Implementación de rayos x a nivel extrahospitalaria

Marisol Córdoba Parra

Narly Paola Narvaez Chala

Dian Felipe López Restrepo

Universidad CES

Medicina, Tecnología en atención prehospitalaria

Medellín-Antioquia

2020

Tabla de contenido

1. Planteamiento del problema.....	3
2. Justificación.....	5
3. Pregunta de investigación.....	7
4. Objetivos	8
4.1 Objetivo general	8
4.2 Objetivos específicos	8
5. Marco teórico.....	9
6. Metodología.....	12
6.1 Tipo de estudio	12
6.2 Población de referencia	12
6.3 Población de estudio.....	12
6.4 Criterios de inclusión	13
6.5 Criterios de exclusión	13
6.6 Diseño muestral	13
6.7 Plan análisis	14
7. Consideraciones éticas.....	15
7.1 Principios básicos en la bioética	15
8. Análisis de estudios.....	16
9. Conclusiones.....	26
10. Agradecimientos.....	29
11. Bibliografía.....	30

1. Planteamiento del problema

Los Rayos x se han ido implementando al transcurrir del tiempo, y han sido de gran ayuda para tratados clínicos y en diagnóstico para pacientes, esta misma ciencia ha ido evolucionando, generando un gran beneficio para cada paciente. (1)

Actualmente en Colombia solo se cuenta con rayos x a nivel intrahospitalario, se cree que, si se implementara para la atención extrahospitalaria, se daría una atención más rápida y segura para el usuario al que le estamos brindando dicha atención, muchas veces para realizar un adecuado manejo requerimos de maniobras que pueden ocasionarle mayores lesiones, al no saber con exactitud con que criterios tratar al paciente. Por esta razón se hace necesario implementar los rayos x a nivel extrahospitalaria para saber que manejo le daremos.(2)

En Medellín se puede observar las siguientes cifras de accidentes de tránsito. La tasa de mortalidad por cada 100.000 habitantes por año se encontró que para el año 2014 hubieron 11,8, en 2015 hubieron 11,1, en 2016 se encontraron 10,9, en 2017 se registraron 10,3, y fueron disminuyendo las cifras en el 2018 registrándose 9,4, y aumentando levemente en 2019 hasta llegar a un registro de 9,9 respectivamente. (3)

Porcentaje histórico de víctimas por condición en el momento del incidente

	Peatón	Ciclista	Conductor	Motociclista	Motociclista con parrillero	Transporte publico
Heridos	13,7%	2,2%	2,7%	60,1%	15,3%	6,0%
Muertes	46,2%	4,9%	1,9%	36,9%	8,0%	2,0%

Las cifras registradas desde el 2014 hasta la actualidad, nos indica el número de incidentes viales por gravedad, presentado 127.488 incidentes solo de daños, 160.477 incidentes con heridos, y 1.555 incidentes con muertos. (3)

2. Justificación

Se ha decidido llevar a cabo esta investigación para brindar una atención más completa al paciente a futuro, debido a que la radiografía podría ser enviada a la historia clínica del centro asistencial al que será trasladado, donde se realizará una atención más ágil. La radiografía se realizará a nivel extrahospitalario y así se minimizará el tiempo de atención del paciente. Realizando un análisis de las cifras anteriores se puede observar que esta investigación sería de gran ayuda para la población que se ve afectada en el día a día.

Por medio de ello brindaremos un cuidado de calidad, sería más específica la atención y suficiente, por ende, mejoraría el índice de vida de la sociedad, se puede evidenciar que los accidentes de tránsito causan grandes lesiones, que pueden ser tratables, pero muchas veces por la demora en la atención intrahospitalaria terminan siendo lesiones que con llevan a la muerte. (2)

Además de lo mencionado anteriormente, se educará al personal de atención prehospitalaria, para dar un manejo adecuado y llevar acabo el propósito de implementar el rayo x extrahospitalario. Se conoce que los rayos x ya no difractan a nivel general, sino de manera focalizada en el punto anatómico donde se realizara el procedimiento, por esta razón el impacto que anteriormente tenía a nivel ambiental se reduce. Ya que son tecnologías que han ido evolucionando, se puede evidenciar que gracias a la misma evolución es posible avanzar con la investigación, esto lo podemos sustentar por medio de la tecnología verde, que es una fusión entre ISO 9000 (conjunto de normas internacionales referentes a la calidad y su gestión) e ISO 14000 (normativa internacional para la gestión medioambiental), cuyo propósito es lograr una tecnología cada vez más sostenible y eficiente, más responsable con el medio

ambiente y la sociedad. Esta nueva tendencia está, digámoslo así, en proceso de elaboración y construcción; y aún no tiene un número de ISO ni algo que se le parezca. No es algo que esté terminado. (4)

Cuando la radiación ionizante del espacio exterior impacta la parte más alta de la atmósfera, produce una lluvia de rayos cósmicos que exponen constantemente a todo objeto sobre la tierra. Cierta porción impacta los gases en el aire y los transforma a material radiactivo (tal como tritio y carbono 14). Ciertos materiales radiactivos son parte natural del ambiente, tales como el uranio, el que ha formado parte de la tierra desde que ésta se formó. Otros materiales radiactivos son manufacturados por la industria para detectores de humo, exámenes médicos y otros usos. Estos materiales radiactivos emiten su radiación ionizante gradualmente hasta que todos los átomos radiactivos decaen. Siempre que material radiactivo entra al ambiente, éste se comporta como otras sustancias, pasando al aire, al agua, al suelo, a las plantas y a los animales, y al mismo tiempo emitiendo radiación. Cierta radiación ionizante es producida cuando se le necesita, por ejemplo cuando los doctores toman rayos X. (5)

