor, el serrato anterior y la parte superior del oblicuo externo del abdomen. Entre ambas hay un tejido areolar laxo

⁸ (BI-RADS QUINTA EDICION.Radiology, 2018)

denominado espacio retro mamario, éste permite que la mama tenga cierta movilidad.

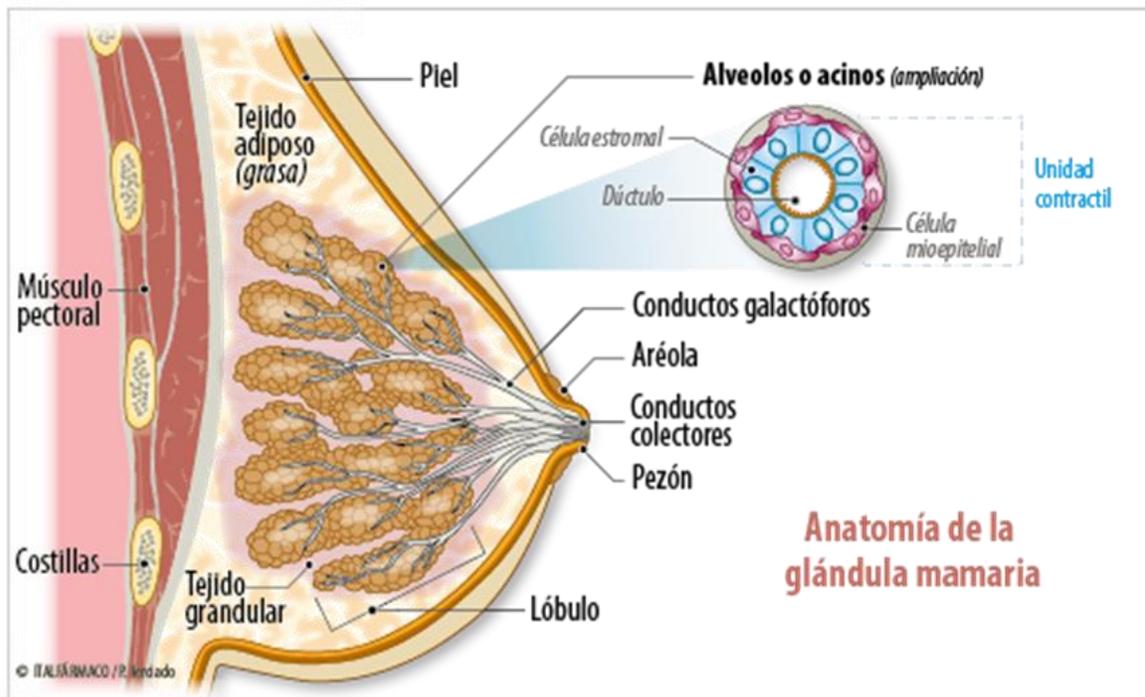
La cara superficial de la mama está cubierta por piel. Aproximadamente en el centro de esta cara se encuentra el pezón que está en relación al cuarto espacio intercostal en la nulípara. La base del pezón está rodeada por una zona de piel hiperpigmentada, de 2.5 cm. denominada areola. El pezón contiene numerosas fibras musculares lisas, en su mayoría de tipo circular, las que se contraen al estimularlo mecánicamente, originando la erección del pezón. La areola posee numerosas glándulas sebáceas que producen una secreción grasa que lubrica el pezón y la areola. Bajo la areola se ubican las dilataciones de los conductos galactóforos llamadas senos lactíferos.

La mama varía de tamaño de una persona a otra e incluso en la misma mujer, según la edad y la influencia de varias hormonas, que tienen un gran peso en el desarrollo del tejido, su crecimiento y la subsiguiente producción de leche. El máximo desarrollo de estas glándulas se produce durante el embarazo y especialmente en el período posterior al parto, durante la lactancia.

Cada mama consta de 15-20 lóbulos que están recubiertos por tejido adiposo, lo que constituye la mayor parte de su tamaño y forma, además la mama está compuesta de tejido fibroglandular⁹.

En la figura 1 se observa una ilustración de la anatomía glandular mamaria. *Nota1: Figura basada en Pareja, E. (2019). Ilustración de Anatomía de la glándula mamaria [Figura]. Consultada en: <https://es.quora.com/Cu%C3%A1les-la-diferencia-entre-mama-y-gl%C3%A1ndula-mamaria>.

⁹ (Fernández, s.f.)



DEFINICION DE CÁNCER MAMARIO

El cáncer de mama es una proliferación maligna de las células epiteliales que revisten los conductos o lobulillos mamarios y puede comenzar en distintas áreas de la mama, los conductos, los lobulillos o, en algunos casos, el tejido intermedio¹⁰. Es una enfermedad clonal; donde una célula individual producto de una serie de mutaciones somáticas o de línea germinal adquiere la capacidad de dividirse sin control ni orden, haciendo que se reproduzca hasta formar un tumor. El tumor resultante, que comienza como anomalía leve, pasa a ser grave, invade tejidos vecinos y, finalmente, se propaga a otras partes del cuerpo.

¹⁰ (Fernández J. Á.-P.-1., 2021)

El tipo de cáncer de mama depende de qué células de la mama se vuelven cancerosas. Los tipos más comunes de cáncer de mama son:

- **Carcinoma ductal infiltrante:** Las células cancerosas se multiplican fuera de los conductos e invaden otras partes del tejido mamario. Estas células cancerosas invasoras también pueden diseminarse, o formar metástasis, en otras partes del cuerpo. Es por mucho el más frecuente, aproximadamente el 80 % de los casos.
- **Carcinoma lobulillar infiltrante:** Las células cancerosas se diseminan de los lobulillos a los tejidos mamaros cercanos. Estas células cancerosas invasoras también pueden diseminarse a otras partes del cuerpo. Entre 10 a 12 % de los casos.

Existen otros tipos de cáncer de mama menos comunes, tales como la enfermedad de Paget, el cáncer de mama medular, el cáncer de mama mucinoso y el cáncer de mama inflamatorio

FACTORES DE RIESGO

El cáncer de mama tiene una gran influencia hormonal por lo que se asocia a situaciones como menarquia temprana (antes de los 11 años), menopausia tardía (luego de los 55 años), nuliparidad, edad tardía del primer parto, obesidad en mujeres posmenopáusicas.

Otros factores asociados con el cáncer de mama son la edad, sexo, raza, antecedentes personales y familiares de CA de mama, factores genéticos (mutación de BRCA 1 y BRCA 2) y, estilos de vida (como el consumo desmedido de alcohol y tabaco), exposición a la radiación (especialmente en la niñez)¹¹.

¹¹ (riesgos-y-prevencion/factores-de-riesgo-para-el-cancer-de-seno-relacionados-con-el-estilo-de-vida.html, s.f.)

Un detalle importante a destacar es la densidad del tejido mamario dentro de los factores de riesgo presentes en una mujer.

Desde el punto de vista radiológico, se puede dividir a la mama en dos componentes: el primero, el tejido fibroglandular y el segundo, el tejido adiposo (Crivellé, 2014). La densidad de la mama es una medición proporcional de los tejidos glandular, conectivo y graso de las mamas de una mujer.

La principal diferencia en los tejidos mamaros es el hecho de que el tejido adiposo es menos denso que el tejido glandular, esta diferencia de densidad permite observar los distintos contrastes en la mamografía.

No está claro porqué ciertas mujeres tienen mamas densas y otras no. En general, las mujeres más jóvenes tienden a tener mamas más densas, y algunas mujeres menopáusicas pueden perder densidad en la mama debido a cambios hormonales que se producen durante la menopausia.

Es normal que alrededor de un cincuenta por ciento de las mujeres de más de 40 años tengan tejido denso en las mamas.

La relación exacta entre la densidad y el cáncer de mamas todavía está siendo estudiada, pero según algunos estudios el incremento del epitelio ductal puede producir una alta predisposición en desarrollar cáncer de mama.

El tejido mamario denso se detecta en una mamografía. Sin embargo, una de las connotaciones más importantes de la densidad de mama es la falla que presenta a la hora de detectar correctamente el cáncer mamario. Esto se atribuye a las siguientes causas:

- Limitaciones de la mamografía (sobre todo la analógica, screen-film en mama densa)
- Inadecuada y deficitaria técnica (mala calidad)
- Signos inusuales de cáncer, por su tamaño pequeño, no poseer claros signos mínimos de detección
- Error de interpretación.

CLASIFICACIÓN RADIOLÓGICA

El Colegio Americano de Radiología (ACR) propuso el sistema BI-RADS (Breast imaging reporting and data system) que es una herramienta diseñada para estandarizar el informe mamográfico¹².

Este sistema dispone de una clasificación según el patrón glandular mamario. Los niveles de densidad son:

- A: Graso: indica que las mamas están compuestas por grasa casi en su totalidad. Aproximadamente 1 de cada 10 mujeres tiene este resultado.
- B: Glandular disperso: indica que hay algunas áreas dispersas de densidad, pero la mayor parte del tejido mamario es no denso. Aproximadamente 4 de cada 10 mujeres tiene este resultado.
- C: Heterogéneamente denso: indica que hay algunas áreas de tejido no denso, pero la mayor parte del tejido mamario es denso. Aproximadamente 4 de cada 10 mujeres tiene este resultado.
- D: Extremadamente denso: indica que casi todo el tejido mamario es denso. Aproximadamente 1 de cada 10 mujeres tiene este resultado¹³.

En la Tabla 1 se puede observar dicha clasificación, la cual aparece en el documento de la ACR titulado “Breast Imaging Report and Database” (BI-RADS, por sus siglas en inglés)¹⁴.

