

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**



**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**“RADIOLOGIA EN PEQUEÑAS ESPECIES”**

**MONOGRAFIA**

**PRESENTADA POR:**

**EMMANUEL PEREZ QUINTERO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE LA CARRERA DE:**

**MEDICINA VETERIANRIA Y ZOOTECNIA**

**Torreón, Coahuila, México**

**mayo 2014**

UNIVERSIDA AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**"RADIOLOGIA EN PEQUEÑAS ESPECIES"**

MONOGRAFIA

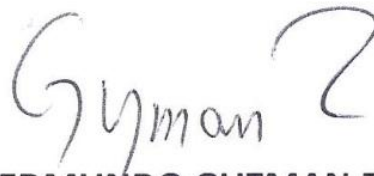
POR

**EMMANUEL PEREZ QUINTERO**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

APROBADO POR:



**M.V.Z. EDMUNDO GUZMAN RAMOS**

ASESOR PRINCIPAL



**M.C. RAMON A. DELGADO GONZALEZ**



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREON, COAHUILA, MEXICO

MAYO 2014

UNIVERSIDA AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

"RADIOLOGIA EN PEQUEÑAS ESPECIES"

MONOGRAFIA

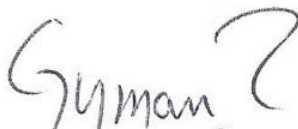
POR

**EMMANUEL PEREZ QUINTERO**

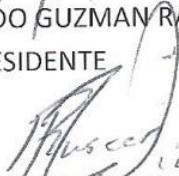
QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERIANRIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:



M.V.Z EDMUNDO GUZMAN RAMOS  
PRESIDENTE



M.V.Z. CARLOS RAUL RASCON DIAZ  
VOCAL



M.C. FRANCISCO SANDOVAL ELIAS  
VOCAL



M.C. ERNESTO MARTINEZ ARANDA  
VOCAL SUPLENTE

TORREON, COAHUILA, MEXICO

MAYO 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

**Hoy en esta primera meta alcanzada en mi vida quiero agradecer a todas y cada una de las personas que me han apoyado, motivado, alentado y apoyado para llegar hasta donde estoy y ser quien soy.**

**En especial a mis profesores que me orientaron, enseñaron y me comprobaron escogí la carrera indicada y de la que estoy total mente seguro que ejerceré con total ética por el resto de mi vida.**

## **DEDICATORIA**

**Este primer triunfo se lo dedico primeramente a dios por dejarme llegar con vida a este momento y darme la fortaleza para vencer todos los obstáculos que se me han presentado, a todas las personas que me apoyaron en especial a mis padres por sin ellos no sería lo que soy.**

## RESUMEN

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.

La radiación electromagnética se agrupa según la longitud de onda, llamándose espectrum electromagnético.

Ej.: Rayos infrarrojos, ultravioleta, rayos X.

### 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.

### 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 (tumores).

### 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.

**PALABRAS CLAVE:**

- Rayos x
- Kilovoltios
- Radiodensio
- Radioopaco
- Contraste

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
I.- Producción de rayos x .....	2
1.1= Formación de rayos x.....	2
1.2=Propiedades de los rayos x.....	3
II.-Aparato de rayos x .....	3
2.1=Como obtener una radiografía .....	4
2.2=Interacción del haz con la materia.....	5
III.-Evaluación de la imagen radiológica, interpretación radiologica.....	7
3.1=Geometría radiográfica.....	8
IV.-Efectos biológicos de las radiaciones. Radioprotección.....	9
V.-Técnica e interpretación radiológica del sistema óseo.....	12
VI.- Técnicas de contraste.....	17
VII.- Radiografías.....	18
7.1=Radiografía de la cabeza .....	18
7.2=Radiología de la columna vertebral .....	19
7.3=Radiología del cuello y tórax en pequeños animales.....	21
7.4=Sistema de la escala vertebral .....	25
7.5=Radiología de la cavidad abdominal.....	29
7.6=Alteraciones de la vejiga .....	32
7.7=Glándulas adrenales .....	33
7.8=Aparato genital femenino.....	33
7.9=Aparato genital masculino.....	33
7.10=Sistema gastrointestinal .....	34
Conclusiones.....	37
Bibliografía.....	38



## INTRODUCCION:

En esta investigación se explica que son los rayos x, como se forman y de que constan los aparatos que toman placas radiográficas.

Se explica detalladamente cada parte que forma el aparato explicando la función y la forma en la que se producen los rayos x. la capacidad que tienen los rayos x y que potencia hay que usar para poder ver la parte de la que se desea obtener una radiografía.

Aquí podemos ver como es la técnica correcta de tomar una placa radiográfica, los puntos que debe tener el medico antes de tomar la placa de rayos x.

Se da a conocer los nombres de las diferentes posiciones en las que hay que posicionar al paciente para tener el ángulo adecuado y se pueda observar con claridad la anormalidad y poder tener un diagnostico real.

Se explican las técnicas con las cuales se obtiene una imagen exacta de los órganos y con las cuales se ayuda al médico a afirmar su diagnóstico

## **1.- 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.

La radiación electromagnética se agrupa según la longitud de onda, llamándose espectro electromagnético.

Ej.: Rayos infrarrojos, ultravioleta, rayos X.

Interacción de la radiación electromagnética con la materia.

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 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.

### **1.1.- 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.

## 1.2.- 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 (tumores).

## 2.- APARATO DE RAYOS X

Formado por:

- Tablero 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
- Tablero 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

miliAmperiaje tiempo (mAs)

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

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

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

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

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

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

Siempre que el aparato lo permita vamos a utilizar miliamperiajes 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

## **2.1.- 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.

## 2.2.- INTERACCIÓN DEL HAZ CON LA MATERIA.

### 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 interactúan 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.

Después de esto ya podemos encender la luz porque la imagen ya se ha fijado.

- 
- **Lavado:** se lava con agua para eliminar los restos de fijador. Esta agua debe de estar ligeramente jabonosa.
- **Secado**

Hay dos tipos de revelado: manual y automático.

Los líquidos del revelado manual deben estar tapados porque se oxidan con el aire y se gastan muy rápido.

El revelado se tiene que hacer en la cámara oscura, que es una habitación dedicada al efecto. Esta habitación debe tener una zona húmeda, en la que se lleva a cabo la toma de agua y el desagüe, y una zona seca, en la que se manejan las películas y los chasis. En esta cámara oscura sólo puede haber un tipo de luz, la luz inactiva, la cual es una bombilla de bajo voltaje que se coloca dentro de un filtro de color rojo oscuro.

### **3.- 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.

## 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,...

### 3.1.-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 (mucho 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

Los movimientos del animal

Tipo de pantalla reforzadora

- **Artefactos**

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

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

- **Interpretación radiográfica**

El negatoscopio es el aparato donde colocamos las radiografías para interpretarlas.

Las radiografías, para interpretarlas se deben colocar con el animal mirando a la izquierda en las proyecciones laterales, mientras que las proyecciones ventrodorsales las colocaremos como un espejo, es decir, con la parte izquierda del perro en nuestra derecha.

#### **4.- EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES. RADIOPROTECCIÓN.**

Hay dos tipos de radiaciones electromagnéticas:

- Radiaciones no ionizantes: microondas
- Radiaciones ionizantes: rayos X, rayos gamma, rayos U.V.

Cuando la radiación ionizante penetra en la materia se producen una serie de efectos biológicos, ionizaciones y excitaciones a nivel celular.

Desde que la dosis de radiación se absorbe hasta que se manifiestan estos efectos se denomina periodo de latencia, el cual, es inversamente proporcional a la dosis absorbida y al tiempo en el que se ha absorbido esa dosis.

