

**Detección y corrección de artefactos en tomografía computarizada, resonancia magnética y
ecografía**

Ana Marcela Caicedo Bolaños

Angie Paola Avella Guachavez

Brhayann Daniel Cárdenas Insuasti

Edwin Manuel López Burbano

Jizeth Viviana Iles Miticanoy

Asesor

Luis Fernando Gómez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2024

Resumen

El presente proyecto de investigación parte de la problemática planteada sobre cómo interfieren los artefactos en la lectura de las imágenes diagnósticas, con el objetivo de Identificar y corregir los artefactos por movimiento, presencia de cuerpos extraños y endurecimiento del haz de rayos X en Tomografía Computarizada; artefacto de solapamiento, movimiento y cremallera en Resonancia Magnética y artefacto por sombra acústica, refuerzo posterior y centelleante en Ecografía, con el fin de identificarlos, analizarlos y corregirlos para minimizar el impacto negativo que estos tengan a la hora de interpretar las imágenes para emitir un posible diagnóstico. El enfoque de la investigación fue cualitativo y para ello se hizo una revisión de artículos científicos, revistas de salud, manuales de protocolos de manejo de pacientes en servicios de radiología, factores técnicos de la imagen en tomografía computarizada, resonancia magnética y ecografía. Este documento ha sido estructurado en tres fases, desarrollando tareas que permitieron cumplir con los objetivos planteados.

Palabras Clave: Artefactos, tomografía computada, resonancia magnética, ecografía, factores técnicos

Abstract

The present research project is based on the problem raised about how artifacts interfere with the reading of diagnostic images, with the objective of identifying and correcting artifacts due to movement, presence of foreign bodies and hardening of the X-ray beam in Computed Tomography; overlapping, movement and zipper artifact in Magnetic Resonance and acoustic shadow artifact, posterior reinforcement and scintillation in Ultrasound, in order to identify, analyze and correct them to minimize the negative impact they have when interpreting the images to issue a possible diagnosis. The research approach was qualitative and for this purpose a review of scientific articles, health journals, manuals of patient management protocols in radiology services, technical image factors in computed tomography, magnetic resonance and ultrasound were carried out. This document has been structured in three phases, developing tasks that allowed us to meet the stated objectives.

Keywords: Artifacts, computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasound, technical factors

Tabla de Contenido

Introducción	8
Planteamiento del Problema.....	11
Justificación	13
Objetivos	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Teórico.....	16
Tomografía Computarizada TC	16
Artefactos en Tomografía Computada (TC)	16
Artefactos por Movimiento.....	16
Artefactos por Cuerpos Metálicos.....	17
Artefactos por Endurecimiento del Haz de Rayos x.	18
Resonancia Magnética	19
Artefactos en Resonancia Magnética (RM)	19
Artefactos de Movimiento.....	19
Artefactos de Solapamiento o Envolvimiento.....	23
Artefactos de Cremallera.....	23
Ecografía	24
Artefactos en Ecografía o Ultrasonografía.....	24
Sombra Acústica	24

Refuerzo Posterior	25
Centelleante.....	26
Metodología	28
Enfoque	28
Primera Fase.....	28
Segunda Fase.....	28
Tercera Fase	29
Capítulo 1 Investigación Bibliográfica	30
Capítulo 2. Selección Rigurosa de Información Priorizando Fuentes Científicas	31
Capítulo 3. Análisis Crítico de Bibliografía y Referentes Seleccionados.....	37
En Tomografía	38
En Resonancia Magnética.....	39
En Ecografía.....	40
Conclusiones	41
Referencias.....	42

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Referencias Bibliográficas Seleccionados</i>	32

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Corte Coronal en donde se Evidencia una Fractura en TC. (Punta de Flecha).....</i>	16
Figura 2 <i>Artefactos por Cuerpos Metálicos en Tomografía de Abdomen</i>	17
Figura 3 <i>Artefactos por Endurecimiento del Haz de RAYOS X en TC de Cráneo.....</i>	18
Figura 4 <i>TC de Macizo Craneofacial, en Ventana Ósea, Corte Axial.....</i>	19
Figura 5 <i>Artificios por Movimiento en Resonancia Magnética.....</i>	21
Figura 6 <i>Artefacto de Solapamiento en RM de Caderas.....</i>	23
Figura 7 <i>Artefacto de Cremallera en RM de Cerebro</i>	24
Figura 8 <i>Sombra Acústica que Produce la Rótula.....</i>	25
Figura 9 <i>Refuerzo Acústico Posterior Producido por un Quiste Mamario</i>	26
Figura 10 <i>Fenómeno de Artefacto de Centelleo</i>	27

Introducción

En el campo de la salud, es de vital importancia el diagnóstico temprano en el paciente, esto se logra apoyándose en los resultados paraclínicos presentes en la anamnesis que se hace al momento de abordar al paciente con el fin de tener un posible diagnóstico que será confirmado con el apoyo de las imágenes diagnósticas.

Las imágenes diagnósticas contienen información valiosa para el posterior diagnóstico de posibles lesiones traumáticas, infecciones, neoplasias y demás patologías. Esta información permite visualizar las estructuras internas afectadas y las no afectadas con el fin de orientar al profesional en la recuperación digna del paciente. Es decir, las imágenes diagnósticas permiten certificar el diagnóstico emitido por el profesional.

Esta correlación clínica debe sustentarse con la presencia de hallazgos brindando localización y estado de la lesión específica con su respectiva corroboración patológica o fisiopatológica de cualquier tipo de enfermedad, sin embargo hay la posibilidad de que pasen sucesos o alteraciones que representen un obstáculo en la representación de dichas imágenes haciendo que se interpreten patologías o enfermedades en donde no las hay perjudicando significativamente en los diagnósticos (Cervantes, 2018).

Estos obstáculos que interfieren en la lectura e interpretación de las imágenes diagnósticas son los denominados “Artefactos” que es cualquier característica visual falsa en una imagen médica que simula un tejido o lo enmascara. Este problema se puede evitar cuando se conocen las causas (Cervantes, 2018).

Reconocerlos es importante, ya que pueden interpretarse de manera errónea, encubriendo patologías o dudas inexistentes. Es lo que Cervantes (2018) denomina como “falsos positivos”.

Por ello, una vez detectados, es necesario emplear técnicas para su eliminación, ya que estos se producen por la interacción entre los equipos y el paciente

Una vez detectados es necesario aplicar técnicas para eliminarlos, y en el diagnóstico por Imágenes, la obtención de estudios de calidad es indispensable para establecer un diagnóstico preciso, diferenciar y no omitir patologías, describir certeramente un hallazgo y realizar su seguimiento. Por ello, es imprescindible que la imagen sea de excelencia, sin errores que perjudiquen el análisis, almacenamiento y posterior reevaluación (Arena & Morehouse, 1995).

Los artefactos o artificios plantean un problema grave. Ocasionalmente, pueden alterar la interpretación de las imágenes, simulando una condición patológica, por lo que, en caso de presentarse, hay que repetir el estudio con los inconvenientes que esto conlleva (reputación de la institución, incomodidad del paciente, espera del médico solicitante, riesgo de aparición de reacciones adversas, dudas diagnósticas, informe de patologías inexistentes, costos, etc (Arena & Morehouse, 1995).

Un artefacto o artificio está definido como una distorsión, adición o error en una imagen que no tiene correlación en el sujeto o región anatómica estudiada, este término se deriva de las palabras latinas *artis* (artificial) y *actum* (efecto), y se refiere a un efecto artificial que altera la calidad y fidelidad de una imagen, pudiendo encubrir una patología, creando hallazgos falsos (Arena & Morehouse, 1995).

