

**Impacto del Kilovoltaje y Miliamperaje en la Calidad de la Imagen y Control de Dosis en
Radiología Digital**

Idelfonso García Palencia

Ivon Valeria Acevedo Mora

Melissa Carvajal Pineda

Sandra Patricia Galindo

Sebastián Orlando Ruiz Ortiz

Asesora

Edna Rocío Jamaica Guio

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud - ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2024

Dedicatoria

Dedicamos esta investigación a todas las personas que han sido una fuente de inspiración y apoyo durante este proceso. A nuestras familias, cuyo amor, comprensión y constante aliento han sido el pilar fundamental que ha permitido llegar hasta aquí. A nuestros padres, quienes nos inculcaron la importancia del esfuerzo y la dedicación, y quienes siempre creyeron en nuestras capacidades, incluso en los momentos de incertidumbre.

A nuestros tutores, cuyo conocimiento, paciencia y guía han sido esenciales para nuestro desarrollo académico y profesional. Su orientación y estilo nos han permitido explorar y profundizar en áreas de la radiología digital que, hoy en día, nos apasionan profundamente. Finalmente, dedicamos esta tesis a todos los pacientes que, con su confianza, permiten que la medicina continúe evolucionando y mejorando. Nuestras motivaciones están siempre dirigidas a contribuir por medio de la ciencia y la tecnología, a la mejora de salud y bienestar.

Gracias a todos por ser parte de este viaje.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, han contribuido a la realización de esta tesis. Sin su apoyo, este trabajo no hubiera sido posible.

En primer lugar, agradecemos profundamente a Dios por darnos la vida, sabiduría y guía. A mi docente, por su orientación, paciencia y sabiduría. Su apoyo constante y sus valiosos consejos nos han permitido no solo avanzar en nuestra investigación, sino también crecer como profesional y como persona. Gracias por brindarnos la oportunidad de explorar este apasionante campo de la radiología, y su incansable compromiso en cada etapa del proceso.

Nuestra familia ha sido un pilar fundamental durante este camino. A nuestros padres, por su amor incondicional, su confianza en nosotros y por enseñarnos la importancia de la perseverancia. A nuestros hermanos por su apoyo constante y por estar siempre a nuestro lado, animándonos en cada momento. Sin ustedes, este logro no hubiera sido posible.

También queremos agradecer a mis compañeros de la carrera y de la investigación, quienes compartieron sus conocimientos y su entusiasmo, convirtiendo este proceso en una experiencia enriquecedora y colaborativa. Cada conversación, cada intercambio de idea, fue fundamental para enriquecer el trabajo y continuar avanzando.

Finalmente, gracias a todos por su apoyo, confianza y dedicación. Este trabajo es el reflejo del esfuerzo y colaboración de muchos, y sin su ayuda, no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

Resumen

La radiología digital ha transformado el ámbito de la imagen médica, permitiendo una mejora significativa en la calidad diagnóstica y en la eficiencia de los procesos clínicos. En este contexto, la optimización de la calidad de imagen y la dosis al paciente es un tema crucial, ya que permite obtener imágenes de alta resolución con la menor cantidad de radiación posible. Los factores más relevantes en esta optimización son el Kilovoltaje (Kv) y el miliamperaje por segundo (mAs), los cuales influyen directamente en ambos aspectos. El objetivo principal de este estudio es analizar la influencia de los factores técnicos, especialmente el Kv y el mAs, en los procesos de control de la calidad de las imágenes radiológicas en radiología digital, con el fin de optimizar la precisión diagnóstica y reducir la dosis de radiación al paciente en radiología digital o directa. La metodología de investigación implementada es el enfoque cualitativo desde un tipo documental. Para finalizar, la optimización de los parámetros Kv y mAs es esencial para garantizar una alta calidad de imagen en radiología digital, al mismo tiempo que se minimiza la dosis de radiación administrada al paciente.

Palabras Clave: Radiología digital, Kilovoltaje, Miliamperaje por segundo, Optimización de la calidad de imagen, Radioprotección.

Abstract

Digital radiology has transformed the field of medical imaging, allowing a significant improvement in diagnostic quality and the efficiency of clinical processes. In this context, optimization of image quality and patient dose is a crucial issue, since it allows high-resolution images to be obtained with the least amount of radiation possible. The most relevant factors in this optimization are Kilovoltage (Kv) and milliamperage per second (mAs), which directly influence both aspects. The main objective of this study is to analyze the influence of technical factors, especially Kv and mAs, in the processes of control and optimization of the quality of radiological images in digital radiology, in order to optimize diagnostic precision and reduce the radiation dose to the patient in digital or direct radiology. The research methodology implemented is the qualitative approach from a documentary type. Finally, the optimization of the Kv and mAs parameters is essential to guarantee high image quality in digital radiology, while minimizing the radiation dose administered to the patient.

Keywords: Digital radiology, Kilovoltage (Kv), Milliamperage per Second (mAs), Optimization of image quality, radioprotection.

Tabla de Contenido

Introducción	10
Planteamiento del problema	12
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Marco teórico	17
Kilovoltaje (Kv) y Miliamperios-segundo (mAs): Fundamentos Técnicos en la Radiología Digital	18
Relación entre la Calidad de Imagen, la Dosis de Radiación y la Optimización de Parámetros Técnicos	19
Factores Operativos y su Impacto en la Calidad de Imagen en Radiología Digital	19
Principios de la Radiológica Digital y la Calidad de Imagen	21
Optimización de la Dosis al Paciente	22
El Rol del Kv y el mAs en la Optimización de la Calidad de Imágenes y la Dosis al Paciente	23
Situación en Colombia	24
Metodología	25
Enfoque de la investigación	25
Diseño de la investigación	25
Recolección de datos	26
Criterios de selección	26
Análisis de los datos	26

	7
Ética en la investigación	26
Limitaciones del estudio	27
Resultados	28
Conclusiones	35
Referencias bibliográficas	37

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Contribución de la Condiciones y Ajustes Técnicos Actuales al Control de Datos en Radiología.....</i>	29
Tabla 2 <i>Errores Comunes en los Ajustes de kV, mA y mAs.....</i>	31
Tabla 3 <i>Influencia de los Factores Técnicos (kV y mAs).....</i>	33

Lista de Figuras

Figura 1 *Imagen de Factores que Afectan la Radiología Digital*.....21

Figura 2 *Imagen de Radiología Digital*.....22

Introducción

En los últimos tiempos, la radiología digital ha revolucionado el diagnóstico médico, permitiendo obtener imágenes de alta calidad con mayor rapidez y precisión. Sin embargo, uno de los mayores desafíos en este campo es equilibrar la calidad de imagen con la dosis de radiación administrada al paciente. El control de factores técnicos como el kilovoltaje (kV) y el miliamperaje por segundo (mAs) es esencial para lograr este balance. El kV influye principalmente en el contraste y la penetración de la radiación, mientras que el mAs controla la cantidad total de radiación utilizada durante la exposición, afectando la densidad de la imagen y la dosis al paciente (Kasim et al., 2021).