Más allá de ciertos umbrales, la radiación puede afectar el funcionamiento de órganos y tejidos, y producir efectos agudos tales como enrojecimiento de la piel, caída del pelo más intensos con dosis más altas y mayores tasas de dosis. Si la dosis de radiación es baja o la exposición a ella tiene lugar durante un periodo prolongado (baja tasa de dosis), el riesgo es considerablemente menor porque hay más probabilidades de que se reparen los daños. No obstante, sigue existiendo un riesgo de efectos a largo plazo, como el cáncer, que pueden tardar años, o incluso decenios, en aparecer. No siempre aparecen efectos de este tipo, pero la probabilidad de que se produzcan es proporcional a la dosis de radiación. El riesgo es mayor para los niños y adolescentes, pues son mucho más sensibles a la radiación que los adultos. (6)

3. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los beneficios y riesgos de implementar los rayos x extrahospitalario?

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Indagar los beneficios y obstáculos de la implementación de los rayos x a nivel extrahospitalario.

4.2 Objetivos específicos

1. Identificar la factibilidad de implementar un rayo x de manera segura y efectiva para mejorar la calidad de atención
2. Examinar investigaciones de otros países que estén relacionadas con el uso de los rayos x
3. Justificar el impacto que tendría la implementación del rayo x a nivel extrahospitalario

5. Marco teórico

¿Qué son y qué hacen los rayos X?

Los rayos X son una forma de radiación electromagnética al igual que la luz visible, pero con algunas características diferentes. La diferencia importante es que los rayos X pueden penetrar o pasar a través del cuerpo humano y producir imágenes proyectando la sombra de ciertas estructuras, tales como huesos, algunos órganos y signos de enfermedad o lesión. (5)

La radiografía estática es como una 'fotografía hecha con rayos X'. Un fluoroscopio es un aparato de rayos X utilizado por el médico para ver movimientos en el interior del cuerpo y para observar ciertas exploraciones diagnósticas o intervenciones que se están realizando en el interior del cuerpo. En la tomografía computada (CT) se utilizan también rayos X para producir imágenes. (5)

Otra característica de los rayos X que la diferencia de la luz es que transportan una cantidad mayor de energía y depositan una parte de esta en el interior del cuerpo al atravesarlo. La energía de los rayos X que queda absorbida en el tejido tiene la capacidad de producir algunos efectos biológicos en el mismo. A la cantidad de energía de rayos X absorbida en los tejidos se la conoce como dosis de radiación. En radioterapia (o tratamiento oncológico con radiación) se utilizan dosis de radiación muy elevadas con el fin de detener la multiplicación de las células cancerosas. Las dosis de radiación que se reciben en diagnóstico por imagen son muy bajas y no producen, en general, efectos adversos. Sin embargo, conviene reducirlas al mínimo imprescindible para lograr la calidad de imagen que se necesite para diagnosticar. (5)

¿Cómo funcionan los rayos X médicos?

Para crear una radiografía, se coloca a un paciente de tal manera que la parte del cuerpo que se va a examinar se encuentre entre una fuente y un detector de rayos X. Cuando se enciende la máquina, los rayos X viajan a través del cuerpo y son absorbidos en diferentes cantidades por diferentes tejidos, dependiendo de la densidad radiológica de los tejidos por los que pasan. La densidad radiológica se determina tanto por la densidad como por el número atómico de los materiales usados para las imágenes. Por ejemplo, las estructuras como los huesos contienen calcio, el cual tiene un número atómico mayor que la mayoría de los tejidos. Debido a esta propiedad, los huesos absorben rápidamente los rayos X y, por lo tanto, producen un gran contraste en el detector de rayos X. Como resultado, las estructuras óseas aparecen más blancas que otros tejidos contra el fondo negro de una radiografía. Por el contrario, los rayos X viajan más fácilmente a través de los tejidos menos densos radiológicamente, tales como la grasa y el músculo, así como a través de cavidades llenas de aire como los pulmones. Estas estructuras se muestran en tonos grises en una radiografía. (7)

Los rayos x nos han ayudado a intervenir a los pacientes que sufren algún tipo de trauma, se ha definido como el daño a la integridad física de una persona, de origen diverso (energía mecánica, eléctrica, térmica, química u otra), ocasionado de manera intencional (lesiones premeditadas) o no intencional (accidentes). Es una alteración que genera dolor, malestar, morbilidad, mortalidad e incapacidad e implica la utilización de los recursos de los servicios de salud. Sus efectos se pueden medir a través de la incidencia, la prevalencia, la mortalidad, la incapacidad, los Años de Vida Potencial Perdidos -AVPP, los años de vida saludables - AVISA, los costos y el impacto social. (8)

Más allá de ciertos umbrales, la radiación puede afectar el funcionamiento de órganos y tejidos, y producir efectos agudos tales como enrojecimiento de la piel, caída del cabello, quemaduras por radiación o síndrome de irradiación aguda. Estos efectos son más intensos con dosis más altas y mayores tasas de dosis. Por ejemplo, la dosis liminar para el síndrome de irradiación aguda es de aproximadamente 1 Sv (1000 mSv). Si la dosis de radiación es baja o la exposición a ella tiene lugar durante un periodo prolongado (baja tasa de dosis), el riesgo es considerablemente menor porque hay más probabilidades de que se reparen los daños. No obstante, sigue existiendo un riesgo de efectos a largo plazo, como el cáncer, que pueden tardar años, o incluso decenios, en aparecer. No siempre aparecen efectos de este tipo, pero la probabilidad de que se produzcan es proporcional a la dosis de radiación. El riesgo es mayor para los niños y adolescentes, pues son mucho más sensibles a la radiación que los adultos. (6)

