



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**“TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE
INTERPRETACION RADIOGRAFICA”
(INVESTIGACION DOCUMENTAL)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

ILIANA GOMEZ SALDAÑA.

ASESOR: MC. ROSA ELENA MENDEZ AGUILAR.

COASESOR: MVZ CARLOS JAVIER GONZALEZ LOPEZ.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por la familia, por los amigos y por permitirme encontrar mi vocación en esta maravillosa carrera.

A mi abuelita la Profesora Josefina Aguilar por ser la base de mi vida, por todos tus consejos, por ser mi mejor ejemplo de vida y por inculcarme ser una mejor persona cada día.

A la Profesora María Josefina Saldaña mi mamá a quien sin su apoyo y amor incondicional, no sería la mujer y profesionista que soy. Gracias por nunca dejarme caer.

A mi padre el Profesor Ángel Gómez gracias por tu apoyo, cariño y por siempre estar conmigo.

A mi asesora la MVZ Rosa Elena Méndez por dedicarme su tiempo, compartiendo sus conocimientos y por apoyarme en este proyecto tan importante para mi desarrollo profesional.

A mi coasesor el MVZ Carlos González por ayudarme a detallar este trabajo, por su dedicación y por su apoyo en los momentos difíciles.

A mis padrinos Imelda Hernández, Calixto González y a mi Tía Leticia González porque sin ustedes mi vida no sería la misma. Gracias por estar siempre a mi lado.

A la MVZ Lourdes Arias y a la MVZ Patricia Izquierdo; gracias por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo pero sobre todo por ayudarme a comprender los principios y bases de la Imagenología.

A mis sinodales por su contribución para mejorar este trabajo.

Al MVZ Isidro Castro le expreso mi gratitud por ayudarme a completar este sueño, con las imágenes de posicionamiento, mil gracias no pudo ser mejor.

A mis amigos Mayra, Marisa y Guillermo gracias por su amistad incondicional, por su apoyo en los mejores y peores momentos, por ser los mejores amigos que he podido encontrar.

Al MVZ Oscar Ortega te agradezco infinitamente por ayudarme a descubrir el maravilloso mundo de la clínica en pequeñas especies, motivarme a superarme profesionalmente y dar lo mejor de mí. Gracias por tu cariño y apoyo.

Al MVZ Arnold Lima y al MVZ José Luis Zamora por brindarme la oportunidad de perfeccionar los conocimientos adquiridos en la Facultad y ser una base importante de mi formación profesional.

De igual manera quiero agradecer a los que han confiado en mí y me han brindado su amistad a lo largo de la licenciatura, Ana, Belisario, José Alonso, Laura, Eduardo, Víctor y a la pequeña Daniela.

A mi tía Amada por su cariño y el apoyo que me brinda.

A mis tíos Agustina⁺ y Gilberto Aguilar ⁺ por su cariño incondicional.

A Gustavo por siempre contar contigo.

Al Técnico Radiólogo Andrik Olmos porque sin su asesoría esta tesis no sería la misma.

A la FES Cuautitlán y a los profesores que dejaron una huella en mi Cuellar, Morales, Ordoñez.

A todos aquellos pequeños animales que me ayudaron a concretar este sueño, porque al dar su vida ayudaron a mi formación como Médico.

ILIANA GÓMEZ SALDAÑA

INDICE

TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE INTERPRETACIÓN RADIOGRÁFICA (INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL)

Contenido	Página
I. Resumen	1
II. Introducción	2
III. Objetivos	4
IV. Metodología de Investigación	5
1. Producción de rayos x y Tipos de radiación	6
2. Tubo de rayos x	10
3. Tipos de aparatos de rayos x	19
4. Equipo complementario	22
5. Factores de exposición	43
6. Carta Técnica	48
7. Cuarto oscuro	56
8. Identificación y Archivo de radiografías	68
9. Interpretación radiográfica	74
10. Seguridad contra la radiación	94
11. Radiología digital	117
12. Posicionamiento y Proyecciones radiográficas	138
V. Conclusiones	181
VI. Bibliografía	183

I. RESUMEN

La razón para utilizar rayos X en medicina veterinaria es para confirmar el diagnóstico presuntivo que se obtiene al realizar el examen físico.⁽¹⁾⁽²⁾ Por lo tanto la radiología es un arte, en el cual al conocer los principios técnicos, será el inicio de la toma de radiografías competentes que ayudarán a dar un diagnóstico cada vez más acertado, lo que se busca en este trabajo es brindar los fundamentos necesarios para desarrollar la técnica adecuada, las bases para manipular todas las variables en el radiodiagnóstico, las cuales incluyen el espesor de los tejidos de las diferentes áreas corporales, tipos de tejido, variación de las marcas, modelos, tipos de equipos radiográficos y un sin fin de errores potenciales que se presentan en el cuarto oscuro.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Además de dar a conocer cuáles son los requisitos y especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica haciendo uso de la NOM – 229 – SSA1 – 2002.

En este trabajo se incluyen ejemplos de realización de cartas de exposición, lo cual ayuda a la elección de los factores de exposición apropiados, para obtener radiografías de calidad diagnóstica evitando la repetición de radiografías por falla en la elección de la técnica radiográfica.

Asociado a la protección contra la radiación se encuentra una nueva modalidad en la toma de radiografías como es la radiología digital, el empleo de esta tecnología aumenta la calidad diagnóstica, además de que reduce la necesidad de repetir radiografías por fallas en los factores de exposición, ya que brinda la oportunidad de modificar la densidad óptica de la imagen radiográfica. En este trabajo se dan a conocer los requerimientos, las técnicas, las ventajas y desventajas del uso de esta aplicación diagnóstica.

La elaboración de un informe radiográfico dentro de medicina veterinaria no es algo cotidiano por lo cual este trabajo brinda las herramientas para elaborar una interpretación radiográfica basada en la percepción visual y la integración de los hallazgos patológicos, con el fin de realizar un resumen de esos hallazgos y redactar un informe por escrito que sea breve, preciso y que contenga un diagnóstico radiográfico.

II.INTRODUCCIÓN

Los rayos X fueron descubiertos en el año de 1895 por William Conrad Roengten en Wurzburg. Realizando sus primeras pruebas experimentales, encontró que se trataba de una energía que era capaz de penetrar materiales densos, observó que no se afectaba con la presencia de un imán, que era invisible, además de que mostraba ciertas similitudes con la luz, y que tenía la propiedad de producir imágenes; puesto que la energía era desconocida le dio el nombre de rayos X.⁽⁷⁾

Observó que al interponer su mano entre el tubo y una pantalla fluorescente se veían los huesos de sus dedos y alrededor de estos los tejidos blandos de la mano, siguió experimentando y su esposa colocó su mano con anillos sobre un chasis el cual contenía una placa fotográfica y Roengten dirigió el tubo por quince minutos y al revelar la placa observó los huesos de la mano como sombras claras sin que los rayos traspasaran los anillos.⁽³⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

El descubrimiento de los rayos X constituye un éxito importante en el mundo científico, ya que dio a la medicina una gran herramienta diagnóstica.⁽³⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾

El principal objetivo del uso de aparatos de rayos x y de las técnicas de diagnóstico radiográfico es la transferencia de información entre la imagen producida y el ojo del radiólogo que analiza la información que brinda el estudio radiográfico.⁽⁸⁾

La radiología es una rama de las ciencias médicas que se encarga del estudio de la energía radiante, la cual va a perseguir dos propósitos el primero es el de usar esta energía con el fin de ayudar a precisar la existencia de un padecimiento o una anomalía, el segundo propósito es el de emplear esta energía radiante como herramienta en el tratamiento de padecimientos, neoplásicos, en forma de radioterapia.⁽⁴⁾⁽⁷⁾

Las radiografías constituyen instrumentos diagnósticos extremadamente útiles para el médico veterinario, pero la cantidad de información que brinde la imagen depende del buen funcionamiento de todas las partes que conforman el equipo de rayos x, si la combinación de película y pantalla es la adecuada, si la medición y posición es la correcta en el paciente, esto va encaminado a que

muchas decisiones médicas y quirúrgicas se llevan a cabo observando las radiografías y si la posición o marcaje de estas son equivocadas esto llevará a cometer errores graves dentro de la cirugía o el administrar un mal tratamiento al paciente, además se debe establecer una interpretación radiográfica sistemática, para evitar que aparezcan errores de interpretación por omisión al revisar las radiografías.⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

Por todo lo anterior se brinda en este trabajo una fuente de información actual, que sea de utilidad para aquellas personas que se interesen en el área de radiología en pequeñas especies, para ayudarles a obtener radiografías de calidad diagnóstica y a realizar una interpretación radiográfica adecuada, con el fin de obtener un medio diagnóstico eficiente.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar una investigación documental sobre las técnicas y procedimientos de interpretación radiográfica actuales.

OBJETIVO PARTICULAR

1. Aportar información actualizada acerca de los tipos de aparatos de rayos X, las diferencias que existen entre estos y el equipo complementario que requieren.
2. Proporcionar referencias importantes relacionadas con la radiología digital.
3. Explicar la importancia del uso de medidas de seguridad radiológica para la toma de estudios radiográficos.
4. Brindar la información necesaria para desarrollar una interpretación sistemática de un estudio radiográfico.

IV. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La realización de este trabajo se basa en la consulta bibliográfica en bibliotecas y hemerotecas de las diferentes instituciones dedicadas a la enseñanza médica como la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); también en las instituciones dedicadas a la formación de técnicos radiólogos como lo son el Centro de Estudios Técnicos Industriales y de Servicios número 76 del Sector Salud y la Escuela de Técnicos Radiólogos de la Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen.

Se hizo una revisión de artículos digitales e impresos, localizados en el departamento de Búsqueda y asesoría especializada en bancos de información de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

Empleando la página del Diario Oficial de la Federación se consultó la normatividad vigente con respecto a las descripciones del manejo de los químicos del revelado, acerca de especificaciones técnicas y de protección contra la radiación de establecimientos que hacen uso de los rayos x.

Se entrevistó a un Técnico Radiólogo del Laboratorio Médico El Chopo unidad la Villa Andrik Olmos, para obtener información acerca de los equipos digitales y de los procedimientos de protección contra la radiación que emplean en ese establecimiento, además se adquirió el manual que ellos emplean para la toma de estudios radiográficos.

Con respecto a la elaboración de las imágenes en el tema de proyecciones radiográficas se contó con la colaboración de un dibujante Ricardo Paz y Puente. Para el resto de las imágenes se empleó el programa Power Point 97-2003 de Microsoft Works.

1. PRODUCCIÓN DE RAYOS X

Los rayos x son una radiación electromagnética de alta energía y baja longitud de onda, tienen la propiedad de penetrar la materia sólida a una longitud mayor que la luz por lo cual se pueden emplear para examinar las estructuras internas de un gran número de materias. ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁹⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

Los rayos X se producen por el movimiento a gran velocidad de los electrones y su choque contra la materia, en el tubo de rayos x. ⁽¹¹⁾

Al acelerarse los electrones y golpear con el blanco del tubo, la energía cinética que produce este movimiento provoca que el 99% del resultado obtenido de este choque sea calor y solo el 1% producirá rayos x. ⁽⁸⁾⁽¹¹⁾

Cuando los electrones son acelerados del cátodo hacia el blanco del ánodo suceden tres eventos: ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁹⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

- Producción de calor.
- Formación de rayos x característicos.
- Formación de rayos x de Bremsstrahlung.

RADIACIÓN CARACTERÍSTICA

Los rayos x característicos son emitidos cuando un electrón de una órbita superior, pasa a una órbita libre de nivel inferior, perdiendo energía y produciendo radiación.