En tomografía computada (TC), resonancia magnética (RM) y en ecografía (US) las distorsiones pueden ser numerosas, es por eso que describimos las más comunes en estos métodos, haciendo énfasis en artefactos por movimiento, presencia de cuerpos extraños y endurecimiento del haz de rayos X en Tomografía Computada; artefacto de solapamiento, movimiento y cremallera en Resonancia Magnética, artefacto por sombra acústica, refuerzo

posterior y centelleante en Ecografía con la finalidad de buscar cómo mitigar el impacto causado y cómo evitar que sucedan dichos artefactos ya sea mejorando la preparaciones en los pacientes, con mantenimientos y calibraciones continuas por parte de los proveedores de los equipos, adquirir dispositivos de inmovilización reduciendo movimientos tanto voluntarios como involuntarios y también capacitando al personal para garantizar que se ubique de una forma correcta el paciente para la toma de los exámenes (Cervantes, 2018).

Planteamiento del Problema

Se conoce la existencia de una variedad de artefactos o artificios en imágenes diagnósticas especiales o convencionales. Son definidos como una distorsión, adición o error en una imagen que no tiene relación en el sujeto o región anatómica estudiada, ocasionando un efecto artificial que altera la calidad y fidelidad de una imagen, incurriendo a una patología o a crear falsos hallazgos (Sartori *et al*, 2015).

Conociendo esto, se considera la aparición de artefactos o artificios como un problema grave, que de manera esporádica alteran la interpretación de las imágenes para el diagnóstico de diversas afecciones en los órganos y estructuras que conforman el cuerpo humano. Cuando esto se presenta, se simulan patologías lo que conlleva a inconvenientes como: Daños a la reputación de la institución, al servicio de radiología, inconformidad en la atención del paciente, espera del médico solicitante, riesgo de aparición de reacciones adversas, mayor exposición a la radiación, dudas diagnósticas, informes de patologías inexistentes, tratamientos erróneos, altos costos y en ocasiones muerte o perjuicios en el bienestar del paciente (Mayol *et al*, 2015).

En tanto a los de Equipos digitales radiológicos. Se reconocen 4 como problemáticas comunes existentes: Artefactos dados debido al movimiento, artefactos asociados al hardware que se observan más debido a las fallas del sistema de lectura y artefactos asociados al operador que se ejecutan debido a la subexposición y a un posicionamiento inadecuado o por una limpieza inadecuada y por último los artefactos asociados al software que se dan más debido a una mala configuración del sistema (Candela, 2018).

Si se producen entre los equipos y el paciente, detectarlos es esencial para poder corregirlos, para así establecer un diagnóstico preciso, diferenciar y no omitir patologías, describir certeramente un hallazgo y realizar su seguimiento. Por ello, es indispensable que la

imagen sea de excelencia, sin errores que afecten el análisis, almacenamiento y posterior reevaluación (Gutiérrez & Pulido, 2009).

Los errores derivados del profesional en tecnología médica, son las principales causas para los artefactos en radiología. Entre las principales tenemos: Falta de claridad en las instrucciones al paciente, uso de una técnica deficiente o por una mala manipulación de la placa en el procesamiento o almacenamiento (Lambre, 2014)

De ello nos surge la gran pregunta, ¿Cómo interfieren los artefactos en la lectura de las imágenes diagnósticas?, para ello se hará una revisión de los artículos científicos, revistas de salud, manuales de protocolos de manejo de pacientes en servicios de radiología, factores técnicos de la imagen en tomografía computarizada, resonancia magnética y ecografía. Describiéndose en una búsqueda exhaustiva de: artefactos en imágenes diagnósticas, diagnósticos por imágenes especiales y computarizadas, radiología, rol del tecnólogo en radiología en diagnósticos erróneos, rol de las instituciones de salud cuando se presentan errores en falsas patologías. Para dar respuestas pertinentes concisas dando un correcto desarrollo al artículo. Con información clasificada sobre definiciones y antecedentes dentro del marco de salud normativo y legal.

Justificación

La investigación propuesta busca mediante la exploración de diversas fuentes bibliográficas conocer a cerca de la “Detección y corrección de artefactos por movimiento, presencia de cuerpos extraños y endurecimiento del haz de rayos X en Tomografía Computarizada; artefacto de solapamiento, movimiento y cremallera en Resonancia Magnética y artefacto por sombra acústica, refuerzo posterior y centelleante en Ecografía”, teniendo en cuenta que estas imágenes son producidas por equipos que en tecnologías de la salud se denominan dispositivos y que con su utilización ayudan a promover la salud, prevenir, diagnosticar o tratar enfermedades o para rehabilitación o de cuidado a largo plazo (Minsalud, 2023). Lo anterior permitirá al personal asistencial verificar las diferentes imágenes para así brindar un correcto informe que contribuya al correcto diagnóstico del paciente.

Según el grupo de ecografía de Sumergen; Diaz, Garrido, & Castellano (2007), los artefactos son anomalías que aparecen en la imagen alterando o falseando la realidad, induciendo a errores. Es de aclarar que todas las modalidades de imagen tienen artefactos que son únicos en cada sistema, es decir que, en los sistemas radiográficos, los artefactos degradan las imágenes, reduciendo su valor diagnóstico y en las imágenes ecografías los artefactos pueden facilitar la realización del diagnóstico.

Para efectuar una implementación efectiva del control de artefactos en la imagenología diagnóstica es esencial abordar consideraciones como: El impacto en la toma de decisiones Clínicas, basadas en la información proporcionada por las imágenes médicas. La falta de calidad y precisión influyen a imágenes de diagnósticos erróneos y, en última instancia, a un tratamiento inadecuado. Por parte del paciente, los errores en las imágenes médicas pueden tener consecuencias graves para su salud. Por ejemplo, la detección incorrecta o la omisión de una

enfermedad pueden retrasar el tratamiento necesario o llevar a intervenciones innecesarias. Se contempla en la economía, los costos generados por atención médica con diagnósticos incorrectos y los tratamientos inadecuados pueden elevar los costos de atención médica tanto para los pacientes como para los sistemas de salud en general, por la repetición de pruebas y procedimientos debido a la falta de calidad en las imágenes y de este modo se ve perjudicada la reputación de la Institución de Salud por la falta de control de calidad que daña la confianza de los pacientes y la percepción pública de la calidad de la atención médica proporcionada.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos, se acudirá al empleo de técnicas de investigación utilizando para ello la aplicación de análisis documental de bibliografía a cerca de la detección y corrección de artefactos en imágenes diagnósticas para lograr establecer observaciones correctivas en pro de la salud de las comunidades, con un resultado que permitirá establecer criterios básicos para la identificación y corrección de artefactos en las imágenes y finalmente emplear métodos que brinden un adecuado estudio imagenológico.

Objetivos

Objetivo General

Identificar artefactos más comunes en Tomografía Computarizada, resonancia magnética y ecografía.

Objetivos Específicos

Investigar bibliografía relacionada con los artefactos más comunes en tomografía computarizada, resonancia magnética y ecografía.

Determinar los aspectos que provocan el artefacto en tomografía computarizada, resonancia magnética y ecografía.

Diseñar estrategias que permitan disminuir el impacto de estos artefactos.

