



INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR

APUNTES DE CATEDRA

TECNICAS RADIOLOGICAS I

Índice

PROGRAMA DE LA MATERIA	0
DESARROLLO DEL PROGRAMA	1
Unidad 1	1
Historia de la radiología	1
Mecanismo de producción de Rayos X.....	3
Tubo de Rayos X	5
Manipulación y funcionamiento del tubo de RX	9
Unidad II	12
Película radiográfica	12
Formación de la Imagen Latente	14
Tipos de Películas	15
Manipulación y Almacenamiento de las Películas	16
Propiedades de las Pantallas de Refuerzo.....	18
Moteado Cuántico	19
Cuidado de las Pantallas de Refuerzo	19
Limpieza de las Pantallas de Refuerzo	19
Montaje	19
Tipos de Pantallas de Refuerzo	19
Chasis radiográficos	20
Tipos de Chasis	21
Test de Contacto entre Pantalla y Película	23
Parrilla anti difusora	23
Revelado y procesado	24
Precauciones del uso de los químicos	25
Procesado Manual.....	26
Técnicas Para Mejorar Los Tiempos en el Revelado Manual	29
Procesado Automático	30
Instrucciones de limpieza y conservación de las procesadoras	35
Organización del servicio.....	36
SOPORTE DEL TUBO:	38
TIPOS DE BLINDAJE UTILIZADOS SON:	40
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PARA EL TÉCNICO RADIOLOGO	41
Unidad III	42
Radiología Digital	42
Almacenamiento y Tratamiento de las imágenes: PACS	44
Estandarización	44
DICOM	45
Formato de datos DICOM	45

Sistema de archivo y transmisión de imágenes	46
Red de trabajo	46
Elementos de un Sistema de Imágenes Digitales	46
Subsistema de Captura	46
Subsistema de Procesado	47
Subsistema de Representación	47
Digitalización	47
Componentes de una imagen digital	47
Bit	47
Pixel	47
Vóxel	47
Matriz	48
Campo de visión (FOV)	48
Características de la Calidad de Imagen en Radiología	48
El contraste: relación entre luminosidad y bordes	48
Brillo	49
Resolución	49
Resolución de contraste o profundidad de pixel	50
Radiología Computada (CR)	50
Formación de la imagen	51
Láminas (Image Plates)	51
Lector de la lámina	52
Estación de trabajo	52
Colimación	52
Regla del 30%	52
Centrado preciso de la parte examinada y del RI	53
Uso de máscara de plomo	53
Uso de parrillas antidifusoras	53
Factores de exposición	53
Evaluación de los valores del índice de exposición	53
Adquisición de la Imagen	53
Radiología Digital Directa (DR)	53
Ventajas de la Radiología Digital	53
Desventajas	54
Aplicación de la RD	54
Adquisición de la Imagen	54
Posprocesado digital	55
Opciones de posprocesado tanto en radiología directa como indirecta	55
Unidad IV	55
Terminología radiográfica y lecturas obligatorias	55

PROGRAMA DE LA MATERIA

Unidad I:

Historia de la radiología, producción de rayos X y tubo de rayos X. Cátodo. Estructura composición tipos y función. Ánodo. Estructura composición tipos y función. Cabezal de rayos X. Composición y Función. El tubo emisor de Rayos X. Funcionamiento. La calota. Formación del haz útil. Factores que afectan la calidad de la imagen. Tamaño de la mancha focal. Efecto talón. Potencia máxima admisible.

Manipulación y funcionamiento del tubo de rayos X. Consola de rayos x. Compuestos y funciones. MA – Circuito de baja tensión. Focos. Función y tipos. KV – Circuito de alta tensión. Función y características. Tiempo de exposición – MA.S. Concepto y función. Control de exposición automática (AEC). Concepto y función. Filtración. Concepto y tipos.

Electromedicina. Transformadores. Circuito rectificador. Generadores: monofásicos, trifásicos, de alta frecuencia. Influencia del generador en la calidad de imagen. Potencia.

Unidad II:

Equipos. Equipos fijos. Radiología directa. Radiología seriada y radioscopia. Equipos portátiles y rodantes para radiología directa y radioscopia

Película radiográfica. Estructura y composición. Formación de imagen. Concepto. Tipos de película. Características y función.

Pantalla reforzadora. Función de pantalla. Propiedades. Moteado cuántico. Concepto y función. Artefactos películas. Tipos y descripción. Cuidados con pantalla. Descripción. Limpieza. Descripción. Montaje. Descripción. Tipos de pantalla. Características.

Chasis radiográficos. Estructura y función. Tipos de chasis. Conservación. Descripción. Test contacto pantalla - película. Concepto y función.

Rejillas antidifusoras. Función. Composición. Clasificación. Potter – Bucky. Concepto y función.

Revelado y procesadora. Revelado. Concepto composición y función. Fijado. Concepto composición y función. Secado. Concepto composición y función. Tipos de revelado. Procesadora automática. Descripción y composición.

Organización del servicio. Cuarto oscuro. Descripción y función. Sala de trabajo. Descripción y función. Sala de espera. Descripción y función. Vestidores. Descripción y función. Baños. Descripción y función. Cámara clara. Descripción y función.

Unidad III:

Sistemas digitales. Sistema de archivo y comunicación de imágenes (PACS). Concepto y Descripción. HIS, RIS, DICOM; descripción.

Imagen digital. Conformación de una imagen digital. Píxel, Vóxel, Matriz. Descripción. Resolución de imagen. Descripción y concepto.

Radiografía Computarizada (CR). Componentes del sistema y descripción de sus partes. Proceso de adquisición de imagen. Descripción.

Radiografía digital directa (DR). Componentes del sistema y descripción de sus partes. Proceso de adquisición de imagen. Descripción.

Postprocesado digital. Opciones de Posprocesado. Modificación de ventana. Descripción y concepto. Alisamiento. Descripción y concepto. Magnificación. Descripción y concepto. Refuerzos de bordes. Descripción y concepto. Sustracción. Descripción y concepto. Inversión. Descripción y concepto. Anotación. Descripción y concepto.

Unidad IV:

Terminología radiográfica. Importancia del vocabulario técnico. Términos generales. Concepto y descripción. Posiciones corporales generales. Tipos y descripción. Terminología para definir proyecciones generales. Definición. Términos de relación. Tipos y clasificación. Términos del movimiento. Tipos y clasificación.

Principios básicos del diagnóstico y calidad de imágenes. Calidad de la imagen digital y análoga. Concepto y descripción. Contraste. Concepto y Función. Densidad. Concepto y Función. Nitidez. Concepto y Función. Ruido. Tipos concepto y descripción. Borrosidad. Tipos concepto y descripción. Distorsión y artefactos. Tipos concepto y descripción. Factores de control. Características.

Principios éticos y relación técnico paciente. Secreto profesional. Comunicación. Importancia de la relación técnico – paciente. Código de ética del técnico radiólogo. Comportamiento dentro de una organización sanitaria. Anamnesis.

Unidad V:

Introducción a la radiología quirúrgica. Quirófano, áreas quirúrgicas, ubicación de zonas. Equipo arco en "C". Vestimenta y operativa técnica. El técnico en quirófano. Manejo del equipo. Importancia de la radioprotección en áreas quirúrgicas. Procedimientos más frecuentes.

Proyecciones básicas de MM.SS. Repaso de la anatomía de los MM.SS. Miembro superior, anatomía Radiológica, generalidades, posicionamiento radiológico. Mano: Rx frente, oblicua, lateral en abanico, lateral, Rx dedos 2° al 5°, Rx pulgar. Muñeca: Rx posteroanterior, oblicua, lateral, proyección para escafoides, con desviación cubital y desviación radial para pisiforme. Rx túnel carpiano. Antebrazo: Rx frente AP, lateral. Visualización de fracturas más frecuentes. Colles, Monteggia, Galezzi.

DESARROLLO DEL PROGRAMA

Unidad 1

Historia de la radiología

La radiografía, también conocida como "rayos x", ha revolucionado la medicina gracias a su gran capacidad para diagnosticar múltiples enfermedades y lesiones, ya que permite ver imágenes de las estructuras internas de cuerpo como órgano, tejidos o huesos. Puede detectar fracturas óseas, inflamaciones, derrames, tumores y más. Hoy en día existen un gran número de aplicaciones y aparatos de diagnóstico que utilizan rayos X, en combinación también con técnicas nucleares.

Los rayos X son radiaciones electromagnéticas capaces de atravesar la materia orgánica e impresionarla en una placa con material fotográfico. Dependiendo de la densidad de los tejidos, los rayos llegan en mayor o menor cantidad a la placa, creando una imagen en tonos negros, grises y blancos.

El artifice principal de esta técnica fue el físico Wilhem Conrad Röntgen, nacido en la antigua Prusia en 1845. Tras estudiar ingeniería mecánica en Zurich, se introdujo en el mundo de la física experimental de la mano de uno de sus profesores, que había visto en él un gran potencial. A partir de entonces fue pasando por diferentes universidades y cargos, acercándose más a su descubrimiento a través de diversos estudios y experimentos.

Sus primeros trabajos como investigador estaban relacionados con la conductividad térmica por los cristales. Más tarde, como director del Instituto de Física de la universidad Hessian-Ludwigs, en Giessen, Alemania, estudió la relación de la luz con la electricidad. Fue en su papel de rector de la universidad de Würzburg, Alemania, donde obtuvo sus primeros hallazgos gracias a sus experimentos con los rayos catódicos. Wilhem Conrad Röntgen El descubrimiento llegó el 8 de noviembre de 1895. Mientras estudiaba el poder de penetración de los rayos catódicos, Röntgen observó que una placa de cartón

cubierta de cristales de platino-cianuro de bario emitía una fluorescencia, que desaparecía al desconectar de la corriente. Dicha fluorescencia indicaba la presencia de un rayo que atravesaba la placa.

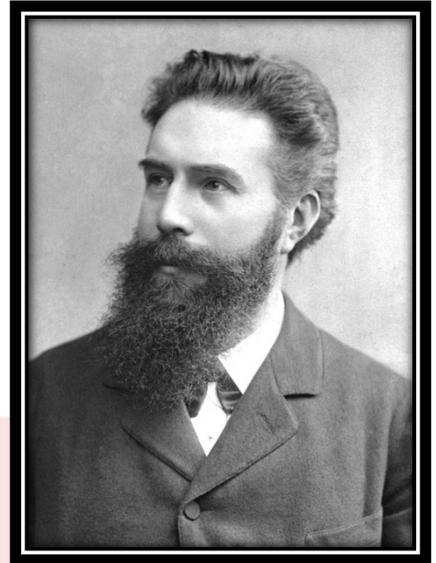
Röntgen continuó repitiendo el experimento hasta descubrir que esos rayos (que denominó "rayos X" pero también se conocen como "rayos Röntgen") podían atravesar distintos tipos de materiales como papel, madera, aluminio, etcétera. Sin embargo, no atravesaban el plomo.

Entonces descubrió que al sostener un aro de plomo podía ver los huesos de su mano. **Röntgen decidió imprimir la imagen de sus huesos en una placa fotográfica, y así fue como nació la primera radiografía.**

Radiografía de los huesos de la mano de Willem Röntgen, con un aro de plomo

Röntgen publicó su hallazgo, creando un fuerte impacto en los medios de comunicación y en la sociedad. En febrero de 1896 utilizó su técnica para realizar una radiografía de un brazo fracturado, y la publicó en la revista médica *British Medical Journal*. La repercusión de este hallazgo fue mundial.

A partir de entonces, y como resultaba relativamente fácil producir "rayos X", éstos pronto se popularizaron en comercios y lugares públicos, a cambio de una tarifa. Pero en cuanto se dieron cuenta de los graves peligros que suponía realizar radiografías libremente y con pocos medios de protección, su uso se restringió al ámbito médico. **Wilhem Conrad Röntgen,**



En 1901, Röntgen recibió el primer Premio Nobel de Física. Por entonces era profesor en la universidad de Munich, donde siguió hasta su muerte en 1923.

Los hallazgos de Röntgen dieron lugar al desarrollo de toda una ciencia y de la práctica radiológica. Su extensa obra, sus estudios y experimentos destacan la importancia de la investigación experimental.

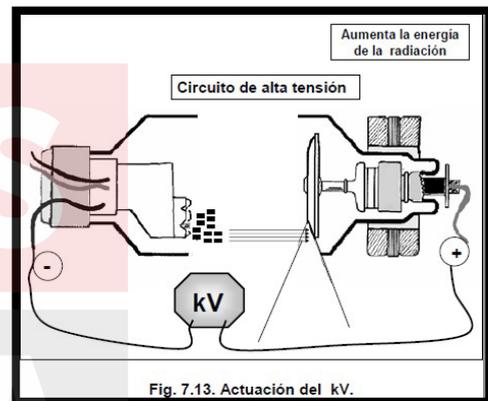
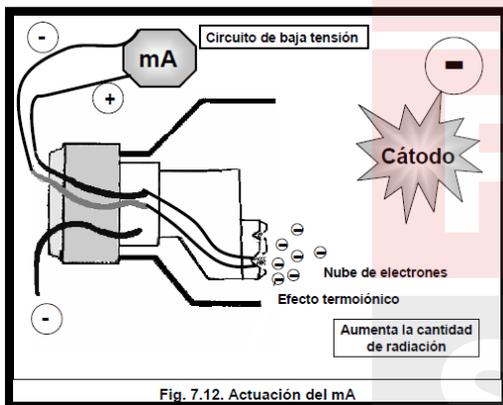


Primera Radiografía

Mecanismo de producción de Rayos X

Mediante la selección del Ma se determinará el filamento a utilizar. Menos de 200 Ma (50 – 75 – 100 – 150 – 200) se seleccionará el FF y más de 200 Ma (250 – 300 – 350 – 400) el FG.

Se aplica una corriente de bajo amperaje (4 – 6 Amperes) para poner en incandescencia el filamento de tungsteno. Cuando este llega a 2200°C comienza a desprender electrones de la última capa orbital de cada átomo de tungsteno. Formando así una nube electrónica de carga negativa. Este fenómeno se denomina **Efecto Edison o Termoiónico**. Dependiendo del filamento, variara el tamaño o cantidad de electrones en la nube electrónica. Gracias a la carga negativa de la copa focalizadora y el cátodo, la nube electrónica es apuntada y orientada hacia el blanco anódico (por diferencia de carga) . Se aplica una diferencia de potencial de 40000 voltios a 150000voltios (40Kv – 150 Kv) para acelerar la nube electrónica. Este proceso se denomina **EFECTO FOREST**.

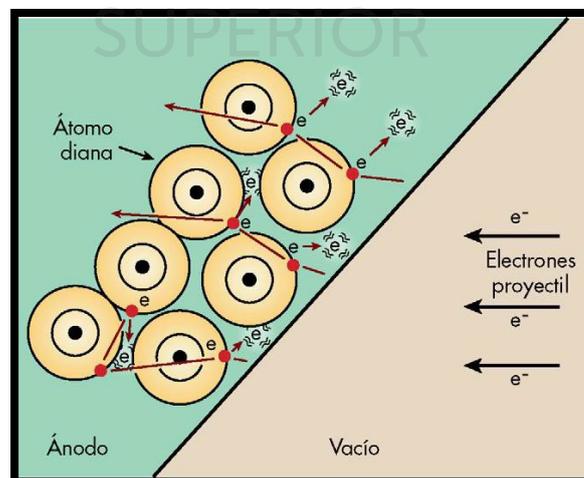


Cuando la nube electrónica llega al blanco anódico se producen 3 tipos de interacciones con los átomos de wolframio del disco anódico:

• **Interacciones en la órbita Externa:**

Se producen en un 99%. Las interacciones con las orbitas externas de cada átomo de tungsteno producen

CALOR Y RADIACION I NFRARROJA.

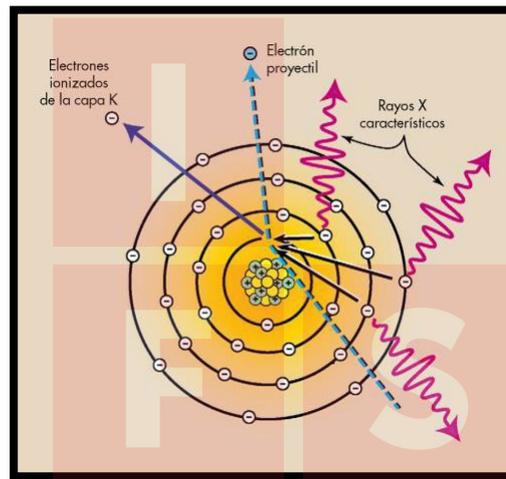


- **Interacciones con la órbita Interna:**

Son parte del 1% restante a las interacciones externas, dependiendo kv utilizado. En 100KV se produce un 85% de interacciones con el campo magnético nuclear y un 15% de interacciones con la órbita interna.

Este tipo de interacción se denomina **RADIACION CARACTERISTICA**. El electrón proyectil de la nube electrónica llega al átomo de tungsteno del disco anódico y expulsa un electrón de la órbita K. El electrón expulsado (fotoelectrón) produce un vacío en la configuración electrónica del átomo. Este vacío es ocupado por un electrón la órbita siguiente. La diferencia energética entre el electrón expulsado y el electrón que ocupara el vacío electrónico, produce **FOTONES DE RADIACIONES CARACTERISTICA**

RADIACION CARACTERISTICA.

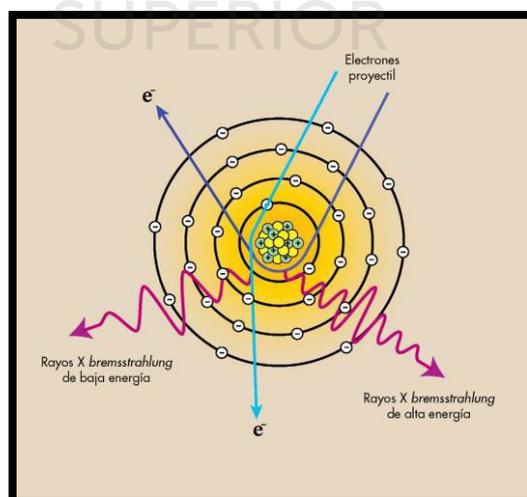


- **Interacciones con el Campo Magnético Nuclear:**

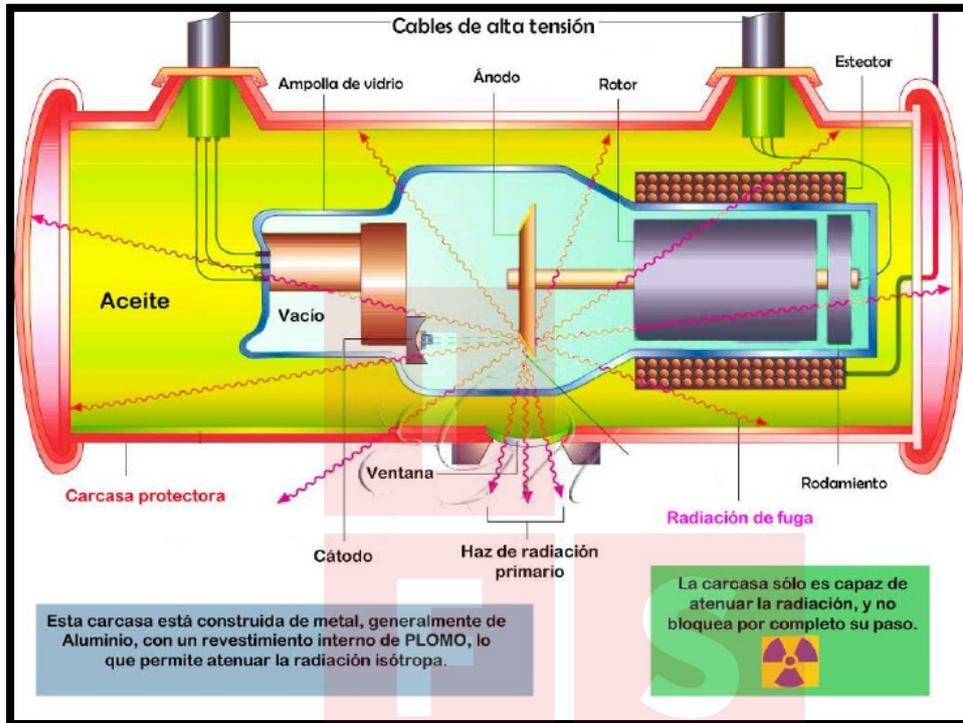
Son parte del 1% restante a las interacciones externas, dependiendo kv utilizado. En un rango de 60 – 70 KV solo se producen interacciones con el campo magnético nuclear.

Este tipo de interacción se denomina **RADIACION DE FRENADO O BREMSSTRAHLUNG**. El electrón proyectil de la nube electrónica es atraído frenado y desviado por el campo magnético nuclear del átomo de tungsteno, produciendo así **FOTONES DE RADIACION DE FRENADO** de intensidad variable. La intensidad de estos va a depender de cuanto se desvíen y frenen los electrones proyectiles. La relación es directamente proporcional. Mientras más se desvíen, más energía contendrá el fotón de frenado (0kv a 150kv).

RADIACION DE FRENADO

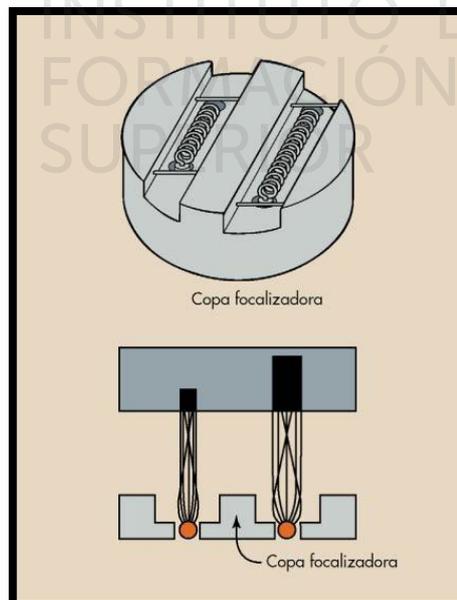


Tubo de Rayos X



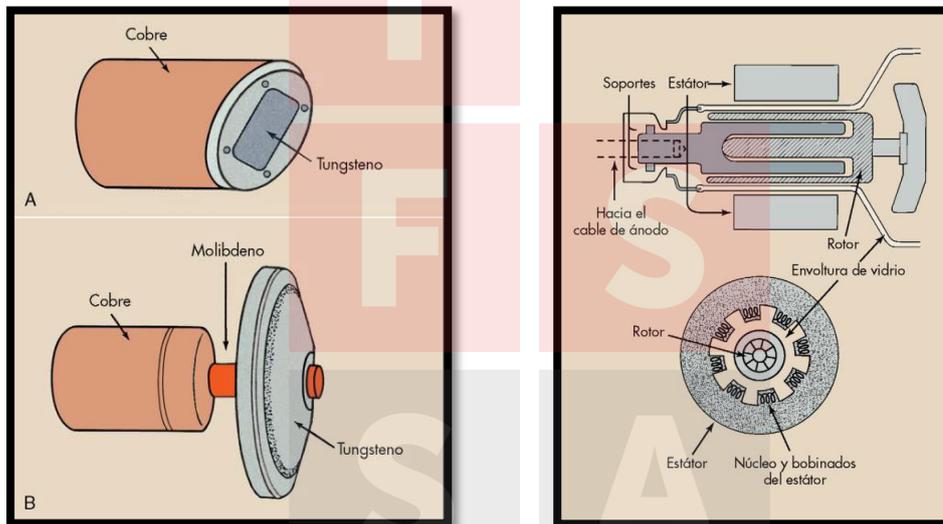
Composición del tubo de Rayo X

Cátodo (-): Lugar físico donde se produce la corriente de electrones o nube electrónica. Posee una carga negativa. Se compone de 2 Filamentos de Tungsteno o wolframio. Foco Fino (FF) y Foco Grueso (FG). Se encuentra incrustado en una copa focalizadora (cavidad metálica de molibdeno), cuya función es dirigir la nube electrónica hacia el blanco anódico. Se utiliza Tungsteno o wolframio ya que proporciona un elevado punto de fusión (3410°C), elevado número atómico (74), no se arquea o deforma a temperaturas elevadas y posee una elevada emisión termoiónica.

