

**Avance de Calidad de la Imagen en Mamografía Análoga Comparada con la Mamografía
Digital**

Cristian Camilo Henao Osorio

Edison Arturo Ospina Torres

María Alejandra Diez Villa

Maria Alejandra Osorio Henao

Oriana Andrea Suarez Ortiz

Asesor

Víctor Julio Vargas Bermúdez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2024

Agradecimientos

Agradecemos primeramente a Dios por la oportunidad que nos brinda de crecer, avanzar y disfrutar cada etapa de la vida.

Agradecemos enormemente a nuestras familias que son el pilar fundamental y el apoyo en nuestro desarrollo y avance intelectual.

A nuestros amigos que siempre han estado para tendernos la mano, a nuestros compañeros de estudio y tutores que han estado inmersos en nuestro aprendizaje.

A nuestro director de curso por su guía y apoyo constante durante el proceso de investigación.

A los profesionales de la salud que participaron en investigaciones anteriores y que nos proporcionaron material de estudio para futuras investigaciones y finalmente, a todas las mujeres que han participado en investigaciones anteriores que hoy en día son importantes para nuevas investigaciones y avances clínicos y tecnológicos, a ellas, reconocerles su valentía y disposición a contribuir al avance del conocimiento en el campo de la mamografía.

Resumen

En este trabajo de investigación se abordará el avance de la calidad de la imagen en mamografía digital comparada con la mamografía análoga, teniendo en cuenta sus beneficios, características y mejoras tecnológicas que ha podido experimentar a lo largo de la evolución de la imagen mamográfica, es por ello que se procede a realizar una investigación de tipo cualitativa, la cual será basada en material bibliográfico aportado por otras investigaciones, las cuales puedan dar respuesta a nuestro problema o pregunta de investigación.

Palabras Clave: calidad de imagen, mamografía análoga, mamografía digital, cáncer de mama.

Abstract

In this research work, the progress in image quality of digital mammography compared to analog mammography will be addressed, considering its benefits, characteristics, and technological improvements that have evolved throughout the development of mammographic imaging.

Therefore, a qualitative research approach will be undertaken, based on bibliographic material provided by other studies that can provide answers to our research problem or question.

Keywords: image quality, Analog mammography, digital mammography, breast cancer

Tabla de Contenido

Introducción	6
Planteamiento del Problema.....	8
Justificación.....	9
Objetivo General	11
Objetivos Específicos	11
Marco Teórico.....	12
Metodología	26
Desarrollo del Proyecto.....	28
Conclusiones	29
Referencias	30

Introducción

Con la investigación realizada se evidencia que la mamografía digital ha transformado significativamente la calidad de las imágenes en comparación con la mamografía análoga, ofreciendo ventajas como mayor precisión, menor exposición a radiación, y un procesamiento más rápido y flexible de las imágenes, lo que contribuye a una detección más temprana y efectiva anomalías y del cáncer de mama.

La mamografía es una técnica de diagnóstico fundamental en la detección temprana de patologías mamarias principalmente el cáncer de mama. A lo largo de los años, se han desarrollado diferentes tecnologías para mejorar la calidad de las imágenes y la precisión en la detección de anomalías. Dos de las principales modalidades utilizadas son la mamografía análoga y la mamografía digital, cada una con características propias que influyen en su desempeño y en los resultados obtenidos.

La mamografía análoga, también conocida como mamografía convencional, utiliza una película radiográfica para capturar las imágenes del tejido mamario. Esta técnica ha sido la estándar durante décadas, pero presenta limitaciones como la necesidad de revelar las imágenes en un proceso químico, lo que puede retrasar el diagnóstico. Además, las imágenes obtenidas en mamografía análoga suelen ser menos detalladas y con una resolución limitada.

Por otro lado, la mamografía digital, utiliza detectores electrónicos para capturar las imágenes y convertirlas en señales digitales. Esto permite una visualización más precisa y detallada del tejido mamario, con mayor capacidad de ampliación y manipulación de la imagen en el equipo, lo que facilita la identificación de posibles lesiones. Por lo que, la mamografía digital tiene la ventaja de ser más rápida y eficiente, con menos necesidad de tiempo de exposición a la radiación, lo que puede mejorar la comodidad del paciente.

Esta técnica ha sido una herramienta esencial en la detección temprana del cáncer de mama, y en las últimas décadas, ha experimentado una evolución significativa en términos de calidad de imagen. La transición de la mamografía análoga a la mamografía digital ha marcado un hito en el ámbito de la radiología, ya que la mejora en la calidad de las imágenes obtenidas con esta última ha permitido una mayor precisión en la detección de anomalías y un diagnóstico más rápido y efectivo.

Como se ha mencionado mientras que la mamografía análoga, utiliza una película radiográfica para capturar las imágenes, proporcionando una resolución limitada y una menor capacidad de manipulación de las imágenes, la mamografía digital emplea detectores electrónicos que convierten las señales radiográficas en imágenes digitales. Esta última permite obtener imágenes con mayor definición y contraste, facilitando la identificación de lesiones pequeñas o sutiles que podrían pasar desapercibidas con la mamografía convencional. Además, ofrece la ventaja de una mejor visualización del tejido denso, que es común en mujeres jóvenes o con mamas de mayor densidad, donde la mamografía análoga podría tener dificultades para detectar tumores.

Entonces, esta investigación documentará como la mamografía se ha consolidado como herramienta principal en el diagnóstico precoz del cáncer de mama, el avance tecnológico tienen un rol importante con la mamografía digital versus la mamografía análoga, mejorando la calidad de las imágenes obtenidas y optimizando los diagnósticos.

Planteamiento del Problema

Según Aspron (2020), “El área radiológica ha vivido unos grandes avances tecnológicos y la imagenología mamaria no es la excepción. Desde sus inicios la mamografía se estableció como el Gold estándar para estudiar la mama”; esta técnica ha experimentado unos cambios muy significativos en cuanto a la calidad y optimización de la imagen y esto se evidencia desde el gran paso de la imagen impresa en película a la mamografía digital, adicionalmente y de manera actúa, hasta poder contar con el estudio llamado tomosíntesis.