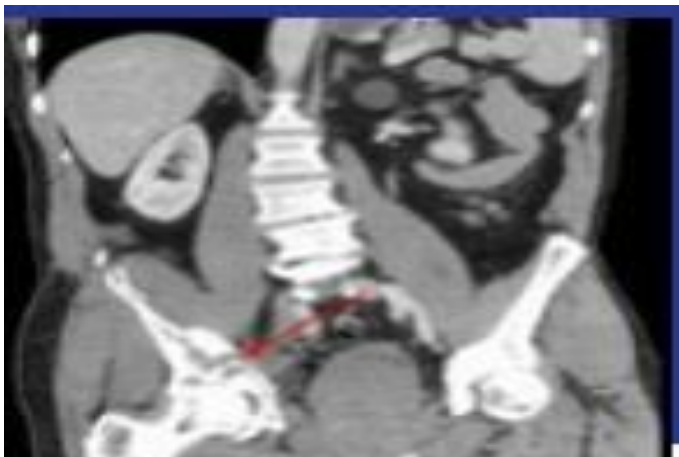
Marco Teórico

Tomografía Computarizada TC

Se refiere a un procedimiento computarizado de imágenes por rayos X en el que se proyecta un haz angosto de rayos X a un paciente y se gira rápidamente alrededor del cuerpo, produciendo señales que son procesadas por la computadora de la máquina para generar imágenes transversales o cortes del cuerpo. (Instituto Nacional de bioingeniería e imágenes biomédicas, 2020).

Figura 1

Corte Coronal en donde se Evidencia una Fractura en TC. (Punta de Flecha)



Fuente. Heilman (2013)

Artefactos en Tomografía Computada (TC)

Artefactos por Movimiento

Estos artefactos se originan como consecuencia de los movimientos respiratorios, latidos cardiacos, temblores, excitación, nerviosismo, deglución, peristaltismo y demás del paciente y se manifiestan en forma de franjas o distorsiones en las imágenes tomográficas. (Dillenseger & Moerschel, 2021): (Boas & Fleischmann, 2012) La detección y mitigación de estos artefactos

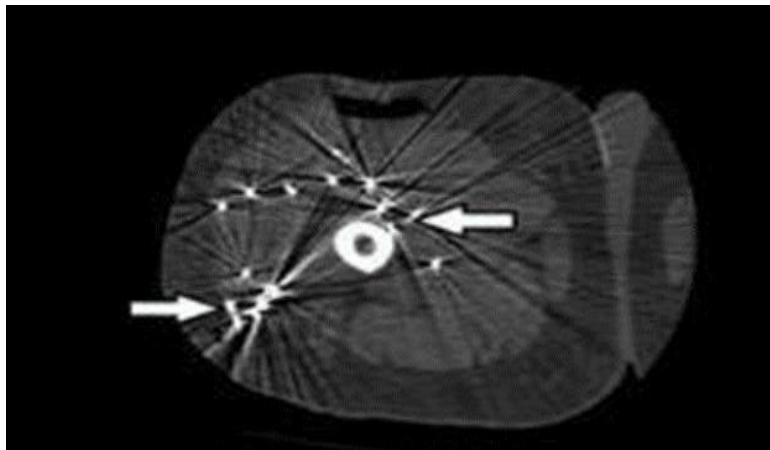
requieren la implementación de estrategias avanzadas, como la inmovilización precisa del paciente y la adquisición utilizando técnicas de barrido rápido (Arena & Morehouse, 1995)

Artefactos por Cuerpos Metálicos

Se producen de dos formas: Externos dados por elementos que se deben retirar del paciente antes de empezar el estudio. Como lo son: Aretes, dentaduras postizas, clavos, llaveros, cinturones, etc. Los artefactos metálicos internos, dados por un mal procedimiento del radiólogo durante la programación del estudio. Debido a que el paciente posee elementos como lo son: Empastes dentales, prótesis y clips quirúrgicos que no pueden ser retirados y pueden provocar la absorción total de la radiación y producir como resultado rayas fuertes, negras o blancas, o artefactos en forma de estrella. Resultando en perfiles de proyecciones incompletas con pérdida extensa de datos provocando la aparición de artefactos en la imagen dependiendo de la densidad y el tamaño (García, 2008).

Figura 2

Artefactos por Cuerpos Metálicos en Tomografía de Abdomen



Fuente. Santori et al (2015)

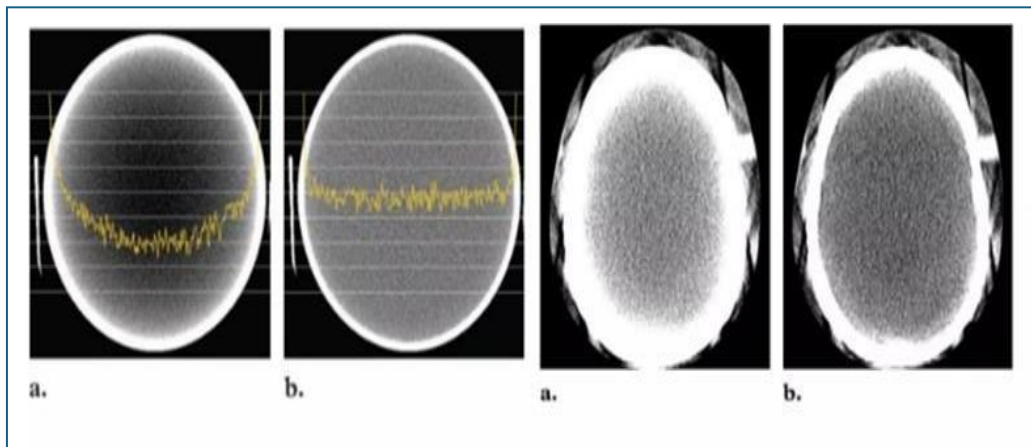
Artefactos por Endurecimiento del Haz de Rayos x

Se conoce como endurecimiento del haz o beam hardening y produce una falta de linealidad de la atenuación con respecto al grosor del material atravesado. El endurecimiento del haz provoca diversos artefactos en imagen de tomografía computarizada: franjas oscuras y el llamado cupping (un oscurecimiento del centro de los objetos), así como rayos que parecen surgir en las cercanías de objetos densos (streaks).

Estos artefactos falsean la cuantificación de la densidad de los objetos y dan una apariencia cóncava a perfiles de objetos homogéneos, lo que provoca un incremento en la energía media del haz de rayos x o su endurecimiento e induce a que cambien los valores de los números en unidades hounsfield (Ingeniería Biomédica, 2023).

Figura 3

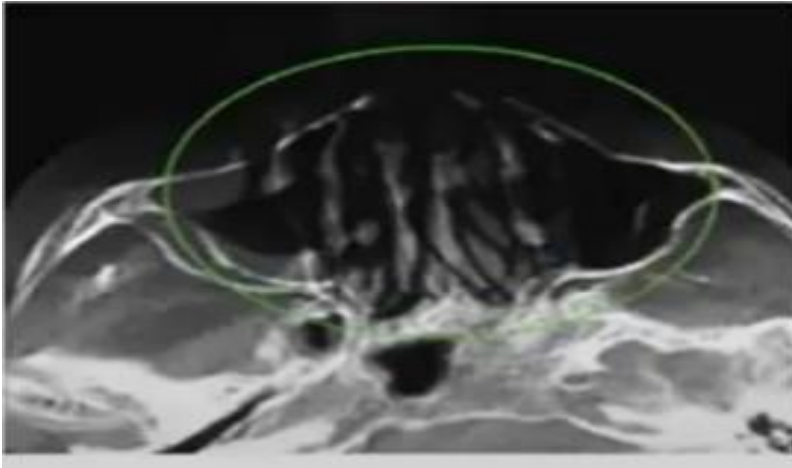
Artefactos por Endurecimiento del Haz de RAYOS X en TC de Cráneo



Fuente. Sitja (2014)

Figura 4

TC de Macizo Craneofacial, en Ventana Ósea, Corte Axial



Fuente. Santori et al (2015)

Resonancia Magnética

Tecnología de imágenes no invasiva que produce imágenes anatómicas tridimensionales detalladas, sin el uso de la radiación dañina. Se usa frecuentemente para la detección de enfermedades, el diagnóstico y el monitoreo de tratamientos (Instituto Nacional de bioingeniería e imágenes biomédicas, 2020).

