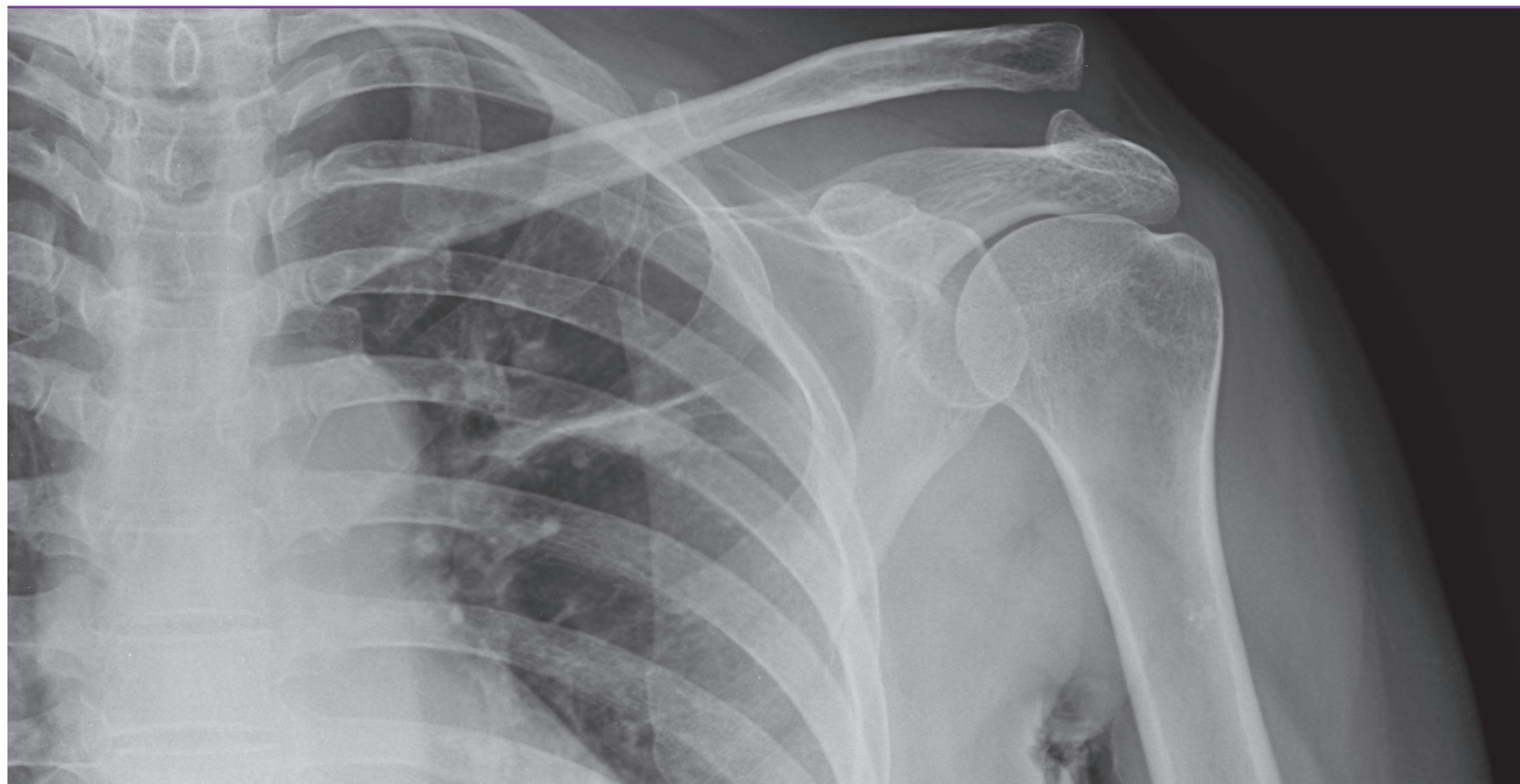


# Introducción a la Imagenología



**Lcda. Alida Bella Vallejo López Mgs.**  
**Med. Karina Marianela Cárdenas Jarrin**  
**Med. David Aaron Goosdenovich Campoverde Mg.**  
**Od. Rosa Mercedes Chila Vallejo**  
**Med. Frankiln Rodolfo Valdez Aguagallo Mg.**  
**Med. Lady Diana Ramírez Moran**  
*Universidad de Guayaquil*

  
**MAWIL**  
Publicaciones Impresas  
y Digitales

[www.mawil.us](http://www.mawil.us)

# Introducción

▶ ▶ a la  
Imagenología



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



# INTRODUCCIÓN A LA IMAGENOLOGÍA



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



# Introducción

## a la Imagenología

### Autores

#### **Lcda. Alida Bella Vallejo López Mgs.**

Licenciada en Imagenología; Magister en Diseño Curricular  
Docente de la Facultad de Ciencias Médica  
Universidad de Guayaquil  
[alida.vallejol@ug.edu.ec](mailto:alida.vallejol@ug.edu.ec) - [ositos\\_3@yahoo.es](mailto:ositos_3@yahoo.es)

#### **Md. Karina Marianela Cárdenas Jarrin**

Médico; Docente Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad de Guayaquil  
[kmcj\\_1507@hotmail.com](mailto:kmcj_1507@hotmail.com)

#### **Md. David Aaron Goosdenovich Campoverde Mgs.**

Médico; Magister en Gerontología Clínica  
Máster en Gerontología Social  
Docente de la Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad de Guayaquil  
[davidgoosde\\_61@hotmail.com](mailto:davidgoosde_61@hotmail.com)

#### **Od. Rosa Mercedes Chila Vallejo**

Odontóloga  
Universidad de Guayaquil  
[rosa.chilav@ug.edu.ec](mailto:rosa.chilav@ug.edu.ec) - [rositachila5@gmail.com](mailto:rositachila5@gmail.com)

#### **Md. Frankiln Rodolfo Valdez Aguagallo Mgs.**

Médico; Magister en Administración de Empresas  
Docente de la Universidad de Guayaquil  
[franklin.valdeza@ug.edu.ec](mailto:franklin.valdeza@ug.edu.ec)

#### **Md. Lady Diana Ramírez Moran**

Médico  
Docente de la Universidad de Guayaquil  
[ladyramirezmoran@gmail.com](mailto:ladyramirezmoran@gmail.com)





# DATOS DE CATALOGACIÓN

**AUTORES:** Alida Bella Vallejo López  
Karina Marianela Cárdenas Jarrin  
David Aaron Goosdenovich Campoverde  
Rosa Mercedes Chila Vallejo  
Frankiln Rodolfo Valdez Aguagallo  
Lady Diana Ramírez Moran

**Título:** Introducción a la Imagenología

**Descriptores:** Radiología; Imagen; Medicina.

**Edición:** 1<sup>era</sup>

**ISBN:** 978-9942-787-28-6

**Editorial:** Mawil Publicaciones de Ecuador, 2018

**Área:** Educación Superior

**Formato:** 148 x 210 mm.

**Páginas:** 142

**DOI:** [10.26820/mawil/introducción/a/la/imagenología/978-9942-787-28-6](https://doi.org/10.26820/mawil/introducción/a/la/imagenología/978-9942-787-28-6)



## *Texto para Docentes y Estudiantes Universitarios*

El proyecto didáctico *Introducción a la Imagenología*, es una obra colectiva creada por sus autores y publicada por *MAWIL*; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de *MAWIL* de New Jersey.

**© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.**

\*Director General: PhD Student. Lenin Suasnabas Pacheco

\*Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006

\*Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Aymara Galanton.

\*Editor de Arte y Diseño: Alejandro Plúa





**DEDICATORIA**

*Quisiera dedicar el presente trabajo de investigación a mis hijos George, Kennet y en especial a Rosita que siempre me acompañó y me dio animo a seguir adelante.*

*Con amor para mi compañero de toda la vida el Sr. Israel Cevallos Cruz por su apoyo incondicional.*

***Lcda. Alida Bella Vallejo López Mgs.***



## **INDICE DE CONTENIDO**

pag.		
	Resumen.....	13
	Introducción.....	15
	Capítulo I: La Imagenología.....	17
	Capítulo II: La Imagen Radiográfica.....	25
	Capítulo III:Indicación Radiográfica.....	31
	Capítulo IV: Rayos X Del Tórax.....	33
	Capítulo V: Tomografía Computarizada.....	47
	Capítulo VI: Resonancia Magnética.....	63
	Capítulo VII:Gammagrafía.....	77
	Capítulo VIII: La Ecografía.....	83
	Capítulo IX: Radiología en Odontología.....	91
	Capítulo X:Importancia de la Protección Radiológica.....	101
	Capítulo XI:Origen de la Radiación Ionizante.....	107
	Conclusiones.....	119
	Agradecimientos.....	121
	Referencias bibliográficas.....	123

## **INDICE DE ANEXOS**

pag.		
	Anexo 1. Equipo de rayos X (izquierda) y Biombo plomado (derecha).....	127
	Anexo 2. Guantes, gafas, collarín, mandil de plomo, vidrio de plomo.....	127
	Anexo 3. Chaleco de plomo.....	128
	Anexo 4. Diferentes tipos de fracturas de fémur.....	128
	Anexo 5. Radiografía (izquierda) de tórax y (derecha) de abdomen.....	129
	Anexo 6. Mamografía.....	129
	Anexo7. Se realiza en la columna lumbar, en la cabeza y cuello de fémur para medir la densidad mineral ósea DMO.....	130
	Anexo 8. Tomógrafo y tomografía axial computarizada de abdomen.....	131
	Anexo 9.Urotac en corte coronal.....	132
	Anexo 10. Colonoscopia 3D.....	132
	Anexo 11. Resonancia magnética cerebro.....	133
	Anexo 12. Tipos de resonadores.....	133
	Anexo 13.Resonancia de cabeza corte axial.....	134
	Anexo 14. Angioresonancia. En este examen se pueden observar los vasos sanguíneos.....	135
	Anexo 15. Gammagrafía de tiroides, nódulo frío o hipo-funcionante en lóbulo derecho.....	135
	Anexo 16. Gammacamara con varios detectores.....	135
	Anexo 17. Rastreo óseo de cuerpo completo.....	136
	Anexo 18. Ecografía de embarazo.....	136
	Anexo 19. Radiografía periapical.....	136
	Anexo 20. Posiciones de tomas radiográficas odontológicas.....	137

Anexo 21. Periapical con calces y otra con caries en pieza molar.....	138
Anexo 22. Otras radiografías en odontología. Panorámica.....	138
Anexo 23. Radiografía lateral de cráneo.....	138
Anexo 24. Otras proyecciones.....	139
Anexo 25. Equipo dental de rayos X.....	139
Anexo 26. Tipos de radiaciones.....	140

## **RESUMEN**

Introducirnos en la imagenología, implica sumergirnos en el mundo de la imagen médica, una disciplina fundamental para la medicina actual. Ya que, a través de sus técnicas o procedimientos pueden lograrse examinar el cuerpo humano en cualquiera de sus partes, con el objetivo de evaluar, diagnosticar e incluso tratar diversas patologías. Asimismo, es una disciplina médica que puede contribuir a estudiar la anatomía y fisiología normales del organismo. Esto incluye la radiología, la endoscopia, la fotografía médica y la microscopía, entre otras que en definitiva se traducen en la práctica clínica, en rayos X, tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética (RMN), gammagrafía, densitometría, mamografía, ecografía y ultrasonido médicos, entre otros auxiliares paraclínicos de evaluación, diagnóstico y tratamiento que van de la mano de los avances tecnológicos.

**Palabras clave:** Imagenología, tecnología biomédica, rayos X, ultrasonido, tomografía axial computarizada, resonancia magnética, principios biofísicos.

## **ABSTRACT**

Introducing ourselves in imaging implies immersing ourselves in the world of medical imaging, a fundamental discipline for current medicine. Since then, through his techniques or procedures can be achieved by examining the human body in any of its parts, with the aim of evaluating diagnosing and even treating various pathologies. Likewise, it is a medical discipline that can contribute to studying the normal anatomy and physiology of the organism. This includes radiology, endoscopy, medical photography and microscopy, among others that ultimately translate into clinical practice in X-rays, computerized axial tomography (CAT), magnetic resonance imaging (MRI), gammagraphy, densitometry, mammography, ultrasound and medical ultrasound, among other paraclinical aids for evaluation, diagnosis and treatment that go hand in hand with technological advances.

**Key words:** Imaging, biomedical technology, X-rays, ultrasound, computerized axial tomography, magnetic resonance, biophysical principles.



## **INTRODUCCIÓN**

La presente obra tiene como finalidad dar a conocer a las personas ligadas al área de la salud un poco más de la especialidad de Imagenología, lo que les permitirá comprender la utilidad de esta área del conocimiento y sus aplicaciones en el diagnóstico médico, sin profundizar en detalle las complejidades de cada procedimiento. Pues, al trabajar en conjunto con un equipo de salud existen personas que tienen asignadas determinadas funciones. Asimismo, ocurre en el área de imagenología, donde el técnico, el tecnólogo o el licenciado en imagenología, es el encargado de manejar los equipos, realizar los procedimientos y elegir la técnica más adecuada, dependiendo del tipo de examen y equipo que se vaya a utilizar, una vez que el médico especialista ha emitido la solicitud u orden. Luego, al ser obtenidas las imágenes, el encargado del departamento entregará el material obtenido, para que el médico imagenólogo emita el informe correspondiente.

Conocer los diversos exámenes y comprender mejor la funcionalidad de los equipos de diagnóstico por imagen de última generación, les brindará a los profesionales de la salud la posibilidad de ampliar su campo de acción, basados en las bondades de cada estudio, según la necesidad y requerimiento del estado del paciente.

Todo profesional de la salud debe conocer y tener clara la amplia gama de exámenes de imagen que existen para diagnóstico, eligiendo siempre el más adecuado según el caso del paciente, el obtener información oportuna y pertinente es un imperativo para realizar un correcto diagnóstico descartando o confirmando alguna patología o estado alterado de la salud.





# CAPITULO I

# La Imagenología



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



## **LA IMAGENOLOGÍA**

La imagenología, es una rama de la medicina que utiliza radiaciones ionizantes y no ionizantes para obtener imágenes realizando exámenes que permiten observar, ubicar y realizar el diagnóstico de diversas patologías. Existen varios tipos de exámenes que se realizan con equipos adecuados y que deben ser manejados por profesionales de la salud que desarrollan las competencias adecuadas para desarrollar en forma eficiente esta actividad.

Se llama imagen médica al conjunto de técnicas y procesos usados para crear imágenes del cuerpo humano, o partes de él, con propósitos clínicos (procedimientos médicos que buscan revelar, diagnosticar o examinar enfermedades) o para la ciencia médica”<sup>1</sup>.

En la práctica asistencial, todos los equipos de imagenología requieren y tienen una distribución acorde al nivel de atención de los centros asistenciales, donde sirven de apoyo paraclínico. Así, lo refleja por ejemplo, un estudio al respecto hecho en Brasil, donde los equipos de radiología son los más abundantes (43.94%) seguidos de los de ultrasonografía (29.80%), al igual que las unidades radiológicas y fluoroscópicas (21.21%). Los equipos de tomografía y resonancia magnética, al ser de muy alta especialidad y costo, representan el 5%. El número y tipo de equipo muestran una enorme diversidad y grados de sofisticación tecnológica, de ahí que en algunos casos se disponga sólo de un número reducido de equipos<sup>2</sup>.

La accesibilidad al equipamiento de imagenología, deriva en la obtención de diagnósticos cada vez más precisos y oportunos, sin embargo, la acelerada renovación de contar con equipo médico impone retos importantes a la institución debido a los costos y a la necesidad de contar con personal especializado en su manejo<sup>3</sup>.

## **ORIGEN DE LA IMAGENOLOGÍA**

Los estudios imagenológicos tienen su origen en la ciencia denominada radiología, que utiliza los rayos X, para obtener imágenes del cuerpo humano. En el área de la salud, la imagenología ha desarrollado varios tipos de exámenes que utilizan los médicos para realizar el diagnóstico de alguna patología.

El 8 de Noviembre de 1895, Wilhelm Conrad Roentgen, profesor de física en la

Universidad de Wurzburg en Alemania, descubrió la radiación X, mientras experimentaba en su laboratorio, con un tubo bien sellado y sin ventanas denominado tubo catódico en el que se producía descarga de electrones. Roentgen realizó experimentos con los tubos de Crookes y la bobina de Ruhmkorff. Se preocupó por analizar los rayos catódicos, durante este proceso, para evitar la fluorescencia violeta que se producía en las paredes de vidrio del tubo, creó un ambiente de oscuridad, al cubrir el tubo con un cartón negro.

Al conectar su equipo por la noche, observó con sorpresa un débil resplandor amarillo verdoso a lo lejos, al acercarse verificó que había un pequeño cartón con una solución de cristales de platino-cianuro de bario, que perdían su luminosidad y oscurecían al apagar el tubo.

Esto despertó su curiosidad y se propuso replicar esta peculiar situación en varias ocasiones, comprobando que se obtenían los mismos resultados, luego de analizar la situación durante un largo tiempo. Roentgen supuso que el inexplicable fenómeno de fluorescencia, solo podía ser ocasionado por una fuente invisible de energía radiante desconocida por la ciencia.

Para poder nombrarla de alguna manera y basado en que era desconocida, Roentgen decidió utilizar el símbolo universal de lo desconocido, denominando a energía radiante, rayos X, con la curiosidad propia de un científico, lleno de interés y emoción, decidió que debía empezar a documentar el fenómeno y a determinar sus características e inició la cuantificación y calificación de las características físicas de los rayos X, que por ser invisibles no se podían observar ni percibir con facilidad a simple vista y que tenían la particularidad de que causaban fluorescencia. Se preocupó por determinar su penetrabilidad en objetos de diferente densidad, colocando entre la pantalla fluorescente y la presunta fuente de rayos X entre los materiales utilizados observó, que podían atravesar materiales como grandes capas de papel, vidrio, hule y madera.

También, utilizó una placa de plomo, observando que esta no podía ser atravesada por estos rayos. Sin embargo, al estudiar la imagen oscura del plomo en la pantalla, Roentgen observó la sombra de su mano y dentro de esa sombra pudo ver los huesos de sus dedos. De inmediato, Roentgen advirtió que habían descubierto casualmente un fenómeno con muchas aplicaciones<sup>4</sup>.

En el mes de enero de 1896, presentó un trabajo de este hallazgo en la Sociedad Médico - Física de Wurtzburg. El 22 de Diciembre de 1896, se practica la primera

prueba con humanos y pide a su esposa que colocase su mano a los rayos, siendo la primera imagen radiográfica del cuerpo humano. Así, nace una rama de la medicina llamada Radiología.

El descubrimiento de Roentgen y la evaluación rápida de la potencialidad de los rayos X, fue motivo para que se le otorgara el primer Premio Nobel de Física en el año 1901.

## **PRODUCCIÓN DE RAYOS X**

La producción de rayos X se da, en un tubo de rayos X que puede variar dependiendo de la fuente de electrones el tubo de rayos X, consiste en un cilindro de vidrio que no contiene aire en su interior, es decir, está al vacío.

## **EL TUBO DE RAYOS X**

El tubo de rayos X, está constituido por dos electrodos (cátodo y ánodo), una fuente de electrones (cátodo caliente) y un blanco el ánodo donde golpean los electrones, estos se aceleran mediante una diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo, produciendo radiación justo en la zona de impacto de los electrones y se emite en todas direcciones.

La energía adquirida por los electrones y que les proporciona velocidad está determinada por el voltaje aplicado entre los dos electrodos. De tal manera, que los diferentes electrones no chocan con el blanco de igual manera, así, que este puede ceder su energía en una o en varias colisiones, produciendo un espectro continuo<sup>5</sup>.

## **LOS RAYOS X**

Son radiaciones electromagnéticas, invisibles, capaces de atravesar cuerpos opacos de la misma naturaleza que las ondas de radio, las ondas de microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible, los rayos ultravioleta y los rayos gamma, con una longitud

de onda específica (1.0 angstrom a 0.1 angstrom) y se producen por medio de un tubo de rayos X por la desaceleración de movimientos rápidos de electrones, llamada también, radiación ionizante porque al interactuar con la materia produce la ionización de los átomos de la misma.

## **EL PROCESO**

Los rayos X, son productos de la desaceleración rápida de electrones muy energéticos (del orden 1000eV) al chocar con un blanco metálico.

Según la mecánica clásica, una carga acelerada emite radiación electromagnética, de este modo, el choque produce un espectro continuo de rayos X (a partir de cierta longitud de onda mínima).

El tubo con filamento es un tubo de vidrio al vacío en el cual se encuentran dos electrodos en sus extremos. Los electrones son producidos por una bobina tungsteno (denominada cátodo) en el cual una parte enrollada se calienta. Este puede ser de dos clases, tubos con filamento y tubos con gas.

Después, que los electrones son producidos en el tubo de rayos X, estos se aceleran del cátodo hacia el ánodo que tiene carga positiva, lo cual se debe al potencial de energía que ocurre transversalmente en el tubo, entre el cátodo y el ánodo.

El cátodo es un filamento caliente de tungsteno y el ánodo es un bloque de cobre en el cual está inmerso el blanco.

El ánodo es refrigerado continuamente mediante la circulación de agua o aceite en la capsula que lo rodea, pues, la energía de los electrones al ser golpeados con el blanco, es transformada en energía térmica con la producción de mucho calor; en un gran porcentaje, un pequeño porcentaje (alrededor del 1 por 100) de los electrones acelerados produce rayos X.

Finalmente, el tubo de rayos X posee una ventana elaborada en berilio, aluminio o mica.

Una de las variaciones en la producción de rayos X empleados en el diagnóstico se debe al número de electrones que son acelerados; esto se controla por la selección

del miliamperaje de exposición, factor que determinará el número de electrones que calientan el cátodo.