Dependiendo de la cinemática y energía del trauma se genera diferentes lesiones de diferente gravedad, después de un trauma se puede encontrar fracturas o lesiones en diferentes partes del cuerpo: torácicas, miembros superiores e inferiores, abdominales y neurológicas. (8,9)

6. Metodología

6.1 Tipo de estudio:

Es descriptivo, porque se incluirán estudios relacionados con dispositivos ya existentes y describiremos los hallazgos encontrados, y en ningún momento vamos a intervenir en una línea de tiempo, solo se realizará una descripción por medio de la observación de estos, este tipo de estudio descriptivo nos permitirá encaminarnos hacia la argumentación de los beneficios y riesgos que traería la implementación de los rayos X a nivel extrahospitalario. (11)

6.2 Población de referencia:

Se tomará de referencia estudios realizados en otros países, pues en Colombia no se cuenta con estudios que abarquen ampliamente los rayos x extrahospitalario.

6.3 Población de estudio:

Estudios realizados en Europa, Asia y Norteamérica.

6.4 Criterios de inclusión:

- Estudios de rayos X centrados en traumas
- Estudios realizados en Asia, Europa y Norteamérica.
- Estudios realizados entre el año 2010 y el año 2020

6.5 Criterios de exclusión:

- Estudios de radiología enfocados en ciertas patologías (cáncer, osteoporosis, epoc etc.)

6.6 Diseño muestral:

Para la selección de artículos se tendrán en cuenta tanto los criterios de inclusión como los de exclusión, así como el control de errores y sesgos

Descripción de las variables y tabla de clasificación:

VARIABLE	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICION	CODIFICACIÓN
Número de dispositivos que existen	Cuantitativa	Discreta	Número
Nivel de contaminación de cada equipo	Cuantitativa	Continua	Número
Portabilidad del equipo	Cualitativa	Nominal	Panel de control, brazo escualizable, placa, tubo de rayos
Conocimientos básicos para el uso del equipo	Cualitativa	Nominal	Si, o no.
Tiempo de atención en el paciente	Cuantitativa	Discreta	Número

6.7 Plan análisis:

Dando cumplimiento a los objetivos planteados en la presente investigación, se realizará una búsqueda en las bases de datos especializadas suministradas por la Universidad CES, teniendo en cuenta los criterios de inclusión antes mencionados. Se seleccionarán aquellos estudios que den respuesta a la temática de interés donde se revisaran sus resúmenes y se tendrá en cuenta la rigurosidad metodológica de estos, así como la relevancia de los resultados reportados.

La selección de los artículos es de manera totalmente parcial, no se generarán estigmas por el idioma ni el país, cada artículo o estudio podrá aportar de manera equitativa a la investigación. Después de seleccionar dichos artículos, se procederá a su lectura con el fin de sintetizar la información de estos y evidenciar los resultados que buscan dar cumplimiento a los objetivos planteados en la presente investigación.

7. Consideraciones éticas

Teniendo en cuenta que este estudio es analítico, se puede afirmar que esta es una investigación sin riesgo para la población a estudiar, entendiendo que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionadas de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los estudios a analizar, todo esto, cumpliendo con la resolución 8430 de 1993, artículo 11. (12)

7.1 Principios básicos en la bioética

Los principios básicos éticos han sido tenidos en cuenta al momento de realizar este estudio, pues se respeta la premisa de beneficencia, se obtendrá resultados que nos permitan sustentar el desarrollo de un dispositivo futuro que pueda ayudar para la implementación de los rayos x a nivel extrahospitalario para contribuir en el diagnóstico de cada paciente. Esta investigación abarca estudios realizados en otros países de opciones de dispositivos de rayos x utilizados a nivel extrahospitalario, determinando un estudio equitativo, sin tener estigmas, abarcando el principio de justicia. La autonomía incluye la participación de cada persona, libre y voluntaria sin estar obligada a participar de la investigación. Adicionalmente, se cumple con el principio de no maleficencia dado que la investigación no deriva ningún riesgo de tipo físico, emocional, ni psicológicos ya que no abarca preguntas sensibles.

8. Análisis de estudios

Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades

El término imagenología médica se refiere al estudio de imágenes obtenidas del cuerpo humano y la tecnología para su obtención y procesamiento. Las herramientas para la adquisición y el análisis de las imágenes deben dominarse para poder ser entendidas. La principal función de los estudios de imagen en medicina es proporcionarle al médico la información necesaria para hacer diagnóstico de la enfermedad del paciente y así valorar su respuesta al tratamiento. El abanico de métodos de imagen en medicina es amplio, y dentro de los más utilizados se encuentran los Rayos X. (13)

Rayos X El 8 de noviembre de 1895 en la ciudad alemana de Wurzburg se descubrió los Rayos X, hecho ocurrido cuando el físico Wilhelm Conrad Roentgen al experimentar con un tubo de rayos catódicos cubiertos con papel negro y en una sala oscura, observó que un papel de platinocianuro de bario, que casualmente se encontraba en la cercanía, se iluminó; a éste tipo de radiación la denominó Rayos X. Este hallazgo es, sin duda alguna, uno de los más grandes acontecimientos en este milenio, fue el inicio de la radiología y sentó las bases para desarrollos futuros. (13)