### **EFFECTOS BIOLÓGICOS:**

Estocásticos o probabilísticos: se deben al azar, no se dan siempre, y su frecuencia de aparición aumenta con la dosis. Un ejemplo podría ser un cáncer o daños genéticos.

No estocásticos: se dan siempre que se supera un umbral determinado de radiación. Un ejemplo sería cataratas y daños en las células sanguíneas.

Etapas de los cambios bioquímicos:

- Absorción de la radiación
- Cambios bioquímicos en la zona donde se ha absorbido la radiación
- Modificación molecular
- Modificación celular
- Modificación tisular
- Modificación del organismo

Efectos de las radiaciones sobre las células

- Acción directa: cuando se afecta el ADN del núcleo. Compromete la vida celular
- Acción indirecta: cuando se afecta el citoplasma. Se produce radiolisis del agua del citoplasma, produciendo radicales libres como el  $H_2O_2$  o el  $HO_2$ , tóxicos para la célula.

El que se de una acción directa o indirecta se da de forma aleatoria.

En la célula se puede producir:

- Muerte en interfase, antes de entrar en mitosis
- Retraso en la división
- Fallo reproductivo, pierde su capacidad de división
- Radiosensibilidad celular

Las células responden de forma diferente a la radiación dependiendo de su capacidad mitótica y su grado de diferenciación.

Ley de Bergoniè y Tribondeau (1906): Una célula es más radiosensible cuanto mayor actividad mitótica tenga, cuanto mayor porvenir cariocinético tenga, y cuanto más indiferenciada sea.

Según esta ley las células se dividen en:

- Muy radiosensibles: espermatogonias, eritroblastos y linfocitos maduros. Estos últimos son células que ya no se dividen y están muy diferenciadas, por lo que es la excepción de la ley.

- Relativamente radiosensibles: mielocitos, células de las criptas intestinales y células basales de la epidermis.
- Sensibilidad intermedia: células endoteliales, espermatoцитos, osteoblastos, osteoclastos, etc.
- Relativamente radiorresistentes: granulocitos, espermatozoides, glóbulos rojos y osteocitos.
- Muy radioresistentes: fibroцитos, células musculares, células nerviosas y condrocitos.

- **Respuesta tisular y sistemática**

Un sistema responde a una radiación dependiendo de cómo respondan los órganos que lo forman; un órgano responde a una radiación dependiendo de cómo respondan los tejidos que lo forman.

Sistemas Órganos Tejidos Células

Los tejidos también se dividen en 5 grupos según su radiosensibilidad, al igual que las células.

- **Respuesta orgánica a la radiación**

Un organismo responde a una radiación mediante una combinación de todas las respuestas de todos los sistemas irradiados.

El síndrome de irradiación aguda se produce tras una exposición única a dosis muy altas, y dependiendo de esa dosis tenemos 3 tipos de síndromes:

Síndrome hematopoyético o síndrome de médula ósea tras recibir 1–10 Gy (Grays)

Síndrome gastrointestinal 10–100 Gy

Síndrome del sistema nervioso central > 100 Gy

Los tres síndromes pueden llevar a la muerte, son de efectos inmediatos y se dividen en 3 fases:

Prodrómica: surge entre minutos y días, y provoca náuseas, vómitos y diarreas.

Latente: surge entre horas y semanas y no tiene síntomas ·

De enfermedad manifiesta: presenta los síntomas específicos de cada uno de los síndromes.

Los efectos tardíos se dan al cabo de los años y surgen por exposiciones a dosis bajas. Hay dos tipos de efectos tardíos:

Efectos somáticos: afectan al individuo que recibió la radiación

Efectos genéticos: afectan a generaciones posteriores

- **Radioprotección**

La radiometría estudia las técnicas de medición de las radiaciones.

La primera unidad de medición que se usó fue el Roentgen, que medía la dosis de exposición.

Posteriormente se usó la dosis absorbida (D), que se mide en Grays (Gy).

La dosis equivalente se mide en Sieverts (Sv) o milisieverts (mSv), y se usa para poder cuantificar la dosis que realmente absorbe cada parte del organismo.

La dosis equivalente se calcula multiplicando la dosis absorbida por unos factores de calidad.

La C.I.P.R. (Comisión Internacional de Protección Radiológica) publica las recomendaciones de protección radiológica, y ha establecido 3 principios básicos:

No se realizará ninguna práctica radiológica a no ser que vaya a ser beneficioso para el ser humano (o para los animales en nuestro caso)

La exposición a las radiaciones para los seres humanos debe ser la menor posible.

La dosis equivalente nunca superará los límites de radiación que ha establecido cada gobierno o la comisión internacional.

El sistema de limitación de dosis establece en cada gobierno la dosis máxima que se puede recibir, pero diferenciando el personal profesionalmente expuesto del público en general.

Personal profesionalmente expuesto

Público en general

Cuerpo 50 mSv 5 mSv

Cristalino 150 mSv 15 mSv

Piel, brazos, piernas,... 500 mSv 50 mSv

Clasificación y señalización de zonas de trabajo

Zona vigilada No es improbable recibir 1/10 de la dosis total anual (DTA); es improbable recibir 3/10 de

DTA; el símbolo es el del círculo con las tres aspas de color gris todo.

Zona controlada No es improbable recibir 3/10 de DTA; el símbolo es el mismo que el anterior pero de color verde; si el fondo del símbolo es punteado, indica riesgo de contaminación.

Dentro de esta zona controlada, está la zona de permanencia limitada (símbolo en amarillo) en donde se puede llegar a la DTA en varias exposiciones, y también, la zona de acceso prohibido (símbolo en rojo) en donde se puede llegar a la DTA en una exposición.

## **5.- TÉCNICA E INTERPRETACIÓN RADIOLÓGICA DEL SISTEMA ÓSEO**

- **Técnica**

Alto contraste (bajo kV y alto mAs)

Pantallas reforzadoras de alta resolución

Distancia foco-placa 100 cm

Rejilla la usamos cuando el grosor de la zona a radiografiar es mayor a 10cm

Posicionamiento del paciente

Cuando la radiografía es de un hueso largo, tenemos que abarcar la articulación proximal y la distal.

Cuando la radiografía es de una articulación, nos centramos en la misma.

- **Proyecciones**

Radiografías en estrés en hiperflexión, hiperextensión,...

Estudio sistemático de las radiografías

Evaluamos el tejido blando

Evaluamos la diáfisis periostio, cortical, endostio, zona medular (es radiotransparente), agujero nutricio (en la cortical posterior en la mitad de la diáfisis)

Metáfisis: en el animal joven se ve muy radiopaca

Epífisis: entre ésta y la anterior, están las placas epifisarias en los animales jóvenes.

En las articulaciones tenemos que evaluar:

Zona articular: el hueso subcondral (está debajo del cartílago articular) y el área sinovial.

Ángulos o alineamiento de esa articulación

Respuesta ósea ante cualquier enfermedad o lesión

El hueso es una estructura dinámica que se está remodelando de forma continua.

El hueso responde mediante:

Osteolisis generalizada o localizada: es una disminución de la opacidad del hueso.

Osteogénesis: aumento de la opacidad del hueso.

Transcurren entre 10 y 15 días desde que está el agente agresor hasta que podemos visualizar las respuestas.

### **Osteolisis**

- Generalizada (benigna)

Se da a nivel de todo el esqueleto, a nivel de una extremidad, o a nivel de un hueso.

Se produce la activación de los osteoclastos.

Es la primera respuesta del hueso.