Se denomina así porque la energía es característica para cada átomo. Figura 1. ⁽⁴⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

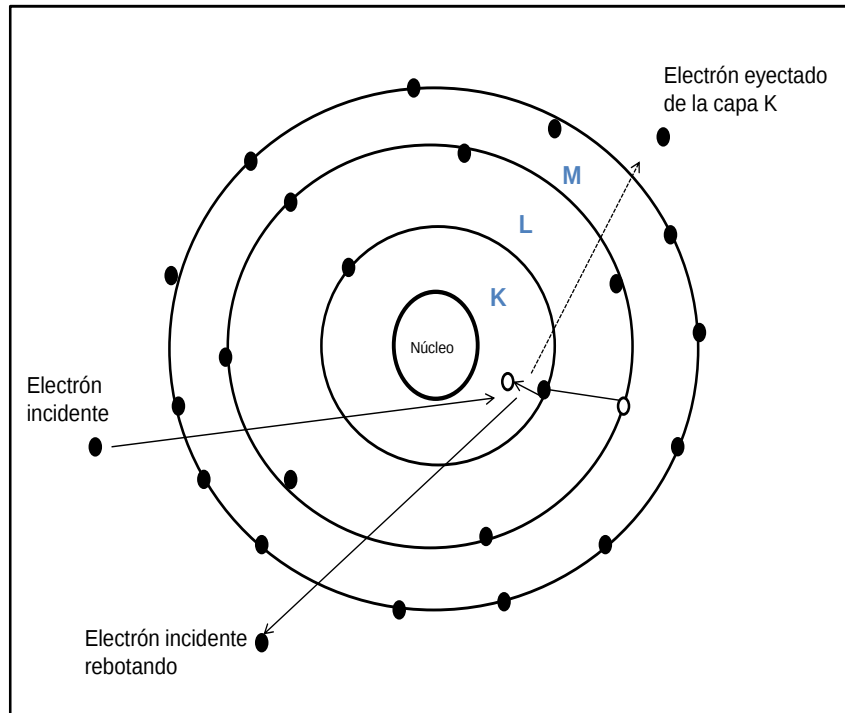


Figura 1: Rayos x característicos. Modificado de Iturbe 2008.

RADIACIÓN BREMSSTRAHLUNG O DE FRENADO

Se produce cuando un electrón pasa cerca del núcleo atómico, atraído por la carga positiva de este y cambia la dirección de su trayectoria sufriendo una desaceleración, perdiendo energía y generando radiación. Figura 2.

En el radiodiagnóstico el 70%, de los rayos x son de frenado y el resto es de radiación característica.⁽⁴⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

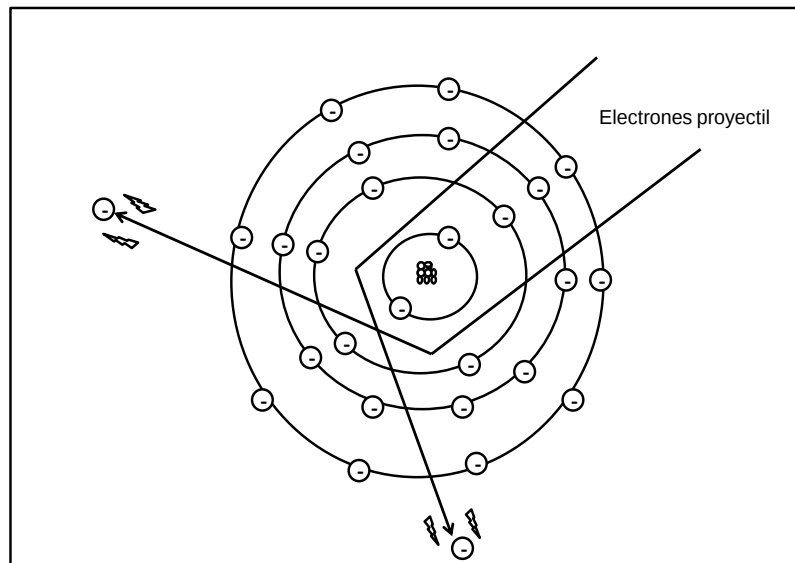


Figura 2: Producción de rayos x de frenado o Bremsstrahlung. Modificado de Bushong 2005.

CARACTERÍSTICAS DE LOS RAYOS X.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾

- Son eléctricamente neutros.
- Viajan en línea recta y a la velocidad de la luz.
- No son visibles al ojo humano.
- Producen radiación dispersa (es la fracción del haz útil cuya dirección y energía se modifica al interactuar con la materia) y secundaria (Es la suma de la radiación dispersa y la inherente).

PROPIEDADES DE LOS RAYOS X.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾

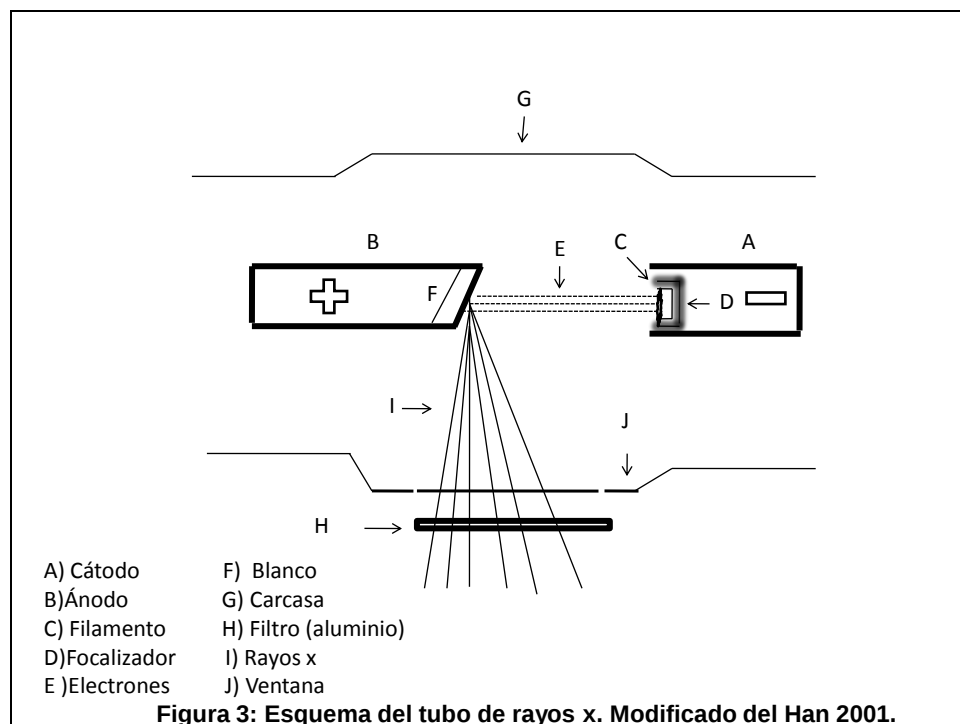
- Atraviesan la materia: La capacidad de penetración es mayor cuando aumenta el kilo voltaje (kV).
- Producen fluorescencia en ciertas sustancias: Al incidir sobre ciertas sales se genera fluorescencia o luminiscencia, lo que es importante para la impresión de la imagen en la película.
- Impresionan y producen imágenes: Sobre las películas fotográficas.
- La radiación se atenúa al atravesar la materia.
- La cantidad de radiación disminuye con la distancia: A mayor distancia menor cantidad de radiación recibida.

- Cambios en la materia viva: Producen un efecto biológico que se divide en dos efectos o daño somático y genético.
- Ionización de la materia: Permite a los rayos x remover uno a más electrones.

2. CONOCIENDO EL EQUIPO DE RAYOS X

TUBO DE RAYOS X

Es el lugar donde se generan los rayos x, en el cual se va a producir la aceleración de los electrones, para ser frenados y generar los fotones que ayudaran a formar la radiación ionizante, para que se transforme en una imagen de diagnóstico. Figura 3.⁽⁵⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾



El tubo de rayos x se conforma de:

CÁTODO

Es el electrodo negativo del tubo de rayos x, consta de dos partes: filamento y copa de enfoque.⁽⁵⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾

Filamento: Consiste en un cable de tungsteno enrollado en espiral, de diámetro variable y de 10 a 20 mm de longitud, que al aplicarle corriente, los electrones se desprenden y son acelerados hacia el ánodo para generar los rayos X. Cuanto más se calienta el filamento, más electrones se van a desprender y por lo tanto va a producir mayor radiación.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹²⁾

La mayoría de los tubos cuenta con dos filamentos de diferente tamaño, el filamento más pequeño tiene mejor resolución pero menor capacidad de producción de rayos x y el filamento de mayor diámetro tiene menor resolución pero mayor capacidad de producción de rayos x. El tamaño de los filamentos se asocia al tamaño del punto focal.⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾

La copa de enfoque: Va a rodear al filamento, modificando el ancho del haz de electrones, enfocándolo hacia un área pequeña donde interactúan los electrones en el ánodo. Esa área se conoce como punto focal o foco.⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾

ÁNODO

Es el electrodo positivo del tubo de rayos x, es el lugar donde se generan los rayos x, por la colisión de los electrones con una placa de tungsteno, denominada blanco. El ánodo tiene tres funciones en el tubo: ⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

1. Conductor eléctrico: Recibe los electrones emitidos por el cátodo y los conduce a través del tubo a los cables de conexión y de regreso al generador de alto voltaje.⁽⁶⁾⁽⁹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾
2. Soporte mecánico: Para el blanco.⁽⁶⁾⁽⁹⁾⁽¹²⁾
3. Disipador térmico: cuando los electrones que vienen del cátodo interactúan con el ánodo, más del 99% de su energía cinética se convierte en calor, este debe disiparse rápidamente, algunos de los materiales comúnmente empleados para el ánodo son cobre, molibdeno y grafito. ⁽⁶⁾⁽⁹⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾

BLANCO U OBJETIVO

Es el área del ánodo que es golpeada por los electrones cuando vienen del cátodo al ánodo.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾

Punto focal: Es una pequeña área del blanco donde chocan los electrones. La eficacia de este punto se determina por su tamaño, su forma y además por el tamaño y la forma del filamento.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

FOCO DUAL

Determina el tipo de aparato que se tiene en la clínica u hospital veterinario.

La mayoría de los tubos de rayos x de diagnóstico tienen dos puntos focales uno grande y otro pequeño. La selección del punto focal se hace mediante un selector en la consola de operación.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

PUNTO FOCAL PEQUEÑO: Se usa para radiografías de amplificación o de detalle como por ejemplo en extremidades o partes muy finas del cuerpo, tiene la desventaja de que produce una gran cantidad de calor, por lo que su uso frecuente provocará un mayor desgaste del punto focal. El rango de este punto focal va desde 0.1 a 1 mm.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

El tamaño del punto focal pequeño se asocia con el filamento pequeño.

PUNTO FOCAL GRANDE: Se usa cuando se estudian partes del cuerpo grandes que requieren técnicas con alto miliamperaje. El rango del punto focal grande va de 1.2 hasta 2mm. El tamaño del punto focal grande se asocia con el filamento grande.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

Para la toma de imágenes grandes se usa el punto focal grande ya que permite emplear un miliamperaje alto, se pueden utilizar tiempos de exposición más cortos, para obtener el mAs deseado y de esta manera se minimiza la pérdida de definición por movimiento.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Sin embargo, lo que se gana por un lado se pierde por otro ya que el empleo del filamento grueso implica cierta pérdida de definición. Usualmente se recomienda utilizar el mayor miliamperaje posible con el fin de reducir el tiempo de exposición, sólo en el caso de animales pequeños de fauna silvestre se recomienda utilizar el punto focal pequeño ya que no requieren de técnicas con alto mAs.⁽¹⁹⁾

PUNTO FOCAL EFECTIVO: Es el que se produce por el ángulo que existe entre el blanco y la corriente de electrones. Cuando más pequeño es el ángulo del blanco, más pequeño será el punto focal efectivo.⁽³⁾⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

TIPOS DE ÁNODOS

Ánodo estacionario: En la cara anterior del ánodo se encuentra una placa de tungsteno con forma rectangular o de disco, se presenta en aparatos de baja potencia y con baja capacidad de miliamperaje (mA), tiene una superficie lisa que está sometida a un desgaste continuo, a la larga se genera rugosidad y disminuye la capacidad de funcionamiento del tubo, ya que presenta mayor desgaste debido al choque continuo de los electrones en un solo punto.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

Generalmente los tiempos de exposición tienden a ser más largos, con poca producción de rayos x.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

Ánodo rotatorio: Es una pieza metálica con forma de disco, hecho de una aleación de molibdeno con una inserción de tungsteno en la periferia, se encuentra en equipos de alta potencia con una capacidad de 100 a 1200 mA. El ánodo va a rotar a una alta velocidad durante la exposición para liberar el calor. Es más resistente al desgaste ya que los electrones no golpean constantemente un solo punto de la superficie, estos se van distribuyendo, golpeando diferentes puntos del disco, dando un mayor tiempo de duración al tubo. Figura 4.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁹⁾

Se alimenta de un motor de inducción electromagnética.

Las fallas del ánodo rotatorio se presentan cuando se sobrecalienta, se dobla o se rompe propiciando la falla del tubo.