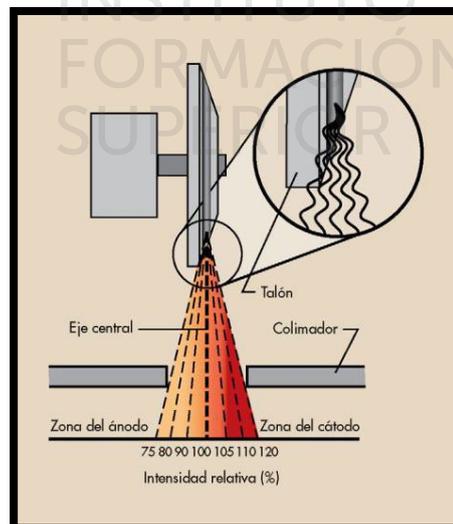


• **Ánodo (+):** Lugar físico donde la nube electrónica es frenada bruscamente. Es un disco solido de wolframio, molibdeno y grafito. Su soporte es vástago de cobre que brinda soporte al blanco anódico. Existen 2 tipos de ánodos:

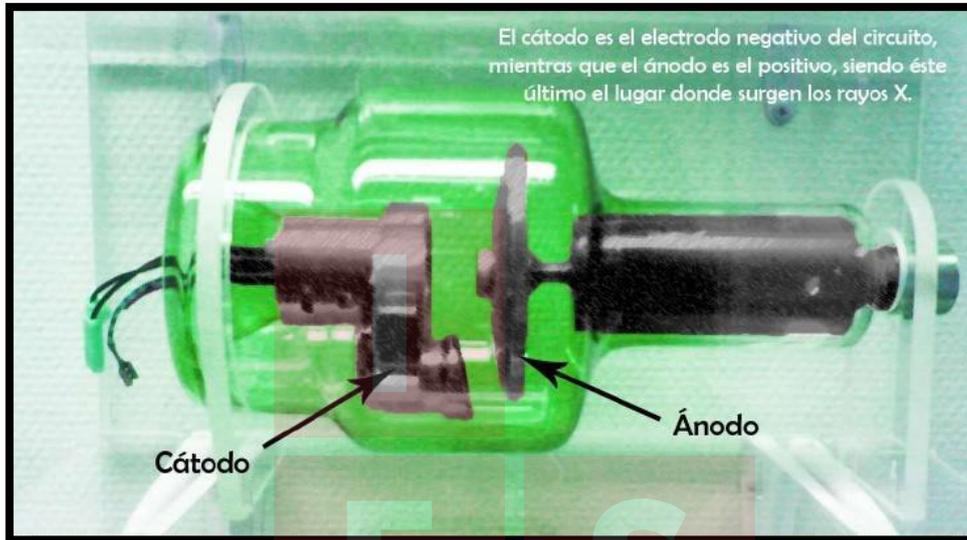
- ✓ **Ánodo Fijo:** Placa solida de aleación metálica (tungsteno y renio). Es utilizado en equipos odontológicos o de bajo rendimiento.
- ✓ **Ánodo Giratorio:** Disco solido adosado a un motor de inducción mediante un vástago de cobre. Dicho motor se compone de un estator y un rotor. El primero se sitúa por fuera de la ampolla de vidrio y se compone por electroimanes. El segundo se sitúa por dentro de la ampolla y está compuesto por ejes de hierro y cobre. Se le aplica corriente a los imanes del estator, y este hace girar el rotor de 3000 a 10000 RPM. Aumentando así su resistencia térmica y la superficie de impacto. Posee un doble bisel de 6° a 20° en los extremos que producirá un foco efectivo reducido y focalizado.



Efecto Anódico o efecto talón: Variación en la intensidad del haz de rayos x. Siendo más intenso del lado del Cátodo. Determinado por la angulación del ánodo.

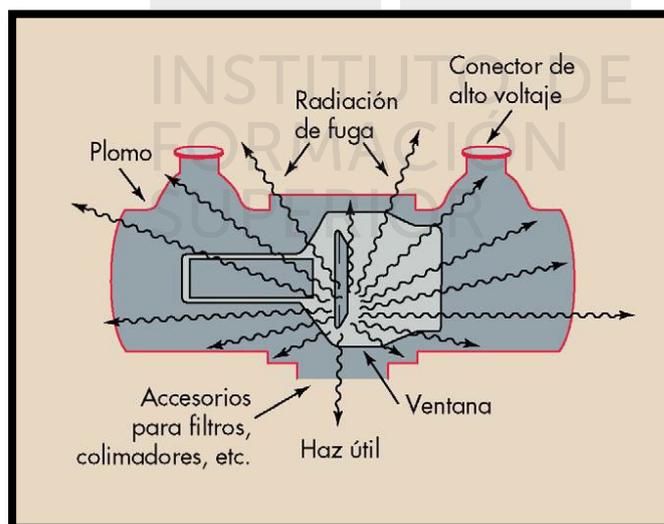


- **Ampolla de vidrio:** estructura de vidrio Pírex o de metal, que viene sellada al vacío para evitar que ingrese cualquier tipo de partícula dentro del tubo e interaccione con la nube electrónica. Esta ampolla sirve de soporte para el Cátodo y el Ánodo. Posee una ventanilla de 5cm² mucho más delgada que permite dejar pasar el haz de radiación.



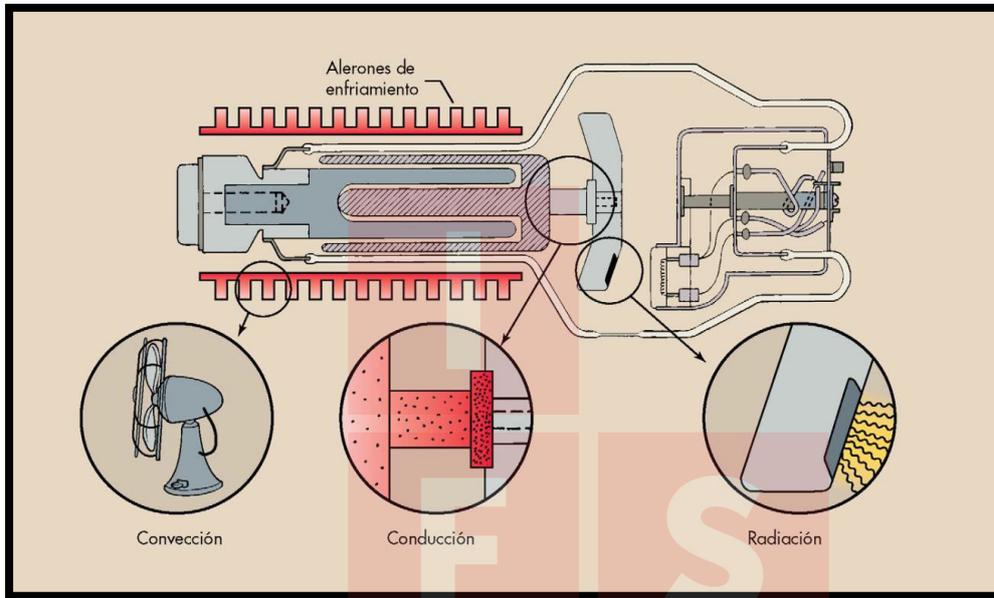
Carcasa de Pb y Acero: Estructura metálica que contiene la ampolla de vidrio y el medio refrigerante. Su función es reducir la radiación de fuga, dejando pasar solo el haz de radiación útil, a través de una ventanilla que apunta hacia el paciente.

- El medio refrigerante puede ser, agua aceite o aire. El más utilizado es el aceite. Este último actúa como refrigerante y aislante contra las descargas eléctricas. Posee un cooler para refrigerar el aceite. En caso de sobrecalentamiento se activa un microinterruptor que bloquea el tubo hasta que se enfríe.
- El blanco anódico recibe la nube electrónica y se calienta. El calor se transfiere hacia la ampolla y el rotor. La ampolla calienta el aceite. El calor generado por el aceite es expulsado fuera del tubo por los coolers. El tubo de rayos está continuamente expulsando aire caliente a la sala.



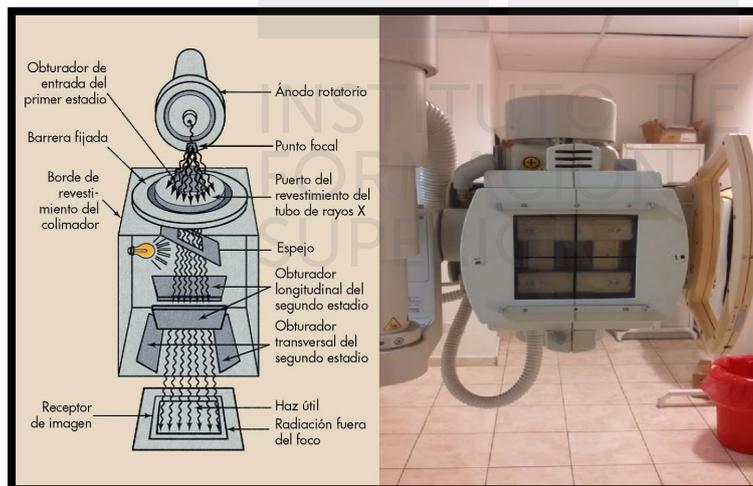
Mecanismo de refrigeración del ánodo: El tubo genera mucho calor durante la exposición radiológica. Ese calor se debe disipar de alguna forma para evitar sobrecalentamiento. El tubo tiene 3 formas para poder disipar o transferir el calor:

- **Radiación:** Es la transferencia de calor en forma de radiación infrarroja.
- ☒☒ **Conducción:** Es la transferencia de calor de un objeto a otro.
- ☒☒ **Convección:** Es la disipación del calor mediante la circulación de aire.



Colimador de abertura variable.: Estructura rígida cuadrada adosada a la salida del tubo de rayos cuya función es delimitar el haz de radiación. En su interior encontraremos lo siguiente:

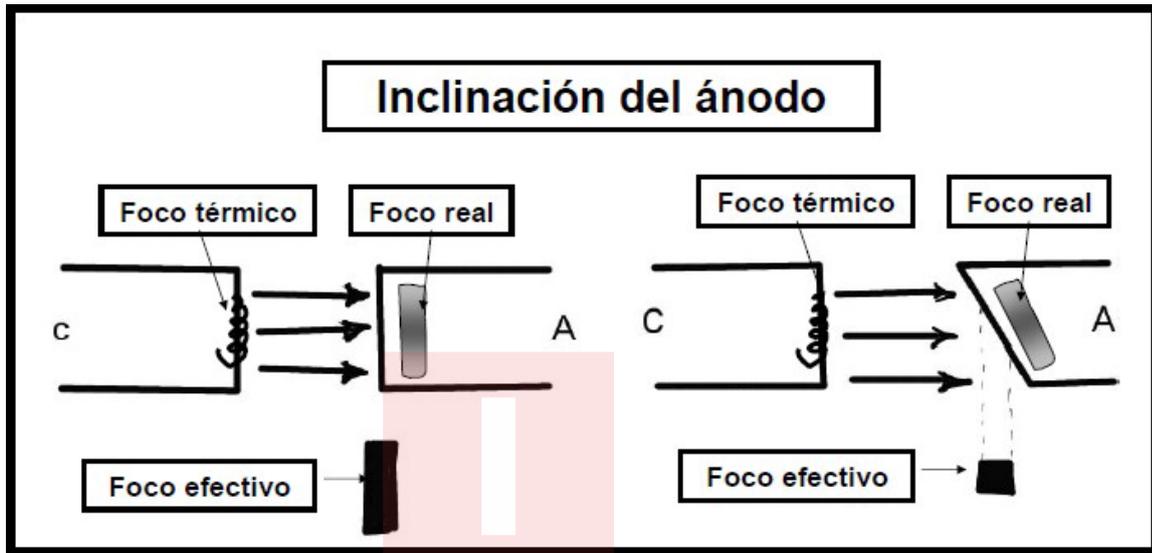
- Láminas de aluminio que filtran la radiación blanda.
- Barreras de plomo que delimitan el haz de radiación.
- Espejo y Foco que ayudan a hacer visible la delimitación del haz de radiación.



Tipos de focos:

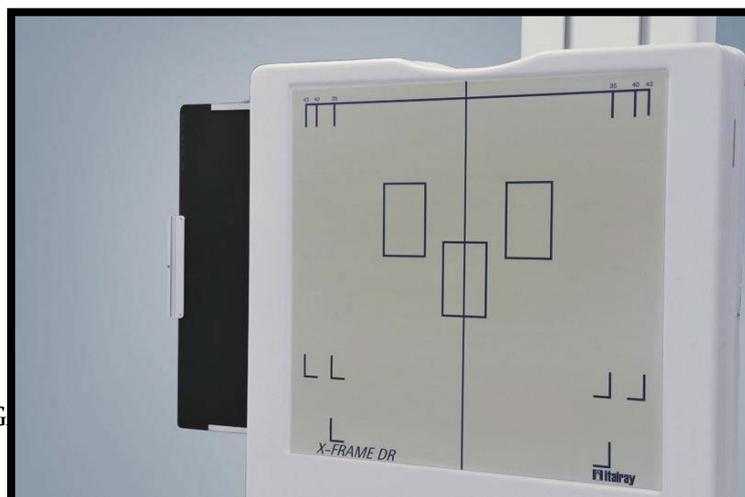
- **Foco Térmico:** Determinado por el Filamento que se pone en incandescencia.
- **Foco Real:** Lugar físico donde los electrones proyectil son frenados en el disco anódico. Puede Biscel anódico simple o doble.

- **Foco Efectivo:** Haz de radiación proyectado hacia el paciente. Depende del bisel anódico.



Manipulación y funcionamiento del tubo de RX

- **Consola de rayos x:** El comando de radiología nos permite regular y manipular 5 factores básicos, dependiendo de la consola con la que se cuente (radiología análoga o digital). Los factores de control son:
 - **KV:** Es la diferencia de potencial que se le aplica al tubo para poder acelerar la nube electrónica y darle poder de penetración a los rayos. Esta alimentado por un transformador de alta tensión. Regula la aceleración de la nube, la penetración del haz y la densidad de la película radiográfica (formación de la imagen convencional).
 - **MA:** Es la corriente en Amperes, que se le aplica al tubo para seleccionar y poner en incandescencia el filamento catódico. Esta alimentado por un circuito de baja tensión. Es llamado Foco. Regula la cantidad de electrones producidos en la nube electrónica, cantidad de fotones producidos y el contraste de la película radiográfica (formación de la imagen convencional).
 - **Tiempo de exposición:** Temporizador análogo que dispone el equipo para regular la duración del haz de radiación. Se mide en milisegundos (ms)
 - **mA.S :** Es la combinación del tiempo de exposición con el foco. Regula cantidad de fotones producidos (y en consecuencia el contraste en imagen convencional) y la duración de estos. Para mantener constante una dosis, la relación entre mA y el tiempo de exposición es inversamente proporcional.
 - **AEC:** Es un temporizador automático denominado **Control de Exposición Automático**, formado por cámaras de ionización radiolúcidas dispuestas en el estativo, cuya función es medir la cantidad de radiación que llega al RI y pone fin al haz de radiación cuando el RI ha recibido la radiación necesaria.



AEC

Las cámaras de ionización son placas planoparalelas radiolúcidas que cuando se las expone a los fotones remanentes, crean una carga eléctrica. Al alcanzar las cargas estipuladas según el estudio seleccionado, se interrumpe la exposición.

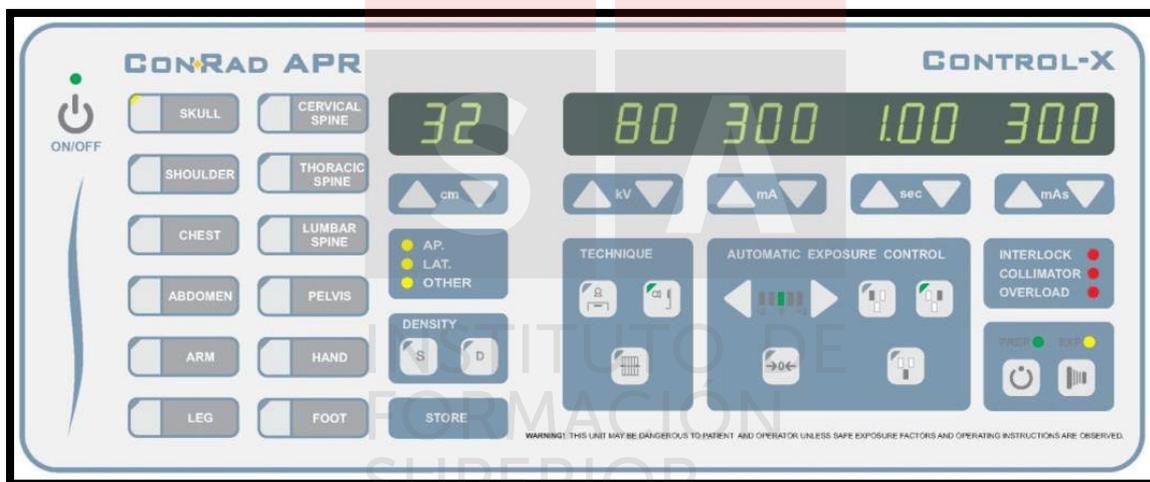
Dicho dispositivo debe calibrarse regularmente mediante un ingeniero físico.

Los dispositivos de AEC generalmente disponen de 2 o más sensores de exposición. Por ejemplo, pueden estar disponibles 3 cámaras sensibles a la radiación y el técnico va a ser el responsable de la selección de los sensores que va a usar para el examen. En un examen de tórax, si la región de interés va a ser el mediastino, solo se usará la cámara central. Si los campos pulmonares son el área de mayor importancia, las 2 cámaras laterales son las que deben activarse.

Las regulaciones actuales requieren que los sistemas de AEC dispongan de un mecanismo de seguridad de 600mAs. Si el AEC falla en su misión de finalizar la exposición, el circuito de seguridad secundario la finaliza a 600mAs, lo que es equivalente a unos pocos segundos dependiendo de los mA.

Consola

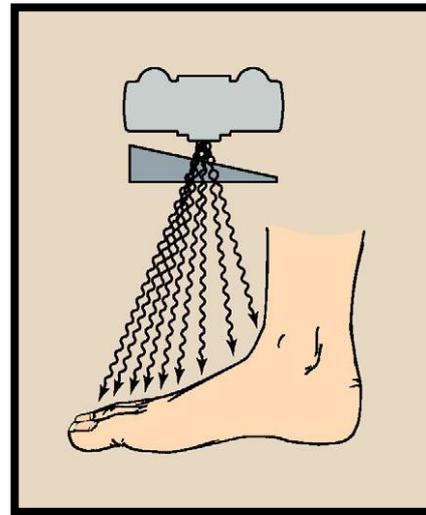
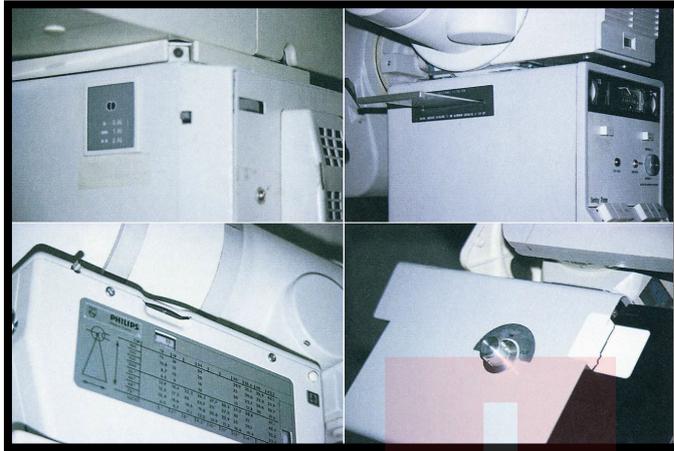
Para mantener constante una dosis, la relación entre Kv y mA.S es inversamente proporcional.



Filtración

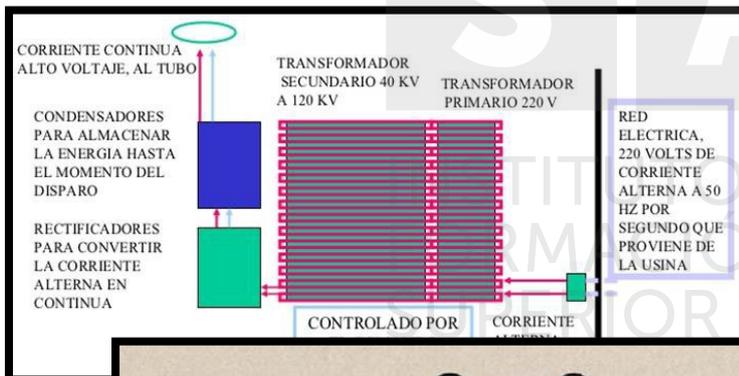
Filtración: Son los filtros que se utilizan para atenuar el haz de radiación o absorber los fotones de radiación blanda. Es la sumatoria de filtración inherente y filtración añadida.

- **Filtración inherente:** Filtración producida por los propios materiales del tubo de rayos x. Carcasa de Pb y acero, ampolla de vidrio entre otros.
- **Filtración añadida:** Placa de Aluminio adosada al colimador cuya función es absorber los fotones de radiación blanda. Existen filtros de compensación que atenúan el haz de radiación en exámenes donde la anatomía a estudiar posee mucha diferencia de grosor o espesor.