Causas: de tipo nutricional, metabólico o desuso de la extremidad.

Signos radiológicos: disminución de la opacidad del hueso, adelgazamiento de la cortical, deformaciones de los huesos, fracturas patológicas.

- Localizada (agresiva)

Se da en una zona concreta del hueso.

Modelos:

· Geográfico: se ve una zona redondeada y grande de osteolisis. Será más o menos agresivo según si está afectada o no la cortical.

· En polilla: se ven pequeños (1–2 mm) focos de osteolisis que van confluyendo y terminan afectando a la cortical. Este tipo puede ser causado entre otras cosas, por leishmaniosis.

· Permeactivo: es la forma más agresiva. Son zonas de osteolisis muy pequeñas que han confluído y afectan a la cortical. Las zonas de osteolisis no se diferencian muy bien de la zona que no tiene osteolisis.

### **Osteogénesis**

Es un aumento de la opacidad.

Vías:

Incremento de las trabéculas

Neoformación endóstica

Neoformación perióstica: el periostio se separa de la cortical quedando unido por las fibras de Sharpey, y entre estas fibras de Sharpey se deposita material osteoide. Hay dos modelos de neoformación perióstica:

· Sólido: no es agresivo, y puede ser con bordes lisos o con bordes ondulados.

· Interrumpido: la causa no actúa continuamente. Es más agresivo. Puede ser:

Laminar: va en forma de capas. Es semiagresivo.

Espiculado: como si de la cortical salieran espículas. La cortical está dañada. Es agresivo.

Amorfo: como el espiculado, pero con rotura de las espículas. Es muy agresivo

El espiculado y el amorfo están relacionados con neoplasias.

Otros aspectos a observar

- Margen de la lesión

Si el borde es nítido y no se afecta la cortical, diremos que es un modelo no agresivo.

- Zona de transición

Si la región entre la lesión y el hueso sano es amplia, diremos que la lesión es agresiva.

- Porcentaje de expansión

Si en 15 días hacemos otra radiografía y hay mucha diferencia entre ésta y la anterior, la lesión será agresiva.

Lesión benigna:

- Zona de transición pequeña y bordes definidos
- Cortical intacta
- Cambios radiológicos lentos
- Neoformación perióstica lisa

Lesión maligna:

- Zona de transición amplia con bordes indefinidos
- Cortical fraccionada
- Cambios radiológicos rápidos
- Neoformación perióstica interrumpida

Lesiones óseas y articulares

Enfermedades del desarrollo

Enfermedades nutricionales

## **TRAUMATISMOS**

En una fractura se ve una línea radiotransparente y una pérdida de la continuidad del hueso.

En los animales jóvenes se ven unas fracturas especiales que se corresponden con la línea epifisaria. Son las llamadas fracturas tipo Salter.

Luxaciones y subluxaciones: no hay una congruencia entre los huesos que conforman la articulación. En la luxación no hay ningún tipo de contacto entre los huesos, mientras que en la subluxación si hay algo de contacto.

## **INFECCIONES**

La mayoría de infecciones van a ser causa de un traumatismo, o van a surgir después de una cirugía.

Se produce un aumento de la opacidad en la zona del canal medular.

Reacción perióstica del modelo .

En las infecciones crónicas sucede lo que se llama secuestro, en donde se ve una zona central opaca y alrededor una zona radiotransparente.

## **TUMORES**

Varía según sean tumores benignos o malignos.

Cuando la cortical está afectada, es una lesión agresiva.

Tipos de tumores:

- Osteolíticos
- Osteogénicos

Combinación de los anteriores

El osteosarcoma es el tumor óseo más frecuente, el cual, tiene un modelo osteolítico con reacción perióstica de tipo amorfo.

## **ALTERACIONES ARTICULARES**

Distensión de la cápsula

Aire intracapsular

Alteración del espacio articular

Alteración del hueso subcondral (esclerosis)

Neoformaciones óseas periarticulares llamadas osteofitos. Estas neoformaciones se llamarán entesiofitos si afectan a la inserción de un ligamento. Los osteofitos son más típicos de perros que de gatos.

Colapso: ha desaparecido el cartílago articular

Ratones articulares: los osteofitos se han roto y están en el espacio periarticular.

Clasificación de las enfermedades articulares

Degenerativas: pérdida del cartílago articular, esclerosis, distensión capsular, osteofitos.

Pueden ser secundarias o primarias.

Neoplásicas: pueden ser osteolíticas u osteogénicas.

Infecciosas: aumento de la opacidad, pudiendo haber también un aumento de tejido blando.

Inmunológicas: se dan en carpo y tarso principalmente, y son bilaterales. Pueden ser erosivas (leishmania, artritis reumatoide y lupus), donde los bordes de los huesos se encuentran destruidos, o no erosivas (leishmania), donde hay más líquido sinovial y no hay destrucción de hueso.



## **6.- TÉCNICAS DE CONTRASTE**

Riñones y uréteres: para verlos hacemos una técnica de contraste llamada urografía excretora. Se inyecta un contraste iodado (puede ser iónico o no iónico).

Vejiga: la técnica de contraste para poder verla se llama cistografía. Puede hacerse un contraste negativo inyectando aire ambiental, o un contraste positivo inyectando un contraste iodado.

Uretra: para verla hacemos una técnica de contraste que se llama uretrografía en machos y vaginouretra en hembras. Se introduce el contraste de forma retrógrada.

### **CASOS PRÁCTICOS**

Agenesia renal es cuando sólo hay un riñón, mientras que cuando hay más de 2 riñones, se le llama riñones supernumerarios.

Tenemos una técnica de contraste en la que vemos los uréteres finos y la pelvis renal. Si vemos alguna discontinuidad en los uréteres es normal debido al peristaltismo. Pero si vemos las pelvis dilatadas y los uréteres engrosados y muy tortuosos, estamos ante una hidronefrosis.

Si tenemos masas abdominales en los dos lados del abdomen y ambos riñones están aumentados de tamaño, estamos ante una enfermedad poliquística renal, que se da en gatos.

Un riñón tiene una forma anormal, y comparado con la L2 es más grande de lo normal.

Estamos ante una neoplasia renal.

El riñón derecho es muy grande y presenta un aumento de la opacidad en algunas zonas. El riñón izquierdo también está aumentado de tamaño. Estamos ante una enfermedad poliquística renal de un gato.

Nefrolitiasis: presencia de cálculos a nivel de la pelvis renal.

Hidronefrosis e hidroureter: están muy dilatados la pelvis renal y el uréter.

Uréter ectópico: no desemboca en la vejiga, dando problemas de incontinencia.

Ureterolitiasis: presencia de cálculos en los uréteres.

### **ALTERACIONES DE LA VEJIGA**

Pueden ser alteraciones del contenido debido a cálculos y coágulos, o alteraciones de la pared por una cistitis o neoplasia.

Un cálculo vesical es una estructura radiodensa en la vejiga.

Radiopacidad de los cálculos:

No radiopacos: son de cistina o urato.

Radiopacos: son de oxalato cálcico, sílice o triple fosfato.

La cistitis no se puede ver en una radiografía simple. En la cistitis aumenta el grosor de la pared pero no la vemos. Para poder ver la pared, en caso de no tener ecógrafo, podemos hacer una técnica de doble contraste, es decir, una técnica mixta. Podemos ver burbujas radiotransparentes, pero al ser tan redondas, deducimos que es a causa de haberle introducido aire para la técnica.

Las neoplasias de vejiga tampoco se visualizan en una radiografía simple, y para verlo haremos lo mismo que para la cistitis.