Las corrientes del tubo más altas y los tiempos de exposición más cortos son posibles únicamente con tubos de ánodos rotatorios.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

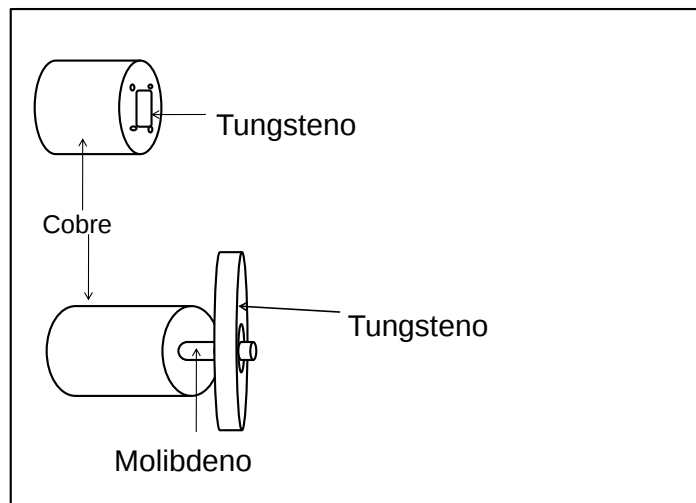


Figura 4: Ánodo estacionario y Ánodo rotatorio. Modificado de Bushong 2005.

EFEECTO TALÓN

En la zona de la película dirigida hacia el cátodo se detecta mayor dosis de radiación o ennegrecimiento de esta, que en la zona de la película que queda hacia el lado del ánodo. Las direcciones del ánodo o el cátodo se indican normalmente en la capa protectora próximas a los cables, del lado del cátodo se encuentra un cable con una signo positivo y del lado del ánodo se localizan dos cables con un signo negativo.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁹⁾

En general orientando hacia el cátodo la parte más gruesa del área de interés, se obtendrá una mejor penetración de la radiación que si se coloca al paciente del lado del ánodo.⁽⁵⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁹⁾

A pesar de esto, en la mayoría de los gabinetes no se considera el efecto del talón para el posicionamiento del paciente puesto que la regla que gobierna la colocación del paciente, es la estandarización de las proyecciones.⁽⁸⁾

REVESTIMIENTO DEL TUBO

El revestimiento protector va a reducir el nivel de radiación de fuga y va a proteger al tubo de rayos x de un manejo inadecuado.⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

El revestimiento protector de algunos tubos contiene aceite que sirve tanto de aislante contra las descargas eléctricas como de amortiguador térmico para

disipar el calor, algunos revestimientos tienen un ventilador para enfriar el aire del tubo o para expandir el aire cuando se calienta.⁽³⁾⁽¹²⁾

La fuga inherente de radiación se da en cada disparo, es mínima pero se presenta siempre aún en equipos nuevos.

CARCASA DE VIDRIO

Es una cámara de cristal sellada, permitiendo una producción de rayos x más eficiente, proporcionando al tubo una vida más larga de uso.⁽¹⁹⁾

Está hecha de vidrio para que sea capaz de resistir el calor generado, rodea al cátodo y al ánodo.⁽¹⁹⁾

Cuando una carcasa de cristal envejece, parte del tungsteno en el filamento se vaporiza y cubre el interior de la carcasa de cristal, alterando las propiedades eléctricas del tubo y permite que la corriente del tubo se desvíe e interactúe con la carcasa lo que provoca que el tubo falle.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

COLOCACIÓN DEL TUBO

El tubo puede estar de pie en el piso o montado en el techo.

Los equipos que están montados en el piso pueden estar fijos o tener la capacidad de moverse de forma horizontal. Figura 5.⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁷⁾



Figura 5: Tubo montado en el piso. Cortesía del Hospital de Especialidades Veterinarias FMVZ 2008.

Cuando el tubo se encuentra montado en la pared es posible hacer movimientos de tipo horizontal y vertical.⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁷⁾

El tubo montado en el techo tiene mayor capacidad de moverse tanto horizontal como verticalmente. Figura 6.⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁷⁾



Figura 6: Tubo montado en el techo. Cortesía del Hospital Veterinario de Especialidades FMVZ 2008.

Hay aparatos donde es posible mover la mesa y el tubo, facilitando la colocación del paciente dentro del rayo sin tener que mover al paciente, esto es una ventaja en perros de raza grande.⁽¹²⁾⁽¹²⁾⁽¹⁷⁾

El sistema de soporte en el techo: Es el que se usa con más frecuencia, utiliza dos guías verticales colocadas en el techo, lo que permite el desplazamiento tanto longitudinal como transversal.⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁷⁾

El sistema de soporte en el suelo: Tiene una columna simple con rodillos en los extremos, uno articulado al sistema de guías y otro sistema de guías colocados en el suelo. El tubo de rayos x sube y baja por la columna.⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁷⁾

El sistema de soporte de brazo en C: Está montado en el techo, proporciona un posicionamiento del tubo muy flexible, el receptor de la imagen se une a la otra terminación del brazo en c del tubo de rayos x.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹⁷⁾

FALLOS DEL TUBO DE RAYOS X

La duración del tubo depende principalmente del médico que lo manipula.

La vida del tubo se alarga usando factores radiográficos mínimos de miliamperaje (mA), kilovoltaje (kVp) y tiempo de exposición, de forma apropiada para cada estudio.

Los siguientes puntos contribuyen a disminuir la vida del tubo de rayos x:
(4)(12)(14)

- La exposición excesiva provoca una vida corta del tubo, origina que el ánodo se rompa o se doble.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁷⁾
- Tiempos de exposición prolongados provocan un calentamiento excesivo del ánodo induciendo la deformación y aumento de fricción en la rotación del ánodo.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾
- Las técnicas radiográficas altas nunca se deben aplicar con un ánodo frío.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾
- Otro punto importante es el mantener el ánodo a elevadas temperaturas por un periodo de tiempo largo; durante una prolongada exposición (de 1 a 3 segundos) la temperatura del ánodo puede ser suficiente para que brille como un foco incandescente.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾
- Debido a la alta temperatura del filamento, los átomos de tungsteno se vaporizan lentamente y se depositan dentro de la carcasa del cristal, incluso con el uso normal, pudiendo interrumpir el equilibrio eléctrico del tubo de rayos x. Con un calentamiento excesivo del filamento, causado por los valores altos de mA con intervalos de tiempo elevados se produce una mayor vaporización de tungsteno y falla en el tubo.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾

3. TIPOS DE APARATOS DE RAYOS X

Los tres tipos básicos de equipos usados para rayos x son:

APARATOS PORTÁTILES: Tienen por lo general un Miliamperaje (mA) fijo que establece el fabricante entre 15 a 30 mA con un rango de variación del kVp de 70 a 90. Figura 7.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁰⁾

VENTAJAS: ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

- Bajo costo
- Fácil mantenimiento.
- Fácil de transportar.
- Facilidad de manejo.
- No requieren de algún tipo de instalación especial para su colocación.

DESVENTAJAS: ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

- Baja potencia 70 a 90 kVp y de 15 a 30 mA lo que limita los exámenes radiográficos.
- Baja mA necesita grandes tiempos de exposición predisponiendo a realizar radiografías borrosas por el movimiento del animal.



Figura 7: Ejemplo de un aparato portátil. Cortesía Anatomía Topográfica FES Cuautitlán.

APARATO DE RAYOS X MÓVILES: Produce técnicas de un máximo de 90 a 125 kVp y de 40 a 300 mA.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁰⁾

VENTAJAS: ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

- Se puede desplazar fácilmente dentro de la clínica u hospital veterinario.
- Potencia adecuada para realizar todo tipo de estudios.
- No requieren de alguna instalación especial.

APARATOS FIJOS: Se instalan en una habitación, dispone de una capacidad de 300 mA o superiores y de 90 a 125 kVp. Los requerimientos de equipamiento para una unidad fija incluyen, rejilla, mesa, soporte de tubo. La principal desventaja es que son muy caros. Figura 8.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾



Figura 8: Ejemplo de aparato fijo. Cortesía del Hospital de Especialidades Veterinarias FMVZ.

En radiología de pequeñas especies, el factor crítico es el tiempo de exposición el cual debe mantenerse lo más bajo posible; para lograr esto se requieren mA altos ya que entre mayor sea el mA será menor el tiempo requerido para obtener un mAs adecuado.

Al comprar un equipo de rayos x es necesario conocer la capacidad máxima de kVp y de mA.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾

Una unidad fija puede ser satisfactoria para la clínica de pequeñas especies, ya que se necesita tener una capacidad mínima de 100kVp y como mínimo tiempo de exposición 1/20 segundos.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽²⁰⁾

El tipo de aparato se va a diferenciar porque en los equipos móviles y los fijos se puede escoger el tamaño del punto focal.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁰⁾

4. EQUIPO COMPLEMENTARIO

La mayoría de los aparatos de rayos x necesitan un gran número de accesorios o dispositivos adicionales, algunos de ellos son incluso obligatorios legalmente, mientras que otros amplían las aplicaciones de cada aparato.⁽³⁾⁽⁵⁾

FILTRO

No todos los rayos emitidos cuentan con la misma energía y la misma longitud de onda, los de menor energía tienen mínimo poder de penetración, no llegan a la película, pero se quedan en el paciente, lo que hace que se absorban a pocos centímetros de la piel y se aumenta la cantidad de dosis recibida por el paciente sin que ayude a mejorar la imagen. La cantidad de rayos x de baja energía se reduce por filtración, ya que absorbe dichos rayos, antes de que incidan en el paciente.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾

Existen dos tipos de filtración:

Filtración inherente: Es la que realizan con los materiales estructurales del tubo, como la cubierta del tubo y el aceite.⁽⁹⁾⁽¹²⁾

Filtración añadida: Consiste en colocar materiales en la salida del haz de rayos x antes de que lleguen al paciente. El material más usado es el aluminio, el cual puede ser delgado o grueso dependiendo la cantidad de kVp que se emplee, ya que si se trabaja por encima de 150 kVp es necesario agregar también filtros de cobre, berilio o molibdeno. Figura 9.⁽⁹⁾⁽¹²⁾

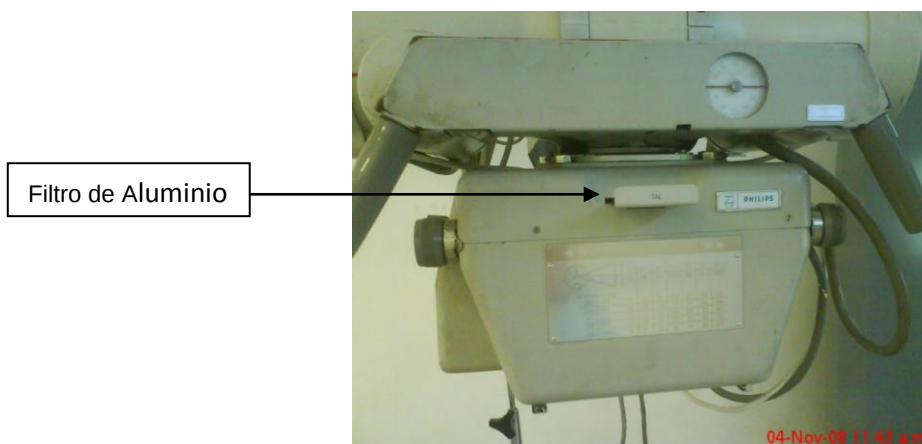


Figura 9: Localización del filtro de aluminio en el tubo de rayos. Cortesía del Hospital de Especialidades Veterinarias FMVZ.

Una filtración excesiva puede generar una pérdida de intensidad en la radiación, lo que produce aumento en la cantidad de mAs para obtener una imagen apropiada.⁽⁹⁾⁽¹²⁾

LIMITADORES DEL HAZ PRIMARIO

Su función es: ⁽³⁾⁽¹⁵⁾⁽²²⁾

- Mejorar la calidad de la radiografía al disminuir la cantidad de radiación dispersa.
- Disminuir el área de exposición del paciente.
- Disminuir el potencial de exposición del personal que sujeta al paciente al mantener fuera del haz alguna parte del cuerpo del personal.
- Centrar el área de interés.

Tipos de limitadores: Figura 10.