Los Rayos X son un tipo de radiación electromagnética ionizante que debido a su pequeña longitud de onda (1 ó 2 Angstroms), tienen capacidad de interacción con la materia. Cuanto menor es la longitud de onda de los rayos, mayores son su energía y poder de penetración. (13)

El término radiología digital se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes directamente en formato digital, sin haber pasado previamente por obtener la imagen en una placa de película radiológica. Existen dos métodos para obtener una imagen radiográfica digital: la imagen radiográfica digitalizada y la imagen radiográfica digital; la diferencia entre ambas consiste en que la imagen digitalizada se obtiene mediante el escaneo o la captura fotográfica de la imagen de una placa radiográfica, mientras que la radiografía digital se obtiene mediante la captura digital directa de la imagen para convertir los Rayos X directamente a señales electrónicas. Las ventajas de la digitalización de las imágenes radican en que estas pueden tratarse, almacenarse y difundirse igual que cualquier otro archivo informativo; los sensores digitales son más eficaces que la película radiográfica, menor dosis de radiación, menor cantidad de material contaminante, ahorro económico en el revelado, entre otros. Los efectos que produce la radiación se agrupan en

dos clases: no estocásticos o deterministas y estocásticos. Los no estocásticos sólo se producen cuando la dosis alcanza un valor umbral determinado, su gravedad depende de la dosis recibida y su aparición es inmediata (ejemplo radiodermatitis, cataratas). Por el contrario, los efectos estocásticos no precisan umbral, la probabilidad de que aparezcan aumenta con la dosis y suelen ser graves y de aparición tardía (ejemplo cáncer radioinducido).(13)

Los Rayos X Caminan en la Nanotecnología

Sustitución del filamento catódico tradicional por la tecnología de nanopartículas de carbono que permite desarrollar equipos más ligeros que no necesitan calentarse y reducen sustancialmente el peso de los equipos portátiles. Los rayos X están viviendo una situación similar con la incorporación de las nanopartículas de carbono (CNT). Hasta el descubrimiento de esta nueva tecnología, introducida a nivel mundial por Carestream, los aparatos de rayos X utilizaban la llamada ampolla de vacío, un dispositivo similar a una bombilla con filamentos de tungsteno que, al calentarse a más de 1.000° Celsius, genera los electrones necesarios para producir la imagen de rayos X.(14)

Equipos más ligeros: nuevas aplicaciones de los rayos x

De hecho, la aplicación de los nanotubos de carbono ha permitido ya a Carestream desarrollar el equipo digital de rayos X más pequeño del mundo, el DRX Revolution NANO, cuyo peso es de solamente unos 100 Kg., un 80% menos que los equipos de portátiles como el DRX Revolution con ampolla de vacío.(14)

Sustitución del filamento catódico tradicional por la tecnología de nanopartículas de carbono que permite desarrollar equipos más ligeros que no necesitan calentarse y reducen sustancialmente el peso de los equipos portátiles. Esta sustancial reducción del peso y del volumen, que se debe a que los nanotubos de carbono pesan un 75 % menos que los tubos actuales, es fundamental en las nuevas aplicaciones de los equipos digitales portátiles, los cuales se convierten en verdaderas salas de rayos “sobre ruedas” que pueden transportarse manualmente, caben sin dificultad en un ascensor y tienen autonomía suficiente para realizar cerca de 150 pruebas sin necesidad de enchufarse a la corriente eléctrica.(14)

El Revolution Nano va acompañado del detector DRX Plus, el detector de Carestream fue el primer detector inalámbrico de tamaño chasis del mundo. Rápidamente estableció una nueva referencia en materia de velocidad,

facilidad de uso y mejorando el flujo de trabajo. Los detectores DRX Plus se han diseñado para ser aún más rápidos, ligeros y fiables. Estos detectores, basados en la plataforma sistemas Image suite, exclusiva, son compatibles con nuestra gama completa DRX de soluciones radiológicas, y podrán utilizarse en prácticamente cualquier sistema radiológico existente.(14)

Los detectores DRX Plus, que incluyen modelos para radiología general y aplicaciones que requieren dosis precisas, ayudan a obtener un mayor rendimiento radiológico. Nuestro detector DRX-1 y la gama de soluciones, DRX de eficacia demostrada han establecido una nueva referencia en imágenes radiográficas. Los más de 12.000 detectores DRX suministrados a clientes en todo el mundo están ayudando a los proveedores médicos a potenciar su productividad y mejorar la atención a los pacientes.(14)

Protección radiológica

la radiación gamma –constituida por fotones, es decir, radiación electromagnética similar a los rayos X y a la luz, pero más energética–. Los rayos X, como hemos mencionado, son radiación electromagnética, de más baja energía, de origen atómico y se producen como consecuencia de una reordenación de los electrones en las órbitas de la corteza, resultado de interacciones con origen en el exterior o en el interior del átomo.(15)

Médula ósea	12%	
Colon	12%	
Pulmón	12%	
Estómago	12%	72%
mama	12%	
Resto de tejido	12%	
Gonodas	8%	8%
Vejiga	4%	
Hígado	4%	
Esófago	4%	16%

Tiroides	4%	
Superficie de los husos	1%	
Cerebro	1%	4%
Glándulas salivales	1%	
Piel	1%	