Tabla 1: BI-RADS: Tipos de Mama según Densidad del Tejido Glandular *

¹² (BI-RADS QUINTA EDICION.Radiology, 2018)

¹³ (BI-RADS QUINTA EDICION.Radiology, 2018)

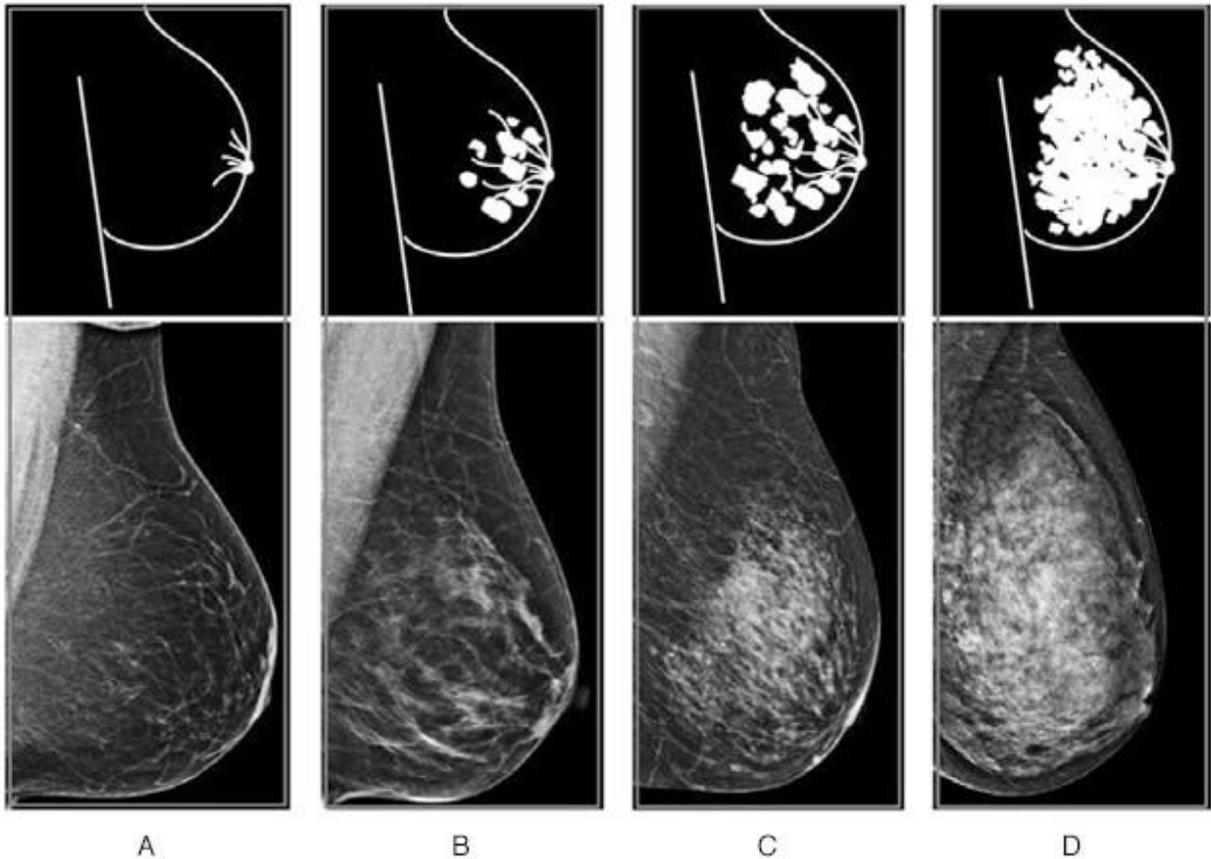
¹⁴ (BI-RADS QUINTA EDICION.Radiology, 2018)

	DESCRIPCIÓN	DENSIDAD DEL TEJIDO GLANDULAR
I	Mamas Grasas	< 25%
II	Mamas Fibroglandulares	25 – 50%
III	Mamas Heterogéneas	50 – 75%
IV	Mamas Densas	> 75%

En la Figura 2, se muestra la clasificación BI-RADS de densidad mamaria utilizando representaciones ilustrativas relacionadas con imágenes mamográficas reales. Como se observa en dicha imagen a medida que el porcentaje de tejido fibroglandular aumenta, la visibilidad completa de las estructuras en la mama disminuye, debido a que los tejidos glandulares normales pueden solapar y oscurecer otras estructuras, dificultando el proceso de localización e identificación de nódulos mamarios.

Figura No.2: Clasificación BI-RADS de las mamas según el porcentaje de tejido fibroglandular¹⁵

¹⁵ (BI-RADS QUINTA EDICION.Radiology, 2018)



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

En una mamografía, el tejido mamario no denso se ve oscuro y transparente. Sin embargo, el tejido mamario denso se ve como una zona blanca sólida, lo que hace que resulte difícil ver a través de él.

LIMITACIONES DE LA MAMOGRAFIA ANTE LA DENSIDAD MAMARIA

La mamografía es una técnica radiológica que permite obtener imágenes en dos dimensiones del interior de las mamas a través de la utilización de un sistema de rayos X de baja dosis, apoyado en la detección y diagnóstico temprano de patología mamarias.

La mamografía sigue siendo el método de elección para las actividades de prevención mamaria, pero no son 100% exactos en mostrar si una mujer tiene cáncer o no. Los expertos reconocen que muchos cánceres son dificultosamente detectados, por la superposición de tejido mamario, por lo que habitualmente hay imágenes sospechosas que imitan, reproducen o enmascaran la presentación de un cáncer, pero hay otras que son totalmente ocultas.

Una mamografía puede dar un resultado negativo falso y esto significa que se ve normal aun cuando hay cáncer de mama. Pueden dar a las mujeres una falsa sensación de seguridad, al creer que no tienen cáncer, cuando en realidad padecen la enfermedad¹⁶.

Y por otro lado, mostrar un resultado positivo falso cuando en realidad no hay cáncer de mama. Los resultados positivos falsos son más comunes en mujeres que son más jóvenes, tienen mamas densas, han tenido biopsias previas, tienen antecedentes familiares, o están tomando estrógeno.

Las mamografías con resultados positivos falsos pueden causar ansiedad en las pacientes. También pueden conducir a que se hagan pruebas adicionales para descartar la presencia de cáncer, lo que toma tiempo, conlleva gastos, y puede que también ocasione molestias físicas. Alrededor de la mitad de las mujeres que se hagan mamografías anuales durante un periodo de 10 años tendrá un hallazgo positivo falso en algún momento.

Desde hace un tiempo se está consolidando la utilización de la Tomosíntesis 3D como una posible solución a estos inconvenientes de interpretación, generados habitualmente por la densidad del parénquima mamario¹⁷.

Si bien es cierto y esta mundialmente aceptado el uso de la mamografía como método de screening en pacientes asintomáticas, no deja de ser una imagen de las mamas en 2 dimensiones. Así, el compendio de todo el volumen mamario se puede

¹⁶ (Limitaciones de la mamografía, 2017)

¹⁷ (Francesco Sardanelli1, 2016)

ver en un solo plano. El problema es que la glándula es una madeja y tener solo un plano es difícil poder visualizar con claridad toda la información que se necesita.

En cambio, la Tomosíntesis, representa el tejido mamario en tres dimensiones, aportando mayor calidad a nivel de diagnóstico de cáncer. Permite ver todos los planos, ya que utiliza otro tipo de tecnología. Por ejemplo, si la mama al comprimirse mide cinco centímetros el estudio arroja 50 planos; de este modo, se “desproyecta” toda esa madeja en varios planos, lo cual hace que la información sea mucho más rica.

Una Tomosíntesis 3D, detecta mayor número de cánceres y disminuye la cantidad de falsos positivos, esto contribuye a disminuir costos y gastos de tiempo que emplea la mujer en nuevas citas.

La cantidad de rayos, es menor y el diagnóstico es más preciso. El especialista, con esta metodología, distingue mucho más rápido una lesión y selecciona los casos que deben proseguir su investigación en la manifestación de un cáncer de mama. El índice de detección de cánceres aumenta entre el 15 al 20%.

TOMOSÍNTESIS DE MAMA

La Tomosíntesis es una nueva técnica mamográfica tridimensional 3D que ha tenido un desarrollo espectacular en los últimos años con un incremento muy notable en el número de unidades instaladas, esto se debe especialmente a los resultados obtenidos en diversos estudios clínicos desarrollados que demuestran un aumento en la tasa de detección de cáncer. Nació por la necesidad de aumentar la visibilidad de los tejidos en las mamas densas¹⁸.

Es un examen aprobado por la FDA en el año 2011, para la detección precoz en mujeres que realizan estudios de control anual sin síntomas y constituye

¹⁸ (Palazuelos G. T., 2014)

asimismo una herramienta valiosa para aquellas que tienen antecedentes personales, familiares, historia personal de cáncer de mama, tejido glandular denso e incluso para las que se encuentran en seguimiento de lesiones mamarias

La Tomosíntesis es una técnica de adquisición y reconstrucción volumétrica de la mama a partir de la adquisición de múltiples proyecciones¹⁹. Para poder realizar dicha reconstrucción, el tubo de rayos X debe girar y situarse en varias posiciones con el objetivo de adquirir varias imágenes 2D de la mama comprimida.

A diferencia de la mamografía digital tradicional, en la Tomosíntesis el tubo de rayos X se desplaza, mientras que la paleta de compresión y la mama permanecen fijos. En cuanto al detector digital, dependiendo del fabricante el mismo puede ser estacionario o móvil. En el caso del detector móvil, al mismo tiempo que se desplaza el generador de rayos X también lo realiza el detector, para mantener la incidencia del haz de radiación sobre él.

La Figura 5 ilustra el desplazamiento en arco del tubo de Rayos X para la adquisición de imágenes 2D para Tomosíntesis.

