

AULA VIRTUAL SOBRE
IMAGEN DEL SISTEMA MUSCULO-ESQUELÉTICO

UNIDAD DIDÁCTICA 1

**FUNDAMENTOS GENERALES
DE LA RADIOLOGÍA SIMPLE**

Dr. Luis A. García-Lomas Pico

Jefe de Departamento MC-Mutual
Médico Especialista en COT
Ex-Presidente de SETLA



FUNDAMENTOS GENERALES DE LA RADIOLOGÍA SIMPLE

La Radiología fue históricamente el primer elemento de ayuda al diagnóstico que proporcionaba imágenes del interior del organismo. El desarrollo posterior de otros sistemas de obtención de imágenes (ecografía, tomografía computarizada o resonancia magnética) ha sido el origen del término de Diagnóstico por Imagen. Pero todas las imágenes obtenidas por estas técnicas necesitan, por una parte unos sistemas de obtención que las transformen en reproducibles, y por otra unos conocimientos semiológicos que las hagan útiles para el diagnóstico.

¿QUÉ SON LOS RAYOS X?

Se conoce como rayos X a un tipo de radiación electromagnética, invisible para el ojo humano, capaz de atravesar cuerpos opacos y de imprimir las películas fotográficas. Tienen la misma naturaleza que las ondas de radio, las microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible, los rayos ultravioleta y los rayos gamma.

Se diferencian de los rayos gamma en que estos son de origen nuclear (por la des- excitación de un nucleón de un nivel excitado a otro de menor energía y en la desintegración de isótopos radiactivos), mientras que los rayos X se producen a nivel extra-nuclear, a nivel de la órbita electrónica, fundamentalmente producidos por desaceleración de electrones.

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

PROPIEDADES DE LOS RAYOS X

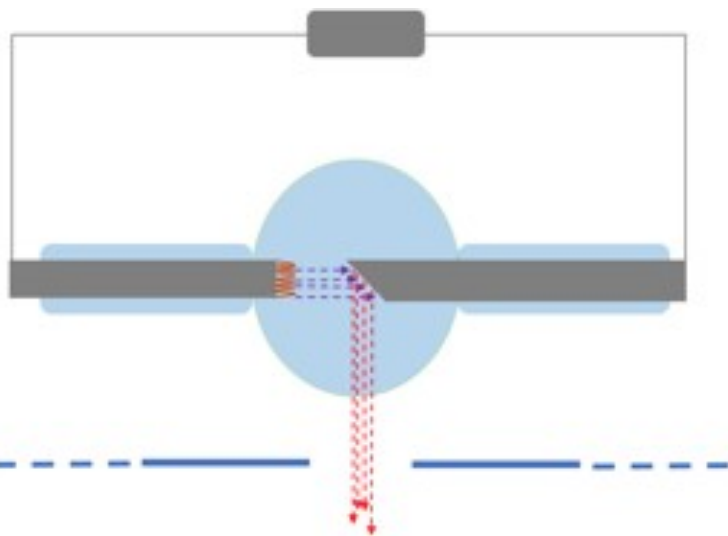
Desde el punto de vista físico, los rayos X tienen multitud de propiedades. De ellas, aquellas que tienen relación con su uso en Medicina son:

1. Penetran y atraviesan la materia.
2. Producen fluorescencia en algunas sustancias.
3. Producen efectos biológicos.
4. Ionizan los gases que atraviesan.
5. Impresionan las películas fotográficas.

6. Se propagan en línea recta, a la velocidad de la luz de forma isotrópica (en todas direcciones y con igual intensidad).
7. Se atenúan con la distancia al tubo emisor.

GENERACIÓN DE LOS RAYOS X

Los rayos X se generan en los sistemas convencionales de radiología para fines de diagnóstico médico dentro de una ampolla al vacío en donde se alinean un cátodo (asociado a un filamento incandescente que actúa como fuente de electrones) y un ánodo (asociado a un foco en donde se genera la radiación por el impacto de los electrones emitidos por el cátodo).



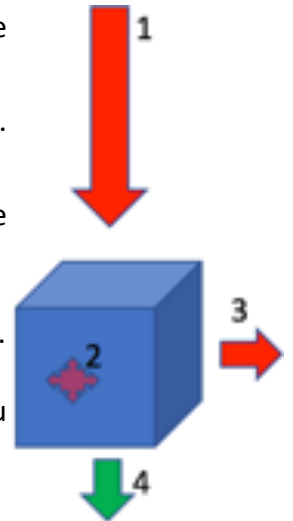
El sistema se alimenta de una fuente de alto voltaje y se sitúa en el interior de una estructura metálica aislante que presenta un diafragma por donde sale el haz de rayos X generado. Por supuesto, a este sistema se asocian otros elementos de tipo electrónico (amperímetros, voltímetros, etc.) o de tipo regulador térmico (refrigerantes, etc.).