Electro medicina - Generadores eléctricos y autotransformador

- **Autotransformador:** Gabinete metálico conectado al tubo de rayos x, al comando y a la corriente alterna (corriente de red), consta de 4 dispositivos eléctricos:
- **Transformador primario de baja tensión:** Sistema de espiras cortas que reducen el voltaje de 220v a 10v. Se utiliza para poner en incandescencia el filamento catódico. Regula al mA.
- **Transformador secundario de alta tensión:** Sistema de espiras largas que incrementan el voltaje de 220v hasta 150000v. Se utiliza para acelerar la nube electrónica y aplicar la diferencia de potencial. Regula al Kv.
- **Rectificador:** Convierte la corriente alterna en continua
- **Condensador:** Almacena la energía hasta el momento del disparo.

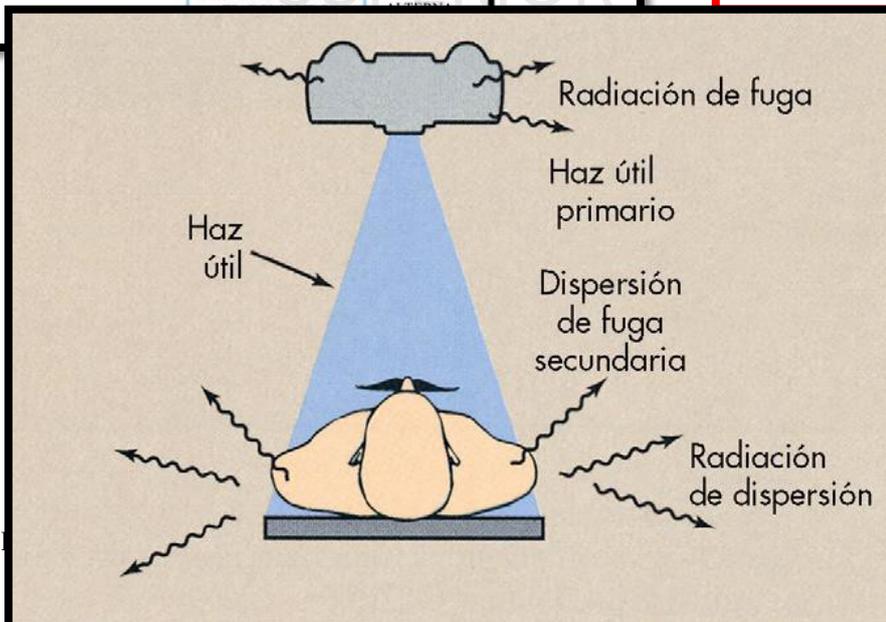


Es importante resaltar que los equipos portátiles utilizan 220v y el equipo en sala utiliza un generador trifásico de 380 v

Haz

SE

PROF.: I



útil y Radiación dispersa: Es la sumatoria de todas las interacciones Compton (QUE DA EN LA ULTIMA ORBITA DEL

ATOMO) producidas desde que se origina el haz de radiación hasta que se absorbe completamente. La radiación dispersa disminuye el contraste radiográfico, aumenta el velo y atenta contra el paciente y el personal técnico expuesto. Es la sumatoria de radiación de fuga + radiación dispersa propiamente dicha + radiación residual.



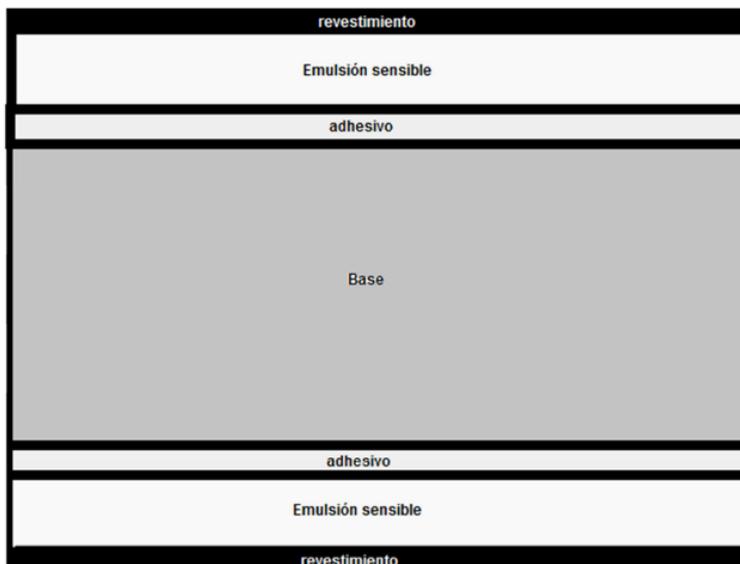
Mancha focal

Dependiendo de su amplitud, varía la calidad y homogeneidad del haz de rayos X. El tamaño de la mancha focal depende del tamaño de los filamentos. Los tubos de radiodiagnóstico tienen dos filamentos, para proporcionar un enfoque con una mancha grande o chica.

Unidad II

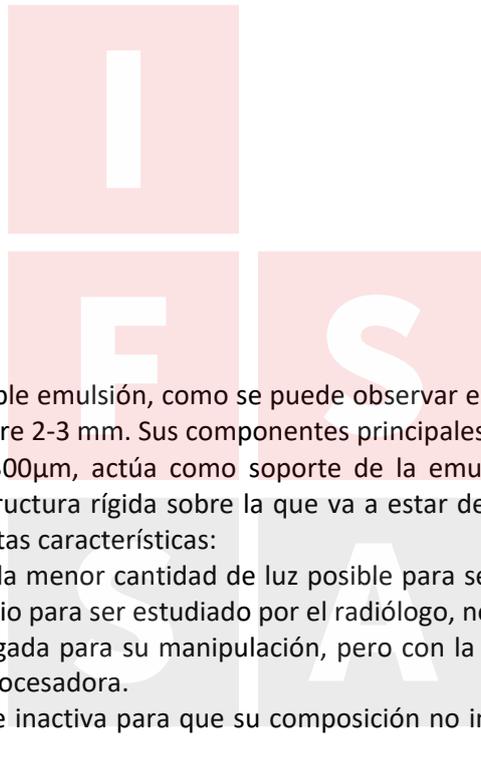
Película radiográfica

Consiste en un base de sales irradiados se una imagen de pasar por el revelado, dicha visible. Son el RI imagen) más radiología La película común es la que



film constituido a que, al ser ionizan y forman latente que luego proceso de imagen se vuelve (receptor de utilizado en convencional. radiográfica más consta de una base

sobre la que se adhiere por las dos caras una emulsión. Esta emulsión está unida a la base mediante una capa adhesiva que mantiene una relación íntegra entre estas y ambas capas de emulsión están protegidas por una capa protectora que evita que las mismas sufran de rasguños o efectos de la presión y contaminación durante la manipulación, procesado y almacenamiento.



La película radiográfica de doble emulsión, como se puede observar en la imagen de arriba, se forma de 7 capas y su espesor es de entre 2-3 mm. Sus componentes principales son:

- **Base:** de entre 150-300 μ m, actúa como soporte de la emulsión fotográfica y su objetivo es proporcionar una estructura rígida sobre la que va a estar depositada la emulsión. Esta misma debe cumplir con ciertas características:
 - Que absorba la menor cantidad de luz posible para ser transparente al ser colocado en el negatoscopio para ser estudiado por el radiólogo, no genera ennegrecimiento.
 - Flexible y delgada para su manipulación, pero con la suficiente rigidez para soportar el paso por la procesadora.
 - químicamente inactiva para que su composición no interfiera en los procesos químicos de revelado.

El primer material utilizado fue placa de vidrio, pero durante la primera guerra mundial este se volvió inaccesible. En 1914 se utilizaba el nitrato de celulosa como soporte de las películas radiográficas, pero el inconveniente de ese compuesto es que era altamente inflamable y su incorrecta manipulación llevaron a generar incendios en los hospitales, es por ello que para 1920 fue reemplazado por el triacetato de celulosa y para 1960 comenzó a fabricarse la base de poliéster. La principal ventaja de este era su mayor estabilidad dimensional (no se deforma) y dureza y su dificultad para la combustión; además, es impermeable al agua y a las soluciones utilizadas durante el procesado.

Al poliéster se le añadió un colorante azul para facilitar su visualización y reducir el cansancio de la vista del profesional, mejorando la precisión y eficiencia del técnico.

- **Emulsión:** Es el material con el que interactúan los rayos y especialmente la luz de las pantallas intensificadoras, es el "corazón" de la película. Está formada por una mezcla homogénea de gelatina y de cristales de halogenuros de plata con un espesor de entre 3-5 μ m.
 - Los cristales de *halogenuro de plata* son compuestos químicos en forma de sal que resultan de la combinación de elementos halogenuros, como por ejemplo el flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br) o el

yodo (I) con la plata (Ag). De esta manera se obtendrán sales como el cloruro de plata (AgCl), bromuro de plata (AgBr) y el yoduro de plata (AgI) dispuestos en una red cristalina.

Los cristales en las placas radiográficas son el elemento activo de las mismas y suelen ser de AgBr en un 95% y el resto de AgI. Estos compuestos tienen un número atómico (Z) elevado, lo que permite que los rayos x más los fotones de luz procedentes de las pantallas reaccionan con ellos y den lugar a la formación de la imagen. La sensibilidad y el contraste de la placa dependerán del tamaño de los cristales.

Durante el proceso de fabricación se suele añadir alguna sustancia sulfurada en la gelatina para que, al entrar en contacto con los haluros de plata, se formen pequeños cristales de sulfuro de plata (Ag_2S), logrando entonces un aumento de la sensibilidad de la emulsión. Así se forman los "centros de sensibilidad" encargados de crear una trampa electrónica y lograr formar la imagen latente.

Aquellas películas de exposición directa que no utilizan pantallas intensificadoras, tienen una capa de emulsión mucho más gruesa con mayor cantidad de cristales de haluro de plata.

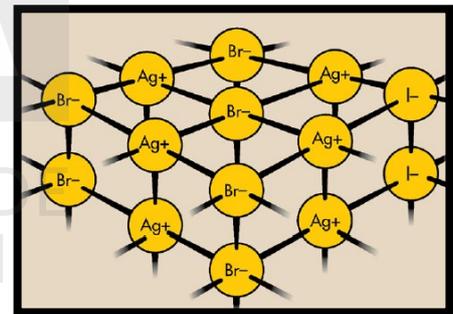
Al ser expuestos a la radiación o luz visible, los cristales sufren una serie de cambios que tendrán como resultado la producción de una imagen fotográfica.

- La gelatina es un coloide proteico similar a la gelatina utilizada en la cocina, pero de mejor calidad, a base de pieles y huesos de ganado vacuno que tras su cocción da lugar a un líquido gelatinoso. Actúa como soporte mecánico en el que se dispersan los cristales de haluro de plata.

Algunas de las características que debe cumplir es:

- Transparente para el paso de luz
- De fácil dispersión
- Permeable para el accionar del revelador sobre los cristales
- Estable con el paso del tiempo
- Lo suficientemente poroso para el paso de los productos químicos que interaccionan con los cristales de haluro de plata.

Las películas radiográficas se elaboran en total oscuridad, no hay ningún tipo de luz durante la combinación de los ingredientes de la emulsión hasta su momento de empaquetado.



*Red cristalina de bromuro de plata de la emulsión.

Formación de la Imagen Latente

La radiación emergente que llega a la película es absorbida por los cristales de halogenuro de plata que sufren cambios, pero si observamos la radiografía no lograremos ver nada, sino que se crea una imagen invisible que nosotros llamaremos imagen latente y que debe ser enviada a un proceso de revelado para volverla visible.

Dicho proceso de la formación de una imagen latente la podemos resumir en 4 pasos:

- Los átomos de halogenuro de plata están unidos de forma iónica formando una red cristalina, la plata tiene carga eléctrica positiva (+) y el Br, I, y Cl tienen carga eléctrica negativa (-). Como

estos elementos se encuentran en la superficie del cristal, decimos que tiene una carga eléctrica superficial negativa.

- Cuando los fotones interactúan con los cristales de haluro de plata se produce efecto fotoeléctrico y efecto Compton, dándose lugar a una ionización liberándose electrones (e-) de Br, I o Cl según sean los haluros de la película.
- Se produce entonces una alteración en la red cristalina ya que se rompen las uniones iónicas y los átomos de haluro migran hacia la gelatina de la emulsión, desestructurándose por completo la red cristalina. Sin embargo, la red se mantiene intacta donde no hayan interactuado los fotones.
- Los e- que se han liberado son atraídos por las partículas sensitivas (entran en juego los cristales de sulfuro de plata de la emulsión) por lo que aparecen zonas localmente negativas. Esta carga negativa atrae los iones positivos de plata y son neutralizados al llegar a éstas, combinándose con los electrones y transformándose en plata metálica (Ag). Durante el revelado, la imagen latente de la plata depositada se verá de color negro (radiolúcida) mientras que los cristales que no fueron irradiados se verán transparente (radiopaco). Según la intensidad del fotón que interactúe con cada cristal, será el tono de gris que adquirirá.

Tipos de Películas

- **Película de doble emulsión y con dos pantallas de refuerzo**

Son las más utilizadas en las exploraciones de radiología convencional. La base va cubierta por ambas caras con la emulsión fotosensible y utiliza dos pantallas de refuerzo (anterior y posterior).

Vienen de distintas medidas siendo las de mayor frecuencia aquellas marcadas con un asterisco (*):

- 13x18
- 18x24*
- 20x40
- 24x30*
- 30x40
- 35x35
- 35x43*
- 30x90



- **Película de doble emulsión para exposición directa o sin pantalla intensificadora**

Tienen una capa de emulsión mucho más gruesa que el antes mencionado dado que no cuenta con la colaboración de las pantallas intensificadoras. Esta capa de haluros más concentrados mejora la interacción de los fotones de rayos x.

Sin embargo, este tipo de película es mucho más cara que el resto. Además, su utilización implica uso de dosis 10 veces mayor que la que se usa en una película con pantallas. Es por esto que su uso se ha destinado solo para estudios dentales intraorales (la medida de estas películas es de 3x4cm).

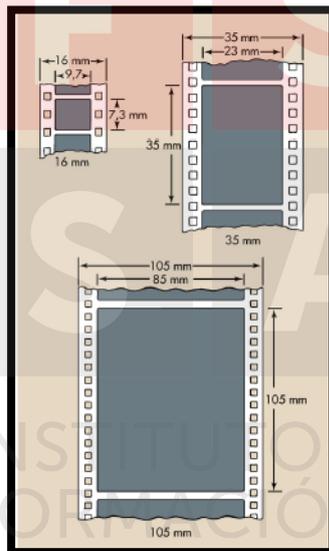
- **Película monoemulsionada para mamografía.**

Son películas de grano fino de tierras raras (tabla periódica) con una emulsión en una sola cara y cuentan con una sola pantalla intensificadora en la cara posterior del chasis.

El objetivo de estas es obtener una imagen con máximo contraste y nitidez posible con una película mucho más sensible para exponer al paciente a la menor dosis posible.

Las medidas son de 18x24.

- Película monoemulsionada para panorámica dental.**
 La medida de estas películas es de 13x30, utilizadas en ortopantomografía. Como ocurre en mamografía, al ser una película monoemulsionada presentan una sola pantalla intensificadora.
- Película de video o de monitor.**
 En este caso ya no hablaremos de películas radiográficas. La imagen se verá en el monitor y para que quede una visualización permanente en un soporte duro del estudio se realizará una impresión del mismo por medio de una impresora láser.
 Estas películas monoemulsionadas de alta sensibilidad (cristales pequeños) se utilizan en tomografía axial computada (TAC), resonancia magnética nuclear (RMN), ecografía y radiología digital.
- Películas especiales.**
 En este grupo encontraremos películas de cine (se filma la imagen a la salida del intensificador de imagen y se aplica en el cateterismo cardíaco), película de seriografía (vienen en rollos y se emplean en los seriógrafos acoplados a los intensificadores de imagen en los estudios de fluoroscopia) y las películas de copias o duplicaciones (para copias de radiografías existentes con el mismo tamaño a la original). Esta última se obtenía antes en el cuarto oscuro aplicando luz ultravioleta a través de la película original, pero hoy día se realiza desde la computadora imprimiendo la cantidad de copias en los tamaños que se desee.



Manipulación y Almacenamiento de las Películas

Las buenas condiciones de almacenamiento y manipulación de las películas es una tarea importante, de lo contrario pueden aparecer artefactos en la imagen y pueden interferir en el diagnóstico médico.

Normalmente las películas van guardadas en un cuarto oscuro o en el almacén. Algunas de las condiciones de guardado son:

- Se recomienda no superar una temperatura superior a los 20º, dado que la temperatura aumenta el velado.

- En el lugar de guardado no debe haber demasiada humedad, esto disminuye el contraste.
- Sala a oscuras para evitar el velo por la luz.
- No exponer a la radiación ajena a los rayos x durante el procedimiento correspondiente.
- No guardar más tiempo del estipulado dado que al perder sus propiedades disminuye la calidad de la imagen.

Artefactos en las Películas

Los artefactos son imágenes falsas que no corresponden con la imagen original y pueden inducir a un error diagnóstico. A veces habrá que repetir la radiografía si se tiene el convencimiento de que se trata de un artefacto y además interfiere en nuestra imagen impidiendo un correcto diagnóstico.

Los artefactos más habituales que dan falsas imágenes son:

- Manchas negras en destello.
- Marcas en forma de media luna: se producen cuando se dobla la película antes del revelado.
- Velado en un extremo de la película: se debe a que la película ha recibido luz en esa zona.
- Puntos blancos: es debido a suciedad de las pantallas de refuerzo.
- Arañazos en vertical u horizontal: suele deberse a la suciedad de los rodillos de la procesadora.

Existen también artefactos que no inducen a error:

- Aumento del velo.
- Tono lechoso de la emulsión.
- Exceso de radiación dispersa.
- Película sobreexpuesta.
- Película subexpuesta.

Pantallas de refuerzo

Si quisiéramos obtener imágenes en las películas radiográficas con tan solo los efectos de los rayos X, la radiación que tendríamos que dar al paciente sería demasiado elevada, así que para que esto no ocurra entran en juego las pantallas intensificadoras.

Las pantallas de refuerzo, reforzadoras o intensificadoras están constituidas por tungsteno de calcio o fósforo (hoy en día son las más utilizadas) y actúan como sistemas que transforman la energía de radiación en energía luminosa (transforman los fotones electromagnéticos en luz). De esta forma la energía luminosa emitida será la responsable del ennegrecimiento de las sales de plata que conforman la película radiográfica

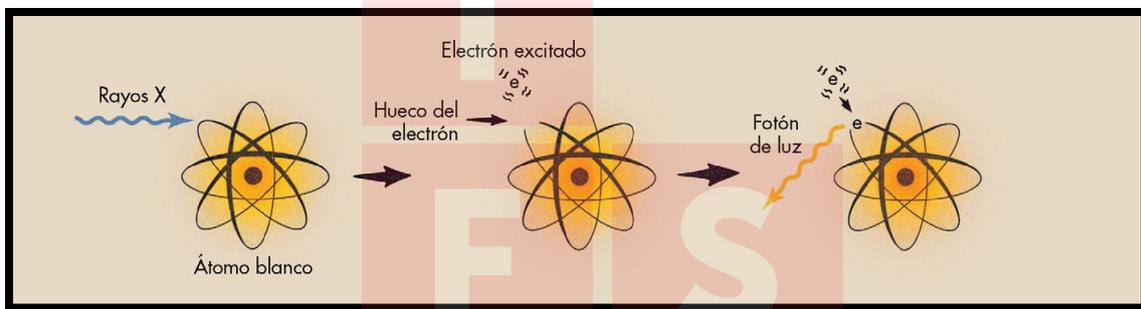
Como mencionamos, la presencia de las pantallas disminuye considerablemente la dosis administrada al paciente, aunque genera una borrosidad con falta de nitidez, pero con las pantallas de hoy día esto no es significativo.



En el efecto luminiscente, los fotones de rayos x interaccionan con los cristales de fósforo expulsando e- de la órbita externa dejando al átomo en una condición inestable. Cuando este e- pierde toda su energía, vuelve a ocupar el lugar vacío del átomo liberando energía lumínica. En este efecto hay que destacar dos fenómenos diferentes:

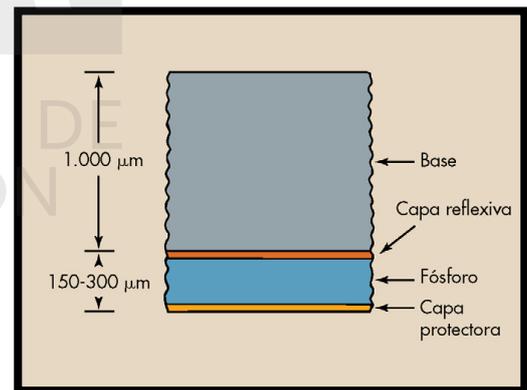
- La *fluorescencia* que consiste en la emisión lumínica de una sustancia durante el tiempo que dura la radiación.
- En la *fosforescencia* tiene lugar la emisión lumínica cuando ha actuado la radiación. Desde el punto de vista de la calidad de la imagen se aprecia como algo indeseable ya que va a dar lugar a una elevada borrosidad.

Las ventajas del uso de estas pantallas es la reducción considerable de la dosis aplicada al paciente y los cortos tiempos de exposición haciendo que se reduzca la borrosidad cinética, mejorando la resolución de la imagen.



Dichas pantallas están constituidas por cuatro capas:

- Una capa protectora, siendo la más cercana a la película radiográfica con un espesor de 10-20 μm . Protege a la pantalla de abrasiones y posibles daños producidos por su uso.
- La capa activa de fósforo, emite luz durante la interacción con los fotones de Rx. Tiene un espesor de 50-300 μm , según el tipo de pantalla.
- La capa reflexiva de aproximadamente 25 μm que incrementa la eficiencia de las pantallas.
- La base de 1mm de espesor, sirve como soporte mecánico a la capa de fósforo activa. Su material es de poliéster.



Propiedades de las Pantallas de Refuerzo

Las propiedades principales de las pantallas de refuerzo van a depender de:

- Velocidad de la pantalla. Depende del porcentaje de energía de los fotones de rayos x que la pantalla es capaz de transformar en luz visible.
- Poder de resolución. El poder de resolución es la capacidad de producir una imagen clara y nítida. Tiene que ver con el tamaño de los cristales de fósforo, lo cual cuanto menor tamaño tengan, mayor será la resolución.

Sin embargo, cuanto mayor velocidad tenga una pantalla de refuerzo, menor será la resolución o nitidez generando imágenes más borrosas (inversamente proporcionales). Esto se considera una desventaja en comparación con aquellas películas de exposición directa.

Moteado Cuántico

El moteado cuántico o ruido se origina por la variación estadística que se produce a causa del número de fotones que se absorben por mm² de superficie en la pantalla de refuerzo.

Así que hay que tener en cuenta que cuanto menor sea la cantidad de fotones que se aproximen a la pantalla, es decir cuanto menor sean los portadores de información que tomen contacto con las pantallas de refuerzo, mayor será el moteado y viceversa.

El ruido se aprecia más en las imágenes digitales que en las analógicas. Para disminuir el ruido de las imágenes digitales lo que hay que hacer es aumentar el MAS, pero esto implica como consecuencia un aumento en la dosis aplicada al paciente.

