

Introducción a la Radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez



Introducción a la Radiología / Deisy Yanet Martínez Martínez, / Bogotá D.C.,
Fundación Universitaria del Área Andina. 2017

978-958-8953-65-6

Catalogación en la fuente Fundación Universitaria del Área Andina (Bogotá).

© 2017. FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA
© 2017, PROGRAMA TECNOLOGÍA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNOSTICAS
© 2017, DEYSY YANET MARTÍNEZ MARTÍNEZ

Edición:

Fondo editorial Areandino
Fundación Universitaria del Área Andina
Calle 71 11-14, Bogotá D.C., Colombia
Tel.: (57-1) 7 42 19 64 ext. 1228
E-mail: publicaciones@areandina.edu.co
<http://www.areandina.edu.co>

Primera edición: octubre de 2017

Corrección de estilo, diagramación y edición: Dirección Nacional de Operaciones virtuales
Diseño y compilación electrónica: Dirección Nacional de Investigación

Hecho en Colombia
Made in Colombia

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra y su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin autorización escrita de la Fundación Universitaria del Área Andina y sus autores.

Introducción a la Radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez





Índice

UNIDAD 1 Principios y desarrollo histórico de la radiología

Introducción	7
Metodología	8
Desarrollo temático	9

UNIDAD 1 Efectos de la radiación sobre la materia viva

Introducción	25
Metodología	26
Desarrollo temático	27

UNIDAD 2 Identificación de equipos y fuentes generadoras de radiación

Introducción	34
Metodología	35
Desarrollo temático	36

UNIDAD 2 Elementos de la fluoroscopia

Introducción	50
Metodología	51
Desarrollo temático	52



Índice

UNIDAD 3 Interacción y descripción de los diferentes elementos: Equipo – Filtros – Rejillas– Chasis – Pantalla - Película

Introducción	63
Metodología	64
Desarrollo temático	65

UNIDAD 3 Procedimiento portátil e intraquirúrgico

Introducción	75
Metodología	76
Desarrollo temático	77

UNIDAD 4 Alta tecnología y otras técnicas radiológicas

Introducción	87
Metodología	88
Desarrollo temático	89

UNIDAD 4 Resonancia Magnética (RMN)

Introducción	93
Metodología	94
Desarrollo temático	95

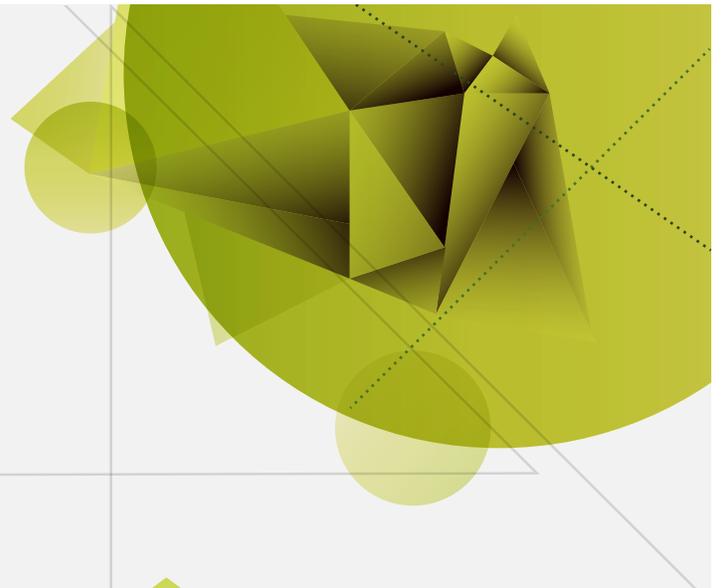
Bibliografía	105
--------------	-----



1

Unidad 1

Principios y
desarrollo histórico
de la radiología



Introducción a la radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez

Introducción

El objetivo de esta unidad es introducir al estudiante en la interpretación de los diferentes conceptos utilizados en Radiología como soporte para el desempeño profesional. En la misma se desarrollan los conceptos generales del tema. Por otro lado se recomienda consultarlo todas las veces sea necesario a lo largo del curso para que de esta manera refuerce sus conocimientos.

Cuando hablamos de Radiología nos referimos a las imágenes en general, no sólo a las imágenes generadas por los Rayos x, sino también a las imágenes generadas por otros métodos.

La Radiología (y las imágenes en general) es un intento de graficar las estructuras internas o no visibles de la anatomía utilizando diferentes métodos.

Básicamente se pueden generar imágenes utilizando **Rayos x** (radiografía, tomografía lineal, tomografía axial); un **campo electromagnético** (Resonancia); **ultrasonido** (Ecografía). Por supuesto cada una de estas modalidades tiene muchas variantes (por ejemplo radiografía contrastada, TAC contrastada, etc). Así como aplicación de diferentes conceptos y utilización de diferentes elementos para poder obtener resultados visibles.

En esta unidad usted encontrará los conceptos necesarios para comprender el mundo de la Radiología, sus técnicas, orígenes y efectos sobre la materia viva.

La unidad se desarrolla con una metodología didáctica para poder comprender los diferentes temas expuestos. Usted puede encontrar diferentes enlaces de videos para ampliar la información, así como desarrollar diferentes actividades lúdico académicas con el fin de reforzar lo aprendido.

Reseña histórica

A finales del siglo XIX, un científico y físico alemán de nombre Wilhelm Conrad Röntgen, profesor de la universidad de Wurzburg trabajaba en su laboratorio con los tubos catódicos para dar soporte científico a esta investigación y tal vez por casualidad o tal vez por error descubrió una nueva forma de energía y ya que provenía de un origen casi desconocido la denominó **Rayos X**.

Al darle energía a este tubo catódico observaba que de este salían unos pequeños rayos que se proyectaban en una pantalla fluorescente, cubrió el tubo primero con una cartulina negra y luego con una tela negra y observó que estos elementos no los detenían sino que al contrario podían atravesar estas estructuras.

El señor Wilhelm muy aficionado a la caza y a la fotografía pide a su ayudante que alistara los elementos necesarios para salir al siguiente día por el bosque cazar algún animal y aprovechar para tomar algunas fotografías, pero que sorpresa se llevan al observar que las placas fotográficas que no han utilizado están veladas; pero al pasarlas por químico revelador obtienen imágenes en escala de grises de algunos elementos que tenían sobre el escritorio donde guardaban estas películas o placas fotográficas.

Wilhelm no sabía con certeza que había descubierto y mucho menos cual sería la utilidad. Se lo cuenta a su mujer la señora Bertha y en un estado de paranoia u éxtasis sigue trabajando en su invento por día y noche sin parar para así poder llegar a una conclusión definitiva de que era lo que había podido crear y para poder darle un soporte lo suficientemente veraz para darle el título de descubrimiento científico.

¡Eso es fantástico! Ha descubierto unos rayos nuevos. Los rayos catódicos son ondas electromagnéticas capaces de atravesar diferentes estructuras.

La primera persona en conocer su descubrimiento y ser partícipe de este fue su esposa Bertha de Röntgen, una tarde va a su laboratorio cansada de no verlo y él le enseña su nuevo descubrimiento y para demostrarlo le pide que coloque su mano sobre una placa fotografía y genera gran cantidad de **"Rayos X"** sobre ella para que al final ella pudiera observar la radiografía de su mano incluido el anillo de bodas y el mundo obtuviera la primera radiografía de una estructura corporal de la que se tenga información.



Imagen 1. Primera radiografía

Fuente: http://4.bp.blogspot.com/_UDFsuWrEyY/S-KlekvdxCI/AAAAAAAAArU/U0HJH6UJglo/s1600/primera-radiografia.jpg

Da por terminado su descubrimiento científico y logra hacer cientos de pruebas para lograr demostrar y estar completamente seguro de su funcionalidad. Le otorga el nombre de Rayos X utilizando una letra que en las matemáticas y en la física significa un valor indeterminado la X. y así fue se conocía como se generaban y su poder pero no a ciencia cierta su origen esto así transcurrió por 16 años hasta que el científico Max von Laue en Múnich realiza una investigación más profunda para descubrir el verdadero origen de los Rayos X. Wilhelm recibe el primer premio nobel de física por su descubrimiento y se convierte en el padre de la radiología rama muy importante de la medicina.

El descubrimiento de Wilhelm, que se da en el año de 1895, despierta inmediatamente un gran interés y a la vez una gran incertidumbre en toda Europa. Causando gran revuelo en el sector médico por esa formidable ayuda a la hora de diagnosticar y era poder ver algunas estructuras corporales por dentro y también en la sociedad que de inmediato empezaron a introducir equipos generadores de Rayos X a las grandes fiestas de la alta sociedad y poder divertirse irradiando o tomando radiografías a elementos cotidianos como pipas, bolsos y a sus propias extremidades corporales.

Pero también entre los científicos y físicos, intrigados por este nuevo fenómeno.

Se creía que Jean Perrin y Thomson habían demostrado que los rayos catódicos estaban formados por partículas y he aquí que ahora viene un alemán y demuestra que también hay ondas, ¡porque nadie se imaginaba a las partículas atravesando una cartulina y una tela negra! No cabe duda de que la naturaleza en su infinita sabiduría sabía guardar su secreto.

Su descubrimiento e investigación fue publicada y entregada a la comunidad científica en el año de 1986, generando gran inquietud y realizando diferentes demostraciones a sus colegas científicos. Ese fue el inicio del desarrollo de la radiología y los avances en esta área se han venido observando casi desde el momento de su descubrimiento hasta el día de hoy

El sector que más se vio beneficiado sin lugar a dudas fueron los médicos que lograron encontrar una herramienta inusual pero muy asertiva a la hora de diagnosticar, los primeros diagnósticos estuvieron relacionados con la enfermedad de la TBC (tuberculosis), luego los ortopedistas pudieron observar con gran detalle los huesos del cuerpo gracias a su estructura densa y así se fueron abriendo infinidad de posibilidades en las urgencias médicas hasta llegar incluso a detectar tumores en un estado temprano de aparición.

Primeras aplicaciones

Como ya lo dijimos anteriormente fueron muchas sus aplicaciones iniciales en salud y en hospitales pero a la vez el señor Wilhelm trabajaba en los efectos adversos que encontró cuando un paciente era sometido a largos periodos de irradiación y periodos continuos, generando quemaduras y necrosis de estructuras entre otros. Pero fue hasta el año de 1927 cuando el Dr. Herman Joseph Muller publica una investigación donde demuestra que los Rayos x y la luz ultravioleta pueden causar cambios en la estructura genética del ser humano y además que estos cambios genéticos pueden ser transmitidos por herencia genética de una generación a otra.

Müller y los científicos pudieron crear mutaciones en vez de esperar a que la naturaleza las produjera en forma espontánea.

Emplearon mutaciones provocadas de modo artificial para investigar el modo en que los genes se ordenan linealmente en cromosomas y cómo se “transmiten” en la reproducción sexual (Alejandro Korn).

El Dr. Muller predijo que los genes se encargarían de producir el resto de los componentes de las células vivas. Su estudio y deducción son basados en el principio de que los genes, a diferencia del resto de componentes celulares, podían reproducir los cambios que se presentaban en ellos. También planteo que la vida empezaba con la creación de moléculas autorreproducidas o “genes puros”, que se los imaginó muy similares a los virus.

Muller un hombre de buena educación e ideas socialistas infundidas en su hogar, se va a vivir a la antigua Unión Soviética en 1933 con la esperanza de poder continuar allí sus investigaciones, pero para ese entonces la genética soviética era manipulada por un agrónomo y científico el Dr Trofim Denisovich, un hombre de gran influencia científica y política. Para Müller fue un obstáculo en su camino pero este agrónomo rechazaba de plano la idea de que los hijos heredaran características que sus padres habían adquirido en influencias ambientales o enfermedades.

Protagonistas y principales momentos

Los Rayos X fueron descubiertos no se tiene certeza si accidentalmente o como resultado de muchos años de investigación por el profesor Wilhelm Conrad Roentgen un 8

de noviembre de 1895, encontrándose en su laboratorio haciendo experimentos con los tubos de Crookes y captó unos inusuales rayos que atravesaban papel y madera, lo que lo llevó a investigarlos durante varias semanas.

El descubrimiento realizado por don Wilhelm se remonta de investigación es realizadas por el científico William Crookes. Sobre el comportamiento de ciertos gases al inyectarles energía eléctrica dentro de un tubo de vacío inventado por el mismo. Así el señor Crookes inicia las primeras investigaciones que algunos años más tarde retomaría el señor Wilhelm dando origen a lo que hoy conocemos como Rayos X.

Años antes de 1895 la científica Dra. Nikola Tesla, más exactamente en el año de 1887 trabajando con los famosos tubos de Crookes, advirtió a la comunidad científica que estos gases dentro del tubo al vacío al inyectar energía eléctrica producían un efecto el cual llamo ionización. Que los efectos y riesgos inherentes a los cuerpos sometidos a este tipo de irradiaciones podrían ser catastróficos.

El 8 de noviembre de 1895, el físico de nacionalidad Alemana Dr. Wilhelm Conrad Roentgen se encontraba en su laboratorio realizando experimentos en los cuales utilizaba los tubos de Crookes y a estos los acompañaba con una bobina generadora de electricidad denominada la bobina de Ruhmkorff.

Al observar el comportamiento del tubo al inyectarle energía detalló que se originaban unos rayos los cuales al tocar el vidrio del tubo de vacío generaban cierta luminiscencia, al llegar la noche y todo estaba oscuro tapa el tubo de vacío con un cartón negro

y vuelve a repetir el efecto y nuevamente logra observar que estos rayos atraviesan la materia del cartón y los puede observar nuevamente y así en repetidas ocasiones cuando generaba energía con la bobina esta energía llegaba al tubo de vacío se generaban los rayos luminiscentes y al apagar la bobina o desconectarla estos desaparecían. Este peculiar suceso lo condujo a trabajar los rayos y las radiaciones de éstos durante las siguientes semanas.

El primer día del año, año nuevo de 1896 Wilhelm inicia su promulgación del nuevo descubrimiento y sus posibles utilidades a todos sus compañeros y amigos de la comunidad científica información que fue replicada muy rápidamente a toda Europa. Poco tiempo después ya existían equipos muy convencionales que utilizaban para el diagnóstico médico y como juguete en las fiestas de la alta sociedad. Gran incertidumbre se generó en la gente común y corriente pues fueron muchas las historias que se tejieron alrededor de este nuevo invento.

Muchas personas por desconocimiento del tema dejaron de asistir a ciertos lugares públicos por miedo a que los pudieran ver bajo sus ropas con gafas de Rayos x y las bailarinas de teatro también dejaron de presentar sus comedias y shows por miedo a que el público pudiera verlas desnudas con aparatos especiales de Rayos X.

El tubo de Rayos X y su evolución tecnológica

El tubo de Rayos X es una modificación del tubo de vacío creado por el científico Dr William Crookes. Y es allí donde gracias a la energía eléctrica se producen los Rayos X, este procedimiento aunque es muy senc-

illo trataremos de detallarlo lo mejor posible para que sea de muy fácil entendimiento.

Como resultado del procedimiento en cual se da aceleración a unos electrones, para después realizarles un frenado brusco. De esta manera se logra obtener los fotones que constituirán la radiación ionizante que será de gran utilidad en radiodiagnóstico.

El tubo de Rayos X contiene un filamento metálico denominado (cátodo) que al inyectarle energía eléctrica este se pone muy incandescente y genera una gran cantidad de electrones formando una nube estos en su entorno -efecto termoiónico-. Estos electrones se deben poner en marcha generándoles una aceleración mediante una diferencia de potencial kilo-voltage (kV), para que luego se les conduzca a un choque inminente contra el ánodo, al generar este choque se genera un efecto denominado efecto de frenado donde se liberan su energía cinética como fotones los cuales van a constituir o dar origen los Rayos X utilizados en la radiología diagnóstica a este proceso le podemos denominar efecto fotoeléctrico.

Efecto fotoeléctrico

Un fotón de radiación choca contra un átomo, puede golpear un electrón de una capa interna y expulsarlo del átomo. Si el fotón tiene más energía que la necesaria para expulsar el electrón, le transferirá esta energía adicional en forma de energía cinética. Este fenómeno, denominado efecto fotoeléctrico, tiene lugar principalmente en la absorción de Rayos X de baja energía.

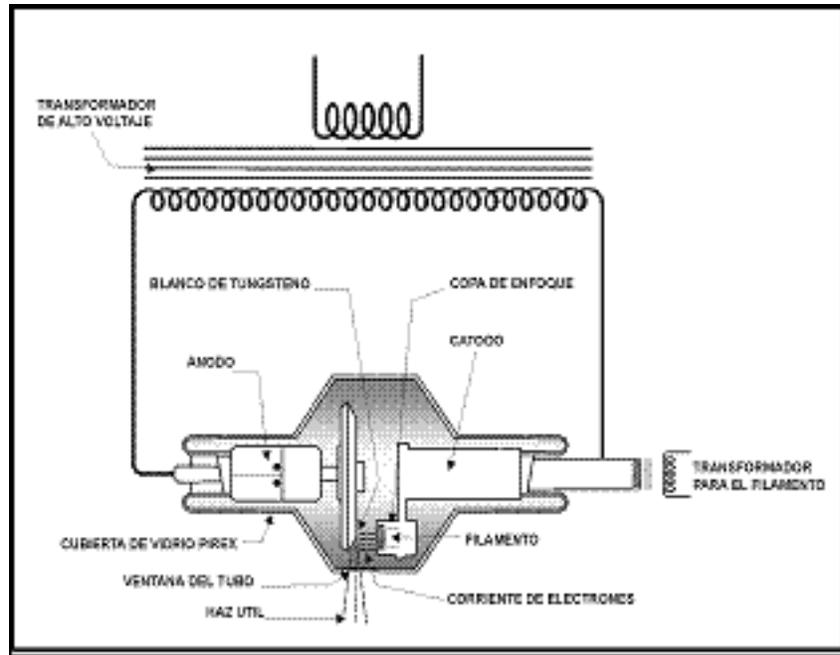


Imagen 2

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos82/ondas-electromagneticas-interes-veterinario/ondas-electromagneticas-interes-veterinario2.shtml#ixzz3bAEcGSi9>

1. Circuito de baja tensión.
2. Situación del ánodo.
3. Filamento del cátodo.
4. Lado del cátodo.
5. Ánodo.

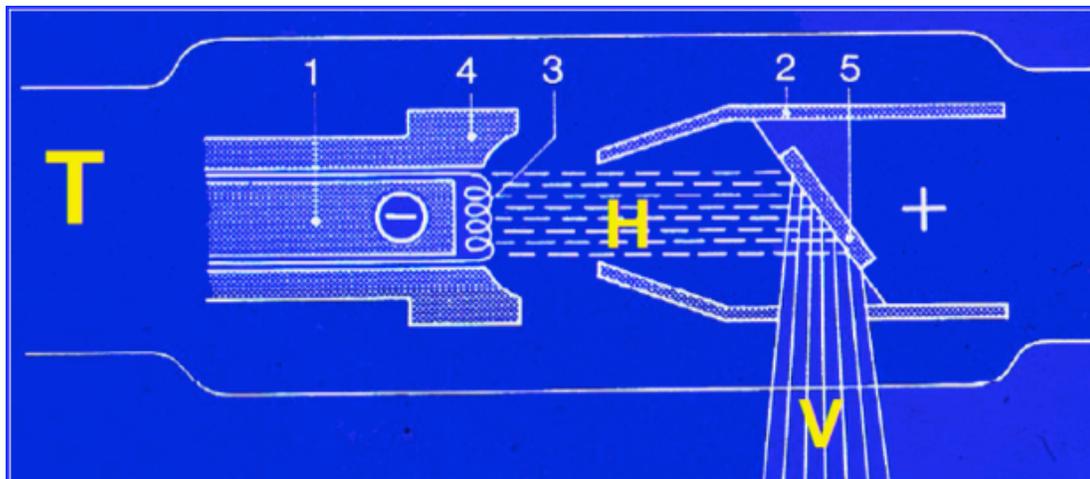


Imagen 3

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/equipo1-141126164216-conversion-gate01/95/equipo-1-rayos-x-13-638.jpg?cb=1417020437>

El haz útil de Rayos X sale en la dirección mostrada en la figura atravesando una región del tubo (V), en la que el espesor del vidrio es menor que en el resto, es la denominada ventana de Rayos X.

Para proteger y dar refrigeración al tubo esta la carcasa metálica es la parte más externa fabricada de una aleación de hierro y plomo permitiendo que el tubo no corra riesgos en caso de golpes, por otro lado entre la carcasa y el tubo se deja un espacio que será llenado con un aceite refrigerante que ayuda a disipar el calor ya que el proceso de generación de RX produce 99% de calor y solo 1% de RX.

Generalmente la radiología avanza diariamente a pasos gigantes pero desde que Coolidge en 1913 describió el tubo de Rayos X de filamento caliente prácticamente ha permanecido sin ninguna modificación en su estructura. Una de las pocas modificaciones y tal vez la más importante es la incorporación del ánodo giratorio frente al ánodo fijo, lo que ha permitido un aumento muy significativo a la vida útil del tubo de Rayos X.

En las siguientes figuras podemos apreciar los dos tipos de tubos de Rayos X, con ánodo giratorio y ánodo fijo, respectivamente en la radiología actual todos los equipos utilizan tubo con ánodo giratorio.



Imagen 4. Tubo de ánodo giratorio
Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/equipo1-141126164216-conversion-gate01/95/equipo-1-rayos-x-15-638.jpg?cb=1417020437>



Imagen 5. Tubo de ánodo fijo
Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/equipo1-141126164216-conversion-gate01/95/equipo-1-rayos-x-14-638.jpg?cb=1417020437>

El cátodo de un tubo de Rayos X

El cátodo en el tubo de RX es la parte negativa es un pequeño muelle o resistencia fabricado en wolframio, este material es especial porque posee unas muy buenas características como, emisión termiónica (Efecto Edison), y un punto de fusión muy elevado. Estas características nos garantizan una vida útil más prolongada del tubo de Rayos X.

En el cátodo producimos electrones, estos electrones deben viajar a gran velocidad dentro

del tubo de Rayos X hasta lograr chocar con el ánodo en un espacio muy reducido por lo cual estos electrones se concentran en una parte de la copa metálica denominada zócalo o funda.



Imagen 6. Catodo

Fuente: <http://www.reocities.com/tecnicos.geo/tubo/tubo15.jpg>

El ánodo de un tubo de Rayos X

El ánodo en el tubo de Rayos X es la parte o lado positivo normalmente es fabricado también en wolframio pero esto depende de la utilidad que se le valla a dar al tubo en el caso de que se utilice para mamografía se construye también en un material llamado molibdeno y en la actualidad se están fabricando en rodio-paladio. El wolframio posee características un punto de evolución bastante elevado, con alto número atómico (Z) ventaja frente a los otros materiales.

En el tubo de Rayos X el filamento debe alcanzar una temperatura bastante alta para su buen funcionamiento, pero esto ocasiona que se produzca tanto calor que es el principal motivo de daños en el tubo, una de las principales características de las diferentes casa productoras de tubos de Rayos X es como disipar este calor para garantizar una larga vida útil del tubo.



Imagen 7
Fuente: <http://www.rxcuenca.com/tubo/tubo19.jpg>



Imagen 8
Fuente: <http://www.rxcuenca.com/tubo/tubo6.jpg>

En tubos de Rayos X que posean ánodo giratorio, este está dentro de una ampolla de vidrio que a la vez esta dentro de una carcasa o recipiente metálico que os sirve de protección evitando golpes directos a la ampolla de vidrio, sus características metalizas no permiten el paso de radiación y es aislante de la corriente eléctrica y por ultimo permite llenar el espacio entre el tubo y la carcasa con aceite refrigerante el cual ayuda a disipar el calor contenido.

Factores técnicos que inciden en el funcionamiento del tubo de Rayos X

Kilovoltage (Kv): el aumento o disminución del kilovoltage Kv hace que los electrones producidos en el cátodo viajen a una mayor o menor velocidad según corresponda esto genera que el choque contra el ánodo sea con más energía creando Rayos X más penetrantes o menos penetrantes, esto se realiza dependiendo la densidad de la estructura a irradiar.