La optimización de estos factores no solo mejora la calidad de la imagen, sino que también minimiza la exposición innecesaria a la radiación, lo que es fundamental para la seguridad del paciente. La implementación de técnicas de radiología digital debe considerar las características del equipo, las condiciones clínicas y las necesidades específicas de cada estudio, con el fin de asegurar que los estándares de calidad sean alcanzados sin comprometer la salud del paciente (Smith & Johnson, 2020). Este proyecto se propone investigar cómo la variación en los valores de kV y mAs impacta tanto en la calidad de la imagen obtenida como en la dosis recibida, con el objetivo de desarrollar pautas más eficientes y seguras en la práctica radiológica diaria.

Esta investigación se justifica en la necesidad de revisar las prácticas actuales en la radiología digital, proponiendo recomendaciones basadas en la evidencia científica que permitan a los profesionales de la salud tomar decisiones más informadas y precisas al momento de seleccionar los parámetros técnicos para cada examen radiológico.

Planteamiento del Problema

La radiología digital ha revolucionado la medicina moderna al mejorar la calidad de las imágenes diagnósticas y optimizar los procesos de diagnósticos. Los parámetros técnicos, el kilovoltaje (Kv) y los miliamperios-segundo (mAs) son determinantes en la calidad de imagen final y en la dosis a la que ha sido expuesto el paciente. Un ajuste inadecuado de estos factores se traduce en una irracional exposición del paciente a la radiación ionizante y una imagen de poca utilidad para el diagnóstico médico. Mas allá de las ventajas de la radiología digital, la literatura ha demostrado problemas y limitaciones en la optimización de los parámetros técnicos que aseguren la calidad de imagen, a partir de la reducción de la dosis recibida por el paciente (Contreras et al., 2022).

El kilovoltaje (Kv) está relacionado con la penetración de los rayos x, afectando la capacidad para obtener imágenes claras de diferentes densidades en los tejidos del cuerpo. Un kV inadecuado puede generar imágenes con bajo contraste o mala penetración, dificultando la interpretación clínica. Por otro, el miliamperaje (mA) influye en la calidad de radiación emitida y la calidad de los rayos X y, en consecuencia, la calidad de ruido en la imagen (Gamboa-Suárez et al.; 2022). Un mA insuficiente puede resultar en imágenes borrosas, mientras que un mA excesivo puede generar una dosis innecesaria y peligrosa de radiación para el paciente.

En Colombia, el sector de la radiología digital enfrenta diversas dificultades en cuanto a la estandarización de esos parámetros. Aunque existen protocolos internacionales y nacionales que buscan regular los niveles de exposición radiología, en la práctica clínica aún persisten variaciones significativas en el ajuste de los valores de Kv y mAs debido a la heterogeneidad en los equipos disponibles, las condiciones de trabajo en diferentes instituciones de salud y la falta de capacitación continua del personal radiológico en algunos casos. Además, las particularidades

del sistema de salud colombiano, como la diversidad de infraestructuras (hospitales públicos, privados, rurales, urbanos) y el acceso a tecnologías de última generación, contribuyen a una disparidad en los niveles de calidad de imagen y seguridad radiológica entre las diferentes instituciones.

De ahí que el problema de investigación es en torno a *¿cómo los ajustes del Kv y mAs pueden influir en la optimización de la calidad de la imagen y en la minimización de la dosis al paciente?* A través de una revisión exhaustiva de la literatura, se buscan identificar las estrategias más efectivas para ajustar estos parámetros en los sistemas de radiografía digital, considerando tanto la eficiencia tecnológica como la seguridad radiológica.

Justificación

La optimización de la calidad de imagen y la dosis radiológica al paciente son aspectos fundamentales en la práctica de la radiología digital en Colombia, país en donde las condiciones del sistema de salud varían considerablemente entre regiones y tipos de instituciones. A pesar de los avances tecnológicos, la adecuada gestión de los parámetros de exposición, como el kilovotaje (Kv) y el miliamperaje por segundo (mAs), sigue siendo un reto crucial para los radiólogos y tecnólogos en imágenes diagnósticas. Un ajuste inadecuado de estos factores puede resultar en imágenes de mala calidad, lo que dificulta el diagnóstico, o en una dosis innecesariamente alta, que aumenta el riesgo de efectos adversos en la salud de los pacientes (Contreras et al., 2022).

En Colombia, donde coexisten una gran diversidad de hospitales y clínicas, tanto en áreas urbanas como rurales, la calidad de los equipos y la capacitación del personal técnico varía significativamente. En las zonas rurales o en hospitales de menor capacidad económica, es frecuente encontrar equipos más antiguos o menos avanzados, lo que podría limitar a capacidad de optimizar correctamente los valores de Kv y mAs. Esto podría comprometer tanto la calidad de las imágenes como la seguridad radiológica de los pacientes. Por otro lado, en hospitales más grandes y especializados, aunque la tecnología es más avanzada, la falta de capacitación continua y de protocolos estandarizados podría dar lugar a una variabilidad en la aplicación de los parámetros de exposición, lo que afectaría tanto la eficiencia diagnóstica como la protección dialógica.

De esta forma, la optimización de estos dos factores, Kv y mAs, se vuelve aún más relevante en el contexto colombiano, dado el énfasis en reducir la exposición a la radiación, especialmente en un entorno en el que se busca cumplir con los estándares internacionales de

justificación y optimización de la dosis radiológica establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Comisión Internacional de protección Radiológica (ICRP). La correcta manipulación de estos parámetros no solo asegura una calidad diagnóstica óptima, sino que también ayuda a reducir los riesgos asociados con la exposición a radiaciones ionizantes, cumpliendo con los principios de protección radiológica que priorizan la minimización de la dosis sin comprometer la calidad de la imagen necesaria para un diagnóstico preciso.

En este sentido, la justificación del presente documento radica en que el adecuado ajuste de los factores Kv y mAs no solo es un requisito técnico, sino también una responsabilidad ética y profesional para garantizar que el paciente reciba la mínima cantidad de radiación necesaria para obtener una imagen de alta calidad, contribuyendo a una mayor seguridad en la atención médica.

Finalmente, la presente investigación contribuye a la mejora de la calidad de la atención radiológica al proporcionar pautas claras y basadas en la evidencia para la optimización de los parámetros técnicos en la radiología digital. De esta manera, se busca no solo mejorar los resultados clínicos, sino también aumentar la seguridad del paciente y promover el cumplimiento de las normativas internacionales de protección radiológica.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la influencia del kilovoltaje y el miliamperaje en los procesos de control y optimización de la dosis recibida, y la calidad de la imagen en radiología digital

Objetivos Específicos

Evaluar, a partir de la literatura, el impacto de los factores técnicos en el control de la dosis del paciente y la calidad de la imagen médica.