Los rayos X se producen debido al principio del fenómeno *Bremstrahlung*, en donde el electrón se carga negativamente con energía cinética alta y se hace menor por una carga positiva del núcleo del ánodo de tungsteno.

Cuando un electrón es desalojado de una órbita cerca de los núcleos del átomo de tungsteno, los electrones colocados más cerca de la periferia llenan al vacío de la parte interna de la cubierta, esto produce la radiación característica.

Una segunda variación controlable en la producción de los rayos X para el diagnóstico, es el potencial a través del cual los electrones son acelerados en los tubos de rayos X, que es medido en kilovoltios. Los niveles de mayor kilovoltaje causan que los electrones sean acelerados más rápidamente, produciendo entonces rayos X de energía más elevada.

Una tercera variación es la cantidad que se produce de acuerdo con el tiempo se trata de la duración en segundos a que se expone al paciente a los rayos X.

Por tanto, cuando se habla de kilovoltaje, miliamperaje y tiempo de exposición se refieren a los valores utilizados para obtener la radiografía de un paciente.

Después, que son producidos los rayos X, se emiten en forma de abanico a través del paciente hasta llegar a una película, que se encuentra colocada en un chasis de metal detrás del paciente.

El chasis tiene dos propósitos, el primero es impedir la exposición de la luz hacia la película radiográfica y con frecuencia contiene una pantalla que se hace fluorescente cuando la penetran los rayos X. Por último, la fluorescencia o la producción de la luz dentro del chasis que expone directamente a la película.

## **INTERACCIÓN DE LOS RAYOS X CON LA MATERIA**

Los rayos X, son radiaciones ionizantes porque al interactuar con la materia y produce la ionización de los átomos de la misma, es decir, origina partículas con carga (iones).



Cuando los rayos X interactúan con la materia, pueden ser en parte absorbidos y en parte transmitidos, esta característica es aprovechada en medicina al realizar radiografías.

Los progresos en la tecnología del equipo radiográfico y el desarrollo de filtración adecuada del haz de rayos X, han eliminado la relativa inutilidad de la radiación de baja energía productora de radiaciones que ocasionaron perjuicio a los tejidos blandos en los primeros exámenes radiográficos.

- Las películas radiográficas tienen una emulsión que varía dependiendo de la longitud de onda a la cual se quiera exponer.
- La sensibilidad de la película es determinada por el coeficiente de absorción másico y es restringida a un rango de líneas espectrales.
- La desventaja que presentan estas películas es por su naturaleza granizada, la imposibilidad de un análisis detallado pues no permite una resolución grande.

# CAPITULO II

## La Imagen Radiográfica



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



## **LA IMAGEN RADIOGRÁFICA**

Es importante recordar, que la imagen que se ve en la película radiográfica no es debida al resultado directo de los rayos X, sino que se debe primordialmente a la luz que recibe la película dentro del chasis.

La radiación X, interfiere de diferentes maneras de acuerdo con las diversas estructuras del cuerpo humano, dependiendo de la atenuación del rayo de acuerdo con las sustancias que atraviesa.

La variación de las densidades en una película son básicamente cuatro:

- a. El aire aparece negro (radiolúcido).
- b. La grasa da un color gris oscuro.
- c. Los tejidos blandos se muestran grises claros.
- d. Los huesos son de color blanco radioopaco.

En la imagen radiográfica usual de un paciente, todos los tejidos blandos del cuerpo (incluyendo el músculo), tejido conectivo, cartílago, sangre y los diversos órganos internos del cuerpo, tienen básicamente la misma densidad en la radiografía simple.

Todas las imágenes radiográficas, dependen de la diferencia de color en estos tejidos y la superposición que se observa en ellos.

Los rayos X son absorbidos por diferentes partes del cuerpo en variables grados. Los huesos absorben gran parte de la radiación mientras que los tejidos blandos, como los músculos, la grasa y los órganos, permiten que más de los rayos X pasen a través de ellos. En consecuencia, los huesos aparecen blancos en los rayos X, mientras que los tejidos blandos se muestran en matices de gris y el aire aparece en negro.

Hasta muy recientemente, las imágenes de rayos X se han mantenido como copia impresa en película (muy similar a un negativo fotográfico). Hoy en día, la mayoría de las imágenes son archivos digitales que se almacenan electrónicamente.

Los actuales sistemas digitales permiten la obtención y visualización de la imagen radiográfica directamente en una computadora (ordenador), sin necesidad de imprimirla.

## **APLICACIONES MÉDICAS**

Desde que Roentgen descubrió que los rayos X y permiten captar estructuras óseas, se ha desarrollado la tecnología necesaria para su uso en medicina, podemos decir que las proyecciones radiológicas simples se iniciaron con el uso de los rayos x

La imagenología, es una rama de la medicina que utiliza radiaciones ionizantes y no ionizantes para obtener imágenes en exámenes que nos permiten observar, ubicar y realizar el diagnóstico de patologías, incluye a la radiología como una importante especialidad médica que emplea la radiografía como ayuda en el diagnóstico médico, en la práctica, el uso más extendido es los rayos X.

Los rayos X son especialmente útiles en la detección de enfermedades del esqueleto, en especial para diagnosticar fractura y son de gran utilidad para el ortopedista.

También, se utilizan para diagnosticar enfermedades de los tejidos blandos, como la neumonía, cáncer de pulmón, edema pulmonar, abscesos, etc.

En casi todos los pacientes deberá tomarse más de una radiografía del sitio probable de fractura. Las proyecciones anteroposteriores y laterales se realizan en forma sistemática.

En otros casos, el uso de rayos X tiene más limitaciones, como por ejemplo, en la observación del cerebro o los músculos. Las alternativas en estos casos incluyen la tomografía computarizada, la resonancia magnética nuclear, ultrasonidos, angiografía, o en estudios de contraste.

## **TÉCNICA RADIOLÓGICA**

Cuando se habla de las técnicas radiológicas se refiere a las diferentes proyecciones que se utilizan en los casos patológicos que se está investigando, desde luego esta será indicada por el especialista tratante en una orden firmada y sellada.

Existen una gran variedad de proyecciones que pueden utilizarse y que se aplican según la necesidad y sector del cuerpo lesionado. Entre las más comunes se pueden nombrar las proyecciones AP (antero posterior) y las proyecciones laterales, además se pueden utilizar proyecciones oblicuas, axiales y proyecciones especiales en deter-

minados casos para estudiar regiones focalizadas.

Durante los primeros años de su utilización de la radiología convencional se realizaban exámenes fluoroscópicos que tomaban mucho tiempo y situaciones incómodas a los pacientes. Implicando que en ocasiones los pacientes tenían que estar expuestos a la radiación por periodos prolongados de tiempo lo cual no era lo más óptimo, en estos exámenes se utilizaban medios de contraste para observar y estudiar órganos como el estómago, el intestino, el colon, algunos de los cuales aún se realizan en los sitios en donde no hay la posibilidad de implementar el uso de equipos modernos y que finalmente ante la necesidad de realizar un diagnóstico y midiendo el costo beneficio para alcanzar el bienestar del paciente confirmando o descartando tal o cual patología terminan siendo de gran utilidad.

En la actualidad con la llegada de la tecnología de punta, con equipos tan sofisticados como la TC (Tomografía computarizada) y la RM (Resonancia Magnética) se pueden realizar exámenes de alta sensibilidad y especificidad en tiempos muy cortos que evitan al paciente complicados procesos para un diagnóstico oportuno.

En general el protocolo de estudio a seguir siempre empieza desde los exámenes más simples hasta los más sofisticados, con el fin de optimizar los recursos y no desperdiciarlos innecesariamente. De allí que para fracturas del miembro inferior se puede utilizar desde una radiografía simple, hasta una tomografía computarizada o una resonancia magnética para observar si existe además algún desgarramiento muscular o tendinosos y si existe otra lesión o retención de líquido.

Ya en muchos centros de salud y hospitales tanto del Gobierno como privados se utilizan equipos de radiología que tienen la particularidad de tener en su interior software con programas diseñados para poder operar los parámetros que proporcionan el contraste, de tal modo que al tomar la radiografía, y no tener la nitidez deseada, estos se pueden calibrar para poder observar mejor la imagen y el sitio de la lesión, obteniendo películas de gran calidad, estos equipos digitales presentan grandes ventajas para las personas que desempeñan esta actividad, pues permiten optimizar y mejorar las imágenes tan necesarias para realizar los diagnósticos que son solicitadas por los médicos especialistas tratantes.

Un Departamento de Rayos X debe ser habilitado según las normas internacionales para proteger la integridad del operador o profesional de la salud, como del paciente y de las personas que habitan o laboran en ese entorno.

Una regla específica la debe dar el ente Gubernamental de cada país, entre los más conocidos e imprescindibles se pueden enumerar los siguientes, las paredes de la habitación deben tener un recubrimiento de plomo que impida la fuga de las radiaciones en el tiempo en que se realizan los exámenes.

Además, los equipos deben estar bien calibrados para evitar fugas de radiaciones innecesarias, todo procedimiento debe realizarse con la debida o protección del operador como mandil de plomo que proteja las zonas sensibles de las gónadas, la glándula tiroides y los ojos en especial, además, la sala de los exámenes debe ser independiente del lugar de operación de los comandos, para observar al paciente debe existir un vidrio de plomo colocado en la respectiva pared plomada o en su defecto debe existir un biombo plomado, la distancia debe ser al menos 3 metros del tubo para el operador (ver anexos 1, 2 y 3).

Un instrumento importante de uso personal es el dosímetro, que mide la cantidad de radiaciones recibidas por el operador o profesional de la salud durante el ejercicio de su actividad al realizar los exámenes, este instrumento es para reconocer si existe peligro a la salud, pues el exceso de radiaciones podría causar trastornos que van desde una anemia a una leucemia o cáncer y trastornos de la glándula tiroides o cáncer de tiroides e inclusive desarrollo de alteraciones genéticas por exposición en estado de gestación, la alopecia entre otros. De allí, la importancia de aplicar los medios de protección.

# CAPITULO III

## Indicación Radiográfica



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)





## **INDICACIÓN RADIOGRÁFICA**

Las aplicaciones de la radiología convencional como se le llama a las placas radiográficas, son múltiples, especialmente en patologías relacionadas a problemas óseos, accidentes con politraumatismos, fracturas, problemas respiratorios, además para observar la sombra cardíaca, a pesar de los adelantos tecnológicos sigue siendo muy útil rápida y de muy bajo costo en la mayoría de los casos.

Generalmente, para la exploración de piezas óseas se solicitan dos proyecciones denominadas AP y Lateral, aunque en determinados casos se puede utilizar una proyección oblicua o axial.

Las proyecciones oblicuas suelen solicitarlas para observar columna vertebral en cualquiera de sus regiones, por otro lado la proyección axial suele ser utilizada para el estudio de articulación temporomaxilar.

Las proyecciones convencionales o más conocidas como radiografías simples, también suelen utilizarse en estudios solicitados por los traumatólogos, por ejemplo, en serie ósea, para mediciones, etc.

No se puede olvidar las radiografías de mano o de los dedos ante la sospecha de una fisura o de una fractura o simplemente de un traumatismo.

En la odontología, también utilizan mucho las radiografías simples, tanto las periapicales aplicadas a las piezas dentales, las radiografías oclusales, las radiografías cefalométricas y panorámicas muy usadas en ortodoncia.

## **INDICACIÓN RADIOGRÁFICA EN PATOLOGÍA ÓSEA**

Entre los cambios radiográficos que indican patología ósea se incluyen:

1. Fractura. Ruptura de la corteza ósea que altera la fuerza estructural, podría tratarse de una pequeña fisura en el hueso, por difícil de visualizar o ampliamente desplazada.
2. Destrucción ósea localizada. Pérdida localizada de la corteza, de la médula o de ambas, esto indica en general infecciones o tumor.

3. Formación de hueso perióstico nuevo. Una fina línea blanca de periostio, puede observarse a lo largo de la diáfisis, podría ser una manifestación de enfermedad localizada o difusa del hueso.

4. Formación reactiva de hueso. Puede aparecer hueso denso en la cortical o en área medular como reacción a una infección o tumor.

5. Formación de hueso tumoral nuevo. En cierto tipo de tumores, el hueso nuevo se puede formar del tipo celular tumoral, típico de esa malignidad particular. Así, un osteosarcoma produciría un tipo particular de material osteoide extraño y un condrosarcoma produciría primeramente material cartilaginoso con calcificación típica.

6. Enfermedad ósea difusa. El aumento o disminución difusos de la densidad ósea podría indicar problema óseo metabólico. En los niños el cartílago de crecimiento epifisiario, son las áreas más afectadas.

## **FRACTURAS**

Siendo las fracturas de los problemas de salud más frecuentes observados en las consultas médicas, causados por accidentes, politraumatismos, descalcificación, entre otras causas, se considera muy importante que se reconozca información básica general de las mismas.

Existen varios tipos de fractura, que se pueden clasificar atendiendo a los siguientes factores:

- Estado de la piel.
- Localización de la fractura en el propio hueso.
- Trazo de la fractura.
- Mecanismo de acción del agente traumático.

### *a) Según el estado de la piel*

- Fracturas cerradas. Son aquellas en las que la fractura no comunica con el exterior, ya que la piel no ha sido dañada.
- Fracturas abiertas. Son aquellas en las que se puede observar el hueso fracturado a simple vista, es decir, existe una herida que deja los fragmentos óseos al descubierto. Unas veces, el propio traumatismo lesiona la piel y los tejidos

## *Introducción a la Imagenología*

subyacentes antes de llegar al hueso; otras, el hueso fracturado actúa desde dentro, desgarrando los tejidos y la piel de modo que la fractura queda en contacto con el exterior.

### *b) Según su localización*

Los huesos largos se pueden dividir anatómicamente en tres partes principales la diáfisis, las epífisis y las metáfisis.

La diáfisis es la parte más extensa del hueso, que corresponde a su zona media.

Las epífisis son los dos extremos, más gruesos, en los que se encuentran las superficies articulares del hueso, en ellas se insertan gran cantidad de ligamentos y tendones que refuerzan la articulación.

Las metáfisis son unas pequeñas zonas rectangulares comprendidas entre las epífisis y la diáfisis, sobre ellas se encuentra el cartílago de crecimiento de los niños.

Así, las fracturas pueden ser, según su localización:

- Epifisarias (localizadas en las epífisis). Si afectan a la superficie articular, se denominan fracturas articulares y si aquélla no se ve afectada por el trazo de fractura, se denominan extraarticulares. Cuando la fractura epifisaria se produce en un niño e involucra al cartílago de crecimiento, recibe el nombre de epifisiólisis.
- Diafisarias (localizadas en la diáfisis). Pueden afectar a los tercios superior, medio o inferior.
- Metafisarias (localizadas en la metáfisis). Pueden afectar a las metáfisis superior o inferior del hueso.

Con respecto a este tipo de fracturas por ejemplo considera: (ver anexo 4).

Se consideran como fracturas diafisarias de fémur las localizadas en un amplio margen que se extiende desde la zona subtrocantérea hasta la metafisaria distal del fémur. El fémur está rodeado en la diáfisis por una masa muscular voluminosa y e un tubo cilíndrico de hueso cortical con una suave curva de convexidad anterior. Esta estructura resiste importantes cargas axiales y momentos de flexión y torsión.

*c) Según el trazo de la fractura*

Fracturas simples: aquellas en las cuales la lesión se reduce a la fractura diafisaria, sin otra complicación vascular, nerviosa, hemodinámica o visceral.

Fracturas complejas: por el contrario, la fractura se acompaña de lesiones de otro tipo: fractura de pelvis; de columna; viscerales: ruptura hepática o esplénica; lesiones tóraco-pulmonares; intensa hemorragia focal con trastornos hemodinámicos; traumatismos encéfalo-cranianos, etc. En este tipo de fracturas, la complicación anexa debe ser diagnosticada con rapidez y la resolución de la complicación puede tener mucho más urgencia que la de la fractura misma. Todos estos enfermos deben ser considerados como politraumatizados graves y su terapéutica debe ser ajustada a esta condición.

*d) Según el mecanismo de producción*

- Traumatismo directo. La fractura se produce en el punto sobre el cual ha actuado el agente traumático. Por ejemplo, fractura de cúbito por un golpe fuerte en el brazo.
- Traumatismo indirecto. La fractura se produce a distancia del lugar donde ha actuado el agente traumático. Por ejemplo: fractura del codo por una caída sobre las palmas de las manos.
- Contracción muscular brusca: En deportistas y personas con un gran desarrollo muscular se pueden producir fracturas por arrancamiento óseo al contraerse brusca y fuertemente un músculo determinado. También, se han observado fracturas de este tipo en pacientes sometidos a electroshock.

## **RADIOGRAFÍA DE TÓRAX**

Una de las radiografías más útiles para diagnosticar patologías pulmonares y observar la silueta cardíaca es la radiografía estándar de tórax (ver anexo 5).

## **LA RADIOGRAFÍA SIMPLE DE ABDOMEN**

Esta toma radiográfica es de gran utilidad para observar las estructuras abdominales.

# CAPITULO IV

## Rayos X del Tórax

# Mamografía

# Densitometria



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



## **RAYOS X DEL TÓRAX**

### **LA PLACA DE RAYOS X DEL TÓRAX (RADIOGRAFÍA DE TÓRAX)**

La radiografía de tórax es el examen de diagnóstico por rayos X más comúnmente utilizado, produce imágenes del corazón, de los pulmones, de las vías respiratorias, de los vasos sanguíneos, de los huesos de la columna y el tórax. Es solicitada por los médicos especialistas como estándar de tórax.

Un rayos X (radiografía) es un examen médico no invasivo que ayuda a los médicos a diagnosticar estados patológicos a nivel del tórax. La toma de imágenes con rayos X supone la exposición de una parte del cuerpo a una pequeña dosis de radiación ionizante para producir imágenes del interior del cuerpo.

La radiografía de tórax se realiza para evaluar los pulmones, el corazón y la pared torácica. Los médicos utilizan el examen para ayudar a diagnosticar o controlar el tratamiento de condiciones tales como:

- Problemas respiratorios.
- Tos fuerte o persistente.
- Lesión o dolor en el pecho.
- Neumonía.
- Enfisema.
- Cáncer de pulmón.
- Colocación de líneas y tubos.
- Acumulación de líquido o aire alrededor de los pulmones.
- Insuficiencia cardíaca u otros problemas cardíacos.
- Otras enfermedades clínicas.

En una radiografía de tórax, las costillas y la columna absorberán gran parte de la radiación y se visualizarán en blanco o gris claro en la imagen. El tejido pulmonar absorbe poca radiación y aparecerá en negro en la imagen. Por lo general, se toman dos imágenes del tórax, una de la espalda y otra del lateral del cuerpo, mientras el paciente permanece de pie frente a la placa de registro de imágenes.

El profesional de la salud que trabaja en esta área es una persona especialmente capacitada para realizar exámenes de radiología, colocará al paciente de pie con las manos en las caderas y el pecho presionado contra la placa de imagen. Para la segunda imagen, el lateral del paciente se encuentra apoyado sobre la placa de imagen con



los brazos elevados.

Los pacientes que no puedan permanecer de pie podrán recostarse en una mesa para radiografía de tórax.

Los pacientes deben permanecer inmóviles para obtener una placa que nos proporcione la información requerida por el especialista además se le solicita que contenga la respiración por unos segundos mientras se toma la imagen de rayos X para reducir la posibilidad de que ésta resulte borrosa. Todo profesional de esta área debe protegerse de la exposición prolongada a las radiaciones.

## **SOBRE LA MINIMIZACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN**

Se debe tener especial cuidado durante los exámenes de rayos X en utilizar la mínima dosis posible de radiación y a la vez generar las mejores imágenes para la evaluación. Las organizaciones nacionales e internacionales de protección de la radiología revisan y actualizan constantemente las normas técnicas utilizadas por los profesionales en radiología.

Los sistemas modernos de rayos X tienen haces de rayos X muy controlados y métodos de control de filtración para minimizar la desviación (dispersión) de la radiación. Esto garantiza que aquellas partes del cuerpo de las que no se toman imágenes reciban la mínima exposición posible a la radiación.

La radiografía de tórax es un examen de mucha utilidad, pero cuenta con limitaciones. Como algunas condiciones del tórax no pueden detectarse en una imagen de rayos X de tórax convencional, este examen no puede necesariamente descartar todos los problemas torácicos.

Pueden requerirse estudios de imágenes adicionales para clarificar los resultados de una radiografía de tórax o para buscar anomalías no visibles en la radiografía de tórax. Por ejemplo, un cáncer de tamaño pequeño puede no aparecer en una radiografía de tórax. Un coágulo de sangre en los pulmones, enfermedad que se denomina embolia pulmonar, no puede verse en una radiografía de tórax.

## **MAMOGRAFÍA**

El uso de la mamografía desde su descubrimiento hasta hoy ha sido de gran utilidad, porque ha contribuido a reducir la tasa de mortalidad del cáncer de mama. Se considera que la mamografía es el mejor método disponible, para evidenciar lesiones tempranas en la mama, realizar un diagnóstico a tiempo es esencial, en este tipo de patologías, para aumentar la tasa de supervivencia de las mujeres con cáncer. La mamografía realizada a intervalos de 1 a 2 años, reduce las muertes por esta enfermedad de un 25% a un 35% en las mujeres de 50 años o más que no presentan síntomas.

En un principio fue conocida como Mastografía que viene del griego mastos = mama y graphein = escribir, cuyo significado es descripción de la mama.

Durante años, investigadores desarrollaron estudios, hasta lograr obtener un método eficaz, para observar imágenes de la mama, utilizando bajos niveles de radiación, para detectar problemas de patologías en la mama.