Cuidado de las Pantallas de Refuerzo

- No se debe manipular las pantallas de refuerzo salvo cuando sean sustituidas por otras nuevas.
- Una vez al año debemos de comprobar los chasis y el estado de las pantallas de refuerzo, además el contacto de las mismas con las películas debe ser idónea (óptima), dado que un mal contacto puede dar lugar a imágenes con zonas borrosas.
- En caso de guardar los chasis en el cuarto oscuro evitaremos almacenarlos en lugares donde estén cerca de los productos químicos.
- No debemos almacenar los chasis cerca de fuentes de calor ya que pueden variar las propiedades de las pantallas de refuerzo y de las películas que están en el interior.

Limpieza de las Pantallas de Refuerzo

Las pantallas de refuerzo son muy frágiles así que debemos de tener especial atención a la hora de limpiarlas. Se deben limpiar periódicamente de la forma en la que lo indique el fabricante. Lo habitual es usar agua y jabón.

Antes de limpiarlas hay que quitar de los chasis las películas radiográficas y luego haremos uso de paños o papel de celulosa humedecido con una solución de agua jabonosa neutra. En la superficie frotaremos con poca presión para evitar rayaduras y al secar con mucho cuidado utilizaremos otro paño seco. El chasis permanecerá abierto unas horas para completar su secado.

No deben utilizarse jabones con agentes abrillantadores ni solventes orgánicos.

Si hay grasa persistente lo que hay que aplicar es tetracloruro de carbono (CCl₄) pero dada la toxicidad debido a los gases que desprende, este líquido se debe manipular en un cuarto ventilado.

Montaje

Cuando es necesario cambiar las pantallas de refuerzo antiguas o dañadas por unas nuevas hay que tener en cuenta ciertas recomendaciones:

- Al retirar las pantallas antiguas procurar no dañar la estructura (gomaespuma) por debajo que sirve de fijación para las siguientes pantallas. En caso de que esto suceda o quede resto de pegamento se puede utilizar tricloroetano, tetracoloroetileno o una solución de ácido acético al 5%.
- A la hora de retirar las pantallas debe de colocarse el chasis sobre una superficie plana y se comenzará a levantar la pantalla vieja desde una esquina.
- Retirar los papeles protectores de las nuevas pantallas al instalarlas en el chasis.
- Procurar no doblar las pantallas nuevas.

Tipos de Pantallas de Refuerzo

Se los puede clasificar según su sensibilidad y velocidad:

- **Pantallas de baja sensibilidad o de baja velocidad.**
Son pantallas de alta definición debido a que la imagen resultante de la exposición a la radiación presenta menos moteado y borrosidad. Mayormente utilizado para el diagnóstico de partes blandas y detalles óseos. Constituidas por finos granos de fosforo.
- **Pantallas de sensibilidad estándar.**
Corresponden a pantallas de velocidad media o normal que dan una buena calidad a los detalles. Son utilizados para la radiología general (tórax, abdomen, columna, caderas, etc.). Sus granos de fósforo son un poco más grandes que los anteriores.
- **Pantallas de alta sensibilidad o alta velocidad.**
Son más rápidas que las anteriores. Se obtiene una imagen de baja calidad dado que el tamaño del grano es mayor, por lo que no brindará mayor detalle; sin embargo, se reduce el riesgo de borrosidad cinética y se reduce la dosis recibida por el paciente.
Su uso es ideal para radiología pediátrica o estudios que requieren de cortos tiempos.
- **Pantallas compensadoras o graduadas.**
Son pantallas en las que en su interior hay zonas de diferentes velocidades o sensibilidad de forma que por un extremo puede tener una sensibilidad mayor que en el opuesto.
Es utilizado en estudios de telerradiografías de columna vertebral (espinografías) y de miembros inferiores en las que hay mucha diferencia de espesor entre una zona y otra.
Cuando se las utilice habrá que tener en cuenta en qué zona la velocidad será mayor y en cual será menor (en la parte posterior suele haber un signo positivo <+> que indica la zona más sensible y un signo negativo <-> que indica la zona menos sensible).
De esta manera buscan homogeneizar la imagen en aquellas estructuras donde presentan diferencia de densidades.

Chasis radiográficos

El chasis radiográfico es una estructura rígida de forma similar a un libro, en cuyo interior va la película radiográfica junto con las pantallas de refuerzo. Cumplen con diversas funciones:

- Hacen un contacto perfecto entre la película y las pantallas de refuerzo para evitar zonas de borrosidad.
- Protegen de la luz a la película evitando el velo antes de ser expuestos a la radiación X.
- Protegen a las pantallas de refuerzo de arañazos, ralladuras y suciedad, entre otras cosas.
- En los casi que se utilicen para sistemas de luz-día tienen que tener una ventanilla para realizar la identificación correcta de cada paciente con su película y evitar equívocos.



Los chasis constan de dos caras unidas por un cierre que mantiene la película dentro sin ser expuesta a la luz. Dicho cierre debe permitir un sellado hermético para evitar el paso de dicha luz.

La cara anterior es la que se coloca siempre frente al haz de radiación y está formada por materiales con un índice de atenuación bajo, es decir, con materiales que no atenúen demasiado el haz de radiación permitiendo su llegada a los cristales e haluro de plata de la película radiográfica como, por ejemplo: aluminio, fibra de vidrio o de carbono. Estos últimos se utilizan en la actualidad dado su bajo valor de atenuación.

La cara posterior es similar a la cara anterior pero además lleva un recubrimiento interno de plomo que absorbe la radiación y, de esta forma disminuye la radiación residual al atravesar la película.

Ambas caras presentan en el interior una capa de gomaespuma sobre las que se asientan las pantallas intensificadoras, acercándolas y mejorando aún más el contacto pantalla-película-pantalla. Esa gomaespuma con el paso del tiempo suele carbonizarse por lo que hay que sustituirlas, de lo contrario pueden causar artefactos en la imagen evidenciándose como puntos blancos.



Tipos de Chasis

Existen distintos tipos de chasis y el tamaño depende exclusivamente del tamaño de la película, por lo que podemos encontrar chasis de:

- 9x12cm
- 13x18cm
- 18x24cm
- 24x30cm
- 30x40cm
- 35x35cm
- 35x45cm



- **Chasis curvos y chasis flexibles.**

Sin ser muy utilizados, los chasis curvos, como su nombre lo indica llevan una curvatura y se utilizan para las radiografías panorámicas dentales (ortopantomografía), también se utilizan para aquellas estructuras donde nos quedaría alejada de un chasis convencional, como ocurre con la parte posterior de una rodilla o la axila.

- **Chasis con rejilla incorporada.**

Estos chasis presentan una rejilla antidifusora fija incorporada entre la cara anterior y la pantalla intensificadora. Es útil para radiografiar a pacientes con equipos portátiles o a pacientes politraumatizados cuando no es posible movilizar al paciente a la mesa de rayos. La rejilla antidifusora absorbe radiación dispersa.

- **Chasis sin pantallas.**

Son utilizados para pantallas monoemulsionadas. Antes eran utilizados para mamografía para evitar la borrosidad y conseguir una máxima resolución, pero en los últimos años se han desarrollado chasis con una única pantalla de grano ultrafino (lentas) de tierras raras que permiten obtener imágenes de una magnífica definición con la ventaja añadida de la reducción en la dosis recibida por la paciente.

- **Chasis para cámaras multiformatos.**

Estos chasis presentan forma de maletín y actúan como contenedores de películas vírgenes en las que, una vez seleccionada la imagen en el monitor sea en el área de TAC, RMN, ecografía o radiología digital, se mandaba a imprimir en la película por medio de una impresora láser que lo hacía por medio de la apertura del chasis y la posterior extracción del film. Es por esto que no requieren de la presencia de pantallas intensificadoras.

Fueron los primeros en utilizarse con el avance digital.

- **Chasis digitales.**

La cara anterior es de fibra de carbono. No se utiliza película radiográfica, solo contiene en su interior una única pantalla de fosforo fotoestimulable que al ser expuesta a los rayos X crea una imagen latente, luego por medio de un escáner de luz infrarroja vuelve dicha imagen en visible en el monitor. Por esto es que diremos que son chasis que no protegen de la luz a los films radiográficos, sino que protegen a la placa de imagen. Es utilizado en radiología digital.

Vienen de tres medidas posibles: 18x24, 24x30 y 35x43.



Chasis digitales utilizados en la actualidad en radiología digital.

Conservación de los Chasis

Los chasis son piezas en el servicio de radiodiagnóstico con un alto coste por lo que su mantenimiento y cuidado deben realizarse de forma adecuada:

- Evitar golpes que pueda afectar al sistema de cierre y como consecuencia se vele la película. En caso de ocurrir, es necesario que se repare o bien sea reemplazado por uno nuevo.

- Higienizar el exterior para evitar artefactos en la imagen y principalmente por cuidado de los pacientes y el personal que lo manipule.
- Hay que poner especial cuidado en caso de que el chasis se manche con algún medio de contraste, no por algún daño que pueda generar en la estructura en sí, sino en la formación de la imagen al momento de ser expuesto dado que son sustancias de una alta capacidad de absorción de la radiación.
- No hay que dejar los chasis abiertos, recuerden que también protegen a las pantallas intensificadoras.

Test de Contacto entre Pantalla y Película

Como mencionamos con anterioridad, es de extrema importancia lograr un buen contacto entre las pantallas intensificadoras y la película radiográfica dentro del chasis, dado que, en caso de no haber una buena relación, puede generarse imágenes borrosas, con grados de ennegrecimientos en algunas zonas, creando entonces una imagen no diagnóstica. Es por ello que se realizan pruebas para evaluar dicho aspecto con el uso de una rejilla perforada:

- El espesor de la rejilla es de 1mm con perforaciones cuadradas de 2,5mm. Se coloca sobre la cara anterior del chasis.
- Dentro del chasis colocaremos una película radiográfica virgen.
- Se establece una dosis para exponer el film a los rayos X.

Si el resultado da una imagen homogénea de densidad uniforme, estaremos frente a un contacto satisfactorio. En caso de obtener un resultado heterogéneo, es decir, una imagen borrosa donde se encontraba la rejilla y zonas más oscuras que otras es porque el contacto no es correcto y la película se mueve dentro o bien hay zonas donde la pantalla aporta más información dada la distancia a la película. En estos casos es necesario repararlo.

Parrilla anti difusora

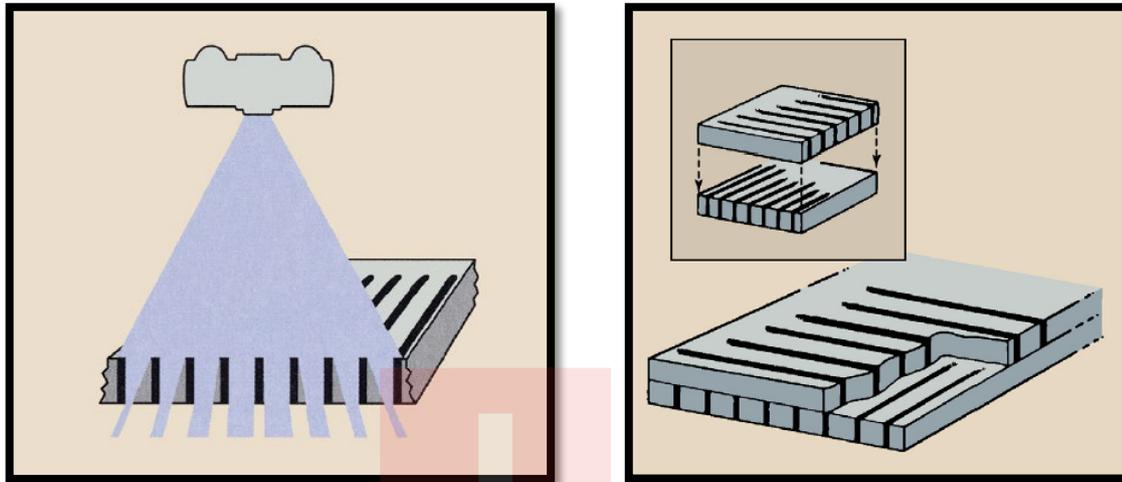
La rejilla o parrilla antidifusora es un dispositivo que se coloca entre el paciente y el receptor de imagen (RI), absorbe radiación dispersa con lo que se consigue mejorar la calidad de la imagen radiológica obtenida. Generalmente son planchas de varios mm de espesor que tienen en su interior una serie de láminas sumamente finas de Pb o W, entre ellas se coloca un espesor mínimo de plástico o material poco absorbente (fibras de carbono).

Con estos dispositivos se logra eliminar los fotones que iban a incidir en la película con diferentes ángulos de inclinación, como ocurre en el efecto Compton (radiación dispersa) y se ha demostrado que son capaces de absorber el 80-90% de dicha radiación. Sin embargo, el uso de estos implica aumentar la dosis aplicada al paciente dado que los fotones incidentes para la formación de la imagen bajan en número con la presencia de estos, pero el resultado obtenido con su uso es óptimo. El mal empleo de las rejillas antidifusoras puede afectar notablemente la calidad de la imagen, además de no estar justificando la práctica con dosis elevadas.

Existen distintos tipos de rejillas según la disposición de las láminas que lo constituyen: rejillas paralelas (eliminan radiación dispersa en una única dirección a lo largo de su eje), rejillas cruzadas (compensa la deficiencia de la rejilla anterior; consiste en una combinación de dos rejillas paralelas), rejilla focalizada y rejillas móviles.

Estos últimos reciben el nombre de potter bucky por su descubridor Hollis Bucky, quien ideó en 1920 una solución al problema principal del uso de las parrillas antidifusoras: la presencia de la imagen de los mismos en las radiografías. H. Bucky planteó que podría moverse suavemente la parrilla durante la formación de la imagen latente, lo cual resultó útil mejorando la calidad de la imagen dado que ya no se observaron más las láminas interfiriendo en la calidad diagnóstica en el resultado obtenido durante la exposición.

Estas rejillas requieren de un sistema que les brinden dicho movimiento, el cual, si es mal instalado o no funciona de forma eficiente, puede generar artefactos en la película.



*En la primera imagen se observa una rejilla paralela y la segunda imagen corresponde a una rejilla cruzada.

Revelado y procesado

dijimos con anterioridad, el procesado de la imagen latente invisible crea una imagen visible. Dicho procesado hace que los iones de plata (Ag^+) en los cristales que han sido expuestos a la luz se conviertan en granos microscópicos de Ag metálica. La secuencia de proceso se compone básicamente de los siguientes pasos: humectación, revelado, lavado, fijado y secado. Dicho proceso se puede llevar a cabo en una procesadora manual o bien automática, las cuales desarrollaremos en este segmento.

Humectación

Para que los compuestos químicos utilizados en el procesado de una película radiográfica puedan penetrar de forma correcta y actuar sobre la emulsión, primero debemos tratar a dicho film con un agente humectante, siendo el mismo el agua. Este penetra en la gelatina hinchándola y permitiendo el paso de los químicos.

Se lo considera como el disolvente universal, lo que significa que puede disolver varios sólidos y polvos y, en este caso, todos los productos químicos del procesado de radiografías.

En el procesado automático, el responsable de la etapa de la humectación es el revelador.

Revelado

Consta de cinco ingredientes: revelador, activador, restringente, preservador y endurecedor; en el procesado automático se encuentra también el agente humectante.

Revelador

La principal acción es transformar los iones de Ag^+ que fueron expuestos a los rayos X en Ag metálica (átomo neutro) por medio del revelador, quien proporciona parte de los e^- que neutralizarán a la Ag iónica en Ag metálica. La oxidación y la reducción se producen de forma simultánea y la combinación de ambas se denomina reacción REDOX.

La densidad óptica de una radiografía, es decir, las distintas tonalidades de grises que se observan en una radiografía expuesta y revelada proviene de la acción sinérgica de la hidroquinona y la fenidona; esto quiere decir que la acción de dos agentes que actúan juntos a la misma vez es más eficiente que si sumáramos el accionar que llevarían a cabo de forma individual:

- La **Hidroquinona** actúa muy lentamente, por lo que es responsable de las partes más oscuras.

- La **Fenidona** actúa rápidamente, por lo que influye en la obtención de los tonos más claros de grises.

Los cristales de Halogenuro de Plata no expuestos tienen una carga electrostática negativa distribuida por toda su superficie. Lo mismo sucede con los cristales expuestos a excepción de las zonas de las partículas sensitivas. Dicha similitud dificulta la penetración y el accionar del revelador en las áreas de carga negativa, pero si logra actuar sobre la Ag^+ depositada en las partículas sensitivas, asociándola con un e- y volviéndola un átomo neutro. A este proceso lo acompaña la eliminación de los átomos de Br y I de la película que fueron liberados y migraron durante la ruptura de la red cristalina (el revelador los disuelve).

El tiempo que se tarda en realizar el revelado depende de factores como el tamaño de los cristales, la concentración del revelador y la temperatura.

El revelador contiene compuestos básicos como el carbonato de sodio o el hidróxido de sodio, para potenciar la acción del revelador (activador).

Lavado

Consiste en el lavado de los productos químicos utilizados hasta el momento, antes de pasar por el sistema de fijado donde actuarán nuevos químicos.

El lavado se realiza por medio del uso de agua y debe estar 3º por debajo de la temperatura del revelador.

Fijado

Una vez concluido el proceso de revelado se debe tratar la película para que la imagen permanezca estable y no se vaya desvaneciendo con el transcurso del tiempo y este corresponde a la etapa de fijado. Entonces se dice que la imagen se ha fijado a la película y que la película obtenida tiene calidad de archivo.

La imagen no se deteriorará con el paso del tiempo, sino que presentará siempre, las mismas características.

Secado

Consiste en ventilar la película una vez procesada para obtener una radiografía lista para realizar un diagnóstico médico. El tiempo de duración varía según sea un procesado manual o bien automático.

Precauciones del uso de los químicos

- Conservar preferentemente a temperatura entre 15º y 25º grados.
- No exponer el químico a la luz solar.
- Guardar restos de revelador en envases cerrados.
- Listos para su uso evitar contacto con el aire.
- Químicos compuestos de 2 o más partes mezclar en el orden indicado y agitar bien antes de usarlos.
- Agua de dilución con alto contenido de cloro perjudica la durabilidad y rendimiento.



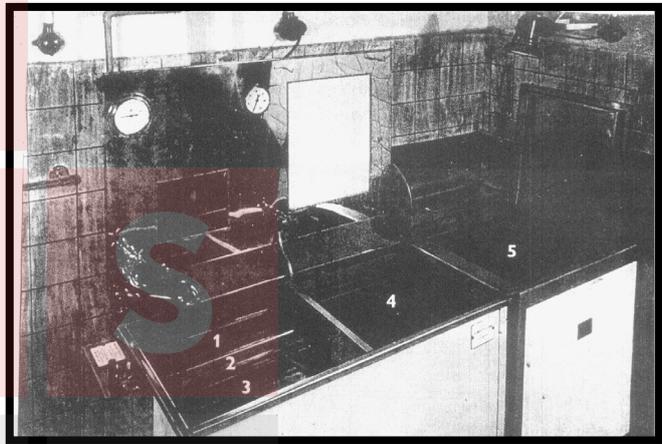
- En caso de limpieza con hipoclorito (lavandina) lavar con abundante agua, antes de agregar el químico

Teniendo el conocimiento básico de los elementos a utilizar en el procesamiento de la película radiográfica expuesta a los Rayos X, estamos en condiciones de analizar los dos tipos de procesados en la sala.

Procesado Manual

Es el procesado de las películas que se lleva a cabo en el área húmeda del cuarto oscuro en un tiempo aproximado de 1hs. En la descripción general del sistema de procesado hablamos de los pasos básicos para transformar una imagen latente en visible, pero dependiendo del proceso realizado, se agregarán algunos pasos.

En este caso, el cual es una actividad manual llevada a cabo por el técnico radiólogo encontraremos los siguientes pasos: Revelador, Lavado intermedio, Fijador, Lavado final. Esto se realiza con el uso de bastidores de acero inoxidable que sostienen a la película para sumergir a las mismas por el sistema de cubetas con los líquidos que llevaran a cabo dicho proceso.



*Área húmeda del cuarto oscuro de la sala de rayos X. Este sistema fue de los primeros en utilizarse.

Los elementos a utilizados en este procesado de películas son:

- **Cubetas**

Estas han de contener las soluciones del revelado, lavado intermedio, fijado y lavado final.

Es importante destacar que están fabricadas de polietileno, polipropileno, acero inoxidable, inalterables la acción de los productos químicos.

Es necesaria que cada cubeta sólo sea utilizada con el líquido correspondiente para evitar cualquier contaminación.

Existen cubetas combinadas de 3 o 4 compartimentos. Las de tres compartimentos implican:

- Cuba 1 revelado capacidad 10 a 20 lts.
- Cuba 2 lavado capacidad 20 a 40 lts.
- Cuba 3 fijado capacidad 10 a 20 lts.

En cambio, las de cuatro compartimentos presentan un paso más:

- Cuba 1 revelado capacidad 10 a 20 lts.
- Cuba 2 lavado intermedio capacidad 10 lts.
- Cuba 3 fijado capacidad 10 a 20 lts.
- Cuba 4 lavado final capacidad 10 a 40 lts.

Tanto el revelador, como el fijador, deben estar siempre en un nivel de 2-3 cm del borde superior que marca el límite de las cubetas, para que cubran por completo la película radiográfica.

Los líquidos deben removerse siempre que vayan a ser utilizadas; no pueden mantenerse dentro de las cubetas por más de 30 días, pasado ese tiempo debe realizarse un recambio.

- **Líquido de lavado**

*Lavado Intermedio:

- agua circulante
- agua con ácido acético (Baño de Paro) para eliminar los restos del revelador.

*Lavado final:

- agua circulante



- **Secado**

Es el paso que insume más tiempo en el proceso de revelado de la película por medio del sistema manual.

Una vez finalizado el segundo lavado, se procede al secado, para lo cual, los bastidores, se cuelgan en soportes especiales los que pueden colocarse en el mismo cuarto oscuro, o bien al aire libre, en un lugar desprovisto de polvo; también suele haber secadoras automáticas que lanzan aire a ambas caras de las películas disminuyendo un poco el tiempo.



REDUCIR EL TIEMPO DE SECADO, POSIBILITA AL MEDICO OBTENER LA RADIOGRAFIA PARA DAR UN DIAGNOSTICO CON MAYOR RAPIDEZ.

Para lograr una buena calidad de placas, es necesario, que cada paso, sea realizado con el debido cuidado que ellos requieren:

- **PRIMER PASO:** Preparación de las Soluciones

Es el primer paso del procesamiento en el que se prepararán las soluciones siguiendo las instrucciones del fabricante.