Identificar los errores más comunes relacionados con los ajustes de Kv, mA y mAs, evaluando su efecto en la calidad de imagen y en la dosis de radiación al paciente.

Describir la influencia y la importancia del kilovoltaje y el miliamperaje en la mejora de la calidad de la imagen radiológica digital

Marco Teórico

Histórica y cronológicamente, la radiología tiene sus orígenes en un avance significativo con el descubrimiento de los rayos x gracias a Wilhelm Conrad Roentgen, que dio paso a lo que sería hoy en día la radiología diagnóstica como se conoce, esto impulsado por el avance tecnológico y las guerras mundiales que se avecinaban y los cambios culturales, la primera radiografía en Colombia fue el 4 de julio de 1902, gracias a ese estudio se pudo realizar una cirugía con éxito, para extraer fragmentos de plomo y metralla, producto de una herida con arma de fuego (escopeta); un avance muy importante fue la radiología digital implementada en 1980, esto conllevó a almacenar, capturar y visualizar las imágenes en un ordenador con mejor definición.

La radiología ha sufrido una importante transformación con la incorporación de la tecnología digital, lo que ha llevado a una notable mejora tanto en el modo de adquirir las imágenes como en el de interpretarlas. Anteriormente, los procedimientos radiológicos analógicos se trasladaban a la película y estaban caracterizados por prolongados procesos de revelados, además de que requerían el uso de las placas radiográficas; de este modo, la flexibilidad en la modificación de los parámetros físicos de operación estaba muy limitada. Con la llegada de la radiología digital, la mejora ha sido notable tanto en la eficiencia del proceso como en la capacidad para realizar ajustes inmediatos en los parámetros técnicos, como es el caso del kilovoltaje (Kv) y de los miliamperios-segundo (mAs). De tal forma, esta tecnología contribuye a la mejora de la calidad de la imagen sin que el propio paciente se vea afectado por este cambio, lo que ha transformado, en definitiva, la práctica radiológica contemporánea (Contreras et al., 2022).

Para encontrar la relación que existe entre la tecnología digital y la calidad de imagen, en este sentido están totalmente implicados los ajustes prácticos de esos parámetros técnicos. En la radiología digital, los equipos aportan un control mucho más explícito sobre esos parámetros, de hecho, se puede controlar mucho mejor la dosis de radiación y se puede mejorar la calidad de las imágenes que se obtienen mediante diagnóstico por imagen. La búsqueda de un equilibrio entre calidad de imagen y seguridad radiológica se está convirtiendo en un objetivo prioritario en esta nueva etapa del diagnóstico por imagen.

Kilovoltaje (Kv) y Miliamperios-segundo (mAs): Fundamentos Técnicos en la Radiología Digital

El kilovoltaje (Kv) representa la energía de los fotones de rayos X que son capaces de atravesar el organismo y va a determinar la penetración de la radiación a través de los tejidos que atraviesa. En términos generales, el incremento de Kv favorece la penetración de los rayos X y, por lo tanto, contribuye a obtener imágenes más definidas en estructuras densas a expensas de un mejor contraste. En la radiología digital, esta consideración permitirá optimizar la dosis de radiación, ya que un incremento del Kv puede venir seguido de un decremento de los mAs sin perjuicio de la calidad de imagen (Contreras et al., 2022). No obstante, si el Kv no es ajustado correctamente, las imágenes presentan un menor contraste y, con ello, se verá comprometido el diagnóstico de las patologías más laxas.

Por su parte, los miliamperios-segundo (mAs) nos van a determinar la cantidad de fotones emitidos durante un tiempo determinado. Un incremento de mAs va a incrementar la dosis de radiación, así como la definición de imagen. Sin embargo, un incremento excesivo de la dosis puede provocar que el paciente sufra riesgos innecesarios. En la radiología digital la

capacidad de ajuste de los mAs es un elemento vital para la definición de la imagen y para limitar la exposición del paciente a la radiación innecesaria (Fernández, 2013).

Relación entre la Calidad de Imagen, la Dosis de Radiación y la Optimización de Parámetros Técnicos

Uno de los avances más destacados de la radiología digital reside en la opción de modificar tanto el Kv como los mAs, de modo que permita disminuir la exposición a la radiación conforme al principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) que significa "tan bajo como sea razonablemente posible" y pretende disminuir la dosis de radiación dirigida al paciente, sin comprometer la calidad diagnóstica (Mondaca, 2006). El ajuste del Kv y los mAs resulta una práctica importante en los pacientes pediátricos ya que la pediatría presenta un aumento de sensibilidad a la radiación y presenta la necesidad de disminuir dosis para evitar potenciales sucesos adversos secundarios a la radiación con el paso del tiempo.

En la práctica clínica, al alterar el Kv se requerirá disminuir los mAs, con ello el paciente se verá sometido a una menor exposición, sin afectar en términos significativos la calidad de la imagen. No obstante, hay que ser cauto al modificar el Kv, pues sus elevados valores pueden deteriorar el contraste de la imagen y dificultar la identificación de algunos detalles de importancia. La interacción de ambos parámetros indica la gran responsabilidad que posee el profesional de ajustar de forma precisa ambos factores, de manera que logre un equilibrio entre calidad de imagen y seguridad del paciente (Gamboa-Suárez et al., 2022).

Factores Operativos y su Impacto en la Calidad de Imagen en Radiología Digital

Pese a que la tecnología digital ha mejorado notablemente la calidad de la imagen, el manejo de los equipos y la formación del personal continúan siendo auténticos pilares para el éxito de la práctica radiológica. Los operadores deben estar formados para ajustar correctamente

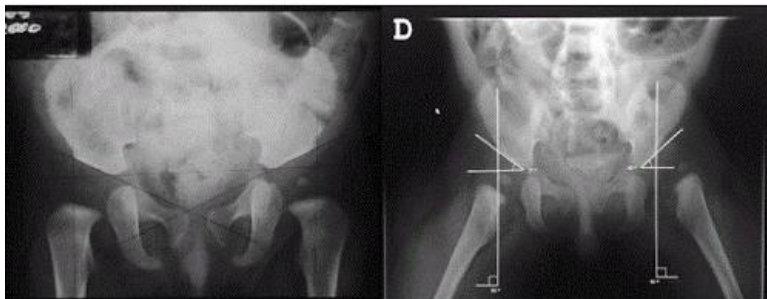
los parámetros técnicos, como el Kv y los mAs, en función de las características del paciente y el estudio clínico que se necesite. Un buen mantenimiento de los equipos asegura que los mismos se utilizan dentro de los estándares óptimos y se evitan las repeticiones del estudio o bien una exposición del paciente a mayores niveles de radiación (Buades & González, 2013).