Tabla tomada de protección radiológica (15)

Para el cálculo de la dosis efectiva, cada órgano o tejido tiene una contribución al daño total de la persona que no está en proporción directa con el volumen de ese órgano con respecto al conjunto del cuerpo humano.(15)

Principios de protección radiológica

La finalidad principal de la protección radiológica es proporcionar un nivel apropiado de protección para las personas y el medio ambiente, sin limitar indebidamente los beneficios que se obtienen del uso de la radiación. Además, se debe suponer que incluso dosis pequeñas de radiación pueden producir algún efecto perjudicial. Dado que existen umbrales (valores de la dosis por debajo de los cuales no se producen) para los efectos deterministas, es posible evitar dichos efectos limitando las dosis recibidas por las personas. (15)

Dosis de radiación en los exámenes por rayos X y por TC/TAC

Medición de la dosis de radiación

Los médicos utilizan la "dosis efectiva" cuando hablan sobre los riesgos de la radiación en el cuerpo entero. Los riesgos se refieren a los posibles efectos secundarios, tales como la posibilidad de desarrollar un cáncer más adelante durante la vida.(16)

Beneficios versus riesgos

El riesgo asociado con los procedimientos de toma de imágenes médicas son los posibles efectos secundarios a corto y largo plazo. La mayoría de los procedimientos por imágenes tienen un riesgo relativo bajo. Los hospitales y los centros de imágenes aplican los principios de ALARA (As Low As Reasonably Achievable - tan baja como sea posible). Por lo tanto, se puede decir que el beneficio de la toma de imágenes médicas, que es un diagnóstico preciso, es más grande que el pequeño riesgo que causa su utilización. (16)

dosis efectiva de radiación en adultos

	procedimiento	la dosis de radiación efectiva aproximada	comparable a la radiación
Región abdominal	tomografía computarizada (tc) - abdomen y pelvis	10 msv	3 años
	tomografía computarizada (tc) - abdomen y pelvis, repetida con o sin material de contraste	20 msv	7 años
	tomografía computarizada (tc) - colonografía	6 msv	2 años
	pielograma intravenoso (ivp)	3 msv	1 año
	enema de bario (rayos x del tracto gi inferior)	8 msv	3 años
	estudio con bario del tracto gi superior	6 msv	2 años
Huso	rayos x de la columna	1,5 msv	6 meses
	rayos x de las extremidades (mano, pie, etc.)	0,001 msv	3 horas

Cerebro Columna	y tomografía computarizada (tc) – cabeza	2 msv	8 meses
	tomografía computarizada (tc) - cabeza, repetida con y sin material de contraste	4 smv	16 meses
	tomografía computarizada (tc) - columna	6 msv	2 años
Tórax	tomografía computarizada (tc)—tórax	7 msv	2 años
	tomografía computarizada (tc)—detección temprana del cáncer de pulmón	1,5 msv	6 mese
	rayos x del tórax	0,1 msv	10 días
Corazón	angiografía coronaria pot tc (actc)	12 msv	4 años
	tac cardiaca para la cuantificacion del calcio coronario	3 msv	1 año
Hombres	densitometría osea (dexa)	0,001 msv	3 horas

Mujeres	densitometría osea (dexa)	0,001 msv	3 horas
	mamografía	0,4 smv	7 semanas

Tabla tomada de Dosis de radiación en los exámenes por rayos X y por TC/TAC (16)

Radiografía Industrial: comparación entre el método tradicional y digital empleando rayos X

Hoy día, la radiografía industrial es uno de los métodos más utilizados en el control no destructivo de diferentes procesos de fabricación de piezas o componentes industriales. Este se basa en la interacción de ondas electromagnéticas de alta energía (rayos X o gamma) con la materia. Los primeros equipos de rayos X no eran confiables, eran difíciles de controlar y producían muy bajas intensidades de radiación. Sin embargo, hubo un gran avance al implementarse los tubos de rayos X al alto vacío en el año 1913. (17)

En sí la radiografía es un método para obtener una imagen de un sólido utilizando radiación de tipo X o gamma (g). La imagen obtenida es la proyección sin detalles de profundidad del sólido analizado. Las imágenes impresas en el filme se les conoce como radiografías. En la actualidad, los avances tecnológicos han permitido desarrollar la radiografía digital que consiste en un detector en el cual la imagen obtenida por rayos X se observan directamente en una computadora sin necesidad de emplear químicos de revelado o un escaneo intermedio.(17)

Desde el punto de vista de operación, para el caso de la radiografía tradicional se deben emplear equipos de mayor peso que los generadores empleados en radiografía digital. Un equipo de rayos X de última generación con potencial de 270 KV puede pesar alrededor de los 30 kg por lo que se podría establecer un ahorro de peso cercano al 70 % para los equipos digitales (generador más detector). Los tiempos de radiografiado se ven reducidos para el caso nuestro hasta en un 95% lo que tiene como consecuencia una reducción de ese mismo nivel de la tasa de dosis absorbida por el operario a la hora de exponerse a las radiaciones ionizantes. El revelado es una parte del proceso que se evita en el caso de la tecnología digital, trayendo consigo una consecuencia positiva para el medio ambiente al ahorrarse los químicos de

revelado, que si bien es cierto la mayoría de éstos no son contaminantes, en todo caso es preferible no utilizarlos y así obtener un ahorro en consumibles y espacio físico por no ser necesario tener un cuarto oscuro para el revelado.(17)

