

Uso de Fantoma en mamografía para mejorar la calidad de las imágenes biomédicas

Julieth Castro Acosta

Tatiana Fabiola Isaziga Molina

Yuly Paola Vargas Caro

Cristian Camilo Vargas Sereno

Daniela Constanza Zamora Quintero

Asesor

Joel David Díaz Moreno

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Programa de Administración en Salud

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi esposo German Cachepe, quién fue el que me impulsó desde el inicio y me ha motivado continuamente a seguir con mi aprendizaje, a mi hermano mayor Milton Castro por su apoyo y ánimo. A mis hijos Samy y Lucy, por entender que les quitó de su tiempo, el cual debería dedicarles, todo por un mejor futuro. Agradezco a Dios y a todas las personas que han contribuido en este proceso académico. (Julieth Castro)

Dedico este proyecto de investigación a mi Esposo Luis Cucaita, mi hija Hanna Naomi Cucaita, a mi madre y mis hermanos, quienes me han brindado su apoyo incondicional y motivación durante todo este proceso. Sin su aliento y guía, no habría sido posible alcanzar este logro. También dedico este proyecto a todas aquellas personas que, de alguna manera, han contribuido a mi formación académica y personal. Su influencia positiva y sus enseñanzas siempre serán recordadas y valoradas en mi vida. Gracias a todos ellos, hoy puedo decir con orgullo que este proyecto es el resultado de un esfuerzo colectivo. ¡Gracias por estar siempre a mi lado! (Tatiana Isaziga)

Este proyecto va dedicado a mi familia Javier Moreno, porque sin ti nada de esto sería posible, a mi hermana Lorena Vargas, a mi madre Pilar Caro, mi padre Jairo Vargas, mi hermano Nicolas Vargas, ya que con su respaldo, amor y comprensión me ayudaron a seguir adelante, A mi mejor amiga Tatiana Isaziga por darme fuerzas y una voz de aliento en los momentos más difíciles, a Daniela Zamora por su gran compañerismo, gracias por formar parte de mi vida y estar siempre allí. (Yuly Vargas)

Dedico este trabajo a mis padres Wilson Vargas y María Quintero y mi Herman David Vargas, quienes con su amor y apoyo incondicional me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, con quienes estaré agradecido hoy, mañana y siempre, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo

y valentía, de no temerle a las adversidades porque Dios está conmigo siempre, así mismo me han enseñado a ser la persona que hoy soy, con valores, perseverancia, principios y mi empeño por cumplir lo propuesto, todo siempre cargado con una enorme dosis de amor y sin esperar nada a cambio. Y a mi esposa Natalia Rincón por ser ese pilar, poder contar y encontrar en una misma persona un apoyo absoluto durante todo el proceso de formación universitaria y ser el ingrediente ideal para poder conseguir, lograr y culminar esta dichosa victoria en mi vida, y sin dejar a un lado, dedicar y expresar mi mayor gratitud a Dios, quien con su bendición en todo momento presente y llenando mi vida con goce de salud y prosperidad para llegar a este día tan anhelado.

(Cristian Vargas)

Dedico este trabajo primeramente a Dios quien es mi motor y mi respaldo en cada paso, decisión y esfuerzo diario igualmente a mi mamá Norma Quintero, a mi padre Orlando Zamora y a mi hermana Belky Zamora los cuales han sido mi motivación, mi motor y mi apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.

También dedico este trabajo a mis compañeras de estudio las cuales han aportado de manera positiva en este proceso académico brindándome su ayuda. Gracias a todos ustedes por acompañarme en este proyecto y a poder cumplir este anhelo de mi corazón de poder ser tecnóloga en radiología. (Daniela Zamora)

Agradecimientos

Queremos agradecer primeramente a Dios por ser nuestra guía, fortaleza y compañía durante todo el proceso de investigación. Su amor y misericordia han sido una fuente de inspiración y motivación constante en nuestra vida académica y personal. Agradecemos su protección y bendición, que nos han permitido alcanzar esta meta. Sin su presencia divina, nada de esto habría sido posible. Le damos gracias a Dios por todas las oportunidades y bendiciones que ha puesto en nuestro camino, y por permitirnos usar nuestras habilidades y talentos para contribuir al bienestar de la sociedad. Que este trabajo de investigación sea un reflejo de su amor y sabiduría, y que pueda ser utilizado para mejorar la vida de las personas.

En la culminación de esta etapa de aprendizaje como Tecnólogos en Radiología, agradecemos inmensamente a los tutores, amigos y compañeros que hicieron parte de este proceso a lo largo de nuestra formación, llevándonos recuerdos, vivencias, nuevas amistades, conocimientos y momentos inolvidables los cuales vivirán por siempre en nuestra memoria y harán parte de nuestra nueva fase como tecnólogos graduados en radiología e imágenes diagnósticas.

Resumen

El objetivo de este proyecto de investigación es conocer el uso de las fantomas en mamografía, que son simuladores que imitan las características de los senos y permiten la evaluación de la dosis de radiación y la calidad de imagen en los equipos de mamografía. Para ello, se realizará una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios previos que hayan utilizado distintos tipos de fantomas en mamografía para poder evaluar los resultados en la calidad de imagen y dosis de radiación. Si hablamos del cáncer podemos decir que el de mama es una de las enfermedades más usuales a nivel mundial, donde el sexo femenino tiene una mayor prevalencia al desarrollo de esta enfermedad. El cáncer de mama se puede tratar si es detectado a tiempo, los diferentes tipos de exámenes que se han venido desarrollando con el tiempo como lo es desde la mamografía hasta la radioterapia. (Yoichi, 2006)

El estudio mamográfico es de gran importancia para poder detectar el cáncer de mama, y de esta manera poder reducir la tasa de morbilidad, hay que tener en cuenta que cuando la mama es muy densa se puede limitar la capacidad de lograr una imagen clara de los tejidos mamarios, también se puede ver afectada la calidad de una mamografía en mujeres con implantes o con senos altamente densos. Lo cual es problemático debido a que mujeres con senos más densos son más propensas a desarrollar cáncer, por medio de la creación y uso de los fantomas se ha podido llegar a maximizar el contraste de lesiones y micro calcificaciones en tejido mamario denso. El resultado de este proyecto ayudará a determinar la eficacia del uso de los fantomas en mamografía, y contribuirá a mejorar la calidad tanto de las imágenes como de los equipos mamográficos y la precisión de descubrir a tiempo el cáncer de mama, lo que a su vez contribuirá optimizar la calidad de vida y la salud de las mujeres. En definitiva, se espera que este proyecto de investigación sea una herramienta valiosa que permita perfeccionar la atención

y detección precoz de cáncer de mama por medio de la tecnología mamográfica en los diferentes entes prestadores de la salud. (Vispa, Sani, & Paoli, 2019)

Palabras Clave: Fantomas, dosímetro, mamografía, cáncer de mama, radiodiagnóstico

Abstract

The objective of this research project is to evaluate the use of phantoms in mammography, which are simulators that imitate the characteristics of the breasts and allow the evaluation of radiation dose and image quality in mammography equipment. For this, an exhaustive bibliographical review of previous studies that have used different types of phantoms in mammography will be carried out in order to evaluate the results in image quality and radiation dose. If we talk about cancer, we can say that breast cancer is one of the most frequent diseases worldwide, where the female sex has a higher prevalence of developing this disease. Breast cancer can be treated if it is detected early, the different types of examinations that have been developed over time, such as from mammography to radiotherapy. (Yoichi, 2006)

The mammographic study is of great importance to be able to detect breast cancer, and in this way to be able to reduce the morbidity and mortality rate, it must be taken into account that when the breast is very dense, the ability to obtain a clear image of tissues can be limited. In mammograms, the quality of a mammogram may also be affected in women with implants or with highly dense breasts. Which is problematic because women with denser breasts are more prone to developing cancer, through the creation and use of phantoms it has been possible to maximize the contrast of lesions and microcalcifications in dense breast tissue. The results of this project will make it possible to determine the effectiveness of the use of phantoms in mammography, and will contribute to improving the quality of both images and mammographic equipment and the precision of detecting breast cancer on time, which in turn will contribute to improve the quality of life and health of women. In short, this research project is expected to be a valuable tool that will improve care and early detection of breast cancer through mammographic technology in the different healthcare providers. (Vispa, Sani, & Paoli, 2019)

Keywords: Phantoms, dosimeter, mammography, breast cancer, radiodiagnosis

Tabla de Contenido

Introducción	12
Planteamiento del problema.....	16
Justificación	20
Objetivos	22
Objetivo general.....	22
Objetivos específicos	22
Marco teórico.....	23
Metodología.....	51
Desarrollo del proyecto	52
Conclusiones.....	58
Referencias bibliográficas.....	60

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Comparativa del tejido mamario y las fantomas</i>	14
---	----

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Imágenes de Fantomas de Seno no Compresibles Empleados en Mamografía</i>	28
Figura 2 <i>Imagen de Tipo de Fantoma CDMAM (Contrast detail mammography)</i>	29
Figura 3 <i>Imagen del Tipo de Fantoma NORMIPAS</i>	30
Figura 4 <i>Imagen de Tipo de fantoma TMIST (Tomosynthesis Mammographic Imaging Screening Trial)</i>	31
Figura 5 <i>Imagen de Tipo de Fantoma BR3D-CIRS (Computerized Imaging Reference System)</i>	32
Figura 6 <i>Imagen de Fantoma de Entrenamiento para Biopsia Estereotáctica CIRS (Computerized Imaging Reference System)</i>	33
Figura 7 <i>Imagen de Resultados de la Evolución de un Fantoma PVAL</i>	34
Figura 8 <i>Imagen de Fantoma con Implantes de Silicona y Artefactos (Silva et al)</i>	35
Figura 9 <i>Imagen de los Tipos de Densidades Radiográficas en Mamografía</i>	37
Figura 10 <i>Imagen de Métodos de Puntuación para el Estudio de la Calidad de la Imagen Mamografía</i>	54
Figura 11 <i>Imagen del Fantoma MTM 100</i>	55

Introducción

Los primeros médicos radiólogos utilizaron los rayos X para ubicar objetos extraños dentro del cuerpo humano, el uso de esta nueva técnica permitía a los cirujanos identificarlos y extraerlos de forma segura sin causar un daño considerable al tejido. Una de las características más importantes que deben tener los equipos de radiodiagnóstico, es que las imágenes obtenidas sean lo más claras y nítidas posibles para poder distinguir las estructuras anatómicas ayudando al especialista a brindar una valoración y resultado dx idóneo. Lo más importante que se debe tener en cuenta en el sistema de imágenes por rayos X es que se pueda realizar un control y evaluación en la calidad de la imagen, se debe tener presente los ajustes de Kv, mA y tiempo de exposición. Hay otros factores que podemos encontrar que se relacionan con la calidad de la imagen como lo es el tamaño del punto focal, la resolución espacial, el coeficiente de contraste, el coeficiente de señal ruido, entre tejidos, los cuales están preestablecidos por el sistema de imágenes del equipo, hoy en día para poder determinar estos parámetros se realizan estudios no invasivos por medio de fantomas (Gòmez, 2016)

Los fantomas para decirlo de una manera coloquial son maniquís, diseñados con materiales muy similares a la densidad de los tejidos del ser humano, permitiendo ser una guía en el campo de la radiología para analizar y examinar exhaustivamente la calidad de imagen en las mamografías. Este patrón es una herramienta importante para asegurar que las imágenes empleadas sean de máxima calidad y permitan el rastreo precoz de masas mamarias. (Stoyko & Bliznakova , 2019)

La introducción de fantomas en mamografía ha sido fundamental para mejorar la precisión y la exploración temprana de cáncer de seno. Gracias a su anatomía realista, los técnicos radiólogos pueden simular con precisión la composición del tejido mamario, lo que les

permite ajustar los parámetros del equipo de rayos X para conseguir imágenes de alta calidad. (Vispa, Sani, & Paoli, 2019)

La semiología de la mama se refiere al estudio de los signos y síntomas relacionados con las enfermedades y alteraciones mamarias. La exploración y evaluación adecuada de la mama es fundamental para detectar anomalías, como tumores, quistes u otras afecciones. A continuación, se describirá algunos aspectos importantes de la semiología de la mama:

Inspección: La inspección visual de las mamas es el primer paso en la evaluación. Se busca cualquier cambio en el tamaño, forma, simetría o coloración de la piel. Se observa si hay deformidades, retracciones o cambios en los pezones. También se presta atención a la presencia de masas visibles o cualquier secreción anormal.