La estandarización y la implementación de protocolos que guíen el ajuste de los parámetros toman la misma importancia. Si el ajuste del Kv y los mAs entre instituciones o bien en la misma instalación tiende a ser variable, podría afectar negativamente a la calidad de la imagen obtenida o la de la seguridad del paciente. Por lo tanto, es muy importante establecer procedimientos claros para asegurar la optimización continua de estos parámetros en radiología digital (Albillos, 2016).

Tanto el kilovoltaje (Kv) como el miliamperaje (mA) y miliamperaje segundo (mAs) son los factores que contribuyen a la calidad de imagen porque van ligados a protocolos, tubo y fatpanel, el Kv es la energía de haz de rayos, mA es el foco da fuerza o velocidad con que viajan el haz de rayos, mAs es el tiempo en recorrer ese haz de rayos hacia la estructura anatómica, mencionando la práctica segura de dosis de radiación en pacientes y trabajadores de la salud, Distancia (D), Blindaje (B), Tiempo (T).

Figura 1

Imagen de Factores que Afectan la Radiología Digital



Nota. Factores de Exposición Óptimos de Radiación en Radiología Convencional y Digital para Obtener Imágenes Diagnosticas de calidad. [Fotografía], por Huanca, D., 2015., flíck (http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762016000200010&lng=es&nrm=iso)

Principios de la Radiológica Digital y la Calidad de Imagen

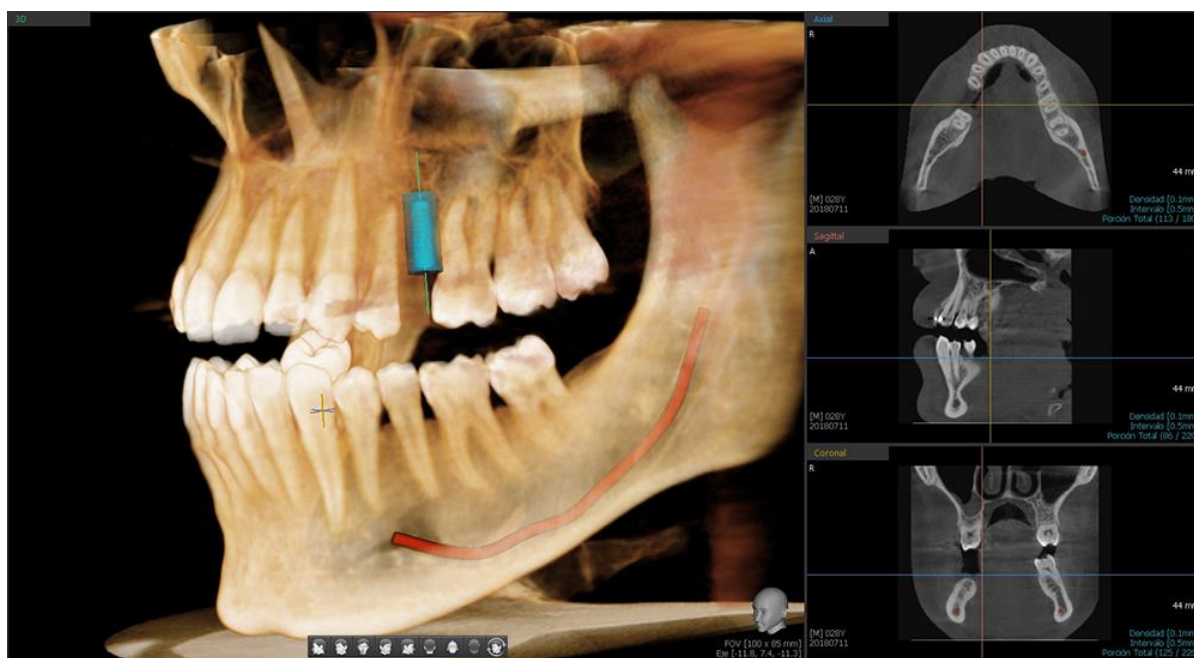
La radiología digital se refiere al uso de tecnologías de imagen como los sistemas de rayos X digitales y las cámaras de captura directa o indirecta, que reemplazan la tradicional película radiográfica. Esta tecnología permite obtener imágenes digitales que pueden ser procesadas, almacenadas y compartidas de manera más eficiente que los métodos convencionales. A través de la digitalización, se mejora la visibilidad de los detalles clínicos, lo que permite a los radiólogos realizar diagnósticos más precisos (Briggs, 2019).

La calidad de la imagen radiológica depende de varios factores técnicos, entre los cuales el Kv y el mAs juegan un papel crucial. El Kv influye en la penetración de los rayos X a través del cuerpo del paciente. A mayor Kv, mayor es la energía de los fotones, lo que les permite penetrar tejidos más densos como huesos. Sin embargo, un Kv excesivamente alto puede resultar en una imagen con bajo contraste, dificultando la visualización de estructuras delicadas

(Faulkner & McDicken, 2018). Por su parte, el mAs controla la cantidad de radiación emitida durante la exposición y, en consecuencia, la intensidad de la imagen y la dosis de radiación administrada al paciente. Un valor insuficiente de mAs puede resultar en una imagen subexpuesta, mientras que un valor excesivo de mAs incrementa innecesariamente la dosis de radiación (Rutherford, 2020).

Figura 2

Imagen de Radiología Digital



Nota. TAC Dental 3D (CBCT): es utilizado para planificación de implantes y extracción de dientes y da una mejor visión al tecnólogo en radiología. [Fotografía], por Dental. S.f., flíck (<https://www.a2dentalmallorca.com/radiologia/>)

Optimización de la Dosis al Paciente

El principio de justificación y optimización de la dosis radiológica es esencial en cualquier procedimiento radiológico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la

Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), todo procedimiento de radiología debe ser justificado, es decir, debe existir una razón clínica válida para su realización, y la dosis administrada debe ser la mínima necesaria para obtener la información diagnóstica adecuada. Este enfoque busca reducir el riesgo de efectos adversos derivados de la exposición a la radiación ionizante (ICRP, 2019).

En Colombia, el cumplimiento de estos principios es de particular relevancia, dado que las condiciones del sistema de salud varían significativamente entre las zonas urbanas y rurales. Las clínicas y hospitales en zonas rurales pueden no contar con los equipos de última generación, lo que hace más difícil ajustar adecuadamente los valores de Kv y mAs. Además, la capacitación del personal técnico en las áreas rurales puede no ser tan constante, lo que aumenta el riesgo de no aplicar los principios de optimización de la radiación de manera efectiva (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2021).