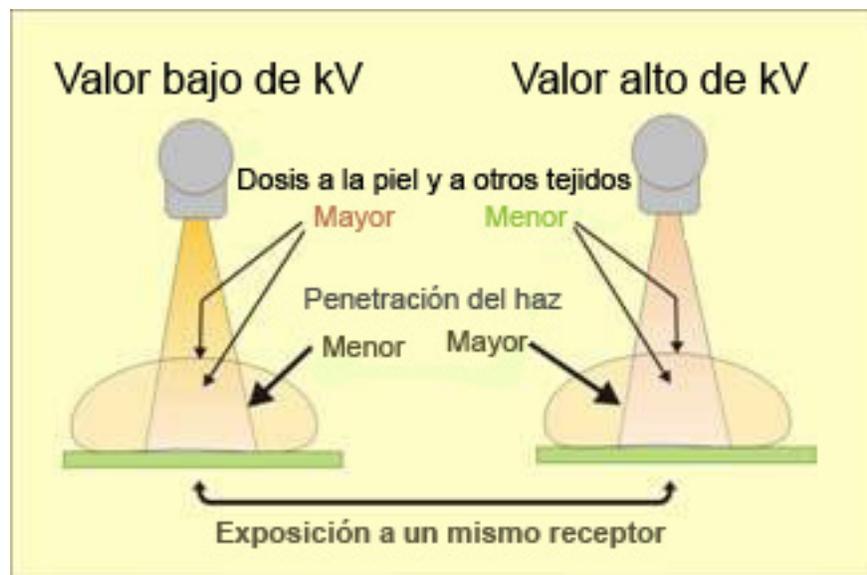


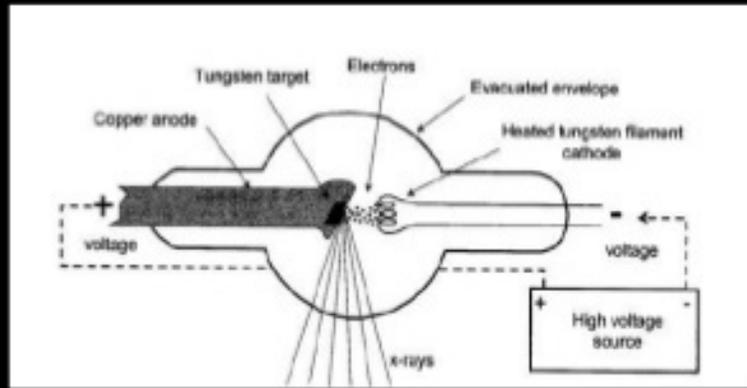
Imagen 9

Fuente: https://rpop.iaea.org/RPOP/RpoP/Content-es/InformationFor/HealthProfessionals/1_Radiology/Radiography1_u1066-es.jpg

Miliamperaje segundo (mAs): este factor técnico es la suma real de dos factores que son el mA miliamperaje y el tiempo, para entendimiento técnico vamos a sumar las dos abreviaciones mA y s que hace relación a segundos que sería el tiempo.

Al variar este factor lo que hacemos es aumentar o disminuir el número de electrones producidos en el cátodo, esto nos garantiza que va existir un mayor número de Rayos X, que se verá reflejado en la imagen con una característica muy especial y es que la calidad de la imagen mejorara sustancialmente. Esto porque la escala de grises que forman la imagen será mucho mayor.

TUBO DE RAYOS X



Todo el proceso de generación de radiación tiene lugar en el tubo de rayos X

Imagen 10

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/unidadivproduccionderayosx-130517192533-phpapp01/95/uc-produccion-de-los-rayos-x-4-638.jpg?cb=1368818773>

Radiación dispersa

El haz de Rayos X que al salir del tubo genera una radiación directa, que al interactuar con nuestro paciente sufre unas pequeñas variaciones o cambios que son:

- Una parte es absorbida por el paciente, por efecto fotoeléctrico.
- Otra porción es dispersada en todas las direcciones por efecto Compton y constituye la radiación dispersa propiamente dicha.
- Una última parte atraviesa al paciente dando como resultado la imagen radiográfica. Sin embargo, una determinada cantidad de los fotones de este haz atraviesa el chasis y la película, choca contra el suelo o las paredes de la sala radiográfica, haciendo que aumente la dosis de **radiación dispersa** dentro de la sala en la que se realizan las exploraciones. A esta radiación que se suma a la radiación dispersa se le denomina radiación residual.

La radiación dispersa produce unos artificios o alteraciones sobre la imagen que aparece en la radiografía, ya que minimiza el contraste y a su vez aumenta el velo radiográfico también genera que mayor irradiación para el paciente o a las personas que permanezcan dentro de la sala.

Adicional de los tipos de radiación que ya vimos, también encontramos otro tipo de radiación la cual la definimos como radiación de fuga. La cual consiste en esos pocos Rayos X que son capaces de atravesar la carcasa metálica que recubre el tubo. Según los entes reguladores esta radiación debe ser mínima y a un metro de distancia de esta carcasa no debe ser perjudicial para el ser humano.

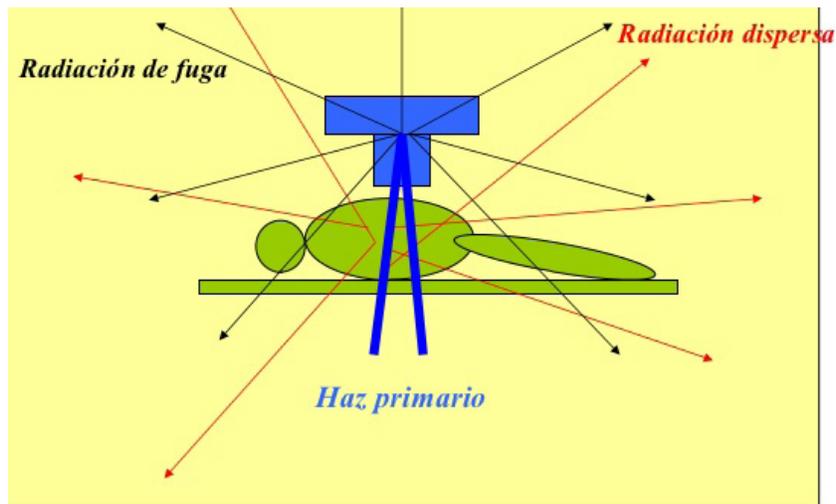


Imagen 11

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/2-110317085015-phpapp01/95/2-12-728.jpg?cb=1300351882>

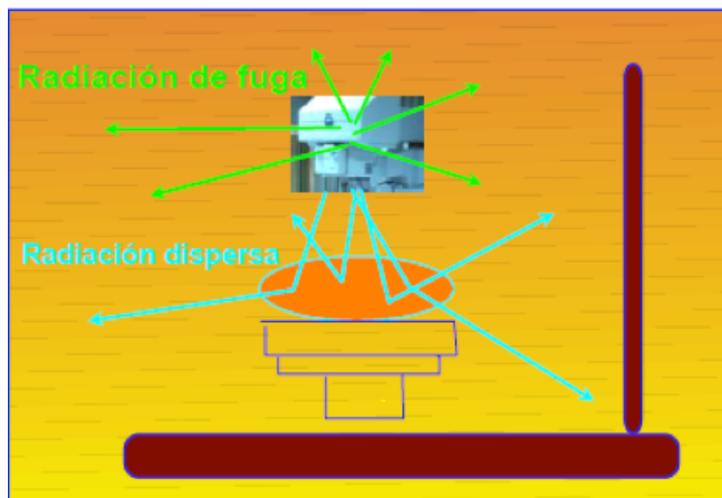


Imagen 12

Fuente: Miguel Alcaraz baños. Bases físicas y diagnósticas del radiodiagnóstico médico. Universidad de Murcia España, 2da Edición

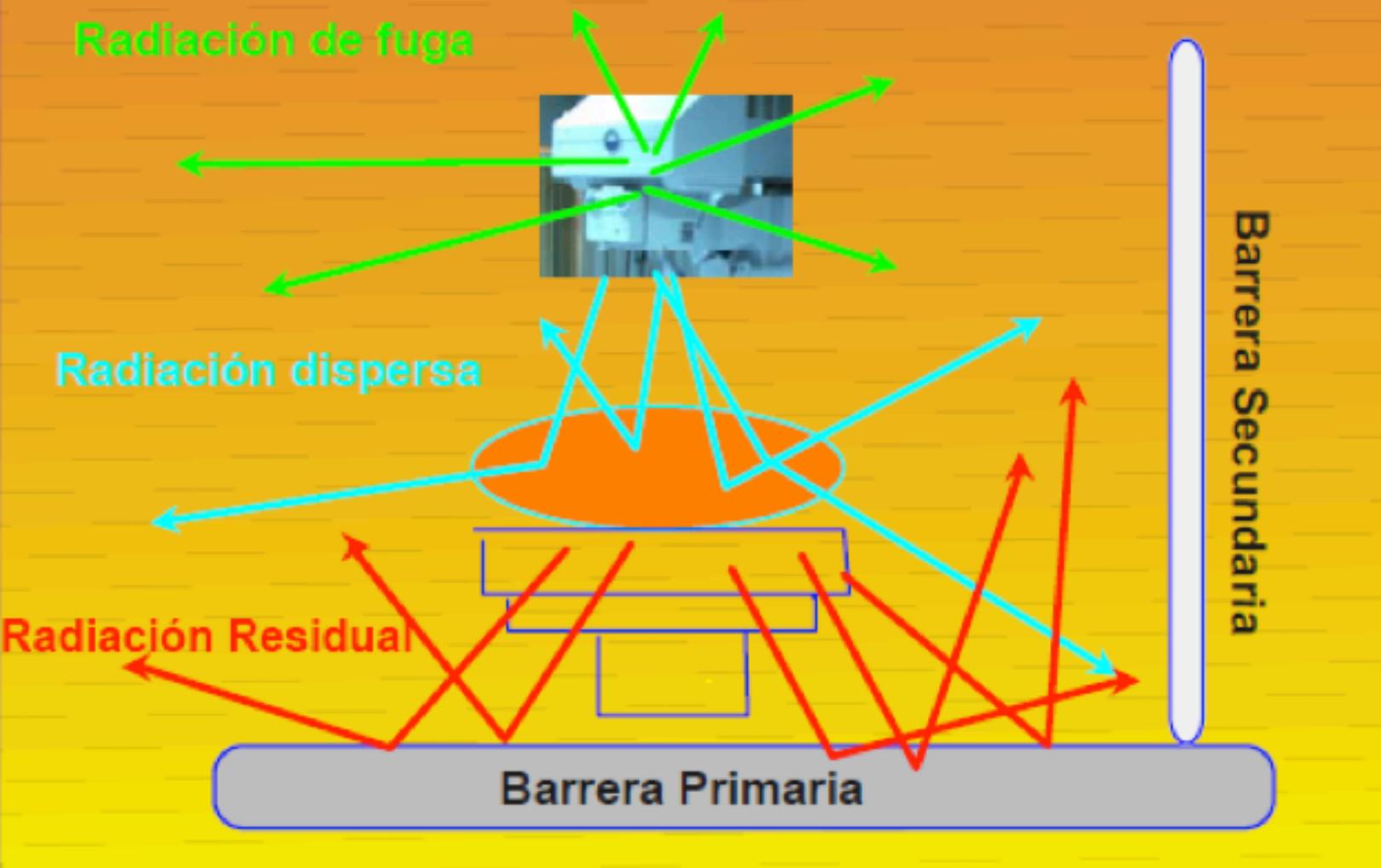


Imagen 13
 Fuente: Miguel Alcaraz baños. Bases físicas y diagnosticas del radiodiagnóstico médico. Universidad de Murcia España, 2da Edición

Según Miguel Alcaraz baños la suma de la radiación de fuga, la radiación dispersa propiamente dicha y la radiación residual, constituyen la radiación dispersa dentro de la Sala de radiodiagnóstico la cual contribuye a la irradiación del personal profesionalmente expuesto.

Medidas para disminuir la dosis al paciente en las exploraciones

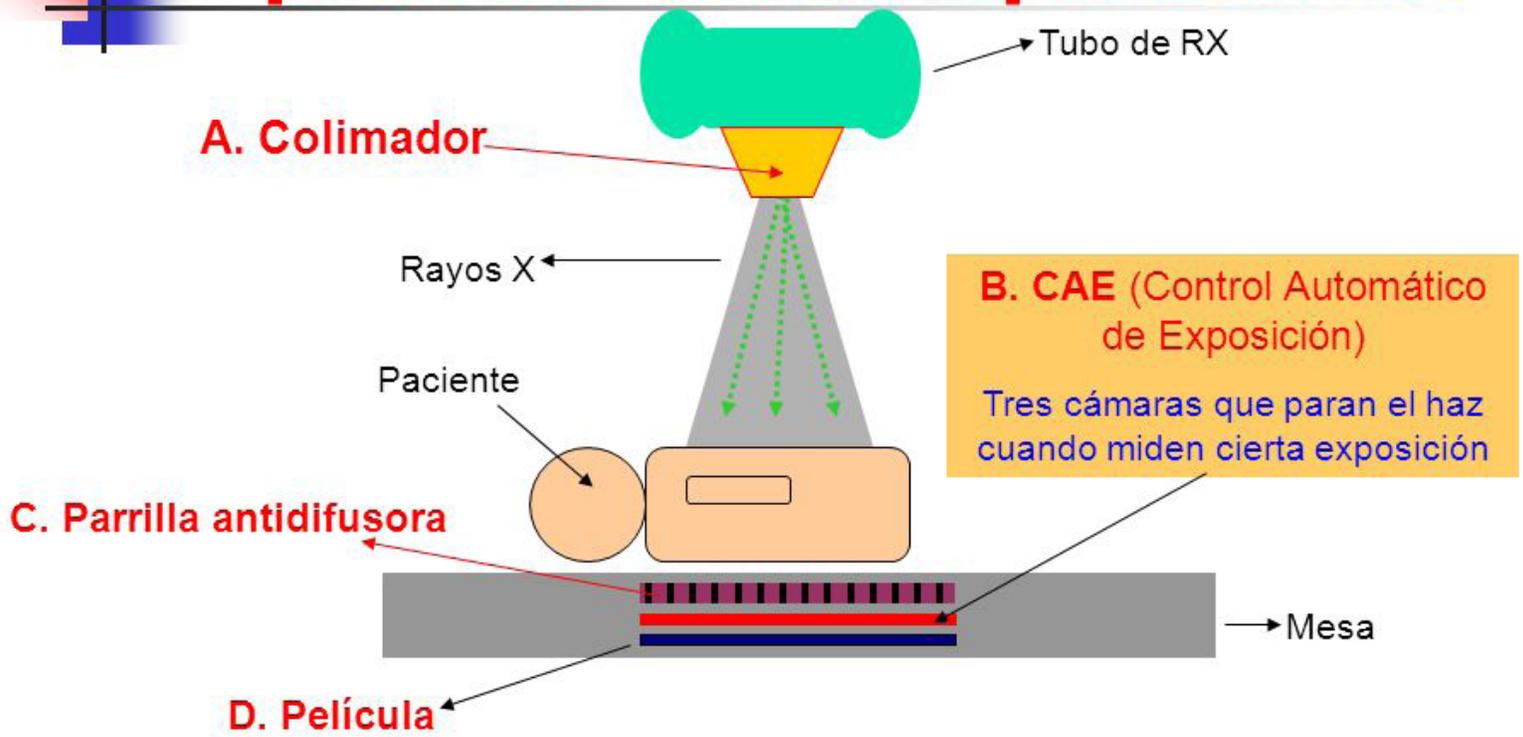


Imagen 14

Fuente: http://images.slideplayer.es/2/1025287/slides/slide_37.jpg

Factores para disminuir la radiación dispersa

- Buena distancia focal: recordemos que la distancia focal es la distancia que deben recorrer los Rayos X desde su origen hasta que interaccionan con la película radiográfica, recuerden que a mayor distancia la radiación se dispersa y se pierde intensidad obligándonos así a aumentar el kilovoltage.
- Colimación: abrir o cerrar el campo de radiación, se hace necesario colimar lo más exigentemente posible sin ir a recortar la imagen a radiografiar, esto nos ayudara a dar una mejor resolución de imagen y así evitar un poco la radiación dispersa.
- La distancia Objeto-película, entre más pegada este la estructura a radiografiar a el chasis que soporta la película radiográfica menor será el efecto de magnificación y de radiación dispersa.
- Rejillas antidifusoras: estas rejillas van en los Buckis y nos ayudan a darle una orientación directa a los Rayos X.

Reja (o rejilla) antidifusora (II)

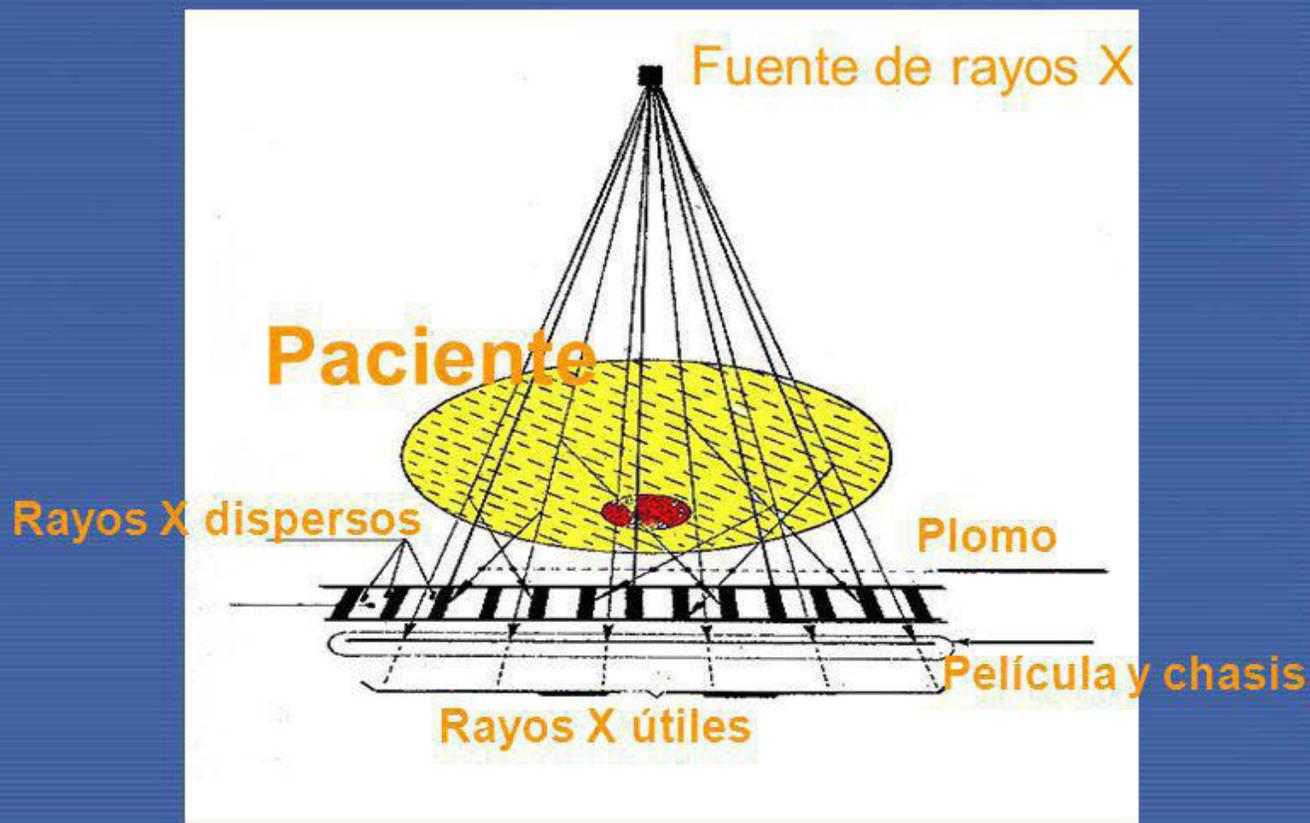


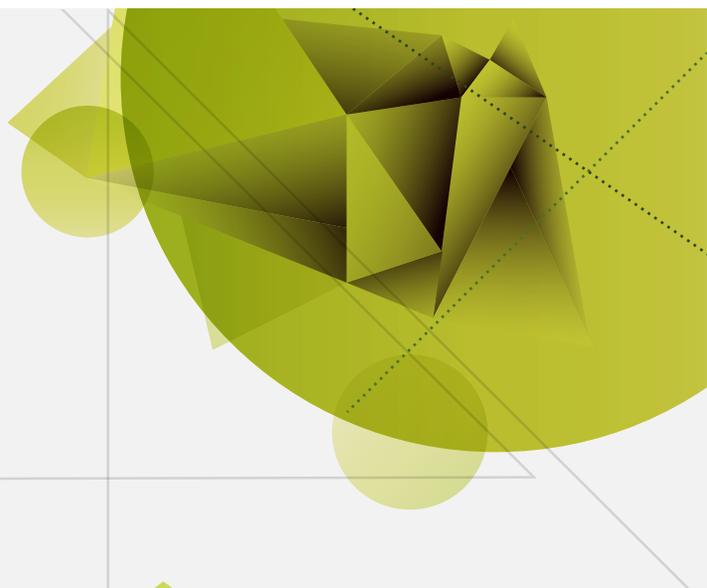
Imagen 14

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos107/haz-rayos-x-proteccion-radiologica/haz-rayos-x-proteccion-radiologica2.shtml>



Unidad 1

Efectos de la radiación sobre la materia viva



Introducción a la radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez

Introducción

El objetivo de esta unidad es introducir al estudiante en la interpretación de los diferentes conceptos utilizados en Radiología como soporte para el desempeño profesional. En la misma se desarrollan los conceptos generales del tema. Por otro lado se recomienda consultarlo todas las veces sea necesario a lo largo del curso para que de esta manera refuerce sus conocimientos.

Cuando hablamos de Radiología nos referimos a las imágenes en general, no sólo a las imágenes generadas por los rayos x, sino también a las imágenes generadas por otros métodos.

La Radiología (y las imágenes en general) es un intento de graficar las estructuras internas o no visibles de la anatomía utilizando diferentes métodos.

Básicamente se pueden generar imágenes utilizando **Rayos x** (radiografía, tomografía lineal, tomografía axial); un **campo electromagnético** (Resonancia); ultrasonido (Ecografía). Por supuesto cada una de estas modalidades tiene muchas variantes (por ejemplo radiografía contrastada, TAC contrastada, etc). Así como aplicación de diferentes conceptos y utilización de diferentes elementos para poder obtener resultados visibles.

En esta unidad usted encontrará los conceptos necesarios para comprender el mundo de la Radiología, sus técnicas, orígenes y efectos sobre la materia viva.

La unidad se desarrolla con una metodología didáctica para poder comprender los diferentes temas expuestos. Usted puede encontrar diferentes enlaces de videos para ampliar la información, así como desarrollar diferentes actividades lúdico académicas con el fin de reforzar lo aprendido.

Características de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

1. **Aleatoriedad:** interacción de la radiación ionizante con las células es una función de probabilidad y tiene lugar al azar. Un fotón o partícula puede alcanzar a una célula, dañarla o no dañarla y si la daño puede ser en el núcleo (recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiobiolog%C3%ADa>).
2. **Rápido depósito de energía:** El depósito de energía a la célula ocurre en un tiempo muy corto, en fracciones de millonésimas de segundo (recuperado de <http://aetr.net/radiobiologia/>).
3. **No selectividad:** la radiación no muestra predilección por ninguna parte o biomolécula, es decir, la interacción no es selectiva (recuperado de <http://www.pediatrpractica.com.ar/note.php?id=136>).
4. **Inespecificidad lesiva:** las lesiones de las radiaciones ionizantes es siempre inespecífica o lo que es lo mismo esa lesión puede ser producida por otras causas físicas (recuperado de <http://es.slideshare.net/verabilo1/radiofisica>).
5. **Latencia:** le podemos llamar latencia a todo efecto de las alteraciones de células por la radiación pero que no las

vemos inmediatamente sino a un largo plazo.

Tipos de efectos de la radiación sobre los seres vivos

Los efectos de las radiaciones ionizantes sobre los seres vivos se pueden clasificar desde distintos puntos de vista:

Según el tiempo de aparición

- **Precoces:** este tipo de efecto aparece minutos u horas después de que el paciente ha sido expuesto a la radiación, por ejemplo eritema cutáneo, náuseas.
- **Tardíos:** ellos suelen producirse meses u años después de que el paciente estuvo expuesto a la radiación. por ejemplo cáncer radioinducido, radiodermatitis crónica, mutaciones genéticas.