Cuando introducimos un contraste en una cavidad, se tiene que distribuir por toda la cavidad, y si hay alguna zona que no se llena con el contraste, se llama defecto de llenado, y es compatible con una neoplasia.

En caso de no visualizar la vejiga, y sobre todo, después de un accidente, podemos sospechar que la tenga fracturada.

En caso de accidente, si no vemos la vejiga, haremos un contraste positivo no iónico, pues si es iónico y la vejiga está rota, puede causar alteraciones, al igual que si le metemos aire.

La uretra se tiene que ver tubular y lisa, y si la vemos muy irregular, quiere decir que posiblemente, haya una neoplasia.

## **7.- RAFIOGRAFIAS**

### **7.1.-RADIOLOGÍA DE LA CABEZA**

Técnica radiográfica en pequeños animales

Es similar a la del resto del esqueleto, es decir, con un alto contraste, para lo cual ponemos un bajo KV, y poniendo rejilla a partir de los 10 cm.

El animal deberá estar bajo anestesia general.

Los parámetros dependen de la zona a radiografiar, manteniendo 1 metro de distancia foco-placa.

Haremos una proyección lateral y otra o bien, dorsoventral, o bien ventrodorsal. De entre las dos últimas, se suele hacer con más frecuencia, la dorsoventral.

Existen diferentes tipos de proyecciones adicionales:

Intraorales u oclusales: le metemos la placa al animal por la boca. Un ejemplo es la proyección intraoral dorsoventral de cavidad nasal.

Rostral: el animal tiene que estar en decúbito supino (boca arriba), y el rayo debe centrarse entre los ojos. Hay dos tipos:

- La cavidad nasal la ponemos perpendicular a la placa. Este tipo se usa para aislar los senos frontales.

- Con el rayo oblicuo: mantenemos el animal con el morro perpendicular a la placa e inclinamos el rayo perocentrándolo entre los ojos, o bien, si no podemos mover el rayo, ponemos el morro del perro pegado a su pecho. Este tipo se usa para evaluar el agujero magno, el cual tiene que ser ovalado y en alteraciones como displasia del occipital, aparece muy alargado. Esta displasia es más frecuente en razas braquiocefálicas.

Oblicuas: pueden ser de dos tipos:

- Lateral oblicua: se emplea para visualizar mejor la mandíbula o el maxilar

- Ventrodorsal oblicua con la boca abierta: da una imagen similar a la intraoral dorsoventral, aunque con esta última abarcas menos debido a que la amplitud de la boca del animal te lo impide.

Cuanto más joven es el animal, más ancha es la cavidad pulpar del diente.

Zonas del diente que podemos apreciar en la radiografía:

Esmalte está en la corona

Cemento está en la raíz

Ligamento periodontal línea radiotransparente que rodea a la raíz del diente

Canal pulpar

Hueso alveolar

Diagnósticos radiológicos:

Si observamos un aumento de la opacidad de la fosa nasal izquierda en una proyección intraoral dorsoventral de la cavidad nasal, nos encontramos ante una rinitis o neoplasia, y posteriormente, tendríamos que realizar una tomografía para ver las zonas realmente afectadas.

Si observamos un aumento de la opacidad del seno frontal izquierdo en una proyección frontal, nos encontramos ante una sinusitis o neoplasia, y procederemos de igual manera al caso anterior.

## **7.2.-RADIOLOGÍA DE LA COLUMNA VERTEBRAL**

### **TÉCNICA RADIOGRÁFICA**

Es la misma que para el sistema óseo.

Haremos dos proyecciones, una lateral y otra ventrodorsal.

El paciente debe estar paralelo a la mesa evitando rotaciones, y por ello debe estar el animal anestesiado.

## Interpretación radiográfica

Debemos hacer un estudio sistemático de la radiografía:

Evaluar el tejido blando de alrededor de las vértebras

Comprobar el número de vértebras en el caso del perro: C7–T13–L7–S3–Cd variables

Evaluar cada una de las vértebras

Evaluar los espacios intervertebrales

De cada vértebra tenemos que evaluar el cuerpo, los márgenes, el trabeculado, la zona del arco dorsal, sus láminas, sus caras articulares y sus apófisis.

De los espacios intervertebrales tenemos que evaluar los espacios y orificios intervertebrales, el espacio entre las apófisis articulares, y la articulación de las apófisis.

La vértebra 11 es la vértebra anticlinal en el perro y gato.

Vértebra en bloque: fusión de dos o más vértebras; es típico en animales adultos.

Lumbarización: la última vértebra lumbar (la 7) tiene una parte de lumbar y otra parte de sacro.

Hemivértebra: es una vértebra que tiene forma trapezoide, siendo más ancha dorsalmente que ventralmente.

Donde aparece es en las vértebras torácicas. Es típico de bulldogs.

Vértebra en mariposa: también es típica de bulldogs, y aparece igualmente en las vértebras torácicas. No se ha formado la lámina dorsal de la vértebra haciendo que ésta aparezca con una forma típica de mariposa.

Cifosis: cuando la columna se eleva dorsalmente. Se debe principalmente a hemivértebras.

Lordosis: la columna se desplaza ventralmente. Se debe principalmente a hemivértebras.

Escoliosis: desplazamiento lateral de la columna. También se debe fundamentalmente a hemivértebras.

## Metástasis adenocarcinoma de próstata

Neoplasia: produce una disminución de la radiodensidad pudiendo provocar fracturas patológicas.

Mieloma: tumor que da muchos focos pequeños de osteolisis redondeados.

Discoespondilitis: infección del disco intervertebral. Pasa por dos fases, en la primera se ve la cara articular irregular y el espacio intervertebral aumentado de tamaño, y en la segunda fase se ve la cara articular irregular, el espacio intervertebral disminuido y más radiodenso.

Espondiloartrosis (deformante)

Mielografía

Es una técnica de contraste.

El medio de contraste tiene que ser iodado hidrosoluble no iónico, siendo el más usado para esta técnica, el iohexol.

El medio de contraste se le introduce en el espacio subaracnoideo.

Técnica:

Anestesia general

Radiografías simples antes del contraste

Tipos:

- Haciendo una punción en la cisterna magna: usamos una aguja espinal (con fiador) de 40 mm; el animal tiene que estar en posición lateral con el morro perpendicular a la columna.
- Haciendo una punción lumbar entre L5 y L6 o entre L6 y L7: usamos una aguja espinal (con fiador) de 90mm

Después de hacer la punción, tras unos 5 minutos, hacemos radiografías laterales y ventrodorsales

Debemos evaluar el tamaño y posición de la columna de contraste, el diámetro de la médula espinal y la radiopacidad de la médula espinal.

El animal puede presentar:

Problemas extradurales: fuera del espacio subaracnoideo

Problemas intramedulares: dentro de la médula espinal

Problemas intradurales–extramedulares: dentro del espacio subaracnoideo pero fuera de la médula espinal.

### **7.3.- RADIOLOGÍA DEL CUELLO Y TÓRAX EN PEQUEÑOS ANIMALES**

Faringe, laringe y aparato hioideo

En el cuello veremos la laringe, faringe y el aparato hioideo.

Para examinar la faringe haremos una proyección lateral. En la faringe distinguimos:

Paladar blando separa la orofaringe de la nasofaringe

Nasofaringe tiene opacidad aire

Orofaringe tiene opacidad aire

En la laringe (caudal a la faringe) veremos un poco los cartílagos laríngeos.

La tráquea tiene un diámetro un poco menor a la laringe.

Podemos tener lesiones en masa (afectan a una gran zona) o alteraciones funcionales (hay que hacer un estudio dinámico). Un ejemplo de alteraciones funcionales es en la deglución.

