

---

# RAYOS X EN CENTROS VETERINARIOS

---

Los rayos X son un tipo de radiación que nos permite obtener imágenes del organismo.

El descubrimiento de los rayos X se hizo en Alemania, en 1896 por el Dr. Wilhelm Röntgen. El doctor estudió las propiedades de los rayos X para poder aplicarlas a la medicina y realizó las primeras radiografías.

El uso de las radiografías en veterinaria no se extendió hasta después de la segunda guerra mundial.

Posteriormente se ha seguido evolucionando y en la actualidad los rayos X no se utilizan sólo para realizar radiografías sobre placas, también se han asociado a ordenadores, desarrollando las radiografías digitales y la tomografía axial computarizada (TAC).

## Tipos de radiaciones

Podríamos definir la radiación como la **propagación de energía a través de materiales o del vacío**. Esta energía tiene dos formas de propagarse, mediante el movimiento de partículas subatómicas con masa, o por ondas electromagnéticas que avanzan de manera ondulatoria y en línea recta.

La radiación provocada por el movimiento de partículas se denomina *radiación corpuscular* y la provocada por las ondas electromagnéticas, *radiación electromagnética*.

Algunas radiaciones, independientemente de si se trata de radiación corpuscular o electromagnética, son capaces de ionizar átomos retirando de ellos electrones. A estas radiaciones se les dice que son ionizantes y las que no son capaces de crear este efecto, radiaciones no ionizantes.

Los rayos X pertenecen al grupo de las radiaciones electromagnéticas ionizantes.

## Espectro de radiaciones electromagnéticas

Las radiaciones electromagnéticas propagan la energía mediante ondas electromagnéticas que avanzan en línea recta y de forma ondulatoria. Estas radiaciones se pueden clasificar dependiendo de su longitud de onda, amplitud de onda y de su frecuencia.

- Se le llama Longitud De Onda A La Distancia Entre 2 Cimas De Ondas Contiguas.

Cuanta Menor Longitud De Onda, Mayor Energía Y Mayor Penetración De Los Tejidos. Se Mide En Metros Y Se Representa Con La Letra  $\lambda$

- La Amplitud De Onda Es La Altura De La Onda.
- La Frecuencia O F Es La Cantidad De Ondas Que Se Emiten Por Unidad De Tiempo. Se Mide En Hertzios (Hz)

Las ondas que contienen más energía son las de menor longitud de onda y mayor frecuencia y se corresponden con los rayos X, los rayos gamma ( $\gamma$ ) y los rayos cósmicos.

Los rayos X son una radiación electromagnética ionizante, con la longitud de onda pequeña y de alta frecuencia, que les permite penetrar en los objetos.

## Propiedades de los rayos X

Por su naturaleza de radiación magnética ionizante, con pequeña longitud de onda y alta frecuencia, tienen unas determinadas propiedades que permiten ser utilizados para el diagnóstico radiológico.

- 1 *Penetran los tejidos y atraviesan la materia. Lo que permite usarlos para distintos fines.*
- 2 *Producen fluorescencia de algunas sustancias, por lo que pueden utilizarse para la fluoroscopia.*
- 3 *Ionizan la materia, por lo que pueden ser cancerígenos. Por ello es necesario protegerse al realizar radiografías, pero también permiten su uso en radioterapia.*
- 4 *Ionizan los gases, por lo que pueden detectarse.*
- 5 *Producen impresiones en las películas radiográficas y crean imágenes diagnósticas para radiología.*

## Equipos y sistemas productores de rayos X

El aparato de rayos X tiene un generador de rayos x que consta de:

- Cátodo o electrodo negativo. Es un filamento de Tungsteno o Wolframio que emite un rayo de electrones.
- Ánodo o electrodo positivo. Es una placa de Tungsteno inclinada en la que chocan los electrones emitidos desde el cátodo y, al chocar, el 1% de ellos se transforman en rayos X y el resto en calor.
- Envoltura de cristal. Contiene al ánodo y al cátodo. Está relleno de aceite que absorbe el calor generado. Tiene una ventana de berilio que permite la salida de los rayos X. En esta ventana hay situado un colimador, esto es un sistema mediante el cual la ventana puede abrirse o cerrarse para adaptarse a la medida de la película o el tamaño del animal, y minimizar los rayos emitidos.
- Filtro. En la ventana de berilio hay un filtro de aluminio que absorbe parte de los rayos X, dejando que salgan sólo los útiles para producir la imagen.
- Todo el generador se cubre de plomo para evitar que escape radiación innecesaria.