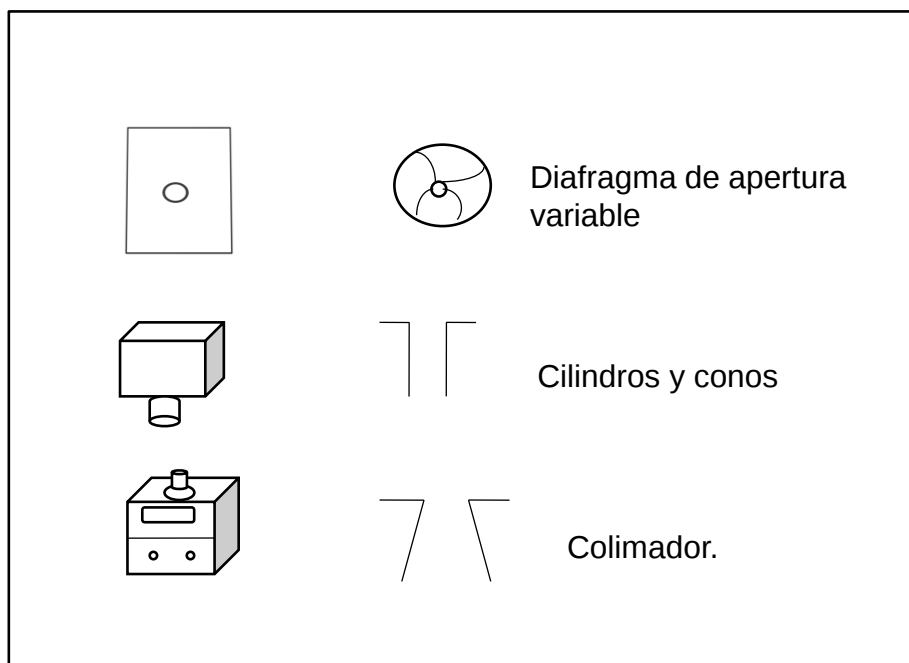


Figura 10: Tipos de limitadores de haz primario. Modificado del Bushong 2005.

El diafragma: Reduce el haz de rayos útiles a lo imprescindible, se puede limitar exactamente el área de radiación, es un diafragma metálico de plomo o solo recubierto de plomo colocado en la abertura de salida del tubo de rayos x, la apertura de diafragma se diseña para cubrir una menor espacio del tamaño del receptor de imagen usado.⁽³⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾⁽²³⁾

Cilindros y Conos: Dirigen el haz centrándolo en la parte que se vaya a tomar, además de absorber la parte del haz que no sea útil para la radiografía.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽²³⁾

En los conos y cilindros una estructura metálica restringe el haz útil al tamaño requerido, la posición y el tamaño de la parte final actúan como un diafragma de apertura para determinar el tamaño del campo. El haz útil producido por estos es normalmente circular.⁽²³⁾

Una de las dificultades de usar los conos es el alineamiento, si la fuente de rayos x y el cono o el cilindro no están alineados en el mismo eje, un lado de la radiografía no puede ser expuesto porque el borde del cono interfiere con el haz de rayos x, a esto se le conoce como RECORTE DE CONO.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽²³⁾

Colimador o Limitador del haz: Es el componente más común en radiología de diagnóstico para restringir el paso del haz de rayos x. Se conforma de cuatro persianas de plomo, que se ajustan para modificar el tamaño del haz, tiene una luz integrada para visualizar mejor el campo de haz primario, antes de que este sea emitido, posee una marca de centrado para colocar lo mejor posible el área de interés. Esta luz es difícil de detectar cuando se encuentra en un, lugar donde hay luz brillante o gran cantidad de luz, pero es muy efectiva en lugares donde la luz es tenue. Figura 11.⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽²⁴⁾



Figura 11: Ejemplo de un colimador y la luz que proyecta en la mesa de rayos x. Cortesía del Hospital de Especialidades Veterinarias FMVZ.

NOTA: Colimador es un término empleado para designar al limitador del haz, pero técnicamente es incorrecto, ya que el colimador genera rayos en un sentido paralelo y en el caso de los rayos x surgen en sentido divergente.

REJILLA

Es un dispositivo colocado entre el paciente y el receptor de la imagen, son por lo general planchas de varios milímetros de espesor que en su interior tienen láminas finas de plomo o aluminio y entre estos se coloca un plástico de mínimo espesor.⁽⁴⁾⁽⁹⁾⁽¹²⁾

En 1913 Gustave Bucky diseñó la primera rejilla llamándose diafragma de Bucky o simplemente Bucky y en 1920 Hollis E. Potter introdujo el método de poner en movimiento las laminillas de la rejilla durante la exposición.⁽³⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾

Después se construyó un retículo que se desplaza mecánicamente sobre el chasis, en el momento de realizar la radiografía, por impulsión eléctrica, denominándose retículos de catapulta, los cuales se colocan debajo de la mesa de rayos x.⁽³⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

La función de la rejilla es la de eliminar la radiación dispersa del haz de rayos x, lo que va a mejorar el contraste de la imagen. Los rayos x dispersados son absorbidos por el material de la rejilla.

La rejilla es un componente extremadamente efectivo en la reducción del nivel de radiación dispersa. Figura 12.⁽⁸⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

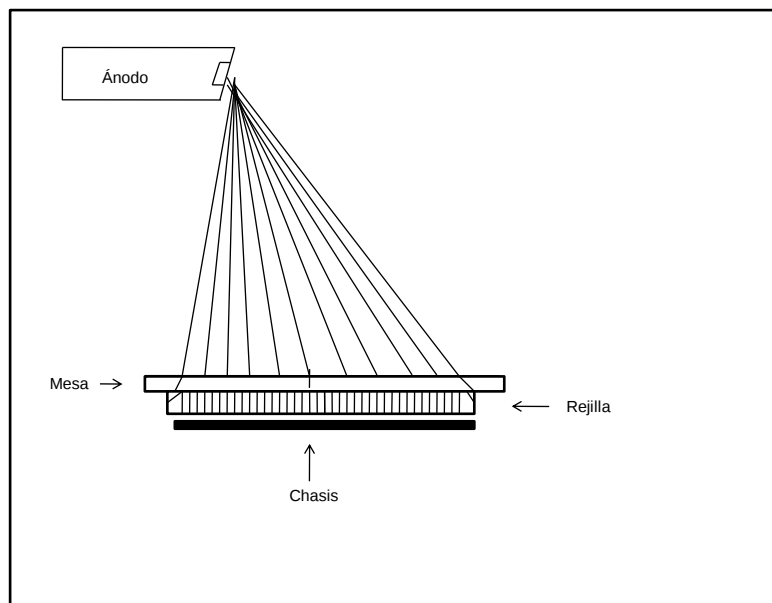


Figura 12: Ubicación de la rejilla en la mesa de rayos x . Modificado de Han 2001

Clases de rejillas:

Retículo fino o estacionario: se encuentran entre el objeto y el chasis. Aparecen unas finas líneas blancas que representan las láminas de plomo o wolframio.⁽⁴⁾⁽⁹⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

Retículo móvil: se desplaza mecánicamente sobre el chasis en el momento de realizar el disparo.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

TIPOS DE REJILLAS

Según la disposición de las laminillas se clasifican en: Figura 13.

Rejillas paralelas: Láminas de plomo colocadas paralelamente, tienen la misma longitud y dirección, no hay una línea de unión. Su desventaja es la de que tienen absorción indeseable de la radiación primaria de rayos x, además de que el posicionamiento del centro de la rejilla debe coincidir con el haz primario.⁽³⁾⁽⁹⁾⁽¹²⁾⁽²⁵⁾

Rejillas cruzadas: Formadas por dos rejillas lineales colocadas una encima de otra dirigida la segunda en ángulo de 90° con respecto a la primera. Tiene la ventaja de dar mayor absorción de la radiación secundaria que las anteriores, pero requiere de un mayor tiempo de exposición ya que se incrementa la absorción del haz primario.⁽³⁾⁽⁹⁾⁽¹²⁾⁽²⁵⁾

Rejilla focalizada: Los septos o líneas de plomo en este tipo de rejilla descansan sobre líneas radiales de un círculo centrado en el punto focal de tal forma que coinciden con el haz de rayos x. Esto se debe a que el haz surge de forma divergente.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

Las rejillas focalizadas se usan normalmente con rejillas móviles, se sitúan sobre un mecanismo de sustento que empieza a moverse antes de iniciar la exposición de rayos x y continúa su movimiento después de que finaliza la exposición.⁽³⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

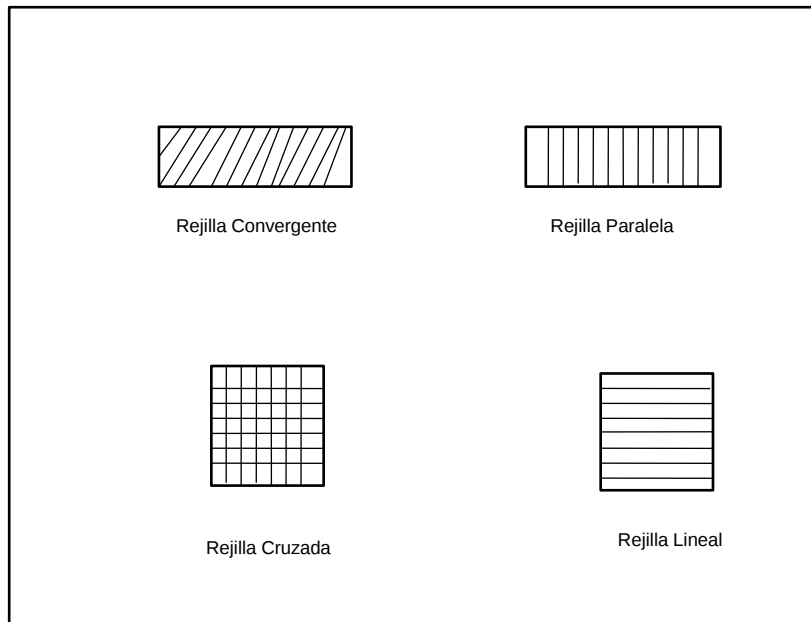


Figura 13: Tipos de rejillas. Modificado del Morgan 2003.

Rejilla móvil o diafragma Potter - Bucky: Consiste en el movimiento de la rejilla mientras se hace la exposición.⁽³⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

Las desventajas de este tipo de rejillas son: que requieren un mecanismo muy voluminoso, la distancia entre el paciente y el receptor de imagen se incrementa con el uso de rejilla y esta distancia extra puede crear un incremento no deseado del emborronamiento de la imagen.⁽³⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

INDICACION PARA EL USO DE REJILLAS

Se emplean para radiografiar cualquier estructura anatómica de más de 11cm de grosor, a excepción de las radiografías de cavidad torácica, ya que debido a sus características de contenido de aire, hace que el haz de radiación primaria se atenúe muy poco y también se produzca menor cantidad de radiación secundaria. Para tórax las rejillas no se necesitarán hasta que los grosores excedan los 18 cm.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Cuando las características normales del contenido del pulmón se pierden ya sea por líquido pleural, colapso pulmonar, por la presencia de masas abdominales dentro de tórax o en pacientes obesos, se incrementa la radiación secundaria y en esos casos se hace necesario el uso de rejillas.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

La rejilla no se debe usar con equipos de rayos x que tienen una capacidad menor a 100 mA ya que el plomo de la rejilla va a absorber una parte del haz primario, requiriendo aumentar el valor del mAs para que la calidad de la radiografía sea adecuada.⁽³⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾

SELECCIÓN DE LA REJILLA

Las rejillas estacionarias son más baratas que las rejillas móviles.⁽¹²⁾

Los mecanismos de las rejillas móviles rara vez fallan y la degradación sobre la imagen es poco frecuente.⁽¹²⁾

Gracias a ellas se puede eliminar la radiación dispersa que iba a incidir sobre la película.

La mayoría de las rejillas en imagen de diagnóstico son del tipo móvil.⁽¹²⁾

VENTAJAS DEL USO DE REJILLA

El uso de estas rejillas mejora mucho el contraste de la imagen, sin pérdida de resolución espacial.

DESVENTAJAS DEL USO DE REJILLA

El uso inadecuado provoca aumento de la dosis al paciente sin obtener ningún beneficio y afectando la calidad de la imagen.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

INDICE DE REJILLA

Es la relación que existe entre la altura de las láminas de plomo y la separación que hay entre ellas; por ejemplo, una rejilla con láminas de 2.5 mm de longitud y con separaciones de 0.5mm tiene un índice de rejilla de 5:1.⁽⁵⁾⁽¹²⁾

Cuando los índices de rejilla son altos son muy efectivas para la eliminación de la radiación dispersa, que las de valores pequeños; pero las rejillas de índice elevado aumentan la dosis de mAs necesaria sobre el paciente, debido que se aumenta la absorción de radiación primaria.