Desde el punto de vista biológico

- **Efectos somáticos:** este efecto solo se refleja en la persona que ha sido expuesto a la radiación, por ejemplo, el eritema
- **Efecto hereditario:** este efecto no se refleja en la persona que ha sido expuesta a la radiación sino en su descendencia, sabiendo que este lo que hace es lesionar las células germinales (espermatozoides y óvulos).

Según la dependencia de la dosis

■ **Efecto estocástico:** es aquel cuya probabilidad de que aparezca aumenta con la dosis de la radiación pero la gravedad es la misma (no depende de la dosis), por ejemplo el desarrollo de un cáncer (recuperado de <https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationForPatients/radiation-terms.htm>).

■ **Efecto no estocástico:** son los efectos que se relacionan con la dosis de forma determinista, es decir, si se ha depositado una dosis equivalente suficientemente alta, aparecerán cierto tipo de efectos (recuperado de <http://www.ugr.es/~amaro/radiactividad/tema7/node19.html>).

Etapas de la acción biológica de la radiación

Los efectos de las radiaciones ionizantes sobre la materia viva son el resultado final de las interacciones físicas (ionización) y (excitación) de los fotones o partículas con los átomos que la componen.

Los efectos de la radiación sobre los seres vivos pasan por sucesivas etapas que se ordenan aquí según su escala de tiempo, de menor a mayor.

Etapas físicas

Es una respuesta inmediata que ocurre entre billonésimas y millonésimas de segundo. Aquí se podrá ver la interacción entre electrones o partículas que hacen parte del haz de radiación. Los electrones en la interacción se excitan e ionizan a otros átomos provocando una lluvia de ionizaciones. Se podría decir que un Gray de dosis absorbida produce 100000 ionizaciones en un volumen de 10 micras cúbicas.

■ La **acción directa de la radiación** es consecuencia de ionizaciones que se produ-

cen en los átomos que forman la molécula del ADN, fenómeno dominante en radiaciones con alta transferencia lineal de energía (LET) como las partículas alfa, beta y protones, que inciden directamente sobre los átomos de las moléculas.

■ La **acción indirecta de la radiación** es la interacción del haz de radiación con otros átomos y moléculas de la célula como el agua, produciéndose radicales libres que al difundir hasta la molécula de ADN, la dañan de manera indirecta.

Protección radiológica

La protección radiológica es la especialidad que estudia los efectos de las dosis producidas por las radiaciones ionizantes y los procedimientos para proteger a los seres vivos de las mismas.

Para garantizar la protección radiológica, son necesarios algunos elementos:

Organismos competentes.

Establecer un conjunto de medidas.

Utilización segura de las radiaciones ionizantes.

Garantizar la protección de los individuos, sus descendientes y el medio ambiente.

No se debe realizar ninguna acción que origine exposición a radiaciones ionizantes a menos que produzca un beneficio a los individuos expuestos o a la sociedad, de modo que ayude al riesgo causado.

Optimización: Es posible según la tecnología existente en el momento y el grado de conocimiento humano que se posea.

Riesgos según fuente de radiación

Exposición externa: son las fuentes de radiación que no están frente (frente de radiación gamma y equipos de Rayos X). Alejarse lo más que se pueda de la fuente de radiación.

Contaminación la fuente está en contacto con la persona (puede ser inhalado)

La dosis esta cargo de varios factores como el tipo de radioisótopo, su forma fisicoquímica, la actividad el semiperiodo físico y el semiperiodo biológico.

Magnitudes radiológicas

Radiometría: su campo abarca todas las longitudes de onda del espectro electromagnético (frecuencias entre 3×10^{11} y 3×10^{16} Hz o longitudes de onda de entre 0,01 y 1000 micrómetros) (recuperado de <http://www.ecured.cu/index.php/Radiometr%C3%Ada>).

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. Es una subespecialidad científica, en el campo de la física de la salud y la física médica, la cual se enfoca en el cálculo de las dosis internas y externas de la radiación ionizante (recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Dosimetr%C3%Ada>).

Radioprotección: proteger al individuo a su descendencia y a la población en general de los riesgos que causan la utilización de radiaciones ionizantes.

Exposición (X): representa a cantidad de iones producidos en aire por la radiación electromagnética. Su unidad es el Coulomb/Kg.

Dosis absorbida (D): representa la energía neta que se queda en el volumen e materia considerado (recuperado de <http://medirad.awardspace.com/glosario.htm>).

Dosis equivalente (H): expresa el riesgo (probabilidad de efecto nocivo) producido por uno u otro tipo de radiación y está representado por la dosis absorbida multiplicada por el factor de ponderación o factor de peso de la radiación (wR).

Su unidad es el Sievert (Sv) y equivale a 1 Joule /Kg. Reemplaza a la tradicional Rem.

Dosis efectiva (E): expresa el riesgo global que las radiaciones ocasionan en el organismo debido a una dosis de radiación del cuerpo entero. Varía según el tejido y su radiosensibilidad. Está representado como la suma de los productos de dosis equivalente por un factor de ponderación o riesgo del tejido (wT). U unidad es el Sievert (Sv) y equivale a 1 Joule/Kg (recuperado de <http://medirad.awardspace.com/glosario.htm>).

Tipos de detectores de radiación

Contador Geiger: son contadores de las partículas ionizantes que alcanzan el volumen sensible del detector. Funcionan como detectores de ionización gaseosa. No dan información sobre la naturaleza de la radiación ni la energía de esta. Son más adecuados para medir niveles de irradiación bajos.

Dosímetros de termoluminiscencia: La termoluminiscencia (TL) es una técnica muy empleada en dosimetría que se basa en la propiedad que tienen la mayor parte de los materiales cristalinos de almacenar parte de la energía que absorben al ser expuestos a las radiaciones ionizantes. Posteriormente, al ser calentados emiten dicha energía en

forma de luz que puede medirse con un fotomultiplicador.

El uso de detectores TL se ha generalizado a todos los campos de la dosimetría externa: personal, ambiental, aplicaciones médicas (radiodiagnóstico y radioterapia), accidente. Aunque los materiales TL no discriminan el tipo de radiación, la combinación de materiales TL de características complementarias y la presencia de filtros adecuados en el diseño de los dosímetros, permite hacer una evaluación correcta de la dosis absorbida aún sin conocer la calidad de la radiación detectada o su espectro energético (recuperado de <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/47/020/47020852.pdf>).

Efectos biológicos

Efectos determinísticos: aquellos que son ocasionados por recibir altas dosis de radiación en periodos cortos de tiempo, la severidad de estos efectos está relacionada con la cantidad de dosis recibida (recuperado de http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/094/htm/sec_10.htm).

- Primera fase. Fase hematopoyética.
- Segunda fase. Fase gastrointestinal.
- Tercera fase. Fase neurológica.

Efectos estocásticos

Se presentan cuando la célula no muere pero esta mantiene su capacidad de reproducirse pero su desventaja es que transmite modificaciones en su ADN. Cuando esto sucede se pueden formar efectos biológicos carcinógenos o efectos biológicos hereditarios (recuperado de <https://grupo1rbiologiarproteccion.wordpress.com/2012/03/20/radioterapia/>).

Medidas básicas y universales de protección radiológica

Distancia: permanecer lo más lejano posible de la fuente de radiación ya que la intensidad disminuye con la distancia.

Blindaje: tener precaución con medidas de aseguramiento como lo son pantallas protectoras entre la fuente radiactiva y las personas un ejemplo de esto puede ser las paredes plomadas.

Tiempo: disminuir la duración de la exposición a las radiaciones.

Reglamentación en materia nuclear

Gestión de desechos radiactivos en Colombia

En concordancia con la política para la gestión de los desechos radiactivos, el 5 de enero de 2010, el Ministerio de Minas y Energía en calidad de autoridad reguladora nuclear, expidió la **Resolución 180005** por medio de la cual se adopta el reglamento para la gestión de los desechos radiactivos en el territorio colombiano. De acuerdo con el reglamento expedido y ante las necesidades particulares manifestadas por la comunidad de medicina nuclear, para contar con directrices que permitan una adecuada gestión de los desechos radiactivos que se obtienen en la práctica, se publica la **Guía para la gestión de desechos radiactivos clase 2** generados en las instalaciones de medicina nuclear.

Reglamento de protección y seguridad radiológica "Norma Básica"

En cumplimiento del deber constitucional

de garantizar la salud de los colombianos y la protección del medio ambiente, y en el marco de los compromisos adquiridos como Estado miembro del Organismo Internacional de Energía Atómica – OIEA –, el 5 de diciembre de 2002, se expidió la **Resolución 181434**, mediante la cual se adopta el Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica, el cual constituye un paso fundamental en la construcción de un marco regulatorio para el uso seguro de materiales radiactivos y nucleares coherente con la legislación nacional e internacional.

La Resolución, establece los requisitos y condiciones mínimas que deben cumplir y observar las personas naturales o jurídicas interesadas en realizar o ejecutar prácticas que involucran el uso de materiales radiactivos y nucleares que causan exposición a las radiaciones ionizantes. La norma también contempla la seguridad de las fuentes de radiación y resume el esfuerzo de expertos del OIEA y de la Comisión Internacional de Protección Radiológica – ICRP–.

Sistema de categorización de las fuentes radiactivas

De acuerdo con el **Código de Conducta** sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes de radiación y de las directrices sobre la importación y exportación de tales fuentes radiactivas, se expide la **Resolución 180052** de enero 21 de 2008, donde se adopta el sistema de categorización, cuyo fundamento descansa en el daño potencial que la radiación puede causar a la salud humana.

Licencia de manejo de materiales radiactivos

Todas las personas naturales o jurídicas, pú-

blicas o privadas, nacionales o extranjeras radicadas o con representación en el territorio nacional que dentro de la jurisdicción de la República de Colombia realicen actividades relacionadas con el uso de materiales radiactivos en cualquier campo, deben poseer autorización otorgada por el Ministerio de Minas y Energía o su entidad delegada. **La Resolución 181304** de octubre 8 de 2004, junto con modificaciones y adiciones en la **Resolución 180208** de febrero 25 de 2005, establecen los requisitos y condiciones mínimas que se deben cumplir para la obtención de la licencia.

Licencia de importación de materiales radiactivos

La **Resolución 181419** de noviembre 4 de 2004, establece los requisitos y el procedimiento para la expedición de la licencia de importación de todo tipo de material radiactivo destinado a uso médico, industrial, agrícola, veterinario, comercial, investigativo, docente u otros, para su aplicación y uso en todo el territorio nacional.

Licencia para la prestación del servicio de dosimetría personal

Dado que para todo trabajador expuesto a radiaciones ionizantes se debe llevar un sistema de medición de dosis; las personas naturales o jurídicas que realicen actividades relacionadas con la prestación del servicio de dosimetría personal, encontrarán en la **Resolución 181289** del 6 de octubre de 2004, los requisitos establecidos para la obtención de la licencia que permite prestar dicho servicio.

Inspecciones a instalaciones donde se gestionan materiales radiactivos

En el marco de las actividades de vigilancia

y control llevadas a cabo por la Autoridad Reguladora Nacional, se contempla la realización de inspecciones a las instalaciones donde se gestionan materiales radiactivos. Con el objeto de reglamentar esta actividad, el 12 de noviembre de 2004, el Ministerio de Minas y Energía expidió la **Resolución 181478**, en la cual se establece el procedimiento para el desarrollo de las inspecciones o monitoreo a dichas instalaciones. Posteriormente, el 25 de febrero de 2005 se modificó el Artículo 4 a través de la Resolución 180208.

Reglamento para instalaciones nucleares

Con el objeto de reglamentar el licenciamiento para la Operación de Instalaciones Nucleares en Colombia, el 12 de noviembre de 2004, se expidió la **Resolución 181475**, mediante la cual se establecen los requisitos para la obtención de las licencias para: Operación, parada prolongada, modificación y desmantelamiento de este tipo de instalaciones.

Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos

La **Resolución 181682** de diciembre 9 de 2005, adopta el reglamento que deben cumplir las personas naturales o jurídicas que, en cualquier calidad, participen en el transporte de materiales radiactivos en Colombia.

Vigencia de la normatividad aplicable en materia de protección y seguridad radiológica

Mediante la **Resolución 180273** de febrero 29 de 2012, el Ministerio de Minas y Energía señala la vigencia de la normativa aplicable en materia de protección y seguridad radiológica.

Seguridad social en Colombia

En Colombia existen varias normas jurídicas que ayudan a reglamentar el uso adecuado de las radiaciones ionizantes y los equipos que las producen, así como las exigencias para las instituciones donde se usa este tipo de radiaciones. Algunas de estas normas también orientan a las personas que se incluyen dentro del grupo de trabajadores de alto riesgo y expuesto a radiaciones ionizantes.

Ley 9 de 1979.

Resolución 2400 de 1979.

Resolución 13824 de 1989.

Resolución 9031 de 1990.

Decreto 1295 de 1994.

Decreto 1832 de 1994.

Resolución 4445 de 1996.

Decreto 1281 de 1994.

Decreto 1530 de 1996.

Decreto 1848 de 1969 Derecho a vacaciones.

Ley 715 de 2001.

Decreto 1280 de 2002.

Decreto 2309 de 2002.

Código sustantivo del Trabajo (artículos 186 y 187 – vacaciones semestrales).

Decreto 2090 de 2003.

Decreto 205 de 2003.

Resolución 1043 de 2006.

Resolución 2434.

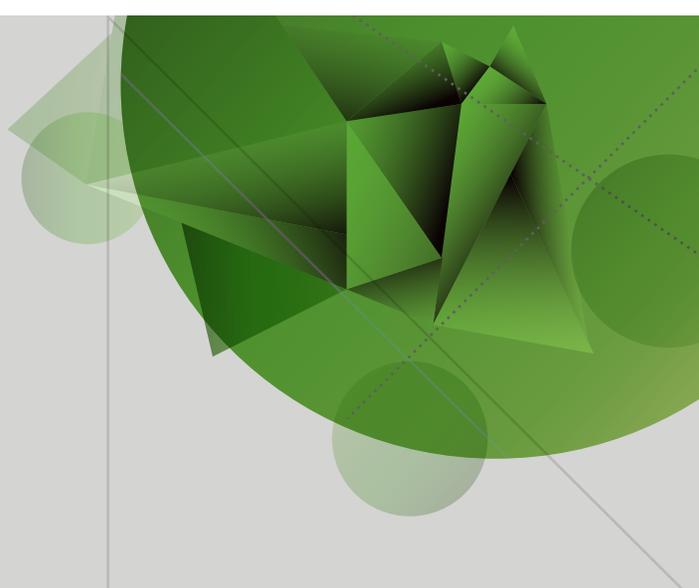


2

Unidad 2

Identificación de
equipos y fuentes
generadoras de
radiación

• • • •



Introducción a la radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez

Introducción

Esta unidad está diseñada para que usted estudie y conozca el desarrollo de la tecnología para la obtención de imágenes, las partes de un equipo y la función que tiene dentro de las diferentes aplicaciones a nivel radiológico.

En la actualidad y gracias a los esfuerzos de muchos científicos, se pueden diagnosticar problemas de salud, a nivel de la industria y otros campos usando equipos que son capaces de detectar variaciones en las diferentes estructuras que son expuestas a las radiaciones ionizantes.

Si bien es cierto que las primeras aplicaciones de la radiología se dieron a nivel médico, con el avance tecnológico se ha logrado explorar diferentes campos y determinar la conservación o deterioro de estructuras, que requieren un estudio minucioso para su posterior tratamiento.

La unidad se desarrolla con una metodología didáctica para poder comprender los diferentes temas expuestos. Usted puede encontrar diferentes enlaces de videos para ampliar la información, así como desarrollar diferentes actividades lúdico académicas con el fin de reforzar lo aprendido.

Descripción y conocimiento

Conceptos de parámetros de exposición (kilovoltaje - miliamperaje y tiempo)

En Imagenología, todo puede ser visto por los ojos humanos y darle una interpretación de acuerdo a quien lo esté observando, pero si se habla de diagnóstico por imagen, es otro el proceso a seguir para poder describir lo más objetivamente posible lo que se observa, ya que de dicha interpretación dependen las decisiones tomadas y la conducta a seguir en las diferentes situaciones de quienes son estudiados a través de las imágenes. En radiología existen tres parámetros básicos y esenciales que muestran las diferentes tonalidades de contraste en la imagen, y lo percibe el ojo humano es el resultado de la combinación de estos tres factores:

Kilovoltaje (Kv): energía de los Rayos x producidos.

Miliamperaje (mA): es un parámetro que se refiere al número de Rayos X (cantidad de radiación).

Como ejemplo práctico para entender estos dos conceptos (kilovoltaje y miliamperaje), se puede comparar o asimilar con los disparos hechos con una arma de fuego (escopeta) de perdigones. En este caso el

miliamperaje hace relación a la cantidad de perdigones disparados en un determinado tiempo, y el kilovoltaje se asimila a la fuerza con la que es disparado cada uno de estos perdigones.

En resumen, el empleo de kilovoltajes altos y miliamperajes bajos proporciona buen detalle de los huesos (tejidos radiopacos) y pocos de los tejidos blandos (tejidos radiolúcidos), mientras que kilovoltajes bajos y miliamperajes altos dan un gran contraste entre los tejidos blandos.

Tiempo (t): periodo en la que se producen las imágenes radiográficas. Sistema internacional es el segundo y se representa con una "s" minúscula.

En los equipos radiológicos existen los tres parámetros, pero en algunos de ellos, (los más modernos) usan el miliamperaje combinado con el tiempo y aparece como un Miliamperaje por segundo (mAs).

En Rayos X podemos decir que dependiendo de la sustancia y de su estado físico hace que en el cuerpo humano encontremos diferentes densidades y así es como podemos distinguir la llamada escala de grises.

Aire (negro): aquí encontramos una menor cantidad de absorción de Rayos X. Pulmones, tubo digestivo.

Grasa (gris): atrae algo más de radiación. La podemos encontrar en el abdomen o vísceras.

Agua (gris pálido): obtienen un poco más de radiación, músculos, vísceras, vasos, intestino con contenido.

Hueso (blanco): mayor absorción de Rayos X. Huesos, cartílagos calcificados.

Metal (blanco absoluto): estas estructuras normalmente no existen en nuestro cuerpo, pero si en objetos o estructuras reemplazadas como lo son las calzas dentales, material ortopédico, entre otros.

da en dicha película por los Rayos X, este proceso puede ser ejecutado de 3 formas o maneras:

- Revelado manual.
- Revelado automático.
- Revelado digital.

Revelado manual

Las películas expuestas se sumergen primero en un tanque con revelador a 20° durante aproximadamente 5 minutos.

Esta misma película pasara a un baño paro para que este tenga como función para la acción del revelador seguido por otro baño de solución fijadora. Por ultimo las películas se lavan en agua corriente y se pondrán a secar.

Radiología simple

5 densidades radiológicas.

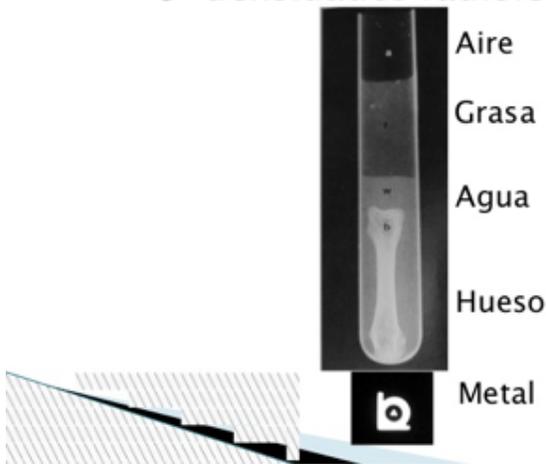


Imagen 1

Fuente: <http://es.slideshare.net/husc/utilidad-de-la-placa-de-rx-simple-de-trax-y-abdomen-en-urgencias>

Revelado radiográfico

Tipos de revelado y procedimiento de revelado

El revelado es el proceso químico al que es sometida una película radiográfica con el fin de hacer visible la imagen latente deposita-



Imagen 2. Tanques de revelado manual. (1) Revelador. (2) Agua. (3) Fijador

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/manual-contant-temperature-x-ray-film-developing-machine-529081855.html>

PINZA PARA REVELAR Y PORTA PELÍCULAS

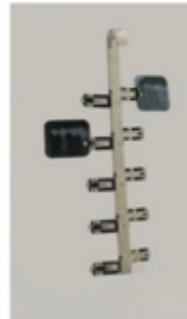


Imagen 3. Ganchos de secado para revelado manual.

Fuente: <http://es.slideshare.net/icctclaudia/radiologia-def>

Revelado automático

Durante el procesamiento de la película, la imagen latente se transforma en imagen visible. Esto es posible gracias a la transformación (reducción, en el revelador) de las sales de plata expuestas en plata metálica, que es de color negro. Posteriormente se procede al fijado de la imagen manifiesta y al lavado del resto de bromuro de plata que aún contiene la emulsión. El cuarto oscuro es el lugar donde se realiza la mayor parte de este proceso.



Imagen 4. Tipos de revelador automático

Fuente: <http://www.radiograficaaustral.com.ar/Sis%20analog.html>

Sistema	Subsistema	Función
Transporte	Rodillos	Transportar la película por los diferentes pasos en intervalos precisos. Dar soporte al movimiento de la película.
	Estante de transporte	Mover y cambiar la dirección del movimiento de la película a través de los rodillos y las zapatas de guía.
	Impulsor	Proporcionar la potencia para girar los rodillos a una velocidad precisa.
Temperatura	Termostato	Controlar y ajustar la temperatura de cada paso.
Circulación		Agitar los fluidos.
	Revelador	Mezclar continuamente, filtrar.
	Fijador	Mezclar continuamente, filtrar.
	Lavado	Hacer pasar un flujo de agua en una sola dirección a un ritmo constante.
Rellenado	Revelador	Medir y reemplazar.
	Fijador	Medir y reemplazar.
Secado		Eliminar la humedad, extraer gases.
Eléctrico		Distribuir la potencia a los sistemas anteriores.

Cuadro 1. Principales componentes de una procesadora automática
Fuente: Propia.