¹⁹ (Tomosíntesis mamaria: bases físicas, Enero - Marzo 2015)

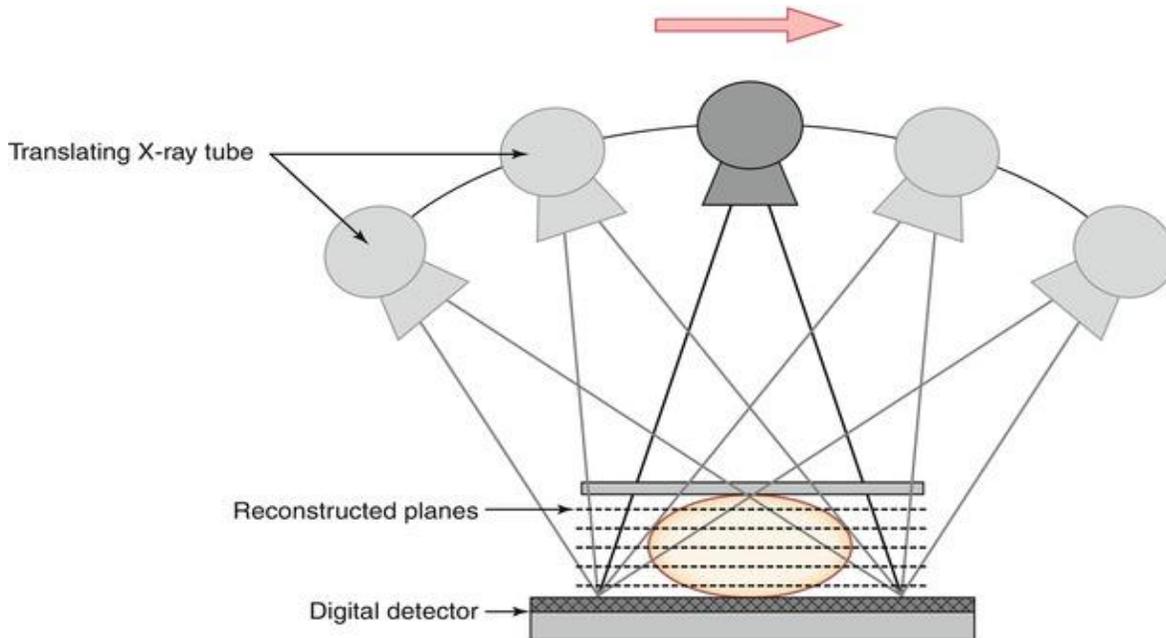


Figura 5: Ilustración del movimiento angular del tubo de rayos X en la modalidad de Tomosíntesis.

El movimiento de barrido del tubo de rayos X, permite la reconstrucción volumétrica de la mama en cortes de un milímetro de grosor. Durante la Tomosíntesis se realizan exposiciones cortas y de baja dosis durante la rotación del tubo de rayos X. El proceso de adquisición de la imagen debe realizarse en un periodo corto para evitar, movimientos del paciente que puedan originar, artefactos en la imagen²⁰. Los sistemas de Tomosíntesis actuales no emplean rejillas antidifusoras, por lo que el detector se separa levemente del soporte de la mama o emplean algoritmos para simular el efecto de la rejilla ²¹

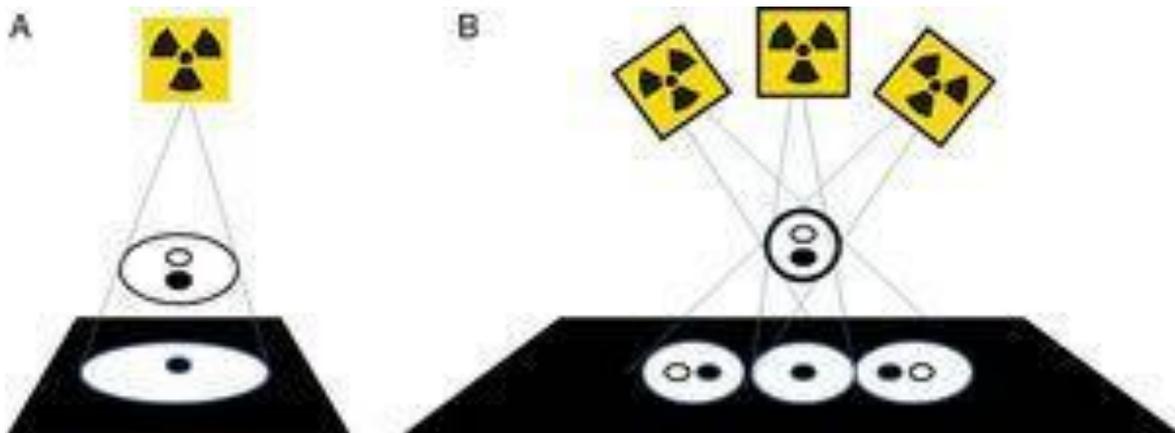
La Figura 6 ilustra la diferencia que tienen las proyecciones obtenidas a través de mamografía digital en comparación a las proyecciones adquiridas por Tomosíntesis. Como se puede observar en dicha imagen, mediante la utilización de la Tomosíntesis se puede reducir el solapamiento tanto de lesiones con similar geometría como de otras estructuras en el interior de la mama (Arlette Elizalde, 2015). Esta ventaja permite mejorar la visualización de anomalías mamarias,

²⁰ (es-revista-revista-senologia-patologia-mamaria--131-articulo-tomosintesis-un-avance-cualitativo-, s.f.)

²¹ (Tomosíntesis mamaria: bases físicas, Enero - Marzo 2015)

facilitando que el radiólogo médico pueda detectar lesiones ocultas no divisadas en la mamografía convencional.

Figura 6: Se aprecian 2 lesiones superpuestas. A) En el estudio mamográfico convencional una de ellas permanece oculta por la otra. B) Se muestra cómo la TS discrimina espacialmente ambas lesiones por lo que detecta la que en el estudio convencional se encontraba oculta²².



Generalmente, el número de imágenes que se adquieren durante la Tomosíntesis dependen del espesor de la mama del paciente. Aproximadamente están entre 25 y 90 por proyección en cada seno, pero podrían ser más de ser necesarias²³

Debido a que la mamografía con Tomosíntesis es una técnica relativamente nueva, actualmente no cuenta con protocolos universales establecidos o consensuados. Debido a esto, la ejecución de dicha técnica puede variar dependiendo de la institución que la realiza. La misma puede ser realizada solo en proyecciones cráneo-caudal, solo en proyecciones medio lateral oblicua o en ambas. Por lo general, la mayoría de las instituciones realizan la Tomosíntesis de

²² (Aspron, s.f.)

²³ (Palazuelos, Trujillo, & Romero, 2014)

mama en ambas proyecciones, acompañadas también de una proyección 2D tanto en cráneo- caudal como en medio lateral oblicua.

En un estudio se obtuvo como resultado que con el uso de mamografía más Tomosíntesis, en comparación con la mamografía sola, hay un significativo aumento en las tasas de diagnóstico de carcinomas mamarios, particularmente invasivos, y una simultánea reducción de las tasas de falsos positivos²⁴. Lo anterior, podría favorecer la utilización de la mamografía con Tomosíntesis en los programas de tamizaje en todo tipo de mamas no solo para la exploración de mamas densas²⁵.

La calidad de la imagen es altamente dependiente de la geometría del sistema y la elección de una óptima adquisición de la imagen, reconstrucción y parámetros de visualización; para el análisis de las imágenes se han desarrollado aplicaciones que permiten analizar la textura del parénquima y tejido glandular, hacer observaciones numéricas, detectar y ayudar en el diagnóstico tanto de masas como de microcalcificaciones y obtener mamografías de síntesis que a partir de la imagen en 3D permiten reconstruir una imagen 2D, conocida como imagen sintetizada.

Las imágenes tridimensionales son reconstruidas con algoritmos similares a los de tomografía computarizada con un desenfoque parcial de características fuera del plano seleccionado, lo que resulta en una reducción significativa del efecto de tejido superpuesto presente en la mamografía convencional, estas imágenes se envían a la estación de trabajo en el cual pueden ser visualizadas una a una o en modo cine.

La compresión ejercida para la mamografía con Tomosíntesis es similar a la convencional, pero esta disminuye la dosis de radiación absorbida. La dosis media absorbida en los tejidos glandulares es la suma de las dosis absorbidas en el tejido fibroglandular de la mama de todas las imágenes de proyección múltiple de dosis

²⁴ (Francesco Sardanelli1, 2016)

²⁵ (Palazuelos, Trujillo, & Romero, 2014)

bajas, esto se ha hecho factible debido al desarrollo de detectores digitales con capacidades de lectura rápida, alta eficacia de la dosis y bajo nivel de ruido.

BASES FÍSICAS DE LA TOMOSÍNTESIS

Los principios físicos de la TS se conocen desde los años 30, pero en estos últimos años esta técnica ha comenzado su auténtico desarrollo, gracias a la introducción de los detectores digitales en el diagnóstico mamográfico²⁶.

La TS, también denominada mamografía tridimensional, se basa en la adquisición de imágenes bidimensionales (de baja dosis de radiación) de la mama comprimida en múltiples ángulos mediante el barrido del tubo de rayos X en un arco prefijado, permitiendo la reconstrucción tridimensional de la mama en cortes de 1mm de grosor paralelos al detector²⁷.

El fundamento de esta técnica es la reconstrucción tridimensional (volumen o voxel) de un objeto a partir de múltiples proyecciones. La mama es estudiada tras la rotación del tubo de rayos X, con lo cual las imágenes obtenidas en cada plano son diferentes y proporcionan información adicional de la localización de los hallazgos mamográficos.

El diseño de un sistema de TS requiere la optimización de múltiples parámetros, de forma que debe permitir no solo superar la superposición tisular sino conseguir una adecuada visualización de las lesiones mamarias.

Los factores técnicos que intervienen en la calidad de la imagen en los estudios de TS son los siguientes:

²⁶ (Romero, 2014)

²⁷ (DE LA MANO CON LA TOMOSÍNTESIS. Carmen Nicole Tischendorf Dumreicher, 2019)

1. ÁNGULO TOMOGRÁFICO O DE BARRIDO

Es limitado y variable según los fabricantes. Los sistemas de TS pueden catalogarse como de ángulo ancho ($>15^\circ$) o estrecho ($\leq 15^\circ$).

El rango angular repercute en la resolución en el plano de profundidad, así como en el espesor de corte y en la resolución espacial. Un mayor rango angular aumenta la resolución en profundidad (eje Z) y la anchura de corte decrece, disminuyendo la superposición tisular. Sin embargo, puede generar más borrosidad por la incidencia oblicua de los rayos X sobre los píxeles del detector. El efecto contrario se obtiene con ángulos de barrido más estrechos.

Un rango angular excesivamente amplio puede reducir el volumen mamario adquirido empleando un detector estacionario, ya que el campo de visión disminuye a medida que aumenta el ángulo tomográfico. Asimismo, el haz puede interferir con el borde del compresor cuando el ángulo tomográfico es grande y además alarga el tiempo de barrido, lo que condiciona una mayor probabilidad de movimiento de la paciente y la imposibilidad de utilización en el ámbito del cribado.