Fuera del generador de rayos X y bajo la ventana por donde sale el haz de rayos X se colocará al paciente y bajo él, la placa radiográfica donde se formará la imagen.

Los aparatos de rayos X de las clínicas veterinarias de pequeños animales suelen ser generadores fijos montados sobre una mesa de rayos sobre la que se coloca al animal y bajo la que hay un lugar en el que se coloca un chasis con la película radiográfica dentro.

Además de esos elementos básicos, existen otros elementos que pueden completar el equipo y hacerlo más seguro:

Las rejillas antidifusoras junto con el colimador ayudan a reducir la radiación dispersa, pero a su vez reducen la radiación total, por lo que nos obliga a aumentar la radiación emitida al realizar la placa. Se utilizan sobre todo cuando se realizan radiografías de zonas gruesas (de más de 10 – 15 cm) para reducir el velo radiográfico y aumentar la nitidez de la imagen obtenida.

Por el lado contrario, disponemos de pantallas intensificadoras que permiten disminuir la radiación necesaria para crear la imagen radiográfica.

## Impresión de placas radiográficas

Los rayos X generados en el equipo, salen del generador a través de una ventana que los enfoca y limita a un campo en el que se encuentra el chasis que contiene la película radiográfica y al que llegará después de atravesar los tejidos del paciente.

*El chasis es una carcasa permeable a los rayos X donde se introduce la película para protegerla de la luz.*

*Los rayos X penetran en los tejidos, por eso el animal a radiografiar se sitúa entre el generador de rayos X y la placa. Todos los tejidos absorben parcialmente la radiación, los más densos como el hueso absorben mucha radiación, y los más blandos la absorben menos por lo que más cantidad de radiación atraviesa ese tejido.*

*La cantidad de radiación que llega a la placa radiográfica es lo que determina la imagen.*

Donde llegan rayos X la placa se estimulará y se ennegrecerá posteriormente, mientras donde no llegan se quedará blanca. Esto explica que las zonas con hueso se vean blancas y los tejidos blandos con distintas tonalidades de gris. La plata contenida en las películas es lo que determina si la imagen se muestra negra o blanca.

*Los tejidos que dejan pasar los rayos X (se ven negros) son llamados radiolúcidos. Si por el contrario absorben toda la radiación (se ven blancos), son radiopacos.*

## Posicionamiento radiográfico

La mesa debe permitir el paso de la radiación para no interferir en la radiografía. Debe estar limpia. Algunas mesas son flotantes y pueden moverse para permitir enfocar el haz de rayos en una zona del animal sin tener que moverlo. El disparo suele hacerse con un pedal.

Para realizar las radiografías lo más diagnósticas posibles es necesario colocar a los animales en unas determinadas posiciones para obtener la imagen deseada de ellos y que estén inmobilizados para evitar imágenes borrosas. En ocasiones es necesario sedar al animal para conseguir la posición deseada.

Por norma general *todas las partes del cuerpo pueden radiografiarse en dos posiciones:*

*Laterolateral (LL o LAT) y ventrodorsal (VD) o dorsoventral (DV).*

Esta denominación se aplica diciendo por donde entra el haz de rayos X y por donde sale.