Para esto es necesario tomar las siguientes precauciones:

- 1) Se debe limpiar los tanques y sus cubetas correctamente, antes de preparar las soluciones nuevas.
- 2) Ajustar la temperatura del agua donde se disolverán las sustancias químicas, tal como se recomienda en las etiquetas.
- 3) Se deben emplear recipientes y mezcladores hechos de materiales resistentes a la corrosión tales como esmalte, polietileno, polipropileno, o acero inoxidable.
- 4) No emplear tanques con soldaduras, porque la reacción de la soldadura con la solución produce velo químico.
- 5) Medir la capacidad real de cada tanque para asegurar la concentración adecuada de la solución. Un método sencillo consiste en medir el interior del tanque con una regla (ancho, longitud, profundidad), empleando una fórmula sencilla, se determina la capacidad de la cuba.
- 6) Tanto el tanque revelador como el fijador, deben tenerse cubiertos, para protegerlos contra la suciedad y reducir la evaporación, además de disminuir el contacto con el aire.
- 7) Deben emplearse siempre agitadores o batidores diferentes, uno para el revelador y otro para el fijador; estos deben estar siempre limpios y secos.

DEVELOPMENT TIME

TEMP		MIN
60 F	15.5 C	8 1/2
65 F	18.5 C	6
68 F	20 C	5
70 F	21 C	4 1/2
75 F	24 C	3 1/4

- 1. Agitación de las soluciones.** Se agitan las soluciones del revelador y del fijador, con objeto de igualar su temperatura. (Utilícense agitadores distintos, para evitar la posible contaminación de una solución con otra.)
- 2. Verificación de la temperatura.** Se mide la temperatura de las soluciones con un termómetro preciso, que se enjuaga después de cada medición, para evitar que se contaminen las soluciones. Se ajusta la temperatura a las recomendaciones de fábrica.
- 3. Colocación de la película en la colgadera.** Se sujeta cuidadosamente la película a una colgadera de tamaño adecuado. (Sujetense primero las esquinas inferiores.) Debe procurarse no marcar la película con los dedos y evitarse el doblarla o rasparla.
- 4. Ajuste del cronómetro.** Se ajusta el cronómetro al tiempo de revelado recomendable, con base en la temperatura del revelador.
- 5. Inmersión de la película en el revelador.** Se sumerge completamente la película. Esto debe hacerse uniformemente y sin pausa, a fin de evitar un efecto de rayado. Se acciona el cronómetro. Después, se golpea suavemente la colgadera contra el borde del tanque.
- 6. Agitación de la película (si fuera recomendable).** Deben seguirse las instrucciones de fábrica respecto de la fuerza y frecuencia de la agitación. Algunas películas deben agitarse dentro del revelador; otras deben sacarse y volverse a sumergir, alternadamente.
- 7. Escorrimento de la película fuera del tanque de revelado.** Al sonar la señal del cronómetro, se levanta sin demora la colgadera. Se deja escurrir la película unos momentos, fuera del tanque (esto puede hacerse en un espacio que medie entre los tanques).
- 8. Enjuague.** Se sumerge la película en un baño de tenedor ácido o en agua corriente. Se agita la colgadera continuamente. Este paso debe durar alrededor de 30 segundos. Luego se saca la película y se deja escurrir completamente.

- **SEGUNDO PASO:** Metodología del Procesado (debe ser cronometrado)
 - 1) Cerrar cuidadosamente las puertas de cuarto oscuro con llave.
 - 2) Cerciorarse de que las soluciones (revelador y fijador) estén bien revueltas y que el baño, cubra a la película enteramente.
 - 3) Contrólase, con todo cuidado, las temperaturas de las soluciones y del agua.
 - 4) Márquese el tiempo exacto en el reloj contador.
 - 5) Comprobar que todas las luces, salvo la seguridad, estén apagadas.
 - 6) Téngase el chasis con la cara que mira al tubo hacia abajo y los broches (sistema de cierre) hacia el opuesto de operador.
 - 7) Tómese la película por las puntas más cercanas, y sáquela.
 - 1) Hay que tener en cuenta el cuidado de no tocar el resto de la película y de no arrastrarla sobre el chasis.
 - 8) Las puntas, se aseguran con gradas en el soporte o bastidor.
 - 9) Agítase mientras se la va sumergiendo en el revelador.
 - 10) Séquese las manos y vuelva a cargar el chasis.
 - 11) Una vez transcurrido el lapso previsto, se extraerá la película del revelador, y se enjuagará en un baño de agua corriente, durante 30 segundos agitándola vigorosamente. Las películas sin pantalla de refuerzo, requieren un poco más de tiempo de lavado.
 - 12) Colóquese la película suspendida en el fijador. El doble de tiempo que el revelador.
 - 13) Transcurrido el intervalo adecuado, se saca la película y se enjuaga 3 a 5 minutos por lo menos, en un baño de agua corriente.
 - 14) Colóquese la película en el sistema de secado.

Técnicas Para Mejorar Los Tiempos en el Revelado Manual

A. Tiempo del Revelado

Las soluciones procesadoras, cuando se usan dentro de ciertos límites de temperatura, son más eficaces. Teniendo como punto límite 23,9°C, si pasamos esta temperatura, la acción química, es demasiada rápida y pueden producir velo, y por debajo de los 15,5°C algunas sustancias, actúan con lentitud, lo que se traduce en falta de revelado y un fijado inadecuado.

La temperatura más aconsejable, es 20°C ya que ésta obtiene una óptima calidad radiográfica, en la que el contraste y la velocidad de la película, son muy satisfactorias, y el velo se mantiene a un nivel aceptable. El tiempo de revelado, es práctico, y a temperatura de 20°C, puede mantenerse cómodamente, con los accesorios disponibles en la actualidad.

Si es preciso emplear soluciones a temperaturas diferentes, de las recomendadas, deben hacerse los ajustes necesarios, los cuales, consisten en aumentar o disminuir el tiempo de revelado (tiempo y temperatura son inversamente proporcionales).

Este método, es mucho mejor que el de inspección, ya que la acomodación visual, iluminación escasa del cuarto y la opacidad de la película antes de aclararla, son factores que hacen el procedimiento por inspección, muy difícil y sujeto a error.

B. Tiempo del Secado

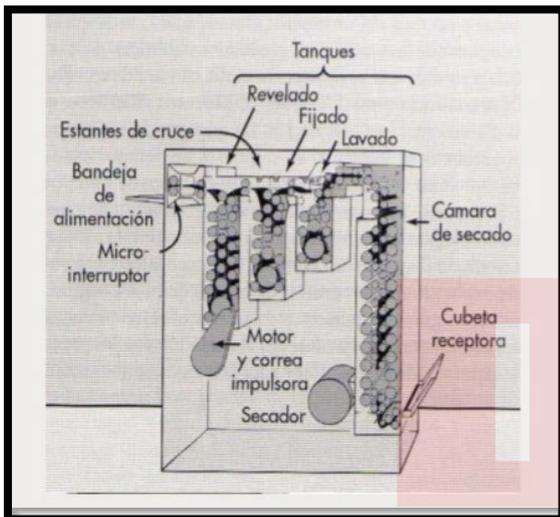
En el procesado manual, el secado de la película, cuando es realizado al aire libre, lleva un tiempo medio de 30 minutos; el reducir este tiempo, será un factor preponderante, para la obtención de una radiografía en el menor tiempo posible.

Para esto las películas generalmente, se secan en equipos, que contienen calentadores y ventiladores para hacer circular el aire caliente.

Esta secadora debe, desde luego, tener ventilación hacia afuera, para evitar que se eleve demasiado la temperatura y la humedad en el cuarto.

Si no se hace correctamente, se puede producir manchas de agua, o se deteriora la gelatina de la emulsión, por exceso de la temperatura.

Procesado Automático



Aparece en el año 1956, el equipo de revelado automático con transporte de rodillos, que aumentó considerablemente la eficacia de los servicios de radiología. En el tiempo entre la disposición y la disponibilidad de la película pasó de una hora aproximadamente, del revelado manual, a unos 90 segundos en este nuevo sistema de revelado. Redujo proporcionalmente la necesidad de personal en este cuarto oscuro. Dió mayor eficacia y mejoró la calidad de imagen, ya que todas las radiografías se revelan exactamente de la misma manera. Redujo también la posibilidad de error humano hasta lo más mínimo.

Las principales partes del mismo son:

- Sistema de transporte.
- Sistema de control de temperatura.
- Sistema de circulación.
- Sistema de relleno.
- Sistema de secado.
- Sistema eléctrico.



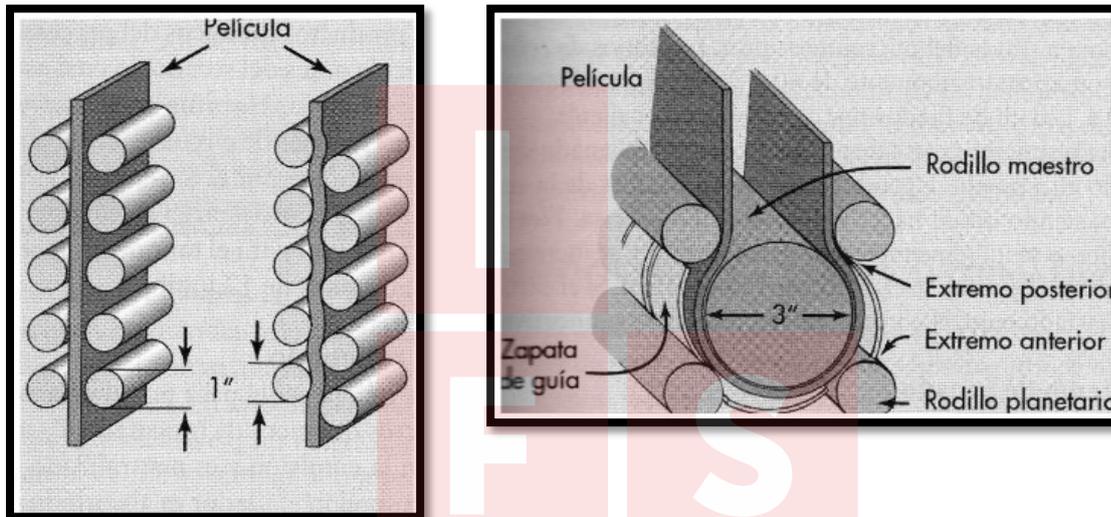
a) Sistema de Transporte

El sistema de transporte está formado por tres subsistemas principales: *rodillos*, *bastidores de transporte* y *motor*. El sistema de transporte comienza en la bandeja de alimentación donde se colocan las películas que van a ser reveladas. En ese punto, los rodillos enganchan la película y comienzan su recorrido por el equipo de revelado automático. Mediante un microinterruptor, se controla la velocidad de renovación de los líquidos de revelado. La película va siendo transportada desde los rodillos de entrada a través de los distintos depósitos y la cámara de secado hasta alcanzar la bandeja de recepción. El sistema de transporte no sólo arrastra la película, sino que controla el tiempo de revelado al regular el tiempo de intervalo que permanece sumergida en cada líquido.

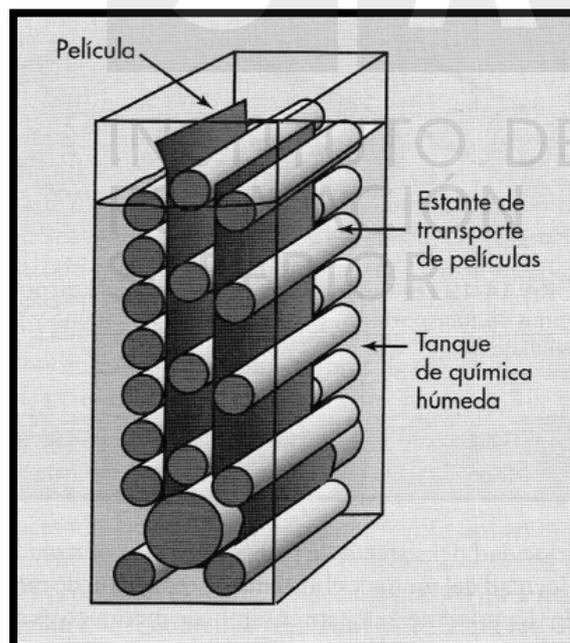
El tiempo de cada etapa de revelado se regula mediante un cuidadoso control del movimiento de la película.

Hay dos tipos de rodillos en el sistema:

Los *rodillos de transporte* tienen un diámetro de 2,54 cm y sirven para conducir la película a lo largo de su trayectoria. Se colocan unos frente a otros. Cuando la película describe una curva, casi siempre para cambiar de sentido lo hace por medio de un rodillo *principal*, o *rodillo solar*, de 7,6 cm de diámetro. El rodillo principal tiene a su alrededor rodillos más pequeños y guías de metal o plástico. A estos se los denomina conjunto de giro.



Salvo los rodillos de entrada de la bandeja de alimentación, casi todos los del sistema de transporte están colocados en un bastidor. Estos bastidores se desmontan con facilidad para permitir la limpieza del equipo de revelado automático. Con el fin de transportar la película a lo largo de un bastidor se utilizan rodillos de 2,54cm de diámetro para guiarla e impulsarla.



Un motor de potencia fraccionaria proporciona al sistema de transporte la potencia necesaria. Un sistema reductor ajusta la velocidad de giro del motor a un valor comprendido entre 10 y 20 rpm. La potencia se transfiere al bastidor de transporte y los rodillos se mueven mediante un piñón y una cadena, una correa o una cascada de engranajes.

La velocidad del motor y la caja reductora empleada controlan la velocidad del sistema de transporte. La tolerancia de este dispositivo mecánico es muy estricta. El tiempo de transporte de la película no puede variar en más de un más o menos del 2% del tiempo especificado por el fabricante.



b) Sistema de Control de la Temperatura

La temperatura de los tres líquidos empleados siendo el revelador, fijador y agua, debe ser controlada con exactitud. La más importante es la temperatura del revelador, que debe mantenerse a 35°C. El fijador debe mantenerse a 2,8°C menos que el revelador. Para controlar la temperatura de cada depósito, se utilizan elementos calefactores controlados por un termostato. La temperatura del agua también debe ser controlada.

c) Sistema de Circulación

Cualquiera que haya revelado manualmente una radiografía sabe lo importante que es mantener la película en movimiento durante todo el proceso. El proceso requiere agitación constante para mezclar el líquido de revelado, mantener uniforme la temperatura del depósito y facilitar la exposición de la emulsión al líquido correspondiente. A fin de mantener la actividad del revelador, éste debe ser rellenado entre 250 a 300 cm³ por m² de película. En el revelado automático, la agitación se consigue mediante un sistema de circulación que bombea continuamente el revelador y el fijador. En el circuito de recirculación del revelador, se coloca un filtro que retiene las partículas de hasta 100 µm, por lo general fragmentos de gelatina que se han desprendido de la emulsión. Se reduce así la posibilidad de que esas partículas se peguen en los rodillos y produzcan artefactos.

Estos filtros no tienen una eficacia del 100% de forma que se pueda acumular suciedad en los rodillos, por lo tanto, la limpieza de los depósitos y del sistema de transporte debe formar parte de las tareas de mantenimiento habituales de cualquier equipo de revelado automático.

La filtración no suele ser necesaria en el circuito del fijador ya que el fijador endurece y contrae la emulsión y por lo tanto los rodillos no se ensucian. Más aun, el fijador neutraliza el revelador, de forma que los productos de esta reacción no afecten a la radiografía final.

La circulación del agua en el tanque de lavado es necesaria para eliminar todos los compuestos químicos de la superficie de la película antes del secado y garantizar así una calidad de archivo.

En vez de utilizar un sistema de circuito cerrado la circulación de agua se realiza en circuito abierto. El agua se introduce por la parte inferior del depósito, rebosa por la parte superior y se recoge y descarga directamente al desagüe. La renovación del agua del depósito es de 3 a 4 litros por minuto.

d) **Sistema de Rellenado**

Cada vez que se revela una película, se gasta parte de los líquidos de revelado. Una parte del revelador es absorbido por la emulsión y neutralizado en el fijador. El fijador, por su parte, puede ser absorbido durante la etapa correspondiente del revelado y depositado en el tanque de lavado. Si no se rellenan los tanques, las sustancias químicas se agotarían en muy poco tiempo, el nivel de los tanques bajaría y el tiempo de contacto entre la película y el líquido se reduciría significativamente.

El sistema de relleno agrega a cada depósito la cantidad necesaria para mantener el volumen y la actividad química adecuados. Aunque lo más importante es controlar el relleno del revelador, también hay que controlar el del fijador. El agua del lavado es circulante, de forma que el tanque está continuamente lleno.

Cuando se coloca una película en la bandeja de alimentación, con su parte ancha sujeta por los rodillos de guías y la parte estrecha contra el frontal de guía, se activa un micro interruptor que conecta el sistema de relleno durante el tiempo que la película tarda en abandonar el contacto con el micro interruptor.

La tasa de renovación del revelador es de 250-300 cm³ por m² de película. La del fijador es de 450-500 cm³ por m² de película. Si se aumenta ligeramente la tasa de renovación también lo hará el contraste de la radiografía. Si se disminuye la tasa disminuirá el contraste.

e) **Sistema de Secado**

Si la radiografía se entrega mojada o húmeda, las partículas de suciedad se pegarán a las mismas con gran facilidad y se producirán artefactos. Además, una radiografía húmeda es muy difícil de colocar en el negatoscopio, volviéndose pegajosa al almacenarla y destruyéndose. El sistema de secado está compuesto por un ventilador, conducto de secado, conducto de ventilación, tubos de secado y un sistema de escape. Elimina por completo cualquier rastro de humedad de la película, de tal modo que llega seca a la bandeja de recepción.

El ventilador es un motor que aspira aire de la habitación y lo envía hacia los tubos de secado a través de resistencias calefactores. El aire de la habitación deberá estar limpio de polvo y con una humedad relativa baja. En ocasiones se utilizan hasta tres resistencias de 2500w. La temperatura del aire que llega a la cámara de secado se controla mediante el termostato.

Existen tubos de secado a ambos lados de la película, conforme atraviesa la cámara de secado. El aire húmedo y caliente se expulsa hacia el exterior, al igual que en los secadores de ropa. Cierta parte del aire puede recircular en el sistema de secado. Cuando llega a la bandeja de recepción una radiografía húmeda, hay que sospechar inmediatamente que algo funciona mal. Parece no obstante que casi siempre que llega a la bandeja una radiografía húmeda se debe a un déficit de glutaraldehído, el endurecedor del revelador.

f) **Sistema Eléctrico**

Todos los sistemas térmicos y componentes mecánicos citados anteriormente requieren alimentación eléctrica que se obtiene a través del cableado correspondiente del equipo de revelado automático. Lo normal es que cada componente eléctrico importante tenga un fusible. La caja de fusibles es la única parte del sistema electrónico importante para el tecnólogo radiológico.

Los cortos tiempos de revelado, el pequeño espacio que ocupa la máquina, la reducción de la necesidad de personal para dicho proceso, la reducción en el tiempo de espera de los pacientes y la mayor

velocidad para asistencia médica; todo esto y muchos factores más, hacen del proceso automático un avance y una comodidad inigualable tanto para el paciente como para el propio técnico radiólogo.



Revelado Extendido

Tiene su aplicación principal en la mamografía. Mientras que el tiempo de procesado estándar es de 90 segundos, el procesado extendido es de 3 minutos. Se duplica el tiempo de inmersión en el revelador, pero no es necesario variar la temperatura del mismo, se utilizan los líquidos normales. La única desventaja es que aumenta el tiempo total necesario.

Las dos ventajas del revelado extendido son: un mayor contraste y la menor dosis de radiación recibida por el paciente.

El contraste mejora en un 15%. La sensibilidad del receptor de imagen aumenta en un 30%. Por lo tanto, la radiación que recibe el paciente disminuye al menos en un 30%.

Esto solo se consigue si se utiliza películas mono emulsionadas. En la película de doble emulsión no modifica ni el contraste ni la dosis del paciente.

Revelado Laser Luz Día

Los avances de la ciencia han hecho evolucionar los sistemas de procesado y revelado de películas de manera que el sistema que se impone hoy es el de grabación por procedimiento láser.



Esta reveladora nos permite el registro de los estudios realizados por cualquier sistema de radiodiagnóstico. Su función es la recogida de señales y su registro gráfico, es decir, tanto las imágenes

que proporcionan el diagnóstico como los datos del estudio y del paciente. Esta impresión se realiza en películas láser, facilitando reparto de imágenes individuales gracias a la memoria que poseen estos equipos y van cumpliendo órdenes desde la terminal de mando hasta el perfecto revelado de la placa. Corresponde al sistema digital. Estas procesadoras constan de:

- Un comando para establecer la información del paciente
- Un sistema de laser que imprime la imagen vista en pc
- Uso de chasis multiformato
- Su uso es principalmente para TAC y RMN.
- Cuenta con un sistema de cubetas (2 reveladores, 1 fijador, 1 agua para lavado), un secado con luz infrarroja y ventilador y un colector de películas

Procesadora en Seco

- Impresora de secado rápido que genera copias de diagnóstico en blanco y negro.
- Esta impresora admite el uso de películas: 14x17" y 11x14"
- No se necesita cuarto oscuro
- No se emplean sustancias químicas
- No se necesitan unidades de revelado
- La calidad del sistema de impresión térmica es similar al láser.
- El funcionamiento se controla mediante un teclado situado junto a la unidad de generación de imágenes o a través de la red.
- No necesita mucho espacio.
- Utilizados en la actualidad en radiología digital.



TEMPERATURA: Entre 10° C Y 30°C
HUMEDAD ENTRE 10% Y 80%



Instrucciones de limpieza y conservación de las procesadoras

- **Cuidados Diarios**

1) Limpiar con un paño húmedo y secar las superficies metálicas, por encima del nivel de los baños (de entrada y salida).

2) Dejar parcialmente abierta la tapa superior de la máquina durante las pausas de trabajo, o al final de la jornada, con objeto de que el interior se ventile.

- **Cada una semana**

- 1) Limpiar la mesa de introducción y a bandeja final.
- 2) Limpiar los residuos o depósitos de productos químicos en las paredes de los tanques, superficies metálicas, ejes, rodillos, etc.
- 3) Lavar con agua y secar los rodillos secos de introducción.
- 4) Limpiar los conjuntos de rodillos (revelador-fijador-agua) fuera de la máquina, dejar escurrir y secar.

- **Cada mes**

- 1) Vaciar los tres tanques. Llenar luego con agua y vaciar. Posteriormente, hacer funcionar la máquina durante 15 minutos con una solución limpiadora (con los conjuntos de rodillos colocados) a continuación efectuar varios lavados con agua.
- 2) Limpieza de las paredes de los tanques.
- 3) Limpieza a fondo de los conjuntos de rodillos, con agua y esponja. Los rodillos de PVC con un cepillo no muy duro y agua. Deben eliminarse todos los residuos de gelatina o productos químicos.
- 4) Vigilar el desgaste de los juegos de rodillos, rueda dentada, tensión de los muelles, etc.
- 5) Extraer los rodillos del secador, limpiar y revisar ruedas dentadas, muelles, etc.
- 6) Colocar el conjunto de rodillos en la máquina, llenar el tanque con agua y comprobar el funcionamiento de las bombas.
- 7) Sustituir el filtro de la red de suministro de agua.
- 8) Comprobar el estado general de la cadena de transporte y eje principal (engranajes sin fin) y el giro de los ventiladores

Organización del servicio

- **Admisión:** Lugar destinado a recibir la orden médica y tomar los datos del paciente (nombre y apellido, edad, domicilio, placas realizadas, etc.).
- **Sala de Espera:** área donde los pacientes esperan a ser llamados por el técnico radiólogo para realizar el procedimiento.
- **Consultorio Del Médico Radiólogo:** Puede o no estar presente. Es el lugar donde el profesional médico observa las placas radiográficas por medio de un dispositivo llamado negatoscopio y realiza los informes. Estas son cajas cerradas rectangulares que sirven para poder visualizar las radiografías cuya fuente presenta un vidrio esmerilado o un acrílico blanco, por dentro lleva un sistema de iluminación uniforme y presenta en el frente soportes para fijar las películas.