## **TRÁQUEA**

Para verla haremos una proyección lateral, ya que si hacemos una ventrodorsal, se superpondría con la columna.

La tráquea la veremos desde la altura del axis hasta la 4<sup>a</sup>-5<sup>a</sup> vértebra torácica.

El diámetro de la tráquea tiene que ser el 20% del diámetro de la entrada del tórax, o bien 3 veces la anchura de la región de la costilla que está pegada a la vértebra.

Los cartílagos traqueales no se observan, aunque en animales viejos pueden calcificar y entonces, sí se ven.

Alteraciones en la tráquea

- Desplazamiento
- Tumores
- Hipoplasia la tráquea tiene un diámetro pequeño
- Colapso
- Rotura

## **CAVIDAD TORÁCICA**

Técnica radiográfica:

Bajo contraste para poder ver una gama de grises kV elevado/ mAs bajo

Para que el mAs sea bajo, el mA tiene que ser lo más elevado posible y el tiempo lo más corto posible(1/30-1/60)

Rejilla cuando se superen los 15 cm de ancho

Distancia foco-placa (DFP) 120 cm

Colimar desde la entrada del pecho hasta el último arco costal.

El rayo central tiene que estar 1cm por detrás de la escápula.

Disparo en inspiración

Dos proyecciones:

LD/VD (esta lateral es normalmente derecha); para pulmones

LD/LI cuando pensamos que tiene una metástasis pulmonar, para ver los nódulos tanto por el lado derecho

como por el izquierdo. Las metástasis tienen opacidad tejido blando.

LD/DV cuando pensamos que tiene un problema cardiaco

### **Examen radiográfico**

Evaluación de la técnica: los parámetros habrán sido buenos:

LD cuando podemos ver la silueta de las primeras vértebras torácicas pero no podemos ver su trabeculado; las costillas de uno y otro lado están superpuestas.

VD cuando la columna está superpuesta con el esternón.

Evaluación de las estructuras:

· Límites de la cavidad:

- Columna
- Esternón
- Costillas
- Entrada del pecho
- Diafragma

· Estructuras internas: mediastino, corazón, parénquima pulmonar, espacio pleural.

El pectus excavatum es una anomalía congénita en el esternón en el que se ven afectadas las estérnebras máscaudales.

### **DIAFRAGMA**

En las proyecciones laterales los límites del diafragma tienen que estar entre la T11 y T13, pero puede alcanzar la T9. El aspecto del diafragma varía según la proyección:

LD el pilar más craneal será el derecho, y se ve como es atravesado por la cava.

LI los dos pilares del diafragma se cruzan en Y

DV sólo vemos una línea

VD vemos como 3 montículos, que se corresponden con la zona de la cúpula y de los dos pilares

Signos radiológicos de enfermedad diafragmática:

Pérdida de visualización de la silueta diafragmática causada por:

· Rotura del diafragma

- Hernia peritoneo–pericárdica: es una anomalía congénita en la que no se ha separado el peritoneo del pericardio, con lo que parte del estómago o intestino puede estar en la cavidad pericárdica visualizándose una silueta cardiaca más grande de lo normal.

- Presencia de líquido en la cavidad torácica: el diafragma no se ve porque las opacidades son las mismas.

Cambios en la forma:

- Hemiparálisis del nervio frénico: un pilar se ve bien pero el otro presenta una forma anormal.

Cambios en la posición

- Dificultad respiratoria: aplanamiento del diafragma y desplazamiento caudal del mismo.

- Masa en la parte craneal del abdomen: el diafragma se desplaza cranealmente

## **MEDIASTINO**

Es el espacio que queda entre las dos pleuras viscerales. Aquí se encuentran todos los órganos de la cavidad torácica a excepción de los pulmones. Se divide en 3 partes:

Mediastino craneal: va desde la entrada del pecho hasta la parte craneal de la silueta cardiaca. Sólo visualizaremos la tráquea porque el resto de estructuras tienen opacidad tejido blando y no se distinguen. En animales jóvenes (hasta los 4 meses) podemos ver el timo en el receso mediastínico craneoventral.

Entre la 2ª y 3ª estérnebra está el receso mediastínico craneoventral, aunque no siempre se ve. En este receso está el lóbulo craneal izquierdo, el lóbulo craneal derecho y el timo.

El receso mediastínico caudoventral sólo se ve en proyecciones VD y DV.

Mediastino medio: se localiza entre el borde craneal y el borde caudal de la silueta cardiaca. Aquí se encuentra el corazón, ganglios, grandes vasos, etc.

Mediastino caudal: desde el borde caudal de la silueta cardiaca hasta el diafragma.

Aquí está el esófago, la aorta y la vena cava caudal.

El tamaño del mediastino se puede evaluar mejor en proyecciones VD o DV, y no tiene que sobrepasar dos veces la anchura de una vértebra torácica en el perro, y en el gato tiene que ser del mismo tamaño que la anchura de una vértebra torácica. En el mediastino se acumula mucha grasa, por lo que en animales obesos, nos encontraremos con un mediastino muy grande. Los perros de razas braquiocefálicas, también suelen tener un mediastino aumentado de tamaño.

Patologías de la cavidad mediastínica:

- Pneumomediastino presencia de aire en el mediastino. Debido a esto podemos visualizar la pared de la tráquea, las venas cavas, el esófago y la aorta.



- Tráquea desplazada dorsalmente hay masas de opacidad 3 situadas en la parte craneal y ventral del mediastino.
- Tráquea desplazada ventralmente hay una masa esofágica; deberíamos hacer un contraste, pudiendo ver un defecto de llenado.
- En el mediastino caudal hay una estructura de opacidad hueso a nivel del esófago, que sólo se ve en proyecciones laterales no en VD ni DV, lo que quiere decir que está en mediastino, y es compatible con un cuerpo extraño.
- Megaesófago: el esófago está dilatado y lleno de aire; aparece una línea radiopaca entre éste y la tráquea, y se llama signo de cuerda.

Evaluación / interpretación de la silueta cardiaca

Tenemos que evaluar:

### **Forma**

En gatos es constante, todos lo tienen bastante alargado y en contacto con el esternón.

En perros varía según la raza, así, en razas con tórax en tonel, el corazón será redondeado y globoso

(Ej. mastines), y en razas con tórax estrecho, el corazón será más estrecho y alto (Ej. yorkshire)

### **Tamaño**

Hay dos métodos para evaluar el tamaño:

Sistema de los espacios intercostales

Se evalúa en la proyección lateral.

Medimos el eje corto, que es la línea que va desde ventral a la vena cava caudal, hasta el borde craneal del corazón.

En el perro esta anchura tiene que ser igual a 2.5– 3.5 espacios intercostales, y en el gato 2–2.5 espacios intercostales.

La altura del corazón desde la carina hasta el vértice, no tiene que ser superior al 75% de la altura total de la cavidad torácica.

## **7.4.- SISTEMA DE LA ESCALA VERTEBRAL**

Tomamos el eje corto (igual que en el otro sistema) y el eje largo (desde la bifurcación de la tráquea hasta el vértice del corazón). Localizamos la T4, colocamos el eje largo y contamos los cuerpos vertebrales, y luego lo mismo con el eje corto. La suma de todas vértebras contadas debe de estar entre estos parámetros:

Perros 9,7 –+ 0,5

Gatos 7,5 → 0,3

Localización de las cámaras

Patologías de la silueta cardiaca

Siempre que la aurícula izquierda aumente de tamaño, desplazará dorsalmente la tráquea y producirá compresión en el bronquio izquierdo. Los animales con esta patología vendrán a la clínica con síntomas de tos.