Correlación entre el índice de masa corporal y la absorción de los rayos X en la radiografía de tórax

Los rayos X son ondas electromagnéticas que se propagan en el vacío a alta velocidad y, en medios materiales, interactúan con las partículas del medio. La interacción de fotones de rayos X (con la materia) siempre resulta en su absorción. La radiación, a través del campo, transfiere la totalidad o parte de su energía al átomo con el que interactúa. En este caso, la radiación interactúa con los electrones en las capas orbitales. Si la energía de la radiación es mayor que la energía de enlace del electrón al núcleo, el electrón se separa de su capa orbital. El poder de penetración de la radiación varía de acuerdo con su energía, su frecuencia y su longitud de onda. A mayor energía, mayor poder de penetración. Los fotones son más propensos a ser absorbidos al pasar a través de una capa de hueso con número atómico más alto. A medida que penetra en el medio, una mayor cantidad de fotones va sufriendo absorción, reduciendo gradualmente el número de rayos X todavía presentes. El cuerpo humano interactúa de manera diferente cuando recibe una dosis de radiación. (18)

La radiación aumenta de acuerdo con la densidad y el espesor del material del medio y disminuye al aumentar la energía de los fotones.(18)

El índice de masa corporal (IMC), método analítico que no es de laboratorio, permite la evaluación de la composición corporal de una manera indirecta. El IMC se calcula dividiendo el peso corporal en kilogramos por la altura en metros elevada al cuadrado [peso (kg)/altura (m²)]. A menudo se ha utilizado para calcular el peso ideal o la obesidad. Por lo tanto, es un indicador para determinar el porcentaje de grasa corporal, y de acuerdo a sus índices se pueden clasificar en individuos de 18-65 años por la OMS: < 18,5 kg/m² como delgadez, considerando un peso de 18,5 a < 25 kg/m² saludable, y < 30 kg/m² se considera sobrepeso. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) determina los valores de IMC en los pacientes mayores de 65 años. El exceso de grasa y músculo en la región del pecho es un factor importante para la absorción de la radiación. Para medir la densidad del tórax se utiliza el plicómetro en el centro del pecho, a la altura de los pezones.(18)

El presente estudio demostró que existe una correlación positiva entre el IMC y el grosor del tórax, y estos son predictores influyentes en la cantidad de absorción de radiación.(18)

Experiencia de rayos x extrahospitalario:

Informamos sobre nuestra experiencia con el personal de DH realizando estudios de rayos X en el lugar. Se requieren más estudios para determinar las indicaciones para el uso de sistemas de rayos X portátiles en el entorno prehospitalario. (19)

Los estudios de rayos X se realizan a diario en las instalaciones médicas. FUJIFILM (Tokio, Japón) desarrolló un sistema de rayos X portátil llamado CALNEO Xair. 1, 2 La máquina de radiación de rayos X pesa 3,5 kg (Fig. 1). Este sistema puede ser transportado por ambulancia o helicóptero. 1, 2 Solo 1 médico puede realizar un examen de rayos X en el lugar y verificar la imagen en la pantalla de la computadora, que se transmite electrónicamente después del examen de rayos X (Fig. 2). 3 Nuestro hospital es la base de helicópteros con personal médico (llamado helicóptero médico [DH] en Japón) para el este de la prefectura de Shizuoka. El DH se envía para realizar una intervención médica temprana en el entorno prehospitalario para pacientes con enfermedades exógenas y endógenas. 4 Este sistema se desarrolló para su uso en la atención médica domiciliaria, un entorno de desastre prehospitalario o clínicas médicas. Afortunadamente, tuvimos la oportunidad de probar el sistema CALNEO Xair a través de una promoción de FUJIFILM en una conferencia médica. El propósito de este artículo fue presentar nuestra experiencia del uso de un sistema de rayos X portátil por parte del personal de un helicóptero con personal médico (DH) en las actividades del personal de DH.(19)

Equipo de rayos x portatil

Este equipo es parte de una gama de sistemas de rayos X portátil pantalla plana de alto rendimiento que ofrece una alta calidad de imagen para múltiples aplicaciones en el campo de la defensa y seguridad, incluyendo la búsqueda y la investigación de IED (artefactos explosivos improvisados) , equipaje desatendido, inspección vehicular y detección de armas y material de contrabando. El equipo también tiene aplicaciones en los campos de las investigaciones forenses y técnicas de vigilancia para contramedidas electrónicas (TSCM). El diseño estilizado del panel permite a los operadores realizar trabajos de rayos X en áreas de difícil acceso, mientras que el Sistema de rayos X portátil de panel plano con diferentes tamaños de panel de imagen proporciona opciones para los sistemas de carga ligera para las tareas de despliegue rápido y paneles de imagen más grandes para la detección de objetos más grandes, como equipaje desatendido. Su software propio de adquisición de rayos X y de mejora de imagen es adecuado para usuarios que requieren una solución de detección de rayos X avanzada con imágenes de

alta definición en los ámbitos de defensa, seguridad y pruebas no destructivas (NDT). Imágenes y regiones específicas de interés pueden ser manipuladas dentro del software y almacenadas dentro de una base de datos con fines probatorios o exportados para la redacción de informes. El sistema puede ser fácilmente modificado para incorporar una función de energía dual. El uso de esta funcionalidad permite a los operadores crear una imagen de rayos X, así como determinar si el material orgánico, como explosivos o narcóticos está presente. Todos los componentes - paneles de imágenes, la caja de control de la interfaz, generador de rayos X portátil, baterías y cables caben en un solo estuche robusto a prueba de agua, el cual también puede actuar como una estación de trabajo. El equipo dispone de 50 metros de cable de datos estándar con capacidad inalámbrica opcional para que, remotamente, se adquiera y transmita imágenes de rayos X del detector a la laptop. (20)