Palpación: La palpación de las mamas se realiza para detectar la presencia de masas, áreas endurecidas o quistes. Se pueden utilizar diferentes técnicas, como el método circular, lineal o en cuadrantes, para explorar cuidadosamente toda la superficie de la mama y las áreas circundantes, incluyendo los ganglios linfáticos de la axila.

Autoexamen de mama: Se alienta a las mujeres a realizar un autoexamen de mama regularmente para detectar cambios en sus propias mamas. Esto implica la inspección visual y la palpación de las mamas en busca de masas, dolor, cambios en la textura o cualquier otra anomalía. El autoexamen de mama no es un sustituto de la evaluación médica, pero puede ser útil como una medida de detección temprana.

Mamografía: La mamografía es una técnica de imagen que utiliza rayos X de baja dosis para obtener imágenes de las mamas. Es una herramienta importante para la detección temprana del cáncer de mama y otras afecciones. Las mamografías suelen realizarse como parte de un programa de detección rutinario en mujeres de cierta edad o en aquellas con factores de riesgo.

Tabla 1*Comparativa del tejido mamario y las fantomas*

<p>Glándulas mamarias: El tejido mamario contiene glándulas mamarias, también conocidas como glándulas lactantes o alveolos, que son responsables de producir la leche materna durante la lactancia.</p> <p>Conductos lactíferos: Los conductos lactíferos son tubos delgados que se ramifican a través del tejido mamario y transportan la leche desde las glándulas mamarias hasta los pezones.</p> <p>Tejido adiposo: El tejido mamario también contiene tejido adiposo, que es tejido graso. El tejido adiposo proporciona soporte y protección a las glándulas mamarias.</p> <p>Ligamentos de Cooper: Los ligamentos de Cooper son fibras de tejido conectivo que se extienden a través del tejido mamario y ayudan a mantener la forma y la estructura de los senos.</p> <p>Irrigación sanguínea: El tejido mamario está bien vascularizado, lo que significa que tiene una buena irrigación sanguínea. Esto es esencial para suministrar oxígeno y nutrientes a las células del tejido mamario, incluidas las glándulas mamarias.</p> <p>Susceptibilidad a enfermedades: El tejido mamario también puede verse afectado por diversas enfermedades, como el cáncer de mama y los quistes mamarios. La detección temprana y el seguimiento médico regular son importantes para la salud mamaria. (Calderón, 2018)</p>	<p>Las primeras fantomas de mama con características físicas permitieron la simulación de diferentes tipos de tejido mamario y el mejoramiento de las propiedades de las imágenes mamográficas.</p> <p>Las fantomas digitales comenzaron a utilizarse en la mamografía digital. Estas fantomas permitieron la valoración de la calidad de las imágenes digitales y la estandarización de los equipos de mamografía digital.</p> <p>Fantomas de entrenamiento: estos maniqués se utilizan para entrenar al personal médico y técnico en la realización de mamografías. Estos pueden estar hechos de materiales como plástico, goma o silicona.</p> <p>Fantomas de calibración: se utilizan para asegurar que el equipo de mamografía esté funcionando correctamente y para calibrar el equipo para producir imágenes precisas. Estos pueden estar hechos de materiales como acrílico, aluminio o materiales compuestos.</p> <p>Fantomas de acreditación: como mencionamos anteriormente, se utilizan para evaluar la calidad de las imágenes adquiridas por el equipo y la habilidad del personal técnico y médico en la realización e interpretación de las imágenes. Estos pueden estar hechos de materiales que simulan la densidad y la composición de las mamas, como plásticos especiales, goma o silicona, y pueden contener objetos simulados como cuentas de metal para simular calcificaciones. (Simbaña, 2015)</p>
<p><i>Nota.</i> Tomado de Calderón (2018), Simbaña (2015)</p>	

Además, el uso de Fantomas en la formación de los técnicos radiólogos y los médicos especialistas es primordial para perfeccionar la calidad y la eficacia de la interpretación de las

imágenes mamográficas. Esto puede conducir a una detección precoz del cáncer de seno, lo que puede mejorar significativamente la tasa de supervivencia de las pacientes. (Stoyko & Bliznakova , 2019)

En resumen, los Fantomas en la mamografía han sido un gran progreso en la lucha continua contra el cáncer de seno, y su uso continuo es fundamental para garantizar la detección temprana y la precisión en la interpretación de las imágenes mamográficas. (Vispa, Sani, & Paoli, 2019)

Planteamiento del Problema

La mamografía tradicional emplea el uso de la radiación ionizante, la cual se ha ido limitando por el desarrollo de nuevas tecnologías y equipos de radiodiagnóstico que cuentan con alta resolución. Por otra parte, el estudio mamográfico por ultrasonido, no ha presentado contraindicaciones por ser una tecnología de baja resolución, lo cual da origen al desarrollo de una técnica diagnóstica complementaria, llamada tomografía óptica, por medio de esta tecnología se logra obtener datos metabólicos, que ayudan a clasificar los tipos de lesiones presentes. Este nuevo avance tecnológico, genera una localización temprana de masas o nódulos cancerígenos en las mamas de las mujeres, aumentando así la tasa de supervivencia y mejorando la evaluación de los tratamientos de dicha enfermedad. (Pardin, 2022)

Se debe tener presente que la anatomía del tejido mamario puede variar de una mujer a otra, ya sea por la edad, por el tamaño y etapa del desarrollo en que se encuentre; por lo cual para poder obtener imágenes de calidad se deben realizar pruebas previas con diferentes fantomas para medir las técnicas de exposición a radiaciones ionizantes en los diferentes tejidos mamarios y comprobar el adecuado funcionamiento del equipo. (Bustamante, 2017)

Los fantomas son utilizados en la técnica de mamografía porque permiten no irradiar a seres humanos, con el fin de seguir investigando, ya que cuando el cáncer inicia es muy silencioso y difícil de detectar lesiones de tamaño milimétrico. Un fantoma es un objeto que se realiza con materiales que simulan la anatomía humana y contiene elementos radiopacos y radiolúcidos. Los diferentes componentes utilizados en la fabricación de los fantomas se seleccionan para tener una densidad y composición similar a la de los tejidos humanos. (Pardin, 2022)

En el caso de la mamografía, se utilizan fantomas para determinar la dosis de radiación utilizada la cual en una mamografía por cada seno es de aproximadamente 0,4 milisieverts (mSv)

y que la técnica sea adecuada, para que en futuros procedimientos se tengan parámetros seguros y confiables.

Actualmente existen dos clases de fantomas los cuales son los digitales y los físicos, los computacionales o digitales se fundamentan en modelos matemáticos que representan la interacción de los rayos X con los órganos y tejidos, mientras que los fantomas físicos están elaborados de elementos y materiales cuyas densidades son similares a las de los tejidos, teniendo una limitación, la cual es su incapacidad para reproducir completamente la diversidad de los tejidos con respecto a su forma, tamaño, detalle y composición de la anatomía humana. Los fantomas primarios de seno fueron usados en los estudios investigativos y en seguimientos mamográficos, para realizar los controles estos fantomas estaban compuestos de glándula mamaria humana o tejido de animal congelado, el cual era recogido de las mastectomías que se realizaban en aquellos tiempos. Esta clase de fantomas no funcionó por mucho tiempo, ya que por las condiciones de la manipulación y adquisición era complicado porque estas muestras se contaminaban de microorganismos (hongos y bacterias), haciendo que el tiempo fuese limitado. Por esto los científicos deciden revisar y analizar diferentes tipos de materiales cuyas propiedades fuesen las más parecidas y semejantes a la glándula mamaria. El polimetilmetacrilato (PMMA) es uno de los elementos que finalmente se concluyó que era el mejor para simular el tejido mamario respecto a las propiedades de densidad, por lo cual ha sido a lo largo de la historia el más empleado para el control dosimétrico y también para examinar minuciosamente la calidad de las imágenes mamográficas (Bustamante, 2017).

Al observar la implementación de los fantomas mamográficos a nivel internacional podemos ver que, en Chile al evaluar el estudio para determinar la dosis glandular media en el examen de mamografía con la implementación de los fantomas, puesto como lo menciona (Sáez)

lo que se busca es “Determinar la dosis glandular media (DGM) en el examen de mamografía en distintos centros de la ciudad de Santiago” para evaluar la calidad de la imagen mamográfica, y contar con parámetros y estándares de calidad que contribuyan al detección de patologías en la mama, pues el cáncer de mama representa un problema serio de salud en Chile, ya que constituye la segunda causa de muerte por cáncer en la mujer chilena (Vargas, 2014).

Para Argentina mediante la “Guía de controles de calidad mínimos para equipos digitalizados (CR)” se puede evidenciar que el uso de los fantomas en el estudio de mamografía y su forma de uso es evaluado con un control semanal para el poder establecer la calidad del monitor y la calidad de la imagen con lo que busca es dar controles de calidad a equipos e imágenes que contribuyan al diagnóstico médico de las patologías de cáncer en la mama (Gómez, 2016).

En México se realizó un estudio en el Modelado 3D de un Fantoma de Mama con Imágenes Térmicas (Anaya Pérez), para este caso se emplea un modelo de fantoma en el cual se busca tener estándares de calidad para a futuro realizar e implementarlo en la obtención de información y así velar por los controles de calidad de equipos e imágenes (Anaya Pérez & Flores Ochoa, 2020).