El índice de rejilla de 5:1 elimina aproximadamente el 85% de la radiación dispersa y un índice de 16:1 puede eliminar cerca del 97%. En general el índice de rejilla va desde 5:1 a 16:1. Cuadro 1.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾

RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE REJILLA Y EL AUMENTO EN EL mAs

INDICE DE REJILLA	AJUSTE DEL mAs
Sin rejilla	1
Rejilla 5:1	3 veces
Rejilla 8:1	4 veces
Rejilla 12:1	5 veces
Rejilla 16:	6 veces

CUADRO 1 MODIFICADO DEL HAN 2001

FRECUENCIA DE REJILLA

Es el número de septos o líneas de la rejilla por cada centímetro o pulgada de la superficie de la rejilla. Cuando la frecuencia de la rejilla aumenta se presentan más septos opacos a la radiación y absorben más rayos x, por lo tanto la dosis del paciente se aumenta si se quiere obtener una radiografía adecuada; esta desventaja se puede eliminar si se reduce el ancho de los septos; la mayoría de las rejillas tienen frecuencias de 24 a 45 líneas por centímetro.⁽¹²⁾

PROBLEMAS DE LA REJILLA

Si la rejilla se instala mal, las líneas de la rejilla aparecerán en la radiografía.

El error más frecuente en el uso de las rejillas es el posicionamiento inadecuado ya que debe estar posicionada de forma precisa en relación al objetivo del tubo de rayos x y a los rayos x centrales:

REJILLA FUERA DE PLANO: se produce normalmente por tener un tubo de radiografía mal posicionado y también por malas condiciones de la rejilla. ⁽¹²⁾

Si los rayos centrales inciden con un ángulo incorrecto sobre la rejilla, entonces todos los rayos x incidentes estarán inclinados y se genera un recorte de radiación a lo largo de toda la radiografía, resultando en valores bajos en la densidad óptica de la radiografía. Figura 14. ⁽¹²⁾

Esto se puede evitar poniendo atención en la instalación de rejillas y al posicionamiento, cuidando que el tubo de rayos x este alineado con la rejilla. ⁽¹²⁾

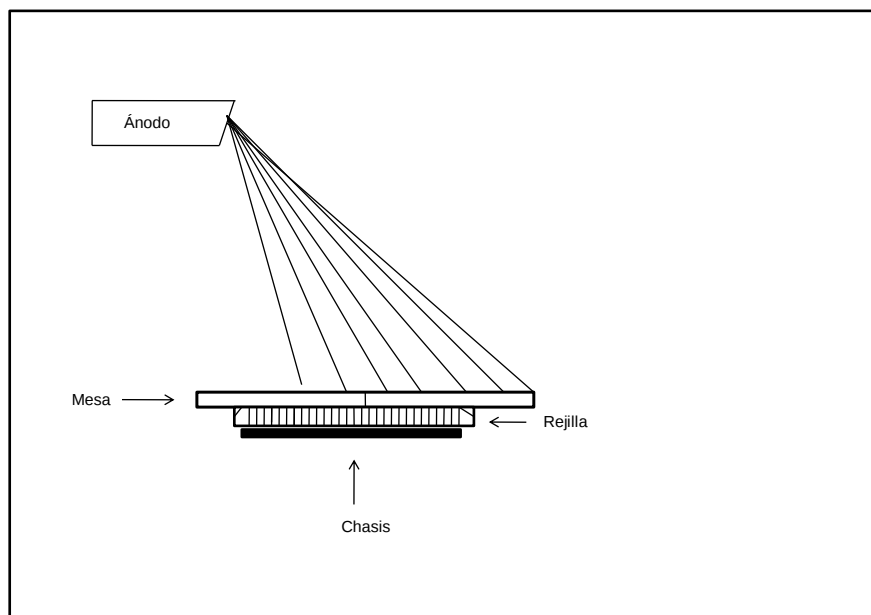


Figura 14: Corte de rejilla por no estar centrada con el tubo de rayos x. Han 2001

REJILLA FUERA DEL FOCO: Una rejilla situada más lejos de la distancia focal produce recorte de radiación. ⁽⁵⁾⁽¹²⁾

REJILLA AL REVES: Una imagen radiográfica tomada con la rejilla colocada al revés muestra graves recortes de radiación a ambos lados de los rayos x centrales. ⁽⁵⁾⁽¹²⁾

CHASIS

Es un estuche ideado para contener la película y protegerla de la luz ambiental, es de forma rectangular de 1.3cm de espesor, su constitución es hermética a la luz, el frente del chasis permite el paso de los rayos x. Tiene un pequeño rectángulo en una de sus esquinas que sirve de bloqueador ante la radiación, el cual puede servir para la identificación de la radiografía.⁽⁸⁾⁽¹⁹⁾

Su función principal es la de proteger de la luz la película radiográfica y sirve para el transporte de la película radiográfica de un lugar a otro.⁽³⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁴⁾

Existen dos tipos de chasis:

El que cuenta con pantallas: Es un estuche rígido con pantallas intensificadoras (ver más adelante). Debe asegurar un perfecto contacto entre pantallas y película, llevando en su interior un sistema de gomaespuma para asegurar el contacto entre estas. Figura 15.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹⁹⁾



Figura 15: Chasis con pantallas intensificadoras. Cortesía Anatomía topográfica FES Cuautitlán 2008.

El chasis tiene dos caras, una anterior o tapa que debe ser radiolúcida y resistente para la protección de la película y la cara posterior o fondo la cual tiene que absorber la radiación secundaria.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁶⁾

Las medidas en que se encuentran los chasis son: Cuadro 2.⁽³⁾⁽⁸⁾⁽¹³⁾

ANALOGÍA DE LAS MEDIDAS DE LOS CHASIS EN CENTÍMETRO Y PULGADAS.

CENTÍMETROS	PULGADAS
20.3 x 25.4	8 x 10
25.4 x 30.4	10 x 12
27.9 x 35.6	11 x 14
35.6 x 35.6	14 x 14
35.6 x 43.2	14 x 17

CUADRO 2 MODIFICADO DE MANUAL PARA LA TOMA DE ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS DEL LABORATORIO MÉDICO DEL CHOPO UNIDAD LA VILLA 2000.

El chasis que no tiene pantalla: La película se va a encontrar en el interior de un paquete de cartón o plástico para la exposición directa, protege a la película de la luz y se desecha después de su uso. Hay desechables y reutilizables. Figura 16.⁽¹⁹⁾

Consta de dos partes una posterior o respaldo donde en ocasiones se encuentra una lámina de plomo cubierta de papel negro y la parte anterior o frontal formada por una bolsa o sobre donde se introduce una película especial con envoltura de papel negro y cerrado, quedando la película protegida de la luz. No utiliza pantallas intensificadoras.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾



Figura 16: Chasis sin pantallas intensificadoras. Cortesía del Hospital de Especialidades Veterinarias FMVZ.

Los chasis se deben manejar con cuidado, no se deben dejar caer ni colocar objetos pesados sobre ellos, pues podría alterarse el contacto entre película y pantalla y un área de la imagen quedaría borrosa.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾

PANTALLAS INTENSIFICADORAS

Contienen cristales fluorescentes denominados luminóforos, pegados a una lámina de cartón o plástico, cuando se exponen a los rayos x emiten un haz de luz.⁽¹⁶⁾

Con cada fotón de rayos x que absorba, la pantalla emite mil fotones, así se va a amplificar el efecto fotográfico de los rayos x.⁽¹⁶⁾

El 95% de la densidad de la película se debe a la luz procedente de las pantallas intensificadoras.⁽³⁾⁽⁵⁾

Se sujetan mediante una base de plástico o de cartón, junto a la base se encuentra una capa fina reflejante que refleja la luz hacia el lado de la película o hacia el frente de la pantalla. Figura 17.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾



Figura 17: Pantallas intensificadoras dentro del chasis. Cortesía Anatomía Topográfica FES Cuautitlán 2008.

Los materiales más comunes que se emplean para la elaboración de las pantallas son el tungstato de calcio (emiten luz azul) y compuestos que contienen tierras raras (emiten luz verde o azul), estas últimas permiten una reducción en el tiempo de exposición, en comparación con las primeras.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹⁶⁾

Se componen de:

Capa protectora: Se aplica a la cara de la pantalla, las principales funciones de esta capa son la de prevenir la existencia de estática al momento de cargar y

descargar las películas, brindar protección física y permitir la limpieza de la superficie.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

Fósforo: Convierte el haz de rayos x en luz. Es la capa activa de las pantallas intensificadoras, emite luz durante la estimulación de los rayos x.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽²⁴⁾

RELACIÓN ENTRE TIPO DE FÓSFORO Y COLOR DE LAS PANTALLAS INTENSIFICADORAS

TIPO DE FÓSFORO	COLOR DE LA PANTALLA
Tungstanato de Calcio	Azul
Tierras raras (Oxisulfuros y Xibromuros de Yodo)	Verde o Azul

CUADRO 3 MODIFICADO DE BUSHONG 2005

Base: Capa más alejada de la película, sirve como soporte mecánico a la capa de fósforo activa, elaborada de poliéster.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

Capa reflexiva: Se encuentra entre el fósforo y la base, está hecha de una sustancia brillante como el óxido de magnesio o el dióxido de titanio. Su función es incrementar la eficiencia de las capas intensificadoras.⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

VELOCIDADES DE LAS PANTALLAS

La velocidad de la pantalla se determina por el grosor de la capa de luminóforos, el tamaño de los cristales de fósforo y con qué eficiencia absorbe los rayos x y los convierten en luz visible que interactúa con la película. Al aumentar la velocidad se va a presentar pérdida de resolución.⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾

La velocidad se expresa numéricamente, el límite de velocidad de pantalla va desde 100 que son las pantallas lentas en tiempo pero detalladas en imagen, a 1 200 que son pantallas muy rápidas.⁽⁵⁾⁽¹²⁾

Velocidad alta: Tiene una capa de fósforo y cristales gruesos, requieren menor exposición en comparación con las siguientes, también dan un menor detalle. Las pantallas de alta velocidad formadas por tierras raras tienen velocidades superiores a 1200. Tiene baja resolución.⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾

Velocidad media: Da un buen detalle y tiene un tiempo de exposición aceptable. Tiene una velocidad de 400. ⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾

Velocidad Lenta: Con ellas se puede conseguir un detalle máximo pero requiere tiempo de exposición más largo, tienen velocidades de aproximadamente de 50 a 100 y tienen alta resolución. ⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾

VENTAJAS DEL USO DE PANTALLAS INTENSIFICADORAS

AUMENTAN	DISMINUYEN
Flexibilidad en la selección de kVp	Dosis del paciente
Ajuste en el contraste radiográfico	Exposición
La resolución cuando se usan puntos focales más pequeños	Producción de calor por parte del tubo de rayos x

CUADRO 4 MODIFICADO DE BUSHONG 2005

CUIDADO DE LAS PANTALLAS

El manejo de las pantallas requiere el máximo esfuerzo en su cuidado porque hasta un arañazo con la uña produce artificios y degradan la imagen radiográfica. ⁽¹⁶⁾

La película se debe remover moviendo el chasis sobre el borde dejándola sobre sus dedos, nunca extraerla del chasis con las uñas. ⁽¹⁶⁾

Procurar no dejar el chasis abierto por que las pantallas se pueden dañar con cualquier cosa que pueda caer sobre ellas como polvo o productos químicos, incluso el humo de cigarro. La suciedad en las pantallas intensificadoras genera estática y artificios. ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

Se deben lavar periódicamente, lo cual se va a determinar por la cantidad de uso y el nivel de polvo presente en el área de trabajo. Cuando hay mucha actividad puede ser necesario lavar las pantallas una vez al mes. ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

Existen preparaciones comerciales que contienen elementos antiestáticos que son muy útiles, también pueden ser lavadas con jabón suave y agua, se deben enjuagar con cuidado y secar perfectamente, ya que si la pantalla esta húmeda la emulsión de la película puede pegarse a ella causando daños irreparables.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

Nunca usar alcohol o productos abrasivos pues puede dañar la capa protectora o la capa de fósforo.

La fidelidad del contacto de la película con las pantallas, se puede revisar radiografiando una malla de cables equidistantes, si hay áreas más oscuras y emborronadas el contacto es malo y se debe corregir o cambiar el chasis.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

La única causa por la que las pantallas pueden quedar fuera de uso es un manejo y un mantenimiento poco adecuado.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

PELÍCULAS

La película radiográfica tiene un papel muy importante dentro de la radiología, ya que en ella va a quedar impresa la imagen.