Artefactos en Resonancia Magnética (RM)**Artefactos de Movimiento**

Ocurren por movimientos de las estructuras durante la adquisición de las imágenes. Se los puede dividir en controlados (voluntarios) o fisiológicos (involuntarios) y estos últimos, a su vez, se clasifican en rítmicos/periódicos (latidos cardíacos, pulso, respiración) o no rítmicos (al azar, por ej. peristaltismo intestinal).

Si estos artefactos no pueden ser completamente eliminados, sus efectos se controlan mediante manipulación técnica, seleccionando la frecuencia y dirección de la fase (p. ej. ante la

duda sobre la existencia o no de una lesión que podría estar oscurecida por este artefacto, se puede modificar la frecuencia y dirección de fase para que el artefacto aparezca en posición vertical (Arena & Morehouse, 1995).

Las distorsiones en las imágenes de resonancia magnética atribuibles al movimiento del paciente o de las estructuras anatómicas se caracterizan por áreas difusas o fantasmales. La detección de estos artefactos se lleva a cabo mediante la comparación con imágenes previas o subsiguientes, lo que permite la implementación de correcciones en tiempo real para su atenuación (Sartori et al, 2015).

Así mismo lo afirma Arena (1995), en cuanto a los artefactos de pulsación vascular, estos pueden verse como ondas hiperintensas de pulsación en sentido vertical u horizontal, según la orientación del gradiente de eco, también es posible que se manifieste con un flujo turbulento, viéndose como bandas o septos hipointensos intravasculares que simulan disecciones,


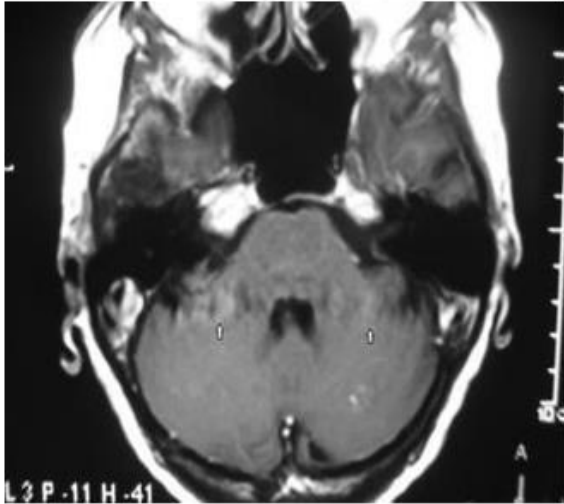
Ocasionalmente el flujo sanguíneo produce una señal hiperintensa intravascular por hiperflujo, estos artefactos pueden reducirse con pulsos de saturación o mediante sincronización cardíaca (Arena & Morehouse, 1995).

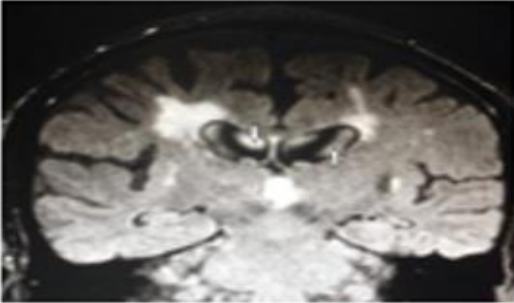
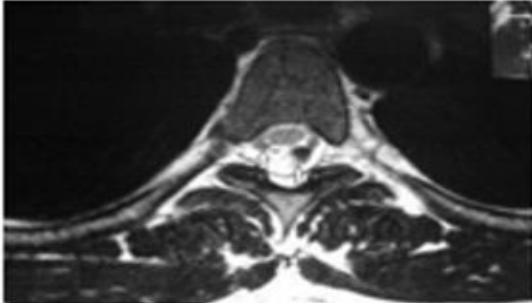
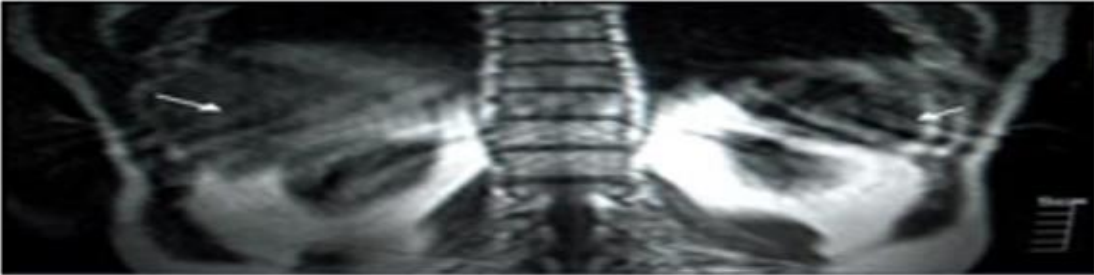
Dentro de los defectos fisiológicos, se puede mencionar la pulsación del líquido cefalorraquídeo (LCR). Este se percibe hipointenso en las secuencias ponderadas en T2 e hiperintenso en FLAIR, y se origina por el movimiento constante del LCR que impide que su señal sea anulada. El fenómeno suele apreciarse en los ventrículos laterales y en el III y el IV. Para reducirlo, se llevan a cabo secuencias en tiempo de eco (TE) corto y se aplican pequeños volúmenes de *voxel*, aumentando la matriz o disminuyendo el espesor de corte (Arena & Morehouse, 1995).

Las pulsaciones del LCR en el canal raquídeo pueden simular lesiones intradurales en los cortes axiales y sagitales, modificando la posición de las secciones del bloque de imágenes o adquiriendo las imágenes con distintos parámetros de tiempo, estos artificios pueden llegar a suprimirse (Arena & Morehouse, 1995).

Figura 5

Artificios por Movimiento en Resonancia Magnética

RM de abdomen	RM de cerebro
	
<p>Corte axial, en ponderación T2: imágenes difuminadas de aspecto fantasmagórico (flechas), por el movimiento del paciente durante el estudio.</p>	<p>Corte axial, en ponderación T1 con Gd: artefactos de pulsación que generan imágenes repetidas cíclicamente que simulan lesiones inexistentes.</p>

<p>RM de cerebro</p>  <p>Corte coronal FLAIR: se visualizan hiperintensidades en el interior de los ventrículos laterales debido a las pulsaciones de LCR.</p>	<p>RM de columna dorsal</p>  <p>Corte axial, ponderación T2: dentro del saco tecal y detrás de la médula espinal, hay imágenes tubulares hipointensas que corresponden a artefactos de pulsación del LCR.</p>
<p>RM de abdomen</p>  <p>Corte coronal, en ponderación T1: Artefactos de movimiento respiratorio por taquipnea causados por la angustia del paciente durante el estudio.</p>	

