

Producción de los rayos X

Los rayos X son una radiación electromagnética de alta energía y baja longitud de onda.

La radiación electromagnética es un método de transportar energía a través del espacio y se distingue por su longitud de onda, frecuencia y energía. Tiene la velocidad de la luz.

La radiación electromagnética se agrupa según la longitud de onda, llamándose espectro electromagnético. Ej.: rayos infrarrojos, ultravioleta, rayos X, rayos γ .

Interacción de la radiación electromagnética con la materia

- Difusión elástica rebota
- Efecto fotoeléctrico se queda en el interior de la materia
- Efecto Compton parte de la radiación se queda en la materia y la otra parte se dispersa
- Formación de pares

Los rayos X sólo interactúan por los 3 primeros métodos.

El efecto fotoeléctrico se produce cuando la estructura tiene un número atómico elevado y el fotón es de baja energía.

El efecto Compton se produce cuando el número atómico de la estructura es elevado y los fotones son de intermedia y alta energía ($> 70 \text{ KV}$).

Hay que intentar que los fotones no interactúen con efecto Compton porque la radiación dispersa produce borrosidad y pérdida de contraste en la radiografía.

Formación de rayos X

Se forman cuando los electrones van a gran velocidad y chocan con un blanco metálico. Parte de la energía cinética que llevan los electrones se transforma en fotones electromagnéticos, mientras que la otra parte se transforma en calor.

El tubo de rayos X es una carcasa de vidrio que posee dos polos en su interior, un polo es el ánodo (+) y otro es el cátodo (-). En el interior de este tubo se ha realizado el vacío. Este tubo tiene una ventana por donde van a salir los fotones, y, además tiene un compartimento con aceite cuya función es enfriar el tubo.

El cátodo está formado por el focalizador y el filamento. En el filamento se produce una corriente de baja tensión creando una nube de electrones en el mismo. Hay un filamento fino (donde se producen pocos electrones) y uno grueso (donde se producen muchos electrones).

El sitio del ánodo donde los electrones chocan se llama mancha focal (está realizada de tungsteno) y está inclinada para que la superficie de choque sea más ancha y para que la mancha focal efectiva sea más pequeña, lo que proporciona una mayor nitidez. Existen ánodos rotatorios para conseguir que no se desgaste la mancha focal por el mismo sitio debido al choque de los electrones.

Propiedades de los rayos X

- Atraviesan la materia
- Producen fluorescencia en ciertas sustancias (pantallas reforzadas)
- Impresionan y producen imágenes sobre películas fotográficas

- La radiación se atenúa al atravesar la materia
- La cantidad de radiación disminuye con la distancia (ley del inverso del cuadrado de la distancia)
- Produce cambios en los tejidos vivos

Aparato de rayos X

Formado por:

- Transformadores
- Pupitre de control
- Tubo de rayos X

Al tubo de rayos X se le unen el filtro y el colimador.

- Transformadores
- Transformador de rectificación: transforma la corriente alterna en continua
- Transformador de bajo voltaje: está unido al filamento del cátodo, y produce incandescencia para formar los electrones
- Transformador de alto voltaje:
- Autotransformador: se encarga de que siempre tenga la misma potencia la corriente eléctrica
- Pupitre de control

Tiene el botón de encendido, el selector de KV, el selector de mA, el selector del tiempo ("s"), y el botón de disparo.

Cuando los fotones salen del ánodo no todos tienen la misma potencia.

Con el filtro eliminamos los fotones de baja potencia, los cuales no causarían impresión y serían absorbidos por la materia.

El diafragma o colimador cierra o abre el sitio por donde va a pasar el haz de electrones.

Tipos de aparatos de rayos X:

- Fijos: tienen alta potencia y un transformador grande.
- Portátiles: no tienen mucha potencia y con ellos no podemos hacer radiografías de zonas muy gruesas. Llegan a alcanzar los 30 mA y 60 KV.

Factores de exposición

- miliAmperaje tiempo (mAs)

Es proporcional al número de electrones que se van a producir en el filamento del cátodo.

$\text{mA} \times \text{tiempo (s)} = \text{mAs}$

$20 \text{ mA} \times \frac{1}{2} \text{ segundo} = 10 \text{ mAs}$

$$100 \text{ mA} \times 1/10 \text{ s} = 10 \text{ mAs}$$

$$200 \text{ mA} \times 1/20 \text{ s} = 10 \text{ mAs}$$

$$300 \text{ mA} \times 1/30 \text{ s} = 10 \text{ mAs}$$

Siempre que el aparato lo permita vamos a utilizar miliamperajes altos y tiempos bajos, con el fin de evitar movimientos tanto voluntarios como involuntarios, y reducir la radiación recibida.

- Kilovoltaje (KV)

Cuanto mayor es, la diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo es mayor, lo que provoca un incremento en la velocidad de los electrones, y una mayor penetración del fotón.