Consta de varias capas:

Capa Adhesiva: Se encuentra entre la emulsión y la película, asegura que estas mantengan un adecuado contacto y una integridad apropiada durante el uso y procesamiento de la película, además de actuar como una cubierta protectora que disminuye el daño físico o mecánico que puede sufrir la emulsión.⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

Base: Se localiza en el centro de la película, su función es promover una estructura rígida que permita el posterior recubrimiento con la emulsión, es flexible y resistente a fracturas lo que permite la fácil manipulación. Se fabrica regularmente de poliéster. Tiene una transparencia uniforme y es transparente a la luz, no crea formas ni oscurecimiento indeseados en la imagen.⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

Se le añade una base de colorante para teñirla levemente de azul, lo que ayuda a disminuir el cansancio del ojo y la fatiga, mejorando la eficiencia y precisión del diagnóstico. ⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾

Emulsión: Es el material con el cual los rayos x o fotones interaccionan y transfieren información. Consiste en una mezcla de gelatina y cristales de halogenuro de plata, recubre las dos caras de la base de la película, ofreciendo una mayor sensibilidad, incrementando la densidad y el contraste. ⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

La gelatina, va a proteger la emulsión de rasguños, presión y contaminación, durante la manipulación, procesado y almacenamiento. ⁽¹²⁾

La gelatina es similar a la que se hace para postres pero tiene una calidad superior, es transparente para que pueda transmitir la luz y porosa para que los líquidos del proceso del revelado penetren hasta los cristales de haluro de plata. ⁽¹²⁾

El cristal de haluro de plata es el ingrediente activo de la emulsión radiográfica, el 98% del haluro de plata es bromuro de plata y el resto es yoduro de plata. ⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾

CARACTERISTICA DE LAS PELICULAS

- Densidad fotográfica: Es el ennegrecimiento de una zona de la imagen fotográfica, permite la distribución de las densidades. ⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾
- Contraste de la película: Relación entre los valores de intensidad luminosa, se define como la diferencia de densidades. ⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾
- Velocidad de la película: Se determina dependiendo del tamaño de los cristales de bromuro de plata, la velocidad de la película establece la cantidad de radiación necesaria para producir la imagen de la radiografía. ⁽³⁾⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

TIPOS DE PELÍCULAS

Películas para chasis con pantalla: Son más sensibles a la luz producida por las pantallas intensificadoras, se fabrican con cristales que son sensibles a la

luz fluorescente. Este tipo de películas necesitan de menor tiempo de exposición, se dividen en:⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾

- Películas sensibles al azul: son más sensibles a la luz emitida por las pantallas que contienen fósforos los cuales emiten una luz azul.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾
- Películas sensibles al verde: es más sensible a la luz procedente de los fósforos que emiten luz verde.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾

Películas de exposición directa: Estas son más sensibles a la radiación ionizante, debido a que no emplea el efecto intensificador de las pantallas, necesita mayor tiempo de exposición que la película que tiene pantalla, se puede necesitar de anestesia general o sedación profunda para prevenir artefactos debido al movimiento en la radiografía por un miliamperaje segundo (mAs) más elevado.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾

Contiene una concentración más alta de cristales de haluro de plata para mejorar la interacción con los rayos x. Se encuentran disponibles en envoltorios de papel individuales.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹²⁾

VELOCIDADES DE LA PELICULA

La velocidad es principalmente función de la concentración y la cantidad de cristales de haluro de plata, la velocidad va a cambiar aumentando el tamaño de los cristales de halogenuro de plata.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁴⁾

La velocidad determina la cantidad de luz que se necesita para producir una imagen en la radiografía. A medida que se aumenta la velocidad del receptor de imagen la resolución disminuye.⁽¹⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

Se van a clasificar en:

Velocidad Alta: Tiene cristales grandes y necesita menos exposición que la película lenta pero produce menor definición radiográfica.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁶⁾

Velocidad Media: En la mayoría de los procedimientos radiográficos en veterinaria se emplean este tipo de películas ya que tienen medidas intermedias entre las de velocidad rápida y lenta.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁶⁾

Velocidad Lenta: Tiene cristales muy pequeños, que proporcionan mayor definición, pero requieren de mayor tiempo de exposición. ⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁶⁾

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION DE LA PELICULA

Se deben almacenar en un lugar fresco y seco, además de estar alejadas de vapores químicos. ⁽²³⁾

El manipular o almacenar inadecuadamente las películas radiográficas resulta en artificios que interfieren en el diagnóstico. ⁽²³⁾

La marca de cualquier objeto afilado como las uñas aparece como un artefacto.

La película es sensible a la presión por lo que debe ser almacenada en posición vertical y sin colocar nada encima. ⁽²³⁾

Doblar la película antes del proceso de revelado genera artificios en forma de línea.

El calor reduce el contraste y la definición de la radiografía, la temperatura ideal de almacenamiento es de 20°C, las películas se deben mantener a 10°C, si se almacenan por un año. ⁽²³⁾

El almacenamiento bajo condiciones de humedad elevada reduce el contraste por la disminución de la definición, además de manipularse y almacenarse en la oscuridad, debido a que solo con luz de seguridad se puede exponer la emulsión antes del proceso de revelado, si se expone total o parcialmente a luz brillante se crea un gran artefacto. ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽²³⁾

Durante el revelado automático un sistema de transporte deteriorado o sucio puede causar artefactos identificados normalmente por su repetición.

Cada caja tiene una fecha de caducidad que indica el tiempo máximo de almacenamiento de la película. ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾

El envejecimiento resulta en pérdida de velocidad y contraste, además de un incremento en la posibilidad de velo. ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾

TAMAÑO DE LA PELÍCULA

RELACION ENTRE LAS MEDIDAS DE LAS PELÍCULAS EN CENTÍMETROS Y PULGADAS

CENTÍMETROS	PULGADAS
20.3 x 25.4	8 x 10
25.4 x 30.4	10 x 12
27.9 x 35.6	11 x 14
30x 35	
35.6 x 35.6	14 x 14
35.6 x 43.2	14 x 17

CUADRO 5 MODIFICADO DEMANUAL PARA LA TOMA DE ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS DEL LABORATORIO MÉDICO DEL CHOPO UNIDAD LA VILLA 2000.

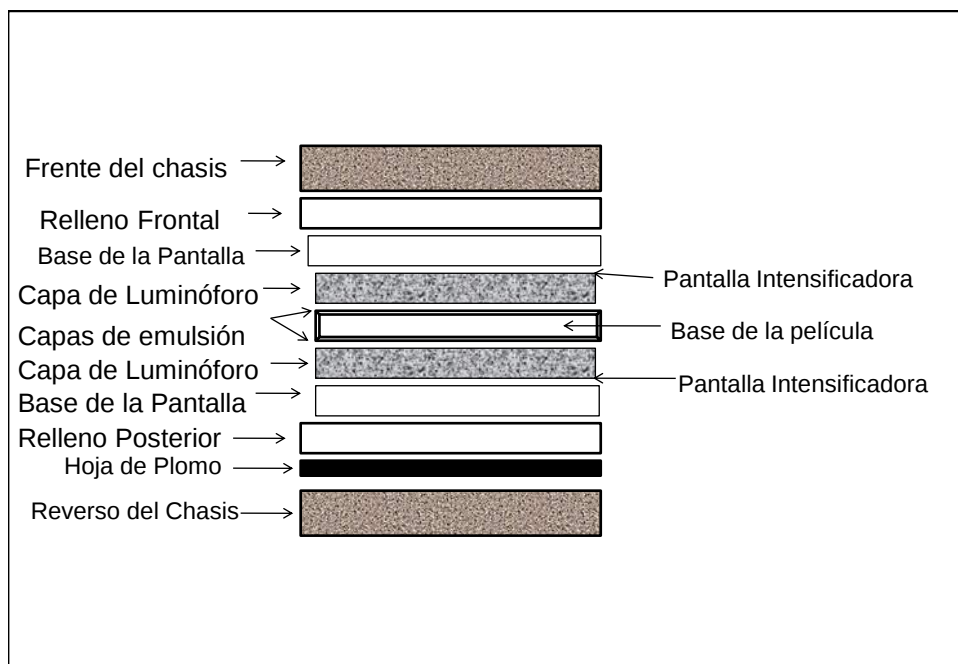


Figura 18: Relación entre el chasis, pantallas intensificadoras y la película radiográfica. Guía para la toma de estudios radiográficos del laboratorio Médico El Chopo 2000.

NOTA: Existen 2 tamaños de películas muy similares 27.9 x 35.6 y 30 x 35; ambas se expenden para el chasis 11 x 14; por esta razón se debe tener cuidado y revisar que efectivamente la película sea la adecuada para el chasis que se tiene.

NEGATOSCOPIO

Es una caja provista de luz difusa de alta intensidad y que de ser posible es mejor que cuente con un regulador de potencia lumínica. La superficie de apoyo de la radiografía es un vidrio opalino que mejora las condiciones de iluminación.⁽³⁾

LAMPARA DE LUZ INTENSA

En el área de interpretación se debe contar además del negatoscopio, con una lámpara de luz intensa que permita observar las zonas más oscuras de las radiografías. Se puede utilizar una lámpara de escritorio o bien adquirir una especializada que se adquiere en dónde se venden insumos para radiólogos.

5. FACTORES DE EXPOSICIÓN

Los factores de exposición, son el Miliamperaje, Kilovoltaje, Tiempo y Distancia, estos van a controlar la densidad radiográfica, la variación de alguno de estos factores, requiere del ajuste de otro para conservar una adecuada densidad radiográfica.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾

Las selecciones en el panel de control se basan en una evaluación del paciente, el grosor de la parte anatómica, el estudio a realizar y el tipo de accesorio utilizado.⁽⁶⁾⁽⁸⁾

MILIAMPERAJE Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN

El miliamperaje (mA) determina el número de rayos x producido y por lo tanto la cantidad de radiación recibida, controla el grado de calentamiento del filamento.⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁹⁾

El tiempo de exposición va a determinar todo el proceso de producción de rayos x; es decir: La fase de calentamiento del filamento determinado por el mA, el flujo de electrones a través del tubo de rayos x y salida de rayos x hacia el paciente.⁽¹⁹⁾

El tiempo se debe mantener tan corto como sea posible, con la finalidad de disminuir la pérdida de definición que resulta por el movimiento del paciente.⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾

Dependiendo del tipo de aparato que se tenga el tiempo se expresa en segundos, décimas de segundo o hasta milésimas de segundo.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

La cantidad de rayos x necesaria para una exposición se expresa mejor como el producto del mA y el tiempo de exposición resultando en Miliamperaje segundo (mAs).⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁶⁾

Las pantallas elaboradas con tierras raras permiten usar mAs más bajos en comparación con los de las pantallas elaboradas con Tungstato de calcio.⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

El mA y el tiempo de exposición son inversamente proporcionales por lo tanto a mayor mA menor tiempo es necesario para mantener el número de rayos x que se quiere generar.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁴⁾

Ejemplo: $20 \text{ mA} \times \frac{1}{2} \text{ seg} = 10 \text{ mAs}$, $200 \text{ mA} \times \frac{1}{20} \text{ seg} = 10 \text{ mAs}$.

El mAs va a regular la liberación de electrones para formar una nube alrededor del filamento del cátodo, cuando este aumenta lo hace también la temperatura generando así mas electrones, por lo que también aumenta la densidad de la radiografía ya que se producen más rayos x, por lo tanto a mayor mAs mayor obscurecimiento de la radiografía.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁹⁾⁽²²⁾

El mAs está relacionado con el grado de ennegrecimiento de la radiografía, pero no va a interferir en el contraste.⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾

Una modificación en el mAs no va a cambiar la energía de los electrones que viajan del cátodo al ánodo, solo altera el número de electrones.⁽¹²⁾⁽²⁶⁾

Si se quiere duplicar la densidad de la radiografía se debe duplicar el mAs. Por el contrario si se quiere disminuir la densidad de la película se debe disminuir el mAs a la mitad.⁽⁵⁾⁽²²⁾⁽²⁴⁾⁽²⁶⁾

KILOVOLTAJE

Regula la velocidad de electrones que circulan del filamento al ánodo, control primario de la calidad del haz de rayos x, es medido en kilovoltios.⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾

La nube de electrones cargada negativamente se encuentra del lado del cátodo, al incrementar el kilovoltaje, aumenta la carga positiva en el ánodo, lo que provoca que electrones crucen con mayor rapidez; ampliando la fuerza de colisión con el blanco, dando como resultado rayos x de longitud de onda más corta, lo que da con un mayor poder de penetración, por lo que el kilovoltaje (kV) va a determinar el grado de penetración de los rayos x.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁶⁾

El término más empleado para esta medición es el pico de kilovoltaje (kVp) el cual va a indicar el máximo de energía obtenida en el marco de kilovoltaje.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹⁹⁾

El aumento en el kVp va a producir mayor penetración y a la inversa a menor kVp menor penetración de los tejidos.⁽¹²⁾⁽²²⁾⁽²⁶⁾

El kVp se determina por el grosor de la parte anatómica que se va a estudiar por lo tanto cuanto más gruesa sea la parte a radiografiar el kVp va a aumentar ya que se necesita mayor penetración.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹⁹⁾

El kVp es el único factor de exposición que puede controlar las escalas de contraste:

Escala de contraste larga o de bajo contraste: en la cual el cambio de blanco a negro es gradual, esto es por que pasa a través de numerosos tonos de grises. Esta escala se obtiene empleando una combinación de alto kVp y bajo mAs, se emplea para obtener radiografías de tórax. Figura 19.⁽¹⁹⁾

Escala de contraste corta o de alto contraste: en esta el cambio de blanco a negro es súbito ya que no pasa por ningún tono de gris. Esta escala se obtiene empleando una combinación de bajo kVp y alto mAs, se emplea para obtener radiografías de hueso. Figura 19.⁽¹⁹⁾

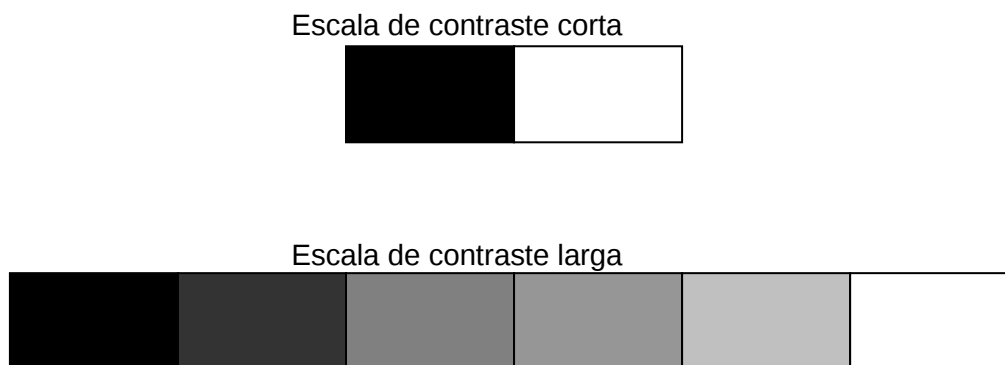


Figura 19 Escalas de contraste. Modificado de Méndez 2007.

El KVp se puede determinar con la *regla de Sante* dice que el grosor del área de interés se multiplica por dos y se suma a (k), la cual es una constante que va a representar la distancia entre el tubo de rayos x y la película, pero expresado en pulgadas; debido a que la distancia entre el tubo de rayos x y la película es generalmente de un metro la (k) más empleada es de 40 pulgadas".⁽⁶⁾ Por lo tanto:

$$\text{Grosor del tejido} \times 2 + 40 = \text{kVp.}$$

El espesómetro es un aparato de medición del grosor de las partes anatómicas, que es necesario para determinar el valor de kVp requerido para realizar la exposición.⁽⁶⁾

La relación entre el mAs y el kVp es inversamente proporcional ya que si se aumenta el valor del mAs se debe disminuir la cantidad de kVp.

NOTA:

Es importante considerar que el valor del kVp obtenido por la fórmula de **Sante** dice que puede tener modificaciones dependiendo el valor corporal, esto debido a factores anatómicos o clínicos, por ejemplo una radiografía de cráneo que para la proyección lateral tiene un espesor de 8cm, la fórmula da como resultado un kVp de 56, pero el cráneo tiene un elevado volumen óseo, lo que dificulta el paso de los rayos x, la radiografía tomada con un kVp de 56 tiene alta probabilidad de salir subexpuesta. Otro ejemplo es un abdomen del que se sospecha de piometra con un espesor de 12cm, según la fórmula le corresponde un kVp de 64, pero se debe tener en cuenta que el aumento de fluido intrauterino y la distensión de los cuernos dentro del abdomen van a dificultar el paso de la radiación de lo que pasaría un abdomen normal.

DISTANCIA

Es la distancia que existe entre el punto focal en el ánodo y la película radiográfica, esta distancia se mantiene constante entre 91.44 y 101.6 cm. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾

La ley del cuadrado inverso dice que la intensidad de los rayos x es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia., ósea si se duplica la distancia la intensidad de radiación disminuye a la cuarta parte y por lo tanto se debe multiplicar el mAs por cuatro para mantener una adecuada densidad radiográfica, el kVp permanece constante ya que no se afecta el poder de penetración.⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁹⁾

**RELACIÓN ENTRE FACTORES DE EXPOSICIÓN, GRADO DE
PENTRACIÓN Y CANTIDAD DE RAYOS X**

INCREMENTANDO	GRADO DE PENETRACIÓN	CANTIDAD DE RAYOS X
mAs	No se afecta	Aumenta
KVp	Aumenta	Aumenta
Distancia	No se afecta	Se reduce
Filtración	Aumenta	Se reduce

CUADRO 6. MODIFICADO DE BUSHONG 2005.

6. CARTA TÉCNICA

En cada sistema de imagen radiográfica se debería tener disponible una guía o carta que describa los métodos estandarizados para producir de manera consistente imágenes de alta calidad.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Las cartas de técnicas radiográficas son las tablas que ofrecen los medios para determinar los factores técnicos específicos para ser empleados en un examen radiográfico determinado.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

El objetivo de la carta técnica es proporcionar un método para la elección de los factores apropiados de exposición, para dar un diagnóstico radiográfico apropiado.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Facilitan la comparación de los exámenes del mismo paciente realizados en diferentes fechas y por distintas personas si es el caso de una clínica u hospital.⁽⁴⁾⁽⁵⁾

Para que una carta técnica tenga éxito se debe entender su propósito, como ha sido elaborada y como se usa.⁽⁶⁾

El uso de la carta técnica es importante en relación a la protección al paciente y al personal que toma el estudio, ya que evita la repetición de radiografías por el uso inadecuado de los factores de exposición.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾

La preparación de esta carta resulta ser una tarea de suma importancia y una vez en uso deben ser constantemente evaluadas y modificadas en caso de ser necesario.⁽⁴⁾⁽¹²⁾

La carta técnica se basa en el grosor del área anatómica a radiografiar y en el tipo de tejido de interés; en su elaboración influyen múltiples factores que se describen a continuación. Por esta razón debe ser elaborada para un equipo y sólo funciona para ese equipo en especial y no para otro aunque sea de la misma marca y modelo, sin embargo, una carta técnica puede tomarse como punto de referencia para iniciar la elaboración de otra para un equipo diferente.⁽⁶⁾

FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA ELABORAR UNA CARTA TÉCNICA⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

- 1.Velocidad de las pantallas.
- 2.Velocidad de las películas.
- 3.La distancia foco – película se debe estandarizar entre 91 a 102 cm.
- 4.Tipo de filtro empleado.
- 5.Uso o no de rejilla y tipo de rejilla que se tiene.
- 6.Se debe verificar que coincida el colimador con el haz de rayos x, con el fin de reducir las variables en la elaboración de la tabla técnica.
- 7.Temperatura y tiempo de procesado de la película, si el revelado es manual o automático.
- 8.Calidad y tiempo de las soluciones del proceso de revelado.
- 9.Regiones anatómicas específicas, cuando se realizan exámenes radiográficos para revisar tejido óseo se debe establecer menor kVp y mayor mAs, por que requiere mayor absorción de radiación, por lo contrario cuando se realiza un estudio para observar tejidos blandos se debe aumentar el kVp y disminuir el mAs ya que necesita menor absorción.
- 10.Las diferentes especies que se pueden presentar.
- 11.Condición corporal del paciente.
- 12.Las variables que pueden afectar a la densidad radiográfica deben ser eliminadas comenzando con los agentes químicos de procesado de la película, para lo cual no deben ser nuevos ni viejos, sino con un tiempo de uso intermedio.

Una vez que lo anterior se ha establecido, se puede construir la carta técnica y estos factores no deben cambiarse, ya que si alguno de estos puntos es cambiado se debe modificar la carta.⁽⁶⁾

Las características de muchas regiones anatómicas revisadas en veterinaria varían mucho en cuanto a tamaño, densidad y forma, lo que dificulta el desarrollo de una carta técnica, para perros y gatos. Se recomienda tomar en cuenta las siguientes regiones:⁽⁴⁾⁽⁶⁾

- Extremidades
- Abdomen

- Tórax
- Pelvis y columna
- Cráneo

TIPOS DE CARTAS TÉCNICAS

Las cartas técnicas se clasifican de acuerdo a diferentes factores, por ejemplo pueden elaborarse considerando las características del equipo radiográfico con el que se cuente; se realizan basadas en la modificación del miliamperaje y con el pico de kilovoltaje fijo o a la inversa, establecidas en la modificación del pico de kilovoltaje y el miliamperaje fijo. También es útil tener una carta técnica para utilizarse con rejilla y otra para pacientes o regiones corporales que midan menos de 10 cm y que por lo tanto no requieren del empleo de rejilla. Si en la clínica se tienen chasis con diferentes tipos de pantallas intensificadoras, se requerirá una carta técnica diferente para cada tipo de pantalla. En aquellos hospitales en dónde se atienden casos de fauna silvestre, será necesario desarrollar cartas técnicas para aves pequeñas, iguanas, mamíferos pequeños etc.

MATERIALES NECESARIOS PARA ELABORAR UNA CARTA TÉCNICA

(4)(5)(6)

1. Se necesita un perro de edad madura (5 años aproximadamente) y condición corporal promedio; con un peso aproximado de 18Kg, con masa muscular moderada, de pelo corto y limpio.
2. Es necesario un chasis de 14 x 17 pulgadas con combinación película – pantalla de velocidad media.
3. Dividir el chasis con láminas de plomo o usar cerrado el foco del colimador, esto con el fin de realizar tres exposiciones de prueba con diferentes factores de exposición para hacer la evaluación de la mejor técnica.
4. Asegurar que la rejilla este bien colocada.
5. Centrar el rayo en la región a estudiar.
6. El proceso de revelado en el cuarto oscuro se debe estandarizar, la concentración de las soluciones debe ser adecuada, si el proceso es manual o automático, se deben rellenar las soluciones hasta los rangos recomendados.

A continuación se describe el procedimiento para elaborar 2 tipos de cartas técnicas; utilizando el mismo proceso se pueden desarrollar cartas más específicas de acuerdo a las necesidades particulares de cada clínica.

BASADA EN LA MODIFICACIÓN DEL MILIAMPERAJE Y CON EL PICO DE KILOVOLTAJE FIJO

Para el estudio radiográfico de abdomen de un perro de más de 11 cm de grosor empleando rejilla. ⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

- 1) El perro se debe colocar en decúbito lateral, se debe medir cuidadosamente el punto más ancho de la región del abdomen.
- 2) Se puede hacer el cálculo del miliamperaje segundo basados en la capacidad que tiene el equipo de rayos x por ejemplo:

Capacidad de 300 mA = $300 \times 1/20 = 2.5 \text{ mAs}$

$$300 \times 1/60 = 5 \text{ mAs}$$

Capacidad de 100 mA = $100 \times 1/20 = 0.8 \text{ mAs}$

$$100 \times 1/60 = 1.6 \text{ mAs}$$

Existen diferencias en la selección del mAs con relación a la velocidad de las pantallas intensificadoras que se empleen para la realización de la carta técnica. Ver cuadro 7:

RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE LAS PANTALLAS CON LA SELECCIÓN DEL mAs

VELOCIDAD DE LA PANTALLA	RANGOS DE SELECCIÓN DEL mAs
Rápidas	2.5 a 10
Medias	5 a 12.5
Lentas	30 a 40

CUADRO 7 MODIFICADO DE LAVIN 2003.

Se pueden emplear las siguientes exposiciones con un kVp de 70 y 2.5, 5 y 10 de mAs, de forma arbitraria.

- 3) Se procesa la película de forma habitual.

- 4) Se califica la calidad técnica de cada una de las exposiciones, de acuerdo a si la radiografía se observa: Sobrexpuesta, subexpuesta o adecuada.
- 5) Si la película esta subexpuesta se deben realizar otras tres exposiciones usando 70 kVp y 10, 20 y 40 mAs o bien 80 kVp y 5, 10, 20 mAs.
- 6) Procesar la película, si la calidad de la radiografía es adecuada se anotan los valores que se tomaron para esa exposición, si la exposición es incorrecta se debe evaluar el tipo de rejilla, el tipo de pantalla o disminuir la distancia foco – película.

FACTORES DE MODIFICACIÓN USANDO mAs FIJO: ⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

En los siguientes casos se recomienda aumentar el mAs 10 %

- Fluidos pleurales o cardiomegalia generalizada
- Derrame peritoneal*
- Pacientes obesos o de masa muscular grande
- Pacientes enyesados

En el caso de perros o gatos neonatales disminuir el mAs al 10%.

* Cuando el derrame peritoneal es en gran cantidad, generalmente no se recomienda realizar el estudio radiográfico del abdomen ya que comúnmente no se logran ver los órganos y sólo se ve el líquido y por lo tanto no se obtiene mayor información.