Por otra parte en Colombia la implementación de fantomas se ha evidenciado que el uso se hace a partir de los estándares de calidad (OIEA, 2011) impartido de otros países y aplicados en el país, donde su uso se puede apreciar en la investigación realizada por la Universidad de los Andes con la “Optimización de mamografías para tejido mamario denso” la cual implementa el fantoma de acreditación de la ACR, para aumentar el descubrimiento de microcalcificaciones en imágenes mamográficas en mamas que presenten una alta consistencia o con implantes (siliconas) de mama, puesto que a la hora cuando se requiere estudiar un tejido denso se hace

más difícil el análisis de las mamografías ya que las mamas muy densas pueden tener un riesgo de cáncer más alto, el cual no se puede detectar en las mamografías” de igual manera en el territorio colombiano la Asociación Colombiana de Radiología acogió a las Normas básicas de Seguridad NBS 115 del OIEA y sus protocolos (OIEA, 29 de septiembre de 1997) para establecer y efectuar que las instituciones realicen en control de calidad para el estudio de mamografía de la mano con la implementación de fantomas. (García Loaiza, 2022)

Justificación

El presente proyecto nace a partir de la idea de investigar la historia, el progreso y los adelantos tecnológicos que han venido sucediendo desde 1923, cuando se hicieron las primeras pruebas con fantasmas de residuos mamográficos, los cuales constituyen los llamados ensayos no invasivos, que han permitido a lo largo de la historia evaluar y mejorar las técnicas de calidad de las imágenes producidas por los equipos de mamografía, sin poner en peligro la salud de los pacientes, aquí podremos evaluar las razones por las que una investigación no invasiva con fantasmas en mamografía es importante. (Yoichi, 2006)

La radiación innecesaria en la mama puede conllevar ciertos riesgos para la salud. Aquí hay algunos de ellos: Mayor riesgo de cáncer: La exposición innecesaria a la radiación puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer de mama. Aunque la radiación en dosis bajas es generalmente segura, la acumulación de exposiciones innecesarias puede aumentar el riesgo a largo plazo. Daño a los tejidos: La radiación puede dañar los tejidos sanos de la mama, lo que puede provocar cambios en las células y aumentar el riesgo de problemas futuros, como fibrosis o cambios en la estructura del tejido mamario. Aumento de la exposición acumulativa: Las dosis repetidas de radiación innecesaria pueden contribuir a una exposición acumulativa a lo largo del tiempo. Esto es especialmente relevante si se han realizado múltiples procedimientos de imagen que involucran radiación, como mamografías o tomografías computarizadas. (Esteban, 2005)

Al realizar una investigación no invasiva con fantasmas, no se expone a los pacientes a la radiación ionizante innecesaria ya que con estos se logra establecer los parámetros técnicos para el control de la calidad de la imagen y del equipo. Esto ayuda a reducir el riesgo de efectos secundarios en los pacientes, lo que es especialmente importante en la mamografía, ya que los investigadores pueden comparar diferentes técnicas de imagen y así evaluar su eficacia en la

detección temprana del cáncer de mama. Con la implementación de los fantomas se logra el desarrollo de nuevas técnicas de imagen para la mamografía. (Bustamante, 2017)

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de investigaciones podemos conocer las características de los diferentes tipos de fantomas y su uso en mamografía, lo cual permite el diseño de nuevas técnicas de evaluación de la calidad de imagen, mejorando así la precisión del diagnóstico y la dosis de radiación, los fantomas también se utilizan para evaluar las dosis de radiación a la que se puede exponer al paciente durante el examen de mamografía. Es importante conocer las características de los diferentes tipos de fantomas para poder seleccionar el más adecuado para medir la dosis de radiación de manera precisa. (Gómez, 2016)

Objetivos

Objetivo General

Reconocer las características y la implementación del uso de los fantomas en el estudio de mamografía para la detección temprana del cáncer de mama.

Objetivos Específicos

Revisar los tipos de fantomas físicos y digitales que permiten la simulación de los rayos X con los órganos y tejidos mamarios.

Reconocer los diferentes materiales usados para simular la anatomía de la mama.

Establecer la importancia de los fantomas y mejoramiento en la calidad de la imagen.

Marco Teórico

Cuando se descubrieron los Rayos X en 1895, por el físico Wilhelm Röntgen, se iniciaron múltiples investigaciones buscando la manera de estudiar toda la anatomía humana mediante la creación de diferentes máquinas radiológicas. Es por eso que en año 1923 el cirujano Albert Salomón, es quien propone y estudia por primera vez, el tejido de mastectomías a través de los rayos X, y empieza a definir las características imageneológicas de las células cancerígenas, como lo son unos puntos en el centro de las masas, que hoy lo definimos como calcificaciones o las formas de las lesiones, lo que hoy en día se definen como lesiones espiculadas. Esto ha permitido que cuando se ven estas características por mamografía o ecografía, lo cual se clasifican por Birads permitiéndonos iniciar una ruta rápida de diagnóstico a través de la biopsia mamaria con aguja Tru-cut, para determinar el paso a seguir, ya que solo a través de la patología se determina si la masa o nódulo es maligna o benigna. (Dávalos & Maybeli , 2013)

El uso de los fantomas en mamografía se remonta a las primeras décadas de la radiología, cuando se empezaron a utilizar los rayos X para la detección y localización del cáncer de mama. A continuación, se muestra una breve historia del uso de los fantomas en mamografía: Década de 1920: Los rayos X empezaron a utilizarse para la detección del carcinoma de mama. En esta época, los equipos de radiología no estaban estandarizados y la calidad de las imágenes era muy variable. Década de 1940: Los primeros fantomas para la mamografía fueron desarrollados por el físico británico Charles Vernon Chester. Estos fantomas consistían en placas de aluminio con objetos de plástico que simulaban las estructuras de la mama. Los fantomas permitieron la estandarización de los equipos de mamografía y el perfeccionamiento en la calidad de las imágenes. Década de 1950: Los primeros estudios de dosimetría en mamografía fueron realizados utilizando fantomas. Los investigadores utilizaron los fantomas para medir la dosis de

radiación que recibían las pacientes durante los exámenes de mamografía y determinar los niveles seguros de exposición a la radiación. Década de 1970: Los primeros fantomas de mama con características físicas realistas fueron desarrollados por el Dr. John Wolfe en Estados Unidos. Estos fantomas permitieron la simulación de diferentes tipos de tejido mamario y el mejoramiento de las propiedades de las imágenes mamográficas. Década de 1990: Los fantomas digitales comenzaron a utilizarse en la mamografía digital. Estos fantomas permitieron la valoración de la calidad de las imágenes digitales y la estandarización de los equipos de mamografía digital.

En resumen, el uso de los fantomas en mamografía se ha desarrollado a lo largo del tiempo y ha permitido mejorar la calidad de las imágenes, la estandarización de los equipos y la reducción de los niveles de exposición a la radiación. Los fantomas han sido un instrumento clave en el avance de la mamografía y siguen siendo fundamentales en la evaluación y mejora de las técnicas de imagen en la actualidad. (Yoichi, 2006)

La técnica radiológica que se usa en mamografía es particularmente compleja por la estructura mamaria, ya que este tejido está compuesto por tejido conectivo, glandular y adiposo; la mama varía de mujer a mujer y dependiendo la edad. En las técnicas de estudios mamográficos se hace complejo medir las dosis efectivas directamente sobre una región u órgano del cuerpo del paciente en particular. Es por esta razón que se hace necesario acudir a prototipos (basados en aproximaciones anatómicas de las partes del cuerpo que se quieren estudiar) las dosis efectivas se estudian por medio del uso de fantomas, permitiendo el cálculo de cantidades y magnitudes relevantes desde un punto de vista dosimétrico. (Gómez, 2016)

Uno de los métodos más usados es el de Montecarlo por medio de múltiples simulaciones usando los fantomas que se utilizan para establecer los coeficientes que mejoran las mediciones

dosimétricas. Las diferentes metodologías para evaluar las dosis en los órganos, han mejorado desde la implementación y uso de los fantomas que son creados de forma similar con el tejido que contienen los órganos del cuerpo, estos simuladores se crean con una anatomía parecida a la del cuerpo humano creando una dosis efectiva. (Villarreal Uzcatagu & Briceño Polacre, 2020)

Como lo establece la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cáncer de mama es una de las patologías más comunes que padecen las mujeres alrededor del mundo, siendo los tumores malignos la segunda causa de muerte, por la alta tasa de incidencia, se ha comenzado a realizar grandes esfuerzos con el fin de conseguir un diagnóstico temprano para esta enfermedad, empezando por reemplazar la tecnología de los mamógrafos analógicos por los digitales, lo que conlleva a la elaboración de protocolos que garanticen la calidad de la imagen y la buena operación del mamógrafo. (OMS, 2021)

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), establece los parámetros y procedimientos para la elaboración en controles de calidad en los mamógrafos digitales, los fantomas que se usan para establecer los controles de calidad deben estar certificados como es el caso del fantoma Normi Mam Digital, este se utiliza para ejecutar pruebas de acreditación y el cumplimiento de calidad en la imagen, cuyo propósito es establecer que las dosis de radiación sean lo más más bajas posibles en los equipos mamográficos digitales. (Calderón, 2018)

Calidad de Imagen

Dentro de los consensos científicos se viene desarrollando un conjunto de medidas que ayuden de manera más efectiva a reducir la tasa de muerte por cáncer de mama, cuyo objetivo principal es la detección y el diagnóstico temprano de esta patología en los estadios iniciales para así poder perfeccionar el Diagnóstico, procedimiento y tratamiento de la enfermedad. El área de mamografía busca evaluar la buena calidad de imagen para poder brindar un diagnóstico

estructural y anatómico de las diferentes lesiones que se pueden encontrar en los tejidos mamarios. La evolución tecnológica ha llevado a la digitalización de la radiología, lo cual permite que las imágenes de mamografía sean de mejor calidad, Esto resultó en una mayor tasa de detección de cáncer en comparación con la mamografía tradicional. Sin embargo, el equipo no es inmune a las fallas, por lo que se hace obligatorio determinar los parámetros que permitan valorar la calidad de la imagen. (Calderón, 2018)

Tipos de Fantomas Utilizados en Estudios Mamográficos

Existen diferentes tipos de fantomas utilizados en estudios mamográficos, y los materiales utilizados para construirlos pueden variar según su propósito y el nivel de realismo requerido. A continuación, se presentan algunos tipos comunes de fantomas utilizados en estudios mamográficos y los materiales utilizados para construirlos: Fantomas de entrenamiento: estos maniqués se utilizan para entrenar al personal médico y técnico en la realización de mamografías. Estos pueden estar hechos de materiales como plástico, goma o silicona. Fantomas de calibración: se utilizan para asegurar que el equipo de mamografía esté funcionando correctamente y para calibrar el equipo para producir imágenes precisas. Estos pueden estar hechos de materiales como acrílico, aluminio o materiales compuestos. Fantomas de acreditación: como mencionamos anteriormente, se utilizan para evaluar la calidad de las imágenes adquiridas por el equipo y la habilidad del personal técnico y médico en la realización e interpretación de las imágenes. Estos pueden estar hechos de materiales que simulan la densidad y la composición de las mamas, como plásticos especiales, goma o silicona, y pueden contener objetos simulados como cuentas de metal para simular calcificaciones. Fantomas para investigación: estos maniqués se utilizan en estudios de investigación para evaluar nuevas técnicas de imagen y para evaluar la eficacia de los nuevos procedimientos para el manejo cáncer

de mama. Estos pueden estar hechos de materiales más avanzados, como materiales compuestos con propiedades similares a las del tejido mamario humano.

En general, las materias primas utilizadas en la construcción de los fantomas para los estudios mamográficos deben ser duraderos, no tóxicos, no reactivos a la radiación y capaces de imitar de forma realista la densidad y la composición de los senos humanos (Simbaña, 2015). La Comisión Internacional de Unidades Radiológicas describe a los fantomas como un objeto que se realiza con materiales que puedan simular las propiedades de los tejidos humanos, como la relación entre las radiaciones ionizantes, los materiales y las dosis dosimétricas de radiación. En los fantomas que se utilizan en mamografía encontramos dos grandes grupos estos son: Fantomas mamográficos no compresibles y compresibles, los cuales cuentan con subcategorías en donde se explica en qué procedimiento se usa y sus respectivos materiales.

Fantomas Mamográficos no Compresibles. Estos son diseñados con elementos como el polimetilmetacrilato (PMMA) y se utilizan para realizar controles de calidad en los que se incluyen la dosis adquirida en el estudio de mamografía, el análisis de calidad de las imágenes obtenidas, la valoración de la resolución del sistema, y control automático de exposición. Además de la dosis media glandular del seno. Cuando se va a realizar evaluación de dosimetría se usan varias placas con espesores diferentes de PMMA que desempeñan la función de fantomas.