2. MOVIMIENTO DEL TUBO DE RAYOS X

La adquisición puede realizarse en modo de «step and shoot» (el tubo de rayos X se detiene en cada exposición) o en modo continuo (el tubo de rayos X se desplaza a una velocidad uniforme, sin interrupción).

La razón de ser de la adquisición «step and shoot» es que el tubo permanece estacionario durante la exposición, evitando así la borrosidad secundaria al movimiento. No obstante, es muy difícil conseguir con este sistema tiempos de barrido muy rápidos.

En la adquisición continua un ángulo de barrido más pequeño reduce la velocidad angular para un tiempo de barrido determinado, contribuyendo a reducir

la borrosidad. Por el contrario, un ángulo de barrido mayor contribuye a incrementar la borrosidad focal, disminuyendo la nitidez de las microcalcificaciones.

3. DURACIÓN TOTAL DE LA ADQUISICIÓN

Es asimismo variable, y oscila entre 4 y 25 segundos según los diferentes fabricantes.

El tiempo de barrido debe ser corto por 2 razones fundamentales: acortar el tiempo de compresión y reducir la borrosidad causada por el movimiento de la paciente.

La reducción máxima de los tiempos de barrido es fundamental, dado que movimientos mínimos (tan pequeños como 0,1mm) pueden interferir en la adecuada visualización de microcalcificaciones y espiculaciones tumorales.

Tiempos de barrido largos únicamente serán aceptables en un entorno clínico (donde se valora un número limitado de pacientes por hora) e inaceptables en el contexto del cribado mamográfico.

4. ESPECTRO DE LA RADIACIÓN

La combinación de tubos de wolframio con filtros de rodio y plata optimiza la dosis y la calidad de imagen en MD en un amplio rango de espesores de mama (siendo los filtros de plata superiores en el contexto de mamas grandes).

El espectro de rayos X es la representación de la energía de la radiación de frenado y la radiación característica generada por los materiales usados en los equipos de Rayos X como resultado de la aceleración de los electrones.

La comprensión y análisis de la incidencia de factores, como la tensión pico, la corriente y el tiempo de exposición de los tejidos a los Rayos X, que nos da el

espectro de rayos X, es de vital importancia, pues nos permite conocer cuál será la dosis que recibirá el paciente, la calidad de la imagen y la radiación dispersa.

La tensión pico seleccionada para generar el haz (kVp) es la energía máxima que puede tener un fotón en el haz de rayos y es el valor máximo del espectro. La tensión usada determinará la dosis recibida por el paciente y la calidad de la imagen. Que junto con los sistemas de filtración inherente y filtración añadida garantizarán la calidad del haz de luz

5. EL DETECTOR TOMOGRÁFICO

Ha de presentar una alta velocidad de transferencia de datos y su tamaño tiene que ser lo suficientemente grande para poder registrar la imagen completa de la mama con las proyecciones de mayor ángulo.

Se requieren detectores con elevada eficiencia de detección cuántica, es decir, que permitan obtener imágenes con elevada relación señal/ruido a bajas dosis de radiación.

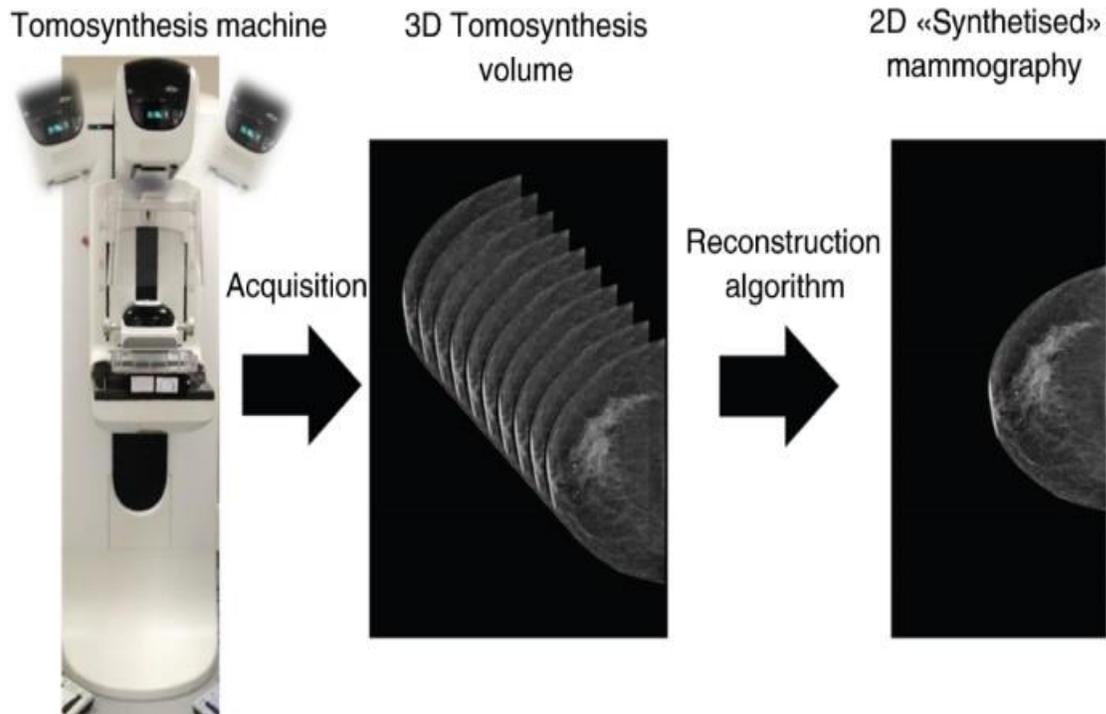
Los detectores pueden ser estacionarios o de movimiento sincrónico con el tubo de rayos X.

6. VISUALIZACIÓN DE LA IMAGEN

Las imágenes una vez reconstruidas se envían a la estación de trabajo, donde son visualizadas. Las estaciones de trabajo indican el grosor de corte reconstruido así como la posición de corte respecto del detector.

Figura:

7



7. ARTEFACTOS Y RADIACIÓN DISPERSA

Ningún sistema de TS emplea rejilla antidifusora por lo que para reducir la radiación dispersa el detector se aleja ligeramente del soporte de la mama o se emplean algoritmos que simulan el efecto de la rejilla. Los artefactos más típicos de la TS son: en primer lugar, el artefacto de pila de monedas (producido por lesiones hiperdensas como calcificaciones groseras), que consiste en una sucesiva repetición de la imagen en diferentes planos y, en segundo lugar, el incremento de densidad de las lesiones intramamarias próximas a la piel.

8. DOSIS

Debe existir un equilibrio entre dosis y calidad de imagen. La dosis de radiación puede reducirse hasta el punto de que la calidad de la imagen resulte degradada sin alcanzar la resolución espacial necesaria. Puede plantearse como

umbral de calidad de imagen una resolución espacial que permita la detección de microcalcificaciones sutiles, tan pequeñas como 200 μ .

El reto de la TS es conseguir una calidad de imagen que aporte máximos beneficios clínicos con una dosis de radiación limitada, con mejora del diagnóstico mamográfico a dosis similares o incluso inferiores de radiación²⁸.

Dosis de los estudios por debajo de las dosis ambientales (3-4 mSv).

Los estudios de TS se encuentran diseñados de forma que la suma de las dosis de todas las proyecciones sea equivalente a la dosis de una o 2 proyecciones de mamografía convencional.

La dosis glandular de una TS simple (un barrido por mama) de una mama estándar (5cm de espesor) varía entre 1,42 y 2,3 mGy, con 2,1 mGy como valor más frecuente.

Dosis Radiante Por Modalidad Mamográfica:

- Mamografía convencional: 1,8-2 mGY.
- Mamografía digital directa (DR/ 2D): 1,4 mGY.
- Combo (2D + TOMOSINTESIS): 2,6 mGY.
- Mamografía sintetizada + Tomosíntesis *:1,2-1,4 mGY.

RECONSTRUCCIÓN DE LA IMAGEN

Una parte fundamental del proceso de formación de la imagen es la reconstrucción de los distintos planos a partir de la información contenida en las distintas proyecciones, los algoritmos de reconstrucción están basados en los

²⁸ (Palazuelos G. T., 2014)

diseñados para tomografía computada con las correcciones necesarias para adaptarlos al rango angular limitado de esta modalidad.

El algoritmo de reconstrucción denominado «shift-and-add» o retroproyección no filtrada presenta enfocados en el plano los objetos que se encuentran a una determinada profundidad y difumina los situados en los planos vecinos. El tiempo de reconstrucción constituye un parámetro de gran importancia en el diseño de un sistema de TS, especialmente si se plantea su empleo en el ámbito del cribado o en procedimientos intervencionistas.

La Tomosíntesis combina la captura de la imagen digital y de procesamiento con simple movimiento de tubo / detector como se usa en la tomografía computarizada convencional (CT). Sólo utiliza un ángulo de rotación limitado (por ejemplo, 15-60 grados) con un menor número de exposiciones discretas (por ejemplo, 7-51). Este conjunto incompleto de proyecciones se procesa digitalmente para producir imágenes similares a la tomografía convencional con una limitada profundidad de campo. Debido a que el procesamiento de la imagen es digital, una serie de cortes a diferentes profundidades y con diferentes grosores se puede reconstruir a partir de la misma adquisición. Sin embargo, ya que se necesitan menos proyecciones que la TC para llevar a cabo la reconstrucción, exposición a la radiación y el coste son tanto reducida.

TIPOS DE MAMÓGRAFOS CON TOMOSÍNTESIS

El 11 de febrero de 2011, el Centro de Dispositivos y Salud Radiológica (CDRH, por sus siglas en inglés), de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América, realizó la aprobación previa a la comercialización (PMA, por sus siglas en inglés) del sistema de Tomosíntesis 3D SELENIA DIMENSIONS de la compañía HOLOGIC, INC. (FDA U. F., 2011).

Con la aprobación del PMA por parte de la FDA, el primer sistema de Tomosíntesis se pudo empezar a distribuir comercialmente en los Estados Unidos de América (EUA) y posteriormente en varias partes del mundo.