En 1963, se desarrolló el primer xenógrafo, se designa con este nombre por ser la primera unidad de rayos X dedicada exclusivamente a la radiografía de la mama. El aparato dotado de molibdeno en el anticátodo en vez de tungsteno, le proporciona 0.7 mm de foco, obteniendo así, un buen contraste entre el parénquima mamario, la grasa y las calcificaciones.

Posee un dispositivo de compresión, que disminuye la difusión de la radiación y separa las estructuras mamarias. Gros, en un tratado de imágenes mamográficas sobre la anatomía y la patología de la mama, manifiesto el valor de la mamografía en la detección del cáncer oculto de mama.

En 1987 Wolfe contribuye a su difusión, estableciendo los patrones mamarios, con la idea de correlacionarlos con el cáncer. Sickles, investigó sobre el agrandamiento de la imagen, sus resultados influyeron hasta el punto que los modernos mamógrafos disponen hoy de un pequeño foco para aumentar la imagen cuando ello resulta de interés en casos de distorsión, asimetría, dilatación de un conducto, aumento de densidad y calcificaciones agrupadas.

## **APLICACIÓN DE LA MAMOGRAFÍA**

Sus indicaciones más frecuentes son dolor mamario, quistes, calcificaciones, retracción de la piel, piel de naranja, secreción a través del pezón o la presencia de masa, fibroadenoma o de un tumor palpable.

La mamografía es el Estudio radiológico de la glándula mamaria y utiliza los rayos X de baja potencia para localizar zonas anormales y cáncer en la mama en sus primeras fases (ver anexo 6).

Esta técnica consiste en colocar la mama entre dos placas y presionarla durante unos segundos mientras se realizan las radiografías.

Dr. Michael S. Richardson considera:

La mamografía no es una prueba perfecta pero es la mejor herramienta disponible en estos momentos. La sensibilidad de la mamografía para la detección de un cáncer de mama se sitúa entre el 80 y el 90 por ciento. Es capaz de detectar distorsiones mamarias cancerígenas en la arquitectura de la mama, mucho antes de que sean lo bastante grandes como para ser detectadas mediante la exploración manual<sup>6</sup>.

La mamografía constituye un examen indoloro y rápido de aproximadamente 15 minutos de duración que permite detectar una anomalía y establecer un diagnóstico preciso sus resultados se obtienen el mismo día y son enviados al médico correspondiente.

## **SCREENING MAMOGRÁFICO**

Por definición, la mamografía de screening es un estudio que se realiza a mujeres asintomáticas. El objetivo es identificar el cáncer de mama, lo más temprano posible, es decir, antes de que presente signos clínicos evidentes, por ejemplo, un bulto o cambios dérmicos o metástasis a distancia.

## **EL EQUIPO: MAMÓGRAFO**

El mamógrafo es un equipo de rayos X, que realiza las radiografías de mama, actualmente estos aparatos utilizan el mismo principio aportando innovaciones a fin de obtener mejor calidad de imagen, definición, contraste y menor dosis de radiación.

La mayoría de los equipos tienen el mismo aspecto.

- Estativo.
- Generador.
- Tubo emisor de rayos X.
- Compresor.
- Complejo portafilm.
- Exposímetro.
- Rejilla Antidifusora (Bucky).
- Magnificaciones.
- Consola de mandos.

Estativo. En general, los equipos presentan un estativo vertical y un brazo porta tubo móvil, su mecanismo está concebido para realizar el examen en posición de bipedestación, pero también, pueden acoplarse para exámenes con la paciente sentada o tumbada.

El brazo puede realizar dos tipos de movimientos, un movimiento vertical, en función de la altura de la paciente y un movimiento circular, que permite incidencias variadas. La distancia entre el foco y la mama es en la técnica estándar, alrededor de 60cm.

Generador. Los aparatos están equipados en la actualidad con generadores de alta frecuencia, lo que reduce el tiempo de exposición.

Tubo emisor de rayos X. El tubo de Rx emite la radiación necesaria para realizar el examen de mamografía, son de paredes metálicas con un ánodo rotatorio de molibdeno y dos focos:

- De 0.3 mm para las técnicas estándar (mamografía de contacto).
- De 0.1 mm para las proyecciones ampliadas. La ventana de salida del tubo es de berilio.

Compresor. Es una placa de plástico para comprimir la mama mediante un sistema neumático que controla el operador con el pie y tiene una intensidad regulable.

La mamografía es útil para detectar alteraciones de las mamas tales como:

Los estados patológicos de la glándula mamaria pueden ser catalogadas según la etapa de desarrollo o la situación, forma, tamaño, disparidad, peso, consistencia, benignidad o malignidad que presente la patología y el diagnóstico de las mismas depende en gran medida de los exámenes que se realicen a las pacientes, siendo la mamografía el más utilizado y eficaz, complementada con otras pruebas y exámenes necesarios para la comprobación de las posibles patologías. Un examen complementario podría ser considerado este sería una ecografía de partes blandas en este caso de la mama.

## **LA DENSITOMETRÍA ÓSEA**

Es la medición de la densidad cálcica de un hueso y el deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, por medio de los rayos X. Los equipos de densitometría ósea deben ser calibrados diariamente con el fin que los parámetros sean reales.

Su fundamento técnico se basa sobre la propiedad de los tejidos que absorben una porción de la radiación ionizante emitida por una fuente, la que posteriormente es registrada por un detector situado por detrás de un hueso en estudio. La cantidad de radiación absorbida es inversamente proporcional al contenido mineral existente.

En la práctica cotidiana la densitometría ósea (de los cuerpos vertebrales y el cuello del fémur) es el examen más solicitado para establecer la presencia de osteoporosis y evaluar la respuesta al tratamiento; además, es el examen de elección en pacientes con factores de riesgo.

Con la densitometría ósea el médico puede evaluar la salud ósea y la pérdida de la densidad del hueso para establecer el tratamiento más adecuado para sus pacientes. Constituye la principal herramienta diagnóstica utilizada en la osteopenia y la osteoporosis.

Es una técnica imagenológica diagnóstica específica que permite medir la densidad mineral de los huesos el contenido de calcio y la pérdida progresiva de masa

## *Introducción a la Imagenología*

y densidad ósea. Es importante detectar el problema antes de que los síntomas se presenten, ya que disminuye la resistencia y elasticidad de los huesos y aumenta su fragilidad produciendo fracturas ante pequeños traumatismos con el fin de poder tratarla con prontitud. Constituye la principal herramienta diagnóstica utilizada en la osteoporosis. La dosis radiológica que recibe el paciente es muy baja oscila entre 0.5 y 2.4 msv (ver anexo 7).

Para valorar la DMO, actualmente se mide el contenido mineral óseo de: L1-L2-L3-L4 y del cuello de Fémur.

- Una puntuación T entre -1 y -2.4 indica el comienzo de pérdida ósea (osteopenia).
- Una puntuación T de -2.5 en adelante indica osteoporosis.

Este examen es muy útil en pacientes femeninas en edad de menopausia.



# CAPITULO V

## Tomografía



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)





## **TOMOGRAFÍA**

Es una moderna técnica de diagnóstico utilizada en medicina para identificar diversas patologías que pueden presentarse en un paciente. La tomografía de alta resolución se emplea para diagnosticar múltiples patologías de diversa índole, la tomografía es una herramienta de diagnóstico muy versátil, pues, permite estudiar prácticamente todos los órganos del cuerpo humano y variedad de enfermedades pulmonares difusas, enfisema, bronquiectasias y lesiones pulmonares focales entre otras. Se puede realizar estudios simples o utilizando medios de contraste.

Los tomógrafos modernos son el resultado de la evolución tecnológica a través de los años. Este equipo utiliza fórmulas matemáticas desarrolladas por el físico J. Radón, nacido en Alemania en 1917, para reconstruir una imagen tridimensional a partir de múltiples imágenes axiales planas, desde entonces las fórmulas existían pero no así el equipo de rayos X es capaz de hacer múltiples “cortes”, ni la máquina capaz de hacer los cálculos automáticamente, por ello su aplicación en la medicina tuvo que esperar al desarrollo de la computación y del equipo adecuado que combine la capacidad de obtener múltiples imágenes axiales separadas por pequeñas distancias, almacenar electrónicamente los resultados y tratarlos.

La palabra tomografía viene del griego tomos significa corte o sección y grafía significa representación gráfica. Por lo tanto, la tomografía es la obtención de imágenes de cortes o secciones de algún objeto.

En 1972 el ingeniero Godfrey Hounsfield puso en funcionamiento el primer tomógrafo, una máquina que unía el cálculo electrónico a las técnicas de los rayos X, constituyendo el mayor avance en radiodiagnóstico después del descubrimiento de los rayos X, (Por este invento Hounsfield recibe el Premio Nobel de Medicina y la Orden de Caballero del Imperio Británico en 1979).

Hasta este momento la técnica de radiodiagnóstico convencional permite la visualización de la imagen en una película, con el problema que unas imágenes se superponen a otras, por lo que se pierde gran parte de la información.

Permite la visualización de la imagen en un computador, con lo cual se puede observar cortes transversales del organismo con una resolución de 2mm, muy pocas estructuras que quedan fuera del alcance de esta técnica.

La imagen obtenida por el tomógrafo es una matriz formada por cuadros ubicados

en filas y columnas, donde cada cuadro se llama pixel y de acuerdo al grado de atenuación, se le relaciona con un color en la escala de grises<sup>7</sup>. La profundidad de cada pixel que compone la imagen se denomina voxel<sup>8-9</sup>.

Para conseguir imágenes de TC, se debe medir la transmisión de los RX que pasan a través del paciente en distintas direcciones<sup>10-11</sup>.

## **PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO**

La forma más sencilla de tomografía computarizada consiste en el uso de un haz de rayos X finamente colimado y un único detector.

La fuente de rayos X y el detector están conectados de tal modo que se mueven de forma sincronizada. Cuando el conjunto fuente-detector efectúa un barrido, o traslación del paciente; las estructuras internas del cuerpo atenúan el haz de rayos X según sus respectivos valores de número atómico y densidad de masa al acabar la traslación, el conjunto fuente-detector regresa a su lugar de partida y el conjunto completo gira para iniciar una segunda traslación.

A lo largo de ésta, la señal del detector vuelve a ser proporcional a la atenuación del haz de rayos X de las estructuras anatómicas, de lo que se obtiene un segundo resultado de exploración, este proceso se repite un número elevado de veces, se generarán numerosas proyecciones que se almacenan en un ordenador que luego las procesa y estudia sus patrones de superposición para reconstruir una imagen final de las estructuras anatómicas.

La intensidad de radiación detectada varía y conforma un perfil de intensidad llamado proyección. El valor de cada incremento está relacionado con el coeficiente de atenuación de los rayos X que corresponde al trayecto total de la radiación por el tejido.

Mediante el empleo de ecuaciones simultáneas se obtiene finalmente una matriz de valores representativa de la sección transversal de la estructura sometida a examen.

Siendo esta la base de todos los equipos, existen varias presentaciones unos más sofisticados que otros, se denominan de primera segunda, tercera, cuarta, quinta,

sexta generación etc. según siguen evolucionando y mejorando sus propiedades para ofrecer una mejor obtención de imágenes para ofrecer un diagnóstico más efectivo.

## **ESCÁNERES DE SEXTA GENERACIÓN**

Se basan en un chorro de electrones. Es un cañón emisor de electrones que posteriormente son reflexionados (desviados) que inciden sobre láminas de tungsteno. El detector está situado en el lado opuesto del Gantry por donde entran los fotones. Consigue 8 cortes contiguos en 224 segundos. Apenas se usaron en el mundo, solo en Estados Unidos, eran carísimos y enormes, poco útiles.

## **TC HELICOIDAL**

En estos sistemas el tubo de rayos x y los detectores se montan, sobre anillos deslizantes y no se necesitan cables para recibir electricidad o enviar información recibida. Esto permite una rotación completa, continua del tubo y detectores, tras la camilla de exploración, se desplaza con una velocidad constante. El haz de rayos X traza un dibujo en forma de hélice sobre la superficie del paciente, mientras se adquieren inmediatamente los datos de un volumen de su anatomía, por esto se denomina TC volumétrico o helicoidal. Las imágenes o cortes axiales se reconstruyen a partir de los datos obtenidos en cada uno de los ciclos del TC helicoidal, también, puede funcionar como un TC convencional. Fue introducida por Siemens en el año 1990, y los tiempos de exploración son de 0.7 y 1 segundo por ciclo.

Los escáneres son de dos tipos: Tomografía helicoidal de detector único y Tomografía helicoidal multidetectores.

W. Richard Webb. Considera que con la tomografía helicoidal de único detector se deben elegir de forma prospectivas de parámetros de estudio.

- 1) Tiempo de rotación de la carcasa.
- 2) Duración total del estudio.
- 3) Volumen del estudio.
- 4) Colimación (grosor del haz de rayos x utilizados).
- 5) factor de paso (movimiento de la mesa durante una rotación completa dividido por la colimación)<sup>12</sup>.

a) Tomógrafo Helicoidal de único detector

El tomógrafo helicoidal de único detector contiene una hilera única de detectores de rayos X que se usa para registrar los datos según la carcasa gira se mueve alrededor del paciente y el paciente se mueve a través de esta. Si obtiene una adquisición espiral única continua, el grosor de corte se determina de forma primaria por el grosor de haz de rayos X (colimación).

b) Tomografía Helicoidal Multidetectores

El tomógrafo helicoidal multidetectores tiene filas paralelas múltiples de detectores de rayos x (en la actualidad, 4, 6, 8, 16, o 64 para distintos aparatos). Cada una de estas filas registran datos de forma independiente a medida que gira la carcasa; en consecuencia, cada rotación se capta un volumen mucho mayor en el paciente. Disponer de un tomógrafo multidetectores de 16 es igual que tener 16 tomógrafos de detector único trabajando a la vez.

El tomógrafo helicoidal multidetectores tiene las ventajas de ser mucho más rápido que un tomógrafo de único detector y permitir reconstruir imágenes con diferentes grosores después de terminar el estudio. Con el tomógrafo multidetectores, el factor de paso está determinado por el movimiento de la mesa durante la rotación completa de la carcasa debido por la anchura de todos los detectores utilizados.

## **TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTICORTE**

La tomografía computada multicorte (TCM) o, “multislice” en inglés, corresponde al último desarrollo en la generación de tomógrafos y derivan o, más bien, corresponden a versiones más desarrolladas de los tomógrafos helicoidales esta técnica de diagnóstico por imágenes es de gran utilidad en la práctica clínica la TCM consiste básicamente en una adquisición volumétrica a través de un rastreo continuo con un amplio haz de rayos X con una fila de detectores. En la actualidad, los tomógrafos de multicorte poseen filas de detectores que llegan a 16, siendo capaces de adquirir hasta 16 cortes por vuelta.

Esto implica numerosas ventajas entre las cuales destacan las siguientes:

## *Introducción a la Imagenología*

1. Aumento significativo en la rapidez de los exámenes desde la base del cuello al piso del periné en no más de 20 segundos.
2. Colimación más fina con lo cual se obtienen cortes de mayor resolución, incrementándose por tanto el poder de detección de lesiones más pequeñas.
3. Se obtienen más información por la gran cantidad de imágenes (pueden superar las 1000).
4. Permite realizar reconstrucciones multiplanares y volumétricas con software de reconstrucción de imágenes a partir de la data cruda, que facilita la comprensión espacial de la patología, ayuda a la planificación terapéutica y permite controlar procedimientos especiales.

Las proyecciones utilizadas como ej.: MIP o proyecciones de máxima o de mínima intensidad, representación de volumen (“volumen rendering”) y representación de superficie (“Surface rendering”).

5. Se pueden obtener imágenes de rastreo abdominal de la aorta, ramas principales, menores de cráneo y de cerebro, estudios de oídos, ojos e incluso una angiografía cerebral<sup>13</sup>.

La correlación entre la TC y los hallazgos patológicos resulta entre buena y excelente ( $0.59 < r < 0.91$ ), aumentando según han mejorado los equipos. Su seguridad diagnóstica es muy alta si se compara con los estudios funcionales, ya que hasta un 30% del pulmón puede presentar una destrucción enfisematosa antes de que los síntomas o las alteraciones funcionales sean evidentes<sup>14</sup>.

## **COMPONENTES DEL SISTEMA**

Todos los escáneres en su diseño presentan tres componentes principales:

- a. El Gantry.
- b. El ordenador.
- c. La consola del operador.

**a. Gantry.** Contiene un tubo de rayos X, la matriz de detectores, el generador de alta tensión, la camilla de soporte del paciente y los soportes mecánicos. Estos subsistemas se controlan mediante órdenes electrónicas transmitidas desde la consola del operador, y transmiten a su vez datos al ordenador con vistas a la producción y análisis de las imágenes obtenidas.

**b. Tubo de rayos X.** En la mayoría de los tubos se usan rotores de alta velocidad para favorecer la disipación del calor. Los escáneres de TC diseñados para la producción de imágenes con alta resolución espacial contienen tubos de Rx con punto focal pequeño.

**c. Consola de control.** Se utiliza para controlar los diversos parámetros de todo el equipo de tomografía, numerosos TC disponen de dos consolas, una para el operador que dirige el funcionamiento del equipo y la otra para el radiólogo que consulta las imágenes y manipula su contraste, tamaño y condiciones generales de presentación visual.

1. La consola del operador contiene dispositivos de control para la selección de los factores técnicos radiográficos adecuados, el movimiento mecánico del Gantry, la camilla del paciente y al ordenador para la reconstrucción y transferencia de la imagen

2. La consola de visualización del médico acepta la imagen reconstruida desde la consola del operador y la visualiza con vistas a obtener el diagnóstico adecuado.

3. Conjunto de detectores. Los primeros escáneres de TC tenían un solo detector. Los más modernos utilizan numerosos detectores, en disposiciones que llegan hasta contener 2.400 elementos de dos categorías: detectores de centelleo y detectores de gas.

## **COLIMACIÓN. EN TC A VECES SE UTILIZAN DOS COLIMADORES.**

a. El primero (pre paciente) se monta en la cubierta del tubo o en sus proximidades, y limita el área del paciente que intercepta el haz útil, determinando así el grosor del corte y la dosis de radiación recibida por el paciente.

b. El segundo colimador (pos paciente), restringe el campo de Rx visto por la matriz de receptores, reduce la radiación dispersa que incide sobre los detectores, un ajuste inapropiado de los colimadores pre paciente origina un exceso innecesario de dosis de radiación en el paciente durante la TC.

*Generador de alta tensión.* Todos los escáneres de TC funcionan con alimentación trifásica o de alta frecuencia. Así, admiten velocidades superiores del rotor del tubo de Rx y los picos de potencia característicos de los sistemas pulsátiles.

*Ordenador.* El ordenador reconstruye la imagen de la tomografía computarizada requiere de gran capacidad y rapidez para resolver simultáneamente los cálculos de las ecuaciones aplicadas.

*Colocación del paciente y camilla de soporte.* El paciente debe colocarse en una posición cómoda, la camilla está construida con un material de bajo número atómico, como fibra de carbono.

*Almacenamiento de las imágenes.* Existen numerosos formatos de imágenes útiles en el campo de la radiología. Los escáneres actuales almacenan los datos de las imágenes en discos duros del ordenador.

## **TOMOGRAFÍA PARA DIAGNÓSTICO DE ALTA RESOLUCIÓN**

La tomografía de alta resolución se emplea para diagnosticar enfermedades pulmonares difusas, enfisema, bronquiectasias y lesiones pulmonares focales (ver anexo 8).

Es de gran utilidad diagnóstica para identificar patologías en el tórax o abdomen.

El examen de Urotac permite evaluar el aparato urinario en su totalidad e inclusive permite presentarlo en imágenes 3D (ver anexo 9).

Necesita de una colimación o anchura de detector pequeñas (entre 1mm y 2mm) y una reconstrucción de imagen utilizando un algoritmo de alta resolución y no necesita inyección de contraste. La colimación fina permite ver con más claridad los detalles anatómicos. La reconstrucción de los datos del estudio con un algoritmo de alta resolución reduce el suavizado de la imagen y aumenta la resolución espacial,



haciendo que las estructuras aparezcan mejor definidas. Aunque al utilizar un algoritmo más definido aumenta también el ruido de la imagen (ver anexo 10).

## **TOMOGRAFÍA DE TÓRAX DE ALTA RESOLUCIÓN**

Se emplea principalmente para resolver dudas del examen radiológico ante la sospecha clínica de enfisema pulmonar con Rayos x de tórax negativa. También, permite determinar el tipo y su extensión de la enfermedad.

Objetivamente, las áreas de enfisema presentan una densidad menor a 50 unidades Hounsfield (UH), estas zonas van asociadas a distorsión o disrupción de los vasos adyacentes<sup>15</sup>.

Las áreas enfisematosas se ven en la TC como zonas de baja atenuación en el lobulillo secundario, que presentan destrucción del parénquima con disminución del flujo sanguíneo. Típicamente, son áreas sin pared, excepto en las zonas que limitan con los tabiques o con un haz bronco-vascular lo que sirve para el diagnóstico diferencial con otras entidades que disminuyen la atenuación pulmonar.

La Tomografía de Tórax de alta resolución, es muy útil para evidenciar la patología Enfisema Pulmonar, las imágenes obtenidas con la tomografía permite visualizar rutinariamente varias densidades, lo que le permite al especialista realizar un rápido, eficaz diagnóstico y determinar las directrices que serán adoptadas para realizar el tratamiento apropiado y oportuno que mejore la salud del paciente y su calidad de vida.