Puede haber un aumento generalizado de todo el corazón (cardiomegalia) y que la tráquea contacte con las vértebras torácicas. La vena cava tiene dirección anormal.

Microcardias: corazón disminuido de tamaño.

Efusión pericárdica: el corazón tiene forma de balón. Es muy globoso debido a la presencia de líquido dentro del saco pericárdico.

Parénquima pulmonar

En una radiografía podemos visualizar:

Paredes de las vías aéreas a nivel de la bifurcación de la tráquea

Arterias y venas pulmonares

Intersticio pulmonar

Nosotros vamos a ver una estructura radiotransparente con estructuras radiopacas en su interior (vascularización).

No diferenciamos arterias de venas, pues se ven iguales, pero sí las podemos distinguir en la zona cercana al hilio. Así, distinguiremos la tríada:

Proyección lateral arteria (dorsal), bronquio (central) y vena (ventral).

Proyección VD o DV la arteria está más lateral y la vena más medial.

En una proyección lateral derecha vemos la arteria, el bronquio y la vena del lóbulo izquierdo, es decir, del que no está pegado a la mesa.

En condiciones normales, la arteria y la vena han de tener el mismo tamaño. En una proyección lateral no deben sobrepasar la anchura de la parte proximal de la 4ª costilla, y no deben ser más pequeñas que la mitad de esta costilla en esa zona. En una proyección ventrodorsal o dorsoventral, no deben superar la anchura de la 9ª costilla cuando la cruzan, y no deben ser más pequeñas que la mitad de esta costilla.

- **Reconocimiento de los patrones pulmonares**

Se relacionan con un aumento de la opacidad del parénquima. Estos aumentos de la opacidad dan lugar a patrones o modelos que adquieren el nombre de la zona del parénquima que está alterada:

## **Patrón alveolar**

Si los alvéolos se llenan de líquido o células. Puede afectar a un lóbulo, a varios o a todos.

Signos radiográficos del patrón alveolar:

- Disminuye la visualización de la vascularización
- Aumenta la opacidad del parénquima pulmonar
- Aparición del broncograma aéreo: si todos los alvéolos se rellenan, el alvéolo pasa a tener opacidad 3, por lo que veremos perfectamente el recorrido del bronquio. A esto se le llama broncograma aéreo.

## **Diagnóstico diferencial del modelo alveolar:**

Si está localizado

Bronconeumonía

Edema

Hemorragia

Tumor pulmonar primario

Colapsos lobulares o atelectasias (no veremos el broncograma)

Si está difuso

Bronconeumonía severa

Edema severo

Hemorragia severa

Por inhalación de humo

Toxicidad por paraquat (insecticida) se acompaña de neumomediastino

Patrón intersticial

Si el tejido intersticial se llena de líquido, de células o se fibrosa. Según su morfología se clasifica en dos tipos:

Estructurado o nodular: vamos a tener nódulos que son estructuras redondeadas de opacidad tejido blando y según su tamaño se denominan nódulos o masas. Así, serán nódulos cuando su tamaño sea menor de 3cm y masas cuando sean mayores de 3cm. A su vez, las masas pueden ser cavitarias (si tienen en su interior opacidad gas) o no cavitarias (toda la masa tiene opacidad tejido blando).

Un vaso pulmonar cortado transversalmente lo vemos también en forma de nódulo, y para diferenciarlos comprobaremos que:

- Alrededor de la zona debemos de ver una línea del mismo calibre que la estructura que parece un nódulo para saber que es un vaso.
- Los vasos van a ser más opacos que los nódulos.
- No veremos vasos en la periferia del pulmón porque en esta situación los vasos son muy pequeños y no los veríamos.

Diagnóstico diferencial de este modelo estructurado:

Tumor pulmonar primario (si es una masa sola)

Metástasis pulmonares (hay más de una masa o nódulo)

Granuloma

Hematoma

Absceso

Quiste

No estructurado: vamos a visualizar un aumento generalizado de la opacidad del parénquima, pero no se visualiza el broncograma aéreo pulmonar. Presenta los mismos signos del modelo alveolar pero sin broncograma, y es un paso previo al modelo alveolar.

Diagnóstico diferencial del modelo intersticial no estructurado:

Bronconeumonía severa

Edema severo

Hemorragia severa

Inhalación de humo

Toxicidad por paraquat

- **Patrón bronquial**

Se visualiza cuando las paredes de los bronquios se calcifican o cuando en el bronquio hay acúmulo de líquido.

Se puede visualizar en forma de líneas si los bronquios se cortan longitudinalmente, o en forma de donas si se cortan transversalmente.

Diagnósticos diferenciales:

Calcificación bronquial es frecuente en animales viejos, no es patológico

- **Bronquitis alérgica**

Cuffing peribronquiales cuando la pared del bronquio no está calcificada pero está inflamada. Es compatible con edema, infiltrado eosinofílico pulmonar y bronconeumonía

- **Patrón vascular**

Siempre va acompañado de enfermedad cardiaca. Los vasos pulmonares se visualizan por la zona pulmonar y estos pueden estar disminuidos o aumentados de tamaño.

Hipovascularización el parénquima pulmonar lo vemos más radiotransparente porque los vasos, que se veían radiopacos, están disminuidos de tamaño.

Hipervascularización vemos la vena aumentada de tamaño.

- **Patrón mixto**

Cuando hay más de un patrón mezclados

Nota: en una radiografía no tenemos que ver ni el espacio pleural ni las fisuras pulmonares, de tal modo que si los vemos, estaremos ante una alteración.

### **Espacio pleural**

Es el espacio que queda entre la pleura parietal y la pleura visceral. En las proyecciones laterales los lóbulos pulmonares tienen que contactar con los límites de la cavidad pero en la parte ventral puede ser que no porque haya grasa. En las proyecciones ventrodorsales se ve una línea radiopaca entre las costillas.

- **Alteraciones del espacio pleural:**

Efusión pleural: hay líquido en el espacio pleural, y los signos radiológicos dependen de la cantidad de líquido:

- Visualización de fisuras lobulares.
- Retracción de la superficie pleural visceral de la pared, por lo que los lóbulos pulmonares no contactan con los límites de la cavidad y entre el lóbulo y la pared existe opacidad tejido blando.
- Disminución de la visualización del corazón.
- Pérdida de la visualización del diafragma.

Neumotórax: hay aire en el espacio pleural; los signos radiológicos son:

- Retracción de la superficie pleural visceral de la pared. El espacio entre la pared y la pleura tiene opacidad aire.
- Los márgenes de los pulmones no llegan hasta la pared torácica.
- Desplazamiento dorsal del corazón.

## **7.5.- RADIOLOGÍA DE LA CAVIDAD ABDOMINAL**

### **TÉCNICA RADIOGRÁFICA**

En condiciones ideales el paciente debe estar debidamente preparado habiendo hecho un ayuno de 24 horas para no tener en el intestino heces que nos dificulten la visualización de estructuras. En caso contrario, se le puede poner un enema para que expulse estas heces.

Necesitamos hacer un contraste bajo, por lo que pondremos un kV alto.

Usaremos pantallas reforzadoras rápidas.

La distancia foco-placa debe ser un metro (para tórax 1,20 y para huesos 1m).

La rejilla la usaremos cuando la zona a radiografiar sea mayor a 10 cm.

Haremos dos proyecciones ortogonales (una lateral y otra ventrodorsal) intentando abarcar todo el abdomen. En animales de razas grandes y tórax profundo haremos dos proyecciones, una de abdomen craneal y otra de abdomen caudal.