En la Tabla 3 se muestra el listado de sistemas de Tomosíntesis aprobadas actualmente por la FDA

NO.	FABRICANTE	SISTEMA DE TOMOSÍNTESIS	FECHA DE APROBACIÓN
1	HOLOGIC	Hologic Selenia Dimensions Digital Breast Tomosynthesis (DBT) System	11 de Febrero de 2011
2	GENERAL ELECTRIC (GE)	GE SenoClaire Digital Breast Tomosynthesis (DBT) System	26 de Agosto de 2014
3	SIEMENS	Siemens MAMMOMAT Inspiration with Digital Breast Tomosynthesis (DBT) Option	21 de Abril de 2015
4	FUJIFILM	Fujifilm ASPIRE Cristalle with Digital Breast Tomosynthesis (DBT) Option	10 de Enero de 2017
5	GENERAL ELECTRIC (GE)	GE Senographe Pristina with Digital Breast Tomosynthesis (DBT) Option	3 de Marzo de 2017

Tabla 3: Sistemas de Tomosíntesis de Mama Aprobados por la FDA. Fuente: basado en la información de la página web del FDA (FDA U. F., 2019).

Figura 8: Sistema de Tomosíntesis 3D Selenia Dimensions del Fabricante HOLOGIC. Fuente: Recuperada de: <https://www.hologic.com/hologic-products/breastskeletal/selenia-dimensions-mammography-system>.



Figura 9: Sistema de Tomosíntesis GIOTTO CLASS del Fabricante IMS. Fuente: Recuperada de: <http://www.imsgiotto.com/124/tomosynthesis-dbtgiotto-class-40000>



Figura 10 ilustra el proceso de la adquisición de la imagen por Tomosíntesis. Como se puede analizar, durante este proceso se obtienen varias imágenes desde diferentes posiciones de la mama comprimida. Dependiendo del diseño del sistema el detector permanece fijo o se moverá dependiendo de la ubicación del generador de radiación.

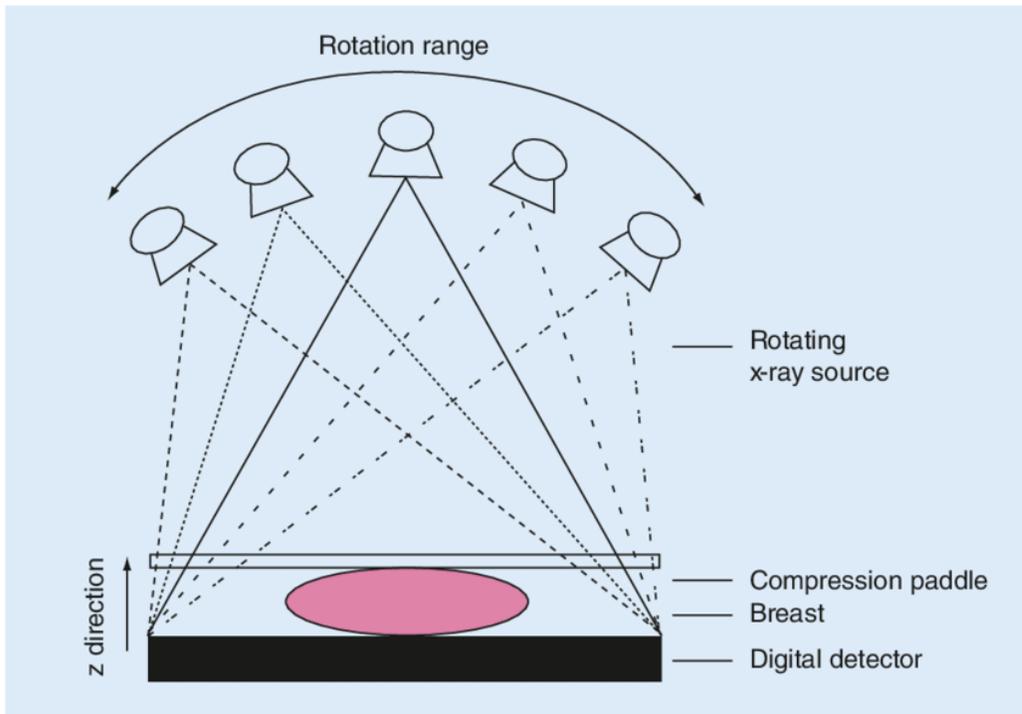


Figura 10: Ilustración del movimiento del detector con respecto al desplazamiento del generador de radiación en un sistema rotatorio

Referente al movimiento del tubo de rayos X durante la Tomosíntesis, el sistema 3D Selenia Dimensions lo realiza de forma continua a diferencia del GIOTTO CLASS que lo realiza paso a paso. En cuanto el rango angular, el primero permite un movimiento angular de 15 grados (De -7.5 a + 7.5), aunque con un cambio de software por parte del fabricante es capaz de admitir hasta 30 grados (Sechopoulos, 2013).

Por otro lado, el sistema GIOTTO CLASS permite un rango angular de 40 grados (De -20 a +20). Este último equipo permite la adquisición de 13 proyecciones

durante la Tomosíntesis, también permite configurarlo para utilizar el 50% de la radiación producida para la proyección en 0 grados y el restante 50 % se distribuye en las 12 proyecciones restantes. Mientras que el sistema 3D Selenia Dimensions permite un número de 15 proyecciones.

En relación con el tiempo de escaneo, el sistema 3D Selenia Dimensions tiene un tiempo de 3.7 segundos, mientras que el GIOTTO CLASS tiene un periodo de 12 segundos. De lo anterior se puede deducir que, el sistema de HOLOGIC es más de tres veces más rápido que el sistema de IMS, lo que es lógico, puesto que maneja menor número de proyecciones y rango angular.

La Tomosíntesis tiene, sin duda alguna, todo lo necesario para convertirse en una herramienta fundamental en la detección temprana del cáncer de mama. Esta tecnología, sola y en combinación con otros métodos de imagen, ha demostrado ser más eficaz que los estudios mamográficos convencionales. Para llegar a ser el estándar, primero deberá superar la barrera del coste económico y culminar su consolidación en el mercado de países desarrollados. Una vez superadas estas y unas pocas más limitaciones técnicas y metodológicas, la Tomosíntesis podría ser llevada al mercado mundial masivo y contribuir en la reducción de la mortalidad producto de una de las enfermedades más comunes en mujeres de todo el mundo.

VENTAJAS

- Mejor valoración de los márgenes de los nódulos
- Mejor valoración del tamaño tumoral
- Mejor evaluación de asimetrías y distorsiones de arquitectura
- Mejora en la valoración de las mamas densas
- Disminución de la tasa de rellamado
- Aumenta el valor predictivo positivo (VPP) en la recomendación de biopsia histológica
- Aumenta la tasa de detección de cáncer, especialmente cáncer invasivo.

- Reduce el tejido superpuesto.
- Localización precisa de la lesión²⁹.

DESVENTAJAS

- Costo del equipo
- Mayor tiempo y formación del médico radiólogo para informar el estudio
- La necesidad de un entrenamiento especial del tecnólogo
- Una mayor posibilidad de artificios por movimiento, debido a tiempos de exposición más largos
- Un tiempo de interpretación ligeramente más largo, debido a una mayor cantidad de imágenes para evaluar³⁰.

TOMOSINTESIS EN EL ESTUDIO DE LA MAMA DENSA

Este particular método diagnóstico ha resultado ser muy eficiente en el estudio de las mamas densas. Este tipo de mamas en particular son muy difíciles de estudiar y la mamografía en dos dimensiones no resulta ser la técnica más efectiva para su estudio y diagnóstico.

Esto lo demuestra un estudio de investigación que se presentó el 2 de diciembre de 2014, en Chicago (IL, EUA) en el congreso anual de la Sociedad Radiológica de Norteamérica (RSNA), que incluyó a más de 25.000 mujeres. Este estudio apoya la efectividad de la mamografía en tres dimensiones (3-D), ya que los

²⁹ (Palazuelos G. T., 2014)

³⁰ (Palazuelos G. T., 2014)

investigadores encontraron que tiene el potencial de aumentar considerablemente la tasa de identificación del cáncer en las mujeres con mamas densas.

“En el estudio, 257 tumores fueron detectados mediante mamografía digital de campo completo (FFDM) y una combinación de FFDM y Tomosíntesis. De los 257 tumores, 211, o 82%, fueron detectados con FFDM más Tomosíntesis, una mejora significativa sobre los 163, o 63%, detectados con FFDM sola”. “Nuestros resultados son muy prometedores, con un aumento relativo global de la tasa de detección de cáncer de aproximadamente el 30%”, dijo el Dr. Skaane. “Estratificando los resultados en cánceres invasivos sólo, el aumento relativo de la detección del cáncer fue de un 40%”.

“La Tomosíntesis podría considerarse como una mejora de la mamografía y sería mucho más fácil que la resonancia magnética o ecografía para poner en práctica en los programas de cribado organizados”, declaró Per Skaane, MD, PhD, del Hospital de la Universidad de Oslo (Noruega), y autor principal del estudio”.

“Por otra parte, no sólo el uso de la tomosíntesis aumenta la tasa de detección de cáncer en mujeres con mamas densas, también ayudó a mejorar la detección en las mujeres en la categoría de “mama grasa”. La combinación de la Tomosíntesis con la FFDM aumentó la tasa de detección del cáncer hasta un 84% desde el 68%”

En otro estudio publicado por la revista “Journal of the American Medical Association (JAMA)” en junio de 2014, los investigadores, quienes utilizaron los datos recogidos de 13 hospitales de Estados Unidos, encontraron que al usar imágenes en 3-D, 16 mujeres menos de cada 1.000 evaluadas tuvieron que realizarse pruebas, en comparación con aquellas en que les practicaron la imagenología tradicional.

Estos tipos de investigaciones demuestran una vez más la superioridad de la Tomosíntesis como método diagnóstico para el estudio de las mamas.

INTERVENCIONISMO MAMARIO POR TOMOSÍNTESIS

Según las estadísticas 9 de cada 10 mujeres sobreviven al cáncer de mama gracias a la detección temprana, por lo cual el rol del intervencionismo mamario resulta crucial³¹.

La punción o punción-biopsia de mama con Tomosíntesis 3D es un procedimiento ambulatorio, que se realiza para obtener una muestra de células y tejido mamario mediante la utilización de una aguja hueca, y con la guía de imágenes muy precisas, obtenidas por Tomosíntesis 3D.