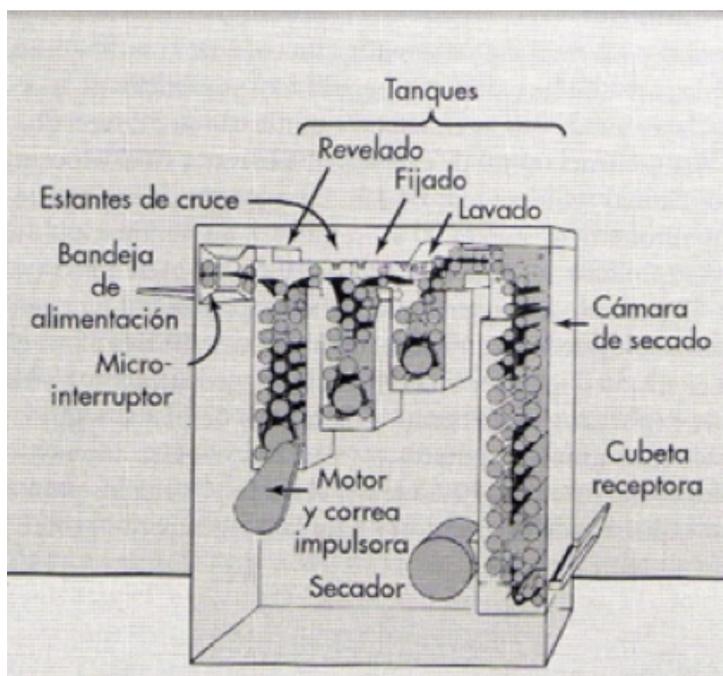


Imagen 5. Componentes de un procesador automático
Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/reveladoautomtico-120731085439-phpapp02/95/revelado-automtico-5-728.jpg?cb=1343724954>

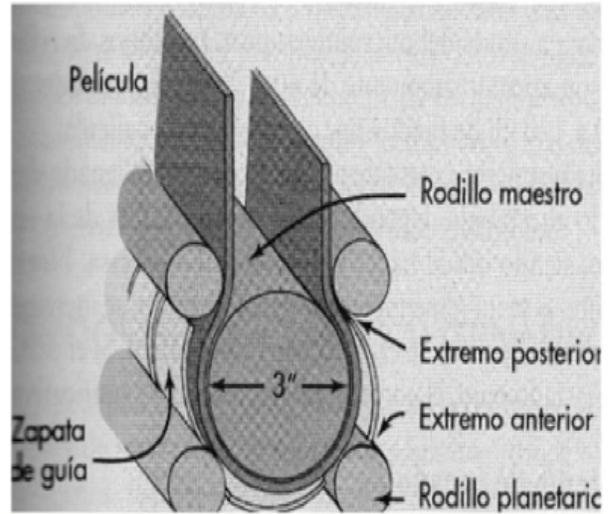
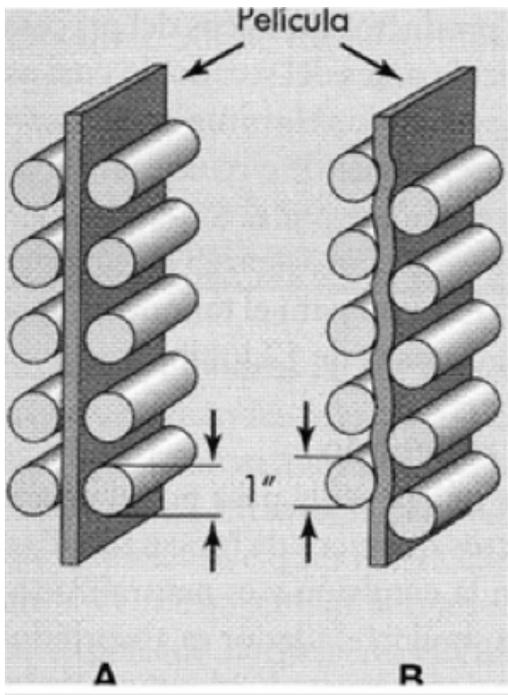


Imagen 6. Esquema del movimiento de la película radiográfica en el sistema de transporte (rodillos) dentro de la procesadora automática

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/reveladoautomtico-120731085439-phpapp02/95/revelado-automtico-7-728.jpg?cb=1343724954>

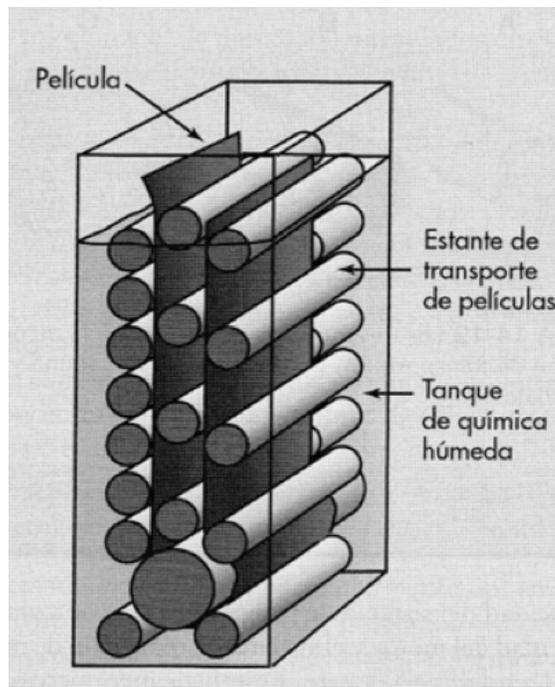


Imagen 7. Momento del revelado automático antes de pasar al sistema de secado

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/reveladoautomtico-120731085439-phpapp02/95/revelado-automtico-8-728.jpg?cb=1343724954>

El sistema de secado en un procesador automático se compone de:

- Secador.
- Conductos de ventilación.
- Tubos de secado.
- Extractor.

Existen también métodos de proceso alternativos:

Procesado rápido: angiografías, cirugías y sala de urgencias. Escala de tiempo de 30 a 90 segundos.

Procesado extendido: mamografía. Tiempo 3 minutos. Mayor contraste de imagen, dosis de radiación menor.

Procesado con luz diurna: el tiempo total de carga, descarga y procesado es de 2 minutos. Marcan la radiografía con distintos datos.

Procesado seco: sin utilización de productos químicos líquidos. Se elimina la manipulación, el cuarto oscuro, sistema de tuberías mantenimiento y desechado de productos químicos. Costos económicos y operativos reducidos, mayor rendimiento y menor impacto ambiental.

Nombre del compuesto	Efecto sobre la salud
Hidroquinona	Nocivo por inhalación y por ingestión.
Dióxido de azufre	Tóxico por inhalación.
Formaldehido	Tóxico por inhalación por ingesta y en contacto con la piel. Provoca quemaduras, posibilidad de efectos irreversibles, sensibilización en contacto con la piel.
Ácido Acético	Inflamable. Provoca quemaduras graves.
Amoniaco	Inflamable, tóxico por inhalación, provoca quemaduras.
Fenidona	Nocivo por ingestión.
Glutaraldehido	Tóxico por inhalación y por ingestión. Provoca quemaduras, posibilidad de sensibilización por inhalación.
Hidróxido potásico	Provoca quemaduras graves.

Cuadro 2. Efectos sobre la salud producidos por los productos químicos de revelado

Fuente: Propia.

Utilización segura de la procesadora

Manejo de la procesadora	Acciones	Lo que debe y no debe hacerse
<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla de los productos químicos. - Limpieza de la procesadora. - Eliminación del fijador utilizado y el revelador gastado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Leer las instrucciones del fabricante. - Evitar la inhalación de vapores. - Utilizar mascarilla cuando se mezclen los químicos y cuando se limpie la procesadora. - Evitar el contacto cutáneo, usando guantes de goma. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manténgase alejado de la zona de procesado a menos que está trabajando allí. - Las sustancias químicas deben almacenarse adecuadamente siguiendo las instrucciones del fabricante y la legislación específica vigente. - No guardar objetos personales, como batas, ropa, bolsos, etc., en el cuarto oscuro. - No fumar, comer o beber en el área de procesado.

Cuadro 3.

Fuente: Propia.

Cuarto oscuro

Debe reunir una serie de condiciones para que el trabajo realizado en él dé los resultados de calidad, seguridad y rapidez que se desean.

Este debe ofrecer mejoras en condiciones de seguridad en el trabajo teniendo en cuenta normas de protección radiológica para todo el personal. Como dentro del cuarto oscuro hay una línea de electricidad y una circulación de agua para los líquidos, se deberá prestar mucha atención al recorrido de los dos circuitos para no tener ningún riesgo de contacto entre ellos.

Es muy importante que esté protegido contra las radiaciones externas, como luz o Rayos X. Para ello se debe blindar con láminas de plomo las paredes, el techo y el suelo ya que encontraremos las placas dentro de este cuarto y se nos pueden velar (dañar).

Se recomienda que las paredes estén forradas de baldosas cerámicas.

Con respecto a la ventilación y la calefacción, es suficiente respetar los siguientes consejos:

- La temperatura recomendada es de 20°C, permitiéndose 2°C de más o de menos (es obligatorio tener un termómetro en este cuarto).

- Controlar de manera estricta la presencia de polvo.
- Debe existir una buena circulación de aire, capaz de renovar varias veces en una hora el volumen total de aire del cuarto.
- La humedad debe estar alrededor del 50 %.

El cuarto oscuro ha de disponer de una zona seca y una zona húmeda. En la zona seca es donde se manipulan los chasis para el vaciado de la película expuesta y el posterior cargado con película virgen. Se debe tener una mesa lo suficientemente grande para poner sobre ella varios chasis.

Es conveniente que debajo de la mesa de trabajo esté situado el cajón–depósito de películas vírgenes, construido de forma que mantenga separados los diferentes tamaños. Este cajón será hermético a la luz y a la humedad.

Revelado digital

Es el revelado que permite obtener imágenes directas en formato digital.

Hay dos tipos de revelado digital: indirecto y directo.

Indirecta: permite la formación de la imagen digitalizada sin necesidad de cambiar chasis u otro elemento del equipo.

Directa: esta forma de revelado digital hará que la imagen se pueda digitalizar en diferentes formatos.

Dos tipos:

- CCD: Sistema con Dispositivo de Carga Acoplada (material Cesio).
- FPD: Sistema con Detectores en Pa-

nel Plano (materiales Selenio o Sílice).

Las ventajas que ofrece el revelado digital son:

- Disminuye la dosis radiante al paciente respecto a la convencional.
- Menor dosis aplicada.
- Menor necesidad de repeticiones por factores técnicos.
- Menor número de radiografías para valorar diferentes estructuras como el Parénquima pulmonar, hueso, partes blandas.
- Posibilidad de modificar “posteriormente” las características de las imágenes, principalmente la densidad y el contraste, sin necesidad de repetir el examen.
- Mayor resolución de contraste (4 veces más que la RX convencional).
- Sistema de archivo y comunicación de imágenes médicas y estaciones de visualización y diagnóstico (PACS).
- Acceso rápido a cualquier radiografía e informe radiológico a través de la red.

Y las desventajas del revelado digital son:

- Utiliza radiaciones ionizantes.
- Costo inicial de las instalaciones (chasis –IR, equipamiento –DR).
- Menor resolución espacial respecto a la RX convencional.
- Limitada capacidad para registrar estructuras o detalles de pequeño tamaño.
- Degradación progresiva de los fósforos fotoestimulables: artefactos.
- Errores de los sistemas de lectura: artefactos.

Equipos y clases

Para fortuna de la humanidad la tecnología en radiología ha avanzado significativamente, y hoy en día existe una gran variedad de equipos que permiten a los científicos examinar a otros desde el interior y ofrecer diagnósticos más acertados para ayudar a quienes presentan patologías.

Existen equipos fijos y equipos móviles o portátiles

Los equipos fijos son: resonador, Rayos X, ortopantógrafo, mamógrafo, fluoroscopio, tomógrafo.

El equipo de Rayos X se usa para estudiar densidades óseas, y algunas alteraciones que se manifiestan cuando existen lesiones musculares o ligamentosas, está compuesto de las siguientes partes.

Tubo de Rayos X.

Consola de control.

Mesa.

Bucky.

Columna de sostenimiento.



Imagen 8. Equipo de Rayos X convencional

Fuente: http://www.equiposparaultrasonidoimagenologia.com.mx/equipos_de_rayos_X.html

El mamógrafo es el equipo que se usa para realizar estudios de la mama, utiliza un sistema de dosis baja de Rayos X. Las partes de un mamógrafo son:

1. Columna de sostenimiento.
2. Brazo.
3. Pedales de compresión.
4. Mampara de protección del usuario.
5. Tubo de Rayos X.
6. Rejilla o Bucky.
7. Protector de cara del paciente.
8. Monitor con unidad de cómputo.
9. Bandeja de compresión.



Imagen 9. Partes de un equipo de mamografía

Fuente: http://www.lalapop.com.blogspot.com.co/2011/01/aparatos-relacionados-con-el-area-de_31.html

Materiales, elementos, componentes fijos y portátiles

La tomografía es un procedimiento diagnóstico que se usa para estudiar las estructuras desde diferentes planos, partiendo de imágenes transversales, las imágenes se producen usando un tubo de Rayos X especial y computadores potenciadas para realizar los diferentes planos de estudio. A diferencia de los Rayos X convencionales, la tomografía permite explorar las estructuras más profundamente, y es capaz de mostrar patologías severas como cáncer, coágulos, problemas cardiacos, etc.

Las partes de un tomógrafo son: Gantry, tubo, mesa y control.



Imagen 10. Tomógrafo

Fuente: <http://radiogrupo2.wixsite.com/radiogrupo2/single-post/2016/04/27/ABSUELVE-Y-LIBERA-LA-JUSTICIA-FEDERAL-A-SE%C3%91ALADO-POR-CASO-DEL-TOMOGR%C3%81FO>

La resonancia magnética es un estudio diagnóstico que utiliza ondas de radio e imagen para producir imágenes, no emplea radiación ionizante. Las imágenes que se obtienen son similares a las del tomógrafo, pero éstas muestran más estructuras blandas, tejidos musculares y órganos blandos. Las partes de un resonador son:

Mesa.

Bobina de radiofrecuencia.

Bobina de gradientes.

Imán.

Consola de control.

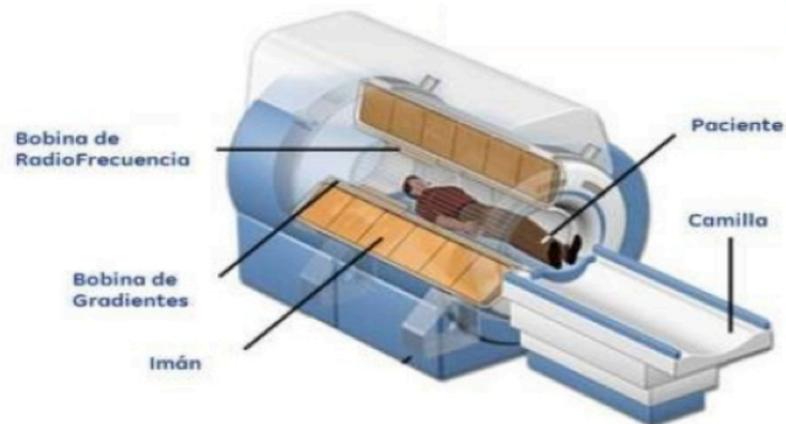


Imagen 11. Equipo de Resonancia Magnética

Fuente: <http://www.cookingideas.es/esto-es-lo-que-pasa-cuando-alguien-entra-en-la-sala-de-resonancia-magnetica-con-una-silla-de-ruedas-20120306.html>

Adicional a estas partes propias del resonador, en la sala de estudio se cuenta con aditamentos, de acuerdo al examen a realizar, estos aditamentos son:

Programas de aplicación clínica.

Circuito cerrado de televisión.

Impresora.

Estaciones y protocolos de comunicación.

Silla de ruedas.

Camilla antimagnetos.

Inyector de medio de contraste.

Bobinas.

Antenas.

Equipo de anestesia.

Fluoroscopia convencional

La fluoroscopia es el medio de obtención y observación de imágenes en tiempo real, y es útil para guiar procedimientos diagnósticos y cirugías. Estas se pueden ver en movimiento en tiempo real gracias a una serie continua de imágenes obtenidas a 25 o 30 cuadros de imágenes por segundo.

La fluoroscopia se utiliza principalmente para observar el movimiento de órganos y líquidos o sustancias internas, es decir, una de sus grandes utilidades es la realización de exámenes dinámicos.

En la fluoroscopia la radiación emergente se transforma en una luz visible permitiéndonos imágenes en tiempo real observadas en un monitor. Esto con el fin de aprovechar la propiedad fluorescente de los Rayos X.

Años atrás hubo un tiempo en el que se sobre-utilizó la fluoroscopia, hoy por hoy no se le considera como una técnica diagnóstica sino como una técnica de ayuda o complementaria con ciertas indicaciones muy claras y precisas ya que para poder dar un diagnóstico requiere siempre de una imagen sobre la radiografía, es decir, una imagen permanente.

En la realización de un examen con estudio fluoroscópico el tubo está generando un haz de Rayos X y el profesional visualiza las imágenes de las estructuras irradiadas por dicho haz, observando así el movimiento de estructuras y líquidos cuando detecta algo que merece ser conservado en una ima-

gen, realiza una radiografía de la imagen interrumpiendo para ello temporalmente la fluoroscopia. Dicha radiografía tomada durante la exploración fluoroscópica se le llama serio-radiografía

La fluoroscopia se utiliza en gran cantidad de exámenes y procedimientos, como en:

Estudios de tránsito intestinal: los procedimientos de Rayos X con bario, la fluoroscopia permite al profesional ver el movimiento de los intestinos a medida que el bario los recorre o transita por ellos.

El cateterismo cardíaco, la fluoroscopia se utiliza para permitir que el profesional vea el flujo de sangre con medio de contraste que circula a través de algunas arterias específicas y evalúe la presencia de obstrucciones o taponamientos arteriales.

La inserción de catéteres intravenosos, la fluoroscopia ayuda al profesional a establecer el catéter o guía en una zona específica dentro del cuerpo.

El histerosalpingograma o histerosalpingografía, donde se puede apreciar el órgano reproductor femenino y así evaluar la permeabilidad de las trompas de Falopio.

Vertebroplastia percutánea: procedimiento de muy bajo nivel invasivo utilizado principalmente para tratar fracturas o lesiones por compresión de los cuerpos vertebrales.

Las partes de un equipo de fluoroscopia son:

Intensificador de imagen.

Cámara de televisión.

Fuente de Rayos X.

Ordenador.

Convertor analógico-digital.

Convertor digital-analógico.

Memoria.

Consola de operación.

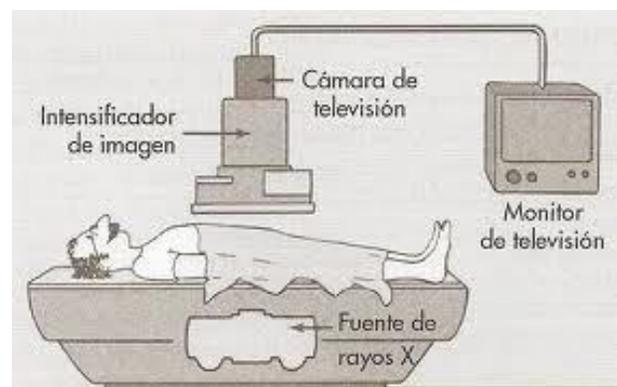
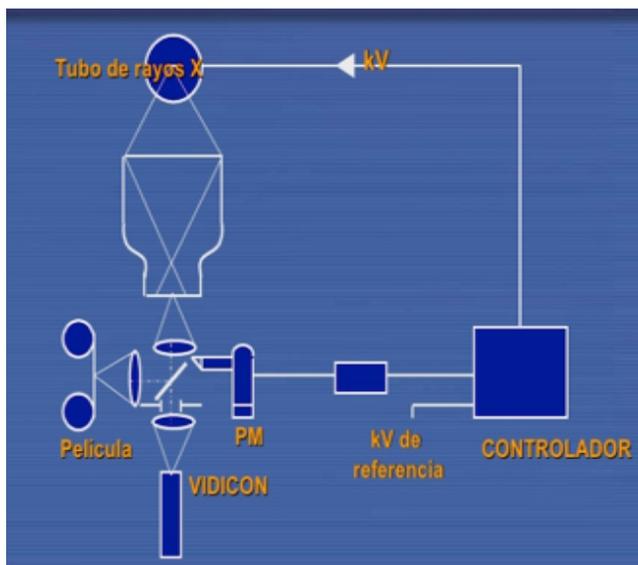


Imagen 12. Esquema general de la fluoroscopia

Fuente: <https://grupo2rbp.wordpress.com/page/3/>

También existen equipos de radiología que son portátiles y poseen ruedas para poderlos desplazar de un lugar a otro, se usan en unidades de cuidado intensivo e intermedio, salas de cirugía, habitaciones de los pacientes con dificultad de desplazamiento.

A continuación una breve descripción de las principales partes:

El tubo de Rayos X frecuentemente o generalmente está ubicado por debajo de la camilla donde va el paciente (si bien en algunas ocasiones es al revés), mientras que sobre ella se encuentran los dispositivos que se encargan de recibir la imagen, que en este caso son los intensificadores de imagen y las películas de xerorradiografía. La imagen captada en el intensificador es visualizada por el profesional a través de un monitor de televisión.

El monitor de televisión: permite que el profesional, no esté junto al paciente durante el estudio. En exploraciones intervencionistas (angiografías, cateterismos, etc.) sí requieren su presencia en la sala.

2

Unidad 2

Elementos de la
fluoroscopia



Introducción a la radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez

Introducción

Estos factores realizan un efecto de demostración sobre la calidad de la imagen radiográfica, lo cual nos permite la visualización de estructuras anatómicas.

Esta unidad se desarrolla apoyándose por medio de videos, realizando actividades de aprendizaje, y en algunos libros de radiología e imágenes diagnósticas.

Diferencia fundamental entre la radiografía y la fluoroscopia

Radiografía: cientos e incluso miles de mA.

Fluoroscopia: inferior a 5 mA (Habituales 2-4 mA).

Se utiliza para observar el movimiento de estructuras y líquidos al interior del organismo, esto consiste en hacer que se atravesase un haz de Rx y una pantalla que nos ayuda a obtener la imagen cuando tenemos el paciente posicionado, gracias a esto podemos visualizar todo en tiempo real.

Por consiguiente los niveles de radiación son altos lo cual genera varios riesgos tales como cáncer de piel, desgaste de la retina ocular entre otras, de ahí la importancia del manejo de las dosis que se manejan a la hora de estos exámenes y sobre todo la protección nuestra (chalecos, cuello de tiroides, gafas plomadas y demás).

Kv: es la técnica que se utiliza para la penetración del rayo, es decir cuanta radiación se requiere para tomar las radiografías.

mA: esta técnica se usar para evitar tanta dosis de radiación en el paciente.

Tubo intensificador de imagen: este tubo es el que recibe el haz de radiación y lo convierte en en luz perceptible e intensifica la imagen.

Cátodo y ánodo

	Pila galvánica	Celda electrolítica
Tipo de conversión	Energía química - Energía eléctrica.	Energía eléctrica - Energía química.
Electrodo positivo	Cátodo (reducción).	Ánodo (oxidación).
Electrodo negativo	Ánodo (oxidación).	Cátodo (reducción).

Cuadro 1. Cátodo y ánodo

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81nodo>

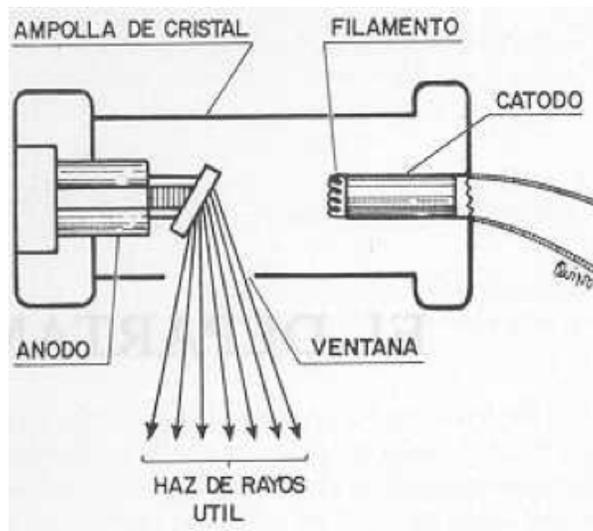


Imagen 2.

Fuente: <http://med.se-todo.com/pravo/4729/index.html>

Partes del tubo intensificador

- Tubo de vidrio (en vacío).
- Carcasa metálica (protección).
- Elemento fosforescente de entrada: (yoduro de cesio).
- Fotocátodo: (pegado al anterior) (capa metálica, normalmente de cesio y de antimonio) (fotoemisión).
- Elemento fosforescente de salida: (sulfuro cadmio y cinc).

Tubo intensificador de imagen multicampo

INTENSIFICADOR DE DOBLE FOCO 25/17

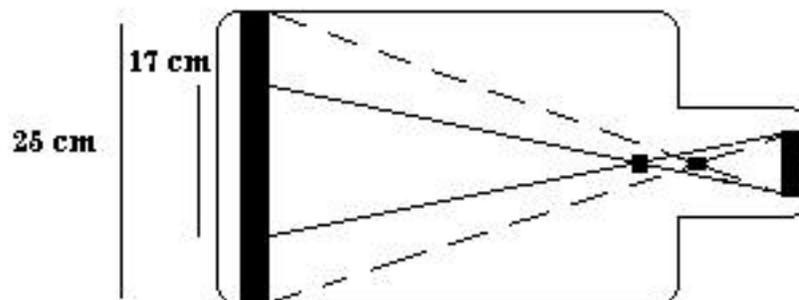


Imagen 3. Intensificador de doble foco 25/17

Fuente: <http://www.rxcuenca.com/tubo/trifo.JPG>

Son tubos de doble foco otrifocoson estándar en fluoroscopia digital. Se construyen en muchos tamaños, pero el que más se usa es el de 25 cm/17 cm (25/17).

Monitorización de la imagen fluoroscópica

Monitor de televisión.

Carcasa cilíndrica: 5 cm de diámetro, 25 cm de largo.

Contiene: el corazón de la cámara, el tubo de televisión.

Bobinas electromagnéticas que se utilizan para dirigir el haz de electrones dentro del tubo.

Existen varios tipos de cámara de televisión

- Vidicón.
- Plumbicón.

La superficie sensible de entrada.