La misión del diafragma o colimador es controlar la anchura del haz de rayos X producido, de modo que empleemos la mayor cantidad de radiación ortogonal al objeto a radiografiar y disminuyamos la radiación no ortogonal o dispersa.

DESTINO DEL HAZ DE RAYOS X GENERADO

El haz de Rayos X que surge de la apertura del colimador se propaga en línea recta de modo isotrópico. De toda la radiación X generada en virtud del miliamperaje y del voltaje aplicado al sistema se produce la siguiente distribución:

1. Una parte se dispersa en el entorno (en función del grado de colimación).
2. Otra parte (1) (radiación directa) atraviesa el objeto diana del estudio.
De esta:
 - a. Una parte es absorbida por dicho objeto (2) en función de sus parámetros físicos.
 - b. Otra parte es reflejada fuera del objeto (3)
 - c. Y otra es capaz de atravesarlo con la debida atenuación (4).

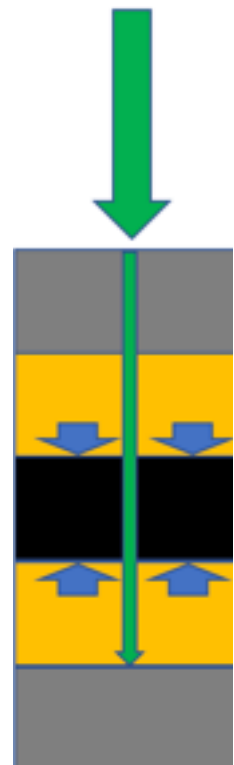


Esta última parte es la que va a ser útil para la producción de la imagen por su capacidad de velar más o menos la película radiográfica situada tras el objeto.

LA PLACA RADIOGRÁFICA

La placa radiográfica convencional es un soporte base tapizado por una gelatina que contiene haluros de plata. Dado que es alterable por la luz visible debe permanecer siempre a oscuras. Para su uso se introduce en un chasis que cuenta en su interior con unos elementos denominados placas de refuerzo que producen cierta luminiscencia que ayuda a potenciar la imagen creada por los rayos X.

Estos chasis pueden utilizarse solos o colocados sobre una rejilla antidifusora cuando la estructura a radiografiar tiene un volumen y una composición de elementos que faciliten la creación de radiación dispersa. De esta manera se potencia el realce del contraste entre las diferentes estructuras de la región anatómica a estudiar.



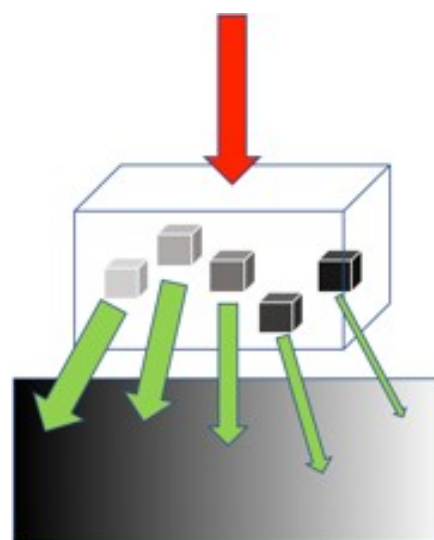
FORMACIÓN DE LA IMAGEN

Cada material, orgánico o inorgánico tiene diferente de absorción y de difusión de la radiación X, de manera que esta atraviesa dicho material en mayor o menor cantidad.

Como hemos dicho, la placa radiográfica se vela más cuanto más radiación le llega y se altera menos cuanto menos radiación. De este modo, cuando un haz de rayos X atraviesa una zona cuya estructura deja pasar la totalidad o gran parte del haz emitido, la película se velará intensamente y obtendremos, tras el revelado, un ennegrecimiento máximo de la misma.

Al contrario, cuando la estructura impide el paso de dicho haz, no se produce la llegada del mismo a la placa y, por tanto, esta queda sin impresionar y queda transparente tras el revelado.

Es evidente que entre estas dos circunstancias existen numerosas situaciones intermedias que producen diferentes tonalidades grises en la radiografía.



DENSIDADES RADIOLÓGICAS

De toda la infinita gama de grises que pueden crearse según lo que hemos visto anteriormente, en radiología simple se consideran cinco densidades básicas. La TC es capaz de detectar miles de grises que, mediante la oportuna elección de la apertura de ventana, sirven para realzar el contraste existente entre diferentes estructuras.

Lo cierto es que a mayor cantidad de tonalidades de gris, la complejidad de la imagen es mayor y por tanto las posibilidades de obtener datos semiológicos aumenta. Pero esto tiene su límite en la capacidad del ojo humano para diferenciarlos.