- **Vestidores:** Lugar donde el paciente deja sus pertenencias y se coloca la bata que utilizará al momento de realizar el procedimiento.
- **Baños:** Exclusivo uso de pacientes para su higienización y/o preparación dependiendo del procedimiento.
- **Sala De Radiodiagnóstico:** Es la sala donde se posiciona al paciente y se producen los rayos X para crear la imagen latente en la película radiográfica. En esta sala encontramos:
 - Tubo de rayos X
 - Soporte del tubo
 - Mesa radiológica donde se posiciona al paciente. Es móvil.
 - Estantivo Mural para radiografías de pie.
 - Mesa de control o consola del operador técnico.
 - Sistemas de bioseguridad (elementos protectores).
- **Cuarto Oscuro:** Es el sitio donde las películas ya expuestas, son sometidas a un proceso fotográfico hasta la obtención del negativo (radiografía). Se lo denomina también **laboratorio radiológico**. Las partes del cuarto son:
 - Área Seca, donde se realiza la apertura, descarga y carga de los chasis, presenta las cajas de las películas.
 - Área húmeda donde se produce el procesamiento de revelado manual. En caso de ser revelado automático no requiere de esta área.
- **NEGATOSCOPIO:** Son cajas cerradas rectangulares que sirven para poder visualizar las radiografías cuya fuente presenta un vidrio esmerilado o un acrílico blanco, por dentro lleva un sistema de iluminación en el frente que debe ser uniforme su intensidad lumínica en toda la superficie del acrílico o vidrio y presenta en el frente en la parte superior soportes para fijar las películas.



- **Sala De Radiodiagnóstico:** En la sala de RADIOGRAFÍAS se realizan todas las radiografías directas obteniéndose un registro estatático (sin movimiento) en ella encontramos:
- **TUBO DE RAYOS X:** consta de un ampolla de vidrio resistente al calor donde se ha realizado un vacío, en el cual se encuentra el cátodo (electrón negativo) y el ánodo (electro positivo). El tubo está cubierto por una calota de material aislante y blindado.

SOPORTE DEL TUBO: El tubo de rayos x necesita una sólida estructura que lo soporte, éste permite un recorrido longitudinal, transversal, un movimiento de variación de la altura (normalmente la altura del tubo puede variarse entre 40 y 250 cm. Por encima de la mesa) y un giro alrededor de su eje. Cada uno de estos movimientos debe estar provisto de un freno de fijación. Los soportes se clasifican en:

- Columna Piso.
- Columna Piso-Techo.
- Columna de Techo.



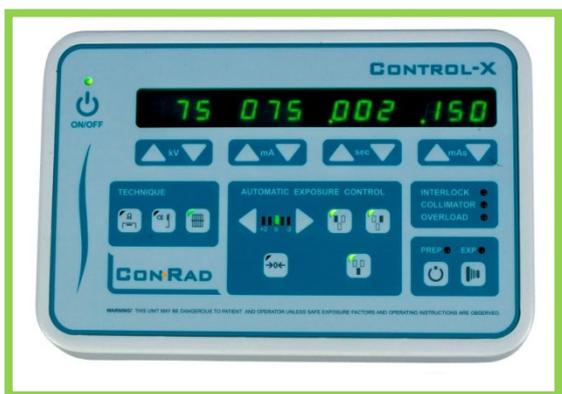
- **MESA RADIOLOGICA:** Es donde se ubica al paciente, pueden ser fijas o con movimientos, estos pueden ser vertical, horizontal, trendelemburg. Las mesas vienen con una bandeja porta chasis.



- POTTER BUCKY MURAL:** Se lo utiliza cuando el paciente está en bipedestación. También consta de una bandeja porta chasis.



- MESA DE CONTROL O CONSOLA DEL OPERADOR:** En esta mesa se encuentran los controles para determinar el Kv, mA, tiempo de exposición, medidores auxiliares, conmutadores, etc. Las consolas antiguas se manejaban con perillas o botones, las modernas tienen medidores digitales, iconos o pantallas táctiles. La mesa de control cuenta con todos los interruptores, conmutadores e instrumentos de medida que se precisan para manejar el equipo de Rx, en general se lo coloca fuera de la sala de estudio para proteger al personal operador contra los riesgos de radiación



- **TRANSFORMADORES DE ALTA TENSIÓN:** Además contiene el transformador de baja tensión y el sistema de rectificación de la corriente. Están todos contenidos en una caja metálica, sumergidos en un baño de aceite con fines de aislamiento y de disipación de calor. El transformador de alta tensión produce el alto voltaje para producir Rx, y el transformador de baja tensión provee de bajo voltaje
- **SEGURIDAD Y NORMAS DE PROTECCIÓN DE LA SALA DE RAYOS X:** Para cumplir con la protección radiológica y garantizar la calidad del servicio existen normas de seguridad respecto de la sala donde está instalado el equipo de Rx.
- **BLINDAJE:** Hay 3 factores importantes a considerar de protección radiológica: la distancia, tiempo y blindajes. Se entiende por blindaje o barrera, el material interpuesto entre la fuente de radiación (tubo de Rx) y la persona profesional expuesta, el objetivo de un blindaje es conseguir que no supere una determinada dosis de radiación, teniendo cada instalación un límite conocido de dosis máxima permitida.

TIPOS DE BLINDAJE UTILIZADOS SON:

- **PAREDES DE LA SALA:** En muchos casos se utiliza como pared unos muros de hormigón o de ladrillo macizo a los que se les adhiere planchas de plomo de 2mm de espesor como barrera primaria.
- **PUERTAS DE ACCESO:** Están siempre plomadas y deben instalarse con cuidado y con un cálculo exacto de la cantidad de plomo necesario para proteger de la radiación. Suelen estar plomadas con una lámina de 2mm de espesor, porque estas puertas dan pasillos de libre entrada ya otras áreas como la sala de espera, donde tampoco se debe sobrepasar el límite de dosis establecido para los miembros del público.

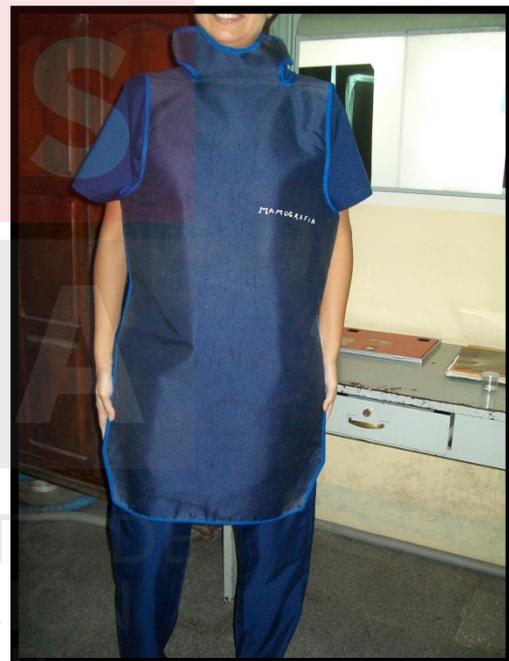


- **VENTANAS DE OBSEVACIÓN:** Estas ventanas o mamparas separan la sala de exposición y la cabina donde se encuentra la mesa de control. Están hechas de vidrio plomado para proteger a los profesionales expuestos.



ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PARA EL TÉCNICO RADIOLOGO:

- **CHALECO PLOMADO**



- **PROTECTOR GÓNADAL**



- **CUELLO TIROIDEO**



- **GUANTES PLOMADOS**



Unidad III

Radiología Digital

El término radiología digital se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes directamente en formato digital sin el uso de películas radiográficas y el posterior proceso de revelado. La digitalización de la radiología convencional consiste en la sustitución de los chasis con película radiográfica posteriormente revelada, por nuevos chasis con “pantallas” de fósforo fotoestimulable. En los mismos se genera una imagen digital gracias al proceso de escaneo por láser. El proceso de digitalización constituye un significativo avance para la salud, brindando una herramienta útil a la hora de ser empleada en el área de la salud.

La ventaja principal que ofrece la radiología digital es la posibilidad del almacenamiento y transmisión de imágenes por medios electrónicos entre cualquier punto sin importar la distancia que los separe.



La disponibilidad de un **sistema de información radiológico (R.I.S)** no solo va a permitir la adecuación de los recursos disponibles para la realización de las exploraciones, también facilita otros aspectos.

- La introducción de los datos identificativos de los pacientes
- La programación de exploraciones
- El control de asistencia de los pacientes
- La identificación de los profesionales que realizan la exploración, la de los radiólogos que la informan y la interconexión adecuada con el sistema de radiología digital.

El salto a la radiología digital obliga entre otras cosas a replantear el control de calidad de la radiología que se realiza de manera continua, vigilar que todas las exploraciones realizadas se envíen al PACS y que sean archivadas, realizar un mantenimiento de los equipos, poder actualizar los programas informáticos utilizados y tener definidos los sistemas de trabajo en caso de emergencia. En un primer momento, la necesidad más sentida es la de poder disponer de los resultados de pruebas complementarias en todos aquellos lugares donde se produzca, total o parcialmente, algún tipo de proceso asistencial. Las nuevas tecnologías de información nos presentan la posibilidad de disponer de las Historias Clínicas (programas HL7) de los pacientes en todos los puntos del sistema de salud. Esto permite prestar la asistencia a toda la población con un sistema informático único. Para ello, el departamento o servicio de diagnóstico por imágenes debe disponer de un sistema de información (RIS), que conectado con el **sistema de información del hospital (H.I.S)**, sea capaz de completar la gestión administrativa del mismo en los siguientes aspectos: citación de los pacientes (scheduling), seguimiento de los pacientes antes y durante su cita para la realización de las pruebas solicitadas (patient tracking), emisión y distribución de los dictámenes radiológicos pertinentes (reporting). Todas estas funcionalidades deben ir acompañadas de la adecuada exploración estadística de los datos obtenidos (consumos, control de actividad rendimiento, etc.).

Por otra parte, es esencial garantizar que las imágenes diagnósticas obtenidas puedan ser visualizadas con rapidez y fiabilidad, así como que sean archivadas con todo tipo de garantías sobre su integridad y disponibilidad en cualquier momento y en aquellos lugares autorizados para ello.

Para obtener un sistema RxC basta sustituir en un equipo de RX convencional, el chasis radiológico de películas radiográficas con sus pantallas reforzadoras, por un chasis que tiene en su interior una lámina de fósforo fotoestimulable. El equipo se ha de completar con un lector del nuevo tipo de chasis e impresoras adecuadas conectadas al lector de chasis. El fósforo RxC, a diferencia de los fósforos de las pantallas reforzadas de los chasis de la radiología analógica, no emite instantáneamente la mayor parte de la energía que el haz de RX le depositó al interaccionar con él, sino que la almacena durante cierto tiempo, para que la emita antes de que decaiga de forma espontánea hay que estimularlo mediante la incidencia de un haz de fotones de la energía adecuada. El equipo de lectura del chasis RxC es similar a un reveladora luz-día de los chasis de la radiología analógica. Una vez que el chasis está dentro del

equipo de lectura éste extrae la lámina de fósforo, la pone en un sistema de arrastre por rodillos y barre cada línea horizontal de la placa con un haz de luz láser en la banda energética del rojo. La luz láser roja es la excitación adecuada para que el fósforo emita la energía acumulada, en la irradiación con RX, en forma de fotones de luz visible, es llevada a un tubo fotomultiplicador y esta se convierte en una señal eléctrica que será representada por un número en la computadora. El proceso repetido para cada punto de cada línea de la placa, da una serie de números que formarán la imagen digital, donde cada número representara un tono de gris diferente para cada punto de la lámina de fósforo correspondiente.

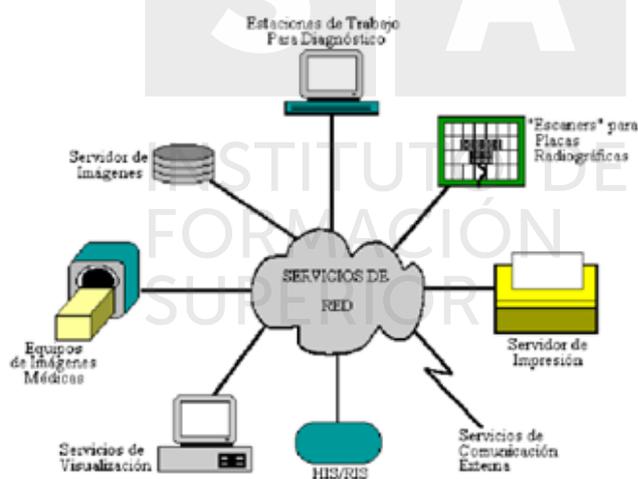
Almacenamiento y Tratamiento de las imágenes: PACS

El sistema que gestiona las imágenes digitales se denomina PACS, Picture Archiving and Communications System. Su función es gestionar las imágenes radiológicas desde que son producidas en cualquiera de las modalidades, almacenándolas y enviándolas a la estación de trabajo en donde sean requeridas. La unidad funcional de un PACS es el estudio, que está formado por una o varias series, cada una de ellas formada por una o varias imágenes.

La característica más importante del PACS es su interacción e integración con el sistema de información radiológico RIS. Un PACS aislado no tiene ningún sentido ya que deja de aprovechar todas las funcionalidades que ofrece el RIS (cita, realización e informado), la integración entre sistemas de información sanatorios se consigue con protocolos de intercambio de información siendo el más conocido el protocolo HL/ (Health Level 7).

El resultado de los estudios radiológicos, es decir, el informe radiológico junto con las imágenes estará a disposición de los profesionales si disponemos de la funcionalidad adecuada del PACS. Actualmente esta distribución de imágenes se consigue fácilmente a través de la tecnología WEB.

La Telerradiología como parte fundamental de la telemedicina entendida en el sentido de poder transmitir exploraciones e información de un lugar a otro, en los que la distancia constituye un factor crítico, y poder de esta manera proporcionar un acceso al conocimiento médico. La obtención de la información en formato digital permite ser visualizada e interpretada sin la necesidad de la impresión de películas radiográficas. Esto permite disminuir el tiempo para la obtención de un diagnóstico inmediato.



Estandarización

En los hospitales, es muy común encontrarse con equipos de varios fabricantes, para las diferentes modalidades de imágenes que se generan; el tratar de integrar todos ellos en un sistema que los manipule es prácticamente imposible. En base a esto surgió la necesidad de estandarizar el manejo y transmisión de imágenes médicas digitales. Este trabajo se inició en 1983, con la integración de un

comité formado por el "**American College of Radiology**" (ACR), representando a la comunidad de radiólogos y la "**National Electrical Manufacturers Association**" (NEMA), representando a la industria en el área de radiología, de acuerdo a los procedimientos establecidos por NEMA. Los objetivos iniciales fueron trabajar con los diferentes problemas de compatibilidad, con el fin de interfazar los ambientes propietarios de las diferentes modalidades de imágenes. Específicamente promover la comunicación entre imágenes digitales independientemente del fabricante que las produjo, ofrecer mayor flexibilidad a los sistemas de almacenamiento y comunicación de imágenes, facilitar la creación y consulta a sistemas de diagnóstico por diferentes dispositivos y en diversos lugares locales o remotos.

A partir de 1988 se comenzó a trabajar en una versión, en donde el proceso de diseño sufrió un cambio radical adoptando modelos para simular el mundo real, modelos de capas o pila para comunicación entre sistemas heterogéneos utilizando protocolos de comunicación en red y el modelo de cómputo Cliente/Servidor para establecer asociaciones entre dispositivos compatibles, a través de envío de mensajes.

Después de tres años de esfuerzo, se dio a conocer la versión ACR/NEMA DICOM llamada también DICOM 3.0, en la que participaron también varias instituciones de la comunidad internacional como JIRA (Japanese Industry Radiology Apparatus) y CEN (Comité Europeo de Normalisation).

Esta versión es considerada como un estándar completo, compatible con las versiones anteriores.

DICOM

Es el formato especial para transmitir datos. Es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas e información de paciente, estableciendo una serie de normas que deben respetar todos los fabricantes. El que los equipos dispongan del protocolo DICOM no implica que éstos puedan comunicarse directamente.

Incluye la definición de un formato de fichero y de un protocolo de comunicación de red. El protocolo de comunicación es una aplicación que usa TCP/IP para la comunicación entre sistemas (TCP: Protocolo de Control de Transmisión / IP: Protocolo de Internet).

Los ficheros DICOM pueden intercambiarse entre dos entidades que tengan capacidad de recibir imágenes y datos de pacientes en dicho formato.

El protocolo DICOM dispone de diferentes funcionalidades (o servicios), entre ellos:

- Servicio Store: Es usado para mandar imágenes u otros objetos persistentes (informes estructurados, etc.) a un PACS o a una estación de trabajo.
- Servicio de Almacenamiento o Archivo (Storage commitment): Es usado para confirmar que una imagen ha sido almacenada permanentemente por un dispositivo. El usuario de la clase de servicio (modalidad, estación de trabajo, etc.) utiliza la confirmación de la clase de servicio proveedor (estación de almacenamiento) para asegurarse de que puede borrar la imagen localmente.
- Servicio de Consulta y Recuperación. (Query/Retrieve): Permite a una estación de trabajo hacer búsquedas de imágenes en un PACS y recuperarlas.
- Servicio de Impresión. (Print Management): Este servicio es usado para mandar imágenes a una impresora DICOM. Hay una calibración estándar para ayudar a asegurar la consistencia entre distintos dispositivos.
- Servicio de gestión de Lista de Trabajo. (Basic Worklist Management): Permite a un equipo de imagen que incluya esta funcionalidad o Servicio DICOM leer la "Lista de Pacientes citados", obtener detalles de los pacientes y exámenes médicos solicitados electrónicamente, evitando la necesidad de introducir esa información varias veces y sus consiguientes errores.

Formato de datos DICOM

DICOM se diferencia de otros ficheros en que agrupa la información dentro de un conjunto de datos, es decir, que una radiografía de Tórax contiene el ID de paciente de manera que dicha imagen no puede ser separada de su información.

Las imágenes de los ficheros DICOM pueden estar comprimidas en diferentes maneras: JPEG, JPEG Lossless, JPEG 2000, LZW y Run-length encoding (RLE).

Sistema de archivo y transmisión de imágenes

La práctica de radiología ha adoptado rápidamente la tecnología de obtención de imágenes digitales. Dichas imágenes proceden de todas las áreas de la medicina: medicina nuclear, ultrasonografía (ecografía), radiografía, fluoroscopia, tomografía computarizada y resonancia magnética.

La creación de un completo sistema de archivo y transmisión de imágenes PACS permite no sólo obtener sino también interpretar y almacenar todas las imágenes médicas en formato digital sin necesidad de recurrir a la película. La eficacia en términos de tiempo y costes es enorme.

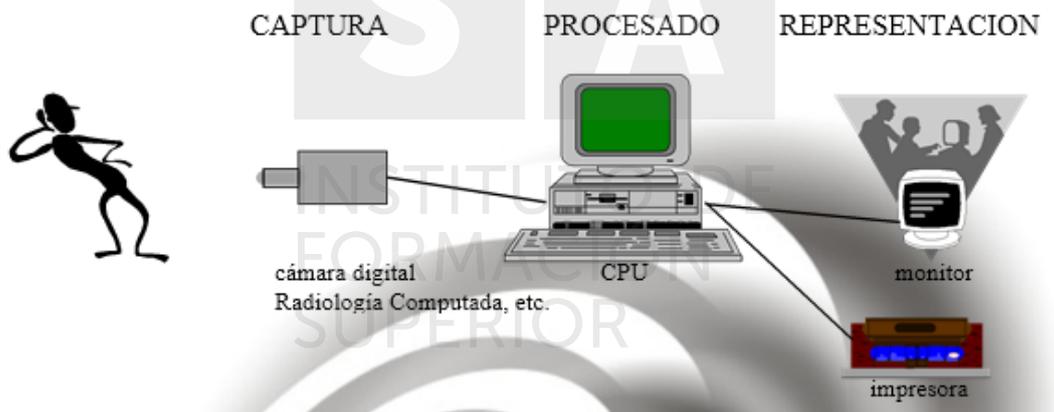
Las cuatro partes principales de un PACS son: el sistema de obtención de imágenes, el sistema de pantalla (monitor), la red de trabajo y el sistema de almacenamiento.

Red de trabajo

Se utiliza el término red de trabajo para describir el modo en el que pueden conectarse muchos ordenadores para interactuar entre sí. Por ejemplo, en la oficina de una empresa, cada trabajador puede tener una estación de trabajo controlada por un microprocesador, que se encuentra conectada a un ordenador central, de modo que la información se puede transferir desde una estación a otra, o desde o hacia el ordenador central o servidor. En algunos países se utilizan redes nacionales para los datos médicos. Todos los pacientes tienen un identificador único, un número exclusivo para toda su vida.

Elementos de un Sistema de Imágenes Digitales

Los sistemas de imágenes, ya sean analógicos o digitales, son sistemas complejos y caros. Un sistema de tratamiento de imágenes, tiene tres procedimientos principales, que podríamos esquematizar de la siguiente manera:



Subsistema de Captura

Las imágenes son la representación de un aspecto de la realidad, debe ser capturada mediante detectores que transformen la información contenida (intensidad luminosa, color, temperatura o cualquier otro parámetro), en señales que serán posteriormente manipuladas para conseguir representaciones reconocibles del modelo original. Esta etapa de captura, en un sistema digital recibe el nombre de digitalización.

Un digitalizador convierte una imagen de manera que la codifica como una representación numérica binaria, reconocible por una computadora. Los digitalizadores usados habitualmente son: el escáner, las cámaras de video con framme grabber, los CCD de estado sólido y los fósforos fotoestimulable o placa de imagen y los paneles planos.

Subsistema de Procesado

Una vez que las señales han sido capturadas, la información se envía al procesador (computadora) donde son manipuladas para reconstruirla como imagen. Se necesitan computadoras potentes para realizar el procesado.

Subsistema de Representación

Luego de ser procesada la señal, debe presentar los resultados con la máxima fidelidad posible. La visualización podrá hacerse sobre un monitor (pantalla grafica) o imprimir en película (impresoras radiológicas láser).