Cuando nos referimos a extremidades, si el animal está en decúbito lateral, normalmente el haz de rayos penetra por la zona medial y sale por la lateral, por lo que decimos que la proyección es mediolateral (ML). A la proyección en la que el haz de rayos entra por la zona delantera de la pata y sale por la trasera, la llamamos craneocaudal (CrCd) y a la contraria, caudocraneal (CdCr). A éstas mismas proyecciones se les puede llamar anteroposterior (AP) y posteroanterior (PA).

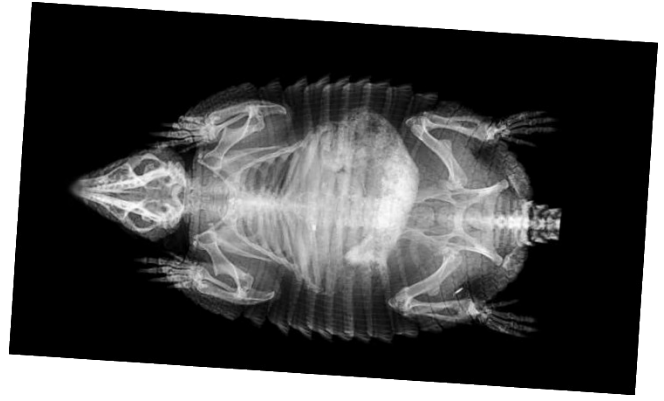
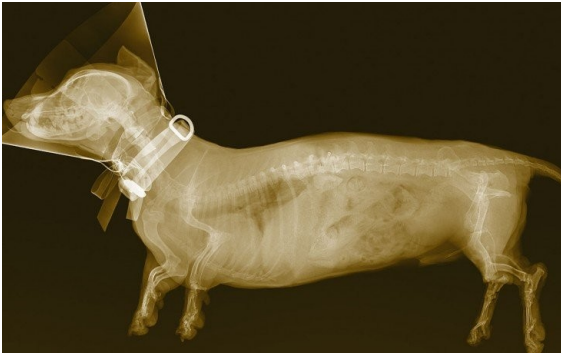
Para determinadas zonas puede ser necesario realizar varias tomas en distintas posiciones, por ejemplo con el cuello o una extremidad extendida y flexionada.

También es necesario a veces utilizar elementos de sujeción del animal para conseguir una determinada proyección. El uso de almohadillas, cuñas, vendas o posicionadores permiten colocar al animal de manera más adecuada.

## Términos proyecciones radiográficas

<b>Caudal</b>	Partes de cabeza, cuello o tronco mirando hacia la parte trasera del cuerpo desde cualquier punto de ajuste.
<b>Craneal</b>	Partes del cuello, tronco y cola frente a la dirección de la cabeza de cualquier punto de ajuste.
<b>Distal</b>	Se refiere a cualquier parte del centro del cuerpo
<b>Dorsal</b>	Se refiere a cualquier parte trasera o posterior del cuerpo; opuesto ventral
<b>Lateral</b>	El haz de rayos X entra por el lado derecho o por el lado izquierdo del cuerpo y sale por el lado opuesto
<b>Mediolateral</b>	El haz de rayos X entra en el miembro medial y sale lateralmente
<b>Palmar</b>	Se refiere a la parte posterior o inferior de la extremidad posterior del carpo, distalmente
<b>Plantar</b>	Se refiere a la parte posterior o inferior del tarso distal
<b>Proximal</b>	Extremo de una extremidad u otra parte cercana al punto de unión
<b>Reclinada</b>	Animal tumbado
<b>Rostral</b>	Hacia la cabeza o fosas nasales
<b>Superior e Inferior</b>	Arcadas <u>dentales</u> superior e inferior
<b>Ventral</b>	Superficie abdominal o esternal del cuerpo





## Radiografías de contraste

Además de las radiografías habituales pueden realizarse también radiografías de contraste. Los contrastes permiten visualizar mejor la forma y el tamaño de determinados órganos. Los contrastes utilizados habitualmente son radiopacos, no dejan pasar los rayos X y se ven blancos en la radiografía, lo que permite delimitar perfectamente las vísceras en las que hemos introducido el contraste.