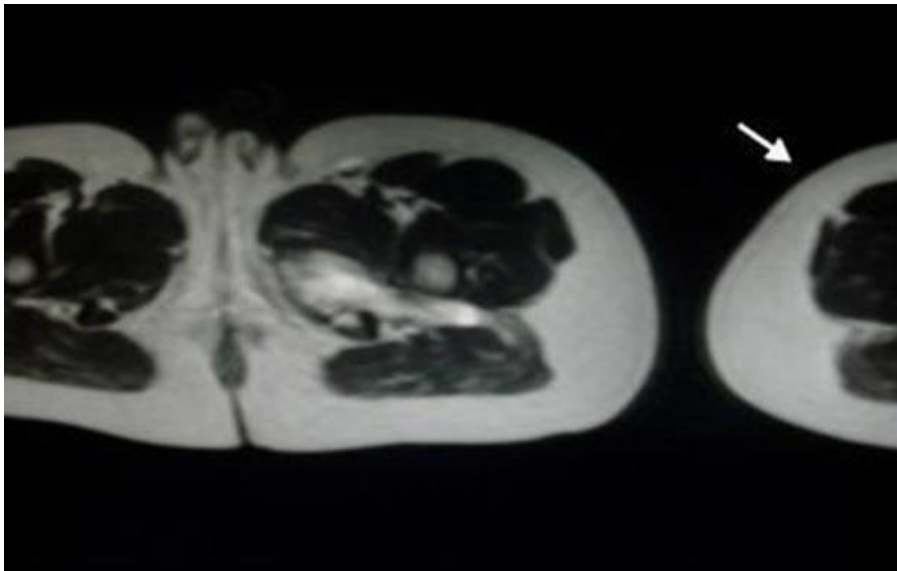
Fuente. Santori et al (2015)

Artefactos de Solapamiento o Envolvimiento

Aparecen cuando el campo de estudio no incluye todas las estructuras anatómicas presentes en la sección de corte de una imagen, así, la parte excluida queda incompleta en un extremo del corte y continúa en el borde opuesto, se producen en la dirección de codificación de fase (Arena & Morehouse, 1995).

Figura 6

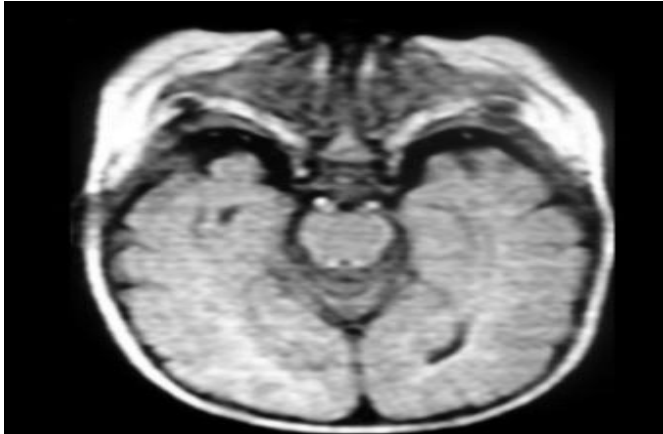
Artefacto de Solapamiento en RM de Caderas



Fuente. Santori et al (2015)

Artefactos de Cremallera

Se produce cuando un objeto se interpone en el campo de radiofrecuencia. Las causas pueden ser Múltiples: una lámpara titilando en la sala del resonador, una puerta mal cerrada, aparatos electrónicos próximos al resonador, electricidad estática, etc (Arena & Morehouse, 1995).

Figura 7*Artefacto de Cremallera en RM de Cerebro*

Fuente. Santori et al (2015)

Ecografía

Técnica diagnóstica que recoge los ultrasonidos que emite la sonda, los cuales atraviesan hasta cierta profundidad (dependiendo de la sonda) la parte del cuerpo a explorar y aprovecha la diferente velocidad de propagación de los tejidos del cuerpo para transformar las señales que llegan en impulsos eléctricos que se visualizan en la pantalla en diferentes tonos de grises (Díaz, Garrido, & Castellano, 2007).

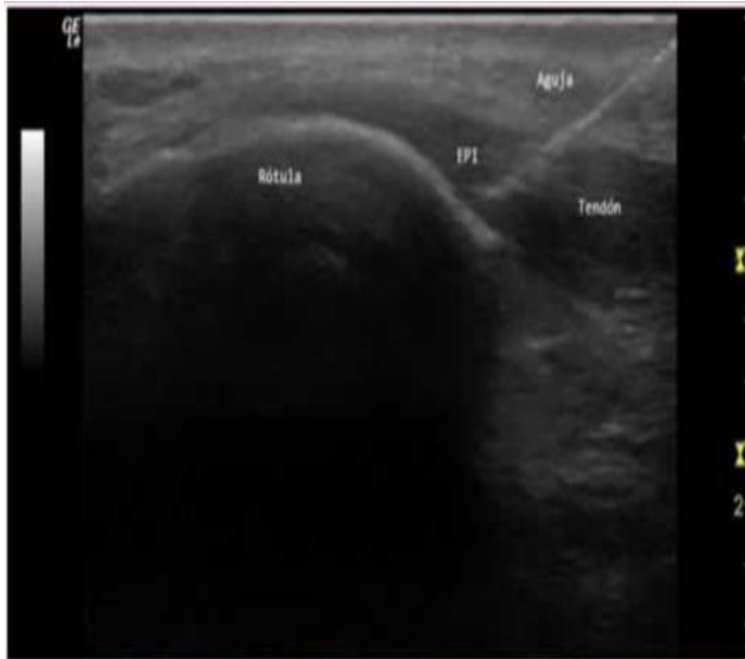
Artefactos en Ecografía o Ultrasonografía***Sombra Acústica***

Según Gwiazdowski, Giménez y Mora (2021), los artefactos de sombra acústica se producen cuando los ecos ultrasónicos chocan contra una interfaz muy reflectante que no permite el paso de las ondas de ultrasonido. Esta interfaz puede ser cualquier estructura capaz de reflejar

o dispersar todas las ondas ultrasónicas, como calcificaciones, huesos u otros objetos densos. Este artefacto es útil para identificar depósitos de calcio, como cálculos biliares. Sin embargo, se destaca la necesidad de considerar su posible ocultamiento de cambios patológicos, por este motivo la interpretación debe hacerse con precaución complementándose con otros métodos de imagen, para obtener una evaluación más completa y precisa.

Figura 8

Sombra Acústica que Produce la Rótula



Fuente. Smith & Webb (2009)

Refuerzo Posterior

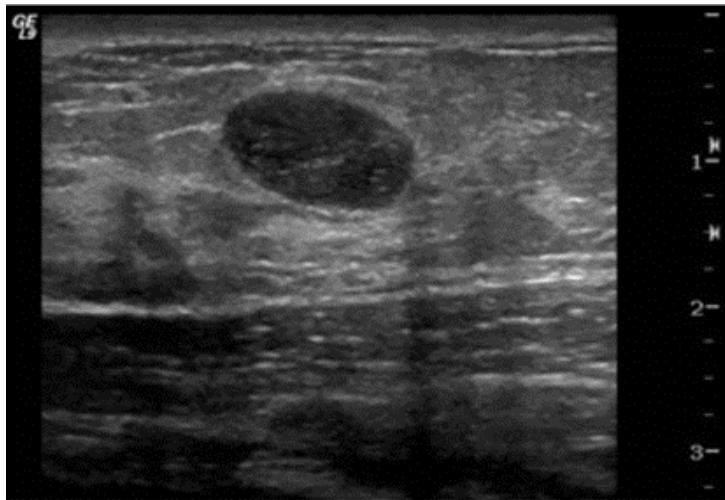
El artefacto de refuerzo posterior es un fenómeno ecográfico que se manifiesta como un aumento de la señal ultrasónica en la región posterior a una estructura que presenta baja atenuación. La formación del artefacto de refuerzo posterior se debe a las propiedades de atenuación del tejido. Las áreas con menor atenuación permiten que más ondas ultrasónicas las

atraviesen, y como resultado, la energía media de la onda acústica que regresa a la sonda después de atravesar estas áreas es mayor en comparación con la energía reflejada por los tejidos circundantes. Este fenómeno se ve no por los ajustes del ecógrafo, que compensan la pérdida de energía en el tiempo.

El artefacto de refuerzo posterior es una herramienta valiosa para diferenciar entre lesiones quísticas y sólidas. Proporciona información adicional sobre la composición del tejido y puede mejorar la visualización de estructuras profundas. Este artefacto se utiliza especialmente en el campo de la ecografía abdominal para evaluar órganos como el hígado, riñones y páncreas. El "refuerzo acústico posterior" es un artefacto opuesto a la sombra acústica.