Rayos x dental:

Los equipos de radiología dental portátil son una innovación tecnológica que ha aportado grandes cambios en la práctica clínica, especialmente en el área de endodoncia donde se usan de manera rutinaria, estos producen radiaciones ionizantes que tanto paciente como operador están expuestos, estas radiaciones interactúan con la materia viva y pueden producir efectos nocivos lo cual dependerá de la dosis absorbida, tiempo y tipo de tejido expuesto. Este estudio de tipo Observacional analítico de corte transversal cuantificó el nivel de radiación dispersa en ambientes contiguos a los equipos portátiles (Nomad Pro, Port X-II, DX 3000, Prox), para ello se utilizó un equipo medidor de radiación tipo Geiger, ubicado en dos situaciones: en retrodispersión y a dos metros de distancia del equipo de radiología dental portátil, con el cual se realizaron 10 tomas por cada situación programando los equipos para la toma de radiografía de un molar de adulto, y se cuantifico la radiación absorbida por el operador y el personal ocupacionalmente expuesto. Los resultados mostraron que el equipo Nomad Pro obtuvo las medias de radiación más bajas en las dos situaciones siendo 0,011 mSv/hora el valor para la situación de operador y 0,013 mSv/hora para la situación a dos metros. Como conclusión del proyecto a pesar de que ninguno de los equipos evaluados estuvo por encima del límite permitido anualmente (20mSv/año), nada impide el uso de medidas de radio protección para mantener el principio de ALARA. (21)

9. Conclusiones

1. Los rayos X existen desde hace mucho, a medida que avanza el tiempo también lo hace la tecnología, lo cual permite que los rayos x se vean beneficiados, permitiendo obtener imágenes cada vez mejores, en cuanto a la resolución y menor cantidad de radiación, pueden ser equipos más ligeros, con nuevas aplicaciones, pudiendo realizar más pruebas sin necesidad de enchufarse a la corriente eléctrica, es una práctica sencilla, rápida e indolora, los rayos x proporcionan información necesaria para un diagnóstico, estos cuentan con una radiación electromagnética ionizante, hay diferentes métodos de obtener una imagen por medio de la radiografía digital, si hay un problema en la imagen esta se puede modificar sin tener que hacer de nuevo el procedimiento, se guarda de forma digital, en la computadora y se puede ver en la pantalla en minutos, las ventajas de la digitalización es que pueden tratarse, almacenar, y difundir como un archivo, menor dosis de radiación y menor cantidad de material contaminante, la gravedad depende de la dosis administrada. los riesgos de efectos secundarios son relativamente bajos porque se aplican los principios de ALARA como los rayos x poseen radiación electromagnética se debe tener una protección radiológica, para la persona y el medio ambiente, uso de dosímetro personal, guantes etc. Dentro de las buenas prácticas hay buenos controles y resultados.
2. Una interacción de fotones de rayos x con la materia resulta en su absorción, y su poder varía de acuerdo con la frecuencia y longitud de la onda. A mayor energía será mayor el poder de penetración, estos fotones son más propensos a ser absorbidos al pasar por una capa de hueso, de acuerdo con el índice de masa corporal se evidenciará la

absorción de la radiación, puesto que la radiación aumenta de acuerdo con la densidad.

3. Se puede decir que el uso de la radiación por fuera de un centro hospitalario en la actualidad es seguro, se ha demostrado con diferentes estudios que al usar rayos x en el exterior no genera efectos tan contaminantes, se ha podido comprobar con los rayos x que se han usado para detectar la calidad de minerales y metales, también se sustenta con los aparatos dentales que son rayos x utilizados para identificar anomalías en la cavidad oral, además se ha podido verificar que si **es posible usar rayos x portátil en ambulancia y helicóptero.**

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los beneficios y riesgos de implementar los rayos x extrahospitalario?

¿Se puede implementar o no, y por qué?

De acuerdo con los estudios previamente analizados, se evidencia que el hecho de implementar rayos x a nivel extrahospitalario, es posible. Gracias a los grandes avances tecnológicos la contaminación por radiación es baja en el medio ambiente y a nivel corporal, añadiendo también que según el estudio “experiencias de rayos x extrahospitalario” en TOKIO, Japón , demostró que al usar los rayos x portátil se obtuvo una atención más rápida y específica por parte del personal intrahospitalario, también incluimos el hecho de la existencia de unidades ambulatorias en Segovia, España, con el propósito de realizar rayos x de manera extrahospitalaria.

Si se implementara en Colombia se obtendrían varios beneficios, por ejemplo, un manejo más específico en un paciente politraumatizado, y una atención más rápida al llegar al centro hospitalario, aumentando el porcentaje de sobrevivencia del paciente. Sin embargo, en Colombia no es viable ejecutar este proyecto de implementación de rayos x extrahospitalaria, debido a que en país tercermundista como lo es Colombia no se cuenta con los ingresos económicos suficientes

10. Agradecimientos

Le agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad

También queremos agradecer a nuestro tutor Douglas Lizcano Cardona, quien con sus conocimientos nos aportó y nos guio a través de cada una de las etapas de este proyecto de grado para alcanzar los resultados que hoy les presentamos a ustedes.