El estudio con contraste más habitual es el del aparato digestivo. Para ello se hace tragar al animal una papilla de contraste de *sulfato de bario*. Esto permite ver el tracto gastrointestinal blanco en la zona en la que se encuentra el contraste en ese momento. Para valorar la totalidad del aparato es necesario realizar radiografías seriada conforme el contraste avanza.

El sulfato de bario no puede utilizarse si hay perforación, por lo que ante sospecha de ésta se debe utilizar un compuesto yodado iónico, pero la imagen es mucho menos nítida y no se debe utilizar en animales deshidratados. Estos compuestos yodados iónicos pueden inyectarse también en órganos huecos como la vejiga o en sangre.

Una mielografía permite la visualización de la médula espinal, para ello se inyecta en el espacio subaracnoideo un compuesto yodado no iónico.

Existen otros métodos de contraste negativo (radiolúcidos – se ven negros) que pueden ser útiles a veces: aire, oxígeno y dióxido de carbono. Se utiliza sobre todo para inflar órganos como la vejiga.

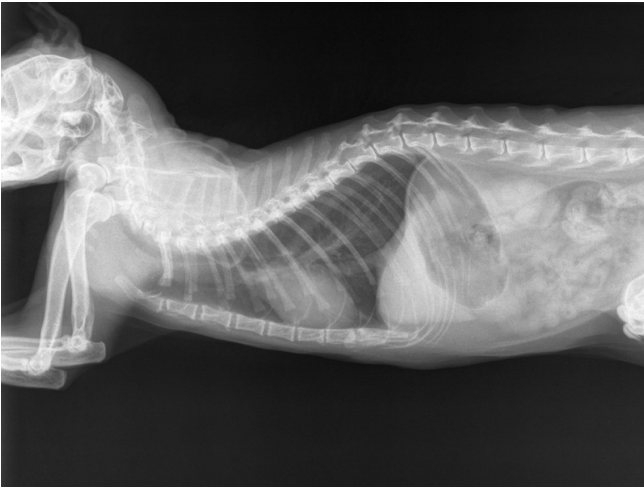
## Radiografía digital

En la actualidad existen aparatos de radiografía digital que han facilitado mucho el trabajo a los veterinarios. Tienen varias ventajas respecto a los aparatos tradicionales:

- Al ser revelado automático y digitalizado permiten trabajar con el contraste de las radiografías obteniendo distintas imágenes con un mismo disparo, lo que permite corregir errores en la elección de los parámetros.



- Las imágenes son siempre más nítidas y se aprecian mucho mejor los tejidos blandos.
- El procesado es mucho más rápido.
- Evita tener que almacenar y clasificar películas radiográficas.
- Facilita la labor de identificar las radiografías.
- Permite adjuntar imágenes a los historiales digitales de los pacientes más fácilmente.



Existen dos tipos de aparatos digitales: directos e indirectos. En el directo los rayos X son captados directamente por el ordenador que procesa la imagen.

En el indirecto la radiación se proyecta en un chasis especial que contiene una película que es revelada en un revelador digital que la procesa para enviarla al ordenador y borra la película para poder volver a utilizarla inmediatamente.

## TAC

El TAC o Tomografía Axial Computarizada se basa también en los rayos X. Este sistema mide mejor la atenuación de los rayos en cada tejido y permite la diferenciación de cada órgano.

La emisión y recepción de los rayos se produce en un aparato con forma de anillo, que realiza cortes transversales en el animal y produce imágenes sectoriales de éste. Es muy útil en la búsqueda de tumores en cualquier órgano y de patologías intracraneales, difíciles de diagnosticar por otros medios.

Para obtener una imagen nítida es necesario sedar o anestesiarse al animal, ya que tiene que permanecer completamente inmóvil durante todo el proceso.