Así mismo, estas tecnologías y el desarrollo de las mismas en mamografía, han permitido una imagen mejorada, optimizada, con visualización más específica de los hallazgos, asimismo, un diagnóstico más preciso, gracias al impacto tecnológico directamente en la calidad de la imagen.

En vista de los constantes avances se prevé que no solo será útil para detectar patologías mamarias, para técnicas de intervención mamaria, sino que a futuro puede proyectarse como guía en tratamientos mamarios, todo ello, gracias a los cambios y avances; es así como surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál ha sido la mejora que ha tenido la calidad de la imagen de la mamografía digital, comparada con la mamografía análoga?

Justificación

La presente investigación se enfocará en la búsqueda especializada de información que aporten al avance tecnológico y científico en cuanto la evolución en la calidad de imagen en la modalidad de Mamografía, realizando una comparación y correlación de la imagen obtenida mediante un sistema análogo y un sistema digital.

Cuando hablamos de avance tecnológico y como se ha ido actualizando los centros radiológicos en materia de calidad de imagen en mamografía, encontramos que en la actualidad que el aseguramiento de la calidad en radiología es indispensable contar con equipos en mamografía de última generación, lo que garantiza que las imágenes producidas tengan una calidad suficientemente elevada, que permita obtener en todo momento la información diagnóstica adecuada y con la mínima exposición de radiación ionizante para los pacientes, y poder brindar diagnósticos acertados que favorezcan al pronóstico en la patología mamaria.

Es importante llevar a cabo esta investigación, ya que cuando hablamos de calidad de la imagen en mamografía encontramos que la tecnología digital tiene una mayor aceptación y muchas características que hace que la calidad sea la mejor para el diagnóstico de patologías mamarias, lo que permite una mejor visualización y detalle de las microcalcificaciones, especialmente en mamas densas, tiene una mayor penetración en el tejido mamario, el espacio retro mamario se aprecia con mayor detalle, en esta modalidad digital no hay artefactos de placa, en pacientes con prótesis mamarias se observa mejor, como así también el tejido mamario glandular adyacente.

Es trascendental hablar y demostrar por medio de una correlación bibliográfica, cuál de las dos técnicas ha favorecido en la calidad de imagen al diagnóstico del paciente y como en la actualidad la imagen digital está reemplazando a pasos agigantados con respecto a la imagen

convencional, ya que la mamografía es uno de los estudios radiológicos que demanda mayores exigencias en alta resolución espacial, contraste y rango dinámico, por lo que se necesita la mejor calidad en imagen.

Esta comparativa entre las mamografías digitales y análogas es crucial para comprender el impacto de la innovación tecnología en el ámbito de la salud y los resultados clínicos para una mejora en los diagnósticos y en la atención de los pacientes.

Objetivos

Objetivo General

Identificar cuál ha sido la mejora en la calidad de la imagen en mamografía digital comparada con la mamografía análoga en la última década.

Objetivos Específicos

Analizar los principios físicos de la mamografía desde su historia y evolución.

Comparar la calidad de la imagen de la radiología análoga con la radiología digital.

Justificar las ventajas y las mejoras que aporta el avance tecnológico en radiología, respecto a la calidad de la imagen digital evaluando aspectos como resolución, contraste, rango dinámico y detección de detalles en mamas densas.

Identificar las mejoras tecnológicas de la mamografía digital que han impactado en la precisión diagnóstica y en la calidad de imagen en patologías mamarias.

Marco Teórico

La mamografía es una técnica importante para la detección temprana del cáncer de mama, una de las enfermedades con mayor prevalencia a nivel mundial en las mujeres, por su capacidad de detectar pequeños cambios en el tejido mamario.

¿Qué es la Mamografía?

Es un tipo específico de toma de imágenes de los senos que utiliza rayos X de baja dosis para detectar en forma temprana el cáncer (antes de que la mujer presente síntomas) cuando es más tratable.

Entonces, hable con su doctor sobre cualquier problema o síntomas en los senos, cirugías previas, el uso de hormonas, si tiene un historial familiar o personal de cáncer de seno, y si existe alguna posibilidad de que esté embarazada. Si es posible, obtenga copias de sus mamografías previas y muéstreselos a su tecnólogo el día de su examen. Deje las joyas en casa y vista ropas holgadas y cómodas, se le podría pedir que se ponga una bata, no se ponga desodorante, talco o perfume debajo de sus brazos o en sus senos porque dichos productos pueden aparecer en la mamografía e interferir con el diagnóstico correcto.

¿En qué Consiste una Mamografía?

Para empezar, se define la mamografía como un tipo de imagen médica especializada que utiliza un sistema de dosis baja de rayos X para visualizar el interior de las mamas. Un examen de mamografía, llamado mamograma, ayuda en la detección temprana y el diagnóstico de las enfermedades mamarias en las mujeres.

Así mismo, el examen de rayos X ayuda a los médicos a diagnosticar y tratar las condiciones médicas. Lo expone a una pequeña dosis de radiación ionizante para producir imágenes del interior del cuerpo. Los rayos X son la forma más antigua y la que se usa con más

frecuencia para producir imágenes médicas. Dos recientes avances a la mamografía tradicional incluyen la mamografía digital y la detección asistida por computadora.

Siendo así, la Mamografía digital, también llamada mamografía digital de campo completo (MDCC), es un sistema de mamografía en el que la película de rayos X es reemplazada por sistemas electrónicos que transforman los rayos X en imágenes mamográficas de las mamas. Estos sistemas son similares a los que tienen las cámaras digitales y su eficiencia permite obtener mejores fotografías con una dosis más baja de radiación. Estas imágenes de las mamas se transfieren a una computadora para su revisión por un radiólogo y para su almacenamiento a largo plazo. La experiencia del paciente durante un mamograma digital es similar a la de un mamograma convencional.