Mismo tamaño que el elemento fosforescente de salida.

El tubo de la cámara de TV convierte la imagen luminosa en una señal eléctrica, y se envía al monitor.

Ventajas:

- Brillo y contraste se controlan de forma electrónica.
- Permite que muchos observadores vean la imagen simultáneamente.
- Posibilidad de conectar más monitores fuera del cuarto de examen para el servicio de otros observadores.
- Posibilidad de grabar las imágenes electrónicas en cinta o disco para visualiza-

ción y manipulación posteriores.

- El monitor de televisión es una parte fundamental del equipo de diagnóstico fluoroscópico.

Cámara de televisión.

Formada por:

- Carcasa cilíndrica: 15 cm de diámetro, 25 de largo.
- Tubo de televisión.
- Bobinas electromagnéticas que se utilizan para dirigir el haz de electrones dentro del tubo.
- Tipos: vidicón y el plumbicón.

La imagen

La imagen radiográfica es la sombra o conjunto de sombras que aparecen en un acetato o pantalla después de exponer una estructura a un haz de Rayos X.

Formación de la imagen y elementos que intervienen en ella

La imagen se obtiene al exponer la placa radiográfica en un chasis a una fuente de radiación de alta energía, comúnmente Rayos X ó radiación gamma procedente de un equipo adaptado con una fuente de (Iridio 192, Cobalto 60, Cesio 137, etc.). Al interponer un objeto entre la fuente de radiación y el receptor o chasis, las partes más densas al igual que las más blandas aparecen en tonos dentro de una escala de grises, en función inversa a la densidad del objeto. Por ejemplo, si la radiación incide en una densidad blanda se registra un tono negro, pero si la estructura es más densa tiene la tendencia de aclararse un poco a una tonalidad de gris hacia blanco.

La película radiográfica, tiene dos componentes básicos, que son la emulsión y la base, la emulsión es sensible a los Rayos X y a la luz visible, registra la imagen radiográfica. La base es un material plástico de soporte sobre el que se deposita la emulsión. Existen películas emulsionadas a doble cara y a una sola cara o mono emulsionados.

La película está compuesta de una superficie sensible a la luz y a los Rayos X (emulsión) extendida por una o por ambas caras de una lámina de acetato resistente.

La adherencia completa entre las capas de emulsión y el soporte se logra mediante un tratamiento químico llamado sustrato.

Las superficies emulsionadas son conservadas por una pequeña y delgada capa de gelatina, que permite que estas sean más resistentes a las abrasiones (rayones y peladuras), y daños inevitables durante el proceso de la manipulación la película.

La emulsión: es la parte de la película que detecta e incide la luz y los rayos X. Está formada por una fina capa con micro-cristales de halogenuros (cloruro, bromuro e yoduro) de plata inmersos en una base de gelatina. La mezcla se encuentra extendida en capas sobre el acetato y su espesor es de 4 micras aproximadamente.

El soporte: es el sostén o acetato sobre el que se extienden las diferentes capas fotosensibles, es de poliéster en su mayoría de veces.

La gelatina: es una proteína tratada y extraída de las pieles y huesos de animales sacrificados en un matadero. Cuando entra en contacto con agua, está la absorbe, se hincha y al elevar la temperatura por encima

de los 35 °C forma una emulsión coloidal.

En este punto se disuelven bromuro e yoduro amónico o potásico. A esta solución de halogenuros disueltos en gelatina se le agrega nitrato de plata que reacciona con los halogenuros formando el micro-cristal insoluble y disperso en la masa de gelatina, y esto constituye la emulsión sensible.

La imagen pasa por dos fases antes de ser una imagen visible:

- La imagen latente.
- La imagen real.

Cuando el haz de Rayos X o fotones sale de una fuente de radiación, e impacta la película que está dentro del chasis, produce automáticamente cambios químicos en los cristales inmersos en la emulsión de la película. Estos cristales de bromuro de plata químicamente alterados constituyen la imagen latente (invisible) de la película.

El proceso de revelado transforma esta imagen latente en imagen real o visible.

Para obtener la imagen visible o definitiva hay que someter la película radiográfica a un proceso de revelado y luego al de fijado. En el revelador se puede transformar los cristales irradiados en plata metálica dividida en partículas finas de color negro. Los cristales no irradiados no sufren ninguna transformación o modificación en este paso. Esta selectividad en la transformación de los cristales irradiados y pasividad de los no irradiados es fundamental en el proceso y se logra gracias a la combinación de la película con el revelador

Calidad radiográfica

Este término se refiere a la fidelidad con la que aparecen en las radiografías las estructuras anatómicas, los factores que en conjunto determinan la calidad de la imagen radiográfica son:

Densidad radiográfica: determina la cantidad de rayos que compacta y da un tono más oscuro mientras más rayos recibe, si se aumenta, aumentara la densidad.

Contraste: es la opacidad de rayos en la estructura que se desea obtener, una radiografía con un kilovoltaje bajo tendrá un contraste alto.

Nitidez: da la claridad en los bordes de las estructuras anatómicas y lo contrario es la borrosidad que viene caracterizada por los bordes no claros.

Obtención de imágenes de calidad

■ El diagnóstico eficiente requiere:

- Ruido aceptable.
- Buen contraste en la imagen.
- Resolución espacial suficiente.

■ Estos factores van ligados.

■ La medida "objetiva" de la calidad es difícil.

Factores que afectan a la calidad de imagen



Figura 1
Fuente: Propia.

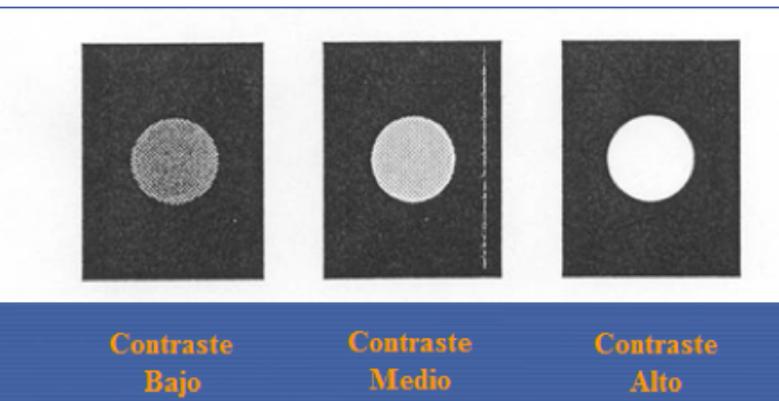


Imagen 4
Fuente: Propia.

El contraste en la imagen se refiere a la diferencia fraccional en densidad óptica del brillo entre dos regiones de una imagen.

Algunos factores que afectan al contraste

Contraste en el objeto o radiográfico

- Espesor de tejidos.
- Densidad de tejidos.
- Densidad electrónica en los tejidos.
- Número atómico efectivo Z.
- Energía de los Rayos X en kV.
- Espectro de Rayos X (filtro de Al).
- Rechazo de radiación dispersa.
 - Colimador.
 - Rejilla.

Contraste en la imagen

- Contrasteradiográfico más.
- Características de la película.
- Características de la pantalla de refuerzo.

Factores de técnica

- El valor del voltaje de pico influye en la

dureza del haz (calidad del haz).

- Tiene que relacionarse con la cuestión médica.
 - ¿Cuál es la estructura anatómica a investigar?
 - ¿cuál es el nivel de contraste necesario?
 - Para una exploración de tórax: 130 - 150 kV son adecuados para visualizar la estructura pulmonar.
 - Pero solo son necesarios 65 kV para ver la estructura ósea.
- A más alta energía, mayor poder de penetración de los Rayos X.
- A niveles de energía muy altos, la diferencia entre hueso y tejido blando disminuye y ambos llegan a ser igual de transparentes.
- El contraste de la imagen puede realizarse eligiendo un kVp menor para aumentar las interacciones fotoeléctricas.
- Se requiere un mayor kVp cuando el contraste es alto (tórax).

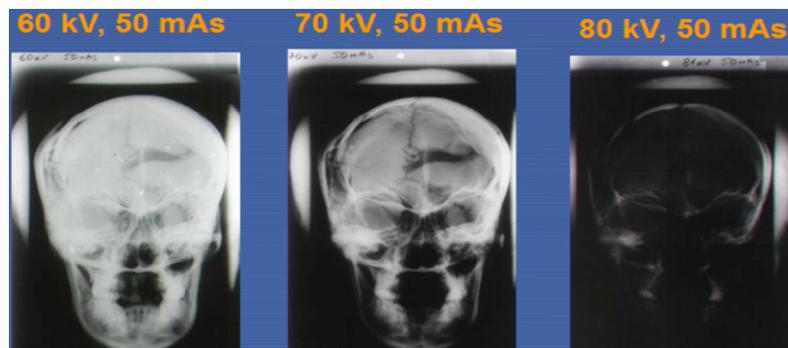


Imagen 5. Penetración de los Rayos X en tejidos humanos
Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/108imagequality-1223413265054288-8/95/108-image-quality-17-728.jpg?cb=1223388094>

Factores de técnica

- Los mAs controlan la cantidad de Rayos X (intensidad o número de Rayos X).
- La intensidad de Rayos X es proporcional a los mAs.
- La sobre o la subexposición pueden controlarse ajustando los mAs.
- Si la placa está demasiado “clara”, el aumento de los mAs conlleva un aumento de la intensidad y de la densidad óptica.

Contraste del receptor

- La película como receptor juega un papel importante en alterar el contraste de la imagen.
- Hay películas de altos contraste y sensibilidad.
- La curva característica de la película describe las propiedades intrínsecas del receptor (base + velo, sensibilidad, gradiente medio, máxima densidad óptica).
- Nota: el procesamiento de la película tiene un pronunciado efecto sobre el velo y el contraste.

Monitor de video

- El monitor de video se usa normalmente en fluoroscopia y en imagen digital.
 - La presentación en el monitor añade flexibilidad para elegir contraste en la imagen.
 - El rango dinámico del monitor es limitado (limitación para presentar un margen amplio de exposiciones).
- Se consigue una mayor flexibilidad para presentar una imagen contrastada ajustando la ventana de niveles de gris de la imagen digital.

Agentes de contraste

- La naturaleza ha dotado de contraste limitado al cuerpo.
- Se emplean frecuentemente agentes de contraste producidos por el hombre para conseguirlo cuando el contraste natural es pobre (yodo, bario).
- Se trata de conseguir señales diferentes de los tejidos adyacentes y hacer visibles órganos transparentes a los Rayos X.
- Borrosidad o falta de agudeza, los contornos de un órgano o lesión podrían ser muy definidos y, sin embargo, la imagen poseer falta de agudeza.
- Existen diferentes factores que podrían ser responsables de la falta de “nitidez” o borrosidad.
- Al ver la imagen, el radiólogo podría opinar que esta carece de “detalle” o de “resolución” (reacción subjetiva del observador al grado de agudeza presente en la imagen).

Resolución

- Es la menor distancia a la que dos objetos pueden separarse para que aún parezcan distintos.
- Ejemplos de límites.
 - Pantalla de refuerzo - película: 0.01 mm.
 - TC: 0.5 mm.
- Otra definición: función de “punto extendido”.
 - Característica de un objeto “puntual”.
 - Se espera que un objeto puntual sea un punto en la imagen.
 - Borrosidad debida a imperfecciones del sistema de imagen.

Medida: anchura a mitad de altura FWHM.

Factores que afectan a la agudeza de la imagen



Figura 2. Factores que afectan la agudeza de la imagen
Fuente: Propia.

Borrosidad geométrica

- Si la mancha focal es infinitesimalmente pequeña, la borrosidad se minimiza por la pequeña pérdida de agudeza geométrica.
- A medida que la mancha focal crece, crece la borrosidad en la imagen.



Imagen 6. Borrosidad geométrica

Fuente: <http://es.slideshare.net/lidgor/108-image-quality-presentation>

- Otra causa de borrosidad geométrica es la distancia desde el objeto al receptor.
- Se pierde agudeza (aumenta la borrosidad) alejando el receptor del objeto.
- Nota: cuanto menor es el tamaño del foco y más cerca está el objeto y la película (o receptor), mejor es la calidad de imagen como resultado de la reducción en borrosidad geométrica.

Borrosidad (falta de agudeza) en el objeto

- No todas las estructuras en el cuerpo poseen contornos bien definidos (la superposición está esencialmente presente en casi todas las situaciones).
- Los órganos no tienen contornos cuadrados o rectangulares.
- La fidelidad para que los detalles del objeto se trasladen a la imagen es un requisito esencial de cualquier sistema de imagen.
- La ausencia de agudeza en el objeto se refleja en la imagen.

Falta de agudeza debida a movimiento

- Común y comprensible borrosidad en imagen médica.
- Movimiento del paciente:
 - Niño no colaborador.
 - Contracción o relajación de un órgano.
 - Movimiento cardíaco, respiración, etc.
- El movimiento voluntario puede controlarse manteniendo un corto tiempo de exploración y pidiendo al paciente que permanezca quieto durante el examen.
- Se consiguen tiempos de exposición más

cortos usando pantallas de refuerzo rápidas.

- N.B: pantallas más rápidas producen pérdida de detalles (agudeza del receptor).
- Además, el uso de un tiempo de exposición más corto tiene que compensarse con un aumento de los mA para conseguir una buena imagen.
- Ello implica a menudo usar el foco grueso (mancha focal grande) (agudeza geométrica).

Falta de agudeza del receptor

- La pantalla intensificadora en radiografía tiene un tamaño de cristal mayor que el de la emulsión de la película.
- Una imagen obtenida sin la pantalla será más nítida que la obtenida con ella, **pero ésta última** requerirá mucha más dosis.
- El espesor de la pantalla produce también degradación de la agudeza.
- En imagen digital, la imagen presentada en una matriz mayor con menor tamaño de pixel tiene mayor claridad.

Distorsión y artefactos

- Magnificación desigual de distintas estructuras anatómicas.
- Incapacidad de dar una impresión exacta del tamaño real, forma y posiciones relativas.
- Artefacto de reja (reja visualizada en la película).
- Punto luminoso que asemeja microcalcificaciones (polvo en la pantalla).
- Mal contacto pantalla-película, mala colocación del paciente (mama).

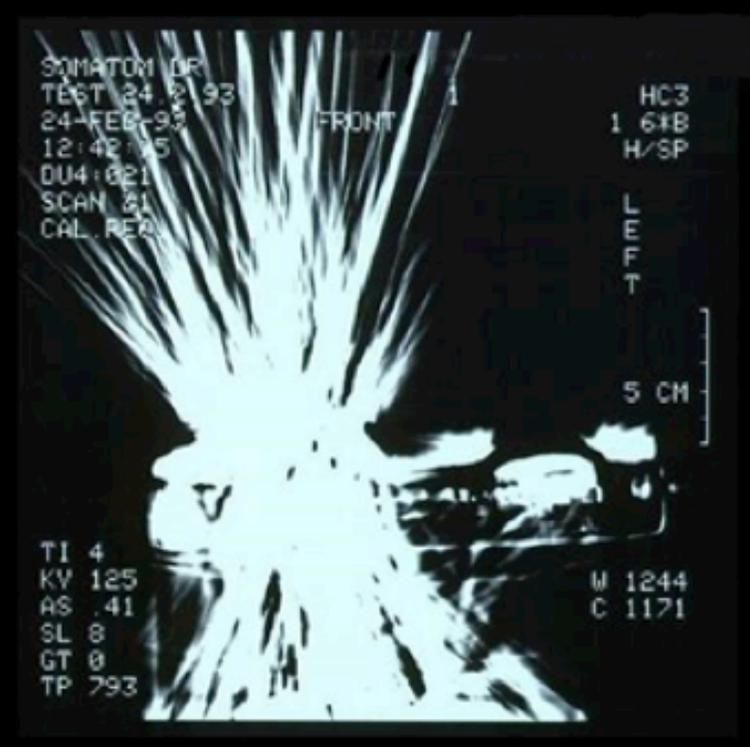


Imagen 7

Fuente: <http://es.slideshare.net/sergioleon91/borrosidad-expocision-2>

Ruido

- Se define como la incertidumbre o imprecisión en el registro de una señal.
- Pintura impresionista: la precisión del objeto aumenta con el número de trazos.
- Imagen mediante Rayos X: cuando se registra con bajo número de fotones X tiene un alto grado de incertidumbre, luego más fotones dan menos ruido.
- Otras fuentes de ruido:
 - Grano en la película radiográfica.
 - Grano grande en las pantallas de refuerzo.
 - Ruido electrónico del amplificador o del detector.

Ruido en la película

El ruido se caracteriza por la desviación estándar (s) de las medidas de densidad óptica en cualquier región uniforme de la película.

Ruido en la imagen

- La información no útil es ruido.
- La "nieve" en la imagen de un televisor,

las manchas en una imagen ultrasónica son ejemplos de ruido.

- El ruido interfiere con la visualización de las características de la imagen útiles para el diagnóstico.
- Diferentes componentes de ruido:
 - Ruido por radiación (efecto tacón).
 - Ruido estructural (dispersión Compton).
 - Ruido en el receptor (respuesta no uniforme a un haz uniforme de Rayos X).
 - Moteado cuántico (flujo de fotones bajo).

En conclusión, técnicas diferentes y factores físicos pueden influir en la calidad de imagen, perjudicando la capacidad de detección de las estructuras anatómicas útiles para el diagnóstico (aumentando la pérdida de agudeza de la imagen).

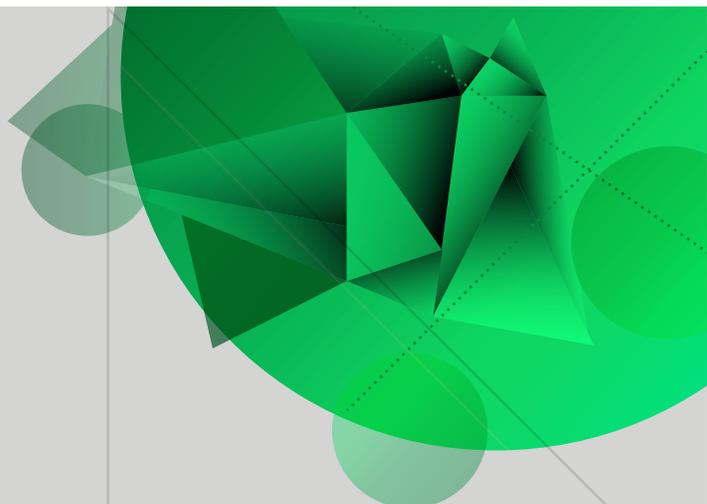
Ciertos factores dependen del receptor, otros están más relacionados con la técnica radiográfica.

3

Unidad 3

Interacción y descripción de los diferentes elementos:

Equipo – Filtros
– Rejillas – Chasis –
Pantalla - Película



Introducción a la radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez

Introducción

Los fotones de los Rayos X son los responsables de la densidad, del contraste y de la resolución de una radiografía ya que pasan a través del paciente; cuando estos salen del paciente y llegan a la película se conocen como Rayos X remanentes.

De la adecuada y correcta colimación del haz de Rayos X se puede reducir la dosis de radiación absorbida por el paciente ya que se disminuye el volumen de tejido irradiado, además de mejorar el contraste de la imagen obtenida.

Los factores que aumentan la radiación dispersa en un estudio radiológico son:

- El tamaño de la estructura.
- El grosor del paciente.
- La cantidad de kilovoltaje y miliamperaje que utilizamos a la hora de la exposición, por eso se debe bajar la dosis de radiación utilizando dispositivos como: rejillas – colimadores - filtros - pantallas y las películas.

La unidad se desarrolla con una metodología didáctica para comprender los diferentes temas expuestos. Usted puede encontrar diferentes enlaces de videos para ampliar la información, así como desarrollar diferentes actividades lúdico académicas con el fin de reforzar lo aprendido.

Filtros

A la salida del tubo de Rayos X se agrega un material de filtrado para que el haz de Rayos X sea el más apropiado para irradiar cada uno de los tejidos y órganos a estudiar. Los materiales más usados son Molibdeno y Aluminio.

La elección de una combinación ánodo-filtro en los equipos que lo permiten es fundamental para bajar las dosis de radiación y obtener mejores imágenes.

Rejilla

Es un dispositivo que se sitúa sobre el receptor de la imagen para reducir la radiación dispersa. Está formado por un conjunto de láminas delgadas de material de alto número atómico separadas por un material que es relativamente transparente al haz de radiación.

La filtración se realiza mediante el movimiento lateral repetido de la rejilla que es de plomo en una base de aluminio, durante la exposición.

Funcionamiento de la rejilla o Bucky mural



Imagen 1

Fuente: <https://es.slideshare.net/Melissandre/equipos-de-radiologa>

Existen dos maneras de reducir la cantidad de radiación dispersa en el haz remanente:

La primera consiste en proporcionar un tratamiento especial a la película, de forma que no le afecte la radiación dispersa.

Los Rayos X de la radiación dispersa tienen menos energía que los del haz primario, pero la película radiográfica es igualmente sensible a ambos por lo que el uso de pantallas intensificadoras en combinación con la película radiográfica aumenta el contraste de la imagen ya que absorbe más el haz primario que la radiación dispersa.

La segunda consiste en reducir la cantidad de radiación dispersa que llega a la película; dado que la radiación dispersa tiene menos energía que los rayos del haz primario, un filtro de diseño especial, sería más efectivo para disminuirla.

El mejor dispositivo para reducir la radiación dispersa es la rejilla que está diseñada para transmitir solo los Rayos X propagados en línea recta desde la fuente al receptor de imagen.

Los Rayos X transmitidos en dirección oblicua forman un ángulo con respecto a la rejilla son absorbidos por la misma (la radiación dispersa fue descubierta en 1913 por Gustavo Bucky).

Tipos de rejillas

Rejilla lineal: es el tipo de rejilla más sencilla y tal vez el más utilizado, las tiras de plomo son paralelas.

Rejilla cruzada: se inventaron para solucionar el problema de las rejillas lineales que solo eliminan la radiación en una sola dirección. Se fabrican superponiendo dos rejillas

lineales de forma que las tiras sean perpendiculares.

Rejilla enfocada: las tiras de plomo están inclinadas de forma que quedan sobre los radios de un círculo imaginario.

Rejillas móviles: son las que se mueven durante la radiografía, van colocadas en un dispositivo que permiten un movimiento simple, recíproco u oscilante.

Ventajas de la combinación

Película - pantalla sobre las técnicas de exposición directa.

Aumenta:

- Flexibilidad en la selección del Kv.
- Ajuste del contraste radiográfico.
- Resolución espacial usando puntos focales de menor tamaño.
- Vida del tubo de Rayos X.

Disminuyen:

- Dosis en el paciente.
- Exposición ocupacional.
- Tiempo de exposición de Rayos X.
- Tamaño del punto focal posible.

El chasis:

El chasis radiográfico es una estructura rígida, con forma de caja plana, en cuyo interior se coloca la película radiográfica y las pantallas de refuerzo para registrar la imagen; cumplen tres propósitos fundamentales:

- Protegen de la luz la película radiográfica para que no se vea.
- Protegen y conservan las pantallas de refuerzo de posibles daños externos, como arañazos, ralladuras y otros.

- Procuran un perfecto contacto entre la película y las pantallas (evitan posibles zonas de borrosidad).

Para identificar la izquierda o derecha del paciente, se debe arcar el lado frontal del chasis con letras de plomo, teniendo en cuenta la ventana de marcación que traen ya algunos de estos.