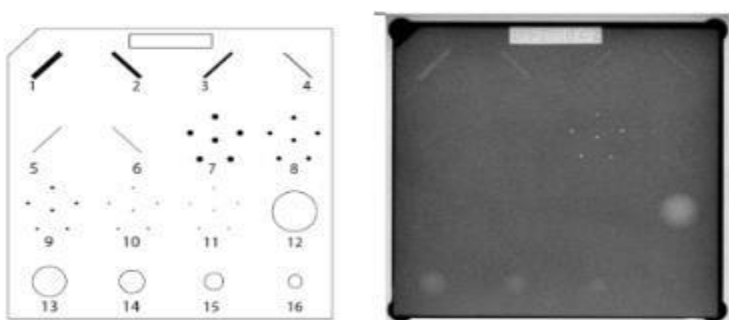
Fantomas de seno no compresibles empleados en mamografía. Fantoma de acreditación ACR (Colegio Americano de Radiología): Se utilizan para comprobar que el dispositivo de mamografía ejecute los indicadores determinados por (MQSA). Son maniqués diseñados para valorar la calidad de la imagen y la precisión de los equipos utilizados en la realización de mamografías. Los Fantomas de acreditación ACR se utilizan en el proceso de acreditación del

Colegio Americano de Radiología, que es un programa voluntario que acredita y evalúa la calidad de los servicios de imágenes médicas. La evaluación incluye la revisión de la calidad de las imágenes producidas por el equipo y la evaluación de las habilidades del personal técnico y médico en la realización e interpretación de las imágenes.

Este fantoma tiene forma de tabla hecha por polimetilmetacrilato el cual tiene fibras cilíndricas de nylon de diferentes tamaños que simulan calcificaciones y discos de bajo contraste que aparentan masas cancerígenas, cuenta con estructuras que simbolizan el parénquima mamario formado por un cincuenta por ciento de tejido adiposo y un cincuenta por ciento de tejido glandular) este fantoma permite simular la atenuación radiográfica de la mama. Su función principal es valorar las principales características que se presentan dentro de la imagen mamográfica teniendo en cuenta la correlación entre el contraste y la señal ruido que nos genera una densidad óptica.

Figura 1

Imágenes de Fantomas de seno no compresibles empleados en mamografía



Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

CDMAM (Contrast detail mammography): es una técnica de evaluación de la calidad de imagen en mamografía que se utiliza para medir la capacidad de un sistema de mamografía para detectar lesiones de diferentes tamaños y contrastes. La técnica consiste en utilizar un

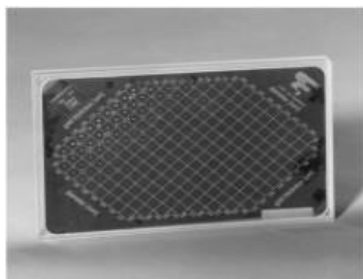
fantoma especial, llamado fantoma CDMAM, que contiene una serie de pequeñas esferas de diferentes tamaños y contrastes, simulando la presencia de lesiones en diferentes etapas de desarrollo. Estas esferas se colocan en una matriz y se utilizan para evaluar la resolución espacial, la sensibilidad al contraste y la detección de artefactos del sistema de mamografía.

El fantoma CDMAM se utiliza para medir el umbral mínimo de detección, que se define como el tamaño de la esfera más pequeña que se puede detectar con una sensibilidad específica. Se mide el número de esferas detectadas en una imagen de mamografía y se compara con el número esperado de esferas detectadas. Si el número detectado es menor que el número esperado, esto indica que la calidad de imagen del sistema es insuficiente.

La CDMAM se ha convertido en una herramienta importante en la evaluación de la calidad de imagen en mamografía y se utiliza ampliamente en todo el mundo para mejorar la detección temprana del cáncer de mama. La técnica ha sido adoptada por muchas organizaciones de control de calidad y acreditación de mamografía, como el Colegio Americano de Radiología (ACR) y la Federación Internacional de Organizaciones de Control de Calidad de Mamografía (IQC).

Figura 2

Imagen de Tipo de fantoma CDMAM (Contrast detail mammography)



Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

NORMI PAS: El fantoma NORMI PAS es un tipo de fantoma diseñado para evaluar la calidad de imagen de los sistemas de tomo síntesis de mama, siguiendo los estándares establecidos en la norma internacional NORMI PAS. El fantoma NORMI PAS contiene una serie de objetos que simulan las características anatómicas de la mama y las lesiones tumorales. Estos objetos están diseñados para proporcionar información sobre la resolución espacial, el contraste y la calidad de imagen en general del sistema de tomo síntesis de mama. El fantoma NORMI PAS se utiliza para realizar pruebas de control de calidad en los sistemas de tomo síntesis de mama, para garantizar que los sistemas cumplan con los requisitos mínimos de calidad de imagen establecidos por la norma. La utilización del fantoma NORMI PAS es una herramienta importante para la certificación y acreditación de los centros de diagnóstico de mama, ya que garantiza que los sistemas de tomo síntesis de mama utilizados en estos centros cumplan con los estándares internacionales de calidad de imagen para la detección temprana del cáncer de mama.

Figura 3

Imagen del tipo de fantoma NORMI PAS



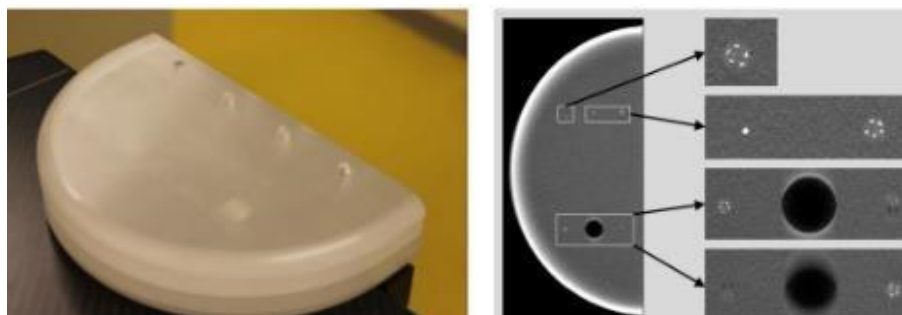
Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

TMIST (Tomosynthesis Mammographic Imaging Screening Trial): El fantoma TMIST es un tipo de fantoma diseñado específicamente para el estudio que evalúa la efectividad

de la tomo-síntesis de mama en comparación con la mamografía tradicional en la detección temprana del cáncer de mama, este fantoma simula una mama con diferentes características anatómicas y lesiones tumorales, con el objetivo de evaluar la capacidad de los sistemas de tomo síntesis de mama para detectar lesiones tempranas. El fantoma se utiliza para realizar pruebas de control de calidad en los sistemas de tomo síntesis de mama con el fin de garantizar que los sistemas TMIST cumplan con los requisitos mínimos de calidad de imagen y proporcionen los resultados precisos y fiables. En resumen, el fantoma TMIST es un componente esencial para los estudios de mamografía, ya que ayuda a garantizar que los sistemas de tomosíntesis de mama utilizados cumplan con los requisitos mínimos de calidad de imagen los cuales proporcionan resultados precisos y fiables en la detección temprana del cáncer de mama.

Figura 4

Imagen de tipo de fantoma TMIST (Tomosynthesis Mammographic Imaging Screening Trial)



Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

BR3D-CIRS (Computerized Imaging Reference System): El fantoma BR3D-CIRS es un tipo de fantoma utilizado en la evaluación de sistemas de tomosíntesis de mama, fue producido por la compañía CIRS (Computerized Imaging Reference Systems) y está diseñado para simular las características de la mama humana, incluyendo la densidad, el grosor y las lesiones tumorales. Este fantoma es utilizado en pruebas de calidad de imagen en sistemas de

tomosíntesis de mama, y se utiliza para evaluar la capacidad de los sistemas para detectar lesiones tempranas y para proporcionar imágenes de alta calidad. El BR3D-CIRS simula una mama realista con diferentes características anatómicas, incluyendo áreas de alta densidad y baja densidad, que son importantes para evaluar la calidad de imagen del sistema de tomosíntesis.

El BR3D-CIRS también cuenta con una serie de objetos que simulan las características de las lesiones tumorales, como los nódulos y las calcificaciones. Estos objetos se utilizan para evaluar la capacidad del sistema de tomosíntesis para detectar lesiones tempranas y para proporcionar imágenes de alta calidad que son precisas y confiables con respecto a la detección temprana del cáncer de mama.

Figura 5

Imagen de tipo de fantoma BR3D-CIRS (Computerized Imaging Reference System)



Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

Fantomas Compresibles. Imitan las propiedades mecánicas inherentes del tejido mamario en términos de flexibilidad y, a menudo, son antropomórficos, diseñados para parecerse a una forma de mama estándar. Actualmente se utilizan para la formación en extracción de biopsias y para evaluar los cambios en las propiedades de la imagen mamográfica, como el contraste y la SNR, durante la carga de compresión mecánica. Estos modelos de senos se desarrollan sobre la base de polímeros flexibles, generalmente hidrogeles con diferentes

composiciones y concentraciones. En general, el equipo de investigación utilizó alcohol polivinílico (PVAL) como polímero debido a sus propiedades mecánicas y atenuación de rayos X similar al tejido mamario.

Fantoma de Entrenamiento para Biopsia Estereotáctica CIRS (Computerized Imaging Reference System). El fantoma de entrenamiento para biopsia estereotáctica CIRS es un modelo de entrenamiento utilizado por los profesionales médicos para practicar la técnica de biopsia estereotáctica en el tratamiento del cáncer de mama. La biopsia estereotáctica es una técnica de diagnóstico que utiliza imágenes de rayos X y un sistema de coordenadas para guiar una aguja hacia una lesión sospechosa de cáncer en la mama. La fantoma de entrenamiento de CIRS simula con precisión el tejido mamario humano y proporciona una representación realista de las características de la mama, lo que permite a los profesionales médicos practicar y mejorar sus habilidades en un entorno seguro antes de realizar una biopsia en pacientes reales. Esta herramienta es importante porque la biopsia estereotáctica es un procedimiento invasivo que puede ser difícil y arriesgado para los pacientes. Al permitir que los profesionales practiquen en un entorno controlado, la fantoma de entrenamiento ayuda a mejorar la precisión y eficacia de la técnica y reduce el riesgo de complicaciones para el paciente.

Figura 6

Imagen de fantoma de entrenamiento para biopsia estereotáctica CIRS (Computerized Imaging Reference System)



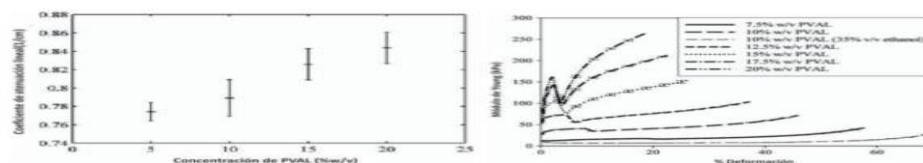
Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

Fantoma con PVAL. Una fantoma con PVAL es un modelo de entrenamiento utilizado en la formación de profesionales médicos para el uso de la termografía. La termografía es una técnica de diagnóstico que utiliza cámaras infrarrojas para medir la temperatura de la piel y otros tejidos del cuerpo, lo que puede indicar la presencia de lesiones o enfermedades. La PVAL es un material de referencia de baja emisividad que se utiliza en las pruebas de termografía para asegurar la precisión y la estabilidad de las mediciones.