Durante el procesado, es imprescindible ir viendo los resultados de los distintos algoritmos aplicados en el monitor, al paciente y al médico solicitante se puede entregar un soporte dura (película), para que observen las imágenes, o un CD grabado para que luego lo vea en un monitor o poner las imágenes disponibles en un servidor para que luego desde cualquier PC conectada al PACS se pueda ver.

La calidad de un sistema grafico está definido por varios parámetros, entre los más importantes esta la resolución espacial y la resolución de contraste.

Digitalización

Según hemos visto, capturar señales y digitalizarlas es el paso previo para toda operación de procesado de imágenes con una computadora.

La computadora exige, para aceptar cualquier tipo de información que la misma este en formato digital. Para digitalizar una imagen, se muestrea la misma en instantes concretos que determinan la rejilla discreta de muestreo, y cada muestra se cuantifica utilizando un número finitos de bits. Así, todos los bits obtenidos pueden ya procesarse en forma aritmética.

Componentes de una imagen digital

Bit

Es la unidad más pequeña de información. Permite representar dos valores diferentes (como abierto/cerrado o verdadero/falso) y asignar dichos valores al estado de encendido (1) o apagado (0).

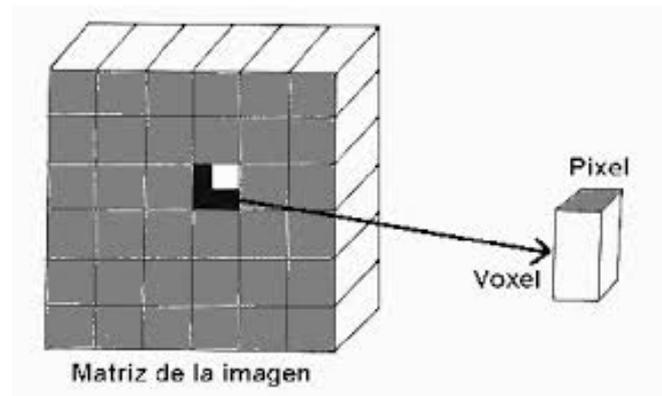
Pixel

Un pixel es el elemento más básico de una imagen digital. Si alguna vez has acercado una imagen lo suficiente para ver cuadritos de colores uniformes ya has visto un pixel. Espacialmente, una imagen es separada en pixeles con valores discretos (es decir: números enteros). El proceso de asociación de pixeles con valores discretos define la máxima resolución de contraste.

El tamaño de un pixel está directamente relacionado con la cantidad de resolución espacial o detalle en la imagen. Por ejemplo, entre menor tamaño del pixel, mayor es el detalle. El tamaño del pixel puede cambiar con una variación en el tamaño de la matriz o el campo de visión.

Vóxel

El vóxel (del inglés *volumetric pixel*) es la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional. Constituye la unidad mínima procesable de una matriz tridimensional y es, por tanto, el equivalente del pixel en un objeto 2D.



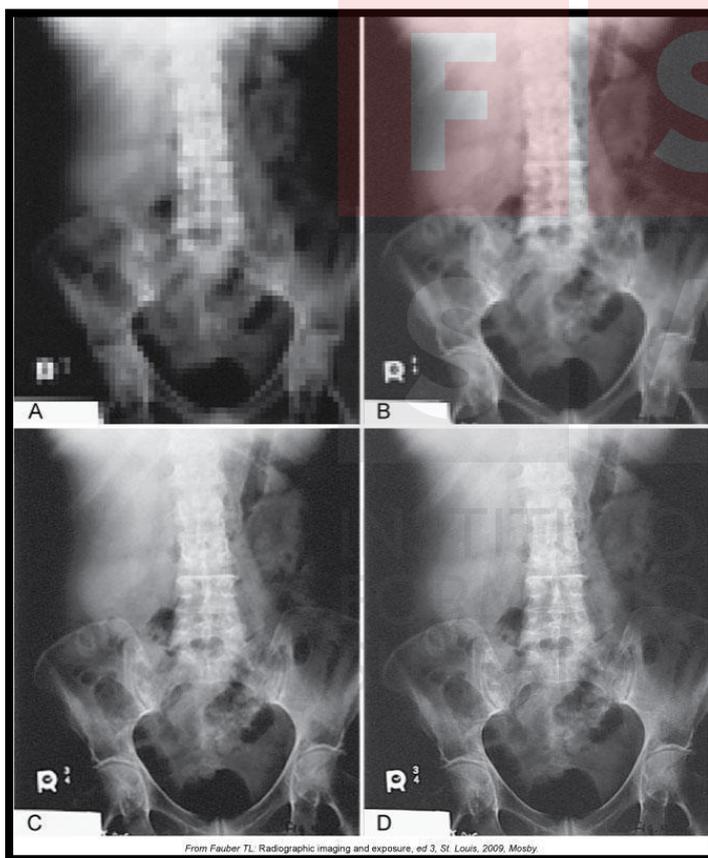
Matriz

Una matriz, es un arreglo de cuadrado de números ubicados en columnas verticales y horizontales. Estos números, corresponden cada valor discreto de cada pixel. Cada caja dentro de la matriz, corresponde a una localización específica en la imagen y a un área específica del paciente en estudio.

Una imagen es digitalizada tanto en posición (localización espacial) e intensidad (nivel de gris). La matriz habitual para una imagen de radiología es de 512x512 y hasta 1024x1024. Puede ser tan grande como 2500x2500. Por ejemplo, en radiología computarizada (utilizando películas de fósforo) si tienes un chasis de 10x12 y otro de 14x17 y ambos tienen una matriz de 512x512 entonces el chasis de 10x12 va a tener pixeles más pequeños.

Campo de visión (FOV)

El término en radiología, es un sinónimo a “campo de Rayos x”. En otras palabras, es la cantidad de paciente incluida en una imagen. Entre más grande el campo de visión más grande el área del que se obtiene la imagen. El campo de visión no afecta el tamaño de la matriz, sin embargo, cambios en la matriz si afectan si afectarán el tamaño del pixel.



Características de la Calidad de Imagen en Radiología

El contraste: relación entre luminosidad y bordes

Nuestro sistema visual está en realidad equipado para detectar mejor los cambios de luminancia que los valores absolutos de la misma. La sensación de luminosidad (brillo) de una superficie está casi totalmente determinada por su relación con el entorno y es principalmente función de su fondo.

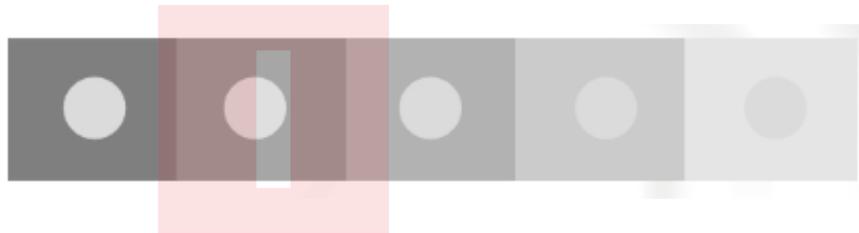
Por tanto nuestro sistema visual es capaz de conjugar percepción de la luminosidad y bordes visuales.

Si bien la primera sensación es que el círculo del extremo derecho es más oscuro que el otro extremo, en realidad son iguales; lo que cambia es el fondo.

En definitiva, si podemos distinguir formas en una imagen es porque nuestro sistema visual percibe los diferentes valores de luminosidad, pero que lo podamos hacer con mayor o menor capacidad de discriminación depende de la diferencia entre el fondo y el borde. Sin importar tanto el valor de luminosidad en términos absoluto, lo más importante termina siendo entonces la diferencia de luminosidades entre dos zonas limítrofes, ha esta diferencia le llamamos CONTRASTE simultaneo, y sin contraste no veríamos adecuadamente las imágenes, porque no podríamos distinguir los bordes.

La imagen es entonces una percepción, que construimos a partir de nuestro sistema visual y con importante participación de nuestro cerebro y no solamente de nuestros ojos.

Brillo



El brillo en una imagen médica digital, hace referencia a la apariencia de la misma en el monitor del computador de visualización. La cantidad de luz transmitida por el monitor así como la luz reflejada por el propio monitor puede afectar la apariencia de la imagen. Dependiendo de la tecnología del monitor, es posible que de alguna u otra forma, la cantidad de luz en la sala de diagnóstico provoque diferentes efectos visuales que afecten directamente la imagen. Cuando se visualiza una imagen en cualquier monitor, el tecnólogo puede ajustar el brillo utilizando una herramienta que se llama nivel de ventana. Cambiar el nivel de ventana hace una imagen más clara o más oscura.

Resolución

Hay dos tipos de resolución que debemos tomar en cuenta, la resolución espacial y la resolución de contraste o profundidad de color.

De esta manera entendemos como se forman las imágenes BITMAP y cuales son los requerimientos para obtener imágenes de calidad diagnóstica.

Como las imágenes digitales son dependientes de los pixeles, el tamaño de los pixeles que la conforman tendrá relación con la imagen.

Alta resolución significa mayor cantidad de pixeles y de menor tamaño. Imágenes de baja resolución estarán formadas por menos pixeles más grandes.

Se puede medir la resolución espacial en cantidad de pixeles por pulgada (pixels perinch) y su abreviación en ingles es ppi.

En el caso de tecnología médica el tamaño del campo de exploración suele ser fijo y se menciona la cantidad de pixel total, como matriz de n.m (ejemplo 512 por 512 en TC).

Resolución Espacial

Esta dependerá siempre del tamaño del pixel, cuando más pequeño mayor capacidad de discernir detalles en la imagen. Si una imagen tiene una resolución de 60 ppi, esto significa que contiene 3600 pixeles en un cuadrado de una pulgada (60 pixeles de ancho por 60 pixeles de largo = 3600).

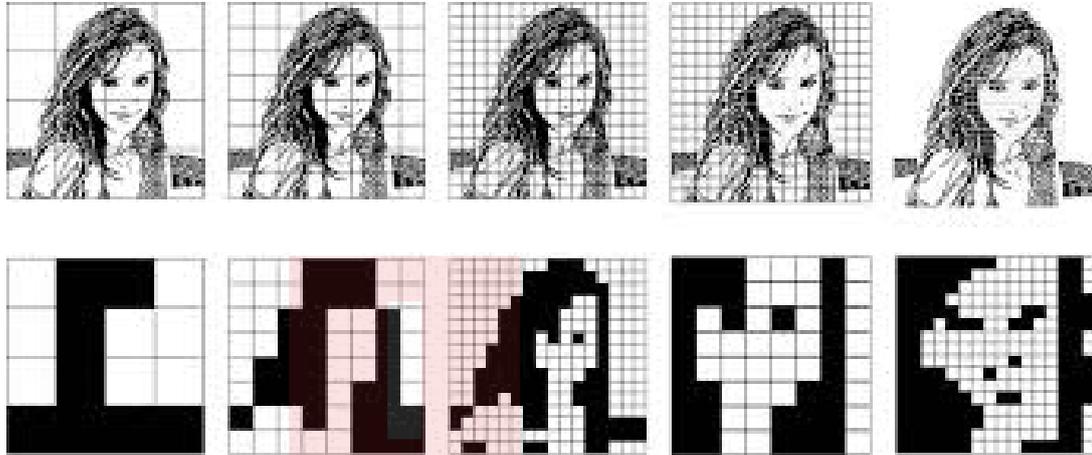
Cuanto más alta sea la resolución, más cantidad de pixeles y más pequeños serán los que conforman la imagen.

Por ejemplo, una imagen de 3x3 pulgadas con una resolución de 60 ppi, tendrá 32.400 pixeles.

La misma imagen a una resolución de 300 ppi tendrá 810.000 pixelles (muchos más pequeños) en el mismo espacio de 3x3 pulgadas.

Con resoluciones más altas obtenemos imágenes con mayor detalle.

El concepto de resolución espacial es uno de los más importantes para entender las imágenes diagnósticas, y que para medir dicha resolución se utiliza la magnitud: pl/mm, en radiología y pl/cm en mamografía.



Resolución de contraste o profundidad de pixel

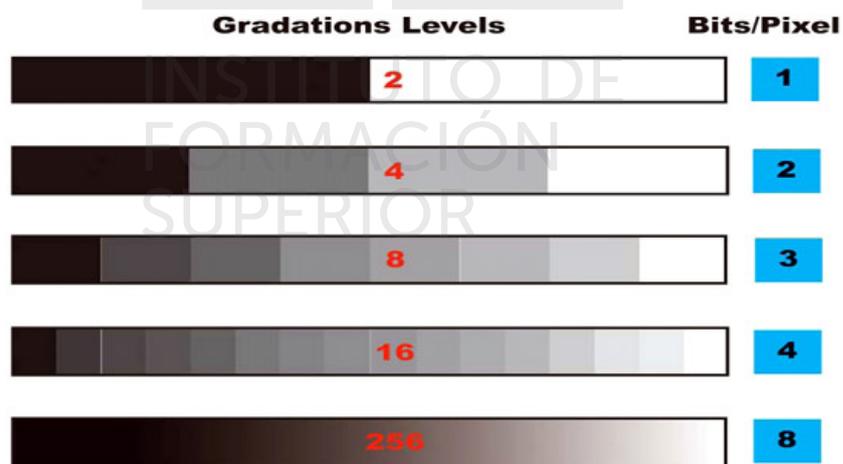
La resolución de bits o profundidad de pixel es la medición de la cantidad de bits de información almacenada por cada pixel.

Esta resolución en bits determina cuantos tonos de gris (o colores) esta disponible para cada pixel del archivo BITMAP.

A mayor profundidad de bits, más cantidad de colores o tonos de grises disponibles y mayor precisión en la representación del color de la imagen digital.

Por ejemplo, cada pixel con un bit de profundidad tiene dos valores disponibles: blanco o negro (on o off). Cada pixel con profundidad de 8 bits, tiene 2^8 , o sea 16.700.000 de colores posibles.

A mayor cantidad de bits, más tonos de gris o colores disponibles para representar a cada pixel, aumentando lo que llamaremos resolución de contraste.



Radiología Computada (CR)

La placa de fósforo foto-estimulable reemplaza en su función al conjunto chasis-pantalla-película del sistema tradicional de la película radiográfica. El resto del equipo de rayos X no se modifica en nada y se podrá seguir utilizando de la misma manera y con los mismos accesorios.

El chasis con el fósforo foto-estimulable captura el haz de radiación atenuado por el paciente y forma la imagen latente, luego es llevada a un dispositivo que posee un sistema de escaneado láser que recoge la información electrónica y la convierte en información digital.

La placa de fósforo es reutilizable. La imagen latente puede ser conservada durante aproximadamente 8hs sin degradación importante.

Son similares a las pantallas intensificadoras tradicionales, en el sentido que liberan luz inducida por radiación, pero difieren en el momento de la emisión, las pantallas intensificadoras lo hacen inmediatamente por la sola acción de los RX. En cambio la placa de fósforo, para emitir luz necesita ser excitada (posterior a la irradiación) por una luz externa de mayor longitud de onda. La resolución espacial de la placa de fósforo es muy alta, la limitación en la resolución de sistema (generalmente inferior a la película) está en el escaneado del lector láser.

Este sistema de captura tiene una gran linealidad, es alrededor de dos órdenes de magnitud mayor que la lograda por los sistemas de film.

La intensidad de la luminiscencia foto estimulada por los fotones X absorbidos es bastante constante en un rango de 20 a 100 kv. Tiene además una sensibilidad extremadamente alta para niveles bajos de radiación.

Formación de la imagen

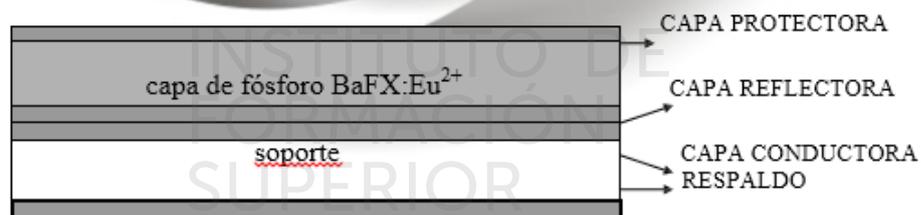
Las placas de fosforo son de alrededor de 0,5 mm de espesor y consiste en una capa de 150µm de Haluro-Fluoruro de Bario dopado con Europio, en una materia adherente orgánica sobre una placa transportadora flexible de plástico.

Cuando es expuesta a la radiación, los electrones son liberados por las moléculas que contienen Europio (Eu/2+) que son convertidas en (Eu/3+). Los electrones atrapados en los centros de Fluoruro (F+).

Luego los electrones son liberados por la exposición a la luz (excitación) cuando se los pasa por el lector laser. Y vuelven a las moléculas de Europio (Eu/3+), y allí es donde se va a producir liberación de luminiscencia, y el Europio vuelve a su estado inicial (Eu/2+). Todo esto ocurre aproximadamente en 7 milisegundos.

Este sistema posee la ventaja de ser muy flexible, puede coexistir con el sistema analógico de películas, utilizar el mismo equipamiento de rayos X y una muy parecida organización en el trabajo.

Láminas (Image Plates)



El sistema de radiología computarizada utiliza el tubo de rayos X y la mesa, pero en la bandeja Bucky hay láminas de imagen en lugar de placas radiográficas. Estas láminas registran una imagen latente de modo similar a la imagen del método convencional. Dichas láminas están formadas por fósforos fotoestimulable.

Al contrario que la placa, la lámina puede utilizarse repetidamente, no precisa la evitación de la luz y, como no contiene una placa sensible a la acción de la luz, incluso puede exponerse brevemente a ésta sin que se pierda la imagen



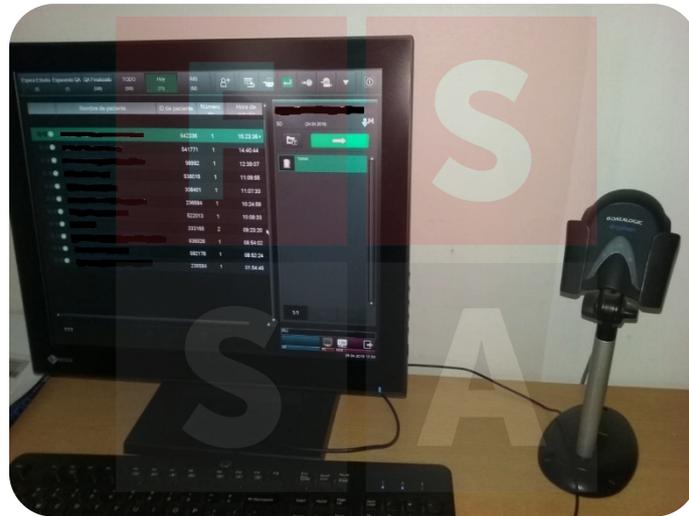
latente. La información del paciente se adjunta a la imagen de la RC electrónicamente, usando un lector de código de barras, o introduciéndola manualmente en el teclado, por lo tanto, no existe el habitual bloqueador de plomo que se encuentra en los chasis de la radiología convencional.

Lector de la lámina

Luego de que la lámina fue expuesta y cargados los datos del paciente, ésta se coloca en el lector. En su interior, la lámina se saca del chasis y la imagen es leída línea a línea por un escáner láser. A medida que el láser rastrea la imagen, los fósforos de la lámina liberan electrones que emiten una luz igual a su energía almacenada. Esta emisión de luz se convierte en una señal eléctrica y, a continuación, en un formato digital para la manipulación, potenciación, visualización e impresión. Luego, en el interior del lector, la lámina es borrada por una luz brillante, se recarga en el chasis y se prepara para la próxima exposición. Todo el proceso tarda unos 20 segundos.

Estación de trabajo

Consta de un lector de código de barras, un monitor para visualizar la imagen y un teclado con un ratón o una bola de desplazamiento para introducir las órdenes de pos procesado. En esta estación de trabajo, el técnico radiólogo verifica la posición del paciente y comprueba el índice de exposición.



Colimación

Además de reducir la dosis de radiación para el paciente, es fundamental que la colimación se limite al máximo a la estructura a estudiar. El programa informático procesa todo el campo de rayos X como un conjunto de datos, por tanto en los cálculos de brillo y de contraste se incluye todo haz de rayos que no esté atenuado. Si la colimación no se restringe, el índice de exposición puede representarse erróneamente, y la imagen mostrara menor contraste.

Regla del 30%

Esta regla consta de exponer un mínimo del 30% del RI. Si la colimación es inferior al 30% del RI, el índice de exposición ya no es preciso. El técnico debe asegurarse que se utilice factores de exposición apropiados a la estructura a irradiar.

Centrado preciso de la parte examinada y del RI

El lector rastrea la lámina de imagen una vez expuesta, la parte examinada y el RC han de estar centrados respecto al RI.

Uso de máscara de plomo

En la RxC se recomienda el uso de máscaras/bloqueadores de plomo cuando se obtienen múltiples imágenes en un RI. El fósforo de la lámina es hipersensible a una radiación dispersa de baja energía, la imagen puede afectarse incluso con cantidades muy bajas de radiación.

Uso de parrillas antidifusoras

Es importante el empleo de las parrillas antidifusoras para las estructuras examinadas de más de 10 cm, debido a que el fósforo de la lámina es hipersensible a la radiación dispersa.

Factores de exposición

Debido a la latitud de exposición amplia, los sistemas de RxC son capaces de procesar una imagen aceptable a partir de un extenso intervalo de factores de exposición (Kv, mAs).

Es importante recordar que debe seguirse el denominado principio ALARA (exposición del paciente a la dosis mínima posible, as low as reasonably achievable), como así también aplicar los factores de exposición más bajos necesarios para obtener una imagen diagnóstica.

Evaluación de los valores del índice de exposición

Inmediatamente luego de la exposición, debe visualizarse la imagen y valorar la precisión del posicionamiento. El técnico comprueba el índice de exposición para verificar que los factores utilizados tengan un intervalo correcto para conseguir una imagen de calidad óptima, usando la mínima dosis de radiación en el paciente.

Adquisición de la Imagen

1. Colocación del chasis
2. Posicionamiento del paciente
3. Exposición
4. Transporte del chasis a la estación de identificación/lector
5. Imagen identificada con los datos del paciente
6. Inserción del chasis en el lector
7. Escaneado de la lámina
8. Retirada del chasis del lector
9. Imágenes mostradas en la estación de trabajo
10. Revisión de las imágenes/confirmación de los datos de identificación del paciente
11. Postprocesado (si es necesario)
12. Archivo de imágenes en el sistema PACS para remitir informe/petición
13. Impresión de copia (si es necesario)

Radiología Digital Directa (DR)

La radiología directa implica utilizar un método de conversión directo en el que un detector digital detecte las intensidades de la radiación transmitidas a través del paciente. Estas intensidades de radiación son convertidas a un formato digital, se procesan los datos y se muestra una imagen. Este detector digital sustituye la lámina, el chasis y el lector de la imagen empleados en la RC.

Ventajas de la Radiología Digital

- Permite la digitalización de los sistemas de radiología convencional, sin necesidad de cambiar los equipos de rayos X.