La energía cinética que los electrones liberan al alcanzar el ánodo es proporcional a la diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo, o lo que es lo mismo, al KV.

Para saber el KV que debemos poner utilizamos la regla de Santes, y para ello medimos el grosor de la zona a radiografiar y aplicamos la siguiente fórmula:

$$2 \times \text{grosor (cm)} + 40 = \text{KV}$$

- Distancia

DFP = distancia foco-placa

Debe ser de 100 cm en cabeza, extremidades y abdomen, y de 120 cm en tórax

DOP = distancia objeto-placa

Tiene que ser la mínima posible para no tener distorsión de la imagen radiológica

Cómo obtener una radiografía

Se coloca al paciente entre el tubo emisor de rayos X y la película radiológica según las características de la materia.

Las estructuras que no absorben los rayos X son estructuras radiolúcidas o radiotransparentes, y se ven negras en la radiografía. Las estructuras que absorben el fotón se llaman radiopacas y se observan de color blanco.

Interacción del haz con la materia. Accesorios

Accesorios

- Antidifusores

Eliminan la radiación dispersa. Hay dos tipos:

- Limitadores de campo: están dentro del aparato de rayos X; son unas planchas de plomo que van a cerrar o colimar el haz de radiación. Cerraremos siempre al máximo el haz de radiación para evitar la radiación dispersa y sacar una imagen más nítida.
- Rejilla o parrilla: es una plancha que lleva incorporados unos hilos o bandas de plomo en su interior. La radiación pasa primero por la rejilla y ésta absorbe la radiación dispersa, dejando pasar sólo rayos perpendiculares. No se utiliza siempre, sólo cuando el grosor de la zona a radiografiar sea superior a 10 cm en abdomen, cabeza y extremidades, y en tórax cuando el grosor sea superior a 15 cm.

Al emplearla es necesario aumentar la dosis de radiación porque a veces también absorbe los rayos primarios.

Las rejillas pueden ser fijas o móviles cuando están incluidas en el aparato de rayos X; y pueden ser portátiles cuando no están unidas al aparato de rayos X. Las rejillas móviles oscilan durante el tiempo del disparo para que no se vean en la radiografía.

- Chasis

Es un cassette de fibra de carbono que va a proteger la película radiográfica. Tiene una parte radiotransparente (deja pasar los rayos) y otra parte radiopaca (no deja pasar los rayos).

Normalmente vamos a usar chasis con pantallas reforzadoras, que son unas cartulinas que están dentro del chasis y que transforman el fotón electromagnético en fotón luminoso.

- Pantallas reforzadoras

Tienen una capa de gelatina que contiene unos cristales de fósforo. Los fotones luminosos que producen van a componer la imagen.

Los cristales de fósforo pueden ser de tungstato cálcico o de tierras raras (lantano, gadolinio). Cuando llega el fotón electromagnético, los de tungstato cálcico emiten luz azul, y se llaman pantallas universales, mientras que los de tierras raras emiten luz verde y se llaman pantallas ortocromáticas.

Las pantallas que más se usan actualmente son las ortocromáticas, porque las tierras raras absorben más rayos X y tienen mayor poder de conversión de fotón electromagnético en fotón luminoso. Esto quiere decir que con las pantallas ortocromáticas necesitamos menos dosis de radiación para crear la imagen.

Hay varios tipos de pantallas según su tamaño:

- Grande: emite más luz sobre la película, y por tanto, necesita menos dosis de radiación. Se llaman pantallas rápidas y dan menos definición.
- Mediana: es la que se usa habitualmente. Sólo en determinados casos en los que necesite una mayor definición o una mayor rapidez, utilizaré la pequeña o la grande, respectivamente.
- Pequeña: se llaman pantallas lentas porque emiten poca luz y necesitan más dosis de radiación. Dan una mayor definición.

- Película

Es una base de poliéster que tiene incorporada una capa de gelatina que contiene cristales de bromuro y yoduro de plata. Estos cristales son sensibles a la radiación y a la luz.

Los cristales de plata interaccionan con el fotón luminoso y crean una imagen latente. Luego, por acción del revelado, los cristales de plata pasan a plata metálica, se convierten en puntos negros y se oscurecen formando la imagen definitiva.

Hay películas sensibles a la luz azul y películas sensibles a la luz verde.

Las características de una película son: densidad y contraste, velocidad (dependiendo del tamaño del cristal de plata) y tamaño.

Identificación de la radiografía

Los datos que hay que poner en la misma son el nombre del centro, la fecha en que se hizo, y la identificación del paciente.

Se identifica con marcadores metálicos, cinta impregnada de plomo o con un condensador. En caso de carecer de lo anteriormente nombrado, las podemos identificar con un rotulador permanente o con una pegatina.