La fantoma con PVAL es una herramienta de entrenamiento que simula el tejido humano y está diseñada para incluir una fuente de calor y un sensor de temperatura, así como una capa de PVAL de referencia. Los profesionales médicos pueden practicar la técnica de termografía en la fantoma, lo que les permite desarrollar sus habilidades en un entorno seguro y controlado antes de aplicar la técnica en pacientes reales. La utilización de la fantoma con PVAL es importante para asegurar que los profesionales médicos adquieran las habilidades necesarias para utilizar la termografía de manera precisa y fiable. Además, la técnica de termografía puede ser útil en el diagnóstico de una amplia gama de afecciones, desde lesiones deportivas hasta enfermedades cardiovasculares y cáncer, lo que hace que el uso de la fantoma con PVAL sea una herramienta valiosa en la formación médica.

Figura 7

Imagen de Resultados de la evolución de un fantoma PVAL



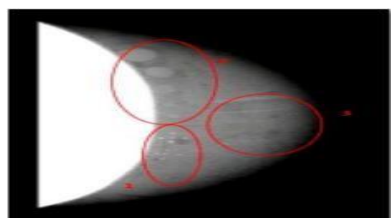
Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

Fantoma con implantes de silicona y artefactos (Silva et al). La fantoma con implantes de silicona y artefactos es un modelo de entrenamiento utilizado en la formación de profesionales médicos para la realización de imágenes médicas en pacientes que han sido sometidos a cirugía de implantes de silicona y presentan artefactos en las imágenes. La fantoma fue desarrollada por Silva et al. y consiste en un modelo de seno femenino que ha sido modificado con la adición de implantes de silicona y objetos que simulan artefactos en las imágenes, como clips quirúrgicos y marcadores de sutura. El modelo se utiliza para simular los desafíos que pueden presentarse en la realización de imágenes médicas en pacientes con implantes de silicona y artefactos, y para enseñar a los profesionales médicos a identificar y reducir estos artefactos en las imágenes.

La utilización de la fantoma con implantes de silicona y artefactos es importante porque la presencia de implantes de silicona puede dificultar la visualización de las estructuras internas del seno en las imágenes médicas, y los artefactos pueden interferir con la precisión y fiabilidad de las imágenes. Los profesionales médicos que utilizan la fantoma pueden mejorar sus habilidades para identificar y reducir estos artefactos, lo que puede conducir a una mayor precisión en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades mamarias en pacientes con implantes de silicona. (Bustamante, 2017)

Figura 8

Imagen de Fantoma con implantes de silicona y artefactos (Silva et al)



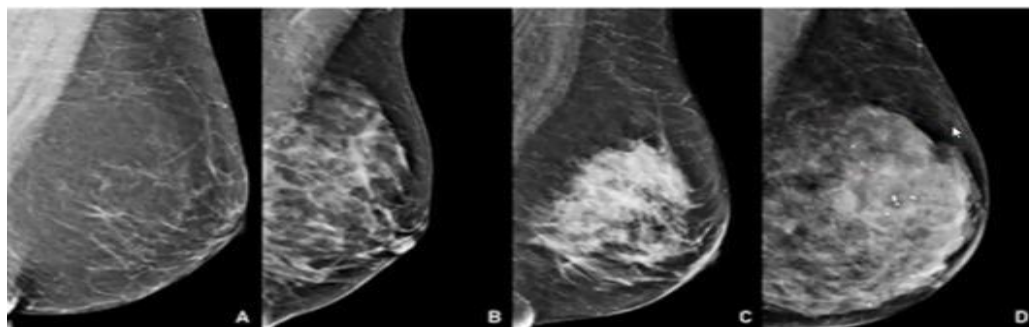
Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017,<https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

Densidades Radiológicas en Mamografía

Las densidades radiológicas en mamografía se refieren a la apariencia de los tejidos mamarios en las imágenes radiográficas. Los tejidos mamarios pueden tener diferentes densidades, lo que puede influir en la detección y diagnóstico del cáncer de mama. Este tipo de estudio es realizado por radiografías en las que podemos encontrar densidades radiolúcidas (color negro) y radiopacas (color blanco), por lo que se logra observar tejido graso y tejido fibroglandular de las mamas. En la mamografía, los tejidos mamarios se clasifican en cuatro categorías de densidad radiológica: Densidad radiológica baja, los tejidos mamarios son principalmente grasos y se presentan como áreas negras en la imagen. Densidad radiológica media, los tejidos mamarios tienen una combinación de grasa y tejido glandular, lo que se presenta como áreas grises en la imagen. Densidad radiológica alta, los tejidos mamarios tienen una mayor proporción de tejido glandular y menos grasa, lo que se presenta como áreas blancas en la imagen. Densidad radiológica extrema, los tejidos mamarios tienen una gran cantidad de tejido glandular y muy poca grasa, lo que se presenta como áreas muy blancas en la imagen.

Figura 9

Imagen de los Tipos de Densidades Radiográficas en Mamografía



Nota. Tomado de revista de senología y patología mamaria de Barcelona (Imagen),2014,<https://www.elsevier.es/es-revista-revista-senologia-patologiamamaria--131-articulo-la-densidad-mamaria-una-aproximacion-S0214158214000140#:~:text=La%20densidad%20mamogr%C3%A1fica%20se%20ha,detectar%20c%C3%A1ncer%20en%20una%20mamograf%C3%ADa>

La densidad radiológica en mamografía es importante porque los tumores y lesiones mamarias son más difíciles de detectar en los tejidos con mayor densidad. Los cánceres de mama son más comunes en mujeres con mayor densidad mamaria y pueden ser más difíciles de detectar en estas pacientes. Por lo tanto, la densidad radiológica mamografía puede ser un factor importante en la decisión de los profesionales médicos para recomendar otras pruebas de diagnóstico, como la resonancia magnética o la ecografía.

Cuando existe dudas del tejido mamario visualizado se puede complementar con ecografía de seno, la cual no tiene contraindicación ya que la ecografía no tiene radiaciones ionizantes, siendo estos dos estudios la posibilidad de detectar masas o nódulos, muchas veces en un estudio se identifican y en el otro no. Cuando por imagen no es posible definir su etiología, el médico radiólogo sugerirá una biopsia para mayor claridad. Es mejor pecar en exceso y dar un diagnóstico acertado. (Servier, 2004) (Bustamante, 2017)

Beneficios

Una parte importante de la recuperación y un tratamiento victorioso del cáncer de mama es la detección temprana; por tal motivo la tecnología junto con la medicina trabaja día a día en ensayos no invasivos para lograr su detección precoz. Por eso la implementación del fantoma de mama ha sido diseñado para probar el funcionamiento de un sistema de mamografía por medio de una evaluación cuantitativa de pequeñas estructuras similares a las que se detectan clínicamente; de manera tal que no esté irradiando personas, sino materiales similares.

Los objetos del interior del fantoma simulan calcificaciones, calcificaciones fibrosas en conductos y masas tumorales. Los objetos de prueba del interior del fantoma se concentran en tamaños que van desde aquellos que deben ser visibles en cualquier sistema a los que serán más difíciles de ver incluso en los mejores sistemas de mamografía, este mismo proporciona una simulación realista de las imágenes de mama, con lo cual se ha desarrollado para probar y optimizar la dosis absorbida por un paciente, la calidad de la imagen.

La efectividad y los beneficios del tamizaje mamográfico en mujeres con antecedentes familiares o sin ellos, ha permitido que el cáncer de mama se detecte en una etapa temprana, por lo cual se ha reducido la mortalidad hasta en un 30 %. (Pardin, 2022)

Resultados de Otras Investigaciones

Indicadores de Calidad de Imágenes Digitales en Programas de Control de Calidad en Mamografía

La evaluación de la representación del fantoma es una planificación integral para equipos radiográficos. Para llevar a cabo un diagnóstico apropiado en radiodiagnóstico se deben poder distinguir del fondo objetos de pequeño contraste y diámetro. Esta tesis desarrolló un estudio para observar la representación digital de un fantoma mamográfico utilizando sistemas con

procesamientos automáticos en dispositivos de mamografía tradicionales y sistemas de mamografía radiográfica digital. La utilización de los sistemas digitales ha ayudado significativamente a la obtención directa de la imagen, con equipos de revelado tradicionales.

Este estudio nos permite obtener datos puntuales sobre las propiedades de los fantomas, las cuales son difíciles de adquirir por su diminuta proporción y adecuado contraste. La conclusión de esta investigación es que la variedad de indicadores describa objetivamente la calidad de la imagen del fantoma de referencia. Estos indicadores se utilizan para distinguir las diferencias de las imágenes adquiridas en las diferentes salas de mamografía y para evaluar la transformación temporal de la calidad de imágenes adquiridas por un centro mamográfico específico.

Con la obtención de los resultados ya encontrados, las conclusiones del trabajo se pueden resumir posteriormente en las siguientes fases: En la mamografía tradicional con respecto a los efectos pasados, podemos ver que los algoritmos aplicados en el presente estudio se basan sobre métodos con la ayuda de procesos automáticos particularmente adaptados para el estudio de la reproducción digitalizada del fantoma de mamografía, hallando diferentes partes de los fantomas de forma adecuada. Permite también comparar diferentes imágenes con una representación estándar adquirida en calidad del equipo mamográfico, que se establece como referencia. Con la ayuda de la comparación es posible conocer si estas imágenes presentan diferencias relevantes en las áreas observadas respecto a la imagen estándar, lo que permite concluir sobre el funcionamiento del mamógrafo. Los datos conseguidos de la valoración de los diversos datos que describen uno a uno los componentes de prueba que se necesitan en gran medida para las condiciones de creación de la imagen (digitalización).

Debido a que la determinación óptica a la que es digitalizado el fantoma, afecta la obtención de resultados más exactos, especialmente al calcular el corte de precisión en el rango horizontal y vertical. Para hacer comparaciones, las reproducciones relevantes deben adquirirse con las mismas capacidades de escaneo. Está claro que la imagen tomada para la comparación se puede parametrizar mediante un método y algoritmos suficientemente desarrollados y se puede utilizar para determinar la evaluación de certificación de calidad de la reproducción solicitada. Los umbrales de detección de materiales de prueba adquiridos por algoritmos automatizados suelen ser muy similares a los umbrales establecidos por un espectador experimentado; especialmente si no se utilizan lupas para la visualización. Además de asegurar que el análisis de la reproducción digitalizada del fantoma posibilita determinar parámetros de calidad, especialmente variables relacionadas con las densidades adecuadas a parámetros geométricos (resolución, detectabilidad de objetos diminutos). Por esta razón, es que se debe "calibrar" el escáner en unidades de densidad óptica. Las técnicas radiográficas utilizadas con el fin de obtener imágenes de control con fantomas deben obtenerse en calidad de las características del sistema de digitalización (escáner), que hacen diferir en otros experimentos de control de calidad. Los factores evaluados en una imagen digital difieren de los evaluados en una imagen de rayos X, por lo que su valor de referencia y límite de tolerancia debe ajustarse de acuerdo con la sensibilidad del parámetro y los requisitos o características del equipo de mamografía.

El método desarrollado en dispositivos de mamografía digital es con dispositivos de reproducción digital, que excluye el paso de digitalización, simplificando el desarrollo y reduciendo la disminución de señal antes del procesamiento. Por tanto, permite caracterizar automáticamente los factores de calidad de la reproducción mamográfica del fantoma, lo que hace que sea posible su utilización en programas de control de calidad para equipar equipos

mamográficos con equipos digitales. Sin embargo, podemos notar que los factores de contraste son muy parecidos en ambos casos, no siendo así en los parámetros de reproducción.