El principal beneficio del uso de la Tomosíntesis 3D o tomo-biopsia es la mayor precisión diagnóstica, aún en caso de lesiones mínimas, incipientes o de microcalcificaciones, de modo que el médico cuenta con imágenes tridimensionales más precisas para colocar la aguja y obtener la muestra de la biopsia.

La Tomosíntesis ha demostrado ser un método muy sensible para la detección de distorsiones arquitecturales y espiculación, al ser de realización más rápida y muy precisa. Para lesiones únicamente visibles mediante esta técnica, se han desarrollado dispositivos de tomo-biopsia similar a los de estereotaxia.

La Tomosíntesis ha supuesto una drástica disminución de las superposiciones parenquimatosas, ligada a una disminución de recitaciones y a un incremento lesiones detectadas que en la mamografía convencional (2D) permanecen ocultas. Algunas de estas lesiones detectadas no presentan traducción ecográfica ni son reproducibles en la mesa de estereotaxia. En estos casos la biopsia guiada por Tomosíntesis es la mejor solución. Se trata de un dispositivo que se acopla

³¹ (Biopsiademamaasistidaportomosíntesis.Porquéycómo. CarlesGómezZaragoza, 2018)

fácilmente al mamógrafo y a cualquier tipo de aguja asistida por vacío (BAV) o colocación de arpones.

La biopsia asistida por vacío con una aguja de calibre 8-11G se ha convertido en el sistema de biopsia estándar debido a su alta precisión (entre 90-100 %) para la obtención de muestras representativas de tejido.

El procedimiento es similar al de la biopsia por estereotaxia, pero con las particularidades propias que aporta la nueva técnica. De hecho, el sistema nos permite de forma alternativa tanto la utilización de imágenes 2D como 3D para guiarnos hasta la lesión.

Esta clase de estudio intervencionista no se requiere internación ni anestesia general, se realiza en forma ambulatoria, es decir que al finalizar, la paciente se retira al domicilio, no es doloroso debido a que se utiliza anestesia local y es breve, porque se completa en aproximadamente 15 a 20 minutos.

IMPORTANCIA DE LAS BIOPSIAS GUIDAS POR TS

La mamografía 3D o Tomosíntesis ha representado un avance importante en la detección del cáncer de mama, en tanto permite detectar lesiones mamarias incipientes no visualizadas en la mamografía convencional 2D.

En el Congreso Europeo de Radiología, el equipo médico de Diagnóstico Rojas de nuestro país, compuesto por la Dra. María Nieves Avalos, Dra. Gabriela Sastre; Dr. Ricardo Rojas; Dr. Roberto Rojas y la colaboración del Dr. Julián Mosto (patología mamaria), presento un trabajo sobre “BIOPSIAS MAMARIAS GUIADAS

POR TOMOSINTESIS Y MAMMOTOME con sistema ADD ON – SU IMPACTO EN LESIONES TOMO ONLY”.³²

El trabajo realizado involucró a 688 pacientes, que fueron biopsiadas con un prototipo de esterotaxia 3D/Tomosíntesis, con sistema de biopsia Mammotome, entre enero 2018 y julio 2019, utilizando el equipo mamográfico INNOVALITY de FUJIFILM (origen Japón). Es uno de los primeros trabajos científicos presentados en el mundo en esta modalidad, y es el primer equipo del país realizando este tipo de examen en sistema add-on.

“El trabajo realizado ha demostrado, en estas lesiones menores a 1 cm, los beneficios en la utilización de la biopsia guiada por Tomosíntesis con sistema de vacío o MAMMOTOME, permitiendo una correcta visualización de la lesión sospechosa, especialmente en lesiones distorsivas y asimetrías, disminuyendo la subestimación en el diagnóstico y, por tanto, brindando una mayor precisión diagnóstica, en 11 minutos, que es el tiempo de duración del procedimiento, favoreciendo la tolerancia del paciente al mismo, en comparación con otros sistemas de biopsia (versus mesa prona).”

“Es importante mencionar que las lesiones visualizadas por este método, principalmente distorsiones y asimetrías que no son detectadas con Mamografía 2D, fueron carcinomas invasores con un bajo grado histológico, una tasa de crecimiento menor y un mejor pronóstico en comparación con las lesiones detectadas con Mamografía 2D.”

“Teniendo en cuenta que, aproximadamente, el 2% de las mujeres que realizan sus estudios mamográficos necesitarán una biopsia percutánea, el universo de pacientes que se verán beneficiadas con este avance es muy significativo. Además, considerando la importancia de la detección temprana para lograr la superación del cáncer de mama, esta nueva modalidad de biopsia guiada por

³² (Biopsias de mama por Tomosíntesis y Mammotome con sistema adicional. Su impacto en las lesiones Tomo Only.MN Avalos 1 & 1 CABA / AR, 2020)

Tomosíntesis, les dará a muchas mujeres la posibilidad de detectar el cáncer, y de hacerlo en un estadio inicial, accediendo a un mejor tratamiento.”

INDICACIONES DE LA PUNCIÓN POR TS

La prueba está indicada para todas aquellas lesiones BI-RADS 4 y 5 sólo visibles en la tomosíntesis que muestren alguna anormalidad y se requiera corroborar su benignidad, como por ejemplo: microcalcificaciones, distorsión en el tejido de la mama, área de cambio anormal en el tejido, masa nueva o depósito de calcio, en un sitio con cirugía previa.

Se realiza siempre que la paciente y su estado clínico lo permitan. Sin embargo, también puede ser útil en aquellos casos donde la biopsia estereotáxica en la mesa prona no sea posible, como es el caso de localizaciones de difícil acceso.

PREPARACIÓN DE LA PACIENTE

Al momento de realizar un estudio intervencionista la paciente debe tener en cuenta varios aspectos importantes tanto antes de realizarse la toma de la muestra como durante el proceso del estudio.

Las indicaciones previas y posteriores a la punción mamaria guiada por Tomosíntesis 3D son sencillas, como por ejemplo no tomar ácido acetil salicílico (aspirina) durante las 72 horas (3 días) previos a la punción. El día de la intervención, comer de manera muy liviana, porque aunque no se necesita anestesia general, la ansiedad puede generar molestias digestivas. Es importante, además, que el médico sepa que medicamentos ingiere diariamente y si tiene alguna alergia que no le permita realizar el estudio.

El día de la intervención, no se debe colocar cremas, talco, desodorante, perfumes ni otros productos en las mamas y las axilas.

COMO SE REALIZA EL ESTUDIO

El abordaje de la lesión se realiza con la paciente en decúbito lateral o sentada en función de qué posición nos ofrezca el trayecto más corto o el más confortable.

Se fija la mama con una pala de compresión (de 18x24 cm) y se obtienen todos los cortes de Tomosíntesis. . De esta manera, es posible conocer la ubicación topográfica exacta de la lesión, su profundidad y extensión. Una vez identificada la lesión se selecciona el corte donde esta se observa mejor definida para que el software pueda calcular automáticamente las diferentes coordenadas polares (X, Y, Z)

Seguidamente se infiltra la piel y el tejido subcutáneo con anestesia local y se introduce la aguja. Antes de obtener las muestras se realiza un control para verificar la posición de la punta de la aguja. Suelen realizarse 2 proyecciones de comprobación. Finalmente, se obtienen las muestras necesarias y se realiza otro control. Se coloca un clip en la zona biopsiada. Al tratarse de lesiones sólo visibles con Tomosíntesis, el clip permitirá visualizarlas con otras técnicas. Una vez finalizado el procedimiento, se confirma el correcto posicionamiento del clip con una nueva toma.

Después de la punción, la paciente permanecerá aproximadamente 30 minutos en una sala de recuperación, para controlar cualquier contingencia. Tras lo cual, se realiza una pequeña curación en la zona de la punción.

COMPLICACIONES

Las complicaciones más frecuentes, a pesar de su baja incidencia, son el sangrado y la infección. Las mismas que en cualquier otro sistema de biopsia por vacío. Se ha constatado un discreto aumento de las reacciones vaso vágales cuando la prueba se realiza con la paciente en sedestación, pero en ningún caso ha impedido la realización del procedimiento

VENTAJAS

- Ventana de visualización más amplia que con la mesa prona.
- Reducción significativa del tiempo de procedimiento a expensas del tiempo de posicionamiento.
- Permite biopsiar lesiones difícilmente identificables o accesibles con otras técnicas.
- La radiación global del procedimiento es inferior a la de la estereotaxia convencional, en gran parte debido al menor número de exposiciones.

CONCLUSIÓN

La Tomosíntesis es una nueva herramienta en pos de la detección precoz del cáncer de mamas que está demostrando cambios importantes en el diagnóstico temprano por su mejor desempeño, por su aumento de sensibilidad y especificidad en comparación con la mamografía digital.

La bibliografía demuestra que la tomosíntesis 3D es una técnica con gran potencial para innovar el estudio diagnóstico mamográfico convencional, mediante la detección y caracterización de lesiones mamarias malignas, sobre todo en mamas densas que ocultan estos hallazgos. Se reducen así las tasas de rellamadas y las exploraciones complementarias, con la consecuente disminución de la ansiedad de la paciente, la radiación adicional y los costes económicos.

Por otro lado, y a pesar de que no se concreta un protocolo a seguir varios estudios mencionan que es mejor usar Mamografía digital combinada con Tomosíntesis ya que genera un mejor rendimiento, sensibilidad y especificidad de diagnóstico, valor predictivo positivo y una disminución en las tasas de falsos positivos, tanto en los casos de diagnóstico como de detección. Además, estudios han determinado que la mamografía digital con Tomosíntesis es más exacta que la mamografía digital sola para determinar la medida del tamaño de los tumores tanto en mamas grasas como en el caso de las mamas densas.

La Tomosíntesis 3D podría sustituir a la mamografía digital en un futuro no muy lejano ya que es una técnica superior en la detección temprano del cáncer de mama.

En cuanto a la dosis, actualmente los esfuerzos se están centrando en disminuir la dosis de radiación utilizada en ambas técnicas, por lo que la generación de una imagen 2D sintetizada a partir de las proyecciones adquiridas con mamografía digital con Tomosíntesis se presenta como una posible solución a la necesidad de disponer de la imagen 2D y significaría una reducción importante de la dosis de radiación.