Figura 9

Refuerzo Acústico Posterior Producido por un Quiste Mamario



Fuente. Smith & Webb (2009)

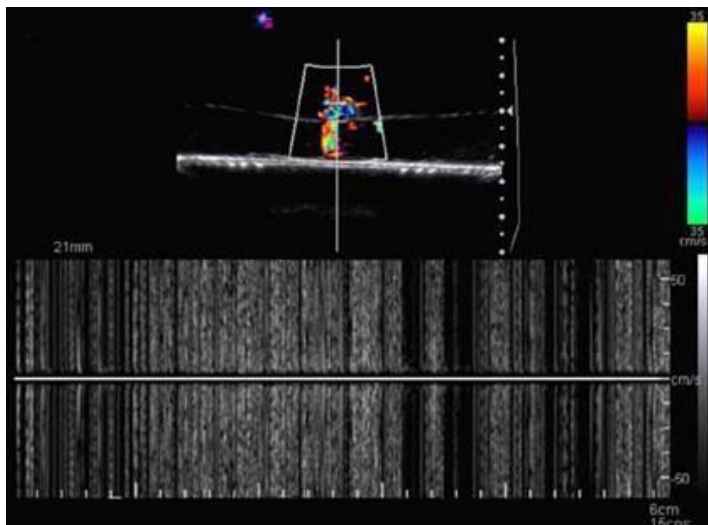
Centelleante

El artefacto de centelleo en ecografía es un fenómeno peculiar que se manifiesta como cambios rápidos y consecutivos de color en las imágenes Doppler color.

La formación del centelleo podría deberse a ruido de ancho de banda estrecho introducido por fluctuaciones en la fase en los circuitos del Doppler del equipo de ultrasonido. Su apariencia puede depender del tipo de ecógrafo utilizado y de varios parámetros, como la frecuencia del transductor y la ganancia en escala de grises (Hirsch , Palavecino, & León, 2011). Se manifiesta como cambios rápidos y consecutivos de color en la ecografía Doppler, especialmente detrás de estructuras calcificadas. Se sugiere que puede ser útil para el diagnóstico de calcificaciones, incluso en casos sin sombra posterior clara (Hirsch , Palavecino, & León, 2011).

Figura 10

Fenómeno de Artefacto de Centelleo



Fuente. Patel (2013)

Este artefacto se manifiesta de manera distintiva a través de una señal de ensanchamiento espectral heterogéneo, conformada por bandas verticales adyacentes que carecen de una forma de onda definida.

Metodología

Enfoque

Según Rodríguez (2007), el objetivo de la investigación cualitativa es describir las características, los factores y los procedimientos presentes en fenómenos que ocurren de forma natural, sin explicar las relaciones que se identifican. Es decir que, con este tipo de investigación, podemos identificar, analizar y describir los artefactos o artificios que afectan la calidad de la imagen en Tomografía computarizada, Resonancia Magnética y Ecografía.

El objetivo principal es recoger datos textuales para la investigación y el análisis.

Para el desarrollo del proceso investigativo se tendrán en cuenta 4 fases y cada una de estas tendrá sus tareas:

Primera Fase

Investigación Bibliográfica acerca de Artefactos en Tomografía computada, resonancia magnética y ecografía.

Recopilación bibliográfica sobre artefactos en Tomografía Computada, Resonancia Magnética y Ecografía

Segunda Fase

Selección Rigurosa de Información Priorizando Fuentes Científicas

Selección meticulosa de la información recopilada durante la fase de búsqueda bibliográfica. Debemos priorizar fuentes científicas de alta calidad, incluyendo artículos especializados, repositorios académicos de la universidad y libros que ofrecieran una visión profunda y actualizada sobre el tema.

Realización de cuadro de referentes bibliográficos que aportan de manera específica la investigación.

Tercera Fase

Análisis Crítico de Bibliografía y Referentes Seleccionados. Analizar de manera exhaustiva la bibliografía y los referentes seleccionados y consolidación del documento final.

Investigación Bibliográfica

En la fase inicial de nuestro estudio, nos sumergimos en la extensa búsqueda de bibliografía relacionada con artefactos en técnicas médicas como Resonancia Magnética (RM), Tomografía Computarizada (TC) y Ecografía. Nuestro objetivo principal fue comprender las complejidades asociadas con la detección y corrección de artefactos específicos en cada una de estas modalidades.

En el ámbito de la Tomografía Computarizada, nos centramos en la problemática relacionada con el movimiento, la presencia de cuerpos extraños y el endurecimiento del haz de rayos X. Exploramos a fondo las estrategias utilizadas para mitigar estos artefactos, comprendiendo las implicaciones clínicas y tecnológicas involucradas en la mejora de la calidad de las imágenes en este contexto.

En el caso de la Resonancia Magnética, dirigimos nuestra atención hacia artefactos como el solapamiento, el movimiento y la cremallera. Investigamos las diversas técnicas y metodologías desarrolladas para abordar estas interferencias y optimizar la precisión diagnóstica de la RM, considerando tanto las aplicaciones clínicas como las implicaciones en la investigación médica.

En el ámbito de la Ecografía, nos enfocamos en artefactos específicos como la sombra acústica, el refuerzo posterior y el centelleante. Analizamos las problemáticas asociadas con estas interferencias, explorando en profundidad las estrategias utilizadas para identificar y corregir estos artefactos, mejorando así la calidad y fiabilidad de las imágenes ecográficas.

Selección Rigurosa de Información Priorizando Fuentes Científicas

En la segunda fase de nuestro trabajo, nos dedicamos a realizar una selección meticulosa de la información recopilada durante la fase de búsqueda bibliográfica. Priorizamos fuentes científicas de alta calidad, incluyendo artículos especializados, repositorios académicos de la universidad y libros que ofrecieran una visión profunda y actualizada sobre el tema.

La elección de información proveniente de fuentes científicas fue crucial para asegurar la solidez y validez de nuestro estudio. Valoramos la relevancia de cada fuente en función de su contribución a la comprensión de los artefactos en Resonancia, Tomografía y Ecografía, estableciendo así las bases para una investigación fundamentada y robusta.

Tabla 1*Referencias Bibliográficas Seleccionados*

Autor	Título	Año	Categoría
Gwiazdowski, Dr Jorge Gimenez Leon, Dra Antonia Mora Jurado	Los Artefactos más frecuentes en Resonancia magnética, tomografía computarizada y ecografía que todos los radiólogos deberían conocer	2021	Congreso Nacional 35 SERAM archivo en PDF
Katsura M, Sato J, Akahane M, Kunimatsu A, Abe O.	Técnicas Actuales y novedosas para la reducción de artefactos metálicos en TC: Guía practica para radiólogos	2018	Artículo Investigativo. Practical Guide for Radiologists Radiographics
Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt, E. M., & Boone, J. M. Lippincott Williams & Wilkins.	"The Essential Physics of Medical Imaging."	2011	Tercera edición del Libro

Glover, G. H., & Pelc, N. J.	"An algorithm for the reduction of metal clip artifacts in CT reconstructions."	1988	Artículo Medical physics
Penning L, Kabbash C, Hoyer UCI, Lennartz S, Zopfs D, Goertz L, Laukamp KR, Wagner A, Grunz JP, Doerner J, Persigehl T, Weiss K, Borggreffe J. Neuroradiol.	Relaxation-Enhanced Angiography Without Contrast and Triggering (REACT) for Fast Imaging of Extracranial Arteries in Acute Ischemic Stroke at 3 T. Clin	2021	Artículo en PDF
Dietrich, O., Raya, J. G., Reeder, S. B., Ingrisch, M., Reiser, M. F., & Schoenberg, S. O.	Influence of fat saturation on susceptibility weighted imaging	2007	Artículo en PDF
Reeder, S. B., Pineda,	"Iterative decomposition of water and fat with echo	2005	Artículo científico PDF