## **FACTORES SELECCIONABLES DE UN TC**

### **LOS VALORES QUE SE PUEDEN SELECCIONAR EN UN TC SON VARIOS**

- 1. Campo de medición (FOV):** Existen dos tipos de campos el campo medido y el campo representado.
- 2. El campo medido:** Es el tamaño de apertura en el gantry, esto es, preparar los de-

tectores necesarios para hacer la medición, los demás detectores (los que nos sobran) solo están preparados para recibir densidad aire. Si estos detectores recibieran Rx aparecerían artefactos por fuera de campo.

*Campo de representación:* Se refiere a la parte del campo de medición que va a ser representada por el ordenador en el monitor. Una vez elegido el campo de medición ahora decidimos si se representa todo o una parte. El campo de representación debe ser lo más pequeño posible ya que determinara junto con la matriz el tamaño del pixel.

**3. Tamaño de la matriz:** Es la cuadrícula donde se representa la imagen, su tamaño viene dado por el número de pixeles e influye en la resolución espacial, a mayor tamaño mayor resolución

**4. Grosor de corte:** Es la 3ª dimensión en un corte de un TC.  $\text{Voxel} = \text{tamaño pixel} + \text{grosor de corte}$ . Influye en la resolución espacial a grosor de corte más fino mejor resolución espacial, por el contrario a cortes más finos mayor nº de cortes, mayor tiempo de reconstrucción, más ruido y más calentamiento del tubo de Rx.

**5. Tiempo de corte:** Es un valor que el técnico debe de valorar según sea el paciente y el estudio a realizar.

Se puede acortar el tiempo de corte si el barrido del tubo de Rx es incompleto o si la reconstrucción de la imagen se hace posterior a los cortes y no al mismo tiempo.

**6. Kv y mA:** El Kv siempre es alto de 100 Kv a 150 Kv. El mA es lo único que se modifica en la práctica para evitar el ruido a mayor mA menor ruido.

**7. Punto focal.**

**8. Algoritmo de reconstrucción:** filtros.

Preparación y posición del paciente para una tomografía de tórax por alta resolución

La tomografía de tórax es un examen que no necesita preparación del paciente se lo pueden realizar tanto pacientes ambulatorios u hospitalizados.

Habitualmente, los pacientes se estudian en decúbito supino con los pies hacia el gantry y los brazos hacia arriba sobre la cabeza, se pueden obtener estudios en decúbito prono para la tomografía de alta resolución o para valorar acumulación de líquido pleural. E inclusive para realizar biopsias pulmonares.

Antes de empezar la exploración, se debe dar una información al paciente de manera clara sobre el tipo de examen que se va a realizar, toda paciente de sexo femenino debe informar si hay posibilidad de embarazo, con el fin de evitar la irradiación innecesaria para el feto.

La camilla debe moverse con suavidad y precisión para lograr una posición óptima del paciente durante el examen para ello dispone de un motor que acciona el operador y que se moverá simultáneamente con el tubo de rayos X al realizar el examen.

Normalmente los estudios se obtienen de forma sistemática en inspiración completa y con la respiración interrumpida realizando un barrido por encima de los ápex pulmonares hasta por debajo de las cúpulas diafragmáticas con cortes de 1mm de espesor y 10mm de intervalo y técnica axial cuando se utiliza un equipo tomográfico helicoidal de única hilera de detectores, en los equipos tomográficos multidetectores se realiza un barrido en espiral con cortes finos y luego son reconstruidos en el MPR (imágenes multiplanares) para su respectivo estudio. Se pueden llevar a cabo estudios en espiración en algunos casos parcialmente en la tomografía de alta resolución para valorar el atrapamiento aéreo.

## **CONSTRUCCIÓN DE LA IMAGEN**

La imagen obtenida en la pantalla del ordenador es una representación bidimensional de un volumen de tejido, la imagen es obtenida en una matriz y no es plana sino tiene un grosor, que se denomina grosor de corte, en realidad esto corresponde a un concepto abstracto y matemático.

La matriz es una rejilla cuadrada que representa el volumen de la imagen (pixel + el grosor de corte se le denomina voxel).

El tubo de Rx gira alrededor del paciente y da una información a los detectores, estos datos hay que ordenarlos para crear la imagen.

## *Introducción a la Imagenología*

La Tomografía Computarizada (TC) o Tomografía Axial Computarizada (TAC) utiliza un haz de rayos X, en abanico que pasa a través del paciente. La cantidad de radiación transmitida se detecta y se grava mediante un dispositivo de detectores cristalinos, situados en sentido opuesto a la fuente de radiación. Se puede obtener un gran número de mediciones individuales cuando la fuente de rayos X rota con relación al enfermo.

Estas mediciones se almacenan en una computadora y se utilizan en una serie de cálculos matemáticos, complejos para determinar la radio-opacidad (o cantidad relativa de radiación transmitida) para cada centímetro cuadrado del área explorado en el cuerpo. Esta información se presenta entonces mediante una serie de números o mediante una imagen en escala de grises.

Esta imagen es un corte transversal axial del cuerpo en oposición al corte longitudinal y tiene una escala de grises muy semejante a la de los rayos X. Una vez que el ordenador obtiene la imagen, a cada pixel se le otorga un valor, este número del pixel se corresponde con un color en una escala de grises que tenemos si hacemos esto con todos los pixel tendremos una amplia gama de grises capaz de representar cualquier imagen, gracias a que el ordenador digitaliza los datos.

## **LOS ESTUDIOS EN 3D**

Gracias a las herramientas que se han integrado a los programas de los tomógrafos, se pueden presentar imágenes virtuales de los órganos en 3D con reconstrucción según la necesidad y la solicitud del médico imagenólogo.

Cuando se habla de 3D nos referimos a que existen 3 dimensiones a considerar es decir largo, ancho y espesor, de tal modo que al integrar las tres dimensiones se puede observar la imagen con mayor detalle desde diferentes ángulos, lo que permite identificar con mayor precisión las alteraciones en la estructura de los órgano estudiados.

## **BENEFICIOS Y RIESGOS**

### ***BENEFICIOS***

- Se ha demostrado que la TC es una herramienta de diagnóstico por imágenes

rentable que abarca una amplia serie de problemas clínicos.

- La exploración por TC de tórax de alta resolución es un procedimiento rápido y ofrece una evaluación precisa en múltiples planos y la imagen tridimensional es una opción.
- Las imágenes por TC son exactas, no son invasivas y no provocan dolor.
- La exploración por TC brinda imágenes detalladas de numerosos tipos de tejido, así como también de los pulmones, huesos y vasos sanguíneos al mismo tiempo.
- Los exámenes por TC son rápidos y sencillos; en casos de emergencia, pueden revelar lesiones y hemorragias internas lo suficientemente rápido como para ayudar a salvar vidas, en especial ante la pérdida de conocimiento por traumatismo craneo encefálico.
- La TC es menos sensible al movimiento de pacientes que la RMN.
- A diferencia de la RMN, la TC se puede realizar, aunque tenga implantado cualquier tipo de dispositivo médico.
- El diagnóstico por imágenes por TC proporciona imágenes en tiempo real, constituyendo una buena herramienta para guiar procedimientos de invasión mínima, tales como biopsias por aspiración y aspiraciones por aguja de numerosas áreas del cuerpo, particularmente los pulmones, el abdomen, la pelvis y los huesos.
- Un diagnóstico determinado por medio de una exploración por TC puede eliminar la necesidad de una cirugía exploratoria y una biopsia quirúrgica.

## **RIESGOS**

- La dosis de radiación efectiva para este procedimiento es de alrededor de 6 mSv, que es casi igual al porcentaje que una persona en promedio recibe de radiación de fondo en dos años.

## *Introducción a la Imagenología*

- En general, el diagnóstico por imágenes por TC no se recomienda para las mujeres embarazadas deben informar a su médico y evitar la exposición a la radiación debido al riesgo potencial para el bebé.
- Las madres en período de lactancia deben esperar 24 horas luego de que hayan recibido la inyección intravenosa del material de contraste antes de poder volver a amamantar. Debido a que los niños son más sensibles a la radiación, se les debe someter a un estudio por TC únicamente si es fundamental para realizar un diagnóstico y no se les debe realizar estudios por TC en forma repetida a menos que sea absolutamente necesario.



# CAPITULO VI

## Resonancia magnética



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)





## **RESONANCIA MAGNÉTICA**

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) o Nuclear Magnetic Resonance (NMR), es una exploración radiológica cuya técnica permite obtener imágenes del organismo de forma incruenta (no invasiva) sin emitir radiación ionizante y en cualquier plano del espacio.

Una recomendación importante sobre esta modalidad de exámenes es que nunca se debe realizar en personas que tengan objetos de metal o prótesis, pues resultaría muy peligroso.

Aunque este estudio no está basado en la tecnología de rayos x, es un estudio indispensable en la radiología moderna, basado en la excitación del átomo de hidrógeno y su posterior alineamiento en un inmenso campo magnético, es uno de los estudios que representa más fidedignamente las estructuras anatómicas, especialmente las que tienen agua en su composición.

La obtención de las imágenes se consigue mediante la estimulación del organismo con un campo electromagnético, que produce el equipo de resonancia, el cual contiene un imán que logra alinear a los protones contenidos en los átomos de los tejidos.

Cuando se interrumpe el pulso, los protones vuelven a su posición original de relajación, liberando energía y emitiendo señales de radio que son captadas por un receptor y analizadas por un ordenador que las transformará en imágenes (cada tejido produce una señal diferente).

En la resonancia magnética las imágenes se realizan mediante cortes en tres planos: axial, coronal y sagital.

Las resonancias magnéticas atraviesan los huesos por ello se pueden observar muy bien los tejidos blandos. La manipulación de los tiempos de relajación ha proporcionado un método de gran eficacia en química, biología y medicina pues ofrece la posibilidad de analizar estructuras de las moléculas y el contraste necesario para la obtención de imágenes de tejidos del organismo humano.

Las tecnologías de resonancia magnética (MR) se basan en el uso de campos magnéticos y pulsos de radiofrecuencia para obtener imágenes anatómicas. Las imágenes son la aplicación más común de MR, pero la fortaleza de esta tecnología radica en el hecho de que se pueden realizar muchas otras mediciones<sup>16</sup>.

La resonancia magnética funcional dependiente del nivel de oxígeno en la sangre (BOLD-fMRI, una medida de la hemodinámica), la perfusión (el proceso involucrado en el suministro de sangre nutritiva al lecho capilar del tejido cerebral) y espectroscopia (medición del contenido químico de un tejido). Además se considera las tecnologías de estimulación magnética transcraneal (TMS), incluyendo el pulso simple y el TMS repetitivo<sup>17</sup>.

## **ORIGEN DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA**

Es muy útil en la detección temprana de alteraciones neoplásicas constituye una de las herramientas de diagnóstico más útiles en nuestro tiempo.

El origen de este descubrimiento se remonta a 1820, cuando Hans Christian Oersted (1777-1851) químico y físico danés, haciendo una demostración a sus alumnos, adjuntó una pila eléctrica a un cable conductor que se encontraba cerca de una brújula observando que la aguja se movía en dirección al cable, descubriendo la relación entre la electricidad y magnetismo, este último fenómeno ya era conocido por las civilizaciones del Asia Menor donde, en una región llamada Magnesia, se reportaban algunas rocas que se atraían entre sí y se las llamó magnets (imanes) aludiendo al lugar de su descubrimiento.

Andre Marie Ampere (1775-1836) profesor de física y química en el Instituto de Bourg, y después profesor de matemáticas en la Escuela Politécnica de París, al tomar conocimiento del descubrimiento de Oersted, elaboró una completa teoría sobre el fenómeno mencionado, formuló una ley sobre el electromagnetismo (ley de Ampère) en la cual se describe matemáticamente la fuerza magnética interactuando entre dos corrientes eléctricas.

Michael Faraday (1791-1867), químico y físico prácticamente autodidacta, estudió las leyes del magnetismo y logró en 1831 inducir electricidad en un conductor, haciendo pasar corriente por un conductor cercano, este fenómeno es conocido como inducción electromagnética, muestra cómo un imán puede inducir corriente en un conductor.

El físico Estadounidense de origen Húngaro Isidor Isaac Rabi, se doctoró en la Universidad de Columbia con un trabajo sobre las propiedades magnéticas de los cristales. Estudiante de la Física Nuclear, en 1930 realizó estudios de los campos

magnéticos y su aplicación. En 1944 recibió el Premio Nobel de Física por el descubrimiento del método de resonancia gracias al que es posible verificar el registro de las propiedades magnéticas de los átomos.

Bloch y Purcell estudiaron el comportamiento del hidrógeno por su abundancia en el cuerpo humano al reconocer que posee un momento magnético considerable, convirtiéndolo al elemento más importante para la resonancia magnética. El equipo de Purcell utilizó un bloque de 90 g de parafina como fuente de hidrógeno, mientras que el equipo de Bloch empleó unas gotas de agua contenidas en una esfera de cristal.

Los dos equipos de investigación colocaron las muestras en un campo magnético y esperaron a que los núcleos alcanzaran un equilibrio magnético y térmico, un estado magnetizado en el que los núcleos se alinean ligeramente más en paralelo al campo externo que en sentido antiparalelo.

Posteriormente, al igual que hizo el equipo de Rabi, los equipos de investigación aplicaron ondas de radio para provocar que los momentos magnéticos de los núcleos de las muestras se invirtieran. Purcell y Bloch esperaban detectar resonancia magnética al observar la energía que los núcleos en precesión absorbían o cedían al campo de frecuencia de radio cuando se propiciaban las condiciones de resonancia.

En 1945, ambos grupos lograron crear, con tres semanas de diferencia, las condiciones necesarias para observar el fenómeno. Sus experimentos demostraron lo que técnicamente se conoce como resonancia magnética en materia condensada (actualmente abreviado como IRM), para distinguirlo del descubrimiento de Rabi, la resonancia magnética de haces moleculares.

En 1952, Bloch y Purcell compartieron el premio Nobel de física por estos experimentos, las investigaciones en resonancia magnética nuclear siguieron avanzando.

Los investigadores que formaban parte de los laboratorios de Purcell y Bloch pronto comenzaron a utilizar la espectroscopia de la resonancia magnética nuclear para investigar la composición química y la estructura física de la materia.

Uno de los primeros avances en este sentido fue la medición de las cantidades denominadas tiempos de relajación, T1 y T2.

El llamado T1 es el tiempo que tardan los núcleos de las muestras experimentales en volver a su alineación original; T2 es la duración de la señal magnética obtenida

de la muestra.

Uno de los primeros alumnos de Purcell en graduarse, Nicolas Bloembergen, que había llegado a Harvard desde Holanda en 1946, jugó un papel decisivo en esta investigación. Bloembergen fue el primer investigador en medir los tiempos de relajación de forma precisa y junto a Purcell y Pound, también midió el modo en que estos tiempos cambiaban en gran variedad de líquidos y sólidos. Los tiempos de relajación pueden medirse en segundos o fracciones de segundo. Bloembergen, Purcell y Pound publicaron un artículo en 1948 que ejerció una gran influencia en varias ramas de la física.

La medicina tuvo un avance fundamental cuando el químico estadounidense Paul Lauterbur, en la Universidad de New York, tuvo la idea de codificar espacialmente la señal mediante la aplicación de gradientes magnéticos y después reconstruir la imagen en forma similar a la tomografía computada.

En su trabajo “Image formation by induced local interactions; example employing magnetic resonance” publicado en la revista Nature en 1973 mostró que agregando campos magnéticos adicionales al campo principal y obteniendo un conjunto de proyecciones de la distribución de la señal de dos tubos de prueba conteniendo agua normal dentro de un contenedor de agua deuterada, se podía reconstruir una imagen por medio de retroproyección filtrada (similar a la tomografía computada). Llamó a su método Zeugmatografía (de zeugma= unión), refiriéndose a la unión de un campo magnético con la radiofrecuencia.

La RM de hoy se nutre de los descubrimientos logrados por todos estos grandes investigadores matemáticos, físicos, químicos, ingenieros, médicos y probablemente lo seguirá haciendo, incorporando estos avances en las nuevas técnicas que se están desarrollando.

## **PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA**

La Resonancia Magnética es el fenómeno físico que utiliza un potente campo magnético, el cual actúa sobre ciertas partículas, como los electrones, protones y los núcleos atómicos con un número impar de protones ( $Z$ ) y un número impar de neutrones ( $n$ ) los cuales pueden absorber selectivamente energía de radiofrecuencia al ser colocadas bajo su influencia.

## *Introducción a la Imagenología*

El fenómeno del magnetismo tiene su origen en el movimiento de partículas cargadas eléctricamente. La magnetización se refiere al fenómeno producido por la orientación no aleatoria del campo magnético de los electrones. En ausencia de un campo magnético los espines o protones generalmente de hidrógeno (por ser lo más abundantes del cuerpo humano) están orientados al azar y describen un movimiento de giro sobre su eje que generan un campo magnético individual y que es neutralizado por los campos producidos por otros protones.

Los campos magnéticos se miden en unidades conocidas como TESLAS (unidad de inducción magnética) equivale a 10.000 Gauss.

El valor del campo magnético de la tierra es de 0.3-0,7 Gauss.

La resonancia magnética se basa en la propiedad que tienen los núcleos de ciertos elementos de emitir una señal de radiofrecuencia (RF), cuando son sometidos a un campo magnético y estimulados con ondas de radiofrecuencia. La base física de este fenómeno está dada por la existencia de dos tipos de movimientos de los núcleos atómicos:

- El movimiento giratorio o spin (alrededor de su eje).
- El movimiento de precesión (alrededor del eje gravitacional).

Dichos movimientos generan un campo magnético alrededor de cada núcleo, especialmente los átomos que poseen un número impar de protones y neutrones. En éstos predominan las cargas positivas y en consecuencia, adquieren mayor actividad magnética.

Dado que el hidrógeno es el átomo más abundante en los tejidos orgánicos y su núcleo tiene 1 protón (impar) resulta ideal para el examen de RM. En condiciones normales los vectores de los protones adoptan direcciones aleatorias y se anulan entre sí.

Cuando se introduce un cuerpo en un campo magnético, éste se “magnetiza” temporariamente; es decir, que sus núcleos de hidrógeno se alinean con el campo magnético y procesan alrededor del mismo, creando el llamado “vector de magnetización neta” (pueden alinearse en paralelo o antiparalelo).

Dicho vector es la resultante de la suma de los vectores de cada uno de los átomos. Esto se denomina “magnetización longitudinal” (porque el vector está paralelo al eje

longitudinal del campo o eje Z).

Cuando se aplica un pulso de radiofrecuencia (RF), el objetivo es “voltar” esta magnetización longitudinal hasta el plano transversal y así crear la “magnetización transversal” y lograr que se alineen.

Los diferentes protones en los distintos tejidos se relajan en diferentes tiempos, según la relación entre ellos y con el medio, esto se puede medir por RM. Si a los protones o espines del cuerpo se les aplica un campo magnético, estos emitirán una señal de radiofrecuencia y acto seguido se aplica una onda de radiofrecuencia perpendicular al campo magnético, con una frecuencia que sea la misma que la de precesión de los protones, estos van a cambiar de orientación siguiendo la dirección del nuevo campo magnético a este proceso al que denominamos resonancia.

Cuando cesa el estímulo de radiofrecuencia, los átomos vuelven a alinearse en la dirección del campo magnético del imán, volviendo a su situación inicial, liberando una energía que puede ser recogida o captada en forma de señal. Este proceso se denomina relajación<sup>18</sup>.

## **TIEMPOS DE RELAJACIÓN**

El fenómeno del magnetismo tiene su origen en el movimiento de partículas cargadas eléctricamente y se refiere al fenómeno producido por la orientación no aleatoria del campo magnético de los electrones.

La manipulación de los tiempos de relajación ha proporcionado un método de gran eficacia en Medicina, Química y Biología para analizar la estructura de las moléculas, esencial para producir el contraste necesario para la obtención de imágenes de tejidos del organismo humano. El paso de la excitación o resonancia a la relajación se puede representar en un sistema de coordenadas cartesianas donde el eje Z es paralelo al campo magnético principal y el eje X es perpendicular al mismo. En la relajación se distinguen dos tiempos, la T2 y T1.

Estos dos tiempos de relajación determinan la intensidad de señal y varían de tejido en tejido, dependiendo de la concentración o densidad de protones y de las propiedades físico-químicas de los mismos.

## *Introducción a la Imagenología*

La Resonancia Magnética (RM) es un método de diagnóstico por la imagen que tiene la ventaja de proporcionar imágenes con un gran detalle anatómico, tanto en el plano transversal como en el coronal y sagital. Las imágenes dependen de la densidad de átomos de hidrógeno, en los tejidos que es variable de unos tejidos a otros y que permite diferenciarlos<sup>19</sup>.

La resonancia magnética funcional en estado de reposo (rsfMRI) del cerebro humano ha revelado múltiples redes neuronales a gran escala dentro de una estructura jerárquica y compleja de actividad funcional coordinada. Estos sistemas neuroanatómicos distribuidos proporcionan una ventana sensible a la función cerebral y su interrupción en una variedad de condiciones neuropatológicas. El estudio de las redes de conectividad intrínseca a macroescala en especies preclínicas, donde las condiciones genéticas y ambientales pueden controlarse y manipularse con alta especificidad, ofrece la oportunidad de dilucidar los determinantes biológicos de estas alteraciones<sup>20</sup>.

## **SECUENCIAS**

Las secuencias clásicas de RM son las llamadas SPIN ECO. Hoy día han sido reemplazadas por las TURBO SPIN ECO o FAST SPIN ECO, dado que son más rápidas y conservan muchas de las características de señal.

## **EL PROCESO**

Además, cada volumen de tejido estudiado puede proporcionar tres informaciones diferenciadas.

- Densidad de los protones que han entrado en resonancia  $D_p$ .
- Parámetros ligados a la estructura.
- Movilidad molecular T1 y T2.