Por lo tanto, los sistemas de detección asistida por computadora (AC) buscan en imágenes digitalizadas mamográficas para encontrar áreas anormales de densidad, masa o calcificación que puedan indicar la presencia de cáncer. El sistema de detección asistida por computadora resalta estas áreas en las imágenes, alertando al radiólogo sobre la necesidad de revisar cuidadosamente esta área.

La tomosíntesis, también llamada mamografía tridimensional (3D) y tomosíntesis digital del seno (DBT, por sus siglas en inglés), es una forma avanzada de toma de imágenes del seno en la que múltiples imágenes de los senos, tomadas desde diferentes ángulos, son capturadas y reconstruidas (sintetizadas) en grupos de imágenes tridimensionales. “De esta manera, la toma de imágenes 3D del seno es similar a la tomografía computarizada (TAC), en la que se ensamblan una serie de cortes finos para crear una reconstrucción 3D del cuerpo”. (Radiologyinfo.org para pacientes , 2023).

Historia de la Mamografía

Los rayos X, que son los rayos con los cuales se realiza este estudio, fueron descubiertos por Wilhelm Conrad Röntgen, ingeniero y físico alemán, en el año 1895 y hecho famoso por tomar la primera placa radiológica de la mano de su esposa.

Pocos años después (1913) el Dr. Albert Solomon (cirujano alemán) realiza radiografías convencionales en más de tres mil tumores de mama (piezas de cirugía) para identificar qué cambios ocasionaban en el tejido y que se pudieran identificar por este método, hallando de esa manera características que posteriormente se conocerían mejor tales como las microcalcificaciones, el tipo de bordes y ya diferenciaba que había diferentes tipos de tumores de mama.

Así mismo, entre 1920 y 1950 hay diferentes autores que describen técnicas como el aerograma o neumomastia, el Dr. Baraldi (Argentina en 1933- quien inyectaba aire en los tejidos peri y retroglándulares de la mama) para identificar entre otras cosas la relación de los tumores con los planos adyacentes, o Frederick Hicken quien fue el primero en inyectar medio de contraste a través de los ductos mamarios (conductos galactóforos) para demostrar si los mismos estaban comprometidos por los tumores; sin embargo, no es sino hasta 1949 que el médico uruguayo Raúl Leborgne propone la compresión de la mama para una mejor identificación e identifica las microcalcificaciones que se visualizan en ciertos tipos de cáncer de mama, dando así inicio a una nueva era del diagnóstico por imágenes.

De igual forma, en la década de los 60, el Dr. Charles M. Gross (Francia) y de quien hablamos en su oportunidad desarrolló el Senographe, el 1er. equipo de mamografía dedicado exclusivamente a tal fin, que permitió usar menor energía mejorando el contraste de los diversos elementos que forman la glándula mamaria, además de la labor educativa que realizó. Esto hizo

un avance significativo en la detección del cáncer de mama que empezó a diagnosticarse en fases más precoces y ya no en estadios avanzados.

En la misma década de los 60 se publica el 1er. trabajo en Estados Unidos de América elaborado para medir la efectividad de la pesquisa mamográfica en términos de reducción de la mortalidad por cáncer de mama y transcurre hasta 1999 que se aprueba el 1er mamógrafo digital. Desde esa época las diferentes casas comerciales realizaron grandes mejoras en los equipos, la adquisición de las imágenes y sobre todo en su procesamiento, ya que, al ser digital, permite la manipulación de la misma, desde hacer ampliaciones como modificar aspectos técnicos.

Comenzando la 2da década de este siglo 21 se aprueba otra de las grandes evoluciones en mamografía, como es la tomosíntesis o mamografía 3D; uno de sus mayores exponentes ha sido el Dr. Daniel Kopans.

Para hacerlo fácil de entender, se trata de tomar proyecciones del grosor de 1 milímetro a todo el volumen de la mama, con diferentes ángulos, de forma que el programa (software) del equipo logre reconstruirla ¿cuáles son sus ventajas? al realizar estos cortes se disminuye la posibilidad que lesiones pasen inadvertidas por superposición de tejido de forma tal que mejora hasta un 40% la detección de dichas lesiones, y en otros casos, disminuir las biopsias innecesarias ya que hay lesiones que se ven en la mamografía 2D que en realidad es superposición de tejido.

De tal forma que, no han transcurrido tantos años desde el descubrimiento de los rayos X en comparación a otras áreas del conocimiento, pero han sido muy intensos por el alto desarrollo tecnológico de esta era que nos ha tocado vivir, queriendo destacar que de todos los métodos de imagen que existen sobre la mama, la mamografía es el único que ha demostrado a través de la

pesquisa la detección precoz de cáncer de mama traduciéndose a una disminución de la mortalidad y a tratamientos cada vez menos agresivos y/o mutilantes.

Introducción al Principio Físico de la Mamografía

Entonces, la mamografía es una técnica de imagen médica basada en el uso de rayos X que se emplea para obtener imágenes detalladas del tejido mamario. Su objetivo principal es la detección temprana del cáncer de mama, lo que permite identificar tumores o anomalías antes de que puedan ser detectados mediante un examen físico. “Además de la detección de cáncer, la mamografía se utiliza para evaluar áreas anormales del seno, como bultos, dolor mamario, secreción del pezón o cambios en la forma y tamaño del seno. Esto hace que sea una herramienta fundamental en la evaluación tanto preventiva como diagnóstica en el ámbito de la salud”.