A. R., Wen, Z.,	asymmetry and least		
Shimakawa, A., Yu,	squares estimation		
H.,	(IDEAL): application with		
Brittain, J. H., ... &	fast spin echo imaging."		
Gold, G. E	Magnetic Resonance in		
	Medicine: An Official		
	Journal of the International		
	Society for Magnetic		
	Resonance in Medicine		
King, K. F., & Zhou,	Handbook of MRI pulse	2004	Libro
X. J.	sequences. Elsevier.		
Arena, H.J.	Artefactos y artificios	1995	Revista Argentina de
	frecuentes en Tomografía		Radiología.
	Computada y Resonancia		ScienceDirect
	Magnética. Artefactos		
	comunes en Tomografía		
	computarizada y		
	Resonancia Magnética		
Emily	Artefactos en imágenes de	2022	Artículo de Pubmed.
Marshall,Daniel	tomografía computarizada		Biblioteca Nacional
T Ginat,	en la región de la cabeza y		Medicina
Steffen	el cuello: dificultades y		
Sammet	soluciones		

Alonso Martín, D. E., Bilbao Sustacha, J. A., Díaz Lázaro, J., Onice, D., Sánchez Pina, C., Peix Sambola, M. A., & Viver Gómez, S. Boletín del Grupo	Trabajo de Ecografía Clínica Pediátrica, 05.	2019	Artículo boletín PDF
Hirsch S, M., Palavecino B, T., & León R, B. UDD	Artefacto de centelleo en ultrasonido Doppler color: Más que un incomprendido, un signo de utilidad	2011	Artículo
Hirsch S, M., Palavecino B, T., & León R, B	El artefacto de centelleo en la caracterización de los cálculos urinarios	2011	Artículo
Alana, C., Koçoglu, H.,	El artefacto de centelleo en la caracterización de los	2011	Artículo

Kosar, S.,	cálculos urinarios -		
Karatag, O., Resit	Actas Urológicas		
Ersay, A., &	Españolas		
Erhan, A.			
Carol M.	Diagnostic	2011	Libro
Rumack, Deborah	Ultrasound		
Levine,			
Joseph F. W.			
Journal of		2012	Artículo
Clinical Imaging	Artifacts in		
Science	ultrasound imaging		
Journal of	Artifacts in	2015	Artículo
Clinical Imaging	abdominal		
Science	ultrasound: a pictorial		
	essay		

Fuente. Autoría propia

Análisis Crítico de Bibliografía y Referentes Seleccionados

En la tercera fase de nuestro proceso, llevamos a cabo un análisis exhaustivo de la bibliografía y los referentes seleccionados. Este análisis crítico nos permitió identificar patrones, brechas en el conocimiento y posibles controversias en el campo de estudio. Además, evaluamos la consistencia y la confiabilidad de la información recopilada, asegurándonos de la coherencia con los objetivos de la investigación.

En esta fase de estudio, nos sumergimos en el proceso de integrar y sintetizar la información recopilada de los artículos y libros seleccionados durante las fases anteriores. Este paso fue fundamental para construir una comprensión holística de los artefactos en Tomografía Computada, Resonancia Magnética y Ecografía. Organizamos la información recopilada en temas y categorías específicas, abordando los artefactos en cada técnica médica de manera individual. Este enfoque temático nos permitió destacar las similitudes y diferencias entre las modalidades, facilitando una visión comparativa.

Buscamos patrones emergentes y tendencias en la detección y corrección de artefactos en las diferentes técnicas médicas. Este análisis nos proporcionó información valiosa sobre las estrategias comunes utilizadas en la práctica clínica y las innovaciones tecnológicas en desarrollo. Dada la naturaleza compleja de los artefactos en técnicas médicas, exploramos enfoques multidisciplinarios que combinan la experiencia de profesionales de la salud y expertos en ingeniería médica.

Esta fase de desarrollo consolidó el cuerpo de conocimientos adquiridos durante la investigación para el cumplimiento de los objetivos propuestos en anteriores fases, permitiendo, primero que todo, conocer en qué consiste cada uno de los factores mencionados en el título de este proyecto, para así diferenciarlos y buscar estrategias para eliminarlos.

En Tomografía

Según el autor Sartori *et al* (2015), en su artículo artefactos y artificios frecuentes en tomografía computarizada. Manifiesta que los principales artefactos encontrados en sus hallazgos imagenológicos se presentan por: Movimientos del paciente, presencia de cuerpos metálicos y por endurecimiento del haz de rayos x, dados por errores en las medidas de atenuación de los rayos y cuando estos traspasan al paciente (Arena & Morehouse, 1995).

Cuando hablamos de artefactos por movimientos voluntarios del paciente es esencial hacerle saber que es importante su colaboración debido al ahorro de costos en la institución de salud, de tiempo y de exposición a radiación innecesaria, para así efectuar buena técnica gracias a su colaboración, de forma contraria, es necesario emplear mecanismos de inmovilización, sedación o contención.

En artefactos por presencia de cuerpos extraños, su corrección dependerá de la densidad de la materia y del grosor del tejido a través del que pasan los rayos x en las partes del cuerpo que presentan una densidad similar a la del agua, se puede compensar, pero en aquellas áreas de densidad alta como en la cadera, los hombros, o la base del cráneo, se pueden ver como rayas hipodensas o áreas con densidad reducida en forma circular. Nalcioğlu introdujo la idea de separar la información obtenida de los distintos materiales y corregir el error observado individualmente. Así, el valor expresado en un punto de la proyección puede expresarse como la suma de atenuaciones sufridas por el rayo a través de cada material atravesado. De esta forma, para un caso de tejido blando y hueso, el valor de la proyección obtenida será donde el coeficiente de atenuación dependiente de la energía para el material en unidades hounsfield será el espesor del material atravesado por un mismo rayo. (García, 2008)

En artefactos por endurecimiento del haz de rayos x, son reducidos en lo equipos modernos utilizando algoritmos de reconstrucción de la imagen con el fin de mantener el grosor de la sección reconstruida lo más próximo posible al del grosor del haz de rayos X, en los equipos convencionales o incluso en los helicoidales (en caso de tomografía y resonancia), es decir que estos artefactos pueden ser corregidos dependiendo del software del equipo ya que dependen únicamente del algoritmo de reconstrucción (Ingeniería Biomédica, 2023)

En Resonancia Magnética

En el caso de los movimientos oculares, es necesario solicitar al paciente que cierre los ojos durante el estudio. Mientras que, si está nervioso, hay que intentar tranquilizarlo explicándole cómo es el estudio, cuál es su duración y lo importante que es mantenerse quieto durante el procedimiento. En caso contrario, se pueden administrar fármacos relajantes.

Los movimientos respiratorios se atenúan mediante sincronización respiratoria o sosteniendo la respiración, lo que conocemos como apnea, mientras que los movimientos cardíacos se reducen sincronizando los latidos con la adquisición de imágenes o a través de la administración de fármacos, el peristaltismo intestinal se disminuye con anticolinérgicos (Arena & Morehouse, 1995).

Los artefactos de solapamiento pueden ser eliminados, incrementando el campo de visión (a expensas de una pérdida de resolución) o cambiando la dirección de fase, asimismo, es posible suprimirlos mediante pulsos de saturación o en imágenes 3D a través de un pulso de gradiente Z durante la radiofrecuencia (Arena & Morehouse, 1995).