La imagen se forma cuadro por cuadro (pixels) en una matriz de TV, (estos cálculos matemáticos los realizan las computadoras que están programadas con un sistema especialmente diseñado para ello).



## **SALA DE COMANDOS**

Todo el proceso es monitoreado desde la sala de comando, allí se establecen los protocolos según el examen requerido, por ejemplo, de cerebro los cortes axial, sagital y coronal.

Un dato importante es que la resonancia magnética funcional en estado de reposo (rsfMRI) ha demostrado la organización jerárquica del cerebro humano en redes complejas a gran escala, denominadas redes de estado en reposo.

Estos resultados contribuyen a la evidencia de redes conservadas de cerebros en estado de reposo en todas las especies y proporcionan las bases para explorar el uso de rsfMRI en el campo de las praderas para la investigación básica y translacional<sup>21</sup>.

## **SALA DE IMANES**

Todos los equipos de RM sin excepción necesitan un ambiente sin interferencias electromagnéticas. El Departamento designado para Resonancia Magnética debe previamente ser adecuado antes de la instalación del Resonador, para optimizar el funcionamiento del equipo, la sala de imanes debe ser espaciosa e iluminada, la sala debe tener recubrimiento de cobre, con una puerta blindada. No debe contener elementos ferromagnéticos.

Los componentes fundamentales son el imán, creador de un campo magnético. la antena emisora de frecuencia y la antena receptora, donde se recoge la señal. El ordenador sistema de representación de imagen o de análisis espectrométrico, además del criostato contiene el helio líquido, posee un diseño tipo termo doble lleno de criogeno sólido que rodea al contenedor de helio. Actúa como amortiguador entre las temperaturas de la habitación y del H líquido (ver anexo 12).

## **INDICACIONES DE RESONANCIA MAGNÉTICA**

Entre las principales indicaciones:

- Afectación del SNC.

## *Introducción a la Imagenología*

- Afectación de la glándula hipófisis.
- Afectación de médula espinal.
- Tumorales.
- Cardiovasculares.
- Otorrinolaringología.
- Sistema musculo esquelético: la Resonancia Magnética en la actualidad es de gran utilidad para realizar estudios en pacientes con problemas en especial en partes blandas.

**Cerebro:** Enfermedad neoplásica maligna y benigna Intracraneales (aneurisma, MAV, enfermedades oclusivas).

**Accidente cerebrovascular ACV:** Infartos isquémicos y hemorrágicos después del episodio agudo para valorar sus complicaciones. En el futuro mediante la RM funcional se valoraran los ACV durante las primeras horas para su tratamiento.

**Malformaciones vasculares:** MAV, aneurismas, enfermedad de Moyamoya y hemangiopericitoma.

**Esclerosis múltiple:** Diagnóstico y control evolutivo. Diagnóstico diferencial de enfermedades de la sustancia blanca.

**Silla turca y glándula hipofisiaria:** Adenoma y microadenoma de hipófisis masa quística pituitaria.

**Causas de hidrocefalias comunicantes:** Hemorragias subaracnoideas e hidrocefalias de presión normal; meningitis y masa de fosa posterior extra-axial.

**Síndrome del Parkinson plus:** Demencias, infecciones vírales, infecciones no-virales, masas dures.

**Orbita:** Neoplasias, anormalidades vasculares.

**Condiciones inflamatorias:** Columna cervical, torácica, columna lumbar y medula.

**Enfermedad degenerativa discal:** Hernia de disco, neoplasias primarias (intramedulares, intradural, extradural, masa presacra, metástasis, médula espinal, atrofia del cordón espinal, hemiatrofia, atrofia anterior, atrofia difusa y posterior. hidromielia y siringomielia, trauma en columna, esclerosis múltiple, mav, aracnoiditis, osteomie-

litis, anomalías congénitas.

**Articulación temporomaxilarATM:** Disfunción temporo-mandibular.

**Hombro:** Síndrome manguito de los rotadores articulación glenohumeral, luxación recidivante, tendón del bíceps.

Enfermedades degenerativas e infecciosas.

**Tumores:** Localización de tumores,osteomielitis, necrosis avascular, excluir el tumor maligno primario, estadificación del cáncer, excluir la malignidad, cáncer.

En la resonancia magnética, el tumor tiene un aspecto variable. Las zonas esteatóticas producen una alta intensidad de señal en T1, mientras que si predomina la fibrosis la intensidad de señal será baja. La técnica es muy adecuada para evaluar la posible invasión de las estructuras vasculares hepáticas y perihepáticas de un modo incruento<sup>12</sup>.

**Rodilla:** Cambios degenerativos de los meniscos, post-operatorio de menisectomía, ligamento colaterales, tendón rotuliano, ligamentos cruzados.

**Osteocondritis:** Fracturas de los cóndilos del fémur y tibia.

**Osteoartritis complicadas:** Pie y tobillo, tendón de Aquiles, tendinitis del tendón de Aquiles, enfermedad degenerativa del tendón de Aquiles.

## EVALUACIÓN DE LA MASA TISULAR

Evaluación de hematomas

**Muñeca:** Síndrome del túnel carpiano, necrosis avascular, hemangioma de la muñeca, quiste ganglionar, osteoartritis.

**Cuello, orofaringe y nasofaringe:** Lengua y orofaringe, evaluación del tratamiento nasofaringe, senos paranasales, quistes, pólipos, mucocèle, glándulas salivares, laringe e hipolaringe, laringocèle, trauma, cáncer de paratiroides, linfadenopatías cervica-

les.

**Tórax:** Mediastino, caracterización tisular de tumores. Tráquea, estenosis y tumores aneurisma y disección de aorta. Pulmón, carcinoma invasor de mediastino o vértice pulmonar (Tumor de Pancoast), metástasis en mediastino o pared torácica. Corazón, enfermedad congénita, enfermedad adquirida, isquemia, masa intracardiaca, cardiomiopatía pericardio.

**Angiología (angio RM):** Enfermedad de bifurcación de carótidas (arteriosclerosis ).

**Abdomen:** Hígado, páncreas, cáncer de recto, retroperitoneoglándula suprarrenal riñón.

**Pelvis masculina:** Testículos y escroto, próstata, uretra y vesículas seminales, vejiga.

**Pelvis femenina:** Uretra, ovarios y anexos.

## **CONTRAINDICACIONES PARA EL ESTUDIO**

El paciente debe consultar con su médico antes de realizar el estudio en caso de:

- Embarazo y lactancia.
- Nefropatía o diálisis (posiblemente no pueda recibir el medio de contraste). Insuficiencia renal (en los estudios con contraste).
- Ha trabajado con láminas de metal en el pasado (puede necesitar exámenes para verificar si tiene partículas de metal en los ojos).
- Alergia al contraste en estudios previos.
- Articulaciones o prótesis y en general cualquier dispositivo metálico artificiales recientemente implantado.
- Ciertos tipos de desfibrilador interno, marcapasos, válvulas cardíacas artificiales, pueden alterarse por al campo magnético.
- Implante coclear (del oído).
- Clips que se utilizan en los aneurismas cerebrales.

## **PROTOCOLO DEL ESTUDIO DINÁMICO**

Para realizar los exámenes de resonancia magnética, se debe seguir un estricto

protocolo con el fin de proporcionar al médico la mejor información posible y al paciente le proporciona una atención de calidad y calidez humana, verificando y aplicando los parámetros adecuados según el estudio. Es muy importante considerar el hecho de que no deben estar presentes objetos de metal ni vinchas, aretes, monedas, anillos, etc. y se debe utilizar una bata sin broches. El profesional de la salud indicara la posición y colocara la bobina adecuada según el estudio, además se indica al paciente, que existe un botón que permitirá que el paciente se comuniquen también un protector auditivo para evitar efectos nocivos producidos por el ruido. Este examen es muy seguro, no produce radiación ionizante, no causa dolor, está especialmente indicado para estudiar partes blandas como músculos discos intervertebrales ya que tiene una gran capacidad de resolución, generando muy buenas imágenes de los diferentes órganos y tejidos que con otras técnicas diagnósticas no eran tan completas.

## **MEDIO DE CONTRASTE PARAMAGNÉTICO**

En ocasiones se necesita observar mejor ciertas estructuras y podría utilizarse medio de contraste, el cual es un elemento de gran utilidad para poder definir con precisión patologías tales como el microadenoma de hipófisis.

“La RMN con contraste es la prueba de imagen de elección en la actualidad ya que puede visualizar el tumor y sus dimensiones, el grado de invasión y la proximidad al quiasma óptico”.

Finalmente, se debe recordar que todo examen constituye un riesgo y todo paciente debe ser valorado para prevenir complicaciones y siempre se debe informar al paciente sobre el procedimiento de los exámenes y solicitar un consentimiento firmado.

# CAPITULO VII

## Gammagrafía



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



## **GAMMAGRAFÍA**

La Gammagrafía es una técnica médica funcional que emplea isótopos radioactivos para realizar estudios funcionales de determinados procesos fisiológicos (normales) y patológicos de distintos órganos.

Los rayos gamma, radiación de alta energía poco ionizante, parecidos a los rayos X, no tienen carga eléctrica y pierden más lentamente su energía. Se emiten cuando un núcleo está excitado y vuelve a su estado fundamental viajan grandes distancias en el aire y tienen un gran poder de penetración. Atraviesan el cuerpo humano y sólo se frenan con planchas de plomo y gruesos muros de hormigón.

Para comprender mejor su funcionamiento, se debe saber que los distintos tejidos del cuerpo captan los diferentes elementos químicos de forma selectiva, en base a esto se utilizan isótopos radiactivos de para obtener información de cómo adquieren los distintos tejidos los elementos que precisan para su función, mediante la cuantificación de las radiaciones emitidas (con una gammacámara; que es un conjunto de detectores de radiación situados en forma de rejilla), que permiten obtener una idea del funcionamiento de los órganos.

El ejemplo más clásico, es la valoración de la función de la glándula tiroides, que acumula selectivamente el yodo que entra en el organismo.

También, sirve para detectar la actividad ectópica (fuera de su sitio), como en los cánceres de tiroides, en los que las metástasis (siembras a distancia) captan el yodo radiactivo, visualizándose precozmente con esta técnica.

En otros casos se aprovecha la tendencia de ciertos procesos, como las inflamaciones o determinadas metástasis a acumular determinados productos que no se concentran en circunstancias normales, lo que permite seguir la actividad de procesos inflamatorios, de las metástasis óseas de los cánceres de mama o la extensión de un infarto cardíaco.

En todos estos casos las dos grandes ventajas de la gammagrafía estriban en su carácter funcional, al demostrar procesos en marcha y su gran sensibilidad, al demostrar algunas lesiones mucho antes que otros medios.

Se dice que existe un pequeño riesgo al introducción en el organismo la sustancias radioactivas, aunque con la mejora en la sensibilidad de las cámaras y el empleo



de isótopos de vida muy corta y poca intensidad este sea, hoy por hoy, pequeño y en la relativa imprecisión anatómica que se obtiene, al quedar difuminada la radiación sobre la zona hipercaptante.

La gammagrafía resulta hoy en día imprescindible en los estudios funcionales de determinados procesos fisiológicos (normales) y patológicos, como exploración de la función tiroidea, dentro de esta, la valoración de los nódulos sólidos (para el estudio de los quistes se emplean la ecografía y la punción con aguja fina).

En la valoración de procesos óseos metabólicamente activos, como la enfermedad de Paget o la espónido artrosis anquilopoyética en sus fases iniciales, en las que tiene más sensibilidad que la radiografía convencional.

## **SE OBSERVA GAMMACAMARA CON VARIOS DETECTORES**

Con múltiples usos, como por ejemplo, en gammagrafía ósea o de pulmón. En cardiología, en la valoración de la extensión de los infartos, en caso de que esta información sea necesaria.

En la demostración de metástasis de tumores sólidos, como el cáncer de mama, en las que proporciona una información en estudios funcionales renales y hepáticos.

La administración de la dosis es individual de acuerdo al peso de cada persona. Tras un período de tiempo variable deberá someterse al estudio con la gammacámara para realizar el estudio que indique el especialista.

## **SPECT**

El término SPECT es el acrónimo de “Single Photon Emission Computed Tomography”, que corresponde “Tomografía computadorizada por emisión de fotón único se realiza con la gammacámara, llamado también espectrografía, gammagrafía topográfica o Tomografía por Emisión de Fotones.

Proporciona información diagnóstica en una amplia variedad de exploraciones ya

## *Introducción a la Imagenología*

que combina la información metabólica propia de la medicina nuclear, con la morfológica a través de los rayos X,

Se realizan estudios tales como estudios de cerebro, corazón, columna vertebral, rastreos oncológicos, entre otros y también cuando se requiere localizar una lesión ubicándola en los tres ejes del espacio.



# CAPITULO VIII

## La ecografía



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



## **LA ECOGRAFÍA**

La ecografía es un examen económico, accesible, rápido, preciso, sencillo, no invasivo y una herramienta de gran utilidad para diagnosticar patologías, no causa dolor, no se emplea radiación, posee alta sensibilidad y exactitud para obtener imágenes, es una prueba que está siendo ampliamente difundida entre el mundo médico en la actualidad por su inocuidad y su rapidez, sobre todo es fundamental en el estudio de variedad de órganos y en especial del abdomen, hígado en emergencias como en una apendicitis, cálculos renales, cálculos hepáticos, aumento de la glándula hepática, estudios de próstata o de útero o también de partes blandas como el estudio de la glándula tiroidea o de mama, además en estados de gestación es muy y útil para determinar edad gestacional o quistes ováricos. Además, en estudios de vasos para observar si existe problemas circulatorios en vasos periféricos.

La palabra ecografía proviene del griego «ἠχώ» *ēkhō*="eco", y «γραφία» *grafia* = "escribir", que significa escribir los ecos.

La ecografía, ecosonografía, ultrasonografía (USG) o ultrasonido es un procedimiento de Imagenología que emplea ondas sonoras de alta frecuencia sobre un cuerpo u objeto para obtener datos que se registran en un ordenador y se procesan para crear imágenes de los órganos que se estudian.

Para comprender el ultrasonido primero hemos de conocer el concepto de sonido. Éste se define como la sensación producida a través del oído por una onda originada por la vibración de un cuerpo elástico y propagado por un medio material a través de compresiones y dilataciones periódicas de éste. Los ultrasonidos son ondas de la misma naturaleza que los sonidos, pero su frecuencia es superior al límite perceptible por el oído humano (> 20 KHz.)<sup>22</sup>.

Los Ecógrafos modernos realizan la impresión de imágenes en papel fotográfico, incluso algunos equipos ecográficos están digitalizados y guardan las imágenes en archivos, fotogramas o en vídeos que proporcionan mayor información, posteriormente un especialista analiza las imágenes obtenidas junto con la historia clínica y las pruebas de laboratorio del paciente.

Los ecos reflejan las estructuras de imágenes corporales gracias a la interacción entre los pulsos de ondas ultrasónicas y el medio. La imagen ecográfica no es directa, sino reconstruida a partir de datos temporales.

El sonido son las ondas longitudinales originadas por la vibración de un cuerpo que al propagarse es percibida por el sentido del oído.

El ultrasonido se usa ampliamente en medicina, tanto en métodos diagnósticos como terapéuticos. El dispositivo que genera y registra las ondas de ultrasonido proporciona imágenes de los órganos internos. En urología, la litotricia se usa para desintegrar los cálculos renales mediante un haz de ultrasonido enfocado. En oftalmología, el ultrasonido se usa para la cirugía de cataratas mediante facoemulsificación. El ultrasonido también se usa en rehabilitación médica en fisioterapia<sup>23</sup>.

La característica del ultrasonido es la potencia mecánica que se puede modificar de forma diferente. La intensidad, la frecuencia, la duración o la forma del pulso ultrasónico están sujetas a modificación. Tres mecanismos (térmico, estrés y cavitación) deben considerarse en la terapia de ultrasonido. Cada uno de estos procesos físicos no lineales es significativo en el tratamiento de sonicación que es el uso de pulsos ultrasónicos para destruir el tejido objetivo<sup>24</sup>.

Ultrafrecuencia: El ultrasonido tiene una frecuencia que supera al sonido audible al hombre que es de 20000 Hertzios aproximadamente. Para producir una imagen se utilizan una frecuencia entre 2 y 10 millones de hertzios.

Cuando la energía acústica se mueve a través del cuerpo humano las moléculas del medio de transmisión se alteran levemente y transmiten la energía de una a otra cuando chocan en una misma dirección (ondas longitudinales). Las sondas de ultrasonidos se dibujan como sinusales<sup>25</sup>.

## **PARTES DE UN ECÓGRAFO**

- Transductor.
- Receptor.
- Unidad de procesamiento.
- Monitor.
- Teclado.
- Impresora.

Transductor. Es un pequeño instrumento “similar a un micrófono”, también llamado

sonda, este convierte (emite) la energía eléctrica en ondas ultrasónicas. (Ondas sonoras de alta frecuencia). Transmite el sonido y recibe los ecos, con la ayuda de una sustancia gelatinosa (acoplador) en contacto con la piel.

Receptor. Analiza la señal eléctrica recibida en forma de ecos. A partir de la cual se reconstruye la imagen ecográfica en pantalla.

Unidad de procesamiento de la información. Es transformada en impulsos eléctricos recogidos por el transductor que se expresan en forma de una imagen y procesada por la impresora que reproduce la imagen ecográfica de la pantalla en una película o en papel fotográfico.

Monitor. Es una pantalla con un tubo catódico que permite observar las imágenes que proporcionan los ecos del órgano de estudio con la técnica apropiada.

Teclado. Es un dispositivo que permite ingresar los datos del paciente y tiene botones especiales que nos permiten escoger la modalidad de la ecografía, escoger el transductor, señalar estructuras, obtener medidas y en especial el botón la ganancia que permite ampliar las ondas ultrasónicas y controlar la gama de grises, además el botón de Freeze que detiene el movimiento de la imagen para imprimirla.

Impresora. Las imágenes serán impresas en papel fotográfico y en algunas ocasiones en película según sea el modelo de la impresora y del equipo ecográfico.

## **ELECCIÓN DEL TRANSDUCTOR**

Dependiendo del estudio que se realiza se utilizan distintos tipos de transductores:

- Lineales: Ofrecen una imagen en forma de rectángulo mediante la emisión de haces de ultrasonidos de forma paralela. Se utilizan sobre todo para zonas superficiales ya que la resolución baja en profundidad.
- Sectoriales: Emiten ecos de forma radiada, se observa la imagen en forma de abanico. Ofrecen mayor resolución en profundidad.
- Convexos: Combina los dos tipos anteriores, ofrece buena visión en profun-



didad y en superficie.

## **ECOGRAFÍA ABDOMINAL**

La Ecografía Abdominal es la más comúnmente utilizada, permite realizar un estudio a todos los órganos que se encuentran en el abdomen, en especial el hígado, la vesícula, los riñones, el páncreas, el bazo, arteria aorta, vena cava, vena porta y vena hepática, para valorarlos en relación con su forma, tamaño, bordes, ecogenicidad, alteraciones, presencia de líquido, tumoraciones, quistes o cálculos, entre otros<sup>26</sup>.

Para realizar el estudio de ecografía abdominal, se debe utilizar un transductor convexo multifrecuencia de 3.5 MHz a 5 MHz, utilizamos un acoplador acústico o gel para mejorar la calidad de las imágenes.

La ecografía abdominal es un examen ampliamente difundido entre el mundo médico por su inocuidad y su rapidez, sobre todo es fundamental en el estudio del hígado para determinar si existen alteraciones en él como por ejemplo.

Es importante recordar que si se quiere observar vesícula no se debe ingerir nada previo el examen, pues, de hacerlo se vacía la vesícula y no se podrá observar si tiene contenido anómalo como por ejemplo cálculos.

También, se pueden realizar exámenes de la pelvis de pacientes tanto de sexo masculino como femenino, pues es muy importante evaluar por ejemplo si existe alteraciones en el tamaño de la próstata de los varones, o si existen problemas de quistes de ovario, miomas uterinos, restos de abortos espontáneos o provocados y para detectar embarazo en muchos casos en las mujeres.

## **UTILIDAD DE LA ECOGRAFÍA EN EL EMBARAZO**

Por las bondades de la ecografía su utilidad es reconocida en varios campos del área médica, uno de ellos es en la obstetricia y ginecología, pues, brinda información muy útil en la etapa de embarazo, con controles indicados por el profesional tratante.

En las etapas de desarrollo del embarazo es posible observar desde los primeros meses, el desarrollo y la vitalidad del producto en el vientre materno, los latidos cardiacos, la cantidad de líquido amniótico, edad fetal y hasta el sexo del bebé. Una de

## *Introducción a la Imagenología*

las razones más importantes para desarrollar el examen ecográfico es para observar la posición de la placenta, su madurez y el cordón umbilical, esta información es para prevenir que el cordón umbilical se ubique alrededor del cuello del producto, con lo cual estaría en peligro la vida del bebe y de la madre inclusive, además, se puede observar si existe malformación congénita y posición fetal.

Este examen lo realiza un profesional que ha sido entrenado previamente para manejar el equipo y obtener las imágenes más adecuadas que proporcionen al especialista una visión general del estado de desarrollo general del producto con el fin de evitar complicaciones a la hora del parto.

Existen otras modalidades de ecografía que se utilizan entre ellas, la ecografía de partes blandas, músculo esquelética y el eco doppler para el estudio de los vasos, carotídeos, femorales etc<sup>27</sup>.



# CAPITULO IX

## Radiología en odontología



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



## **RADIOLOGÍA EN ODONTOLOGÍA**

Para llevar a cabo un diagnóstico certero en cualquier rama de la Odontología o Medicina, las radiografías cumplen un papel principal.