Con esto podemos argumentar que el fantoma CIRS-11A SP01 es adecuado para caracterizar imágenes digitalizadas en mamografía tanto convencional como digital. Aunque la resolución de la imagen es mucho mayor en la mamografía tradicional que en la mamografía digital, ya que el contraste siempre es mínimo. Esto significa que, aunque en la mamografía digital no se pueden detectar pequeñas microcalcificaciones, las pruebas de contraste, tanto en grupos de micro calcificaciones, en el rango de densidad de referencia, como en masas de bajo contraste, son mucho mejores que los resultados obtenidos de imagen digitalizada de dispositivos convencionales. Otro resultado que debemos destacar es que los dispositivos digitales utilizados tienen mejores propiedades a bajos kilo voltajes, ya que permite reducir las dosis administradas al paciente. Estas ventajas, combinadas con un mayor rango dinámico, pueden hacernos pensar que los dispositivos tradicionales deben ser reemplazados para promover la transición a dispositivos digitales. Por todas estas razones, la evolución tecnológica tradicional a la digital debe hacerse de manera responsable.

Las técnicas radiográficas utilizadas para obtener imágenes de control con fantasmas pueden obtenerse ya que difieren específicas pruebas para evaluar el control de calidad.

(Esteban, 2005)

Caracterización de Micro calcificaciones de Carcinoma Mamario a partir de Detecciones Simuladas en Fantasmas con Parámetros Conocidos. En este estudio, se busca simular una mamografía con un fantoma que representa una referencia de tejido mamario y desarrolla un algoritmo para interpolar imágenes de un modelo de tejido mamario con lesiones de interés para encontrar y clasificar posibles lesiones mamarias sobre un fantoma desconocido, que

se visualiza simultáneamente con la imagen del fantoma de referencia. Para ello, se utilizó un método de segmentación de patrones utilizando la transformada de Hough para extraer las características de los objetos detectados, lo que permite la interpolación simultánea de imágenes.

Gracias a los resultados de este estudio, fue posible aplicar una simulación física unificada de un estudio de caso de rayos X de diagnóstico de cáncer de mama utilizando el software GATE para crear un algoritmo para el desarrollo de imágenes médicas y su detección mecánica de calcificaciones subyacentes en la mamografía convencional. Este algoritmo muestra una precisión del 89 % en imágenes reales, lo que es comparable a los algoritmos de aprendizaje automático para detectar calcificaciones en el tejido mamario. Con base en los resultados alcanzados en este trabajo, se propone probar los algoritmos de detección e interpolación en una base de datos de mamografía real para evaluar su desempeño en aplicaciones médicas relacionadas como el diagnóstico de cáncer de mama y síntomas tempranos para la prevención, por ejemplo, la detección temprana de microcalcificaciones de hidroxapatita en el tejido mamario. En base a los resultados anteriores, se decide construir un modelo de interpolación diferente que tenga en cuenta el coeficiente de atenuación para diferentes porcentajes de tejido adiposo, el cual llega a ser beneficioso para examinar la existencia de micro calcificación sobre medios distintos y ver la dependencia de la medida del detector con respecto a esta nueva característica. Además, se espera que la precisión de este método aumente en las funciones utilizadas, permitiendo la creación de un algoritmo que evalúe los bordes de estas calcificaciones a través de la transformación de Hough, que también tiene en cuenta el sistema de clasificación BI-RAD y puede utilizarse para clasificar las microcalcificaciones benignas y malignas. Además, se sugiere utilizar una base de datos como WBC (Wisconsin Breast Cancer) para crear un algoritmo de aprendizaje automático y redes neuronales para clasificar las calcificaciones

detectadas a partir de las características extraídas por los algoritmos presentados, lo que permite ser una herramienta de gran ayuda para diagnosticar el cáncer de mama. (Romero, 2021)

Disminución de la Dosis de Radiación en el Radiodiagnóstico. La medición radiológica de dosis de radiación en el radiodiagnóstico, analiza a partir de imágenes obtenidas la morfología con radiaciones ionizantes. Se evidencia que la gran parte de la población recibe dosis de radiación debido a procedimientos diagnósticos.

La tomografía computarizada (TC), representa alrededor del 4% de los exámenes radiológicos, en los que se puede administrar una dosis colectiva al 40% de los habitantes. El uso adecuado de la dosis de radiación es especialmente fundamentalmente para los menores porque tienen un riesgo mayor de desarrollar cáncer que los adultos. La finalidad de este estudio es promover la concientización a los tecnólogos de radiología sobre la reducción y utilización de la dosis de radiación diagnóstica en las instalaciones que utilizan equipos de radiación ionizante (rayos X); empleando los principios básicos de protección radiológica, midiendo la dosis efectiva (u otras dosis) y comparando los resultados obtenidos por diferentes métodos con los niveles de referencia de diagnóstico establecidos por organismos internacionales, aunque la exposición asociado a la investigación radiológica es mínima que la exposición natural, por pequeño que sea, no puede aceptarse a menos que aporte un beneficio al paciente. En radiología diagnóstica debe usarse la terminación de los niveles de referencia para minimizar las diferencias de práctica entre instituciones y promover intervalos y tasas de dosis seguras para todos los protocolos. Se deben seguir los principios éticos en la protección radiológica evitando un aumento injustificado de los procedimientos realizados.

Finalmente, el objetivo del presente análisis es prevenir que las dosis irrazonables en cada uno de los estudios radiográficos no aumenten indebidamente el riesgo de radiación de la población (Ramos & Villarreal, 2013).

Control de Calidad de Imagen y Dosimetría, para Mamografía Digital, Utilizando el Fantoma Normi Mam Digital. El propósito de esta investigación es presentar los efectos de dosimetría y calidad de imagen aplicados al equipo Normiun 17, para mamografía digital. Asimismo, el desarrollo utilizado en este estudio es una técnica que permite utilizar diferentes fantomas en el comercio, ya que Costa Rica no cuenta con una normatividad específica para el uso de fantomas utilizado mamografía de este país.

Este método se ajusta a las necesidades y facilidad de los diferentes centros de salud. En base al efecto de las pruebas revisadas, se llega a la conclusión que las dos mamografías digitales del Hospital San Juan de Dios evaluadas en este estudio cumplen tanto con el criterio de tolerancia como con el de calidad de imagen destinadas a examinar en equipos de mamografía convencionales. (Calderón, 2018)

Evaluación de la Dosis Glandular Promedio en Mamografía: una Comparación de la Dosis Medida con la Dosis Estimada. La técnica radiológica de la mamografía es un estudio especialmente complejo a la estructura de la mama ya está consta de tres tipos de tejido: tejido adiposo, tejido conjuntivo y tejido glandular; los cuales se distribuyen en el pecho sin seguir una fórmula específica, variando del tipo de mujer en función de la edad. También debemos tener en cuenta la diferencia de grosor mamario entre la parte correspondiente al pezón y la parte próxima a la mama (Controller of Quality in Mammography, 2006). Los factores descritos en la radiografía convencional también se aplican a la mamografía, hay parámetros que difieren en

este caso por la naturaleza del tejido involucrado, la naturaleza de la imagen. La dosis glandular media es una variable que nos permite evaluar la dosis de radiación en la mama (célula de dosis).

La mayoría de los dispositivos también tienen cuestionarios que seleccionan los parámetros de la técnica radiográfica según se prefiera la reducción de la dosis, la calidad de la imagen o el equilibrio. Mediante el ajuste de la exposición rápida, se puede seleccionar la combinación espectral de ánodo-filtro más adecuada según las características del tórax de rayos X y los requisitos de calidad de imagen establecidos por el usuario del dispositivo. Una forma de estimar la dosis efectiva en radiología es tener un conocimiento previo de las cantidades operativas medibles que se han definido a lo largo del tiempo en cada radiología. Estas proporciones son inicialmente muy útiles para optimizar los procesos de cada práctica.

Cabe resaltar que la utilización de los fantomas con anatomía similar a la del paciente ayuda a la administración de una dosis efectiva, cuya anatomía es representativa de un paciente “general”. (Villarreal Uzcategu & Briceño Polacre, 2020)

Marco Conceptual

Qué son los Fantomas: Los fantomas son dispositivos realizados en diferentes materiales los cuales se asimilan a las diferentes densidades de los tejidos orgánicos que forman el cuerpo, estos están con el fin de analizar las características de absorción y la dispersión que tienen los rayos X al interactuar con el tejido humano y de igual manera ver cómo pueden variar en las diferentes tecnologías de radiodiagnóstico, por esta razón los fantomas se usan para realizar los cálculos dosimétricos y la respectiva evaluación de la imagen, ayudando a reducir las múltiples tomas radiográficas y optimizando la imagen obtenida, teniendo presente que siempre cumpla con el criterio de calidad y que sea diagnóstica.

Los estudios efectuados con los diferentes tipos de fantomas sirven para crear protocolos y llevar a cabo programas de control de calidad en todos los servicios de radiodiagnóstico del país incluyendo los de Medicina Nuclear.

Dosimetría: Esta se encarga de medir y prevenir el exceso de la dosis absorbida de radiación ionizante de los tejidos o materiales expuestos a esta.

Dosimetría de área: establece la dosis equivalente ambiental en zonas de control donde hay trabajadores expuestos a radiación ionizante como en el área de estudios radiológicos.

Dosimetría Personal: evalúa las radiaciones producidas de fuentes externas del organismo del ser humano, por medio del dosímetro personal, el cual mide la dosis equivalente personal del tecnólogo para su cuidado. (Ramos & Villarreal, 2013)

Multímetro: Es un objeto que se utiliza para cuantificar diversos valores eléctricos, entre los cuales están la resistencia (ohmios), el voltaje y la corriente (amperios). Este también permite definir los estándares para los especialistas de las industrias electrónicas y eléctricas. (Calderón, 2018)

Radiodiagnóstico: Es el conjunto de exámenes radiológicos utilizados para obtener imágenes y detectar anomalías al interior del cuerpo humano, algunas técnicas conocidas son la tomografía, la fluoroscopia, la mamografía, entre otros, estas permiten definir diagnósticos y orientar distintos tratamientos según el caso. (Organismo Internacional De Energia Atomica, 2020).

Mamografía: Es la técnica por excelencia para detección precoz de cáncer de seno, este examen usa rayos X para visualizar el tejido mamario. Se considera que debe ser un examen rutinario anual para las mujeres mayor de 50 años o menos edad, si es el caso de tener antecedentes familiares o ya haber tenido antecedente de Cáncer. (Instituto Nacional De Càncer, 2021)

PMMA: Es un material plástico a base de polímero que se obtiene de la polimerización del monómero metilmetacrilato; que es transparente y brillante, debido a sus características de transparencia y resistencia es muy utilizado para construir los fantomas. (Esteban, 2005)

Cáncer de mama: Es una enfermedad de las células del seno, que se propagan sin control, pueden iniciar en tres diferentes zonas como son los lobulillos, el tejido conectivo y los conductos. Es una de las enfermedades que predomina en las mujeres y de rápido desarrollo, por tal motivo se trabaja constantemente en tratamientos preventivos. (Palmero Picazo & Juárez Aguilar, 2021)

Radiología: Es una especialidad dentro del campo de la medicina, en la cual que se obtiene imágenes radiológicas de diferentes modalidades, para diagnóstico y prevención de enfermedades. (Dávalos & Maybeli , 2013)

Biopsia Tru-cut: Es un procedimiento realizado mediante una aguja gruesa para extraer tejido mamario de una zona sospechosa visualizada en una imagen radiología, se obtiene una

muestra de alguna masa o lesión, con el fin de llevarla a patología y definir su etiología, para definir el tratamiento a seguir. (American Cancer Society, 2023)

Marco Legal

Como se propuso desde el inicio en la presente temática, en base al uso de la radiación ionizante se implementa la normatividad vigente, las cuales regulan, rigen y se implementan los controles de calidad para cada uno de los equipos que usan radiación ionizante que se utilizan en los servicios de radiodiagnóstico.