El Rol del Kv y el mAs en la Optimización de la Calidad de Imágenes y la Dosis al Paciente

El Kv y el mAs son dos parámetros esenciales para lograr un balance entre una alta calidad de imagen y una dosis mínima al paciente. La calidad de la imagen no solo depende de la resolución espacial (capacidad de ver pequeños detalles) y el contraste (diferenciación de tejidos), sino también de la exposición adecuada.

Kv: Este parámetro afecta la penetración de la radiación a través del cuerpo del paciente y, por lo tanto, la calidad del contraste de la imagen. Para obtener un buen contraste en las imágenes de rayos X, se recomienda que el Kv esté ajustado para el tipo de examen y la anatomía a evaluar. Un Kv bajo puede resultar en una imagen con alto contraste, pero con más ruido, mientras que un Kv alto puede proporcionar una imagen con bajo contraste (Khan, 2018).

mAs: Es fundamental en la determinación de la cantidad de radiación utilizada. Este valor se calcula multiplicando el miliamperaje (mA) por el tiempo de exposición (s). Si bien un mAs más alto incrementa la cantidad de radiación y mejora la calidad de la imagen, también puede aumentar el riesgo de exposición al paciente. Por tanto, el desafío radica en encontrar un valor adecuado de mAs que permita obtener imágenes de calidad sin exponer al paciente a dosis innecesarias de radiación (Seeram, 2019).

Situación en Colombia

En Colombia, la radiología digital ha avanzado considerablemente en los últimos años, pero aún persisten desafíos relacionados con la estandarización de la práctica radiológica en todo el país. Las variaciones en la infraestructura y la capacitación del personal afectan la capacidad de los profesionales de la radiología para aplicar correctamente los principios de optimización de la dosis. Un estudio realizado en hospitales de Bogotá mostró que el 25% de los técnicos radiólogos no aplicaban correctamente los valores recomendados de Kv y mAs, lo que podría comprometer tanto la calidad de la imagen como la seguridad del paciente (Gómez & Pardo, 2020).

Metodología

La metodología para la elaboración del presente trabajo de investigación vendrá determinada y estructurada a las ideas que se persiguen, se circunscribirá a una exhaustiva revisión de la literatura científica sobre los factores técnicos Kv y mAs en la radiología digital. Por consiguiente, los aspectos de metodología vienen a describirse a continuación:

Enfoque de la Investigación

Este trabajo básicamente utilizará un enfoque cualitativo de tipo descriptivo dado que la pretensión última es revisar y analizar la información disponible sobre la influencia de los parámetros técnicos Kv y mAs en la optimización de la calidad de imagen y la reducción de las dosis de radiación al paciente en los sistemas de radiológica digital. Se pretende conocer mediante la revisión bibliográfica de estudios previos y artículos científicos los avances que existe, así como las dificultades que presenta la correcta calibración de los parámetros mencionados.

Diseño de la Investigación

El diseño del estudio (no experimental) es aquél en el cual no hay un control de la variable, se llevará a cabo una revisión bibliográfica que permita observar y analizar las mejores prácticas respecto a la cualidad de los parámetros Kv y mAs en radiología digital. En este caso la investigación se fundamentará en la recopilación y análisis de fuentes secundarias; artículos de investigación, revisiones sistemáticas y guías de buenas prácticas, las cuales conllevarán la construcción de un marco teórico robusto y fundamentado.

Recolección de Datos

La obtención de los Datos se realizará mediante una búsqueda de artículos académicos y estudios de caso en bases de datos científicas tales como Google Scholar y e - Biblioteca UNAD. Las palabras clave que se usarán en la búsqueda serán: “calidad de imagen en radiología digital”, “optimización de parámetros Kv y mAs”, “reducción de dosis en radiología digital”, y “seguridad radiológica”. Se incluirán los estudios publicados en el último período de 10 años para garantizar la actualidad y la relevancia de la información.

Criterios de Selección

Se seleccionarán aquellos artículos que aborden de una manera concreta la relación entre los parámetros técnicos (Kv y mAs) y la calidad de la imagen, así como la reducción de la dosis en el paciente. Se excluirán aquellos estudios que no hagan referencia a la radiología digital o ya estén enfocados en otros tipos de tecnologías radiológicas que no se reflexionan en el presente contexto del estudio.

Análisis de los Datos

El análisis de los datos obtenidos se realizará con un análisis temático que agrupará los diferentes hallazgos en categorías tales como: optimización de la calidad de imagen, reducción de dosis radiológica, ajuste de parámetros técnicos y práctica clínica en la radiología digital.

Ética en la Investigación

Dado que este trabajo es un estudio mediante revisión bibliográfica no se solicita el consentimiento informado pues esta no la investigación no implica la utilización de seres humanos ni de seres vivos. Se garantizará la veracidad científica y la transparencia citando todas las fuentes que se han tenido en cuenta, cumpliendo la normativa de las normas APA, 7ª edición.

Limitaciones del Estudio

Una posible limitación de este estudio sería la disponibilidad y acceso a artículos relacionados con los parámetros Kv y mAs en radiología digital en determinadas bases de datos junto con la heterogeneidad de los estudios que se han revisado. Otra limitación puede ser la no estandarización de la aplicación de estos parámetros en diferentes centros, lo que dificultaría la comparación directa con los resultados de diferentes tipos de trabajos.

Resultados

La influencia de los factores técnicos especialmente en Kv, mA y mAs, en los procesos de control y optimización de la calidad de las imágenes radiológicas en radiología digital revela que la comprensión y aplicación adecuada de estos parámetros es fundamental para alcanzar dos objetivos claves: optimizar la precisión diagnóstica y reducir la dosis de radiación al paciente.

Diversos estudios documentales destacan que el kV tiene un impacto crucial en la calidad de la imagen y la radiación. Un kV más alto aumenta la penetración de los rayos X, lo que resulta en una mayor claridad de la imagen, especialmente en tejidos más densos. Sin embargo, también incrementa la dosis de radiación al paciente. En el análisis documental, se ha identificado que la elección del kV debe estar determinada por el tipo de examen y la densidad anatómica del paciente. La optimización de este parámetro es esencial para mantener un equilibrio entre la calidad diagnóstica y la seguridad radiológica (Lemay, 2021; Rodríguez et al., 2022).

Así mismo, el mA que controla la cantidad de electrones generados en el tubo de rayos X, está estrechamente relacionado con la intensidad de la radiación. Según los resultados del análisis documental, un aumento en el mA mejora la calidad de la imagen al reducir el ruido, pero también incrementa la exposición radiológica. Es fundamental que este parámetro se ajuste no solo al tamaño del paciente, sino también a la región anatómica a examinar. El ajuste adecuado del mA ayuda a mantener la relación calidad-radiación en un rango óptimo, reduciendo así el riesgo de sobreexposición y manteniendo una imagen diagnósticamente útil (Serrano et al., 2020).