Partes de un chasis

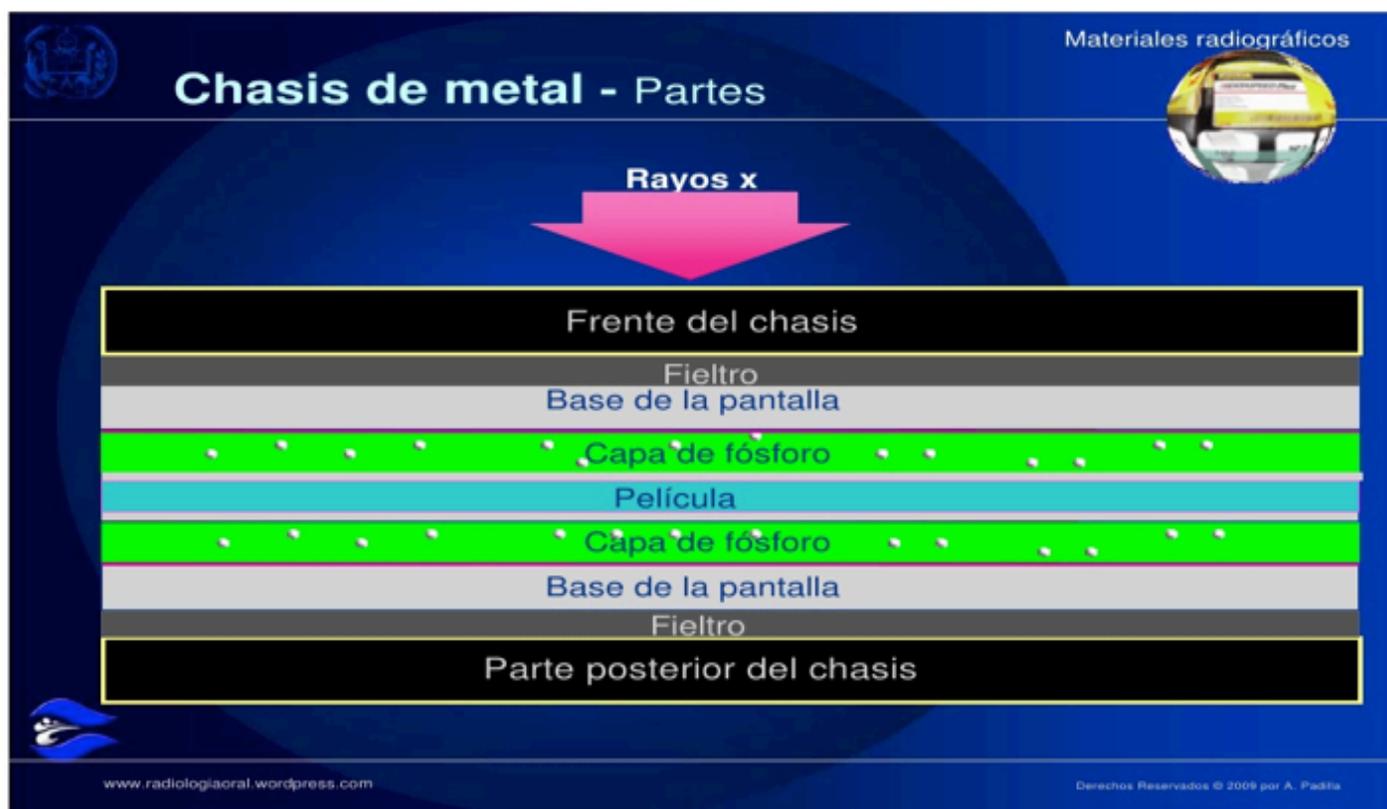


Imagen 2

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/materialesradiograficos-091017155511-phpapp02/95/materiales-radiograficos-76-728.jpg?cb=1328379534>

El chasis convencional está formado por dos caras: una anterior y otra posterior que están unidas por una bisagra y un sistema de cierre, gracias al cual el sistema chasis/película resulta completamente impenetrable a la luz.

Cara anterior: se coloca siempre frente al haz de radiación, está fabricada de aluminio (antiguos) o de materiales plásticos (fibra de vidrio o de carbono) el material utilizado, ha de ser radiotransparente para no interferir en la información aportada por el haz incidente.

Cara posterior: lleva un recubrimiento interno de plomo, para absorber la radiación residual que haya sido capaz de atravesar la película. Tanto una cara como otra llevan en su interior una capa de filtro, goma, espuma u otros materiales similares, en ellos se montan las pantallas intensificadoras con la finalidad asegurar un íntimo contacto entre la pantalla y la película con el paso del tiempo tiende a carbonizarse por el efecto de la radiación, desprende un fino polvillo negro que puede producir alteraciones en la imagen radiográfica. El cristal luminiscente (pantallas) puede quedar obstruido y aparecerán puntos blancos en la película.

Los chasis utilizados en los sistemas de revelado luz/día tienen una ranura a través de la cual la procesadora realizará la descarga de la película impresionada para posteriormente, cargarlo con una película virgen, dejándolo disponible para una nueva exposición.

Tipos de chasis

Chasis con exposímetros automáticos: el exposímetro se encuentra situado tras la bandeja porta chasis. Estos chasis no tienen capa de plomo en cara posterior.

Chasis curvos y chasis flexibles: han encontrado sus principales aplicaciones en la ortopantomografía.

Chasis con rejilla incorporada: la rejilla

se sitúa entre la cara anterior y la pantalla de refuerzo. De gran utilidad (cuando no es posible utilizar rejilla móvil), en radiografías hechas con equipos portátiles.

Chasis sin pantallas: para películas emulsionadas por una sola cara, como es el caso de las mamografías. En los últimos años se han desarrollado unas pantallas de grano ultra fino que permiten obtener imágenes de una gran definición.

Cuidados de los chasis

Los chasis radiográficos tienen un costo económico elevado para cualquier departamento de diagnóstico por imagen pero con un cuidado adecuado tendrán una larga vida de uso es precisamente por eso que debemos evitar Golpes Veladuras, Repararlo o incluso sustituirlo por uno nuevo. Se debe siempre realizar una limpieza externa del chasis, con productos desinfectantes y en su estructura interna con jabones suaves especiales para la limpieza de pantallas.



Imagen 3. Chasis abierto (En blanco la pantalla reforzadora)
Fuente: <http://static.plenummedia.com/36002/images/20111031215413-chasis-curis-ortho-parte-delantera-web.jpg?d=500x0>

Tamaños de chasis



Imagen 4

Fuente: <http://static.plenummedia.com/36002/images/20111031215413-chasis-curis-ortho-parte-delantera-web.jpg?d=500x0>

Se emplean diferentes tamaños según la dimensión de la zona anatómica que se vaya a examinar; los más utilizados son:

18 X 24 cm.

8 x 10, pulgadas.

10 x 12, pulgadas.

11 x 14, pulgadas.

14 x 14, pulgadas.

14 x 17 pulgadas.

Combinación de diferentes elementos para obtener la imagen

Se recomienda usar una combinación pantalla-película que sea compatible con el tipo

de imagen para garantizar la dosis más baja al paciente.

Debido a errores humanos, no se recomienda usar en la misma sala combinaciones pantalla-película de diferente clase de sensibilidad. Una excepción es el caso en que cada combinación tiene diferente tamaño de película y la selección de la técnica radiográfica se realiza manualmente.

El uso de chasis, soportes de rejilla y mesas fabricadas de material de fibra de carbono produce reducciones importantes de dosis al paciente.

Debe evitarse el uso de pantallas de refuerzo que hubieran sido sometidas a maltratos o algún tipo de ralladura por arañazos, o algunos chasis que no proveen un contacto correcto entre pantalla y película.

La mala selección o la selección inapropiada de los diferentes parámetros del control automático de exposición podrían llevar a imágenes contrastadas (demasiado claras o por el contrario demasiado oscuras).

El uso del control automático de exposición debe ser muy bien verificado siempre, en particular cuando se cambia la sensibilidad de la combinación pantalla-película.

Un manejo correcto del control automático de exposición requiere que cada proyección se seleccione la cámara o detector más próximo al área de interés, para que esa área esté bien contrastada y con buena definición.

En procesadoras o máquinas de revelado automáticas o manuales, es esencial cambiar los productos químicos de acuerdo a las indicaciones dadas por el fabricante, respecto del plazo de caducidad y del número de placas radiográficas procesadas.

Al cambiar a un tipo de película más sensible que el anteriormente utilizado, podría ser aconsejable reducir la potencia de la luz de seguridad (o cambiar los filtros) en la cámara oscura.

Es muy importante tener los equipos de negatoscopios en áreas con suficiente luz ambiental, brillo suficiente y uniformidad sobre la superficie, fuentes de luz complementarias de alta intensidad. Por tanto, la limpieza periódica de las superficies interna y externa y la sustitución de los tubos fluorescentes es esencial.

Es conveniente que el área iluminada coincida con el tamaño de la placa, por ello se recomiendan los negatoscopios diafrágmales.

Con cualquier equipo (controlado manual o automáticamente), es importante conocer qué conjunto de parámetros (la técnica) van a ser seleccionados para obtener una buena imagen.

Cuando se van a introducir cambios en cualquier elemento de la cadena de imagen (generador o tubo, así como otros dispositivos accesorios tales como el tipo de película, el chasis, la pantalla intensificadora), debe realizarse una actualización de los parámetros técnicos.

Se aconseja usar el mayor kv y el menor mAs compatible con la imagen que se espera obtener. Por tanto, la optimización será encontrar el balance adecuado entre contraste y dosis.

Se debe seleccionar el tiempo de exposición más corto, especialmente cuando se van a explorar pacientes no cooperadores (tiempos más cortos suponen reducir la borrosidad cinética).

El receptor de imagen

Analógico

- Películas radiográficas sin pantallas: son películas de exposición directa sensibles a los Rayos X y son usadas intraoralmente.
- Películas radiográficas con pantallas: (requieren de chasis y pantalla intensificadora), son más sensibles a la luz, usadas con chasis, con pantalla intensificadora, y usadas extraoralmente.

La ventaja de las películas radiográficas usadas con pantallas, es que responden a una exposición más corta a los Rayos X, permitiendo una dosis de radiación más baja para

el paciente. Sin embargo el costo de esta ventaja es la disminución en la imagen.

Digital

Técnicas que se utilizan para obtener imágenes radiológicas escaneadas en formato digital partiendo de la película tradicional (analógica). Por escaneo de una placa foto estimulable de fósforo reutilizable que se graba con la imagen de la radiografía. Este sistema recibe el nombre de CR.

En comparación de la radiología convencional, con la radiología digital permite:

- Eliminar los suministros y productos químicos.
- Obtener una mejor calidad de imagen.
- Facilitar el acceso a más información debido a una mejor resolución de contraste.
- Almacenar y enviar información a través de medios digitales.

Composición de las películas radiográficas

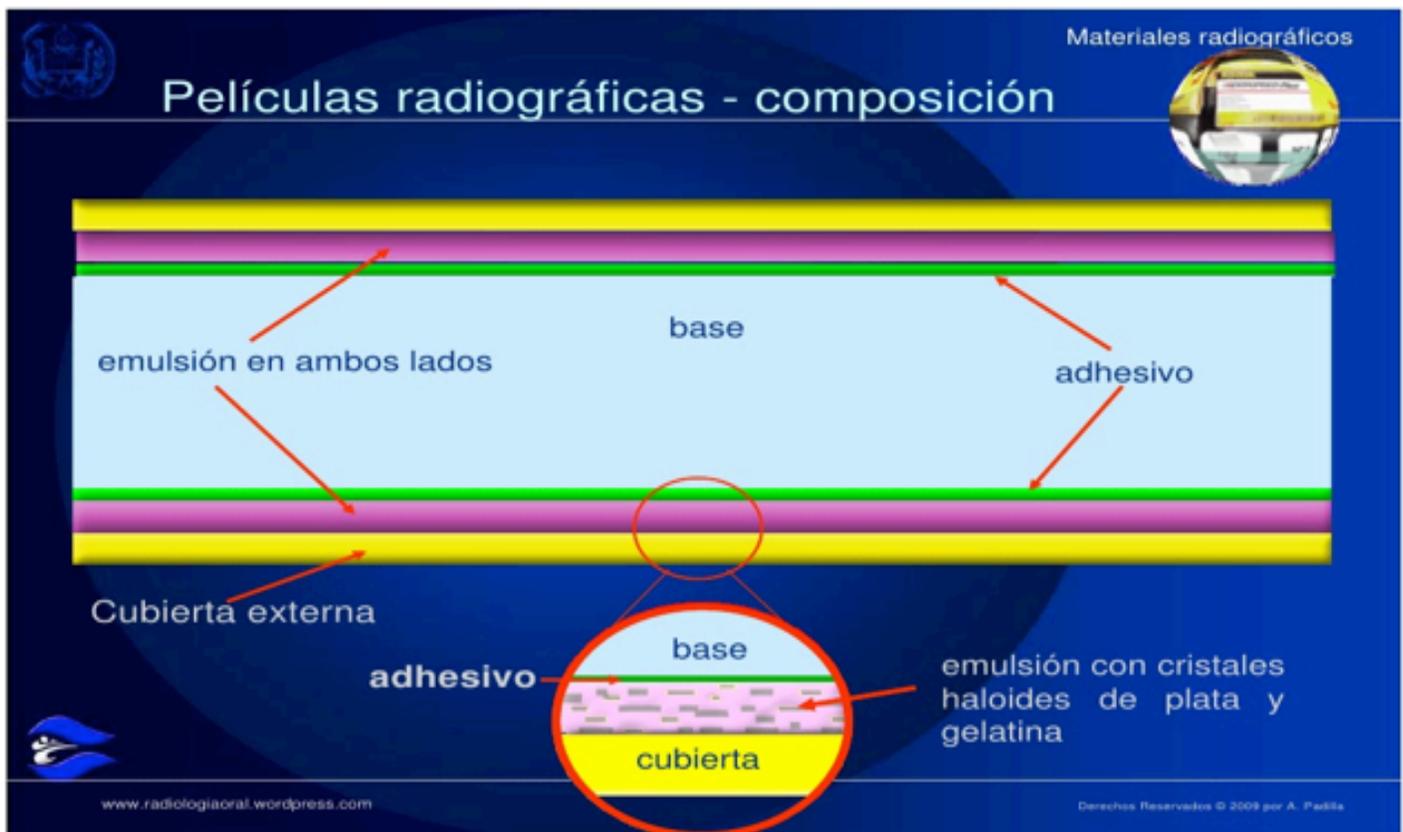


Imagen 5. Composición de las películas radiográficas

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/materialesradiograficos-091017155511-phpapp02/95/materiales-radiograficos-46-728.jpg?cb=1328379534>

La emulsión se fija a la base con una capa muy fina de adhesivo (líneas verdes).

La base tiene un tinte azulado que hace la visualización de las películas más fácil.

La emulsión se cubre con una capa delgada de gelatina, que ayuda a proteger la película del daño, de la manipulación, de los químicos y procesamiento.

Velocidad de la película radiográfica

Representa la cantidad de radiación requerida para producir una radiografía con una densidad radiográfica aceptable.

La velocidad de la película será mayor si los cristales haloideos de plata son grandes, también si el grosor de la emulsión es mayor y si la emulsión está en ambos lados de la base.

La velocidad de la película significa cuanto tiempo de exposición es requerido para producir una imagen con una densidad adecuada.

La película rápida requiere menos radiación, y la película responde más rápidamente porque los cristales haloideos de plata en la emulsión son grandes.

Pantalla intensificadora

La pantalla intensificadora está cubierta con un material llamado fósforo que emite luz cuando interacciona con los Rayos X.

Su función es aumentar el efecto de la radiación, permitiendo disminuir el tiempo de exposición que se necesita.

La película dentro del chasis se intercala entre las pantallas intensificadoras y es afectada por la luz producida por el fósforo y los

Rayos X. La función de las pantallas intensificadoras es convertir la energía de los Rayos X en energía lumínica (fluorescencia), luego la luz expone la película radiográfica.

La combinación película-pantalla usa 30-60 veces menos radiación que la exposición directa a la película sin pantalla.

La pantalla intensificadora dentro del chasis aumenta el efecto de la radiación disminuyendo el tiempo de exposición.

Está compuesta por un material de fósforo que emite luz cuando es golpeado por los fotones de Rayos X.

Composición de las pantallas intensificadoras

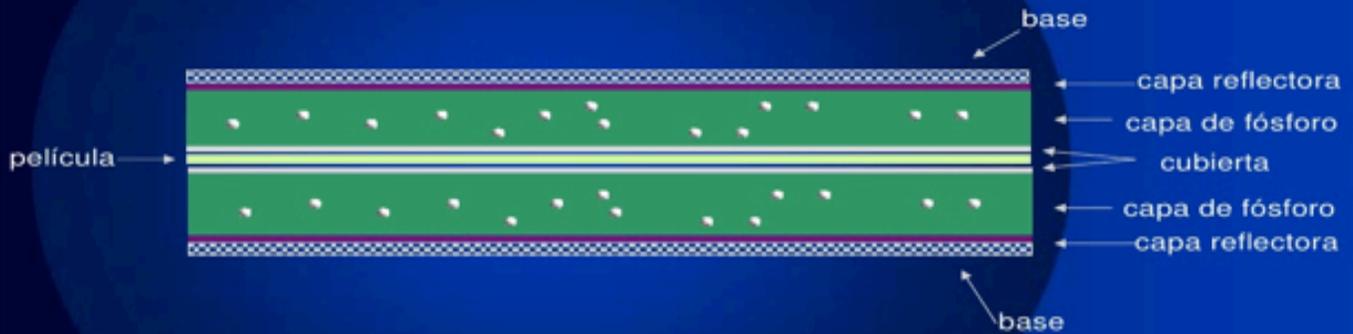
Base: soporte plástico.

Capa reflectora: refleja la luz de regreso a la película.

Capa de fósforo: elementos de tierras raras.

Cubierta protectora: plástico.

Composición de las pantalla intensificadoras



www.radiologiaoral.wordpress.com

Derechos Reservados © 2009 por A. Padilla

Imagen 6

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/materialesradiograficos-091017155511-phpapp02/95/materiales-radiograficos-83-728.jpg?cb=1328379534>

Los principales materiales que se utilizan en las pantallas intensificadoras son:

- Tungsteno de calcio (CaWO_4).
- Fósforos de tierras raras, incluyendo gadolinio y lantano.
- Itrio: un fósforo de tierra no rara pero que tiene características similares.

Tipos de películas de pantallas

Se deben utilizar películas radiográficas sensibles a la luz de las pantallas intensificadoras.

Sensibles al verde: este tipo de películas es usada con chasis que tengan pantallas intensificadoras de tierras raras.

Sensibles al azul: este tipo de películas es usada con chasis que tengan pantallas intensificadoras de tungsteno de calcio.

3

Unidad 3

Procedimiento
portátil e
intraquirúrgico



Introducción a la radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez

Introducción

En esta unidad usted encontrará los conceptos necesarios para comprender el mundo de la Radiología, sus orígenes, técnicas y efectos sobre la materia viva, así como las últimas generaciones de los equipos de diagnóstico radiológico.

La unidad se desarrolla con una metodología didáctica para poder comprender los diferentes temas expuestos. Se puede encontrar diferentes enlaces de videos para ampliar la información, así como desarrollar diferentes actividades lúdico académicas con el fin de reforzar lo aprendido.

Tanto en las salas de cirugía como en las unidades de cuidado intensivo se debe contar con un equipo de Rayos X portátil. El personal (el tecnólogo) que opera el equipo en las unidades de cuidado intensivo y/o salas de cirugía, debe tener especial entrenamiento en la toma de estudios radiográficos portátiles, ya que se hace dispendioso e innecesario la repetición de imágenes.

En las salas de cirugía y en UCIS (Unidades de Cuidado Intensivo) debe estar indicado el procedimiento a seguir para la toma de estudios radiológicos con el fin de evitar contaminaciones tanto del equipo como del paciente que genere contratiempos en el proceso.

Al realizar estudios radiológicos portátiles, ya sea en cirugía o en UCIS, el tecnólogo debe usar indumentaria apropiada, como bata quirúrgica, gorro, tapabocas, guantes de lates y los elementos de protección personal plomados.

Equipos de radiología especial

En radiología es importante realizar diferentes estudios y para ello es necesario el uso de diferentes dispositivos y equipos especiales para cada una de las técnicas. Entre los estudios que se practican y equipos utilizados a nivel diagnóstico están:

- Tomografía Axial Computarizada (TAC): también llamada escáner, y es la técnica mediante la cual se obtiene imágenes transversales de una estructura para ser manipuladas y crear otros planos como el coronal, oblicuo y sagital. Estos equipos permiten además crear imágenes tridimensionales.



Imagen 1. Imagen axial de una tomografía de cerebro

Fuente: <http://www.elbauradiologico.com/2012/04/deteccion-de-metastasis-encefalicas.html>

- Exámenes especiales: es la técnica de imagenología en la cual se usa medios de contraste la cual es una sustancia radiopaca susceptible a los Rayos X que permite ver estructuras normalmente no visibles. Existen varios tipos de contraste, los cuáles se clasifican dependiendo de su densidad atómica. Los átomos involucrados son el Yodo y el Bario.



Imagen 2. Esofagograma en vista frontal y lateral

Fuente: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56332012000100009



Imagen 3. Urografía con medio de contraste IV hidrosoluble, Proyección AP

Fuente: <http://radiologia-convencional.blogspot.com/2009/09/urograma-excretor.html>

Los compuestos yodados se usan en exploraciones venosas, arteriales, vías urinarias, ductos mamarios, glándulas salivales, entre otros.

Los contrastes baritados, se usan en exámenes gastrointestinales, como el colon por enema o las vías digestivas altas.

- **Fluoroscopia:** es una técnica diagnóstica en donde se obtiene imágenes en tiempo real de las estructuras a través de un fluoroscopio. Los avances tecnológicos nos han permitido que las pantallas de los fluoroscopios estén conectados a un

intensificador de imagen, cámaras de video lo que permite que las imágenes sean grabadas y reproducidas en un monitor. Sin embargo se debe prestar puntual atención en el tiempo durante el cual es irradiado el paciente, ya que por ser una técnica de imágenes en tiempo real, la dosis de radiación absorbida por el paciente aumenta.



Imagen 4. Imagen de fluoroscopia de un estudio de Vías biliares

Fuente: <http://www.endoskopischer-atlas.de/e76.htm>

- **Ultrasonido:** es una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del umbral de audición del oído humano (aproximadamente 20.000 Hz). Los ultrasonidos son utilizados habitualmente en medicina para (ecografía, fisioterapia, ultrasonoterapia) es utilizada también en aplicaciones industriales e ingeniería civil.
- **Imagen por resonancia magnética:** es una técnica no invasiva que utiliza el fenómeno del magnetismo para obtener

información sobre la estructura del cuerpo a analizar. Esta información es procesada por ordenadores y transformada en imágenes de lo que se ha analizado. Es utilizada principalmente en medicina para observar alteraciones en los tejidos y detectar patologías como cáncer entre otras. También es utilizada industrialmente para analizar la estructura de materiales tanto orgánicos como inorgánicos.

- **Medicina nuclear:** es una técnica de diagnóstico por imagen en la que se utilizan radiotrazadores o radiofármacos, que están formados por un fármaco transportador y un isótopo radiactivo. Estos radiofármacos se aplican dentro del organismo humano por vía intravenosa. Una vez que el radiofármaco está dentro del organismo, se distribuye por diversos órganos dependiendo del tipo de radiofármaco empleado y su transportador. La distribución del radiofármaco es detectado por un aparato detector de radiación llamado gamma cámara y almacenado digitalmente. Luego se procesa la información obteniendo ya sean imágenes de todo el cuerpo o del órgano en estudio. Estas imágenes son funcionales y moleculares, es decir, muestran como están funcionando los órganos y tejidos explorados o revelan alteraciones de los mismos a un nivel molecular.

- **Neurorradiología:** es una técnica de radiología especializada en el sistema nervioso, se enfoca en el diagnóstico y caracterización de anomalías del sistema nervioso central y periférico, médula espinal, cabeza y cuello. Se usan imágenes obtenidas en Tomografía Axial Computarizada (TAC), Resonancia Magnética Nuclear (RMN), radio-

grafía y ecografía, las dos últimas son más usadas en la población en pediatría. La angiografía se usa para el diagnóstico de anomalías vasculares del sistema nervioso.

- **Mamografía:** es una técnica especializada para analizar el tejido mamario, y se usa un equipo llamado mamógrafo.