### **INTERPRETACIÓN RADIOLÓGICA**

Deberemos de valorar los límites de la cavidad abdominal (estructuras extraabdominales). Los límites de la cavidad abdominal son: tejido subcutáneo y límites laterales, columna, pelvis, pared abdominal ventral (tiene que ser continua) y diafragma (tiene que verse continuo).

Después debemos valorar la cavidad (estructuras intraabdominales) evaluando los diferentes órganos. De estos órganos examinaremos su tamaño, forma o contorno, posición, número y opacidad. Visualizaremos hígado, bazo, riñones, vejiga, tracto gastrointestinal y el útero si está gestante.

Estructuras que no visualizaremos en una radiografía simple: glándulas adrenales, omento, páncreas, vesícula biliar, uréteres, útero no gestante, ovarios, mesentérico y ganglios mesentéricos.

En una radiografía de abdomen de un animal obeso veremos con mucha mayor nitidez las estructuras, debido a que la grasa nos proporciona contraste radiológico con las estructuras abdominales.

En un animal delgado que no tiene grasa no podemos observar bien las estructuras abdominales, de tal modo que observaremos un aumento generalizado de la opacidad con pérdida de visualización de las serosas.

En un cachorro lo veremos igual que en un animal delgado, pues no tienen grasa intraabdominal.

### **ALTERACIONES DE LA CAVIDAD**

Efusión peritoneal: es la presencia de líquido en la cavidad abdominal. El animal presentará abdomen péndulo (abdomen distendido).

Signos radiográficos: tendremos una pérdida de visualización de las serosas y un aumento de la opacidad.

- Neumoperitoneo: es la presencia de gas libre dentro de la cavidad abdominal.

Signos radiográficos: observamos un realce de los márgenes de las serosas, viendo, además, órganos que normalmente no se ven. Vemos también el gas intraabdominal.

- Peritonitis: inflamación del peritoneo.

Signos radiográficos: pérdida de visualización de las serosas, superficies serosas granulares, íleo paralítico intestinal, y gas libre (puede haber o no).

- Masas abdominales: son estructuras redondeadas de opacidad tejido blando que están desplazando a otras estructuras del abdomen.

## **HÍGADO**

Se ve ventral y craneal. Ocupa la cúpula diafragmática, alcanzando o excediendo el último arco costal.

En animales de tórax profundo no pasa el último arco costal.

Para saber si el hígado está aumentado de tamaño (hepatomegalia), comprobamos la posición del estómago:

En una radiografía lateral, el estómago tiene que estar paralelo a los arcos costales.

En una radiografía ventrodorsal, el estómago tiene que estar perpendicular a la columna.

Cuando hay microhepatos (el hígado está reducido), el estómago está desplazado hacia craneal.

El lóbulo ventral del hígado tiene que terminar en pico.

La opacidad del hígado tiene que ser homogénea y de densidad tejido blando.

Pueden aparecer zonas más radiotransparentes en el interior del hígado que nos indica que hay gas causado posiblemente por bacterias.

## **BAZO**

Es un órgano muy móvil y su apariencia radiográfica es bastante variable. Va a estar normalmente caudal al hígado en la zona ventral del abdomen, pero también puede estar en la zona dorsal caudal al estómago, sobre todo en gatos. Otras veces lo podemos ver a lo largo en la zona ventral del abdomen.

Su opacidad tiene que ser homogénea y su densidad de tejido blando.

Se localiza en el lado izquierdo a nivel de los últimos arcos costales, normalmente.

El aumento del bazo puede ser generalizado dando una esplenomegalia generalizada, y puede desplazar las asas intestinales hacia dorsal y hacia la derecha.

Hay determinadas razas que tienen esplenomegalia fisiológica, como son el pastor alemán y el pastor belga.

Hay determinados sedantes que provocan éxtasis vascular y aumento del bazo.

También puede ser que la esplenomegalia sea focal (afecte sólo a una parte del bazo). En este caso veremos una masa abdominal.

## **RIÑONES**

Se localizan a nivel dorsal sublumbar.

Tienen opacidad homogénea de tejido blando.

Tamaño (visto en una Ventrodorsal)

Anchura:

- Perro: tiene que ser igual a 2 veces el grosor de la segunda vértebra lumbar (L2)
- Gato: entre 3 y 3.5 cm

Longitud:

- Perro: 2.5–3.5 veces la L2
- Gato: 2.5–3 veces la L2 // o 4– 4.5 cm

Tienen forma de habichuela, arriñonada. En el gato suelen ser más o menos simétricos, pero en el perro el riñón derecho está más craneal que el izquierdo.

Los uréteres no se visualizan en una radiografía simple.

La vejiga (opacidad tejido blando–líquido) está en la porción más ventral y caudal del abdomen, tiene forma de pera, y su tamaño y forma depende de lo llena que esté.

La uretra no se ve en una radiografía simple.

### **7.6.- ALTERACIONES DE LA VEJIGA**

Pueden ser alteraciones del contenido debido a cálculos y coágulos, o alteraciones de la pared por una cistitis o neoplasia.

Un cálculo vesical es una estructura radiodensa en la vejiga.

Radiopacidad de los cálculos:

No radiopacos: son de cistina o urato.

Radiopacos: son de oxalato cálcico, sílice o triple fosfato.

La cistitis no se puede ver en una radiografía simple. En la cistitis aumenta el grosor de la pared pero no la vemos. Para poder ver la pared, en caso de no tener ecógrafo, podemos hacer una técnica de doble contraste, es decir, una técnica mixta. Podemos ver burbujas radiotransparentes, pero al ser tan redondas, deducimos que es a causa de haberle introducido aire para la técnica.



Las neoplasias de vejiga tampoco se visualizan en una radiografía simple, y para verlo haremos lo mismo que para la cistitis.

Cuando introducimos un contraste en una cavidad, se tiene que distribuir por toda la cavidad, y si hay alguna zona que no se llena con el contraste, se llama defecto de llenado, y es compatible con una neoplasia.

En caso de no visualizar la vejiga, y sobre todo, después de un accidente, podemos sospechar que la tenga fracturada.

En caso de accidente, si no vemos la vejiga, haremos un contraste positivo no iónico, pues si es iónico y la vejiga está rota, puede causar alteraciones, al igual que si le metemos aire.

La uretra se tiene que ver tubular y lisa, y si la vemos muy irregular, quiere decir que posiblemente, haya una neoplasia.

### **7.7.- GLÁNDULAS ADRENALES**

En una ecografía normal no se visualizan.

En los gatos adultos es normal encontrarnos las glándulas adrenales calcificadas, pero si vemos en un perro la calcificación de las glándulas adrenales, nos indicará la presencia de una neoplasia.

### **7.8.- APARATO GENITAL FEMENINO**

No se ve en una radiografía simple.

Cuando veamos el colon y la vejiga separados, miraremos si lo que hay entre ellos es grasa o es de densidad tejido blando. En caso de que sea densidad tejido blando, nos indicará que el útero está aumentado de tamaño.

Hasta el día 45 no vemos la mineralización de los esqueletos fetales.

En una hembra, masas tubulares de opacidad líquido-tejido blando en el abdomen caudal y que desplazan cranealmente a las masas intestinales, es compatible con una piometra, aunque realmente no sabemos si el líquido que hay en el útero es sangre (hemometra), pus (piometra), moco (mucometra), sustancia acuosa (hidrómetra)...También deberemos decir que es una posible gestación temprana.

La muerte fetal se va a ver cuando haya colapso de los huesos del feto y cuando están desestructurados.