Otros avances donde la evidencia se encuentra en construcción son la Tomosíntesis con contraste y sustracción, lo cual podría generar nuevas indicaciones clínicas de esta modalidad.

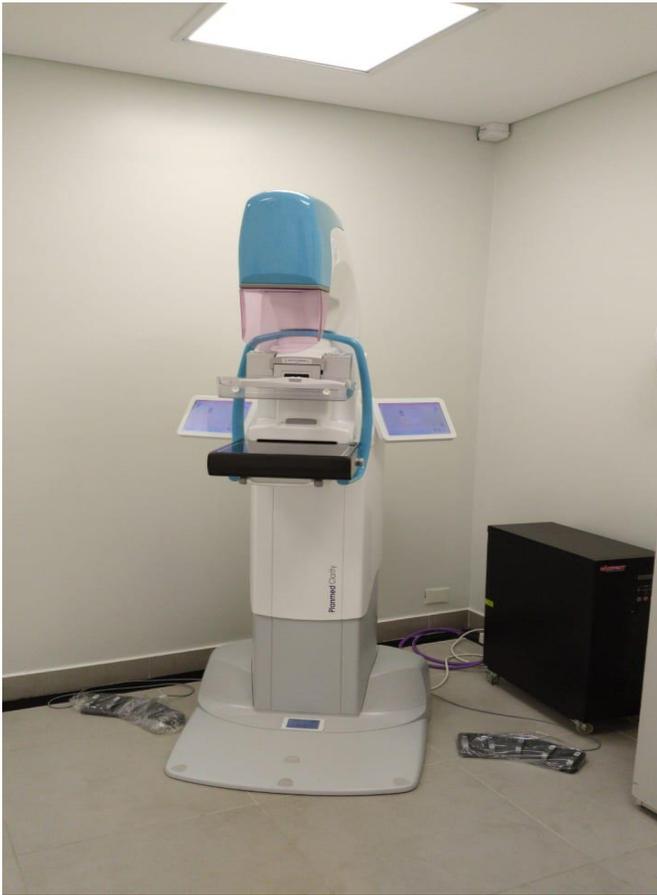
A raíz de estos hechos, es importante que como licenciados en producción de Bioimágenes, estemos capacitados para operar con tales tecnologías que se vislumbran como un futuro no muy lejano y que promete aportar aún más precisión diagnóstica. Formamos parte de una importante cadena de profesionales que puede aportar su conocimiento en favor de estudios que beneficien a los pacientes. El aprendizaje debe ser continuo y denodado. Nuestro desempeño debe ser responsable y estar a la altura de los nuevos métodos diagnósticos.

Bibliografía

- Palazuelos, G., Trujillo, S., & Romero, J. (29 de 4 de 2014). Tomosíntesis: la nueva era de la mamografía. Obtenido de Centro de Innovación y educación para la salud, Revista Radiologica: www.webcir.org/revistavirtual/articulos/septiembre14/
- ARGENTINA, I. N. (07 de 2010). Cáncer de mama en Argentina: organización, cobertura y calidad de las acciones de prevención y control. Obtenido de Diagnostico de situacion del programa nacional y programas provinciales. OMS.OPS:www.msal.gob.ar
- Biopsiademamaasistidaportomosíntesis.Porquéycómo. CarlesGómezZaragoza, S. (2018). www.seram.es.
- Biopsias de mama por Tomosíntesis y Mammotome con sistema adicional. Su impacto en las lesiones Tomo Only.MN Avalos 1, G. S., & 1 CABA / AR, 2. B. (2020). [dx.doi.org/10.26044/ecr2020/C-03912](https://doi.org/10.26044/ecr2020/C-03912).
- BI-RADS QUINTA EDICION.Radiology, A. C. (2018). BI-RADS® 5ª Ed. -
- cambio-densidad-mamaria-mamografias. (s.f.). www.elsevier.es/es-revista-revista-senologia-patologia-mamaria..
- DE LA MANO CON LA TOMOSÍNTESIS. Carmen Nicole Tischendorf Dumreicher, M. (2019). www.seram.es.
- es-revista-revista-senologia-patologia-mamaria--131-articulo-tomosintesis-un-avance-cualitativo
- Francesco Sardanelli1, 2. •. (2016). <http://www.sedim.es/>. Obtenido de <http://www.sedim.es/>.
- INC. (s.f.). INSTITUTO NACIONAL DEL CANCER EN ARGENTINA. [programas/programa-de-control-de-cancer-de-mama](http://www.inca.gov.ar/programas/programa-de-control-de-cancer-de-mama)

- Limitaciones de la mamografía. (2017) www.cancer.org
- MAMAS DENSAS. (s.f.). BREAST.CANCER. ORG.
- Palazuelos, G. T. (2014). www.webcir.org/revistavirtual/articulos/septiembre14/. Obtenido de
- Revista Argentina de Mastología. SALINAS, J. M. (2019). Intervencionismo mamario. Instituto Alexander Fleming, Residencia
- Romero, T. I. (2014). ww.webcwir.org. Obtenido de ww.webcwir.org.
- Toledo, A., Ricci, D, Patiño, N, Cepedal, M, & Arevalo, M. (2013). Evolucion historica de la tecnica mamografica. Obtenido de congreso.faardit.org.ar
- Tomosíntesis de mama y mamografía digital: una comparación de la precisión del diagnóstico. TM Svahn, D. C. (28 de enero de 2014).
- Tomosíntesis mamaria: bases físicas, i. y. (Enero - Marzo 2015).

**ANEXOS I: Dmi Diagnostico Medico Por Imágenes Dr. Rojas, Capital Federal
Sucursal Martínez. Equipo *Planmed Clarity***



ANEXO II: Pantallas De Grado Médico Para Imágenes Diagnosticas



“Tomosíntesis: Nuevo Método De Diagnóstico Mamario Para El Estudio De Mamas Densas”



**ANEXO III: Dmi Diagnostico Medico Por Imágenes Dr. Rojas, Capital Federal
Sucursal Recoleta. Equipo *INNOVALITY BELLUS II FUJI*. 2017.**



ANEXO IV: Bav O Biopsia Asistida Por Vacío Por Tomosíntesis



ANEXO V: Mamógrafo con sistema de Tomosíntesis con dispositivo de biopsia guiada por Tomosíntesis.



“Tomosíntesis: Nuevo Método De Diagnóstico Mamario Para El Estudio De Mamas Densas”



ANEXO VI: Posicionamiento De La Paciente Y Ubicación De La Lesión



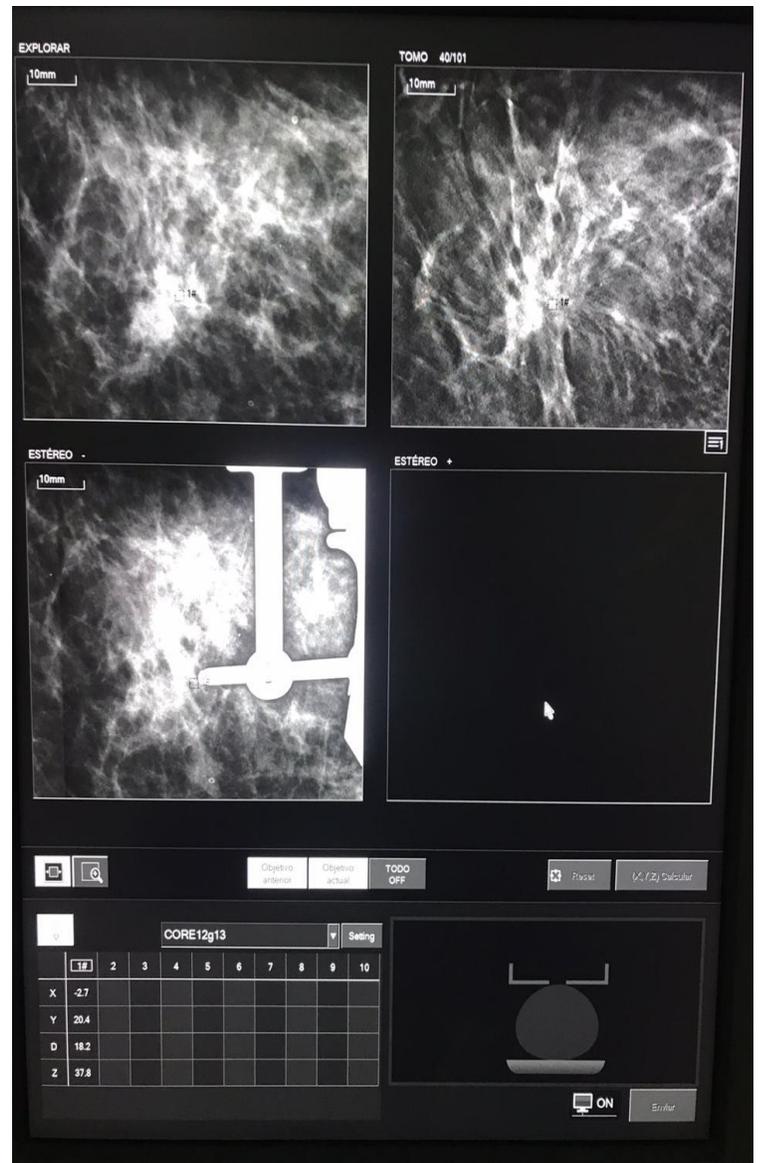
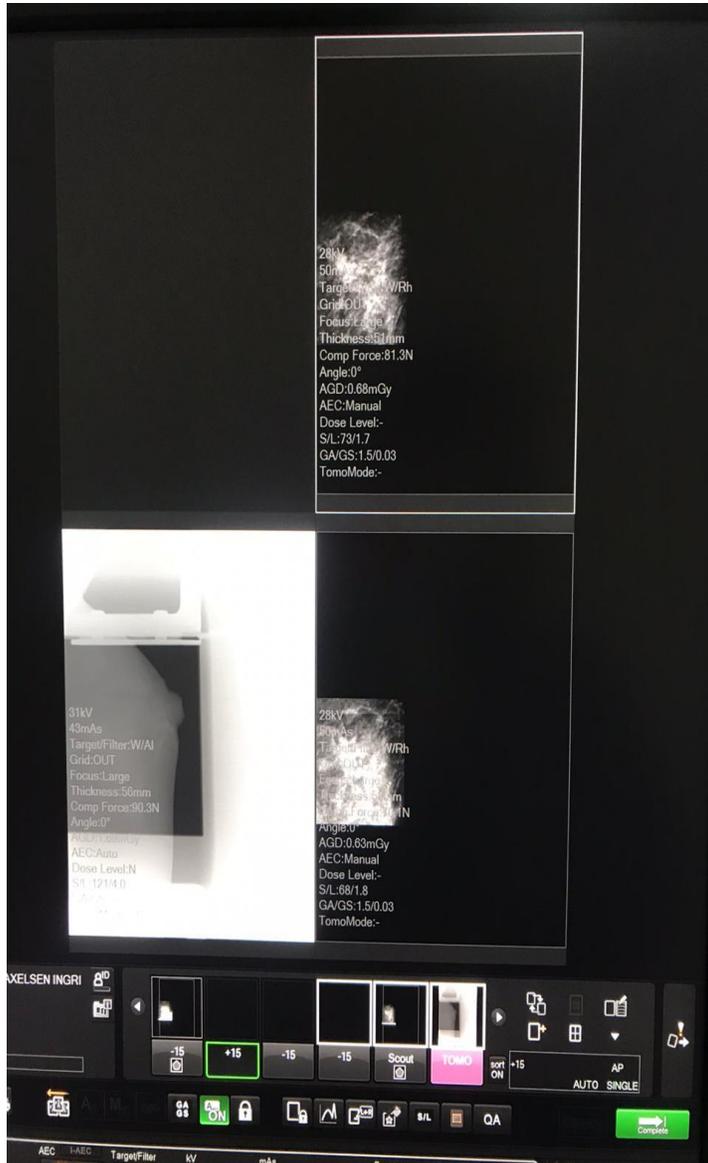
ANEXO VII: Silla / Mesa anatómica con múltiples posiciones