Las radiografías, siempre han sido consideradas como recurso fundamental, para ayudar en el diagnóstico relacionado con la cavidad bucal, ya que es de gran ayuda en la detección, evaluación e incluso en el tratamiento de varias lesiones dentales y de la cavidad bucal.

Las radiografías siempre se interpretan, la película expuesta a la fuente de rayos-X que es revelada de manera correcta, se observara un matiz oscuro dependiendo del tiempo de exposición y de la zona en la cual incidió el haz de los rayos, la cantidad de rayos absorbidos por la película durante la exposición será observada como la relativa saturación de tonos claros y oscuros.

Si interponemos alguna estructura entre la película y la fuente de radiación, por ejemplo, una moneda o un fragmento de hueso, la imagen resultante será un área blanca correspondiente al objeto y un área negra periférica del objeto.

La radiología es la especialidad médica y odontológica que se ocupa de generar imágenes del interior del cuerpo mediante diferentes agentes físicos (rayos X, ultrasonidos campos magnéticos, entre otros), utilizar estas imágenes para el diagnóstico, también, en menor medida, para el pronóstico y el tratamiento de las enfermedades.

**Radiopacas:** Aquellas sustancias o tejidos que absorben mayor cantidad de rayos X (mayor densidad= más blancas= más radiopacas).

**Radiolúcidas:** Aquellas zonas en la que no haya absorción alguna de rayos X y en la radiografía la zona se muestre de color negra y tenga menos densidad, usualmente sucede en radiografías de tejidos blandos, fluidos y aire.

Para obtener una buena radiografía son importantes estos puntos:

**Detalle:** Es la cualidad que se corresponde con la visualización adecuadas de estructuras finas.

**Contraste:** Es la diferencia de densidad entre el área negra y blanca de la radiografía.  
Radiografía Nítida.

**Definición:** Término que se da cuando se cumple la condición del detalle y la nitidez.

Otros factores que existen para obtener una buena radiografía, se basan en el manejo adecuado como posición del paciente, la distancia película-objeto, distancia objeto-fuente de radiación, también abarca el humor del radiólogo eso influye en la predisposición. También el estudio o interpretación de la radiografía dependerá de un adecuado conocimiento clínico de las estructuras subyacentes y de las posibles patologías que puedan alterar a estas estructuras.

Las radiografías son herramientas diagnósticas, pero no son la herramienta final de la diagnosis, ya que muchas veces es imposible determinar únicamente por métodos radiológicos.

La evaluación radiográfica con la luz corriente del día, deben ser evitadas, el examinador deberá usar un negatoscopio el cual cuenta con una pantalla difusora, que únicamente proyecta la luz en el área de la radiografía.

### **OBJETIVOS DE ESTUDIO RADIOGRÁFICO:**

- Prevención.
- Contribución al diagnóstico.
- Elección del tratamiento.
- Fundamentar el pronóstico.
- Constitución para un documento legal.

### **POR MEDIO DE ELLAS SE PUEDE OBSERVAR**

- Continuidad de cortical alveolar y reconocer el estado de las crestas óseas, además del espesor y forma del espacio del ligamento periodontal.
- La longitud dentaria y extensión de la cavidad pulpar.
- El número de raíces y conductos.
- Dirección y anulación de los conductos.
- Curvaturas y rarefacciones de la raíz.
- Extensión de lesiones cariosas.
- Calcificaciones de diversa índole.

## *Introducción a la Imagenología*

- Zonas de reabsorción interna y/o externa.
- Fracturas y lesiones periodontales.
- Entre otros.

### **ENTRE SUS LIMITACIONES SE EVIDENCIA:**

- No revela condiciones histológicas.
- Representan un objeto tridimensional en dos dimensiones.
- No brindan información decisiva de estado de tejidos blandos
- La imagen obtenida radiográficamente puede tener hasta un 5% de distorsión, donde generalmente la imagen es mayor al objeto.
- En las radiografías panorámicas se permite hasta un 20-30% de distorsión o magnificación.

### **SOBRE LA TÉCNICA**

Se debe ajustar la técnica y tornar en cuenta las normas de protección especialmente cuando se radiografien niños y mujeres embarazadas.

No debe dirigirse el haz directo hacia ninguna otra persona que no sea el paciente y hacia al área de examen.

El equipo debe dispararse a una distancia no menor a 2 m del tubo, colocándose el operador preferiblemente en un ángulo entre 90° y 135° del eje del haz. Se debe tener especial cuidado en el revelado de las películas. En forma periódica se debe hacer un mantenimiento de la caja o sistema de revelado.

Para lograr una buena toma radiográfica, la pieza dentaria a analizar debe estar en el centro de la película y se podrá analizar en su totalidad.

Es decir que la película debe incluir toda el área de interés, el borde de la película debe estar paralelo a la cara oclusal o borde incisal y que el ápice aparezca en el centro de la radiografía o a 3mm del borde.

Otro aspecto muy importante es mantener el contraste y densidad adecuados, para obtener contornos nítidos con magnificación y distorsión mínimas. La imagen no debe estar ni elongada, ni acortada y se deben evitar las manchas ralladuras o huellas



digitales.

En la radiografía periapical se puede apreciar el largo total de dientes, el número de raíces y conductos, si existen lesiones cariosas, el tamaño del espacio periodontal y estructuras adyacentes a las raíces dentales

El paciente debe ser protegido por un delantal plomado en la zona gonadal.

Para realizar un diagnóstico adecuado, se debe comenzar por la corona, observando con detalle la posición, estructura y si existe una patología en desarrollo. Se debe analizar el ligamento periodontal y la integridad cortical alveolar. Se debe evaluar también, el hueso que rodea la pieza dentaria y también la pieza propiamente (ver anexos 19, 20 y 21).

## **EL INFORME RADIOLÓGICO**

Para emitir un informe se debe ser preciso y lo primero es indicar la localización y tamaño de la pieza de estudio, luego se describen las características del margen o contorno, además del contenido de la lesión, resaltando si existen cambios óseos inducido por la lesión.

## **OTRAS RADIOGRAFÍAS UTILIZADAS EN ODONTOLOGÍA**

Panorámica u ortopantografía. Esta proyección radiográfica se representa, en una única película, permite visualizar una imagen general de los maxilares, la mandíbula y los dientes.

Se pueden identificar en ella:

- Número, tamaño y posición de los dientes.
- Dientes impactados o que no han erupcionado.
- Presencia y magnitud de caries dentales.
- Abscesos.
- Mandíbula fracturada.
- Oclusión dental defectuosa, etc.

## Introducción a la Imagenología

Son utilizadas en exodoncia, periodoncia, implantología, morfología, anatomía, salud pública, prostodoncia, cirugía bucal y ortodoncia (ver anexo 22).

Cefalométrica, lateral de cráneo o teleradiografía. Es una imagen bidimensional tomada de una estructura tridimensional de la cabeza (ver anexo 23).

Utilizada para medir las proporciones de la cara y la posición de los dientes para hacer estudios seriados de los patrones de crecimiento y desarrollo activo. Se emplean en tratamientos protésicos, tratamientos ortodónticos, implantología, cirugía bucal, cirugía maxilofacial.

Proyección anteroposterior. Proporciona una imagen craneofacial en sentido anteroposterior o posteroanterior de un individuo, esto con el fin de identificar asimetrías esqueléticas y visualizar lesiones tumorales, fracturas entre otras (ver anexo 24).

Radiografía latero mandibular. Para pacientes que tengan una inflamación o fractura. Se usa en niños y personas que no toleren la película dentro de la boca. Evalúa dientes impactados, fracturas, lesiones en el cuerpo de la mandíbula. Y se observan regiones de molares y premolares inferiores.

### Relación de la radiología con las diferentes materias

DISCIPLINAS	TIPO DE RADIOGRADIA	¿PORQUE SE LA UTILIZA?
Cirugía bucomaxilofacial	Panorámica	Para observar los terceros molares y se encuentran retenidos.
Endodoncia	Periapical	Se utiliza para el tratamiento antes (longitud del trabajo), durante (conducto, dentina, cemento) y después (resultado).
Morfología	Periapical y panorámica	Una vista general y específica de las estructuras en las piezas dentarias.
Ortodoncia	Panorámica, cefalométrica y oclusal.	Posición de las piezas, tipo de mordida, cierre de arcadas.
Materiales dentales	Periapical	Como es la ubicación del material (aunque en esta disciplina no es necesario el uso de la radiografía).

Rehabilitación oral	Panorámica y periapical	Observar las arcadas de manera completa con la panorámica y para la observación con más precisión se utiliza la periapical.
Anatomía	Panorámica	Estado del hueso, relaciones con las diferentes estructuras.
Prostodoncia	Panorámica y periapical	Se observa los rebordes y desgastes.
Histología	Panorámica y periapical	Diferentes estructuras, presencia de quistes, granulomas, etc.
Inplantología	Panorámica	Estado de la pieza, observar si el implante fue aceptado o rechazado.
Psicología	Cefalométrica y panorámica	Se podrá observar de manera explícita la parte encefálica. Por medio de la panorámica se determinara la mordida, si existe tensión en la mandíbula del paciente y si existe bruxismo.
Periodoncia	Periapical y panorámica	Observar el tejido de soporte de las piezas dentarias, determinar alguna anomalía en algún tejido.
Operatoria dental	Periapical , aleta de mordida y oclusal	Profundidad de la cámara pulpar, observar el conducto para realizar el diagnostico correspondiente.

## UNIDADES DE MEDIDA

La radiación se puede medir de la misma manera como otros conceptos físicos, como el tiempo cuya unidad de medida está en minutos, la distancia que es medida en millas o kilómetros y el peso medido en libras o kilogramos.

La comisión internacional de unidades y medidas (Icru, International Commission Radiation Units and Meassu) ha establecido unidades especiales para las medidas de la radiación, las que se utilizan para definir tres cantidades

1. Exposición.
2. La dosis.
3. Dosis equivalentes.

## *Introducción a la Imagenología*

El radiólogo debe conocer las mediciones de la radiación para discutir los conceptos de exposición y la dosis con el paciente odontológico.

En la actualidad, se utilizan dos sistemas para definir las mediciones de la radiación y son:

El sistema antiguo que se conoce como sistema tradicional e incluye lo siguiente:

- Roentgen (R).
- Dosis de la radiación absorbida (rad).
- Equivalente Roentgen (en) hombre (rem).

Las unidades SI o Systeme International de Unites (sistema internacional de unidades) que incluyen los siguientes:

- Culombios/Kilogramo (C/Kg).
- Gray (Gy).
- Sievert (Sv).

El radiólogo dental debe conocer, utilizar ambos sistemas y saber cómo convertir las mediciones de un sistema a otros. También, deben estar familiarizados a una serie de términos físicos que se utilizan en ambos sistemas de medida.

## **TÉRMINOS DE MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN**

### ***TÉRMINO DEFINICIÓN***

- Coulomb (C). Unidad de carga eléctrica, la cantidad de carga eléctrica transferida por 1 amperio en 1 segundo.
- Amperio (A). Unidad de intensidad de la corriente eléctrica, de corriente generada por 1 voltio contra 1 ohm de resistencia.

Erg (erg). Unidad de energía equivalente a  $1.0 \times 10^{-7}$  julios o  $2.4 \times 10^{-8}$ .

Joule (J). Si la unidad de energía equivalente al trabajo realizado por la fuerza de 1 newton actuando sobre la distancia de 1 metro.

Newton (N). Si la unidad de la fuerza que, al actuar de forma continua en una masa de 1 kilogramo, impartirá a una aceleración de 1 metro por segundo al cuadrado (m/seg<sup>2</sup>).

Kilogramo (Kg). Unidad de masa equivalente a 1000 gramos o libras 2.205.

## **MEDIDAS USADAS EN RADIOGRAFÍAS DENTAL**

En la radiografía dental, el gray y el sievert son iguales, mientras que el roentgen, rad y rem se consideran aproximadamente iguales. Pequeños múltiplos de estas unidades de radiación se utilizan normalmente en la odontología, debido a las cantidades pequeñas de radiación utilizadas en los procedimientos radiológicos (ver anexo 25).

# CAPITULO X

## Importancia de la Protección Radiológica



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



## **IMPORTANCIA DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

### **Protocolo para una sala de espera de un departamento de rayos X**

Todo departamento de rayos X, debe tener un protocolo dirigido a la protección integral de los pacientes y en especial del personal que labora en ese departamento.

Entendiéndose como Protocolo; una ordenada serie de directrices o pasos que deben acatarse en un determinado lugar, siguiendo estrictamente las normas establecidas por los organismos rectores de los establecimientos dedicados a una actividad relacionada con radiaciones ionizantes y dirigidas a proteger la integridad de las personas directamente afectadas.

Basados en la premisa de que las normativas deben estar dirigidas a proteger la integridad de todos los seres vivos, pero en especial las del ser humano, podríamos establecer lo siguiente:

En toda institución se debe colocar los respectivos carteles de advertencia, peligro indicando en especial que las mujeres embarazadas deben estar protegidas de la radiación.

En una institución de diagnóstico médico, debe existir un área de imagenología amplia, donde las paredes deben ser plomadas en su totalidad, tanto el área de espera, como el área donde se encuentra el equipo propiamente dicha.

El área de radiodiagnóstico debería estar restringida del área de espera, por medio de una antesala separada por una puerta plomada y con anuncios claros del peligro que significa para las personas en general y en especial a las personas que están embarazadas.

Dentro de este contexto el área de consulta de precios y consultas de tomas radiográficas no debería ser el sitio donde se están haciendo la toma radiográfica.

De esta manera, sería posible realizar mejor un triaje de emergencia en caso de que se produjera algún accidente radiológico.

En al área específica de la toma de radiografías siempre deben permanecer los accesorios destinados a protegerse de las radiaciones en perfecto estado, refiriéndonos a mandiles plomados, guantes plomados, gafas plomadas collarín para proteger las



tiroides y estar prestos a proporcionarlos a los familiares o personal auxiliar en caso de que fuera indispensable su ayuda para atender algún paciente de urgencia.

El área de instalación de los equipos, debe tener un blindaje acorde al tipo de equipo que se va a instalar, en lo que respecta a la distancia del panel de control, el tipo de revestimiento de las paredes, el vidrio plomado, las puertas etc.

Es muy importante un correcto sistema de enfriamiento y ventilación para optimizar la vida útil del equipo y también en lo que se refiere al área de revelado, pues, las películas y los líquidos utilizados necesitan una temperatura adecuada para mantenerse en buen estado y no exponer a los operadores al sobrecalentamiento del equipo, ni a la degradación de las películas ni de los líquidos del proceso de revelado que por su toxicidad también pueden afectar la salud de los operadores.

Los equipos deben estar correctamente calibrados y realizados las mediciones para verificar que no haya excesos en la generación de las radiaciones y evitar así, que el paciente sea expuesto innecesariamente a las radiaciones.

Los colimadores, pantallas anti difusoras y demás accesorios para evitar las radiaciones secundarias deben tener un correcto mantenimiento para asegurar su óptimo rendimiento en el proceso de obtención de la toma radiográfica.

El personal no debe eximirse del uso del dosímetro y registrarlo mensualmente, para así, tener un verdadero registro de la cantidad de radiación a la que ha sido expuesta, pues, las consecuencias de un exceso de radiación a corto o largo plazo siempre son negativas y peligrosas para la salud y la vida, los efectos determinísticos o estocásticos, inmediatos diferidos o a las futuras generaciones no son deseables.

El personal del departamento de radiodiagnóstico siempre debe informar previamente al paciente sobre el examen que se va a realizar, cómo y en qué consiste el estudio radiológico, además, de preguntar en caso de ser mujer si está embarazada o no.

Todo procedimiento dirigido a la protección de las radiaciones ionizantes, a favor de la integridad de la vida y de la salud, nunca son excesivas, el pasar por alto dichos procedimiento y sub estimar las consecuencias siempre será un grave error.

## **TIPOS DE RADIACIÓN IONIZANTE**

La radiación es toda aquella energía que se propaga en forma de onda o partículas a través del espacio.

### **RADIACIÓN DIRECTA**

La radiación ionizante directa consta de partículas cargadas, que son los electrones energéticos (llamados a veces negatrones), los positrones, los protones, las partículas alfa, los mesones cargados, los muones y los iones pesados (átomos ionizados). Este tipo de radiación ionizante interactúa con la materia sobre todo mediante la fuerza de Coulomb, que les hace repeler o atraer electrones de átomos y moléculas en función de sus cargas.

### **RADIACIÓN INDIRECTA**

La radiación ionizante indirecta es producida por partículas sin carga. Los tipos más comunes de radiación ionizante indirecta son los generados por fotones con energía superior a 10 keV (rayos X y rayos gamma) y todos los neutrones.

Las radiaciones ionizantes, se trata de partículas o fotones de muy alta frecuencia con la suficiente energía como para producir ionización (creación de partes eléctricamente cargadas, una positiva y una negativa), rompiendo los enlaces atómicos que mantienen a las moléculas unidas en las células electromagnéticas.

Hay diversos tipos de radiaciones ionizantes:

**Radiación alfa:** Se trata de partículas que constan de dos protones y dos neutrones. Apenas tiene poder de penetración. Se frena en las capas exteriores de la piel y no es peligrosa, a menos que los elementos que la emiten se introduzcan directamente en el organismo por ingestión o inhalación.

**Radiación beta:** Son electrones libres. Con mayor poder de penetración que la radiación alfa. Se introduce entre uno y dos centímetros en los tejidos vivos.

Radiación gamma: Es una radiación electromagnética similar a los rayos X, pero más penetrante. Penetra profundamente en los tejidos pero libera mucha menos energía en los mismos que las alfa o las beta.

# CAPITULO XI

## Origen de la radiación ionizante



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)



## **ORIGEN DE LA RADIACIÓN IONIZANTE**

### **Fuentes naturales**

- *Radiación cósmica:* Se genera en las reacciones nucleares que ocurren en el interior del sol y en las demás estrellas, son atenuadas por la atmósfera terrestre, por lo que su intensidad aumenta con la altitud.
- *Radiación de la tierra:* Depende de la concentración del radio nucleídos en la corteza terrestre y la exposición de las personas a esta radiación depende de la zona donde habiten.
- *El gas radón:* Gas generado en la desintegración del uranio que se encuentra de forma natural en la tierra y que puede ser exhalado en el interior de viviendas. En el exterior, este gas, no presenta riesgo ya que se dispersa.

Las radiaciones ionizantes naturales se encuentran en alimentos y agua de bebida. Por ejemplo, casi todos los alimentos contienen potasio (elemento esencial para nuestro organismo que absorbe el que necesita) y parte de este es de naturaleza radiactiva debido a la presencia del radio nucleído natural potasio-40.

### **FUENTES ARTIFICIALES**

- Procedimientos médicos. Es la principal fuente de radiación artificial de la población (radiografías, TAC, etc.). Por ejemplo, en una radiografía de tórax el paciente recibe una dosis de unos 0,05 mSv.
- Exposición profesional y del público: Como resultado del funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas.
- Explosiones nucleares. Por accidentes, acciones bélicas o experimentales.

## **POR SU FORMA DE CONTENCIÓN**

- *Fuentes Selladas:* Muchas aplicaciones médicas y la mayoría de las aplicaciones industriales utilizan fuentes en las que la sustancia radiactiva se ha sellado en una cápsula metálica o ha sido encerrada entre capas de materiales no radiactivos.

## **A MENUDO ESAS FUENTES TIENEN FORMAS ESPECIALES**

- *Fuentes Abiertas:* Son aquellas fuentes en las que están en contacto en el ambiente donde se encuentran.

## **DOSIS DE RADIACIÓN**

La dosimetría de radiación es el cálculo de la dosis absorbida en tejidos y materia como resultado de la exposición a la radiación ionizante, tanto de manera directa como indirecta.

Por definición, los rayos X y los rayos gamma tienen un factor de ponderación de unidad, tal que  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Sv}$  (para la radiación total del cuerpo). Valores de  $w_r$  son tan altos como 20 partículas alfa y neutrones i.e. para la misma dosis absorbida en Gy, partículas alfa son 20 veces biológicamente más potentes como los rayos X o los rayos gamma.

## **DOSIS VERSUS ACTIVIDAD**

La dosis de radiación se refiere a la cantidad de energía depositada en la materia y/o en efectos biológicos de la radiación y no debería ser confundida con la unidad de la actividad radioactiva (becquerel, Bq).

Exposición a una fuente radioactiva dará una dosis que será dependiente de la actividad, del tiempo de exposición, de la energía emitida de radiación, la distancia

de la fuente y del blindaje.

La dosis es una medida de la dosis depositada y por lo tanto nunca puede disminuir la remoción de una fuente radioactiva solo puede reducir la data de incremento de la dosis absorbida, nunca de la dosis total absorbida.

El promedio mundial de dosis para un ser humano es aproximadamente 3.5 mSv por año [1], sobretodo de radiación cósmica e isótopos naturales en la tierra.

Las radiaciones ionizantes al incidir sobre el organismo humano pueden producir ciertos efectos. Para cuantificar estos efectos se utiliza una unidad que se llama dosis de radiación.

El sievert (Sv) es la unidad que mide la dosis de radiación, aunque es más frecuente hablar de la milésima parte de esta unidad, el milisievert ( $1\text{mSv} = 0,001\text{ Sv}$ ).

Para la cuantificación de las radiaciones ionizantes se han establecido una serie de magnitudes y sus unidades correspondientes:

Actividad: es una magnitud que determina la capacidad de los átomos para emitir un determinado tipo de radiaciones ionizantes.

Su unidad es el Bequerelio (Bq) que se define como una desintegración (cambio) por segundo.

Dosis absorbida: Es la magnitud que determina la energía media absorbida en el medio por unidad de masa debida a la radiación que incide sobre él.