Cuando hay gas dentro del útero (fisometra), habrá muerte del feto.

Una masa abdominal caudal al riñón en una hembra, diremos que es una masa ovárica.

### **7.9.- APARATO GENITAL MASCULINO**

No vemos la próstata en animales jóvenes, puesto que no la tienen desarrollada, y tampoco en animales adultos castrados.

La próstata está caudal a la vejiga y ventral al colon descendente. El tamaño se relaciona con la distancia que existe entre el suelo del sacro y el pubis, de tal manera que la próstata será 2/3 o menos de esta distancia.

Cuando supera el 90% de esta distancia hay una afección importante de la próstata.

Si la próstata está aumentada de tamaño, se desplaza el colon dorsalmente y se estrecha la luz del mismo.

La próstata tiene que ser redondeada y con márgenes lisos. Se puede ver a veces en el interior de la cavidad pélvica.

El aumento de tamaño de la próstata se llama prostatomegalia, y es compatible con varias patologías como hiperplasia prostática benigna, neoplasia, prostatitis, abscesos o quistes intraprostáticos.

Signo de doble vejiga: vemos como dos vejigas de opacidad tejido blando, y se corresponde con un quiste paraprostático.

La próstata tiene que ser de opacidad tejido blando y homogénea.

Cuando nos encontremos tejido calcificado dentro de la próstata estaremos ante una neoplasia prostática, y suele metastatizar a las últimas vértebras lumbares y a la pelvis.

Generalmente, las neoplasias prostáticas no aumentan mucho la próstata.

Cuando el contraste pasa por la uretra prostática y se filtra hacia el interior de la próstata, puede ser que tengamos una neoplasia o abscesos intraprostáticos.

## **7.10.- SISTEMA GASTROINTESTINAL**

- **ESTÓMAGO**

La forma, posición, tamaño y densidad del estómago va a depender del contenido.

Cuando el gas se queda en la parte dorsal y el contraste se queda en el antro pilórico, estamos ante la proyección lateral derecha. En la ventrodorsal, el píloro se queda con el gas y el fundus con el contraste. En la dorsoventral, el píloro tiene el contraste en el fundus tiene el gas.

Los pliegues de la mucosa no se pueden visualizar a no ser que el estómago esté distendido con gas. Si vemos los pliegues de la mucosa, el grosor de los mismos no puede ser superior al ancho de una costilla, y el espacio que queda entre los pliegues de la mucosa debe ser igual al grosor del pliegue.

La pared del estómago no se ve siempre, y solamente se puede valorar objetivamente cuando el estómago está distendido con gas o comida. Así, en este caso, el grosor de la pared del estómago no puede ser mayor que el ancho de dos costillas. La pared del estómago se mide en la zona del fundus o cuerpo.

## **ALTERACIONES DEL ESTÓMAGO**

Cuerpos extraños:

Pueden ser radiopacos y los veremos claramente.

Pueden ser radiotransparentes y no los veremos. En este caso, para verlos, podríamos dar un poco de contraste.

Síndrome de dilatación gástrica: el estómago está muy distendido y con forma redondeada; está lleno de gas.

Dilatación-torsión gástrica: tenemos una estructura que está como tabicando y segmentando el estómago; el estómago está dilatado pero no tiene forma redondeada, y el píloro está en la zona dorsal.

El contraste utilizado para ver el estómago es la gastrografía positiva.

Cuando tenemos una neoplasia se van a producir defectos de llenado y saculaciones en la pared del estómago.

Las úlceras se van a ver como oquedades y retienen el contraste. Se visualizan, sobre todo, cuando el contraste ha salido del estómago, ya que, como ya se ha dicho, las úlceras retienen el contraste.

- **INTESTINO DELGADO**

Tiene forma tubular, una posición ventral y media, y una opacidad de gas o líquido.

En el perro el tamaño se puede comparar con 3 estructuras anatómicas:

No puede ser superior al ancho de dos costillas.

No puede ser superior al ancho del cuerpo vertebral de la L2.

No puede ser superior a 1.6 veces la L5.

En el gato no puede ser mayor que la L4 o no puede ser mayor de 12 mm.

Cuerpos extraños lo sabemos porque cuando hay una obstrucción, hay una distensión de algunas asas del intestino.

Cuando tenemos cuerpos extraños longitudinales nos suele dar un patrón de distensión en forma de acordeón.

Así, tendrá fruncimiento de las asas intestinales y pequeños sacos dilatados.

Intususcepción un asa intestinal se mete dentro de otra; al dar un contraste vemos defectos de llenado.

Signo de grava o de arena es un acúmulo de material radiodenso de pequeño tamaño debido a una obstrucción crónica. Nos indica que hay una obstrucción crónica y se da generalmente por una neoplasia.

Cuando el contraste está irregular tenemos una neoplasia, pero no hay que descartar una inflamación (enteritis).

- **INTESTINO GRUESO**

Tiene densidad gas o de heces.

En una ventrodorsal vemos el ciego como una C invertida en el lado derecho del animal.

El intestino grueso en una ventrodorsal tiene forma de interrogación.

El ciego en el gato no se ve.

La forma del intestino grueso tiene que ser tubular.

Cuando hay heces muy compactas y radiodensas distendiendo el colon, tenemos una impactación.

Divertículo del recto acúmulo de heces caudal a la pelvis.

- **PÁNCREAS**

No se ve en radiografías normales.

Pancreatitis vemos un desplazamiento caudal del colon transversal, el cual, tendría que estar pegado al estómago.

Peritonitis focal aumento de la densidad en la parte caudal del estómago y pérdida de visualización de las serosas.

## **CONCLUSIONES**

**Las radiografías son un estudio de gran utilidad en nuestra profesión ya nos ayudan a dar un diagnóstico certero, acortan el tiempo de dx, nos indican lugar, tamaño y posición en caso de alguna obstrucción, en caso de preñez también son de gran utilidad para programar una cesaría.**

**Los estudios radiológicos son indispensables en casos de fractura ya que para poder hacer un tratamiento adecuado se debe conocer el estado del hueso o huesos fracturados.**

## BIBLIOGRAFIA

- 1) <http://minnie.uab.es/~veteri/21274/radiologia/Fundamentos%20de%20interpretacion%20radiografica%20I.pdf>
- 2) <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Documentos/Anatomia%20I%20y%20II/2011/CUELLO%20Y%20DIAG%20PDF/RADIOLOGIA%20DIAGNOSTICO.pdf>
- 3) Historia de la radiología (Publicado por la Sociedad Europea de Radiología (ESR) En colaboración con la Sociedad Internacional de Historia de la Radiología (ISHRAD) Deutsches Röntgen Museum Octubre de 2012).
- 4) <http://www.multimedica.es/admin/upl/prods/pdfmc/radiologia%20abdominal%20cap.pdf>
- 5) Principios del uso de los medios de contraste (ruth denis).
- 6) Medios de contraste radiológicos (Ricardo García Mónaco; Lisandro Paganini; Jorge Alberto Ocantos, 1ª edición, Buenos Aires, Argentina; editorial Journal).
- 7) Radiología: un siglo de desarrollo (Rosa Elena Sanmiguel).
- 8) <http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2007/Febrero/evaluacion%20radiografica%20pulmonar%20en%20el%20perro.pdf>
- 9) <http://edicioneselprofesional.com.co/pdf/658.pdf>
- 10) [http://tienda.portalveterinaria.com/files/productos/1269954067\\_0\\_atlas\\_radio\\_perro\\_gatopvp.pdf](http://tienda.portalveterinaria.com/files/productos/1269954067_0_atlas_radio_perro_gatopvp.pdf)