Revelado

Consiste en transformar la imagen latente en una imagen definitiva. Tiene 5 fases:

- **Revelado:** el líquido de revelado reduce los iones de plata a plata metálica, y los cristales de plata pasan a ser puntos negros. Sólo reduce a aquellos cristales a los que les ha llegado radiación ionizante o fotón luminoso. El líquido de revelado es un agente reductor y alcalino.
- **Baño de paro:** elimina el líquido de revelado de la película. Tiene que ser agua con un ácido débil.
- **Fijación:** el tiosulfato sódico disuelve los cristales de bromuro de plata que no se han revelado, y deja una imagen visible formada por los cristales de plata metálica. Hay que tenerlo en el líquido de fijación el doble de tiempo que estuvo en el líquido de revelado.
- Evaluación de la imagen radiológica. Interpretación radiológica.

Imagen radiológica o radiografía

Es una imagen bidimensional de una estructura tridimensional.

Se ve en blanco y negro (gama de grises). En conjunto es una gama de sombras.

La interpretación radiológica se basa en la visualización y análisis de esas opacidades o sombras.

La formación de la imagen radiológica se debe a la diferente absorción de los rayos X por parte de los tejidos.

La absorción de los rayos X va a depender de la densidad física y del número atómico efectivo. A mayor densidad física, mayor absorción de rayos X, y si se absorben, no pasan a la película y se ven estas estructuras blancas en la radiografía.

En una radiografía vamos a ver 5 densidades diferentes:

- Aire o gas densidad 1, la más negra
- Grasa densidad 2, gris oscuro
- Líquidos y tejidos blandos densidad 3, gris más claro
- Huesos densidad 4, gris claro
- Metal densidad 5, blanco

Cuanto más negro, más radiotransparente es la estructura, y cuanto más blanco, más radiopaca es esta estructura.

El grosor va a influir también en la radiografía, así, cuanto más grueso sea, más radiodenso va a ser. La radiopacidad aumenta con los centímetros de grosor.

Radioscopia: Consiste en la visualización directa en tiempo real en una pantalla fluoroscópica del paciente cuando es atravesado por los rayos X. Son imágenes dinámicas que se pueden grabar y después hacer las radiografías que se crea oportunas (fotografías de las imágenes).

Proyecciones

Primero nombramos la dirección que lleva el haz de rayos cuando atraviesa al paciente. Ej.: ventrodorsal, craneocaudal, laterolateral,...

Después nombramos la zona a radiografiar. Ej.: tórax, abdomen, tarso,...

Geometría radiográfica

- Magnificación y/o distorsión

La magnificación se produce cuando la distancia entre el objeto (paciente) y la película está aumentada. La imagen sale más grande de cómo es realmente el animal, por eso hay que intentar que la distancia objeto-película sea mínima.

- La distorsión se puede dar en dos ocasiones:
 - Cuando la estructura a radiografiar no está paralela a la película.
 - Cuando el rayo central no está perpendicular a la placa o a la estructura.
- Imagen familiar como desconocida: dependiendo de la posición en que hagamos la radiografía, una imagen familiar puede que no sepamos lo que es.
- Pérdida de percepción de profundidad: Por ello, debemos hacer siempre 2 proyecciones ortogonales (con una diferencia de 90°)
- Presencia de imágenes superpuestas
 - Signo de sumación: la sumación se va a dar cuando se superponen dos estructuras que no están en el mismo plano, sino que están separadas por otras estructuras.
 - Signo silueta: cuando dos estructuras están superpuestas pero están en el mismo plano, de tal modo que si tienen la misma densidad no puedo diferenciar sus bordes.

Calidad radiográfica

Depende de la densidad radiográfica, del contraste radiográfico y del detalle y la resolución.

El contraste radiográfico es la diferencia existente entre dos densidades radiográficas. Podemos hacer radiografías de alto contraste (mucha diferencia entre dos densidades radiológicas) o de bajo contraste. Los huesos siempre se radiografían con alto contraste. El bajo contraste se utiliza para abdomen y tórax, y permite obtener una mayor gama de grises (a la vez que menos blanco y negro).

El contraste de una radiografía depende de:

- La zona a radiografiar
- El KV necesitamos un bajo KV para un alto contraste y un alto KV para un bajo contraste
- La radiación dispersa: cuanto mayor radiación dispersa, menos contraste tiene la imagen
- Tipo de película

El detalle y la resolución de la imagen dependen de:

- La geometría de la imagen

- El tamaño de la mancha focal. A mayor mancha focal, menos detalle y resolución
- Tipo de pantalla reforzadora

Artefactos

Un artefacto es algo que vemos en la radiografía y que no pertenece al paciente.

Vamos a tener artefactos cuando:

- Almacenamos mal las películas
- Mala preparación del paciente
- Ponemos mal los parámetros de exposición
- Líquidos de revelado en mal estado
- Mal manejo de las películas
- Mal archivo de las radiografías