Su unidad se llama Gray ( $1\text{ Gy} = 1\text{ julio de energía absorbido por kilogramo de material}$ ).

La dosis absorbida es insuficiente para expresar el efecto biológico que produce la radiación, ya que este depende de las características de la radiación y del tejido expuesto a la misma.

Dosis equivalente: Es la dosis absorbida en un órgano o tejido, ponderada en función del tipo y calidad de la radiación. Su unidad es el Sievert (Sv).

Dosis efectiva: Es la suma ponderada de las dosis equivalentes en los distintos ór-



ganos y tejidos del cuerpo a causa de las irradiaciones internas y externas. Su unidad es también el Sievert (Sv).

## **EFFECTOS DE LA RADIACIÓN**

**Inmediatos:** El daño inmediato causado por las radiaciones ionizantes es proporcional a la cantidad de energía de radiación absorbida por encima de un valor determinado.

La gravedad del daño depende también del tipo de radiación y del tejido expuesto. Si las dosis absorbidas son superiores a 0,5 Gy y se reciben en un breve periodo de tiempo, al cabo de dos o tres meses de exposición se producen los efectos inmediatos.

Estos efectos que generalmente resultarán de la muerte de células se conocen como efectos deterministas:

**Retardados:** Aunque se eviten los efectos inmediatos, los tejidos de la persona expuesta pueden haber recibido un daño suficiente para producir efectos retardados, que se manifestaran muchos años después de la exposición.

El cáncer es el más significativo de estos efectos.

**Por su función de incidencia:** Los efectos deterministas (porque se tiene certeza de que estos ocurran si la dosis excede un valor umbral).

Son el resultado de varios procesos, principalmente de la muerte celular y el retardo de la división celular, causada por la exposición a altos niveles de radiación. Estos efectos pueden dañar la función de un tejido expuesto y la severidad de un particular efectos determinista en un individuo expuesto, incrementa con la dosis sobre el nivel umbral.

**Efectos Estocásticos**(Porque tienen naturaleza aleatoria, enfermedades malignas y efectos hereditarios).

La exposición a la radiación también puede inducir efectos somáticos, tales como enfermedades malignas, que se manifiestan después de un período de latencia y que puede ser detectable epidemiológicamente en una población; esta inducción se asume que toma lugar sobre todo el rango de dosis, sin una dosis umbral.

## **INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN IONIZANTE CON EL MATERIAL BIOLÓGICO**

Definir los efectos de la radiación sobre la materia viva es difícil, pues las lesiones originadas dependen de múltiples factores, tipo de radiación ionizante, tasa de dosis y las particulares propias de los tejidos irradiados. La posibilidad de que se produzcan cambios en el material biológico después de una interacción con radiaciones ionizantes tiene directa relación con estos factores. Existe probabilidad puede o no producir daños o lesiones en las células.

- La radiación en la célula no es selectiva, pues la energía de la radiación puede depositarse en cualquier sitio produciendo cambios no específicos que se pueden confundir con otros daños producidos por otros agentes físicos, químicos o biológicos.
- Los cambios biológicos se observan luego de cierto tiempo de latencia que va desde algunas horas hasta decenas de años, ya que, ocasiona una pérdida de información en el material genético, que se manifestará siempre como la pérdida de una función o de una actividad específica.
- En líneas generales, se puede decir que la radiación lesionará dependiendo de cómo actúe (mecanismo de acción), dónde actúe (el lugar de la célula que quede lesionado) y qué cantidad de radiación sea absorbida por la célula.

## **MECANISMOS DE ACCIÓN DE LAS RADIACIONES. ACCIÓN DIRECTA E INDIRECTA**

La acción de la radiación ionizante sobre células, tejidos y órganos viene determinada por procesos de excitación, ionización y radiolisis, ya sea, en el material genético (ADN) o en el medio en el que se encuentran los orgánulos celulares. Los mecanismos de radiación para provocar sus efectos o lesiones sobre la célula se pueden clasificar en dos tipos diferentes, un mecanismo de acción directa y mecanismo de acción indirecta.

La acción directa tiene lugar cuando un fotón interactúa con una molécula biológica a la que cede energía (ADN, ARN, enzimas, etc.). En estas condiciones las moléculas resultan ionizadas moléculas “impactadas”, se denomina “teoría del im-

pacto” actúa a nivel microscópico y macroscópico, sobre las moléculas de las células y afectan especialmente en aquellas moléculas clave que son insustituibles produciendo lesiones radio-inducidas más graves.

En la acción indirecta de la radiación existe absorción de energía disipada en medios intracelulares que da lugar a la formación de radicales libres que presentan una alta reactividad química por la tendencia del electrón libre a unirse a otro electrón de un átomo de una molécula próxima. El problema de la acción de los radicales libres en el ADN es mucho más importante.

- 1) Substitución o pérdida de una base nitrogenada.
- 2) Ruptura del enlace de hidrógeno entre las dos cadenas.
- 3) Ruptura del esqueleto en una cadena.
- 4) Ruptura del esqueleto en las dos cadenas.
- 5) Ruptura de dos moléculas de ADN y unión de ambas.

Cada uno de estos efectos puede dar origen a la aparición de cambios anormales en el material genético de las células (ADN), denominado mutación (radioinducida) Cuando la radiación incide sobre una o varias moléculas de ADN y la lesión se reparan, no tiene transcendencia, pero, si la lesión no se repara en su totalidad, entonces, las consecuencias pueden ser graves.

Todos los organismos vivos presentan mutaciones espontáneas, por tanto, el peligro de la radiación es el de aumentar esa frecuencia de mutaciones naturales, pudiendo llegar a saturar los mecanismos de reparación del organismo. Las mutaciones pueden afectar tanto a las células somáticas (cáncer radioinducido) como a las germinales (transmisión a generaciones posteriores).

En resumen, actualmente sobre las características de las mutaciones radioinducidas, se acepta que:

1. No son patognomónicas, ni específicas ni características. Sólo se observa un aumento en la frecuencia de aparición de aquellas mutaciones que aparecen espontáneamente en una población en general.
2. No tienen dosis umbral por debajo de la cual se puede conseguir la ausencia de mutaciones radioinducidas. Sería posible que un solo impacto, en el lugar inadecuado provoque una lesión. Si esta lesión no se regenera adecuadamente, podría derivarse una mutación radioinducida.

3. Su frecuencia de aparición aumenta con las dosis de radiación absorbida.
4. Se transmiten genéticamente con un carácter recesivo, por lo que podrían permanecer ocultas durante generaciones, provocando un deterioro genético en las futuras generaciones.

### **Los rayos X actúan más sobre las células cuanto:**

#### **1. Mayor es su actividad reproductora.**

- a. Mayor es su porvenir carioquinético o filogenético, es decir, cuantas más divisiones deba realizar para adoptar su forma y funciones definitivas.
- b. Menos diferenciadas tengan su morfología y sus funciones o lo que es equivalente, no haya alcanzado su grado de diferenciación definitiva. Una célula diferenciada es aquella que está especializada funcional o morfológicamente. Una célula no diferenciada es una célula inmadura cuya función fundamental es dividirse para mantener su propia población y para reemplazar a las células maduras perdidas. Las células indiferenciadas se pueden considerar como células precursoras o células madre de una población.

En 1906 Bergonie y Tribondeau, describieron unos postulados que con el paso del tiempo, se han aceptado como la Ley básica de la radiosensibilidad celular y que permite conocer el grado de radiosensibilidad o radiorresistencia de los diferentes tipos celulares.

La respuesta celular a la radiación puede modificarse por factores exógenos a la propia célula. Existen dos tipos de agentes diferentes:

- **Radiosensibilizantes:** Agentes que cuando se encuentran dentro del organismo durante la irradiación producen un incremento del efecto esperado con las dosis de radiación administradas.
- **Radioprotectores:** Agentes que cuando se encuentran dentro del organismo durante la irradiación favorecen que ésta provoque un efecto menor al esperado con las dosis de radiación administradas.

El linfocito es la célula más radiosensible del organismo.

## **LA RADIACIÓN Y LOS EFECTOS EN EL EMBARAZO**

La letalidad y anomalías específicas importantes inducidas en el embrión y en el feto por radiación dependen de la cantidad de radiación recibida.

En general, el embrión humano es radio sensible a los efectos de las radiaciones ionizantes especialmente en las primeras seis semanas de desarrollo resulta ser más radio sensible en términos de letalidad y de inducción de anomalías congénitas. El feto se va haciendo más resistente a medida que avanza el desarrollo hacia el segundo y tercer trimestre, por lo que va a necesitar dosis más altas para producir.

Estudios en niños irradiados en Hiroshima, demostraron que 11 mujeres que recibieron una dosis alta de radiación 7 de sus hijos presentaron microcefalia y retrasos mentales mientras, que los niños cuyas madres estaban a una distancia mayor del centro de explosión, por lo tanto, recibieron una dosis menor no presentaban incidencias y anomalías.

De 30 niños, irradiados en útero en Nagasaki hubo entre los supervivientes 7 muertes fetales, 6 muertes neonatales y 4 niños con retrasos mentales en estudios de los hijos de mujeres irradiadas con dosis terapéuticas durante distintas etapas de embarazo Dekaban administrando 250 R en embriones antes de la segunda y tercera semana de gestación se pueden producir números de muertes prenatales pero con pocas anomalías graves si llegan a nacer.

La irradiación de fetos humanos entre 4 – 11 semanas de gestación puede producir anomalías graves de muchos órganos, especialmente en el SNC y en el esqueleto.

La irradiación entre la undécima y la decimosexta semanas produce frecuentemente retraso mental y microcefalia.

Aunque el feto es más radio-resistente en cuanto a letalidad y anomalías a partir de la vigésima semana de gestación, la irradiación durante esa fase puede producir defectos de funcionamiento. Las células cumplen las funciones de nutrición, relación y reproducción.

En los organismos pluricelulares, algunas células realizan procesos de especialización para una determinada función en tanto que otras pierden su capacidad de rea-

lizar otras por ejemplo, las neuronas, se han especializado en transmitir los impulsos nerviosos, perdiendo la capacidad de dividirse.

Los efectos biológicos de las radiaciones, afectan a la función celular más importante que es la reproducción, dos grandes grupos celulares, las células somáticas que constituyen los tejidos, los órganos y las células germinales, encargadas de transmitir la información genética a la descendencia (óvulos y espermatozoides).

El proceso por el cual las células somáticas se dividen se denomina mitosis la célula madre origina dos células hijas iguales al duplicar su material genético (DNA). Las células germinales forman los gametos por meiosis, en él, la célula precursora da lugar a células hijas con material genético que es la mitad de los que contiene la célula madre. De esta forma, se consigue que al unirse el gameto masculino con el gameto femenino la información genética no se vea duplicada (ver anexo 26).



# COMENTARIO FINAL



[www.mawil.us](http://www.mawil.us)





La imagenología es aquella que reúne toda una serie de procesos y técnicas que logran por medio de principios biofísicos y químicos a través de equipos tecnológicos la resolución de imágenes médicas. Por ende, es un área médica especializada de formación universitaria que debería requerir amplios conocimientos en anatomía, técnicas de radiología, biología celular, neurobiología, investigación y metodología científica, salud pública, biofísica, sistemas de procesamientos de imágenes, entre otros. Lo que deja claro, la apasionante complejidad inmersa en el campo de la imagenología puesta al servicio de la salud y la vida.

Es notorio, incluso para quienes no son grandes conocedores de la imagenología los diferentes procedimientos que existen en la actualidad para la evaluación y diagnóstico de pacientes de todas las disciplinas médicas. Por ejemplo, los rayos X, la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética, la densitometría ósea, la gammagrafía, la mamografía, entre otras que apelan a diferentes principios biofísicos aplicados al registro de imágenes y potenciales en nuestras células. Como por ejemplo, son las imágenes obtenidas por medio de la resonancia magnética que polariza núcleos de hidrógeno contenidos en el tejido, en sus moléculas de agua, causando su excitación.

De tal modo, que hoy en día puede accederse de forma no invasiva, prácticamente a todas las partes del cuerpo, gracias a la imagenología. Proporcionando además, los beneficios de no producir dolor al paciente, no ocasionar la agresión directa a los tejidos y no requerir por lo general tiempos de recuperación.

Asimismo, el mejor aporte de los profesionales que nos desenvolvemos en ésta área es abogar por una excelente formación. Tanto académica, profesional y ética, llena de valores, que demuestre que la humanización de la tecnología es indispensable para cualquier avance científico y tecnológico. Pues, que la perfección de los equipos biomédicos actualmente existentes, pierde su valor si los profesionales sanitarios no garantizamos nuestra propia calidad, rigor y conocimientos.



## **AGRADECIMIENTOS**

*Quisiera agradecer primero a Dios y a todas las personas que de una u otra manera han contribuido en la realización de esta obra.*

*Alida Vallejo López*



**www.mawil.us**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barreno Barreno D. Elaboración de un modelo de gestión administrativa en la unidad de imagenología del hospital general docente de calderón de la ciudad de quito, provincia de pichincha, para el año 2016.Dspace. Univ Loja 2017.
- 2.Ferla AA. Et al. Ideas, images and beliefs in theproduction of publicpolicies: the case of the More DoctorsProgram.SciELO Brasil Interface Comunicação(Botucatu) vol.21 supl.1 Botucatu 2017.
3. Kevin Zirbesegger, Pablo Buccino, Ingrid Kreimerman, et al. Anefficientpreparation of labelling precursor of [11C]L-deprenyl-D2 and automatedradiosynthesis. EJNMMI RadiopharmChem. 2017; 2(1): 10.
4. SERAM Sociedad Española de Radiología Médica. Actualizaciones. 2010 Ed. Médica Panamericana.
5. O`Briens, Andrés (2010) Revista Chilena de Radiología vol. 16 nº 1, Santiago.
- 6.Bajo Arenas José Manuel. Fundamentos de Ginecología. Ed. Médica Panamericana, 2009.
7. Bonilla Baya Riobamba. Elaboración de un manual de procedimientos para el tomógrafo Thoshibaactivion en el departamento de imagenología del Hospital Provincial General Docente Riobamba. Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- 8.Jiménez, R.et al. Comparación de las diferentes normas para el cálculo de incertidumbre de medición en tomografía computarizada [En línea]. Zaragoza, 2017. [Consulta: 18 enero 2018].Disponible en: <https://www.interempresas.net/MetalMechanica/Articulos/204179-Comparacion-diferentes-normas-calculo-incertidumbre-medicion-Tomografia-Computarizada.html>
9. Bourgeois B, E. Introducción a TC. [En línea] .2016. [Consulta: 23 enero 2018]. Disponible en:[https://www.goconqr.com/p/5871271-introduccion-a-tc--01--slide\\_sets](https://www.goconqr.com/p/5871271-introduccion-a-tc--01--slide_sets)
10. Zapata, A. Instrumentación y equipos en diagnóstico por imágenes. [En línea]. Tomografía Computarizada Helicoidal Multicorte,2016. [Consulta: 2 febrero 2018].

Disponible en: <http://adri07nr.blogspot.com/2016/11/tomografia-computarizada-helicoidal.html>.

11. Girard, G. Protocolo de control de calidad y comisionamiento de fantoma para imágenes de tomografía computada. Universidad de Buenos Aires, facultad de Ciencias Exactas y Naturales[En línea](tesis).(Maestría). Buenos Aires-Argentina.2016. pp 11-22.

12. Pedrosa Cesar S. 2008 PEDROSA DIAGNOSTICO POR IMAGEN 3ra edición.Editorial Márban. Madrid.

[https://www.berri.es/pdf/DIAGNOSTICO%20POR%20IMAGEN%E2%80%9A%20Vol.2%E2%80%9A%20Abdomen%20\(Tapa%20dura\)/9788471015945](https://www.berri.es/pdf/DIAGNOSTICO%20POR%20IMAGEN%E2%80%9A%20Vol.2%E2%80%9A%20Abdomen%20(Tapa%20dura)/9788471015945)

13. Asociación Española de Ecografía Digestiva 2010 Tratado de ultrasonografía abdominal Ediciones Díaz de Santos. <https://www.ecodigest.net/admin/upfiles/publicaciones/muestra-tratado-ecografia-aeed.pdf>

14. Rumack Wilson Charmoneau. 2000 - 2006 DIAGNOSTICO POR IMAGEN Segunda edición. Editorial Harban. Madrid<https://acomesf.org/articulos/Tratado-de-ultrasonografia-abdominal-AEED.pdf>

15. Stoopen Miguel, García Mónaco, R (2010) Avances de Diagnóstico por Imágenes Neurorradiología, Ediciones Journal, Argentina.

16. Machado S, et al. Repetitivetranscranialmagneticstimulationforclinicalapplications in neurological and psychiatricdisorders: anoverview. Eurasian J Med (2013) 45:191–206.

17. Haaga John R. 2011. TC y RM Diagnóstico por Imagen del Cuerpo Humano Editorial Elsevier España.

18. Almandoz, Teresa (2009) Guía práctica de Resonancia Magnética, equipo Osatek, Bilbao.

19. Gozzi A, Schwarz AJ. Large-scalefunctionalconnectivitynetworks in therodent-brain.Neuroimage. 2016;127:496 – 509.

20. Osborn, Anne G. Karen L (2011) Diagnóstico por Imagen de Cerebro. Marban libros, España.
21. Ortiz Juan J, Portillo Wendy, Paredes Raul G, et al. Restingstatebrainnetworks in the prairie vole. *Sci Rep.* 2018; 8: 1231.
22. Breyer B. Bruguera C.A. Manual de diagnóstico ultrasónico. OMS. Edición. P:E:S Palmer. Universidad de California EEUU.
23. Broski SM, Hunt CH, Johnson G, et al. Structural and functional imaging in parkinsoniansyndromes. *Radiographics* (2014) 34:1273–92.
24. Dobrakowski PP, Machowska-Majchrzak AK, Labuz-Roszak B, et al. MR-guided focused ultrasound: a new generation treatment of Parkinson's disease, essential tremor and neuropathic pain. *Interv Neuroradiol* (2014) 20:275–82.
25. Hofer Mattías 2008. CURSO BASICO DE ECOGRAFIA. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.
26. López Farré Antonio y Macaya Miguel Carlos. Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y la Fundación BBVA 2007, pág.170.
27. Mitchelltaedt Carol A. Ecografía general. Editorial Márban 2009 M.D. Madrid.

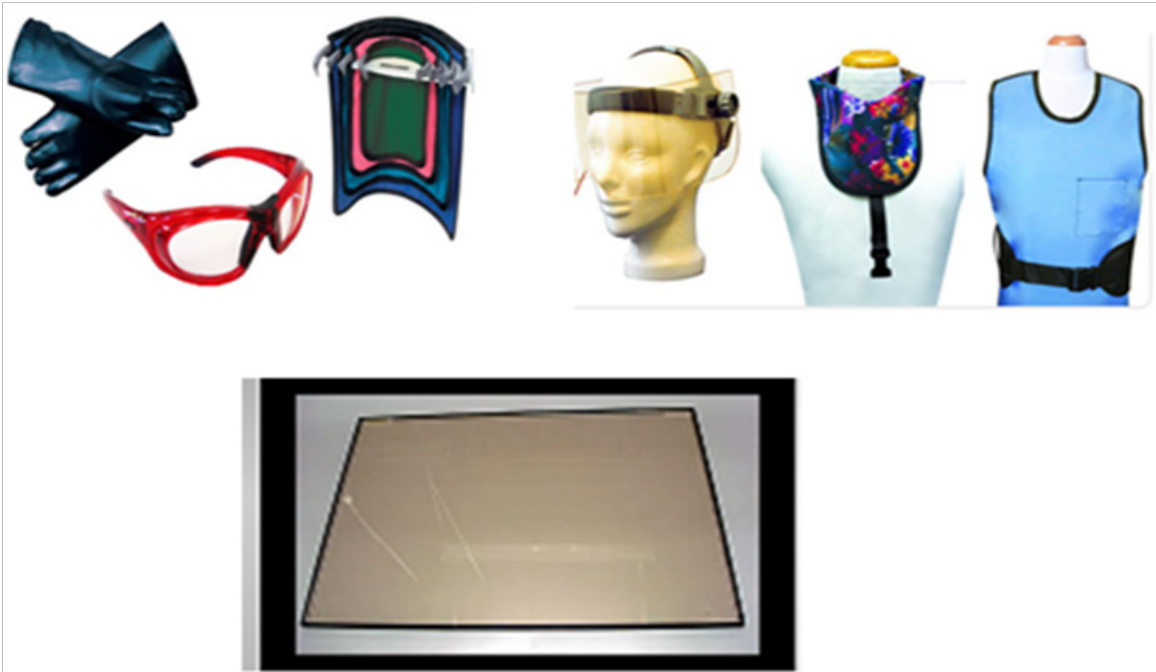




Anexo 1. Equipo de rayos X (izquierda) y Biombo plomado (derecha).



Anexo 2. Guantes, gafas, collarín, mandil de plomo, vidrio de plomo



Anexo 3. Chaleco de plomo

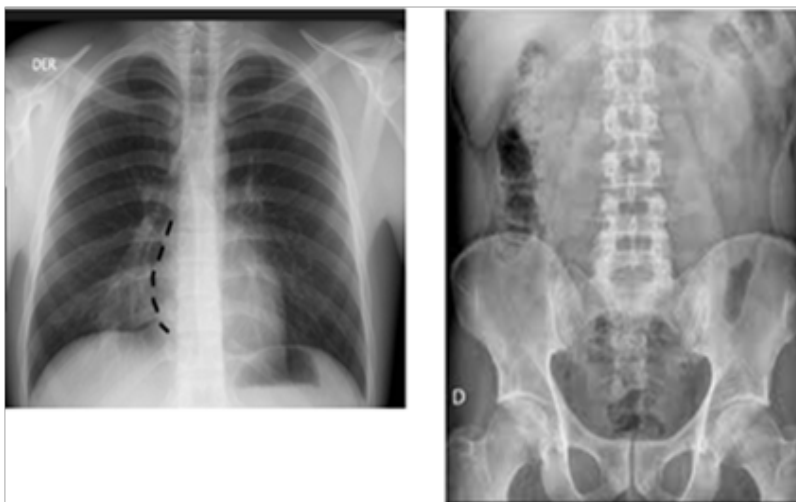


Anexo 4. Diferentes tipos de fracturas de fémur.