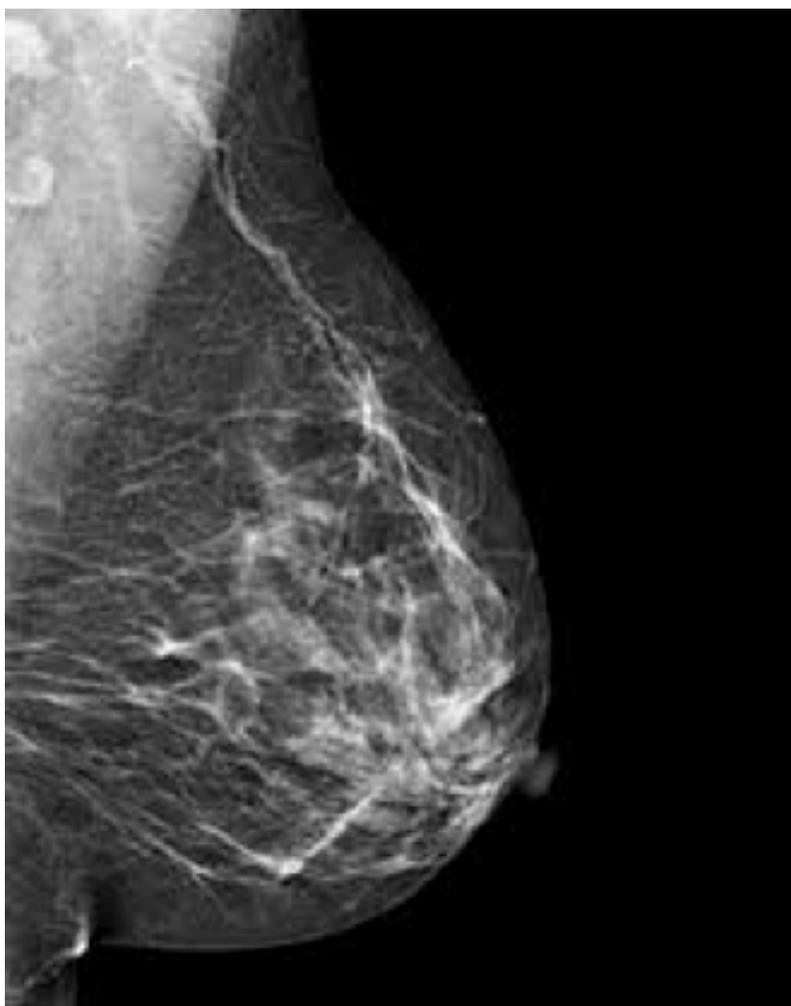


Imagen 5. Mamografía (proyección oblicua mediolateral izquierda)
Fuente: <http://patologia-humana.blogspot.com/>

Tomografía por emisión de positrones: es una técnica radiológica en la cual se utiliza una sustancia radiactiva llamada marcador para encontrar diversas patologías en la estructura a analizar. Esta técnica es capaz de mostrar cómo están funcionando los órganos y tejidos. Se conoce abreviadamente como TEP.

- Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) del cerebro.
- Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) de las mamas.
- Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) del corazón.
- Tomografía por Emisión de Positrones (TEP) de los pulmones.

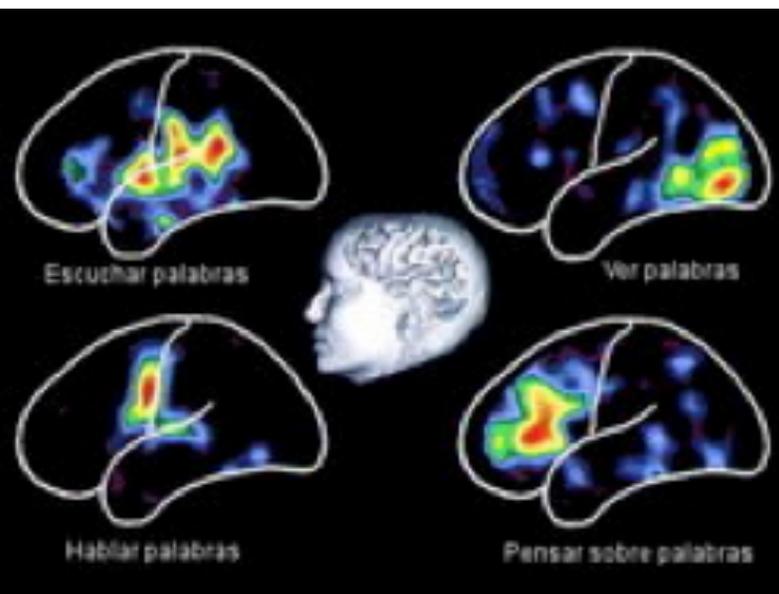


Imagen 6. Imágenes de un TEP cerebral.

Fuente: <http://www.tecnologiahechapalabra.com/salud/miscelanea/articulo.asp?i=1907>

Materiales y medios de contraste (positivo y negativo)

Los medios de contraste son sustancias químicas de moléculas complejas que inyecta-

das en el organismo aumenta la densidad de vasos y tejidos permitiendo que se realce las estructuras a evaluar. Son elementos que permiten rellenar un órgano para estudiarlo y diferenciarlo.

Los medios de contraste usados en radiología son yodados hidrosolubles, hechos a base de yodo, el realce que logran depende de la concentración de átomos de yodo que contienen, el anillo de benceno es la sustancia básica al que se adhieren los átomos de yodo. Para lograr una adecuada opacidad radiológica, es necesario la fijación de tres átomos en un monómero o seis e un dímero. Mediante la modificación de diferentes elementos estructurales unidos al benceno, se ha logrado mejorar progresivamente no solo sus características físicoquímicas, sino también las farmacológicas.

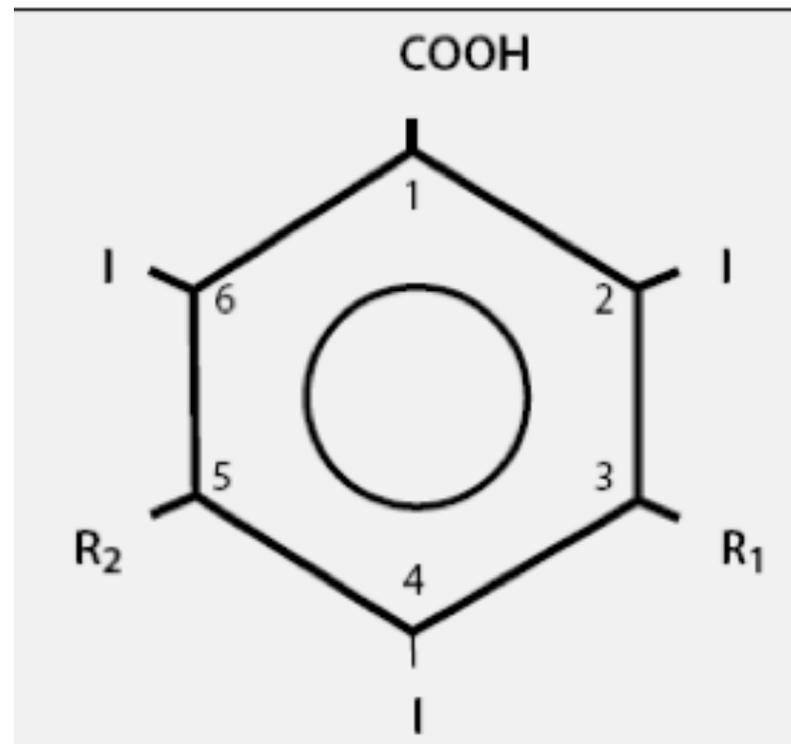


Imagen 7. Anillo de benceno. Ácido triyodobenzoico.

Fuente: <http://es.slideshare.net/precat2002/medios-de-contraste-12575574>

Clasificación

Los medios de contraste se clasifican en **Naturales** y **Artificiales**.

En los Naturales encontramos:

- Aire.
- Fosforo.
- Calcio.

Los Artificiales a su vez se subdividen en: **Negativos** y **Positivos**.

Los **Negativos** dan apariencia de transparencia a los órganos que rellenan siendo su poder de absorción menos elevado que el de órganos vecinos. Entre ellos tenemos:

El Aire que dura varios días su reabsorción.

El Oxígeno que dura de 5 a 6 horas su absorción.

El Anhídrido Carbónico que dura de 10 a 20 minutos su reabsorción.

Indicaciones

Se los utiliza para realizar el doble contraste en los órganos digestivos.

Los **Positivos** proporcionan una opacidad a los órganos que rellenan debido a que su peso específico es elevado como por ejemplo: sulfato de bario para el tubo digestivo.

En los MC positivos encontramos dos grupos: los **Baritados** y los **Iodados**.

Los MC positivos **Baritados** se caracterizan por no ser reabsorbibles sino que se eliminan. Son utilizados para los estudios del tubo digestivo.

Ejemplo de MC Baritados:

- Scheribar AD (lab. schering).
- Barigraf AD (lab. justesa imagen).
- Gastroparque "S" (lab. temi lostalo).
- Bariofarma (lab. derver farma).
- Los MC positivos Iodados se encuentran subdivididos en dos grupos: los Liposolubles y los Hidrosolubles.

Liposolubles

Son productos no reabsorbible o pocos reabsorbibles.

Ventajas y características:

- Gran opacidad.
- Son bastantes bien tolerados por los tejidos.

Desventajas:

- Presentan reabsorción lenta.
- Liberan yodo, provocando peligro de hipertiroidismo.
- No se mezclan con sustancias acuosas.
- Son irritantes por la mucosa.

Indicaciones:

- Histerosalpingografía (estudio para observar útero y trompas de Falopio).
- Sialografía (estudio de las glándulas salivales).

Hidrosolubles

Son productos reabsorbibles. Su elevada concentración proporciona una opacidad perfecta.

Son eliminados por el organismo directamente con el líquido a la cual son mezclados

como por ejemplo la orina, o son reabsorbidos y eliminados selectivamente a través de la secreción del hígado, opacificando las vías biliares o por los riñones opacificando las vías urinarias.

Existen tres clases de MC hidrosolubles:

- Iónicos.
- No iónicos.
- Iónicos de baja osmolaridad.

Ventajas y características:

- Reabsorbibles.
- Son muy solubles en agua a fin de poderse incorporar a todos los líquidos del organismo como por ejemplo la sangre.
- No son demasiado viscosos a excepción de los utilizados en la histerosalpingografía.
- No son tóxicos.
- Presentan una elevada opacidad.

La mayoría de estos productos son de componentes sódicos o de metilglucaminicos, o ambos a la vez.

Los que contienen sodios tienen menor tolerancia debido a su mayor toxicidad, pero son más fluidos y resulta más convenientes cuando la inyección debe hacerse rápidamente.

Los que contienen meglumina es más bien tolerados, tienen buena solubilidad. Ambos son de altas viscosidad especialmente a fuerte concentración.

Indicaciones

- Urogramas (descendente y ascendente). Angiografía.
- Cistografía.

- Histerosalpingografía.
- Examen de fistula.
- Arteriografía.
- Flebografía (estudios de venas).

Se los utiliza excepcionalmente en:

- Esófago.
- Estómago.
- Colon por enema.

Características de los MC iónicos de baja osmolaridad

- Inhiben la reacción plaquetaria y la formación de trombina y fibrina, factores que intervienen en el proceso de la coagulación por lo que produce un efecto anticoagulante comparado con lo no iónicos. Este fenómeno de la coagulación descrito se refiere a la permanencia de sangre en catéteres y jeringas.
- Preservar mejor la función cardiaca y renal.
- No alteran la membrana celular de los hematíes, preservando su función fisiológica.

Ejemplo: Hexabrix 320 (laboratorio Guerbert).

Características de los MC no iónicos

- No atraviesan la barrera hematoencefalica, por que no poseen osmolaridad.
- No presentan cargas eléctricas.

Las drogas son:

- Metizamina.
- Iodamidol.
- Obexol.

■ Iopramina.

■ Iolatan.

La buena asimilación de los MC no iónicos en comparación con los iónicos convencionales y los de baja osmolaridad se deben a las siguientes características:

- Son hidrofílicos.
- No poseen cargas eléctricas.
- No contienen cationes.
- Menor inhibición enzimática.
- Escaso efecto o nulo sobre las membranas biológicas.

Reacciones adversas a los medios de contraste yodados

Las reacciones adversas a los medios de contraste yodados (MCI) se presentan entre el 5 % y 8% de la población en general que asiste a un examen radiológico y se producen por diferentes mecanismos de gravedad variables.

Mecanismos fisiopatológicos

Por toxicidad directa o por hipersensibilidad, no obstante la patogénesis o mecanismo de acción involucrado es complejo y no totalmente conocido.

Reacciones tóxicas

Se producen por acción directa del MCI sobre células y tejidos, proteínas circulantes y sistemas enzimáticos. Los riñones, el sistema cardiovascular SCV y el sistema nervioso central SNC, son blancos característicos de este tipo de reacciones.

Riñones: deterioro de la función renal (nefropatía inducida por MCI).

SCV: taquicardia, hipertensión cronotropismo e inotropismo negativos, arritmias, paro cardíaco y trombosis venosa.

SNC: reacción vasovagal, cefalea, mareos, deterioro del sensorio, disminución de la visión y convulsiones.

Reacciones por hipersensibilidad

Están relacionadas con la liberación de histamina de los mastocitos y basófilos circulantes y con la activación o inhibición de sistemas como el de complemento, fibrinolítico, de coagulación, de quininas entre otros factores capaces de producir efectos anafilácticos. Su aparición y gravedad son independientes de la dosis de MCI.

Este tipo de reacciones son impredecibles y aún no está claro cuál es la capacidad predictiva positiva y negativa de las pruebas cutáneas para las reacciones adversas por hipersensibilidad a los MCI. Las pruebas cutáneas negativas no descartan la posibilidad de que el paciente pueda presentar una reacción adversa de cualquier magnitud al recibir un MCI.

Según la temporalidad las reacciones adversas pueden ser:

- Inmediatas.Tardías.
- Tardías.

Por la gravedad pueden ser:

- Moderadas.
- Graves.
- Fatales.

Otros medios de contraste son los baritados, que están hechos a base de Bario, estos son administrados vía oral o rectal y se usan para realzar las estructuras anatómicas

como los intestinos y el sistema digestivo.

Se debe tener precaución en la administración de estos medios de contraste, ya que si bien son seguros, algunos pacientes pueden ser alérgicos al Bario, o se pueden presentar complicaciones al momento de suministrarlo, sobre todo en casos específicos como:

Perforación intestinal.

Divertículos.

4

Unidad 4

Alta tecnología y
otras técnicas
radiológicas



Introducción a la radiología

Autor: Deisy Yanet Martínez Martínez

Introducción

En esta unidad empezamos a entender, comprender y estudiar las técnicas de alta tecnología en radiología. Veremos temas como radiología digital y TC (Tomografía Computarizada). Son técnicas radiológicas que utilizan como principio físico la radiaciones ionizantes pero los equipos utilizados son diferentes sobretodo más avanzados.

La unidad se desarrolla con una metodología didáctica para poder comprender los diferentes temas expuestos. Usted puede encontrar diferentes enlaces de videos para ampliar la información, así como desarrollar diferentes actividades lúdico académicas con el fin de reforzar lo aprendido.

Radiología digital

Es el sistema por el cual se pueden manipular imágenes en una pantalla variando sus contrastes disminuyendo las dosis de radiación. La radiología digital la podemos utilizar en diferentes modalidades ya sea en especie humana o veterinaria, odontología, pruebas no destructivas en radiología industrial.

Infraestructura

Para la radiología digital es necesario:

- Tubo de Rayos X.
- Chasis especiales.
- Estación de identificación.
- Digitalizador.
- Estación de procesado.
- Revelador.
- Servidor.



Imagen 1. Equipo de radiología digital
Fuente: http://santiago.all.biz/radiologa-digital-radrex-i-g41908#.VWKBGk9_Oko

Hemodinamia

Hace parte de la Cardiología se encarga del estudio anatómico y funcional del corazón mediante la introducción de catéteres finos a través de las arterias de la ingle o del brazo. Esta técnica conocida como cateterismo cardíaco (recuperado de <http://corazon-yaorta.com/wordpress/que-es-la-hemodinamia/>)



Imagen 2. Sala de hemodinamia

Fuente: <http://www.borgenmagazine.com/medical-equipment-developing-nations/>

Equipos de mamografía y odontología (máxilofacial)

Mamografía

La mamografía es una técnica de exploración diagnóstica de la mama donde utilizamos Rayos X con dosis bajas y con alta definición capaz de reconocer o explorar lesiones mínimas, se utiliza en hombres y mujeres para la detección temprana de ganglio o ca de mama, por lo general este examen se recomienda después de los 40 años q vez al año.

La toma consiste en cuatro imágenes, dos por cada mama: cráneo caudal derecha, cráneo caudal izquierda, medio lateral u

oblicua derecha y medio lateral y oblicua izquierda, también existen otras imágenes que son más especializadas y se reconocen como complementos o conos.



Imagen 3. Equipo de mamografía

Fuente: <http://www.rxdigitalus.com/mamografos-genoray.html>

Tomografía Axial Computada

La tomografía axial computarizada (TAC), o tomografía computarizada (TC), también se le conoce como escáner, es un examen donde utilizamos radiación para obtener cortes de partes anatómicas con la finalidad de dar un diagnóstico. En la tomografía en lugar de conseguir una imagen obtenemos varias imágenes o cortes al proyectar una fuente de Rayos X, los detectores de radiación giran alrededor del cuerpo. Las imágenes de obtienen mediante logaritmos de reconstrucción.

Composición del equipo

- Anillo tubo vs detectores (fijo al suelo) y abertura central redonda.

- Camilla eléctrica desplazable.
- Cabina o consola de comando con monitores de tv y sistema de cómputo.
- TAC, RMP, coronal, sangiral, 3D.
- Dinámicos, radiografía digital.
- Abanico de radiación y numero de detectores.



Imagen 4. Equipo de tomografía

Fuente: <http://www.radonic-cri.com/equipos/tomografia-axial-computada-tac/>

4

Unidad 4

Resonancia
Magnética (RMN)



Introducción a la radiología

Autor: Deysy Yanet Martínez Martínez

Introducción

Nuevos tipos de radiación son utilizados en estas técnicas radiológicas. Ondas de radiofrecuencia, rayos gamma, ondas de ultrasonido y radiaciones ionizantes en animales son el principio físico de estas nuevas técnicas de diagnóstico; nuevas imágenes resultantes y sobre todo nuevas indicaciones y por su puesto contraindicaciones.

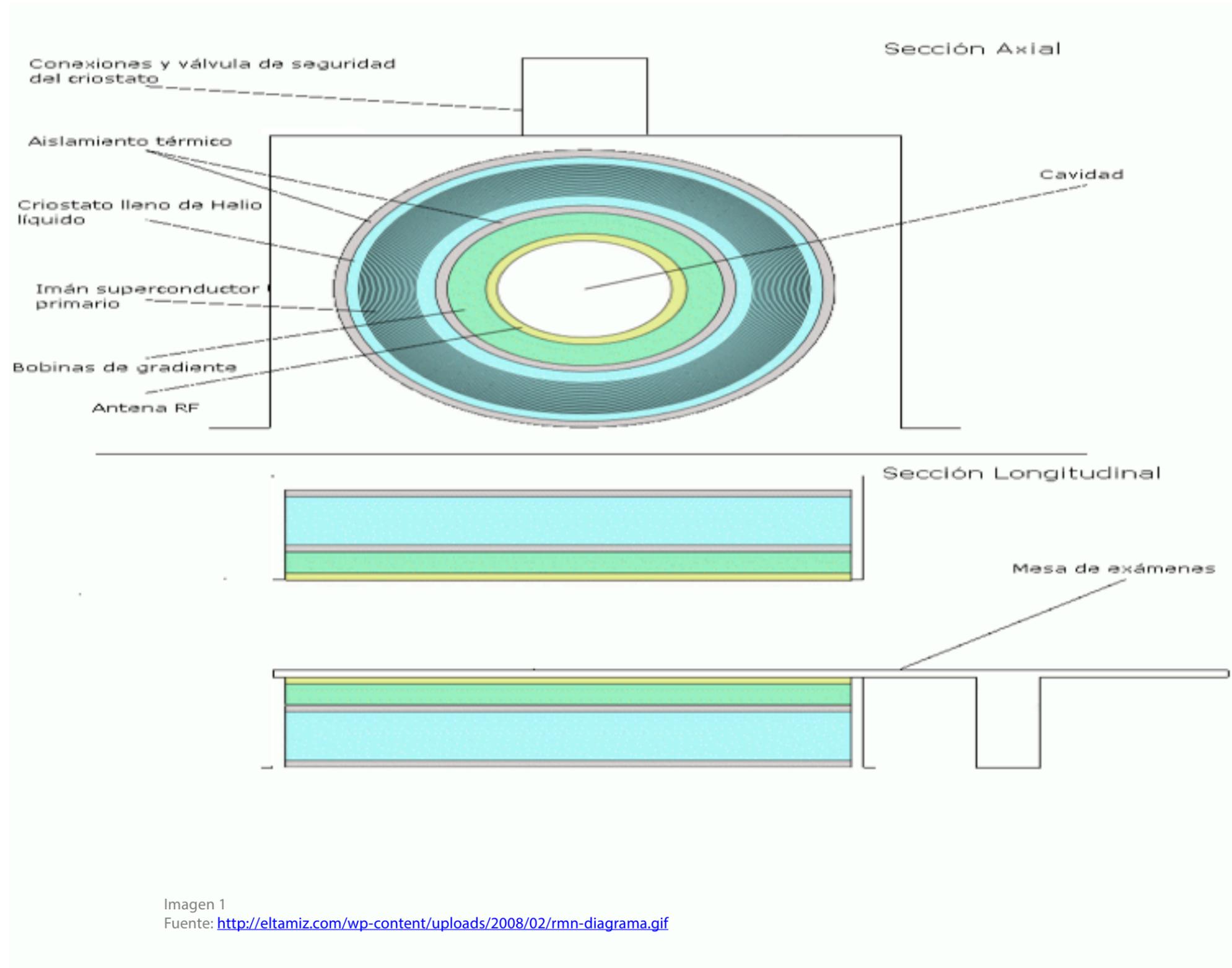
La unidad se desarrolla con una metodología didáctica para poder comprender los diferentes temas expuestos. Usted puede encontrar diferentes enlaces de videos para ampliar la información, así como desarrollar diferentes actividades lúdico académicas con el fin de reforzar lo aprendido.

La Resonancia Magnética es un análisis seguro e indoloro en el cual se utiliza un campo magnético y ondas de radio para obtener imágenes detalladas de los órganos y las estructuras del cuerpo humano sin utilizar radiación.

El equipo de resonancia magnética está conformado por un gran imán con forma de anillo que tiene un túnel en el centro. Los pacientes se ubican en una camilla que se desliza hacia el interior del túnel; durante el examen las ondas de radio manipulan la posición magnética de los átomos del organismo, lo cual es detectado por una antena y es enviado a una computadora que crea imágenes claras en blanco y negro de cortes anatómicos, a través de estas imágenes se detectan patologías o alteraciones de los tejidos.

Los campos de radiofrecuencia (RF) se usan para alterar el alineamiento de la magnetización causando que los núcleos de hidrogeno produzcan un campo magnético por el escáner; esa señal puede ser manipulada con campos magnéticos y así construir con más información las imágenes del cuerpo.

Esquema de una unidad de IRM de imán superconductor



Equipo de (IRM)

Esquema de una unidad de IRM de imán superconductor



Imagen 2

Fuente: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/ee/MRI-Philips.JPG/180px-MRI-Philips.JPG>

Los equipos de IRM son máquinas con muchos componentes que se integran con gran precisión para obtener información sobre la distribución de los átomos en el cuerpo humano utilizando el fenómeno de RM.

El elemento principal del equipo es un imán capaz de generar un campo magnético constante de gran intensidad. Actualmente se utilizan imanes con intensidades de campo de entre 0'5 y 1'5 teslas.

El campo magnético constante se encarga de alinear los momentos magnéticos de los núcleos atómicos en dos direcciones:

- Paralela (los vectores apuntan en el mismo sentido).
- Anti-paralela (apuntan en sentidos opuestos).

La intensidad del campo y el momento magnético del núcleo determinan la frecuencia de la resonancia de los núcleos, así como la

proporción de núcleos que se encuentran en cada uno de los dos estados con un pequeño volumen hace de diferencia estadística para ser detectada.

El siguiente paso consiste en emitir la radiación electromagnética a una determinada frecuencia de resonancia. Debido al estado de los núcleos que se encuentran en el estado paralelo cambiarán al estado antiparalelo, al cabo de un corto periodo de tiempo y re-emitarán la energía que podrá ser detectada usando el instrumental adecuado.

Como el rango de las radiofrecuencias para los imanes citados que son el instrumental en una bobina que hace las veces de antena, receptora y transmisora con un amplificador y un sintetizador de RF.