ANEXO VIII: Pala de compresión transparente de 18x24 cm con ventana de punción e Introducción de la aguja hasta llegar a las coordenadas calculadas.



ANEXO IX: Confirmación del correcto posicionamiento de la aguja

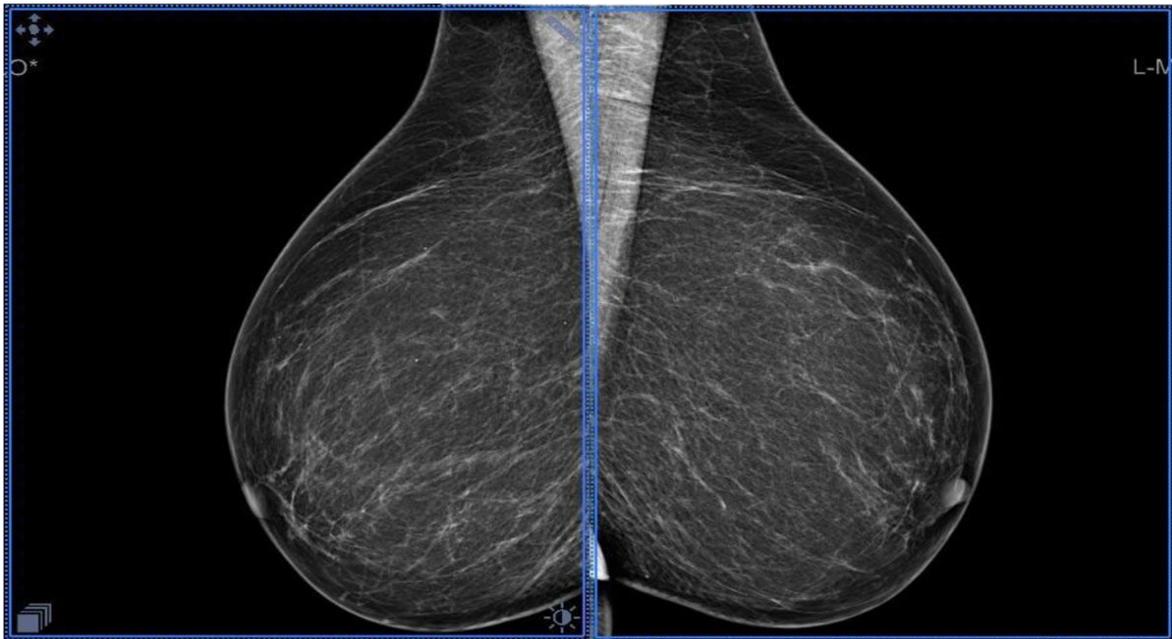


ANEXO X: Interficie de usuario del sistema de biopsia donde podemos observar (de arriba hacia abajo): Tipo de aguja, Coordenadas (X, Y, Z), Distancia de seguridad al detector.

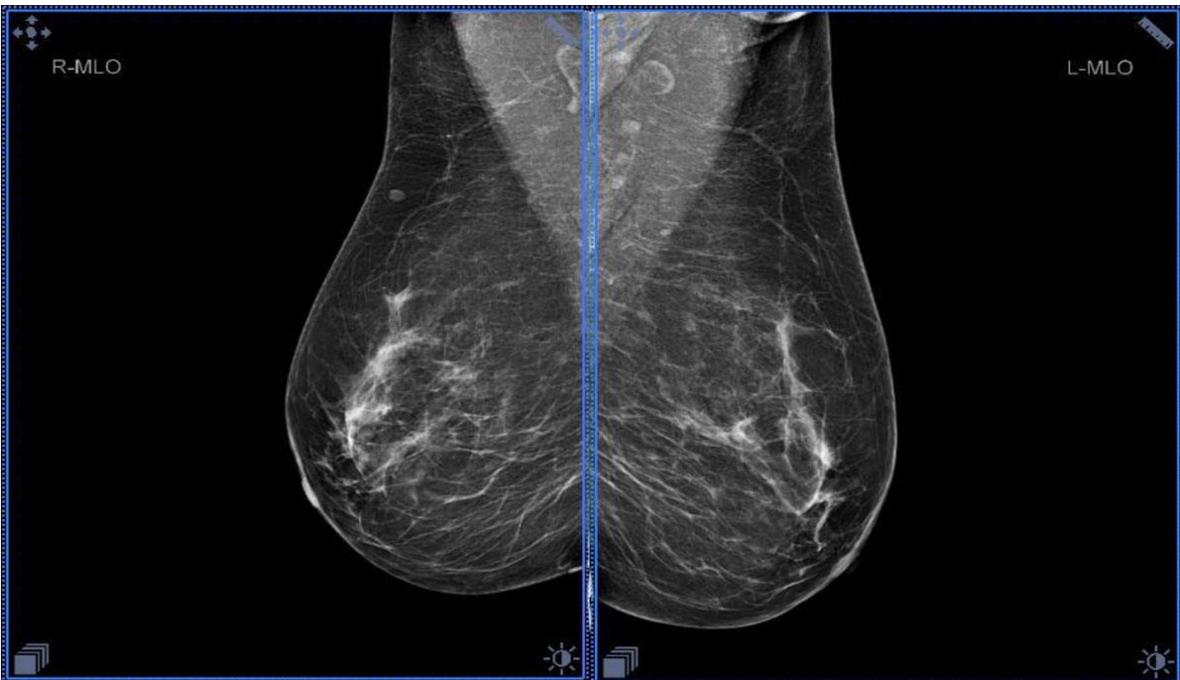


ANEXO XI: Densidades Mamarias

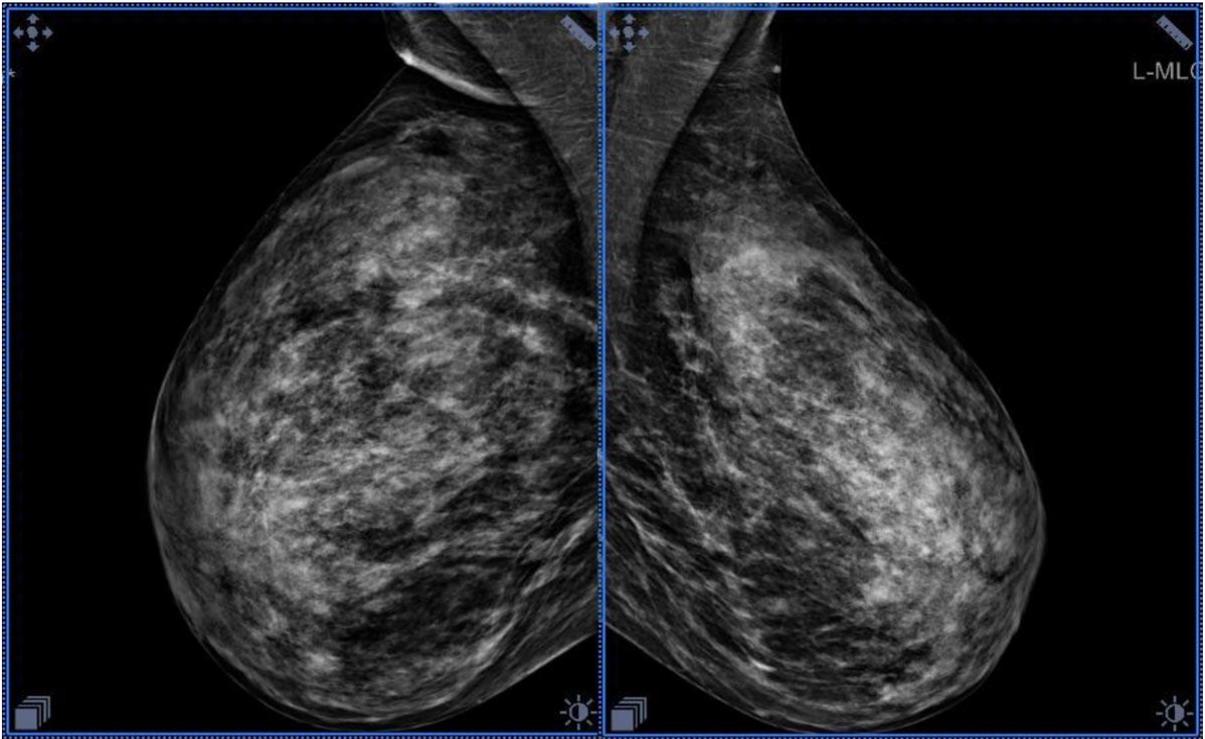
A



B



C



D