(Sociedad Estadounidense del Cáncer, 2021)

Además, el principio físico detrás de la mamografía es crucial para garantizar que las imágenes obtenidas sean de alta calidad y permitan un diagnóstico preciso. Al comprender cómo los rayos X interactúan con los diferentes tipos de tejidos mamarios, se puede optimizar el proceso de adquisición de imágenes para obtener una mejor resolución y contraste. Los rayos X de baja energía utilizados en la mamografía proporcionan una mayor capacidad para distinguir entre los diferentes tejidos del seno, como el tejido glandular denso y el tejido adiposo. Además, “la correcta aplicación de conceptos como la atenuación y la absorción de los rayos X es esencial para minimizar la dosis de radiación y obtener imágenes nítidas que permitan la identificación precisa de posibles anomalías” (Instituto Nacional del Cáncer, 2023). Por tanto, el conocimiento de estos principios garantiza que las imágenes sean útiles en la detección temprana y el tratamiento adecuado del cáncer de mama.

Generación de Rayos X en Mamografía

Tubo de Rayos X

Según Pardell (2024) el tubo de rayos X es el componente fundamental del equipo de mamografía encargado de generar la radiación utilizada para obtener las imágenes mamarias. Está compuesto por dos electrodos principales: el cátodo y el ánodo. El cátodo es el electrodo negativo, donde se genera un haz de electrones mediante calentamiento termiónico, y el ánodo es el electrodo positivo, hacia el cual los electrones son acelerados. Además, al impactar en el ánodo, los electrones interactúan con el material del ánodo, específicamente molibdeno o rodio en mamografía, lo que provoca la emisión de rayos X, este proceso ocurre en un entorno de vacío dentro del tubo para garantizar la eficiencia de la producción de los rayos.

Producción de Rayos X

Los rayos X se producen cuando los electrones acelerados desde el cátodo hacia el ánodo interactúan con el material del ánodo, en este caso, molibdeno o rodio. Durante esta interacción, los electrones pierden energía de manera brusca, generando radiación en forma de rayos X. En la mamografía, se prefieren estos materiales porque producen rayos X de baja energía, los cuales son más eficaces para generar el contraste necesario en la imagen mamaria. Según el Instituto Nacional de Imágenes Biomédicas y Bioingeniería (2013) “Los rayos X de baja energía son ideales para penetrar el tejido mamario sin causar una absorción excesiva en los tejidos circundantes, lo que permite obtener imágenes con mayor nitidez y detalle en la distinción de los diferentes tejidos”.

Espectro de Energía de los Rayos X

El espectro de energía de los rayos X producidos en mamografía está específicamente controlado para generar imágenes útiles en el diagnóstico. En este caso, “se requiere un rango de

baja energía, generalmente entre 20 y 35 keV (kiloelectronvoltios), ya que este rango mejora significativamente el contraste entre el tejido glandular denso y el tejido adiposo”. Al utilizar rayos X de baja energía, se puede diferenciar mejor las estructuras dentro del seno, lo que es esencial para detectar pequeñas anomalías o calcificaciones que podrían pasar desapercibidas con una energía mayor. (Instituto Nacional de Imágenes Biomédicas y Bioingeniería, 2013)

Filtración

En el proceso de generación de rayos X, se produce un rango de energías, algunas de las cuales no son útiles para la formación de la imagen y solo aumentan la dosis de radiación recibida por el paciente. Por esta razón, se utilizan filtros de molibdeno o rodio que eliminan los rayos X de alta energía que no contribuyen significativamente a la formación de la imagen. Estos filtros permiten que solo los rayos X de baja energía, adecuados para la mamografía, atraviesen el tejido mamario, lo que optimiza la calidad de la imagen y minimiza la exposición innecesaria a la radiación. (Ramos, s.f.)

Colimación

La colimación es un proceso crucial en la generación de rayos X, ya que “permite dirigir el haz de radiación de manera precisa hacia el área de interés, en este caso, el tejido mamario. Mediante el uso de un colimador, se limita la extensión del haz de rayos X para que solo impacte en el tejido mamario, reduciendo la exposición a áreas no deseadas del cuerpo” (Pardell, 2024). Esta precisión en la colimación no solo mejora la seguridad del paciente al reducir la dosis de radiación en otras partes del cuerpo, sino que también asegura que la imagen obtenida sea lo más clara y posible detallada, al minimizar la dispersión de los rayos X.

Principio Físico de la Mamografía

Interacción de los Rayos X con los Tejidos

Según MedlinePlus (2023), “Los rayos X, al atravesar el seno, interactúan de manera diferente con los diversos tipos de tejidos mamarios, lo que genera contrastes que son esenciales para la visualización de estructuras en las imágenes. Los dos principales tipos de tejidos en el seno son el tejido graso, que es menos denso, y el tejido glandular, que es más denso. El tejido graso permite el paso de una mayor cantidad de rayos X, lo que genera áreas más oscuras en la imagen, mientras que el tejido glandular, al ser más denso, absorbe más radiación y se refleja como áreas más claras”. Esta diferencia en la absorción de los rayos X crea el contraste necesario para que el radiólogo pueda identificar anomalías como masas o microcalcificaciones en las imágenes obtenidas.

Absorción y Atenuación

El proceso de absorción de los rayos X por los tejidos mamarios, conocido como atenuación, es crucial para la formación de la imagen. La atenuación se refiere a la reducción de la intensidad del haz de rayos X a medida que atraviesa los tejidos. Los tejidos más densos, como el tejido glandular y las lesiones tumorales, atenúan los rayos X de manera más significativa que los tejidos menos densos, como el tejido adiposo. “Esta variabilidad en la atenuación genera las diferencias de tono en la imagen, donde los tejidos de mayor densidad aparecen más brillantes y los tejidos de menor densidad se incluso más oscuros. La atenuación adecuada es esencial para distinguir entre estructuras normales y patológicas, ya que permite visualizar diferencias sutiles en los tejidos que pueden ser indicativas de enfermedades”. (National Institute Of Biomedical Imaging And Bioengineering. (s. f.).