De igual manera, el parámetro mAs es el producto de mA y el tiempo de exposición y representa la cantidad total de radiación entregada al paciente. Según los estudios documentales,

el ajuste preciso del mAs es esencial para evitar la sobreexposición sin comprometer la claridad de la imagen. En el análisis, se encontró que un mAs demasiado baja puede generar imágenes con poco contraste y ruido excesivo, mientras que un mAs elevado puede incrementar innecesariamente la dosis. Por ello, el ajuste del mAs debe ser cuidadosamente realizado según el tipo de examen y las características del paciente (Smith & Johnson, 2019).

Los resultados también indican que la interacción entre estos tres factores es compleja y debe ser cuidadosamente gestionada. Se ha encontrado que, aunque el kV es un factor determinante para la penetración de los rayos X, un incremento en el mA o mAs podría compensar la disminución del contraste resultante de un kV bajo. Además, el uso de radiografía digital directa permite un ajuste más preciso de estos parámetros, con la ventaja adicional de que las imágenes pueden ser manipuladas digitalmente para mejorar el contraste sin aumentar la dosis de radiación (Rodríguez et al., 2022).

En cuanto a la reducción de la dosis de radiación, los resultados indican que la optimización de estos factores técnicos juega un papel esencial en la seguridad del paciente. Se documenta que el uso de tecnologías como la radiografía digital directa ha permitido realizar ajustes más específicos y eficaces en los parámetros, logrando imágenes de alta calidad a menor dosis de radiación. Además, el control técnico preciso no solo mejora la calidad de las imágenes, sino que también reduce el riesgo de efectos adversos por radiación (Lemay, 2021).

Tabla 1*Contribución de la Condiciones y Ajustes Técnicos Actuales al Control de Datos en Radiología*

Aspecto	Descripción
Condiciones Técnicas Actuales	<p>Tecnología de Imágenes de alta resolución: El uso de equipos avanzados como RC, RM y ecografía permite obtener imágenes más precisas y detalladas, contribuyendo a un diagnóstico más certero (Pappas & Kumari, 2022).</p> <p>Sistemas PACS: La digitalización de imágenes médicas y su almacenamiento en sistemas de comunicación y archivo (PACS) facilita el control, acceso y protección de los datos del paciente.</p> <p>Normativas de protección de datos: la implementación de normativas internacionales como la Ley HIPAA o GDPR en Europa regula el uso y acceso a la información médica, asegurando la privacidad y seguridad de los pacientes (Williams & Patel, 2023).</p>
Ajustes Técnicos Actuales	<p>Optimización de parámetros técnicos: Ajustes en la dosis de radiación, frecuencia, resolución y otros parámetros técnicos aseguran que las imágenes sean de alta calidad, con menos exposición a radiación para el paciente (Doshi & Mehta, 2021).</p> <p>Digitalización y procesamiento avanzado de imágenes: la conversión de imágenes a formatos digitales y su procesamiento mediante software avanzado minimiza errores en el diagnóstico, mejora la precisión de los datos y facilita su almacenamiento seguro (Sánchez, 2020).</p>
Control de Datos Radiología	<p>Calidad y Precisión en el almacenamiento: Los sistemas PACS permiten almacenar imágenes de manera digital, garantizando su calidad, accesibilidad y trazabilidad a lo largo del tiempo (Pappas & Kumari, 2022).</p> <p>Protección de datos y acceso restringido: Los sistemas de almacenamiento y comunicación de imágenes deben cumplir con regulaciones de seguridad como la HIPAA y el GDPR para proteger la información del paciente contra</p>

Aspecto	Descripción
Impacto en el Paciente	<p>accesos no autorizados (Williams & Patel, 2023).</p> <p>Mayor precisión diagnóstica: Los avances técnicos y el control de la calidad de los datos permiten un diagnóstico más certero, mejorando los resultados clínicos para el paciente (Doshi & Mehta, 2021).</p> <p>Reducción de la exposición a radiaciones: Los ajustes de datos optimizados aseguran que los pacientes reciban la mínima cantidad de radiación necesaria para obtener imágenes diagnósticas de alta calidad, reduciendo los riesgos para su salud (Sánchez, 2020)</p>

Nota. Cuadro que contiene la contribución de las condiciones y ajustes técnicos actuales al control de datos en Radiología. Autoría propia.

La literatura científica actual destaca la importancia de las condiciones y ajustes técnicos en la radiología para garantizar un control eficaz y seguro de los datos de los pacientes. Los avances en tecnologías como PACS y RIS han optimizado el almacenamiento y el acceso a las imágenes médicas, mejorando la eficiencia en los sistemas de salud. además, los ajustes técnicos en las modalidades de imágenes, como la optimización de la dosis de radiación y la implementación de algoritmos de inteligencia artificial, contribuyen a mejorar la calidad de los datos y la seguridad del paciente al reducir la exposición innecesaria a radiaciones.

Tabla 2*Errores Comunes en los Ajustes de kV, mA y mAs.*

Ajuste	Error Común	Efecto en la Calidad de Imagen	Efecto en la Dosis de Radiación
kV (Kilovoltaje)	Bajo kV: No es suficiente para penetrar los tejidos más densos.	Imágenes con bajos contraste, detalles poco claros o distorsionados.	Aumento de la dosis de radiación para compensar la falta de penetración, elevando innecesariamente la exposición al paciente (Sprawls, 200).
	Alto kV: Exceso de energía que puede atravesar los tejidos blancos.	Disminución del contraste de la imagen, dificultando la visualización de detalles finos y estructurales.	Reducción de la dosis de radiación, pero a costa de una calidad de imagen menor, ya que los detalles finos se pierden (Huda & Gur, 2019).
mA (miliamperaje)	Bajo mA: Insuficiente cantidad de corriente para crear imágenes de alta calidad.	Imágenes con ruido (grano), lo que reduce la definición y claridad de la imagen.	Si se compensa con un mayor tiempo de exposición, la dosis de radiación aumenta innecesariamente.
	Alta mA: Exceso de corriente puede resultar en imagen sobreexpuestas.	Imágenes demasiado densas, lo que puede ocultar detalles importantes y hacer más difícil el diagnóstico.	Aumento significativo de la dosis de radiación, a lo mejor innecesario, especialmente en pacientes más jóvenes (Seeram, 2016).
Tiempo de Exposición	Tiempo de exposición insuficiente: No se otorga suficiente tiempo para la captura de la imagen.	Imagen subexpuesta, con detalles faltantes o distorsionados, lo que afecta la calidad diagnóstica.	Si se aumenta la mA para compensar, la dosis de radiación aumento innecesariamente (Bushong, 2016).
	Tiempo de exposición excesiva: Exposición prolongada sin necesidad.	Imagen sobreexpuesta, con pérdida de detalles y contraste, afectando la claridad diagnóstica.	Aumento de la dosis de radiación son un beneficio adicional en la calidad de la imagen, lo que incrementa el riesgo para el paciente (Seeram, 2016).