- a. Fractura en epífisis proximal.
- b. Fractura de diáfisis.
- c. Fractura de epífisis distal.



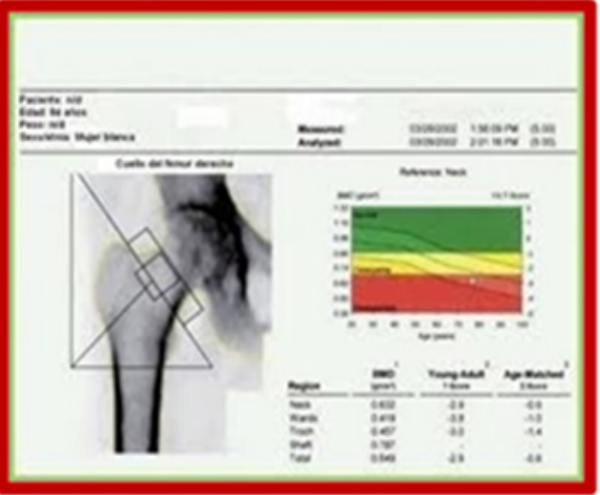
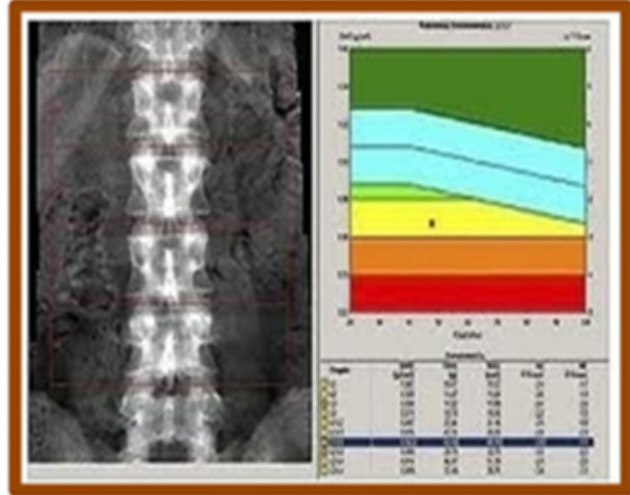
Anexo 5. Radiografía (izquierda) de tórax y (derecha) de abdomen.



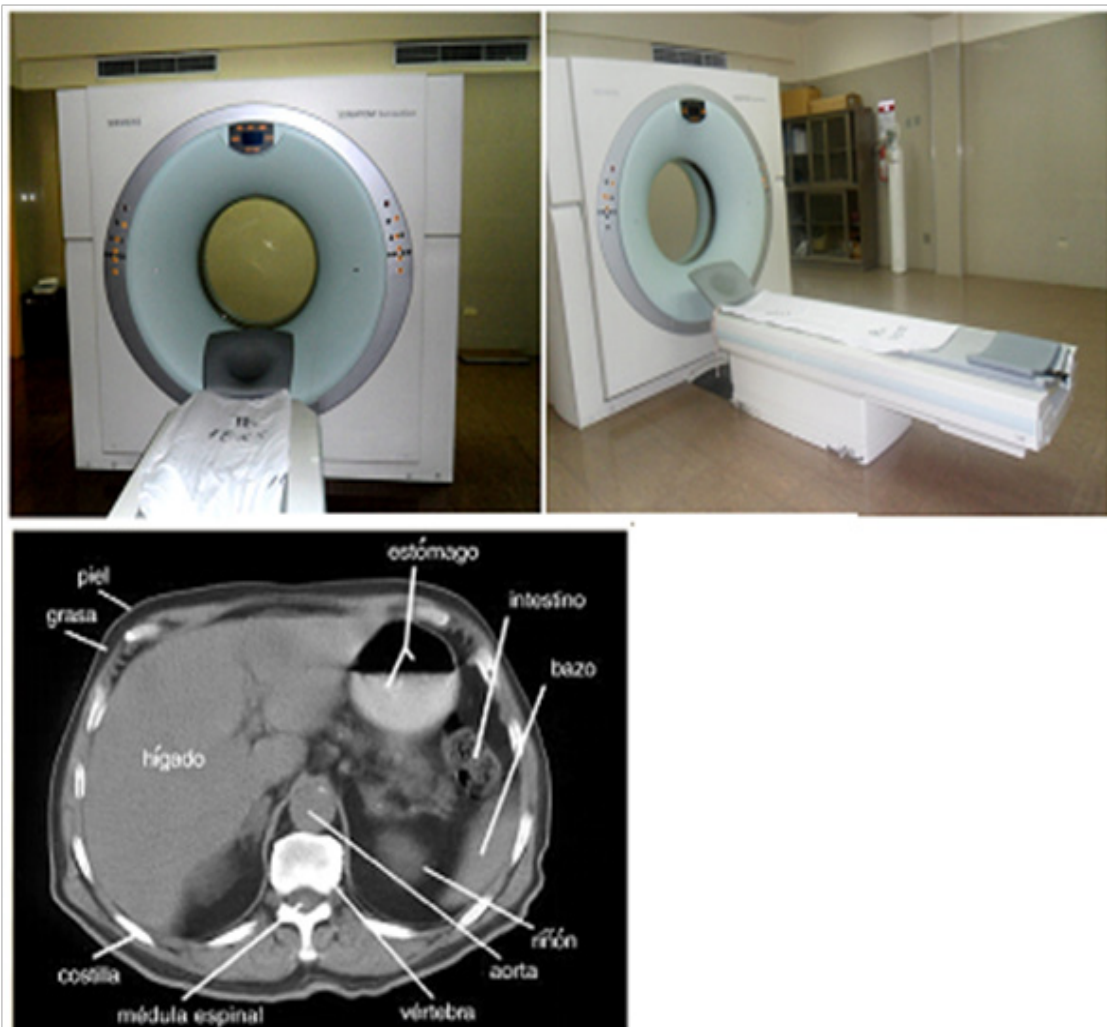
Anexo 6. Mamografía.



Anexo7. Se realiza en la columna lumbar, en la cabeza y cuello de fémur para medir la densidad mineral ósea DMO.



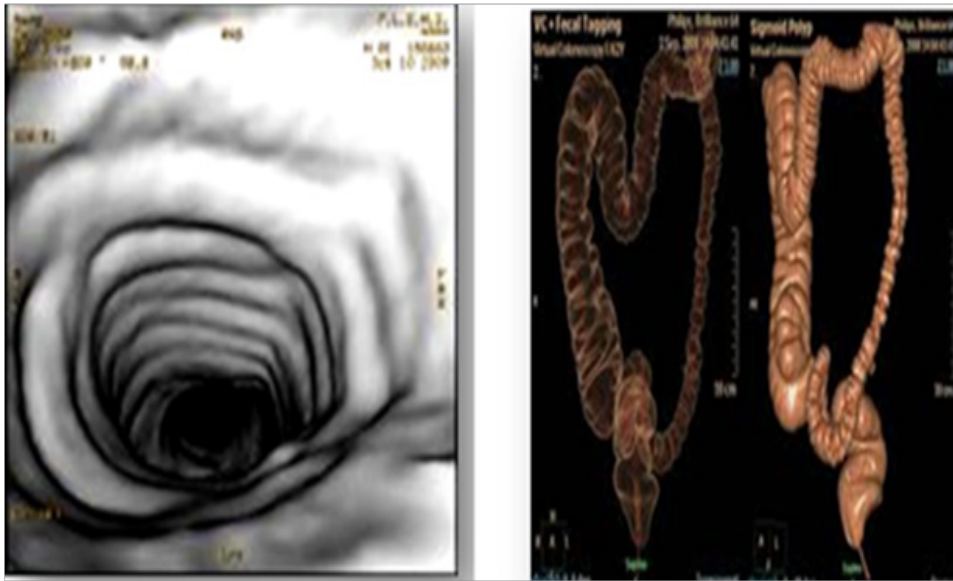
Anexo 8. Tomógrafo y tomografía axial computarizada de abdomen.



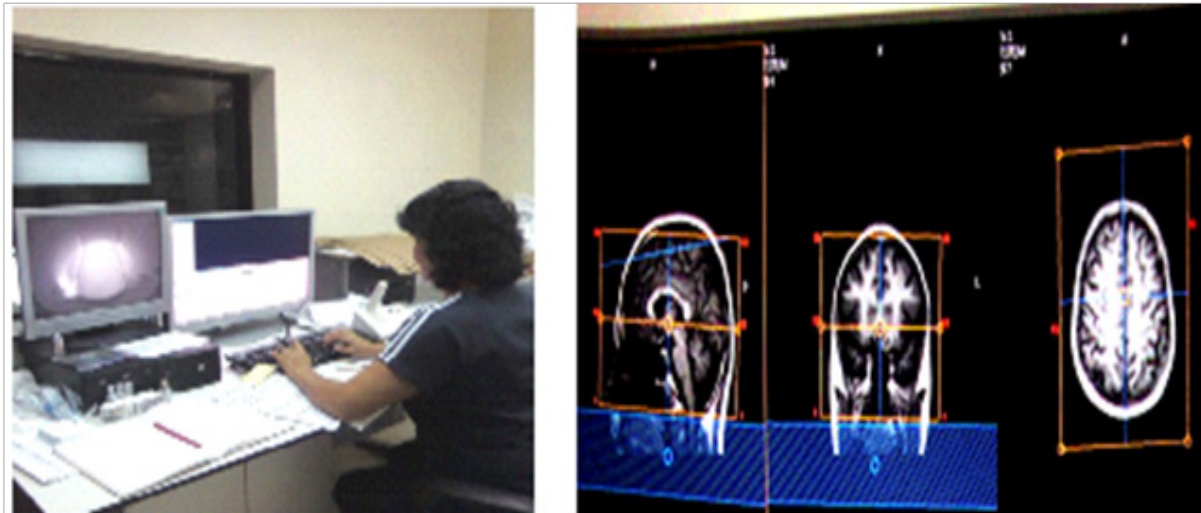
Anexo 9. Urotac en corte coronal.



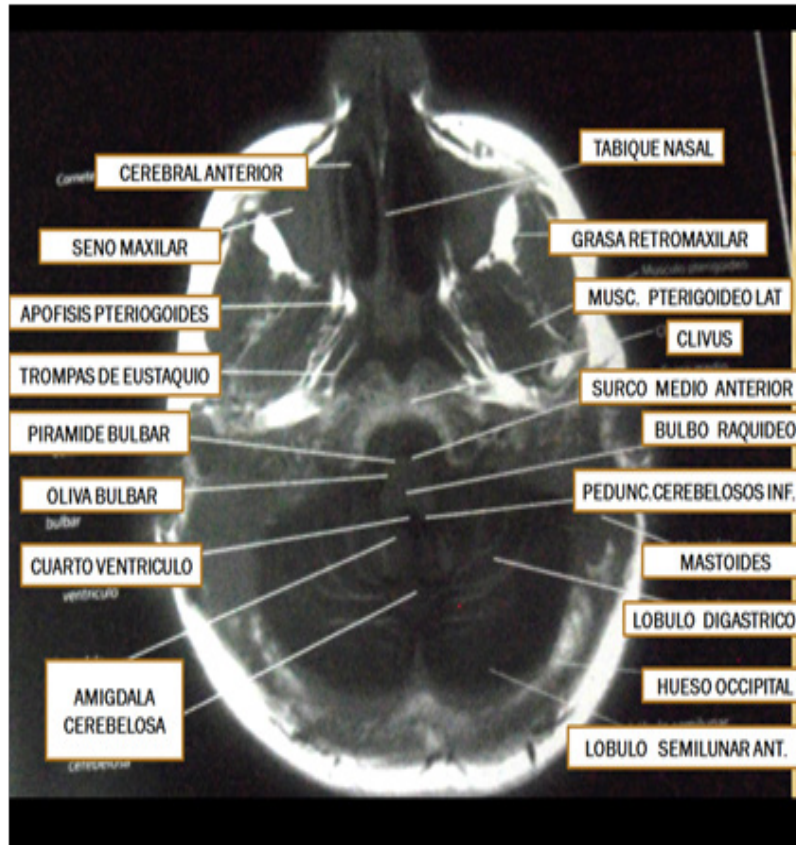
Anexo 10. Colonoscopia 3D.



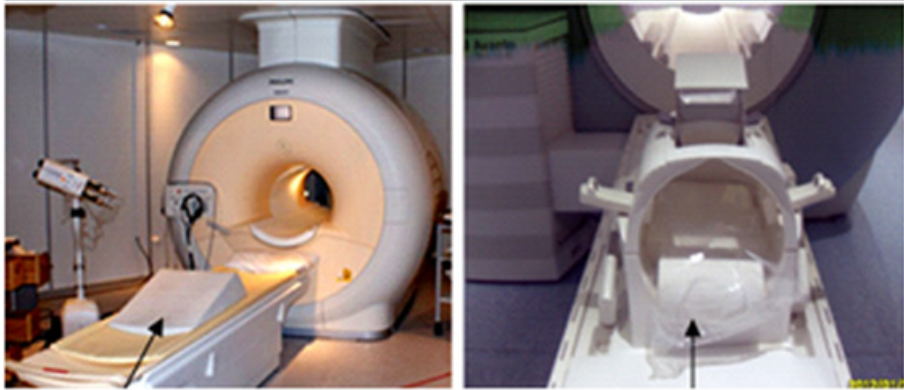
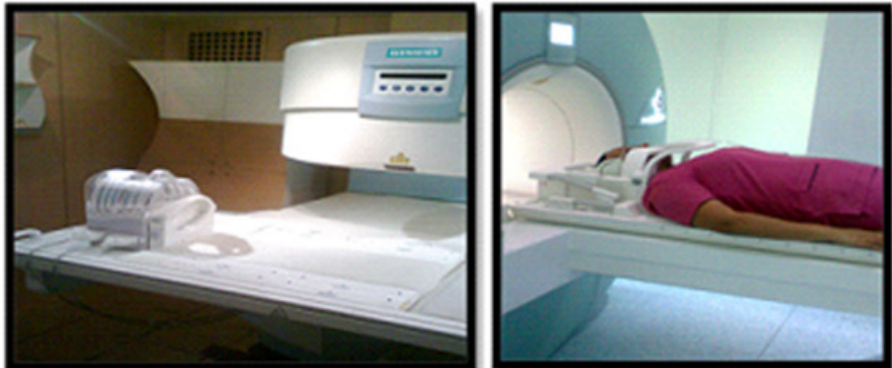
Anexo 11. Resonancia magnética cerebro.



Anexo 12. Resonancia de cabeza corte axial.



Anexo 13. Tipos de resonadores.  
Resonador abierto (izquierda) y resonador cerrado (derecha).



Bobina de columna

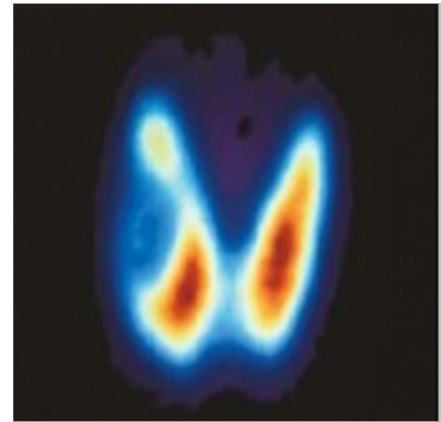
Bobina de cabeza.



Anexo 14. Angioresonancia. En este examen se pueden observar los vasos sanguíneos.



Anexo 15. Gammagrafía de tiroides, nódulo frío o hipo-funcionante en lóbulo derecho.

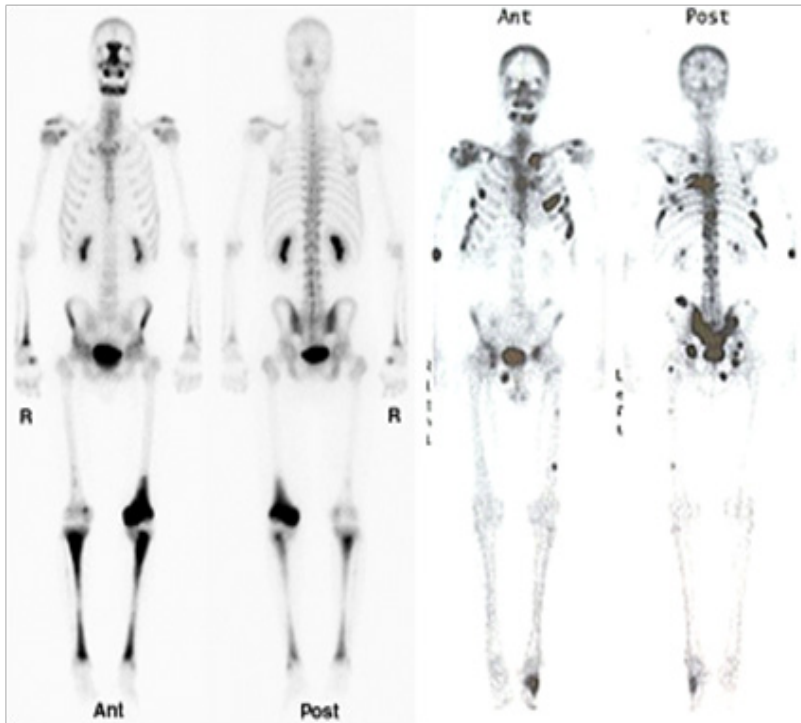


Anexo 16. Gammacamara con varios detectores



## Introducción a la Imagenología

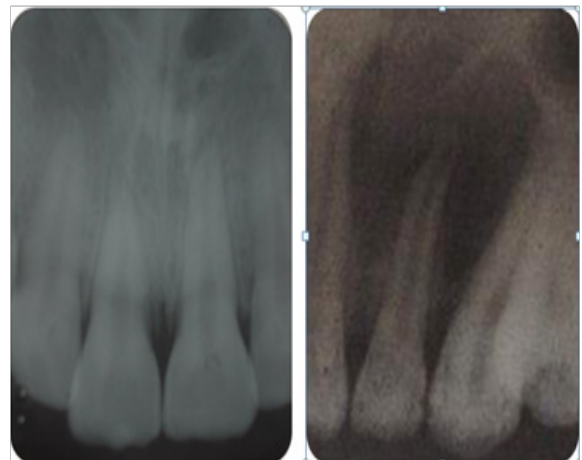
Anexo 17. (Izquierda) Rastreo óseo de cuerpo completo (se muestra proceso tumoral primario en miembro inferior izquierdo y (derecha) enfermedad ósea metastásica.



Anexo 18. Ecografía de embarazo.



Anexo 19. Radiografía periapical.

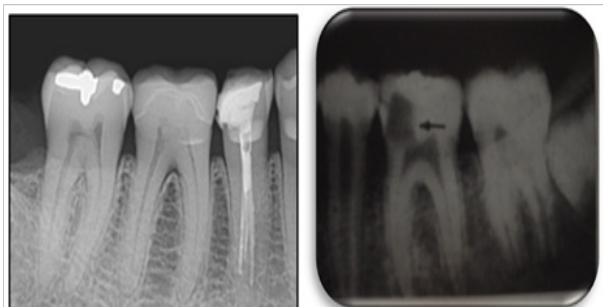


Anexo 20. Posiciones de tomas radiográficas odontológicas. La silla donde se examina al paciente debe estar dispuesta de manera que el haz directo se dirija a zonas desocupadas o poco transitadas.

- a. Toma radiográfica de piezas centrales superiores.
- b. Toma radiográfica de piezas centrales inferiores.
- c. Lateral canino superior y canino inferior.
- d. Premolares superiores y premolares inferiores.
- e. Molares superiores y molares inferiores.



Anexo 21. Periapical con calces y otra con caries en pieza molar.



Anexo 22. Otras radiografías en odontología. Panorámica.



Anexo 23. Radiografía lateral de cráneo.



Anexo 24. Otras proyecciones.

- a. Proyección de Cadwell: Ideal para los senos frontales y el etmoides.
- b. Proyección de Waters: Estudia los senos paranasales.
- c. Proyección axial: No son tan utilizadas desde que se dispone la radiografía computarizada.



a. Proyección de Cadwell

b. Proyección de Waters

c. Proyección axial

Anexo 25. Equipo dental de rayos X.



Anexo 26. Tipos de radiaciones.







# Introducción a la Imagenología

Publicado en Ecuador  
Noviembre del 2018

Edición realizada desde el mes de agosto del año 2018 hasta octubre del año 2018, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito

Quito – Ecuador

Tiraje 100, Ejemplares, A5, 4 colores



DOI: [10.26820/mawil/introducción/a/la/imagenología/978-9942-787-28-6](https://doi.org/10.26820/mawil/introducción/a/la/imagenología/978-9942-787-28-6)

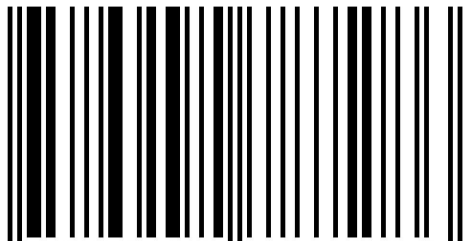
URL: <http://mawil.us/introducción/a/la/imagenología/978-9942-787-28-6>



# Introducción a la Imagenología



ISBN: 978-9942-787-28-6



9 789942 787286