Características de los Rayos X Usados en Mamografía

La mamografía utiliza rayos X de baja energía en comparación con otros estudios radiológicos, lo que es clave para optimizar el contraste entre los diferentes tejidos blandos del

seno. Generalmente, los rayos X en mamografía tienen energías que oscilan entre 20 y 35 kiloelectronvoltios (keV), una energía lo suficientemente baja para destacar las diferencias en la atenuación entre el tejido adiposo y el glandular, pero también lo suficientemente alta para penetrar el seno y formar una imagen clara. (Pardell, 2024). Además de la baja energía, los rayos X utilizados en mamografía deben tener una alta resolución espacial para detectar estructuras pequeñas, como microcalcificaciones, que son cruciales para la detección temprana de cáncer. Otra característica importante es la menor dosis de radiación utilizada en mamografía en comparación con otros procedimientos radiológicos, lo que permite realizar este examen de forma periódica sin exponer al paciente a niveles elevados de radiación.

Formación de la Imagen

La formación de la imagen mamográfica es un proceso que comienza cuando los rayos X, después de interactuar con los tejidos mamarios, alcanzan el detector, que puede ser una película de rayos X tradicional o un detector digital. Los rayos X que atraviesan el tejido mamario con poca absorción generan áreas más oscuras en la imagen, mientras que aquellos que son más absorbidos por los tejidos densos producen áreas más claras. El detector convierte esta información en una imagen visual, que puede ser analizada por el radiólogo. En la mamografía digital, el detector convierte la radiación recibida en señales eléctricas que luego son procesadas para formar una imagen digital, la cual puede ser visualizada, almacenada y manipulada para mejorar el diagnóstico. Este proceso permite obtener imágenes detalladas y de alta resolución, esenciales para detectar pequeñas lesiones en etapas tempranas de enfermedades como el cáncer de mama. (Instituto Nacional de Imágenes Biomédicas y Bioingeniería, 2013)

Proceso de Obtención de la Mamografía

Compresión del Seno

La compresión mamaria es un paso fundamental en el proceso de obtención de una mamografía y se realiza mediante el uso de placas compresoras que presionan suavemente el seno contra el detector de imagen. Esta compresión es necesaria para mejorar la calidad de la imagen, ya que, al reducir el grosor del tejido mamario, se disminuye la superposición de estructuras internas, lo que permite una mejor visualización de detalles en la imagen. Además, la compresión uniforme del tejido ayuda a reducir la dispersión de los rayos X, lo que mejora el contraste de la imagen. Otra de la compresión es que reduce la cantidad de radiación necesaria para obtener una ventaja de imagen clara, ya que el haz de rayos X tiene que atravesar menos tejido. Aunque puede causar incomodidad momentánea, es esencial para obtener imágenes de alta calidad que faciliten el diagnóstico preciso. (MedlinePlus, 2023)

Técnicas de Adquisición de Imágenes

En la mamografía, se utilizan dos posiciones estándar para la adquisición de imágenes: la proyección cráneo-caudal (CC) y la medio lateral oblicua (MLO). Según la Clínica Mayo (2020), en la proyección cráneo-caudal, el seno es comprimido horizontalmente, y la imagen se toma desde arriba hacia abajo, lo que permite visualizar el tejido desde una perspectiva vertical. En la proyección medio lateral oblicua, el seno es comprimido en un ángulo inclinado, lo que ofrece una vista diagonal y permite captar una mayor cantidad de tejido mamario, incluyendo las áreas cercanas a la axila, donde pueden desarrollarse ganglios linfáticos anormales. Estas dos vistas complementarias son esenciales para obtener una representación tridimensional del seno y garantizar que todas las áreas relevantes sean evaluadas de manera precisa.

Equipos Utilizados

El equipo de mamografía consta de varios componentes esenciales que trabajan en conjunto para obtener imágenes de alta calidad. El tubo de rayos X es el encargado de generar la

radiación necesaria para atravesar el tejido mamario, mientras que las placas compresoras aplican la presión necesaria para aplanar el seno y optimizar la calidad de la imagen. El detector de imagen (que puede ser analógico o digital) recibe los rayos X que han atravesado el tejido y los convierte en una imagen visible. En los sistemas modernos de mamografía digital, los detectores están diseñados para capturar imágenes con alta resolución y un contraste adecuado para la detección temprana de lesiones. (Wikipedia, 2024)

Digitalización de la Imagen

En la mamografía digital, las imágenes capturadas por el detector son convertidas en datos electrónicos que pueden ser visualizados inmediatamente en una pantalla. Este proceso de digitalización permite almacenar las imágenes en sistemas de archivo y transmisión de imágenes (PACS), Guzmán y Vega (2014), facilitando el acceso remoto por parte de médicos y especialistas para su análisis y comparación con estudios previos. La digitalización también ofrece la posibilidad de manipular las imágenes para mejorar el contraste y la claridad, lo que puede aumentar la precisión del diagnóstico. Además, las imágenes digitales pueden ser enviadas y compartidas fácilmente entre instituciones, lo que agiliza la colaboración entre profesionales médicos y mejora la atención al paciente. (Clínica Mayo, 2020)

Igualmente, la mamografía es un estudio que se realiza en diferentes estudios o situaciones clínicas, como para la mamografía diagnóstica que se realiza cuando hay síntomas o sospecha de alguna enfermedad, dolor o hallazgo mediante palpación, autoexamen y/o examen físico clínico; la mamografía de tamizaje o de detección, se usa para buscar o detectar enfermedades en la mama, hallazgos o anomalías en personas sanas o asintomáticas, según Aspron, M. (2019), “esta es la técnica gold estándar utilizada para la detección del cáncer mamario, llamándose también mamografía de rutina; además existe el examen de mamografía en

biopsias por punción lo cual permite evaluar, estudiar o analizar el tejido anormal encontrado en la mama”.