Nota. Cuadro de errores en los ajustes de kV, mA, y tiempo de exposición, y su efecto en la calidad de imagen y dosis de radiación. Autoría propia.

Los ajustes incorrectos de kv, mA y tiempo de exposición son fuentes comunes de error en la práctica radiológica, con consecuencias directas tanto en la calidad de las imágenes como en la dosis de radiación recibida por el paciente. Un bajo kV puede resultar en imágenes con bajo contraste, lo que obliga a aumentar la dosis de radiación para mejorar la penetración, mientras que un alto kV reduce el contraste y puede comprometer la calidad de la imagen. En cuanto al mA, valores bajos generan imágenes ruidosas, lo que puede llevar a un aumento en la exposición temporal, mientras que valores altos provocan imágenes sobrepuestas, incrementando innecesariamente la dosis de radiación.

Tabla 3

Influencia de los Factores Técnicos (kV y mAs).

Factor Técnico	Descripción	Efectos en la Calidad de Imagen	Impacto en la Mejora de la Imagen
Kv (Kilovoltaje)	El kV determina la energía del haz de rayos X. Un kV bajo proporciona menos energía, mientras que un kV alto proporciona más energía para penetrar los tejidos.	Un kV adecuado aumenta el contraste de la imagen al proporcionar suficiente penetración sin perder detalles.	Mejora la penetración de la radiación, lo que resulta en una imagen más clara y bien definida.
		Un kV bajo produce imágenes con alto contraste, pero con detalles limitados.	Aumenta la visibilidad de los detalles estructurales importantes en la imagen.
mAs (Miliamperaje-segundos)	El mAs es el producto del miliamperaje (MA) y el tiempo de exposición (s). Controla la cantidad de radiación entregada.	Un mAs adecuado asegura una imagen de calidad sin ruido o grano, manteniendo la claridad de los detalles.	Aumentar mAs mejora la densidad de la imagen, haciendo que los detalles sean más visibles.
		Un mAs bajo puede generar una imagen ruidosa con poca deficiencia, especialmente en áreas de baja densidad.	Un mAs alto puede generar una imagen más detallada y precisa, pero con mayor dosis de radiación.
Interacción ente kV y mAs	La combinación de un kV adecuado y mAs equilibrado es crucial para obtener una imagen de alta calidad sin comprometer la dosis.	El kV adecuado con un mAs equilibrado previene imágenes subexpuestas, mantenido el contraste y la nitidez.	Optimiza la calidad general de la imagen y minimiza la dosis de radiación al paciente.

Nota. Cuadro Influencia de los Factores Técnicos (kV y mAs) en el Mejoramiento y Calidad de

la Imagen. Autoría propia.

Los factores técnicos como kV y mAs son fundamentales para el mejoramiento y la calidad de la imagen radiológica. El kV influye directamente en el contraste y la penetración de los rayos X, lo que afecta la visibilidad de los detalles en las imágenes. Un kV adecuado mejora la calidad del contraste sin perder la definición de las estructuras importantes. Por otro lado, el mAs, al controlar la cantidad de radiación entregada, juega un papel clave en la densidad de la imagen; un mAs bien ajustado garantiza imágenes claras y detallada, sin ruido ni sobreexposición.

Conclusiones

Los resultados del análisis documental evidencian que los parámetros técnicos de kV, mA y mAs son fundamentales para lograr una radiología digital optimizada, tanto en términos de precisión diagnóstica como en la minimización de la dosis radiológica. La correcta interacción entre estos factores, adaptada al tipo de examen y las características del paciente, es clave para maximizar los beneficios de la radiología digital. La optimización de estos parámetros, junto con el uso de tecnologías avanzadas, permite no solo obtener imágenes de alta calidad, sino también reducir los riesgos asociados con la exposición a la radiación.

La protección de los datos del paciente es un aspecto fundamental que se ha fortalecido con la implementación de sistemas de seguridad robustos, como la encriptación y el control de acceso, cumpliendo con normativas internacionales sobre privacidad. Las normativas éticas y regulatorias proporcionan un marco para el uso responsable de la radiología, asegurando que tanto la calidad de las imágenes como la gestión de los datos están alineadas con los estándares internacionales. En conjunto, estos avances técnicos y normativos mejoran la calidad del cuidado del paciente, promoviendo una gestión de los datos radiológicos más segura y eficiente, al tiempo que cumplen con los requisitos éticos y legales necesarios.

El tiempo de exposición debe ser ajustado cuidadosamente para evitar la subexposición o la sobreexposición de la imagen, lo cual también tiene implicaciones en las dosis radiológicas. Una correcta comprensión y manejo de estos parámetros es esencial para optimizar tanto la calidad de las imágenes diagnósticas como la protección del paciente frente a la radiación.

Para finalizar, el equilibrio adecuado entre kV y mAs no solo mejora la calidad de la imagen, sino que también minimiza la dosis de radiación recibida por el paciente, lo que es crucial en la práctica clínica. Un ajuste adecuado de estos parámetros permite obtener imágenes

de alta calidad, optimizando tanto la precisión diagnóstica como la seguridad del paciente.

Referencias Bibliográficas

- Albillos, J. (2016). *Capítulo 9. Fundamentos del procesado de la imagen. Aplicaciones básicas y avanzadas*. In F. Azpeitia Arman, J. Puig Domingo & R. Soler Fernández, Manual para Técnico Superior en Imagen para el Diagnóstico y Medicina Nuclear (1st ed., pp. 106-116). Medica Panamericana. [https://www-medicapanamericana-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/VisorEbooKv2/Ebook/9788498351026?token=01d497d9-f809-40b0-a366-62fafc593928#{\"Pagina\":\"106\", \"Vista\":\"Indice\", \"Busqueda\":\"\"}](https://www-medicapanamericana-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/VisorEbooKv2/Ebook/9788498351026?token=01d497d9-f809-40b0-a366-62fafc593928#{\)
- Briggs, S. R. (2019). *Digital radiography and its impact on imaging quality*. *Radiology Today*, 18(4), 45-51.
- Buades, M., & González, A. (2013). *Métricas que definen la calidad de imagen* Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReader . In *Introducción al Control de Calidad en Radiología Digital* (1st ed., pp. 43-83). Sociedad Española de Física Médica. <http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/8-2013-Control-de-calidad-en-Radiologia-Digital.pdf> Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReader
- CLAUS, T. V. et al. (2019). *Otimização de técnicas de exposição em sistema de radiologia computadorizada (RC) / Optimization of exposure techniques in computerized radiology (RC) system*. *Brazilian Journal of Health Review*; v. 2, n. 5 (2019, [s. l.], 2019. DOI 10.34119/bjhrv2n5-015. Disponível em: <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=9bfa859b-1260-3f37-971d-2ae4ae98a478>
- Contreras, J. S., Jiménez-Rodríguez, L. A., & Gamboa-Suárez, R. (2022). *Contribución de la radiología digital al mejoramiento de la calidad en el servicio de imagenología*. *NOVA:*