Para eliminar el artefacto de cremallera, hay que detectar la fuente que perturba la radiofrecuencia. Por ejemplo, evitando la formación de humedad, utilizando equipamiento

compatible con la sala del resonador o eliminando la electricidad estática y asegurándose de cerrar la puerta (Arena & Morehouse, 1995).

En Ecografía

La sombra acústica es de gran utilidad diagnóstica, aunque muchas veces oculta cambios patológicos, para evitar este artefacto es necesario cambiar el posicionamiento de la sonda Kremkau destaca la importancia de ajustar los parámetros del equipo para minimizar artefactos. Sugiere que una comprensión profunda de los principios físicos subyacentes permite realizar ajustes precisos, especialmente en la configuración de ganancia y frecuencia (Kremkau, 2015)

Wells & Halliwell (1981), abordan las soluciones desde una perspectiva física. Destacan la importancia de comprender la velocidad del sonido en diferentes tejidos y cómo afecta la formación de artefactos. Proponen ajustar la ganancia y utilizar múltiples ángulos de incidencia para minimizar la sombra acústica. Adler y Bude se centran en la conexión entre la anatomía y los artefactos. Proponen ajustar la configuración del equipo según la anatomía específica de la región que se está explorando para evitar la sombra acústica, especialmente en estructuras óseas.

Destacan la importancia de la aplicación clínica y ofrecen soluciones prácticas. Recomiendan realizar evaluaciones bidireccionales y utilizar múltiples vistas para abordar la sombra acústica y el refuerzo posterior (Burnside, 2011).

Se enfatiza la necesidad de un enfoque integral. La solución propuesta por estos autores implica ajustar la configuración del equipo según principios físicos (Kremkau, 2015), consideraciones anatómicas específicas Adler & Bude (2001), y aplicar técnicas prácticas Rumack, Wilson, & Charboneau (2017), se destaca que la clave radica en una comprensión holística que abarque desde la física de la ecografía hasta la aplicación clínica para minimizar estos artefactos y mejorar la precisión diagnóstica.

Conclusiones

Existen numerosos artificios y artefactos en Tomografía Computada, Resonancia Magnética y Ecografía, estos deben ser reconocidos para evitar una interpretación errónea de las imágenes, ya que pueden simular patologías inexistentes o encubrir lesiones verdaderas. Conocer los diferentes tipos, sus causas y las formas de evitarlos es importante para que se logre establecer un diagnóstico preciso.

Se logró identificar y compartir conocimientos sobre los artefactos más comunes en imágenes diagnósticas en las tecnologías de tomografía, resonancia y ecografía fomentando el aprendizaje continuo.

Se identificó que mediante la colaboración entre profesionales médicos e ingenieros es posible desarrollar algoritmos avanzados en la detección y técnicas de corrección que permitan identificar y mitigar los artefactos.

La reflexión crítica ayudó a cerrar el ciclo investigativo, proporcionando recomendaciones sustentadas en la información analizada. Revisamos y validamos las conclusiones provisionales formuladas en las fases anteriores a la luz de la información integrada. Esto aseguró la coherencia y la validez de nuestras interpretaciones finales sobre los artefactos en Resonancia, Tomografía y Ecografía.

Finalmente se reforzó que la calidad de la imagen define totalmente el diagnóstico del paciente, es decir si una imagen es de calidad se van a reportar los hallazgos de forma correcta, pero si esta carece de la misma, el paciente podría sufrir secuelas como retrasos en su diagnóstico, en su tratamiento, elevación de costos y exposición a radiaciones innecesarias.

Referencias

- Adler, R., & Bude, R. (2001). *Reconocimiento de artefactos y optimización de la calidad de la imagen de la ecografía del sistema musculoesquelético*. Estados Unidos: AJR. Revista americana de roentgenología, 176(6), 1411–1418. .
- Arena, L., & Morehouse, H. T. (1995). *Artefactos de resonancia magnética que simulan enfermedades: cómo reconocerlos y eliminarlos*. EE.UU: RadioGráficos.
- Boas, E., & Fleischmann, D. (2012). *CT artifacts: Causes and reduction techniques*. Estados Unidos: Stanford University School of Medicine.
- Burnside, C. (2011). *Serie de documentos de trabajo del nber carry tradings y riesgo*. USA: Oficina nacional de investigación económica.
- Candela, P. (2018). *Artefactos y artificios frecuentes en tomografía computada y resonancia magnética*. Argentina: Revista Argentina de Radiología.
- Cervantes, R. (2018). *Evaluación de artefactos en imágenes radiográficas digitales procedentes de equipo radiológico computarizado vs equipo digital directo. servicio de radiología del hospital nacional “guillermo almenara irigoyen”*. ESSALUD. Lima 2015. Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal Escuela Universitaria de Posgrado .
- Díaz, N., Garrido, R., & Castellano, J. (2007). *Díaz-Rodríguez, N., Garrido-Chamorro, R. P., Castellano-Alarcón, J. (2007). Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje*. España: Medicina de Familia. SEMERGEN.
- Dillenseger, J., & Moerschel, E. (2021). *Manual Para Técnicos Radiólogos*. Colombia: Library.
- FPSICO. (29 de abril de 2022). *Factores psicosociales. Método de evaluación. Versión 4.1 - Año 2022*. Obtenido de FPSICO: <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/fpsico-factores-psicosociales-metodo-de-evaluacion-version-4.1>

- García, P. (2008). *Principios técnicos de la tomografía axial computarizada*. Cuba: Editorial ciencias médicas.
- Gutiérrez, O., & Pulido, M. (2009). *El diagnóstico por imágenes: soluciones factibles al dilema salud enfermedad desde la perspectiva cts*. Republica Dominicana : Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- Hirsch , M., Palavecino, T., & León, B. (2011). *Artefacto de centelleo en ultrasonido Doppler color: Más que un incomprendido, un signo de utilidad*. Chile: Centro de Imagenología, Hospital Clínico Universidad de Chile.
- Ingeniería Biomédica. (2023). *Impulsando la formacion en Ingenieria Biomedica* . España: Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (SEIB).
- Instituto Nacional de bioingeniería e imágenes biomédicas, 2. (2020). *Rayos X*. Colombia: Institutos Nacionales de Salud.
- Kremkau, F. (2015). *Sonography Principles and Instruments, 9th Edition*. Estados Unidos : Elsevier.
- Lambre, H. (2014). *Avances en Diagnóstico por Imágenes: Columna vertebral*. Argentina: Revista Argentina de Radiología.
- Mayol et al, D. (2015). *Artefactos y artificios frecuentes en tomografía computada y resonancia magnética*. Argentina : Revista argentina de radiología.
- Minsalud. (16 de octubre de 2023). *Consulta al Sistema de Seguimiento y Evaluación*. Obtenido de minsalud:
https://www.minsalud.gov.co/estadisticas/default.aspx#InplviewHash7b41f46d-2737-4a3d-ad5a-30f618c18a1c=SortField%3DFecha_x0020_del_x0020_Documento-

SortDir%3DDesc-WebPartID%3D%7B7B41F46D--2737--4A3D--AD5A--
30F618C18A1C%7D

- Rodríguez, R. (2007). *Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos*. Perú: Universidad de San Martín de Porres.
- Rumack, C., Wilson, S., & Charboneau, J. (2017). *Diagnostic Ultrasound*. USA: Elsevier.
- Sartori et al, P. (2015). *Artefactos y artificios frecuentes en tomografía computada y resonancia magnética*. Argentina: HospitalEspañoldeBuenosAires,.
- Wells, P., & Halliwell, M. (1981). *Reflection and Refraction of Ultrasound in Biological Tissues*". USA: Revista Acoustical Imaging. Imágenes acústicas, vol 22. Springer,.