Como hemos citado, en radiología convencional se consideran cinco densidades básicas, que se definen con el nombre del material que en Semiología radiológica las produce.

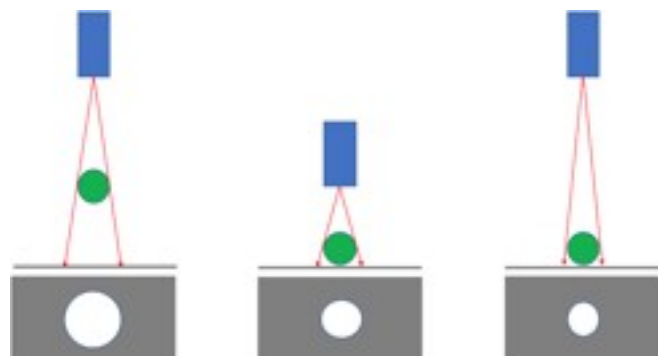


Como vemos en la imagen, existen cinco densidades: aire (la mayor intensidad de negro), grasa, tejidos blandos, hueso y metal (la mayor intensidad de blanco). Si a este esquema en degradación le aplicamos las tonalidades puras obtenidas por los materiales reseñados, obtendríamos el siguiente esquema:



TAMAÑO DE LA IMAGEN

El tamaño obtenido de la estructura radiografiada sobre la placa radiográfica va a depender de dos factores: la distancia foco-objeto y la distancia objeto-placa. Como vemos en el esquema adjunto, estos factores van a influir de la siguiente manera: Cuanto más lejos esté el foco en relación al objeto, y cuanto más cercano esté el objeto a la placa más se aproximará el tamaño de la imagen al tamaño real del objeto.



Esto resulta desde el punto de vista práctico de enorme interés para la obtención de imágenes a tamaño real que permitan la mensuración de las estructuras con objeto de planificar cirugías, tener una idea real del tamaño de una lesión, etc.

Por otra parte en zonas anatómicas con estructuras múltiples superpuestas, cuanto más cerca de la placa esté una de esas estructuras, mayor será la nitidez de su imagen radiográfica. Así, por ejemplo, si queremos aumentar la calidad de la imagen de una proyección frontal de la rótula, dada su superposición con el fémur, deberíamos hacer la radiografía con el paciente en decúbito prono con objeto de aproximar lo posible la rótula a la placa PA.

Es evidente que en base a lo anteriormente señalado, la radiografía ideal se obtendría con el objeto pegado a la placa (lo cual es factible) y con el foco emisor situado en el infinito (lo cual no es factible). Por convenio se emplean distancias de 100 cms foco- película (150 cms en algunos casos).

La radiología digital permite obtener imágenes escaladas sobre películas más pequeñas. La correlación con el tamaño real se puede realizar mediante una escala impresa en la placa o mediante el software del sistema.

SELECCIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS DEL HAZ DE RAYOS X

La obtención de imágenes radiológicas útiles para el diagnóstico depende de diferentes factores:

1.- Selección de parámetros físicos de la radiación. Los principales parámetros físicos que modifican las características de la radiación emitida por el tubo son el kilovoltaje (kV), el miliamperaje (mA) y el tiempo de exposición (t). El objetivo es conseguir la máxima reproducibilidad de las estructuras anatómicas en la imagen radiográfica, lo que se traduce en calidad de imagen.

- **Kilovoltaje:**

Es el parámetro físico que mide la diferencia de potencial entre ánodo y cátodo y, en definitiva, la velocidad con la que los electrones van a viajar desde el cátodo hasta el ánodo. La fuerza de esta aceleración va a ser el factor determinante de la capacidad de penetración del haz de rayos X. Los electrones más rápidos tienen una menor longitud de onda y consiguen una mayor penetración. En ese sentido, el kV es el parámetro fundamental de control del contraste radiográfico, de manera que kV y contraste son inversamente proporcionales.

- **Miliamperaje:**

Mide la cantidad de corriente que se aplica al filamento del tubo, siendo el reflejo de la cantidad de radiación que este emite. Es el controlador principal de la densidad radiográfica. La calidad de la densidad en radiología permite la adecuada valoración de las estructuras. Las placas radiográficas obtenidas en condiciones de subexposición o sobreexposición dificultan la valoración semiológica de las imágenes.

- **Tiempo de exposición:**

Como norma general, el tiempo de exposición debe ser siempre lo más corto posible.

A efectos prácticos se utiliza el producto del mA por el tiempo de exposición. Este parámetro (mAs) refleja la cantidad de rayos X emitida por el tubo en una exposición.