El propósito de estas normas legales es proporcionarles a los servicios en calidad de medicina y a las entidades prestadoras de salud los procesos de licenciamiento de prácticas médicas que implementen la radiación ionizante, teniendo presente los parámetros establecidos en las directrices nacionales e internacionales sobre protección radiológica, calidad de la imagen y funcionamiento de los equipos.

Dentro de las Normas Encontramos

Res. 4816 de 2008 “Por la cual se reglamenta el Programa Nacional de Tecnovigilancia”.

Res. 2003 de 2014 del Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS): “Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud”

Res. 482 de 2018, “Por la cual se reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante, su control de calidad, la prestación de servicios de protección radiológica, y se dictan otras disposiciones”. Esta es un ordenamiento emitido por el M.S.P.S de Colombia, el cual establece los estándares y los requisitos que se deben cumplir para el control de calidad de los equipos de diagnóstico por imágenes médicas que implementen rayos X en el país. Esta resolución se destina para los equipos de emisión de radiación ionizante (rayos X), TC, RM, Mamografía y equipos de Medicina Nuclear.

Entre las Disposiciones de la Resolución, se Incluyen los siguientes Puntos

Los equipos de diagnóstico por imágenes deben someterse a pruebas de control de calidad periódicas, de acuerdo con los protocolos establecidos por el fabricante y las normas internacionales.

Los profesionales encargados del control de calidad deben contar con la formación y capacitación necesarias para realizar las pruebas de manera efectiva.

Las instituciones de salud que posean equipos de diagnóstico por imágenes deben llevar un registro detallado de las pruebas que se realizan para el control de calidad realizadas y sus respectivos resultados obtenidos.

Las instituciones de salud deben garantizar que los equipos de diagnóstico por imágenes sean operados por personal capacitado y que los pacientes sean sometidos a la menor cantidad de radiación posible, de acuerdo con los protocolos establecidos.

En resumen, la Resolución 482 de 2018 busca establecer las medidas que avalen la calidad y lo correspondiente a la seguridad de los equipos de diagnóstico por imágenes en Colombia, así como la formación de los trabajadores encargados de su operación, vigilancia y mantenimiento. (Ministerio De Salud Y Protección Social, 2018)

Metodología

Hipótesis

La teoría de los fantomas en estudios diagnósticos de mamografía se basa en el uso de modelos de tejido sintético que imita las características del seno de la mujer, para estimar la calidad de imagen y el rendimiento de los equipos de mamografía. Los fantomas se utilizan para realizar pruebas de calidad de imagen y para asegurar que los equipos de mamografía estén calibrados adecuadamente, antes de trabajar con pacientes reales. Los usos de los fantomas en estudios diagnósticos de mamografía son fundamentales para garantizar la calidad y precisión de los resultados de la prueba, lo que puede mejorar la capacidad de rastreo temprano del cáncer de seno y reducir la necesidad de aquellas pruebas invasivas. (Calderón, 2018)

Tipo de Investigación

Investigación cualitativa, descriptiva y explicativa, ya que esta investigación se basa en fuentes de carácter documental y bibliográfico como son libros, artículos, ensayos y fuentes indexadas que nos permite indagar las causas y características de las diferentes patologías mamarias siendo vigiladas o controladas a través de los estudios mamográficos en un intervalo de tiempo definido por el médico tratante.

Área de Estudio. Esta investigación se desarrollará mediante la investigación cualitativa teniendo como base principal documental con fuentes primarias.

Variable. Edad, Etapa hormonal, Patologías hereditarias, De Origen genético

Tratamiento Hormonal Instrumento. Diferentes tipos de fuentes de investigación como literatura gris, artículos científicos, tesis y fuentes indexadas. (Vispa, Sani, & Paoli, 2019)

Desarrollo del Proyecto

Los diferentes fantomas mamográficos que han sido diseñados se realizan con el fin de testear diferentes materiales, dosis de radiación, calibración de los equipos mamográficos y la calidad de imagen, todo lo que encierra el funcionamiento del sistema mamográfico. Además de trabajar continuamente en la detección temprana de la enfermedad más temida y concurrente en los senos, el cáncer.

Los objetos internos puestos en los fantomas mamográficos simulan masas tumorales, calcificaciones ductales y microcalcificaciones. También contiene zonas de densidades ópticas respectivo a tejido mamario y graso. (Vispa, Sani, & Paoli, 2019)

Para que todos estos planes realizados sean efectivos con el fin de hallar el cáncer de seno en forma temprana, se debe asegurar al máximo adquirir imágenes tomográficas de alta calidad y optimizar la dosificación de la radiación. Un control de calidad completo incluye el correcto funcionamiento del equipo de rayos X, las películas radiográficas y el revelado, actualmente la digitalización de la imagen, para obtener una buena calidad de imagen se utilizan los fantomas de referencia.

Luego de obtener estas imágenes, pasarán a ser evaluadas y su respectivo estudio estará a cargo de un radiólogo, quien será el encargado de identificar las patologías como lo son las calcificaciones y microcalcificaciones que pueden estar presentes en el estudio de mamografía. Con la evaluación se podrá determinar la fase de la enfermedad, la cual es importante para poder entender y para proceder de manera adecuada y hallar un tratamiento.

A lo largo de la historia desde 1920 los fantomas se han vuelto una parte esencial de la medicina junto con los sistemas médicos, ya se para la calibración de los equipos, la absorción de la radiación en los tejidos o para actividades de análisis y estudio, especialmente los fantomas

mamográficos mantienen un control en el diagnóstico y en la terapia manteniendo la resolución del sistema, artefactos en la imagen, contraste y controles de exposición.

Es entonces en 1960 cuando empiezan a mostrarse elementos más veraces al proceder del tejido humano y mediante esto iniciaron a construir fantomas más refinados; por lo que la ciencia en la construcción de fantomas va de la mano con el avance tecnológico de los programas informáticos de imágenes médicas.

Dependiente de la finalidad en que se va utilizar los fantomas encontramos varios tipos en el comercio:

Fantomas de calibración: como su nombre lo indica son para la calibración de los equipos, refiriéndose a los detectores y la información enviada para la formación de las imágenes electrónicas.

Fantomas de imagen: Son los usados para fijar la calidad de la imagen.

Dentro de estos encontramos los ya mencionados.

Fantomas de referencia: los empleados para calcular la dosis de radiación, las diferentes densidades entre otras medidas, se definen según la modalidad a utilizar.

Fantomas estándar: Son los usados para la comparación de varias condiciones de radiación.

Fantomas antropomórficos: son los que poseen el tamaño y la similitud de los elementos del cuerpo humano o una parte específicamente del mismo.

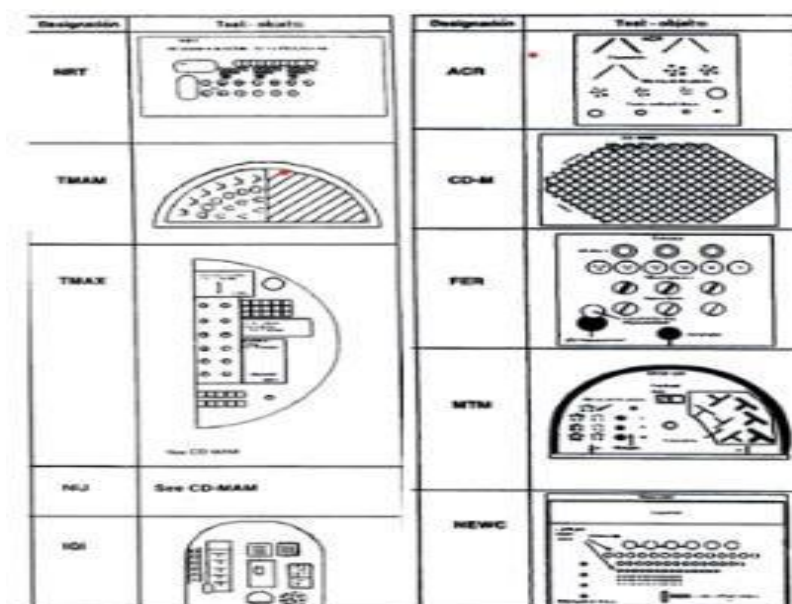
Para el caso de este proyecto, los fantomas mamográficos se han venido diseñando en diferentes materiales tales como, cera, acrílico, geles y resina para simular piezas que representen los quistes, tumores y micro calcificaciones y otros logros del cáncer de seno. En el caso de los

fantomas de radioterapia se emplean para calcular la dosis y la disposición de la radiación entre otros indicadores del tratamiento; se han construido en materiales de acrílico, acero y plomo.

Aún no existe un parámetro definido indicativo para definir la calidad de imagen en la técnica de mamografía. Varios de los estudios empleados se fundamentan en objetos de diferentes contrastes y tamaño. En Europa son utilizados métodos de puntuación basado en los objetos vistos en el test de diferentes tipos de fantomas, de forma que se obtiene un número o puntuación de lo visualizado para el estudio de la calidad de la imagen mamografía, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 10

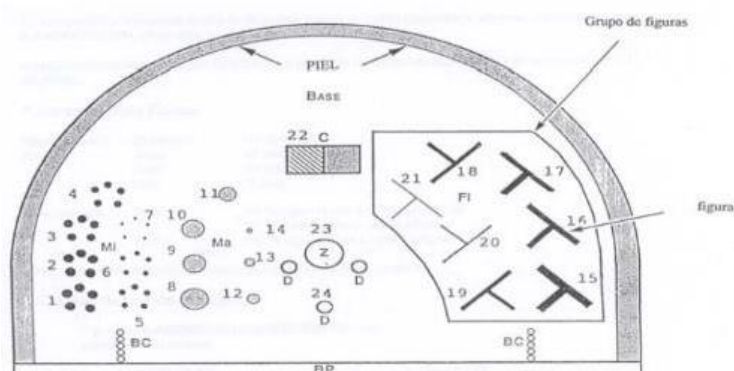
Imagen de métodos de puntuación para el estudio de la calidad de la imagen mamografía



Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf> Fantomas empleado regularmente en Europa en pro de la valoración de calidad de la imagen mamográfica

Figura 11

Imagen del Fantoma MTM 100



Nota. Tomado de instituto Balseiro de Bariloche (Imagen), por Mgter Rosana Pirchio, 2017, <https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

En el caso del fantoma Medi Teste (MTM 100), determina la calidad de imagen, a través de la observación visual de una persona especializada en mamografías. El sistema de puntuación define que, para cada grupo de figuras, se elige el número de figuras visibles. Según una tabla ya está establecida se aprecia el grado de visibilidad de la figura menos observada y se establece la puntuación en función de lo más notorio. Luego se suman los puntajes parciales de masas, fibras y micro calcificaciones, y el total de la puntuación debe ser mayor o igual a 20 para aceptar que la imagen es de una calidad permisible.