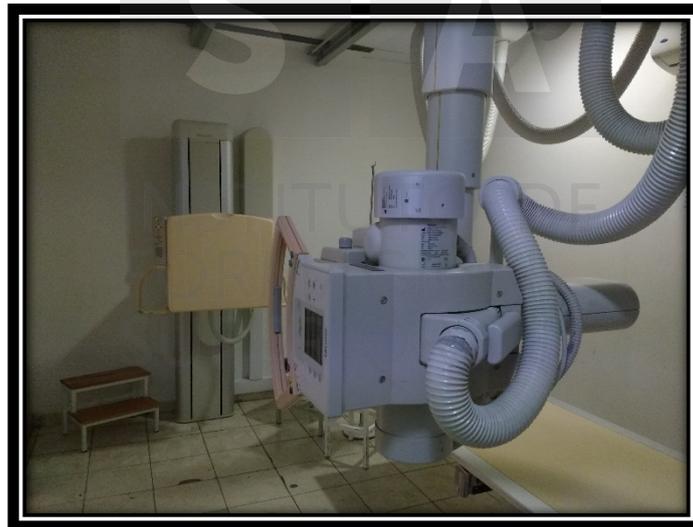
- La RD elimina la manipulación de los chasis, implica un ahorro de tiempo para el técnico.
- Reducción del consumo de películas, de la dosis a pacientes, de la repetición de exploraciones.
- La incorporación de las posibilidades de procesado, transmisión, archivo, visualización. La calidad obtenida es satisfactoria y estable.
- El mayor beneficio tanto en la radiografía como en la radiografía digital se encuentra en el proceso de revelado, el proceso convencional puede variar entre varios minutos, las imágenes digitales se obtienen en fracciones de segundos esto puede significar una diferencia entre la obtención o no de una buena imagen. En un procedimiento quirúrgico o una imagen patológica, al revelarla nos percatamos que la imagen no salía como lo deseábamos, ya sea por densidad o contraste, o cualquier otra razón imputable al proceso de revelado.
- En radiología digital el resultado puede ser analizado de inmediato, editado, ampliado, puede aumentarse o disminuirse el contraste y densidad para obtener la mejor imagen posible del estudio y preservarla de manera electrónica o impresa, se busca un accionar rápido de los profesionales del área de emergencia.

Desventajas

- Limitación para registrar con fidelidad estructuras pequeñas, la posibilidad de registrar dichas estructuras obliga al incremento de la resolución al disminuir el tamaño del pixel y por tanto a aumentar considerablemente el tamaño de la imagen.
- Disminución de la relación señal/ruido y las pantallas de fósforo tienden a degradarse con el uso.
- En cuanto a la utilización de paneles planos, la degradación de estos supone la necesidad de un gasto considerable para su sustitución.

Aplicación de la RD

Es importante el posicionamiento preciso del paciente y prestar atención a ciertos detalles técnicos, como por ejemplo la colimación meticulosa (en RD no puede utilizarse la regla 30%), la utilización correcta de parrillas antidifusoras, factores de exposición y la evaluación de los valores del índice de exposición en combinación con el principio ALARA.



Adquisición de la Imagen

1. Selección del nombre del paciente de la lista de trabajo
2. Posicionamiento del paciente
3. Exposición
4. Imagen en el panel del operador
5. Revisión de las imágenes/configuración de los datos de identificación del paciente

6. Posprocesado (si es necesario)
7. Archivo de imágenes para remitir informe/petición
8. Impresión de copia (si es necesario)

Posprocesado digital

El posprocesado de la imagen es una ventaja, esto significa que se puede modificar o potenciar la imagen electrónica para mejorar su calidad diagnóstica. Se aplican algoritmos a la imagen para modificar valores del píxel. Una vez modificada la imagen pueden conservarse los cambios efectuados o bien reaplicar los ajustes por defecto originales.

Opciones de posprocesado tanto en radiología directa como indirecta

Modificación de ventana (windowing): Se puede ajustar con el contraste y el brillo de la imagen en el monitor. Hay dos tipos de ajustes:

- Amplitud de ventana (window width), esta controla el contraste de la imagen (intervalo).
- Nivel de ventana (window level) controla el brillo de la imagen (intervalo).

Alisamiento (smoothing): Se unifican los valores de brillo de píxeles adyacentes.

Magnificación o amplificación: Aumenta toda la imagen o parte de ella.

Refuerzo de borde (edge enhancement): Incrementa el brillo en los bordes de las estructuras para aumentar así su visibilidad.

Sustracción (subtraction): Elimina la anatomía de fondo para visualizar mejor los vasos sanguíneos llenos de contraste. Se utiliza comúnmente en angiografía.

Inversión de imagen (image reversal): Se invierten los valores claro y oscuro del píxel. La imagen pasa de ser un negativo a ser un positivo.

Anotación (annotation): Es la posibilidad de agregar texto a las imágenes.

Unidad IV

Terminología radiográfica y lecturas obligatorias

- **Términos generales:** Radiografía. Radiología. Radiografía y placa de rayos. Receptor de imagen (RI). Rayos Central (RC). Posición anatómica.
*Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. 14.
- **Planos corporales:** Plano Sagital. Plano Frontal (Coronal). Plano axial. Plano Oblicuo. Plano basal del cráneo. Plano oclusal del cráneo.
*Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. 15.
- **Superficies corporales:** Posterior o dorsal. Anterior o ventral. Plantar. Dorsal. Palmar.
*Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. 16.
- **Proyecciones radiográficas:** Proyección: Término que describe la dirección o trayectoria del RC del haz de RX, mientras pasa a través del paciente y proyecta una imagen en el RI.
- **Términos de proyección:** PA. AP. AP oblicua. PA oblicua. Mediolateral. Lateromedial.

***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. 17.**

- **Posiciones corporales generales (8):** Supino. Prono. Erecta. Recostado. Posición de Trendelenburg. Posición de Fowler (Posición de semi Fowler). Posición de Sims. Posición ginecológica.

***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. 18.**

- **Posiciones corporales específicas:** posición lateral. Posición oblicua. OPI. OPD. OAD. OAI. Posición decúbito lateral derecho e izquierdo. Posición decúbito dorsal. Posición decúbito ventral.

***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. 20.**

- **Términos específicos de la proyección:** proyección axial inferosuperior. Proyección axial superoinferior. Proyección tangencial. Proyección axial AP. Posición lordótica. Proyección lateral transtoraxica. Proyecciones dorsoplantar y plantodorsal. Proyecciones parietoacantial y acantioparietal. Proyecciones SMV.

***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. 21 y 22.**

- **Términos de relación:** Medial y lateral. Proximal y distal. Cefálico y caudal (podálico). Interno y externo. Superficial y profundo. Ipsilateral y contralateral. Flexión y extensión. Hiperextensión y hiperflexión. Desviación cubital y desviación radial de la muñeca. Dorsiflexión y flexión plantar del pie. Rotación medial y rotación lateral. Abducción y aducción. Supinación y pronación. Protracción y retracción. Elevación y depresión. Circunducción. Rotación e inclinación.

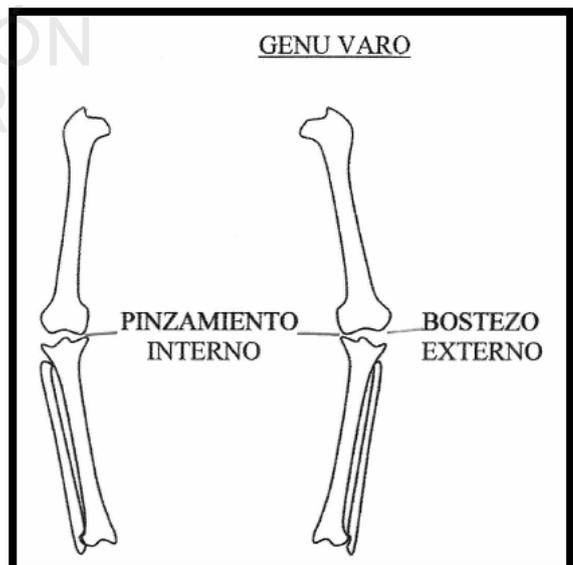
***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. [23 – 27].**

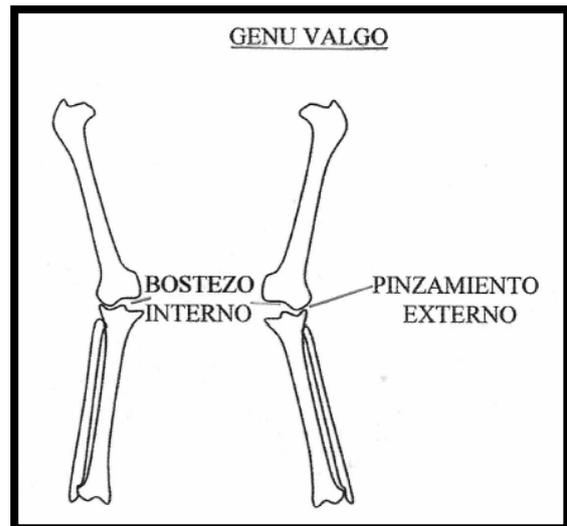
Inversión: Movimiento forzado hacia adentro sin la rotación de la pierna. Es un movimiento en Varo o también llamado Bostezo Varo o Externo.

Eversión: Movimiento forzado hacia afuera sin la rotación de la pierna. Es un movimiento en Valgo o también llamado Bostezo Valgo o Interno.

Genu Varo: denominación utilizada para definir la alteración en la alineación del eje longitudinal de los miembros inferiores. Es cuando las rodillas se separan entre sí, originando un pinzamiento en los bordes mediales de la rodilla y un bostezo en los bordes laterales de la rodilla.

- **Genu Valgo:** Denominación utilizada para definir la alteración en la alineación del eje longitudinal de los miembros inferiores. Es cuando las rodillas se unen entre sí, originando un pinzamiento en los bordes laterales de la rodilla y un bostezo en los bordes mediales de la rodilla.





Calidad radiográfica

A. **Calidad Radiográfica:** Es la representación óptima de las estructuras anatómicas examinadas en la película radiográfica. Dicha calidad se puede aplicar en los siguientes métodos de adquisición radiográfica:

a. **Calidad de la imagen en radiología convencional con revelado químico:**

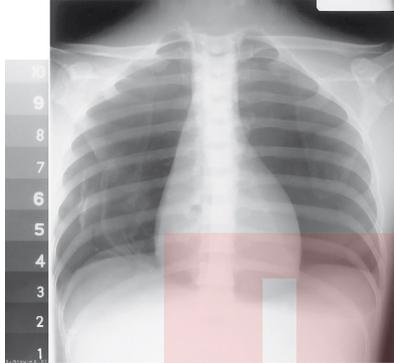
1. Densidad:

- Representa el grado de ennegrecimiento de la película radiográfica o la cantidad de negro.
- Varía del negro total a la transparencia total.
- Esta regula por el Ma.S
- El ennegrecimiento de la película es el resultado del revelado de los cristales de haluro de plata.
- Si se desea aumentar la densidad, se debe aumentar el Ma.S en más de un 30% para producir cambios significativos.
- La relación entre Ma.S y densidad es directamente proporcional.
- La densidad es influenciada por la DFF. Si esta aumenta, se disminuye la intensidad del haz, disminuyendo la densidad total.
- La utilización de filtros de compensación a la salida del tubo de rx, producirá una homogeneización de la densidad, en áreas donde hay mucha diferencia de espesores.
- ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, "Bontrager 7ma edición" Pág. 38 y 39.**
- La correcta utilización del efecto anódico, ayudara a aumentar la densidad en estructuras longitudinales con mucha diferencia de espesores.
- ***Lectura obligatoria: El tubo de Rayos X; capítulo 7, "Stewart Bushong" Pág. 130.**

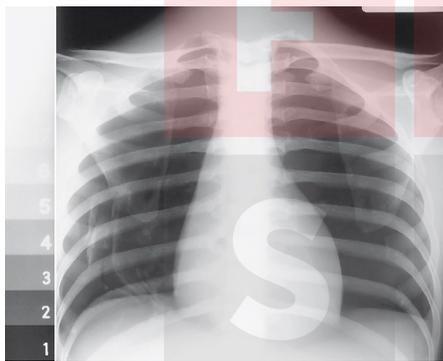
2. Contraste:

- Es la diferencia de densidades que existe en distintas regiones de la película radiográfica.
- Es la diferenciación que existe entre los tonos claros y los tonos oscuros de la imagen.
- La relación entre el contraste y la diferenciación, es inversamente proporcional. Es decir que si la diferenciación de tonos es mayor; mayor será el contraste.
- Esta directamente influenciado por el KV.

- En una imagen con bajo contraste, predominan los tonos grises (ya que hay muchos tonos de grises posibles) y hay poca diferenciación entre los tonos claros y oscuros. Este tipo de contraste se denomina Contraste de escala larga.



- En una imagen con alto contraste, predominan los tonos claros y oscuros (ya que hay pocos tonos de grises posibles) y hay mucha diferenciación entre los tonos claros y oscuros. Este tipo de contraste se denomina Contraste de escala corta.



- Los contrastes altos y bajos no son buenos o malos en sí mismos. Se van adecuando a los diferentes tipos de imágenes y áreas anatómicas a estudiar Ej.:
- Tórax pulmón:** 130 KV – Bajo Contraste – Escala larga
 - Tórax Óseo:** 60-70 KV – Alto Contraste – Escala corta
- La radiación dispersa disminuye drásticamente el contraste. Se sugiere la utilización de parrillas antidifusoras en estructuras con espesores superiores a 10 cm de espesor.
 - ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, “Bontrager 7ma edición” Pág. [40 - 42].**
 - La colimación y la disminución en el espesor de los tejidos contribuye a aumentar el contraste.
 - En regiones del cuerpo donde hay mayor absorción diferencial, se producirá un mayor contraste, por ende una escala de contraste corta.

3. Resolución – Borrosidad:

- Resolución hace referencia a la claridad y nitidez en las líneas y bordes de las estructuras.
- Se mide en Pares de Línea por mm de película PL/mm. 5-6 PL/mm es la resolución normal de una imagen.
- Si se aumentan los PL/mm se aumentaría la resolución.

- La falta de nitidez en los detalles y contornos de las estructuras se denomina BORROSIDAD.

Borrosidad cinética:

- Es la borrosidad producida por el movimiento.
- Se compensa disminuyendo los tiempos de exposición, inmovilizando al paciente o indicándole a éste, correctas indicaciones sobre posturas y respiración.
- ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, "Bontrager 7ma edición" Pág. 42 y 43.**

Borrosidad geométrica:

- Este tipo de borrosidad se denomina PENUMBRA, ya que los bordes de las estructuras se engrosan o no se visualizan con nitidez.
- Es origina cuando:
 - Utilizamos Foco Grueso
 - Disminuimos la DFF a menos de 1metro
 - Cuando la DOF es diferente a 0cm
 - La combinación de película pantalla no coincide en la sensibilidad
- Se produce un mal contacto película pantalla dentro del Chasis.

4. Distorsión:

- Es la deformación de la imagen ya sea por magnificación, torsión o alargamiento.
- No se puede eliminar, pero si se puede disminuir.
- Se produce cuando:
 - I. El RC incide oblicuamente con respecto al RI.
 - II. La estructura esta fuera del RC. Debido a la divergencia del haz de radiación, todo lo que quede a los bordes del haz de radiación se deforma.
 - III. Aumentamos la DOF
 - IV. Disminuimos la DFF a menos de 1metro.
 - ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, "Bontrager 7ma edición" Pág. 44 y 45.**

5. Artefactos:

- Son irregularidad que se producen en la imagen, causadas por factores ajenos a la interacción del haz de radiación con el paciente.
- Si se conoce la causa, el artefacto se puede solucionar.
- Se diferencias 3 categorías de artefactos:
 - I. **Artefactos de exposición:**
 - Combinación errónea de pantalla película.
 - Mal contacto pantalla película.
 - Mala preparación del paciente.
 - Posición incorrecta de rejilla portable.
 - II. **Artefactos de revelado:**
 - Marcas de rodillos.
 - Velo gris por mal estado de líquidos.
 - Manchas marrones por revelador oxidado.
 - Desprendimiento de emulsión.
 - III. **Artefactos de almacenamiento:**
 - Velo por luz.

- Velo por radiación.
- Estática.
- Arañazos.
- Marcas de doblamiento.
- Chasis mal cerrado.
 - ***Lectura obligatoria: Artefactos en la imagen; capítulo 17, “Stewart Bushong” Pág. [298 – 303].**

Calidad de la imagen en radiología digital (CR – DR):

1. Brillo:

- Es la intensidad de la luz que se proyecta sobre cada pixel del monitor.
- Es el equivalente a la densidad en radiografía convencional.
- Se regula o modifica mediante un programa informático de procesado de datos (en base a algoritmos predeterminados).
- ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, “Bontrager 7ma edición” Pág. 48.**

2. Contraste:

- Es la diferencia del brillo que se produce entre una zona y otra de la imagen.
- Es regulado mediante la aplicación de algoritmos predeterminados
- La escala de tonos posibles para cada pixel será determinada por la PROFUNDIDAD DE BITS del monitor.
 - I. A Mayor profundidad de bits, mayor cantidad de tonos posibles para cada pixel.
 - II. A mayor profundidad de bits, mayor contraste y resolución tendrá el monitor.
 - III. Se mide en sistemas binario:
 - 14 bits = 2^{14} = 16384 tonos de grises.
 - 16 bits = 2^{16} = 65536 tonos de grises.
 - 32 bits = 2^{32} = 4294967296 tonos de grises.
 - IV. Los monitores vienen en diferentes formatos según para lo que fue creado. 16 bits 14 bits 32 bits etc.
- ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, “Bontrager 7ma edición” Pág. 48.**

3. Resolución:

- Es la nitidez en los detalles de las estructuras mostradas en lka imagen
- Depende:
 - I. Foco fino aumenta la resolución.
 - II. Aumentar la DFF aumenta la resolución.
 - III. Disminuir la DOF aumenta la resolución.
 - IV. Disminuir los tiempos de exposición disminuyen la borrosidad cinética.
 - V. A mayor tamaño del pixel, mayor resolución habrá.
- Se mide en micras. (tamaño del pixel) 100 a 200 micras
- A mayor matriz, mayor resolución y mayor MPX en el monitor.
- ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, “Bontrager 7ma edición” Pág. 49**

4. Distorsión:

- Representación inadecuada de la forma y tamaño de una estructura
- Se produce cuando:
 - I. El RC incide oblicuamente con respecto al RI.
 - II. La estructura esta fuera del RC. Debido a la divergencia del haz de radiación, todo lo que quede a los bordes del haz de radiación se deforma.
 - III. Aumentamos la DOF
 - IV. Disminuimos la DFF a menos de 1metro.
- ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, "Bontrager 7ma edición" Pág. 49.**

5. Índice de exposición:

- Valor o índice numérico que representa la cantidad de radiación que recibe el RI.
- El valor correcto está determinado por el fabricante.
- Depende del Ma.S, KV y la estructura a estudiar.
- Un índice óptimo, determina una buena calidad radiográfica, utilizando la dosis mínima posible para el paciente.
- Un correcto índice de exposición, permite un completo post-procesado digital.
- ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, "Bontrager 7ma edición" Pág. 49**

6. Ruido:

- Defecto aleatorio que reduce la claridad de la imagen.
- Es una imprecisión en el registro de una señal.
- Una imagen de aspecto moteado o granuloso.
- Se mide según la relación Señal/Ruido SNR:
 - I. Señal hace referencia a la cantidad de radiación que llego al RI (Ma.S)
 - II. Ruido hace referencia al defecto en sí.
 - III. Un SNR alto, refiere que la señal es superior al ruido.
 - IV. Un SNR bajo, refiere que el ruido es superior a la señal.
- Depende del Ma.S
- La radiación dispersa, contribuye a aumentar el ruido.
- ***Lectura obligatoria: Calidad de la imagen, radiología digital y protección contra las radiaciones; capítulo 2, "Bontrager 7ma edición" Pág. 50.**

B. Principios Radiográficos y procedimiento radiográfico:

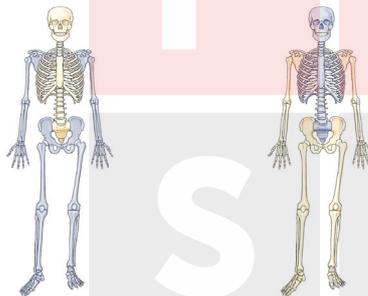
- Código ético (registro americano de técnicos radiólogos). El código ético describe las normas de conducta aceptable hacia nuestros pacientes y otros miembros del equipo sanitario, así como las acciones y conductas, definidas para profesión concreta.
 - ***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, "Bontrager 7ma edición" Pág. 31**
- Procedimiento radiográfico: etapas.
 1. Posicionar el cuerpo, alinear el RI y el RC.
 2. Aplicar las medidas de protección contra las radiaciones externas.
 3. Establecer dosis (Kv, Ma, MaS, Tiempo exposición)
 4. Indicaciones al paciente.

5. Procesado de la imagen.

- ***Lectura sugerida: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, “Bontrager 7ma edición” Pág. 14.**
- Proyecciones fundamentales:
Proyecciones de rutina.
Proyecciones especiales.
- ***Lectura sugerida: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, “Bontrager 7ma edición” Pág. 32**

C. Anatomía general:

- Organización estructural: Células, Tejidos. Órganos. Sistemas. Órganos. Organismos.
- ***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, “Bontrager 7ma edición” Pág. 2.**
- Anatomía por sistemas: Sistema óseo. Sistema circulatorio. Sistema digestivo. Sistema respiratorio. Sistema urinario. Sistema reproductor. Sistema nervioso. Sistema muscular. Sistema endocrino. Sistema cutáneo.
- ***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, “Bontrager 7ma edición” Pág. [3 – 6].**
- **Anatomía del esqueleto:**



- Esqueleto axial. Esqueleto apendicular.
- Clasificación de los huesos: Huesos sesamoideos. Huesos largos. Huesos cortos.
- Huesos planos. Huesos irregulares. Desarrollo de los huesos.
- ***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, “Bontrager 7ma edición” Pág. [6 - 9].**
Clasificación de las articulaciones:
 - Clasificación funcional: Sinartrosis o articulación inmóvil. Anfiartrosis o articulación ligeramente móvil. Diartrosis o articulación completamente móvil.
- Clasificación estructural: Articulaciones fibrosas (Sindesmosis, Suturas, Gonfosis). Articulaciones cartilaginosas (Sínfisis y Sincondrosis). Articulaciones sinoviales (planas, trocleares, trocoides, elipsoides, selares, esféricas y bicondileas).
- ***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, “Bontrager 7ma edición” Pág. [10 – 13].**
- Habitos corporales: Hipoestenico (Astenico). Estenico. Hiperestenico.
- ***Lectura obligatoria: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, “Bontrager 7ma edición” Pág. 78.**
- ***Lectura sugerida: Anatomía general, terminología y principios sobre posición radiológica; capítulo 1, “Bontrager 7ma edición” Pág. 458.**