Las proyecciones más comunes, de tamizaje según Apolo, (2023), son: “la cráneo caudal (CC) y la medio lateral oblicua (MLO), este estudio se debe realizar con la comprensión adecuada para evitar sobre exposición de radiación ionizante sobre la mama y así también inmovilizaron de la mama para lograr una mejor imagen, y esta permita un diagnóstico preciso”. Dependiendo del hallazgo visualizado o requerimiento del médico radiólogo, se le realiza otras proyecciones, llamadas adicionales, con el fin de lograr la visualización específica del hallazgo evidenciado en las proyecciones de rutina, “como proyecciones adicionales se puede traer como ejemplo la cráneo caudal extrema, la proyección del valle o surco intramamario, la proyección axilar, entre otras, estas se realizan dependiendo la ubicación del hallazgo que se pretende observar en la mamografía”, como lo expresan Ayala y Pacheco (2023).

Entonces, los criterios técnicos para que una mamografía cráneo caudal quede bien realizada y diagnóstica, son los siguientes: pezón extramamario apuntando perpendicular a la placa radiográfica, se debe visualizar el tejido glandular, así como también el tejido graso retro glandular, lo que más se logre abarcar del músculo pectoral mayor, con esto logramos observar o entender que radiografiamos la mama en todo su contexto, además se debe evidenciar el tejido intramamario y ambas imágenes deben coincidir en su comparación.

De otra forma, en la proyección medio lateral oblicua (MLO), el pezón debe quedar extramamario apuntando diagonal a la placa radiográfica, se debe evidenciar tejido glandular, así como también tejido graso retro glandular, el músculo pectoral mayor en su mayor porción y de manera convexa, adicionalmente, el tejido inframamario, y ambas imágenes deben coincidir en apariencia al momento de su comparación.

De esta manera, con la ayuda de los criterios técnicos, se puede afirmar que “las dos proyecciones más comunes, quedaron tomadas de una manera correcta y tendrán alto valor y datos diagnósticos al momento de su lectura por parte del médico radiólogo”, como lo relaciona Cabanillas, (2023).

Mejoras en la Calidad de Imagen

Resolución Espacial

La mamografía digital ofrece una resolución espacial mayor que la mamografía análoga, lo que permite visualizar estructuras más pequeñas y detalles más finos.

Contraste

La mamografía digital permite ajustar el contraste y el brillo de la imagen, lo que mejora la visualización de lesiones.

Ruido

La mamografía digital reduce el ruido de la imagen, lo que mejora la calidad general de la imagen.

Densidad de Pixel

La mamografía digital ofrece una mayor densidad de pixel que la mamografía análoga, lo que permite una mayor precisión en el diagnóstico.

Tamaño de Píxel

La mamografía digital ofrece un tamaño de pixel más pequeño que la mamografía análoga, lo que permite una mayor resolución.

Profundidad de Bits

La mamografía digital ofrece una mayor profundidad de bits que la mamografía análoga, lo que permite una mayor precisión en la representación de la imagen.

Tecnologías que han Contribuido a la Mejora

Detector de Rayos X

Los detectores de rayos X digitales han mejorado la eficiencia y la precisión en la detección de la radiación.

Procesamiento de Imágenes

Los algoritmos de procesamiento de imágenes han mejorado la calidad de la imagen y la precisión en el diagnóstico.

Tecnología de Compresión

La tecnología de compresión ha permitido reducir el tamaño de los archivos de imagen sin perder calidad:

Pantallas de Visualización

Las pantallas de visualización de alta resolución han mejorado la visualización de la imagen.

Estudios que Han Demostrado la Mejora

Estudio de la ACR (American College of Radiology) que demostró que la mamografía digital detectó un 21% más de lesiones que la mamografía análoga.

Estudio del Journal of the American College of Radiology que demostró que la mamografía digital tuvo una sensibilidad del 92% para detectar cáncer de mama, mientras que la mamografía análoga tuvo una sensibilidad del 82%.

Metodología

En resumen, la metodología de esta investigación tiene como objetivo abordar de forma sistemática la identificación de la mejora en la calidad de la imagen en mamografía digital comparada con la mamografía análoga en la última década.

En la presente investigación se utiliza un método cualitativo, con el cual se permite comprender los datos obtenidos de forma sistémica y ordenada; se encuentra basada en un estudio comparativo observacional y de diseño transversal con el cual se busca mantener exactitud, confiabilidad y validez; a partir de la implementación de procesos sistémicos, secuenciales, científicos; además donde se responda de forma adecuada al planteamiento del problema descrito en el marco conceptual, es por lo que se define una técnica de análisis y procesamiento de la información. Hernández et al., 2014 plantean que en el enfoque cualitativo la realidad se define mediante las interpretaciones y puntos de vista a través de métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados.

La indagación realizada se precisa de una u otra forma que la información encontrada sea detallada con un mayor nivel de profundidad, consiste en presentar los datos tal cual son, e indicar la situación en el momento de la investigación al analizar e interpretar lo que se desea.

En función de lo descrito, el estudio comprende delineación, análisis e interpretación de los aspectos más relevantes de las variables objeto de estudio. Proponiendo una intervención cuyo éxito se trata del análisis en su contexto natural.

Se determina como población objeto, las mujeres a partir de los 40 años, donde es necesario realizarse chequeo mínimo cada 2 años a través de la realización de una mamografía como protocolo de detección temprana del cáncer de mama.

Al analizar los datos de la calidad de imagen de la mamografía digital en comparación con la mamografía análoga, se obtienen datos específicos que soportan la calidad de las imágenes y las mejoras que se han realizado en los procesos en los últimos 10 años de evolución de la mamografía.

Desarrollo del Proyecto

Hallazgos

Resultados después de realizar un análisis profundo de la literatura blanca, revistas indexadas y los artículos científicos, que las lesiones más frecuentes halladas bajo modalidad de mamografía análoga fueron calcificaciones aisladas (47%), áreas densas (8%), asimetrías (6%) y calcificaciones agrupadas (5%).

Los más frecuentes con mamografía digital fueron las calcificaciones aisladas (51.9%), asimetrías (10.1%) y calcificaciones puntiformes (9.3%). Las categorías BIRADS (Breast Imaging Report and Data System) en que fueron clasificadas las pacientes con coincidencia entre ambos métodos fueron: 14% 0, 5% I, 37% II, 4% III y 1% IV. Y los hallazgos bajo modalidad de mamografía digital la cual mostro una sensibilidad del 87,6% para la detección de cáncer de mama, en comparación con la mamografía análoga que tiene una sensibilidad del 79,2% y una especificidad del 88,1%.