## Factores que condicionan la calidad de la imagen radiográfica

Las imágenes radiográficas, aunque aparentemente sencillas, están condicionadas a muchas



variables, por lo que se deben tener en cuenta múltiples parámetros cuando se realiza una radiografía para conseguir una buena imagen diagnóstica. Uno de los factores importantes es la limpieza del animal. Si este contiene suciedad en el pelo, como piedrecillas, tierra, fragmentos de metal o hueso, etc., se

reflejará en la radiografía y puede llegar a confundir al veterinario en su interpretación. Es importante explorar bien al animal.

Otra acción interesante es la de retirar los collares, arneses, etc. que el animal pueda llevar encima, con el objeto de no interferir con la radiografía "tapando" las zonas que hay bajo dichos accesorios.

Es imprescindible que el animal se mantenga quieto durante el disparo para que no se vea la imagen borrosa o movida, para ello pueden utilizarse medios de inmovilización o sedación del animal.

Se debe saber que la imagen que se muestra en la película siempre es algo mayor que la del objeto original. Para minimizar este efecto es necesario que la distancia del emisor del rayo hasta el paciente sea grande (suele ser de 100 – 200 cm), mientras que la distancia del paciente hasta la placa sea pequeña.

Además, la zona que se encuentra en el centro del haz de rayos X es la que ofrece una imagen más real, mientras que cuanto más se aleja de éste, la imagen comienza a distorsionarse. Por eso es importante colocar la zona de interés en el centro del haz de rayos.

En el propio aparato existen distintas formas de variar la imagen radiográfica y modificar así la nitidez y el contraste (cantidad de tonos de gris): cambiando la distancia entre ánodo y cátodo, la longitud del filamento, la amplitud del ánodo, placa radiográfica..., pero estas variables son fijas en cada aparato, por lo que nosotros solo podemos influir en los siguientes parámetros, los cuales se pueden variar desde el cuadro de mandos del aparato de rayos:

- *kV (kilovoltaje): aumenta el poder de penetración de los rayos X al dotarles de mayor energía y una frecuencia de onda menor, lo que aumenta el contraste*
- *mA (miliamperaje): aumentan el número de electrones en la nube de electrones que generan los rayos X mediante el aumento de la temperatura del filamento del cátodo, aumentando la radiación producida.*
- *S (tiempo de exposición): es el tiempo que tienen los electrones para ir desde el cátodo hasta el ánodo, cuanto más tiempo más radiación se genera.*
- *mAs (miliamperios por segundo): es el producto de los dos anteriores.*

La variación de estos parámetros no condiciona solo la calidad de imagen, sino que, al variarlos, se modifica también la cantidad de radiación recibida por el paciente. Por esto es importante seleccionar los parámetros con los que se consiga la máxima calidad, pero con la menor exposición.

En medicina veterinaria se tiende a mantener el tiempo de exposición (s) fijo, y variar el kV y el mA.

Para seleccionar los parámetros óptimos para disparar una radiografía se debe tener en cuenta si el aparato dispone de plantilla amplificadora, el tipo de película, la distancia del foco a la placa, si se coloca parrilla y cómo es, el grosor de la zona a radiografiar, etc.



*Los parámetros óptimos para una radiografía se pueden calcular según la siguiente fórmula o regla de Santes:*

$$***kV= (2 X espesor en cm de la zona a radiografiar) + (2.54 x distancia foco – placa en cm) + factor parrilla***$$

El factor parrilla es un número fijo que se debe sumar dependiendo de la relación entre la altura y la distancia de las tiras de plomo que contiene la parrilla. Para no tener que estar haciendo estas cuentas constantemente, los fabricantes facilitan unas tablas con estos parámetros ya calculados. Es posible encontrar tablas en las que se ofrezca un valor de kV y mAs para cada zona según el grosor en cm de la dicha zona, pero para facilitar el trabajo, existen otras tablas en las que en vez de poner el grosor en cm de dicha zona, pero para facilitar el trabajo, existen otras tablas en las que en vez de poner el grosor, se calculan los parámetros en relación al peso del animal.

**ANDREA VÁZQUEZ ALONSO**

**ATV**