- Publicación Científica En Ciencias Biomédicas*, 20(39), 25–47. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.22490/24629448.6576>
- E. J. Usuga Quiroz, J. M. (2009). *Construcción de un Kilovoltímetro de Atenuación para Control de Calidad en Radiodiagnóstico*.
- Faulkner, K., & McDicken, W. N. (2018). *The Physics of Medical Imaging* (3rd ed.). CRC Press.
- Fernández Soto, J. M. (2013). *Radiología digital y técnicas guiadas por fluoroscopia: impactos en la dosis de radiación a los pacientes*. <https://docta.ucm.es/bitstreams/2bff8113-2738-47da-ab3c-e7c93396a22a/download>
- Fernández, M. L. (2013). *Radiología digital. tecnología radiológica*, 21. https://www.aetr.net/wp-content/uploads/2014/09/Revista_AETR_083.pdf#page=21
- Gómez, A., & Pardo, J. (2020). *Evaluación de la optimización de parámetros radiológicos en hospitales de Bogotá, Colombia*. *Revista Colombiana de Radiología*, 31(2), 105-112.
- HOMERO WILCHES-VISBAL, J.; CLARA CASTILLO-PEDRAZA, M.; FELIPE HERNÁNDEZ-MARULANDA, A. (2023). *Apps para estimar dosis de radiación en radiología médica y dental: una revisión descriptiva*. *Ingeniería y Competitividad*, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 182–199, 2023. DOI 10.25100/iyc. v25i2.12554. Disponible em: <https://research-ebSCO.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=bdc3c3d-a48f-39fa-a2f2-73a6c0328650>. Acesso em: 16 set. 2024. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-93082006000100008&script=sci_arttext
- Lemay, J. (2021). *Optimizing Radiographic Technique for Digital Imaging*. *Journal of Radiology Technology*, 38(2), 45-50.

- M. Garrido Blázquez, M. A. (2013). *Detectores radiográficos digitales inalámbricos en una sala de radiología de urgencias*. Radiología, ISSN-e 1578-178X, ISSN 0033-8338, Vol. 55, Nº. 3, 2013, págs. 239-246. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4262559>
- MACHUCA MUÑOZ, L. U. I. S. (1986). *Contribucion a la exposicion del paciente en diagnostico radiologico en funcion de la calidad de imagen* (Doctoral dissertation, Universidad de Cádiz).
- Mondaca, R. (2006). *Por qué reducir las dosis de radiación en pediatría*. *Revista chilena de radiología*, 12(1), 28-32. Muñoz, L. M. (1986). *Contribucion a la exposicion del paciente en diagnostico radiologico en funcion de calidad de imagen*. Universidad de Cádiz.
- Pérez, S. A., & Sánchez, J. (2022). *Radiología: Factores técnicos*. Editorial XYZ.
<https://books.google.es/books?id=ru1bEAAAQBAJ>
- Ramos, O., & Villarreal, M. (2013). *Disminución de la dosis de radiación en el radiodiagnóstico*. *Revista chilena de radiología*, 19(1), 5-11.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-93082013000100003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Revista de la Sociedad Colombiana de Física. (2009). *ISSN-e 0120-2650*, Vol. 41, Nº. 2, 2009, págs. 399- 401 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3175900>
- Reyes, M. F., Suarez, M., & Crudo, J. L. *Dosis en fantoma de pelvis para equipos de Radiología Digital*.
<http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/tr-completos/irpa/MariaReyesCongreso.pdf>
- Rodríguez M.E.C. (s.f.). *Análisis y estudio de caso: Título del documento*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/63206/cnrodriguezme.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, M., Pérez, F., & García, R. (2022). *Impacto de la resolución digital en la reducción de dosis de radiación*. *Radiologia Actual*, 39(3), 213-220.

ROMAGNOLI, A. et al. (2012). *Optimisation of low-dose CT with adaptive statistical iterative reconstruction in total body examination*. *La Radiologia Medica*, [s. l.], v. 117, n. 8, p. 1333–1346, 2012. DOI 10.1007/s11547-012-0897-3. Disponible em: <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=0dd612b1-8943-3395-9449-580e6cc65800>

Seeram, E. (2019). *Digital Radiography: An Overview*. In: *Digital Radiography*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3244-9_1

Serrano, E., Diaz, A., & Gómez, R. (2020). *Evaluación de la calidad de imágenes en radiología digital y su relación con los parámetros técnicos*. *Medicina y Tecnología*, 15(4), 102-110.

Smith, T., & Johns, R. (2019). *Fundamentals of radiographic technique and image quality*. *Radiology Review*, 25(1), 12-18.

Soto, J. M. (2013). *Radiologia digital y tecnicas guiadas po fluroscopia*. Universidad Complutense de Madrid. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=96074>

TERINI, R. A. et al. *Doses monitoring in radiology: calibration of air kerma-area product ($P \sim KA \sim$) meters*. *Radiologia Brasileira*, [s. l.], v. 46, n. 6, p. 358–366, 2013. DOI 10.1590/S0100-39842013000600008. Disponible em: <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7412280a-66da-3094-bba4-0e33a9bae4a5>. Acceso em: 16 set. 2024.

- Torres Valle, A., Alonso Sampers, J. L., Alfonso Laguardia, R., Jacas Alfonso, M., Alonso Fernández, D., & Morales López, J. L. (2017). *Evaluación de riesgo de la práctica de radioterapia con rayos X de kilovoltaje*. Nucleus, (61), 21-25.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-084X2017000100005&script=sci_arttext
- Treccani, M. (2019). *Qualification of an x-ray unit for dosimetric application*. Universitat Autònoma de Barcelona.<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=249837>
- Vergara, E. (2005). *Dosis al feto en radiodiagnóstico*. Revista chilena de radiología, 11(1), 30-31.https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-93082005000100007&script=sci_arttext&tlng=en
- Villacampa, E. S. C. (2014). *Relación entre el nivel de conocimiento y la actitud hacia la aplicación de normas de bioseguridad en radiología de los estudiantes de la Facultad de Odontología de la (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Mayor de San Marcos)*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/323348538.pdf>