Como norma general, cualquier examen radiográfico debe diseñarse en base a la obtención de la imagen válida semiológicamente empleando el máximo kVp y el mínimo mAs, minimizando de este modo la exposición del paciente a la radiación. Las técnicas de bajo kV generan imágenes de excelente contraste pero conllevan una mayor exposición para el paciente y largos tiempos de exposición. Por el contrario, las técnicas de alto kV disminuyen la dosis de radiación del paciente y acortan el tiempo de exposición, a expensas

POSICIONAMIENTO RADIOGRÁFICO

Otro factor determinante de la calidad semiológica de la imagen radiográfica es la posición del objeto a estudiar en el espacio. Ya hemos visto que requerimos al menos dos proyecciones con al menos 90° de diferencia en cuanto al plano de estudio. Pero además es de vital importancia la colocación exacta de la zona anatómica a estudiar en relación al espacio y al plano del chasis radiográfico.

Existen numerosos tratados de posicionamiento radiográfico que describen con toda claridad la posición del paciente, la angulación de la incidencia del haz de rayos X, etc. Estas condiciones no son renunciables dado que su incumplimiento puede llevar a errores de diagnóstico importantes. Una inadecuada colocación del paciente en una radiografía de hombro puede dejar inadvertida una luxación posterior del mismo, etc.

Por otra parte, el mantenimiento de la apnea o la ausencia de deglución durante la realización de la radiografía son muy importantes para obtener imágenes fiables. En un estudio lateral de la columna cervical podemos obtener una imagen de pseudoobstrucción de la vía aérea superior y un ensanchamiento del espacio retrofaríngeo si el paciente realiza un movimiento deglutorio mientras se realiza la radiografía, pudiendo simular incluso la presencia de una masa local.

UTILIDAD DE LA RADIOLOGÍA CONVENCIONAL EN EL ESTUDIO DEL APARATO LOCOMOTOR

La radiografía simple es **la prueba diagnóstica más usada en patología del aparato locomotor, especialmente en lesiones agudas**. Se trata de un **elemento diagnóstico IRRENUNCIABLE** en el enfoque de esta patología tanto de origen traumático como no traumático. Aporta **datos semiológicos** que, en algunos casos, **NO APORTAN** otros estudios de imagen más caros y complejos. Su interpretación requiere del empleo de una **sistemática de lectura**.

En radiología músculo-esquelética se requieren **SIEMPRE** al menos **2** proyecciones obtenidas con una diferencia de 90° (en general, proyecciones anteroposterior y lateral). En función de la estructura anatómica a estudiar, de la patología de sospecha o de los hallazgos de las dos proyecciones estándar, se valorará la realización de otras proyecciones: oblicuas, axiales, en carga, en stress, telerradiografías, etc. En el caso de lesiones traumáticas se debe incluir en el estudio *la articulación proximal y distal* a la zona fracturada.

Sigue siendo la primera prueba a realizar para caracterizar **tumores óseos y determinar el patrón de agresividad**.

Además de su utilidad en patología traumática, es una herramienta imprescindible en el estudio de la **patología reumática y anomalías congénitas**.

Los sistemas de generación de imagen radiológica actuales **son digitales**. La imagen se obtiene por escaneo de la imagen radiológica obtenida sobre placas fotoestimulables reutilizables. La radiología digital permite:

1. Eliminación de soportes con **emulsiones de sales de plata y productos químicos**.
2. Mejor **calidad de imagen** por la posibilidad del *filtrado digital*.
3. **Almacenar y compartir** información mediante sistemas informáticos.
4. **Mayor resolución de contraste**.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Sanchez-Pedrosa, C. **Diagnóstico por imagen (5 vols)**. (2004) McGraw Hill-Interamericana.
- Bontrager, K. (2004) **Posiciones radiológicas y correlación anatómica**. 5ª ed. Ed. Panamericana (Buenos Aires)
- Bushong, S. (2010) **Manual de radiología para técnicos: física, biología y protección radiológica**. 1ª ed. Ed. Elsevier (Barcelona)
- Forrester, D.M. y Brown, J.C. **Radiología de las enfermedades articulares** (1990) Salvat
- Goldman, A.B. **Procedures in Skeletal Radiology**. (1984) Grune & Stratton Ed.
- Gómez, E.M. **El equipo Rx-Radiología**.
<http://bioimagenesrx.blogspot.com.es/2010/04/el-equipo-rx-radiologia.html?m=1>
- Helms, C.A. **Fundamentos de Radiología del esqueleto**. (2006) Marban
- International Atomic Energy Agency. **Radiation protection of patients (RPOP)**. www.iaea.org
- Moller, T.B., Reif, E y Stark, P. **Anatomía radiológica**. (1994) Marban
- Moller, T.B. **Características radiológicas normales**. (1990) Doyma
- Vergara, M. **Calidad de imagen en radiografía: la técnica de kV fijo**. El Hospital (Febrero 2008). www.elhospital.com