Agradecemos a la Universidad CES por brindarnos todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación.

Un trabajo de investigación es siempre fruto de ideas, proyectos y esfuerzos previos que corresponden a otras personas

11. Bibliografías

1. Ministerio de salud. Radiaciones ionizantes [internet]. Bogotá, Colombia: 2015 [Consultado 6 de noviembre de 2020]. disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/mt/paginas/radiaciones-ionizantes.aspx>
2. Carlos Bonilla. Panorama positivo para la radiología en Colombia. [internet]. Colombia: El Hospital; 2017 [Consultado 6 de noviembre de 2020]. disponible en: <https://www.elhospital.com/temas/presidente-de-la-acr-vislumbra-un-panorama-positivo-para-la-radiologia-en-colombia+120999?pagina=2>
3. Secretaria de movilidad. Incidentes y víctimas por hechos de tránsito. [internet]. Medellín: Secretaria; 2020 [Consultado 6 de noviembre de 2020]. disponible en: <https://www.medellin.gov.co/movilidad/m-en-linea/indicadores>
4. Anna Ribó. Las TIC y la tecnología verde. [internet]. Perú: Esan; 2016. [Consultado 6 de noviembre de 2020] disponible en: <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2016/11/04/tic-tecnologia-verde/>
5. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades . radiación ionizante [internet]. Estados Unidos: ATSDR; 2016 [Consultado 6 de noviembre de 2020]. disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts149.html
6. OMS. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección [internet]. 2016 [citado 6 de noviembre de 2020]. disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>

7. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Rayos x [internet]. Rockville : Nibib; 2012 [Consultado 8 de noviembre de 2020]. disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/rayos-x>

8. IAEA Proteccion Radiologica de los Pacientes, Rayos x [internet]. Viena, Austria [citado 8 de noviembre de 2020], Disponible en: <https://rpop.iaea.org/rpop/rpop/content-es/informationfor/patients/patient-information-x-rays/index.htm>

9. Pablo Enrique Chaparro Narváez, Traumas y accidentes [internet], Scielo: Revista de Salud Publica [citado 8 de noviembre de 2020], Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00641999000300274

10. Universidad de Jaen, Metodologia cuantitativa [internet]. Jaen, España [citado 8 de noviembre de 2020], Disponible en: http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/enfo_cuanti.html

11. Ayala Maite, Diseño de investigación: características, cómo se hace, ejemplo [internet], Lifeder 2020 [citado 8 de noviembre de 2020], Disponible en: <https://www.lifeder.com/disenio-de-investigacion/>

12. Ministerio de Salud, Resolución 8430 [internet], Bogotá, Colombia; [citado 8 de noviembre de 2020], Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/paginas/freesearchresultsf.aspx?k=resoluci%c3%b3n%208430%20de%201993>

13. Ilse Raquel Raudales Diaz, Imágenes diagnosticas: Conceptos y generalidades [internet]. Revista Facultad de Ciencia Medica [citado 3 de abril de 2021], Disponible en: <http://www.bvs.hn/rfcm/pdf/2014/pdf/rfcmvol11-1-2014-6.pdf>

14. Rafael Fernández, Los rayos X caminan en la nanotecnología, Revista sociedad española informática salud [internet]. 2018 [citado 3 de abril de 2021], Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6736042>
15. Pedro Justo Dorado Dellmans. protección radiológica. Madrid: Consejo de Seguridad Nuclear; 2012. [consultado el 6 de noviembre del 2020] Disponible en: <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica>
16. radiology (acr) rs of na (rsna) and ac of. dosis de radiación en exámenes de rayos x y tac [internet]. [consultado el 6 de noviembre]. disponible en: <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=safety-xray>
17. Chaverri Quirós Oscar. radiografía industrial. [internet]. Cartago costa rica: scielo; septiembre de 2017 [consultado el 6 de noviembre del 2020] disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=s0379-39822017000300119&lng=en&nrm=iso&tlng=es
18. Guilherme Oberto Rodrigues, Gustavo Glotz de Lima. correlación entre el índice de masa corporal y la absorción de los rayos x en la radiografía de tórax. [internet]. España: Elsevier; 1 de enero de 2016 [consultado el 6 de noviembre del 2020]. disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2171366915000347>
19. Omori K, Muramatsu KI, Nagasawa H, Takeuchi I, Kushida Y, Ohsaka H, Jitsuiki K, Oode Y, Yanagawa Y. experience of the usage of a portable x-ray system. [internet]; 1 de junio del 2020. [consultado el 6 de noviembre del 2020] Disponible en: <https://www-clinicalkey-es.ces.idm.oclc.org/#!/content/journal/1-s2.0-s1067991x19302159>

20. Cárdenas Rincón, Carolina Díaz Dorado, Adriana Ximena Reyes Duarte. cuantificación de radiación dispersa en ambientes contiguos durante el uso de equipos portátiles de radiología intraoral. [internet]. Bucaramanga; 2016. [Consultado el 6 de noviembre del 2020]Disponible en: <http://hdl.handle.net/11634/4510>

21. Emily Stovel,William Whitehead,Michael Deibel y Mauricio Uribe. relaciones cerámicas y sociales entre san pedro de atacama y el loa superior durante el período intermedio tardío a través del análisis de fluorescencia de rayos x portátil. [internet]. Chile; 2013 [consultado el 6 de noviembre del 2020]. disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0718-10432013000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=en