En mujeres con mamas densas, la mamografía digital tiene una sensibilidad del 92,3% y una especificidad del 90,4% en comparación con los hallazgos con la mamografía análoga la cual demostró tener una sensibilidad del 78,1% y una especificidad del 87,3%

Conclusiones

La mamografía ha tenido hasta la fecha un papel esencial en el diagnóstico de las enfermedades mamarias y, fundamentalmente, en la detección precoz del cáncer de mama reduciendo de forma probada la mortalidad asociada con esta enfermedad, también constituye una herramienta precisa para localizar lesiones con el fin de abordar su tratamiento.

Es por tal motivo que, puntualmente la mamografía digital tiene ventajas sobre la analógica: permite mejor visualización y detalle de las microcalcificaciones, especialmente en mamas densas; tiene mayor penetración en el tejido mamario; el espacio retromamario se ve mejor; no hay artefactos de placa; en las pacientes con prótesis éstas se ven mejor, como así también el tejido glandular adyacente, además que con las nuevas tecnologías en la actualidad se le puede brindar a las pacientes una imagen más especializada por tomo síntesis, la cual esta incorporada en la mayoría de mamógrafos en la actualidad.

Gracias a los avances tecnológicos de la mamografía durante los últimos 10 años, se ha logrado realizar la detección temprana del cáncer de mama, permitiendo una atención oportuna en pacientes con Cáncer de Mama o patologías asociadas y una mayor probabilidad de vida de los pacientes bajo esta condición Gracias al empleo de nuevas tecnologías, como la digital y el uso cada vez más frecuente de la ecografía y resonancia magnética.

Referencias Bibliográficas

- American Cancer Society. (s.f). Consejos prácticos para hacerse un mamograma. Cómo prepararse para una mamografía | Preparación para la mamografía.
<https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-seno/pruebas-de-deteccion-y-deteccion-temprana-del-cancer-de-seno/mamogramas/mamogramas-que-debe-saber-antes-de-la-cita.html>
- Apolo, S. & Doménica, H. (2023). Patrones mamográficos durante el tamizaje de cáncer de mama en mujeres. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/21508>
- Aspron, M. (2019). Mamografía. Analógica y digital. Historia, evolución. Revista Argentina de mastología, 39, 141. https://www.revistasamas.org.ar/revistas/2020_v39_n141/06.pdf
- Ayala, G., Mendoza, S. & Pacheco, M. (2023). Protocolos radiológicos para la detección de patologías mamarias aplicados en mujeres atendidas en el área de mamografía del Hospital Materno Infantil 1° de Mayo de febrero a julio 2023 (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador). <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/34253/>
- Bernardi, D. Ciatto, S. Pellegrini, M., Anesi, V., Burlon, S., Cauli, E., Depaoli, M., Larentis, L., Malesani, V., Targa, L., Baldo, P. & Houssami, N. (2012). Application of breast tomosynthesis in screening: incremental effect on mammography acquisition and reading time. [Application of breast tomosynthesis in screening: incremental effect on mammography acquisition and reading time - PubMed](#)
- Breastcancer.org. (2023, 15 junio). Mamografía: todo lo que necesitas saber sobre beneficios y riesgos. <https://www.breastcancer.org/es/pruebas-deteccion/mamografias/beneficios-riesgos>

- Breast Cancer. (s. f.). Sobre de las mamografías. <https://www.cdc.gov/breast-cancer/es/about/mammograms.html>
- Cabanillas, D. (2023). Técnicas de imagen mamaria: Mamografía de proyección y avances tecnológicos, resúmenes de física médica. [Técnicas de imagen mamaria: Mamografía de proyección y avances tecnológicos | Resúmenes de Física Médica | Docsity](#)
- Cifuentes, S. (2014). Guía Técnica de procedimientos mínimos de control de calidad en mamografía analógica. Programa Nacional de Cáncer de Mama. Sociedad Argentina de Radiología. <https://es.scribd.com/document/306956156/Guia-Tecnicos-en-Mamografia-Analogica-Cancer-de-Mama>
- Conant, F. (2014). Clinical implementation of digital breast tomosynthesis. Radiologic Clinics of North America, Volume 52, Issue 3, May 2014, Pages 499-518. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcl.2013.11.013>
- Chevalier, M., & Torres, R. (2010). Mamografía digital. Revista de Física Médica, 11(1). <https://revistadefisicamedica.es/index.php/rfm/article/view/90>
- Díaz, R. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, 35-42. <https://www.academia.edu/download/63045355/imagen20200421-94216-1vq7z9.pdf>
- Fundación para la investigación social avanzada. (2022). Estructura de artículos científicos. <https://isdfundacion.org/2022/12/19/estructura-de-los-articulos-cientificos-3a-parte-cuerpo-del-articulo-el-marco-metodologico/>
- Galván, H. (2012). La necesidad e importancia del control de calidad en mamografía. Gaceta mexicana de oncología. Elsevier. <https://www.elsevier.es/es-revista-gaceta-mexicana-oncologia-305-articulo-la-necesidad-e-importancia-del-X1665920112544888>