Otro fantoma usado en el continente Europeo es el RMI 156 ACR, emplea objetos como son: 6 fibras, 5 grupos de microcalcificaciones con 6 microcalcificaciones y 5 masas circulares, ellos tienen diámetros decrecientes. Luego se realiza la revisión visual por un especialista en la modalidad mamografía y el método de puntuación se fundamenta en la suma de las puntuaciones de los filamentos de las fibras, de las lesiones o micro calcificaciones.

El fantoma CD-MAM, está compuesto por unos discos de diferentes grosor y diámetro. Lo establecido para determinar la calidad de la imagen se define en el logro de un parámetro llamado IQF.

El fantoma FER, su composición es por diferentes detalles. Este método permite definir la calidad de imagen, mediante la asignación de un número 1, cuando el detalle está visto completamente, o un (0,5) cuando está visualizado parcialmente, o (0) cuando el detalle no es visto. La inspección visual la realiza un experto en imágenes mamográficas.

El fantoma Acreditación Mamografía 18-220 contiene objetos en el cual se puede simular indicaciones, , extensiones fibrilares en tejido adiposo, calcificaciones puntuales y masas tumorales, fantoma el cual contribuye a que se cumpla con la Mammography Quality Standards Act “Ley De Estándares De

Calidad De Mamografía” (MQSA) y cumpla con el control de calidad de colegio Americano de Radiología (ACR), este permite determinar si un mamograma permite detectar pequeñas estructuras que son valiosas en la detección precoz del cáncer de mama. El fantoma cuenta con elementos de distintos tamaños, desde algunos que deberían ser visibles por cualquier sistema, hasta aquellos objetos que serían difíciles de ver incluso en el mejor sistema mamográfico.

No obstante, hay muchos fantomas mamográficos por mencionar, algunos aún ya no están en el comercio, otros siguen siendo muy utilizados y mejorados según la observación de los expertos con el fin de detectar masas milimétricas o microcalcificaciones que nos permitan detectar el cáncer de seno en una etapa muy precoz para que el tratamiento sea efectivo y lo mas rápido posible. Siendo la mamografía la técnica por excelencia para detección del cáncer y unos de los signos más frecuentes y visibles que encontramos son las microcalcificaciones que son

pequeños puntos de calcio acumulados y absorben más los rayos X que los otros tejidos de la mama. Además de la escala de grises visualizada la cual permite ver cuánto están formadas las masas o quistes. Lo que da una alerta al médico para iniciar un estudio exhaustivo con el fin de determinar si es cáncer o no la masa visualizada en la mamografía de tamizaje, la cual está indicada en mujeres a los 40 años con antecedentes o por criterio médico o a los 50 años por rutina anual.

Aún más importante por destacar y en lo que se trabaja mucho mediante publicidad es el autoexamen, ya que cada mujer debe conocerse sus senos y detectar algún cambio, abultamiento o anomalía que le permita consultar rápidamente al especialista e iniciar la ruta integral contra el cáncer del seno. (Campayo, 2005)

Conclusiones

Los fantomas son objetos de simulación diseñados para imitar la densidad y estructura del tejido mamario humano. En la detección del cáncer de mama, los fantomas pueden ser utilizados como una herramienta útil para evaluar la calidad de la imagen y la precisión del diagnóstico. (Calderón, 2018)

A través de la investigación, se ha demostrado que el uso de fantomas en mamografía puede mejorar la calidad de las imágenes y la precisión del diagnóstico, lo que puede resultar en una detección más temprana del cáncer de mama y, en última instancia, en una mejora en los resultados del tratamiento.

Sin embargo, es importante destacar que los resultados de los estudios sobre el uso de fantomas en mamografía pueden variar según el tipo de fantoma utilizado y la experiencia del radiólogo en su interpretación. (Vispa, Sani, & Paoli, 2019)

En conclusión, los fantomas son una herramienta valiosa en la detección del cáncer de mama a través de la mamografía. Su uso puede mejorar la calidad de las imágenes y la precisión del diagnóstico, lo que puede tener un impacto significativo en la detección temprana del cáncer de mama y en la mejora de los resultados del tratamiento. Es importante seguir investigando en este tema para mejorar aún más la detección del cáncer de mama y la calidad de vida de las pacientes. (Calderón, 2018)

En definitiva podemos ver que a lo largo de la historia desde el descubrimiento de los rayos X, la ciencia y la tecnología, no han parado de investigar y avanzar en ensayos no invasivos, que buscan siempre disminuir las tasas de mortalidad, sobre todo en la enfermedad contra el cáncer de seno, es por ello que los fantomas se han convertido en un elemento fundamental, ya que la creación de las diferentes clases de fantomas, permiten calibrar los

equipos, manejar diferentes densidades, ayuda al mejoramiento de la calidad de imagen y a medir la dosis de radiación; Además de utilizar materiales diminutos que permiten cada vez simular el tejido mamario, graso y diferentes masas o lesiones de pequeño calibre, lo cual ha ayudado aún más, que el cáncer se ha detectado precozmente, esto es clave para obtener un diagnóstico asertivo y el inicio rápido del tratamiento según el tipo de cáncer y el estadio del mismo.

Aún hay mucho por descubrir, se continúan creando diferentes fantasmas para cada especialidad en el área de radiología. Son ilimitados los ensayos, ya que, al no ser invasivos, no estamos perjudicando a ningún ser vivo. Esto le da una gran ventaja a la ciencia, a la medicina y a la tecnología para seguir investigando y obteniendo excelentes resultados que ayuden a la humanidad.

Se evidencio que el uso de fantasmas mamográficos es a nivel global ya que los beneficios que estos traen para realizar pruebas tanto para la calibración de equipos, dosis máximas y mínimas de radiación que permitan estudiar las mamas con precisión y poder visualizar las diferentes masas y calcificaciones por más mínimamente pequeñas que sean, estos estudios de investigación no invasiva ayudan de manera significativa a la evolución tecnológica, científica y médica a mejorar los diagnósticos y tratamientos empleados en las diferentes patologías que puede llegar a presentar la glándula mamaria, reduciendo así la mortalidad en mujeres con cáncer de mama.

Referencias Bibliográficas

American Cancer Society. (2023). *Biopsia Por Punción Con Aguja Gruesa*.

<https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-deseno/pruebas-de-deteccion-y-deteccion-temprana-del-cancer-deseno/biopsia-del-seno/biopsia-del-seno-por-puncion-con-aguja-gruesa.html>

Anaya Pérez, M., & Flores Ochoa, R. (2020). *Estructura del Movimiento para el Modelado 3D de un Fantoma de Mama con Imágenes Térmicas*.

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071793082013000100003&script=sci_arttext&tln

g=ptStoyko , M., & Bliznakova , K. (2019). Physical Breast Phantom Dedicated for Mammography Studies. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-31635-8_41

Anaya Perez, M. E. (Enero 2020). Estructura del Movimiento para el Modelado 3D de un Fantoma de Mama con Imágenes Térmicas. *La Mecatrónica en México*, Vol. 9, No. 1, páginas 1 – 12.

Bustamante, P. (2017). *Análisis De Contraste Y Fuerzas De Compresión en Un Estudio Mamográfico Utilizando Un Fantoma* .

<https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/671/1/1Bustamante.pdf>

Calderón, A. (2018). *Control De Calidad De Imagen y Dosimetría, Para Mamografía Digital, Utilizando el Fantoma Normi Mam Digital*.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702018000200070&script=sci_arttext

Campayo, J. (2005). *Indicadores De Calidad De Imágenes Digotales En Programas De Control Digital En Mamografía* .

<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1926/tesisUPV2381.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dávalos, V., & Maybeli, V. (2013). *Historia De La Radiología*.

http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S230437682013001000001&script=sci_arttext&tlng=es

Esteban, J. M. (2005). *Indicaciones De Calidad De Imágenes Digitales En Programas De Control De Calidad En Mamografía*.

<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1926/tesisUPV2381.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García Loaiza, A. (2022). *Optimización de mamografías para tejido mamario denso*. BOGOTÁ, COLOMBIA: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

Gómez, H. C. (2016). *Benemèrita Universidad Autonoma De Puebla*.

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/14397>

Instituto Nacional De Càncer. (2021). *Mamografías*.

<https://www.cancer.gov/espanol/tipos/seno/hoja-informativamamografias#qu-es-una-mamografa>

Loaiza, A. G. (2022). *Optimización de mamografías para tejido mamario denso*.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/58833>

Ministerio De Salud Y Protección Social. (2018). *Resolución 482 De 2018*.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20482%20de%202018.pdf

- OIEA. (2011). *Human Health Series no. 17, Quality Assurance Programme for Digital Mammography*. Programa de Garantía de Calidad para Mamografía Digital, Viena, Austria.
- OIEA. (29 de septiembre de 1997). *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. Colección seguridad N° 115*. Viena: ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA.
- OMS. (2021). *Cáncer de mama*. <https://www.who.int/es/newsroom/fact-sheets/detail/breast-cancer>
- Organismo Internacional De Energia Atomica. (2020). *La Protección Radiológica En El Radiodiagnóstico*. <https://www.iaea.org/es/recursos/proteccion-radiologica-de-lospacientes/profesionales-delasalud/radiodiagnostico#:~:text=E1%20radiodiagn%C3%B3stico%20comprende%20e1%20uso,muchos%20tipos%20de%20tratamientos%20m%C3%ADicos>
- Palmero Picazo, J., & Juárez Aguilar, L. A. (2021). *Cáncer De Mama: Una Visión General*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032021000300354
- Pardin, P. A. (2022). *Estudio De Medios Difusos Con Heterogeneidades De Bajo Scattering*. <http://www.scielo.org.ar/pdf/aafa/v32n4/1850-1168-aafa-32-04-99.pdf>
- Romero, G. D. (2021). *Caracterización De Microcalcificaciones De Carcinoma Mamario A Partir De Detecciones simuladas en Fantomas con Parametros conocidos*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/53996/25053.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sáez, D. C. (s.f.). *DETERMINACION DE LA DOSIS GLANDULAR MEDIA EN EL EXAMEN DE MAMOGRAFIA*. Tesis, Chile.
- Servier, E. (2004). *La Densidad mamaria*. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-senologia-patologia-mamaria--131-articulo-la-densidad-mamaria-una-aproximacionS0214158214000140#:~:text=La%20densidad%20mamogr%C3%A1fica%20se%20ha,detectar%20c%C3%A1ncer%20en%20una%20mamograf%C3%ADa>.
- Simbaña, J. M. (2015). *Elaboracion De Protocolos De control De Calidad Mediante El Uso De fantomas* .
<http://dspace.esoach.edu.ec/bitstream/123456789/4804/1/86T00023%20UDCTFC.pdf>
- Susana Blanco, S. G. (03-30-2016). *Guía de Controles de Calidad Mínimos para Equipos Digitalizados*. ARGENTINA: UNIVERSIDAD DE BELGRANO BUENOS AIRES ARGENTINA.
- Vargas, G. A. (2014). *Optimización de dosis glandular media y calidad de imagen en mamografía digital en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile*.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181095>
- Villarreal Uzcategu, M., & Briceño Polacre, J. (2020). *Evaluación De La Dosis Glandular Promedio En Mamografía , Una Comparación De La Dosis Medida con La Dosis Estándar*.
Momboy:<https://revistav.uvm.edu.ve/articulos/5nozbyarticulo4vol14num2%202020.pdf>
- Vispa, A., Sani, L., & Paoli, M. (2019). *UWB Device For Breast Microwave Imaging: Phantom And Clinical Alidations*. Obtenido de El Sevier: UWB device for breast microwave imaging: phantom and clinical validations
- Yoichi, W. (2006). *Phantom history in radiology*.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/0471732877.emd201>