Debido a que el imán principal genera un campo constante, todos los núcleos que posean el mismo momento magnético (por ejemplo, todos los núcleos de hidrógeno) tendrán la misma frecuencia de resonancia, lo significa que una señal que ocasione una RM en estas condiciones podrá ser detectada con el mismo valor desde todas las partes del cuerpo. Para resolver este problema se añaden bobinas de gradiente. Cada una de ellas genera un campo magnético de cierta intensidad con una frecuencia controlada. Estos campos magnéticos alteran el campo magnético ya presente y, por tanto, la frecuencia de resonancia de los núcleos.

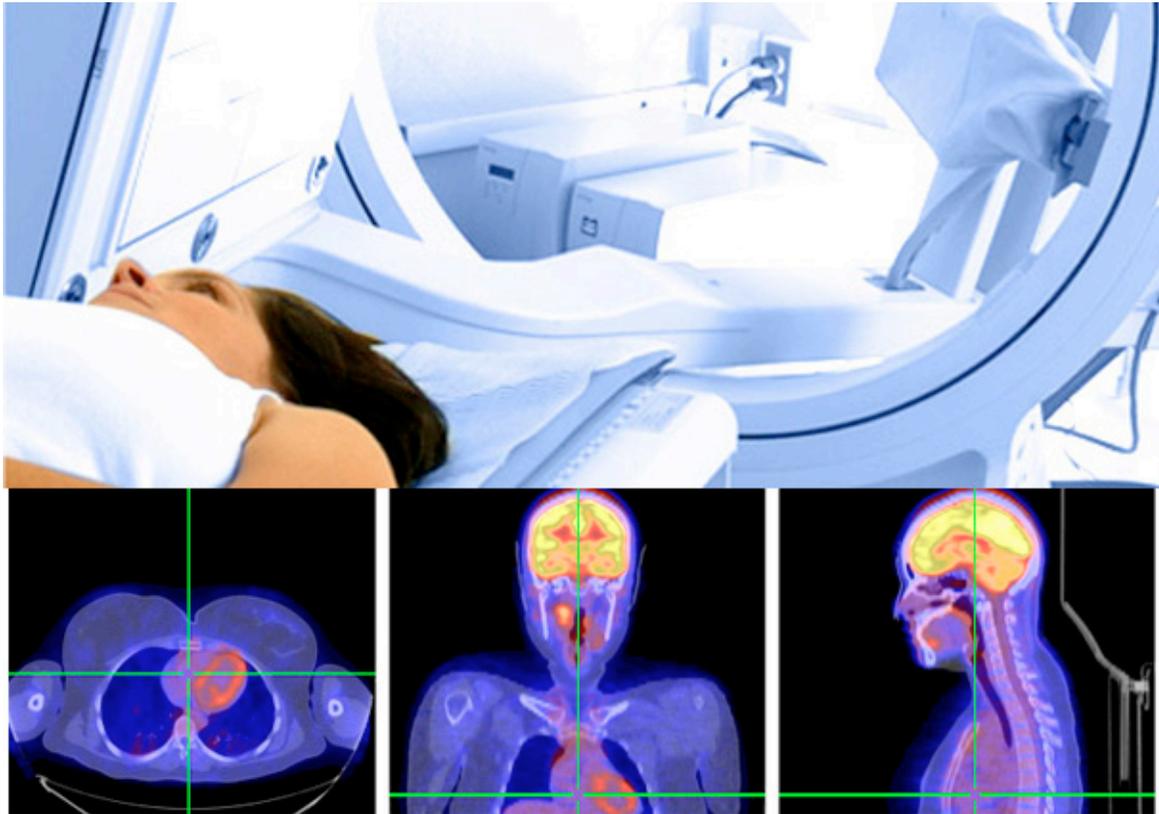


Imagen 3

Fuente: http://www.hospitaljuarez.salud.gob.mx/img/medicina_nuclear.jpg

Es una especialidad médica que realiza diagnósticos y tratamientos mediante la utilización de trazadores o radiofármacos que realizan estudios de órganos y sistemas desde el punto de vista funcional. La Medicina Nuclear se diferencia de las otras técnicas de imagen, es decir da una visión de cómo funciona el organismo.

El Consejo Nacional de Especialidades Médicas la define como la especialidad médica que emplea los isótopos radioactivos y técnicas biofísicas para la prevención, diagnóstico, tratamiento e investigación científica.

Su ventaja respecto a otros métodos de diagnóstico por imagen radica en que la medicina nuclear no es invasiva y permite detectar anomalías que es difícil o imposible de ver por otras técnicas. Por ejemplo en el caso del cáncer, permite detectar la célula cancerosa por su forma anómala de funcio-

nar, mientras que por su aspecto o morfología pasaría desapercibida y por tanto indetectable.

Cuando decimos que no es invasiva es que a diferencia de otras técnicas que exigen cirugía o introducción de aparatos en el cuerpo, como la radiología vascular, las endoscopias, laparoscopias, en la Medicina nuclear es suficiente una inyección intravenosa y el trazador viaja por la sangre y se localiza en el órgano a estudiar.

Las principales aplicaciones terapéuticas o curativas están en el cáncer de tiroides, el hipertiroidismo, el tratamiento del dolor metastásico óseo y las articulaciones.

Radiofármacos o trazadores

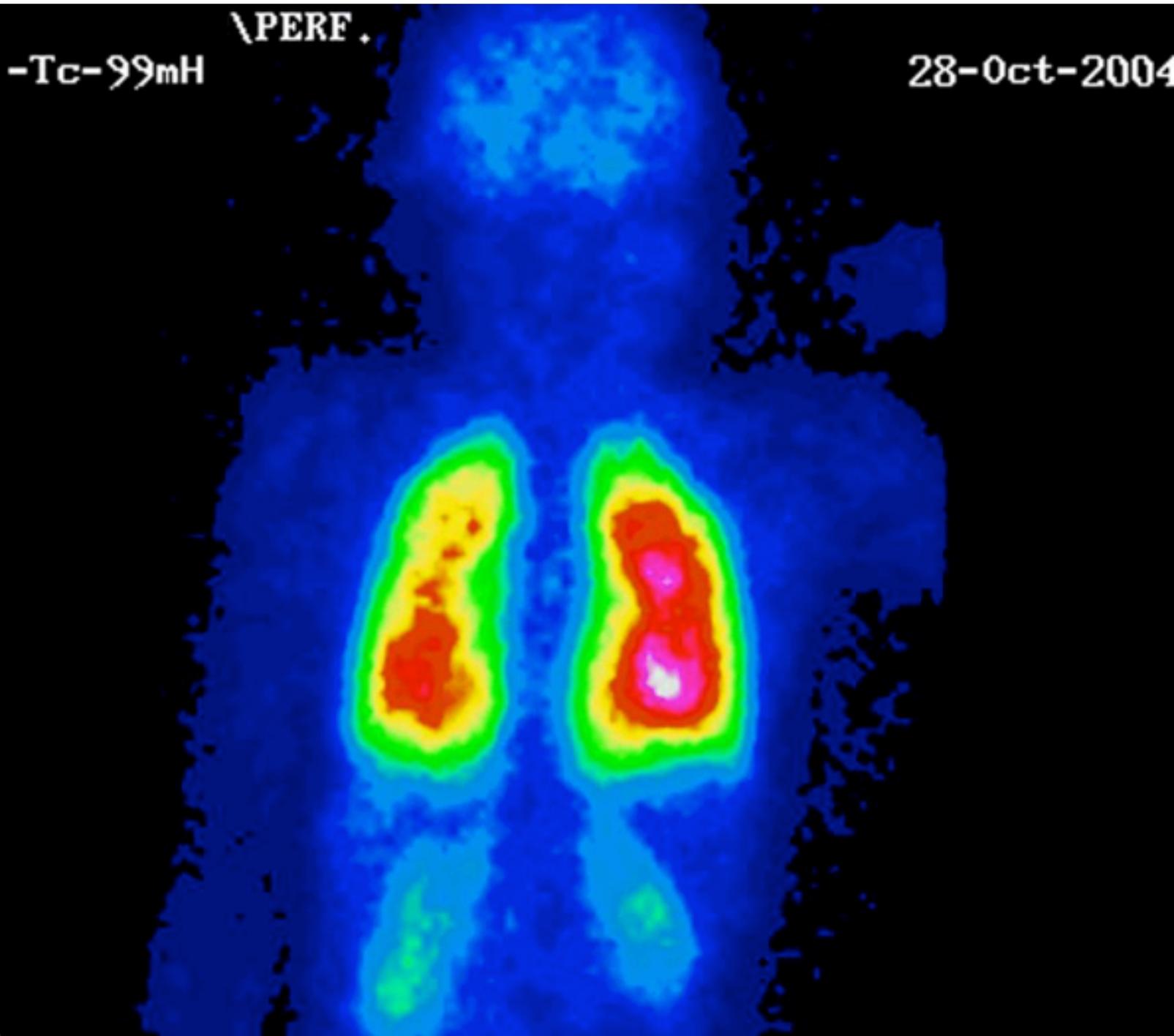


Imagen 4

Fuente: <https://quimicadas.files.wordpress.com/2011/08/f0209105.jpg>

Los radiofármacos o trazadores son sustancias que introducidas en el organismo, permiten su seguimiento desde el exterior ya que se fija en el órgano y permiten estudiar morfología y funcionamiento incorporándose a ellos y emitiendo una pequeña cantidad de radiación que es detectada por las Gammacámaras.

Reciben el nombre de trazadores, porque se utilizan a dosis muy pequeñas, no tienen ninguna acción curativa, ni efectos secundarios, ni reacciones adversas graves. Actualmente existen más de 100, que permiten el diagnóstico precoz en huesos corazón, cerebro, oncología, etc.

Las Gammacámaras



Imagen 5

Fuente: http://www3.gehealthcare.es/~media/images/product/product-categories/nuclear-medicine/spect-ct%20scanners/discovery_nm_ct670_pos1.jpg?h=559&la=es-ES&mw=994&w=994

Las Gammacámaras, son los equipos que transforman esa señal radioactiva (radiación gamma, de ahí su nombre) en fotones luminosos y posteriormente en electrones que son analizados en un sistema informático que procesa toda la información representándola como una imagen o una gráfica cuya intensidad es proporcional a la energía recibida.

De esta forma se puede estudiar la llegada del radiofármaco al órgano, su distribución y posteriormente su eliminación y por tanto obtener información fisiopatológica del órgano o sistema en estudio.

El Ultrasonido

El ultrasonido es una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del umbral de audición del oído humano (aproximadamente 20.000 Hz). Algunos animales como los delfines y los murciélagos lo utilizan de forma parecida al radar en su orientación. A este fenómeno se lo conoce como ecolocalización en donde las ondas emitidas por estos animales son tan altas que “rebotan” fácilmente en todos los objetos alrededor de ellos, esto hace que creen una “imagen” y se orienten en donde se encuentran.

Usos

Los ultrasonidos son utilizados habitualmente en aplicaciones industriales (medición de distancias, caracterización interna de materiales, ensayos no destructivos y otros). También se emplean equipos de ultrasonidos en ingeniería civil, para detectar posibles anomalías y en medicina (ver ecografía, fisioterapia, ultrasonoterapia).

Un ejemplo del uso del ultrasonido en el campo médico son los dispositivos tales como el Doppler fetal, el cual utiliza ondas

de ultrasonido de entre 2 a 3 MHz para detectar la frecuencia cardíaca fetal dentro del vientre materno. Otro ejemplo de su uso en medicina es la Litotricia extracorpórea por ondas de choque, una técnica terapéutica para el tratamiento de la litiasis renal.

Radiología veterinaria



Imagen 6. Posicionamiento de un perro para radiografía de abdomen

Fuente: <https://historiasveterinarias.wordpress.com/tag/posicionamiento-radiografia-cadera-perro/>

La principal diferencia con la radiología convencional, es el cambio de paciente. En el caso de la radiología veterinaria, los estudios son realizados a animales.

Los parámetros tanto físicos como técnicos son muy similares. La variación de los parámetros de exposición (Kv y mAs) deben ser ajustados teniendo en cuenta las estructuras a estudiar.

Radiología industrial



Imagen 7

Fuente: http://www.tuv-nord.com/data/content_images/tng_es/RadiografiaIndustrial-245x140.jpg

Es un método que utiliza la radiación ionizante de alta energía que al pasar a través de un material sólido, parte de su energía es atenuada debido a diferencias de espesores, densidad o presencia de discontinuidades. Las variaciones de atenuación o absorción son detectadas y registradas en una película radiográfica o pantalla fluorescente obteniéndose una imagen de la estructura interna de una pieza o componente. Principio básico de la inspección radiográfica. Se basa en la propiedad que poseen los materiales de atenuar o absorber parte de la energía de radiación cuando son expuestos a esta.

La atenuación de la radiación ionizante es:

- Directamente proporcional al espesor y densidad del material.
- Inversamente proporcional a la energía del haz de radiación.

Las diferencias de atenuación producen la ionización del bromuro de plata de la pelí-

cula radiográfica y esto provocara (al revelar la película) cambios de densidad radiográfica (grado de ennegrecimiento).

Un área oscura (alta densidad) en una radiografía, puede deberse a un menor espesor del material de menor densidad como escoria en una soldadura o una cavidad por gas atrapado en una pieza de fundición.

Un área más clara (menor densidad) en una radiografía, puede deberse a secciones de mayor espesor o densidad como una inclusión de tungsteno en una soldadura de arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas de protección.

Aplicaciones de la radiografía en pruebas no destructivas para la detección, interpretación y evaluación de discontinuidades internas tales como grietas, porosidades, inclusiones metálicas o no metálicas, faltas de fusión, en uniones con soldadura, piezas de fundición y piezas forjadas.

Ventajas

- Puede usarse en materiales metálicos y no metálicos, ferrosos y no ferrosos.
- Proporciona un registro permanente de la condición interna de un material.
- Es más fácil poder identificar el tipo de discontinuidad que se detecta.
- Revela discontinuidades estructurales y errores de ensamble.

Limitaciones

- Difícil de aplicar en piezas de geometría compleja o zonas poco accesibles.
- La pieza o zona debe tener acceso en dos lados opuestos.
- No detecta discontinuidades de tipo laminar.

- Se requiere observar medidas de seguridad para la protección contra la radiación.

La Radioactividad

Radioactividad es la desintegración espontánea de los núcleos atómicos de ciertos elementos (isótopos radioactivos) acompañada de emisión de partículas radioactivas y de radiación electromagnética.

Radiación

Son ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz (300 000 Km/s), no poseen carga eléctrica, ni masa, son capaces de penetrar materiales densos como el acero y su energía es inversamente proporcional a su longitud de onda.

Radiación ionizante

En la industria se emplea dos tipos de radiación para la inspección radiográfica:

- Rayos X.
- Rayos gamma.

La principal diferencia entre ellos es su origen.

Seguridad radiológica

- La unidad que se emplea para definir el efecto de la radiación en el hombre es el Rem.
- Los instrumentos empleados para detectar la radiación son los dosímetros que utilizan las unidades Roentgens o Rem.
- Una persona menor de 18 años no debe ser radiólogo.
- La máxima exposición que debe tener una persona es 5 Rem por año.

- Una persona no debe recibir más de 1.3 Rem durante 3 meses.
- Una persona no debe recibir más de 100 Rem en una semana.
- Cualquier persona que adquiera una dosis superior a las limitaciones anteriores debe someterse a tratamiento médico.
- En el caso de una persona civil, la radiación permisible corresponde a la décima parte de la recibida por un radiólogo.

Procesado de la película

Una vez radiografiada la pieza y estando preparados los líquidos químicos para el procesamiento de la película, se procede de la siguiente forma:

1. En el cuarto oscuro se encenderá la lámpara de luz ámbar.
2. Sacar la película y colocarla en el gancho.
3. Revelado se debe sumergir la película en el revelador durante 5 minutos para reducir los halogenuros de plata en la película.
4. Lavado intermedio después del revelado, la película se lavará con agua durante 1 minuto.
5. Fijado se debe introducir la película en el fijador durante 10 minutos.
6. Lavado final, la película se lavará en agua para retirar el fijador.
7. Secado se dejará secar la película al aire libre o con algún sistema para este fin.

Fuente de radiación

Discontinuidad

Probeta

Película

Áreas oscuras

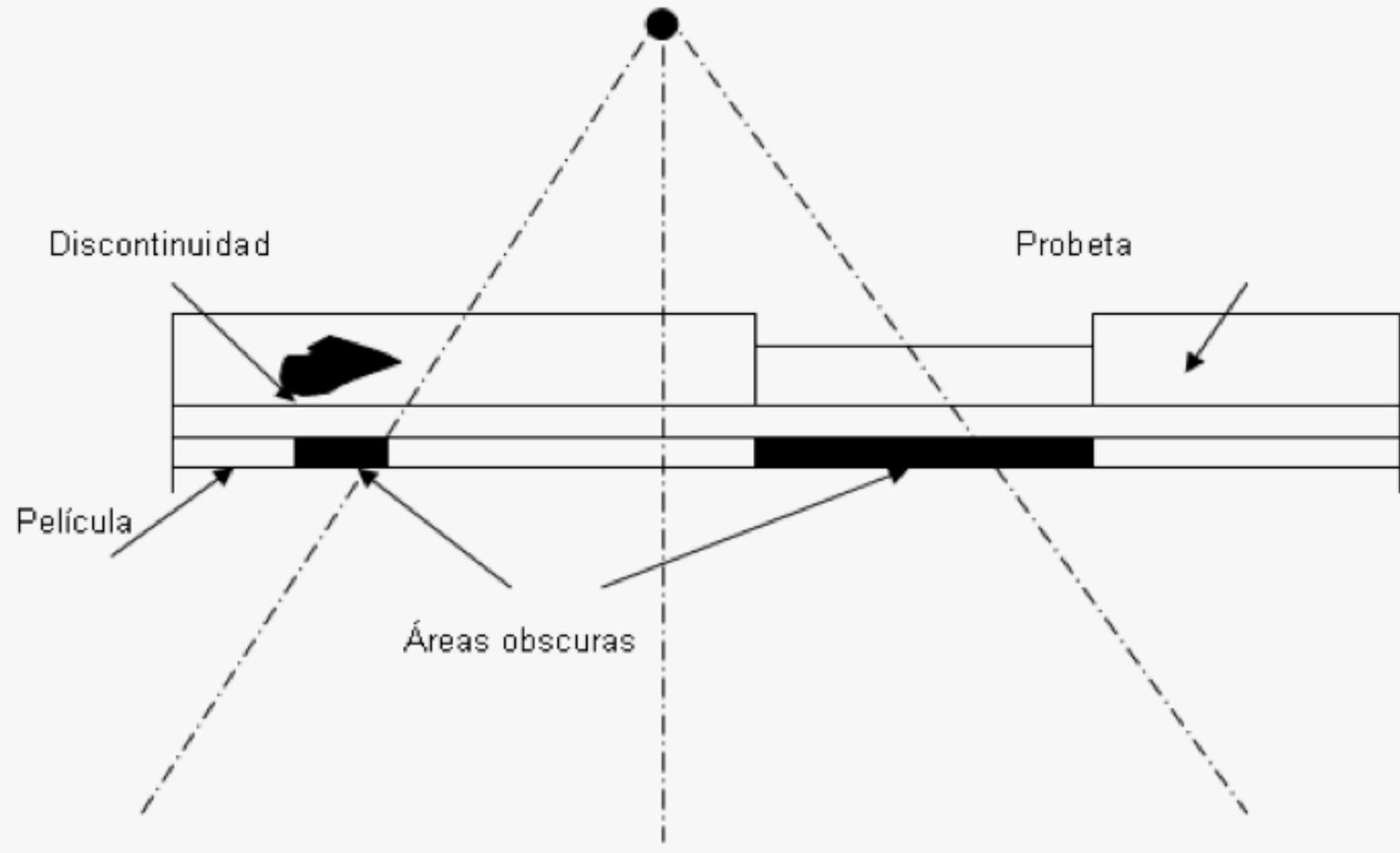


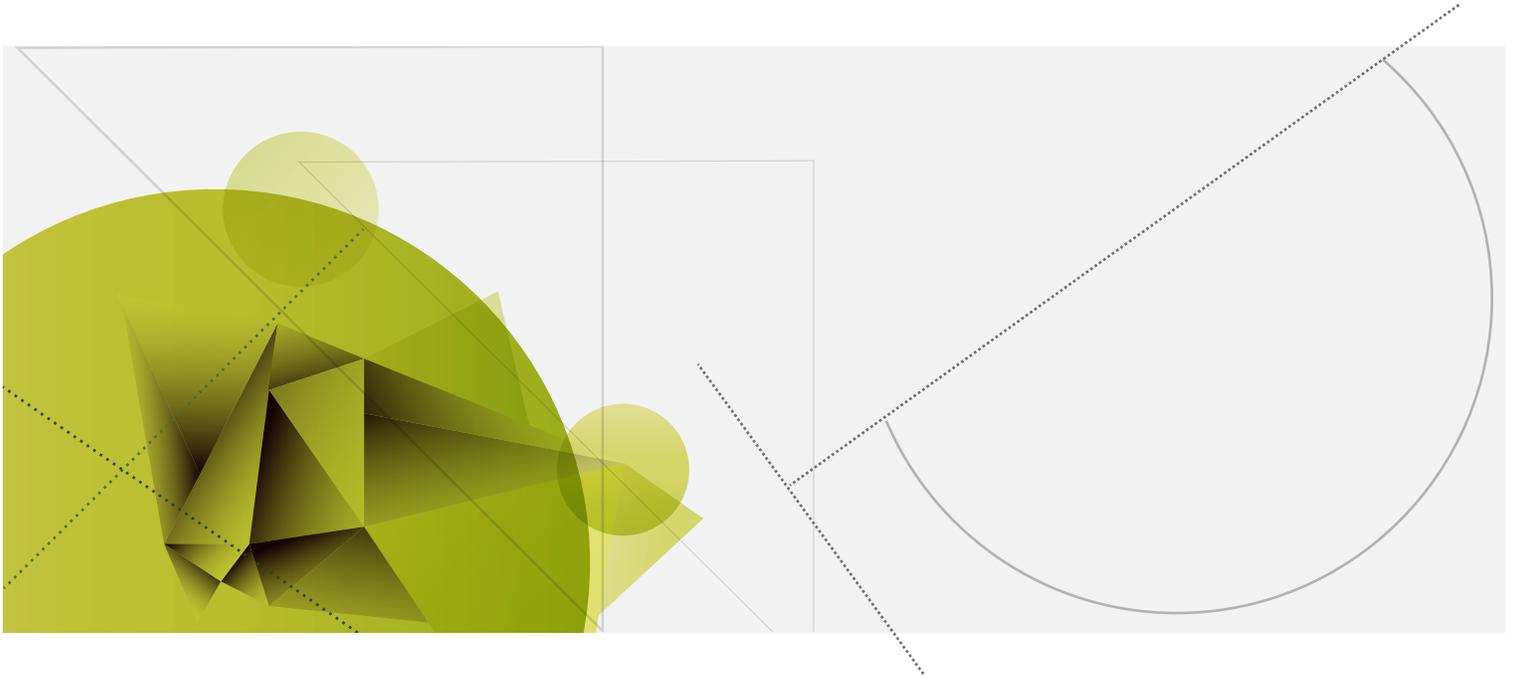
Imagen 8.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos30/radiografia-industrial/radiografia-industrial.shtml#ixzz2rZ9OPfhJ>

Bibliografía

- **Camargo, C.** (2001). *Radiología básica. Celsus.*
- **Friendmann, G.** (2002). *Tomografía Computarizada del cuerpo humano. Salvat Editores S.A.*
- **Gonzalez, R.** (2002). *Manual de Imagenología. Unibiblos.*
- **Kopans, D.** (s.f.). *La mama en imagen. Marban Libros.*
- **Navarro, E.** *Manual de radio protección en radiodiagnóstico. Justesa Imagen SA.*
- **Stewart, C.** (2007). *Manual de Radiología para técnicos.*
- **Schild, H.** (s.f.). *Todo sobre medios de contraste. Schering.*
- **Tramontini, C.** (s.f.). *Radiación un peligro real. Gobernación de Cundinamarca, Secretaria De Salud.*
- **Yacobi & París.** *Manual de tecnología radiológica. Librería el ateneo editorial.*

Esta obra se terminó de editar en el mes de octubre
Tipografía Myriad Pro 12 puntos
Bogotá D.C.,-Colombia.



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

MIEMBRO DE LA RED
ILUMNO