- Ganoa, E., Perales, W., Franco, J., Molina, N. & Gaona, G. (2012). Optimización de la calidad de imagen en la mamografía analógica y su comparación con la mamografía digital. *Anales de Radiología México*. [arm_12_11_1_003-010.pdf](#)
- González, A., Saldarriaga, X., Zapata, L., Mejia, J., Arango, A. & Vélez, J. (2007). Estudio comparativo de hallazgos mamográficos entre mamografía convencional y mamografía digital. *Rev. colomb. radiol*, 2117-2121.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-522690>
- Guzmán, C. & Vega, D. (2014). Sistema para almacenamiento y transmisión de imágenes médicas. EDITORIAL
- Instituto Nacional de Bioingeniería e Imágenes Biomédicas. (2013). Rayos X. Rayos X
- Instituto Nacional de Cancerología Colombia, I. N. (2013). Control de Calidad para los servicios de mamografía digital. <https://www.cancer.gov.co/conozca-sobre-cancer-1/publicaciones/control-calidad-para-los-servicios-mamografia>
- Instituto Nacional del Cáncer. NIH. (2023). Mamografías.
<https://www.cancer.gov/espanol/tipos/seno/hoja-informativa-mamografias#:~:text=Una%20mamograf%C3%ADa%20es%20una%20radiograf%C3%ADa,rayos%20X%20de%20cada%20mama>
- International Atomic Energy Agency, Quality Assurance Programme for Digital Mammography, IAEA Human Health Series No. 17, Vienna. Quality Assurance Programme for Digital Mammography | IAEA
- Lab Virtual. Radiaciones Ionizantes: Principios físicos de las radiaciones ionizantes. (s. f.).
<http://www.uco.es/RiesgosLaborales/fisicoyquimico/radiaciones/tutorials/view/3-Principios-fisicos-de-las-radiaciones-ionizantes>

Lendoiro, S., Rovira, A., & Santos, Á. (2024). Green radiology: cómo desarrollar una radiología sostenible. *Seram. Radiología*, 66(3), 248-259.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833823001443>

López, H. (2017). Blog, La historia de la mamografía. <https://mastologiahlf.com/historia-mamografia/>

Madrid, Angel. & Perez, O. (2023). Control de Calidad en el Proceso Integral de la Toma Radiológica de Imágenes Digitales. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/56677>

Martin, J. & Mainprize, J. (2014). Digital Tomosynthesis: Technique. *Radiologic Clinics of North America*. Volume 52, Issue 3, pp. 489-5497.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rcl.2014.01.003>

Mayo Clinic. (s. f.). Mamografía. <https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/mammogram/about/pac-20384806>

McCarthy, A., Kontos, D., Synnestvedt, M., See, K., Heithan, D., Schnall, M. & Conant, E. (2014). Screening Outcomes Following Implementation of Digital Breast Tomosynthesis in a General-Population Screening Program. <http://dx.doi.org/10.1093/jnci/dju316>

Medical, LBN. (19 de 09 de 2024). Analog vs Digital Mammography Machine.

<https://lbnmedical.com/digital-and-analog-mammography-machines-advantages-and-disadvantages/>

MedlinePlus enciclopedia médica. Mamografía. (s. f.).

<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003380.htm>

Mellado, M., Osa, A., Murillo, A., Bermejo, R., Burguete, A., Pons, M. & Erdozain, N. (2013). Influencia de la mamografía digital en la detección y manejo de microcalcificaciones.

Seram. Radiología, 55(2), 142-147. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.06.011>

Ministerio de Salud y Protección Social Instituto Nacional de Cancerología. (2024). Protocolo de control de calidad en mamografía digital directa (DR).

[https://www.cancer.gov.co/recursos_user/files/libros/archivos/Protocolo_Mamografi%C81a_Digital_ISBN_20-06-2024_\(1\).pdf](https://www.cancer.gov.co/recursos_user/files/libros/archivos/Protocolo_Mamografi%C81a_Digital_ISBN_20-06-2024_(1).pdf)

Mosquera, J. (2014). Tomosíntesis, un gran avance diagnóstico que podría reemplazar a la mamografía en cribado. Vol. 28. Núm. 1. Pág. 1-2. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-senologia-patologia-mamaria-131-articulo-tomosintesis-un-gran-avance-diagnostico-S021415821400084X>

National Institute Of Biomedical Imaging And Bioengineering. (s. f.). Rayos X.

<https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/rayos-x>

Ortiz, N. (2019). Estructuración de protocolo nacional de calidad para la mamografía CR y estimación de dosis glandular media, para su aplicación en un departamento del país. [Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Departamento de Física].

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77038>

Pardell, X. (2024). Apuntes de Electromedicina. Física de los rayos X.

<https://www.pardell.es/fisica-de-los-rayos-x.html>

Pisano, E., Gatsonis, C., Yaffe, M., Hendrick, R., Tosteson, A., Fryback, D., Bassett, L.,

Baum, J., Conant, E., Jong, R., Rebner, M. & D'Orsi, C. (2005). American College of Radiology Imaging Network digital mammographic imaging screening trial: objectives and methodology. [American College of Radiology Imaging Network digital mammographic imaging screening trial: objectives and methodology - PubMed](#)

Promedco. (6 Oct. 2023). Últimos avances en torno a la mamografía en Colombia.

<https://www.promedco.com/noticias/avances-mamografia-en-colombia>

Radiologyinfo.org para pacientes . (01 de 05 de 2023). Mamografía.

<https://www.radiologyinfo.org/es/info/mammo>

Ramos, D. (s.f.). El haz de radiación. Espectro de Rayos X. LOS RAYOS X

Revistaconcepto. (2024). <https://concepto.de/marco-metodologico/>

Rico, S. (2024). Avances en la detección del cáncer de mama, impacto social e innovación.

Consultor salud. <https://consultorsalud.com/avances-detec-cancer-de-mama-impacto-social/>

Salvador, R., Salvado, M. & Caccioppoli, L. (2002). Mamografía digital de campo completo.

Estudio comparativo con mamografía convencional, Revista de Senología y patología mamaria. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-senologia-patologia-mamaria-131-articulo-mamografia-digital-campo-completo-estudio-13039962>

Travieso, M., & Pérez, O. (2022). Utilidad clínica de la mamografía con contraste (CEM): una revisión de la literatura. Revista de Senología y Patología Mamaria, 35(4), 293-304.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0214158220301468>

Wikipedia. Colaboradores de Wikipedia. (2024, 11 octubre). Rayos X.

https://es.wikipedia.org/wiki/Rayos_X