BASADA EN LA MODIFICACION DEL PICO DE KILOVOLTAJE Y MILIAMPERAJE FIJO

Para el estudio radiográfico de abdomen de un perro de más de 11 cm de grosor empleando rejilla. ⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾

El kVp varía de acuerdo al valor del grosor del tejido a examinar del paciente, por lo que se va a seleccionar un kVp óptimo para penetrar adecuadamente la parte anatómica que requiere el estudio radiográfico. ⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾

Se debe medir cuidadosamente al paciente antes de seleccionar los factores de exposición para el desarrollo de una carta técnica. ⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹²⁾

- 1) El perro se debe colocar en decúbito lateral para realizar un estudio de abdomen, se debe medir cuidadosamente el punto más ancho de la región.

- 2) Se realizan tres exposiciones, para el cálculo del kVp se debe utilizar la regla de Sante ($\text{Grosor del tejido} \times 2 + (40) = \text{kVp}$); para la segunda exposición se aumenta el 10 % del kvp y para la tercera se disminuye el 10% del kvp. Para fijar el miliamperaje se debe elegir el más alto para obtener el mAs que se desea fijar con el menor tiempo de exposición posible.
- 3) Se procesa la película de forma habitual.
- 4) Se evalúan las 3 imágenes obtenidas, se selecciona la que tenga la exposición adecuada y se anota el kVp y el mAs que se utilizaron.
- 5) Si la radiografía en la que se empleó el mayor kVp aun esta subexpuesta, se debe subir este kVp de 10 a 15%.
- 6) Si la radiografía en la que se utilizó el menor kVp aun esta sobreexpuesta se debe disminuir el kVp de 10 a 15%.
- 7) Formular y trazar una carta técnica incrementando o disminuyendo el kVp por cada dos centímetros de grosor, esto hasta que se llegue a un tope de kVp de 80, después de esto se va a aumentar 3 kVp por cada incremento en centímetros de grosor, hasta un tope de 100 kVp, por encima de este valor se aumenta 4 kVp por centímetro adicional de grosor.

Se debe tomar en cuenta que cuando se tiene un paciente emaciado se deberá disminuir el valor que se le ha dado de kVp ya que se generaría una sobreexposición, en caso contrario cuando se tiene un paciente obeso se deberá aumentar el valor dado al kilovoltaje.

FRACASO DE LA CARTA TECNICA

Bajo ciertas circunstancias, las cartas técnicas fallan, por lo que no se logran producir radiografías de calidad diagnóstica. Algunas patologías causan una disminución en la densidad del tejido o una reducción en la cantidad de líquido o grasa presente dentro de la cavidad corporal, esto resulta en una imagen sobreexpuesta. Si antes de efectuar el estudio se conocen algunas de estas patologías, es posible adecuar la técnica disminuyendo el kVp de 5 a 10 kilovolts. A continuación se enlistan las patologías que con mayor frecuencia requieren de este cambio.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾

Patologías que provocan estas modificaciones son:

- a) Enfermedad ósea destructiva focal.
- b) Enfermedad ósea generalizada
- c) Tejidos blandos enfisematosos
- d) Neumotórax
- e) Megaesófago lleno de aire
- f) Atrapamiento masivo de aire pulmonar
- g) Aerofagia con estómago distendido con aire
- h) Síndrome de dilatación/ torsión gástrica
- i) Íleo obstructivo con dilatación del intestino delgado con aire
- j) Neumocólon posterior por edema
- k) Neumoperitoneo
- l) Neumocistograma
- m) Atrofia de tejidos blandos o pérdida de peso en un estudio radiográfico de control.

Algunas patologías causan un incremento en la densidad de un tejido o un aumento en la cantidad de líquido presente, dentro de la cavidad corporal lo que resulta en una radiografía subexpuesta. Si se reconocen estas patologías antes de realizar el estudio, es posible adecuar la técnica aumentando el kVp de 5 a 10% kilovoltios.⁽⁴⁾

- a) Derrame pleural
- b) Presencia de líquido en los pulmones
- c) Neumonoconiosis
- d) Fibrosis pulmonar en un paciente adulto
- e) Bronquiectasia
- f) Estudio torácico post quirúrgico
- g) Cardiomegalia
- h) Derrame pericárdico
- i) Derrame peritoneal
- j) Neumonía
- k) Atelectasia
- l) Masa abdominal voluminosa (tumor, piometra)
- m) Edema en los tejidos blandos

- n) Calcificación de tejidos blandos
- o) Estudio con medio de contraste hecho con Sulfato de Bario
- p) Cistograma con contraste positivo

El éxito de la carta técnica dependerá de emplear adecuadamente, los factores de exposición, el uso correcto del equipo complementario, del tipo de película y pantalla que se estén empleando. Además de llevar a cabo un impecable proceso de revelado.⁽²⁴⁾

7. CUARTO OBSCURO

DISTRIBUCION DEL CUARTO OBSCURO

Los clínicos interesados en el uso de radiología deben considerar construir el cuarto oscuro separado del área de exposición, el cual debe ser lo suficientemente grande para proporcionar un área seca y limpia donde se van a almacenar las películas, además debe contar con un área húmeda, donde se procesa y seca la película.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾

En el área seca se debe colocar una mesa para cargar y descargar el chasis, esta no debe ser de plástico para evitar la presencia de cargas eléctricas que forman estática y dan como resultado artificios en las películas.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾⁽¹⁵⁾

En el área húmeda se colocan los tanques de revelado y el secador de películas.

Estas áreas deben estar separadas para evitar salpicaduras de los químicos del proceso de revelado que puedan dañar las películas secas o las pantallas intensificadoras, además de que el manejo de la película en la zona húmeda o con las manos mojadas ocasiona huellas o defectos en la película, para evitar esto entre estas áreas se deben colocar toallas de papel que sirvan para secarse las manos antes de pasar del área húmeda a la seca. Figura 20.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹⁵⁾

Debe estar provista de tomas de corriente para el abastecimiento de luz de seguridad y equipo de etiquetado.⁽⁵⁾

Se recomienda pintar las paredes de blanco para reflejar la luz roja de seguridad y obtener un área de trabajo más brillante.⁽¹⁵⁾

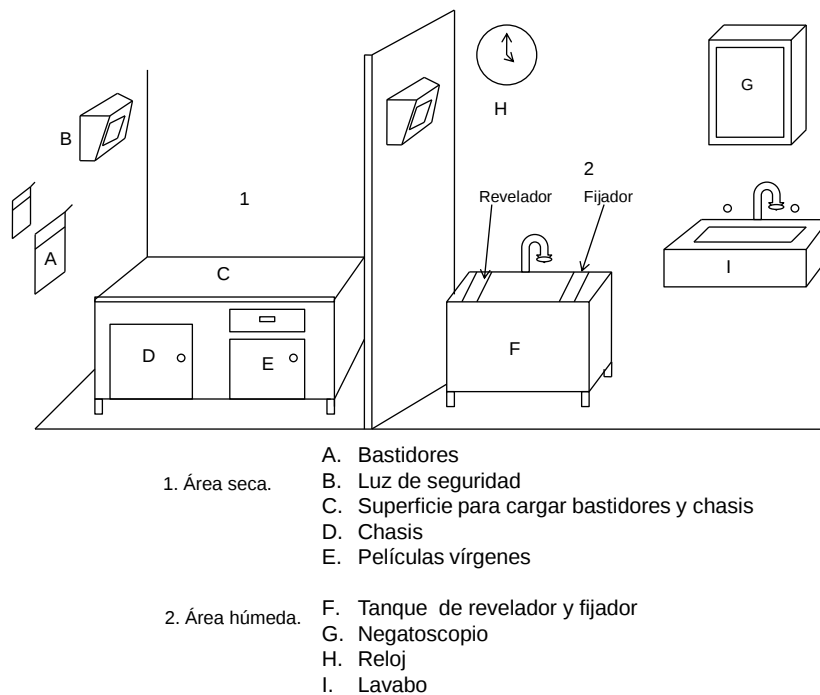


Figura 20: Distribución del cuarto oscuro para revelado manual. Modificado del Han 2001.

GRADUACION DE LA LUZ

Se debe contar con una luz de seguridad la cual se dirige hacia el techo y se utiliza reflejada para iluminar el cuarto, se instala cerca del área de trabajo pero lo más alto posible, con una altura mínima de 1.20cm, con lámparas incandescentes que tengan un filtro de color, que proporcionan suficiente luz para iluminar la cámara oscura al mismo tiempo que garantiza que la película permanezca sin exponerse.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾

Los filtros de seguridad van a depender del tipo de película que se emplea.

Cuadro 8:

FILTRO	PELICULAS
Ámbar	Sensibles al azul
Rojo	Sensibles al verde
Rojo oscuro	Si se manejan los dos tipos de película

CUADRO 8. MODIFICADO DE MORGAN 1993.

Si no se emplean los colores adecuados para cada tipo de película, estas se velarían.

VENTILACIÓN Y HUMEDAD

El cuarto oscuro debe estar ventilado para evitar la acumulación de los vapores de los productos químicos, que pueden provocar el velado de la película, por lo cual se debe contar con extractores.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾

Los gases de escape de los procesadores automáticos y secadores de la película deben ser extraídos ya que también contienen vapores volátiles.⁽³⁾⁽¹²⁾

LIMPIEZA

La limpieza del cuarto oscuro es importante ya que es el lugar donde las pantallas intensificadoras y las películas son repetidamente expuestas al aire, si la superficie de la mesa esta sucia es fácil que el polvo llegue a estar en el chasis resultando en artificios en la película, además de provocar un daño permanente a las pantallas intensificadoras.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

La suciedad y pelo en las repisas pueden caer al chasis produciendo artificios en las radiografías.⁽³⁾⁽⁵⁾

Los clips de sujeción del procesado manual también deben limpiarse regularmente.⁽¹⁵⁾

QUÍMICOS DEL REVELADO

REVELADOR:

Su función es la de reducir los cristales de plata expuestos a plata metálica negra, el tiempo de desarrollo tiene un promedio de 5 minutos, pero esto varía por el tipo de películas usadas, los tiempos largos de revelado aumentan la reducción de la plata, la temperatura ideal para este químico es de 20°C, si aumenta la temperatura se debe disminuir el tiempo que pasa la película en el revelador, si la temperatura disminuye aumenta el tiempo de la película dentro del líquido. Cuadro 9: ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁴⁾

RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA DEL REVELADOR Y EL TIEMPO DE REVELADO DE LA PELÍCULA

TEMPERATURA	TIEMPO
15.5°C	8.5 minutos
18°C	6 minutos
20°C	5 minutos
21°C	4.5 minutos
24°C	3.5 minutos

CUADRO 9. MODIFICADO DE BIRDCHARD 2001

Con un revelado adecuado todos los cristales expuestos que contienen una imagen latente se reducen a plata metálica; sin que se afecten los no expuestos. El revelador va a proteger la película de la oxidación del aire y retarda su ablandamiento.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾

Se compone de cinco ingredientes: disolvente, agentes reductores, agentes fijadores, activadores y agentes conservantes.⁽⁵⁾⁽¹⁵⁾

Cuando se cambien las soluciones, debe mantenerse el tanque del revelador limpio, evitando mezclar el químico nuevo con el viejo, lo que resulta en la oxidación de los químicos y acortando el tiempo de vida de la nueva solución.⁽¹²⁾⁽²²⁾⁽²⁶⁾

FIJADOR

Es una sustancia que limpia los cristales de halogenuro de plata restantes de la emulsión de las películas, endurece la emulsión disminuyendo el riesgo de marcas, además de que evita que la imagen desaparezca y favorece la impresión.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

Mantener una temperatura estándar de 20°C cuando más elevada es la temperatura de los agentes químicos menor es el tiempo de fijación.⁽³⁾⁽²⁴⁾

La imagen puede verse después de 15 a 20 segundos de estar en la solución fijadora, aunque requiere entre tres a cinco minutos para retirarla de la solución pero después de unos segundos se puede ver con luz blanca, sin riesgo de velado.⁽³⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁴⁾

Cuando la radiografía tiene una apariencia borrosa o nublada se debe reemplazar el fijador.⁽²²⁾

Se compone de cinco ingredientes: disolvente, acidificador, agente fijador, endurecedor y conservador.⁽⁵⁾⁽¹⁵⁾

ORDEN EN LOS PASOS DEL PROCESO DE REVELADO Y SU OBJETIVO

PASO	OBJETIVO
Revelado	Producir una imagen visible a partir de una imagen latente.
Baño de paro	Detiene el revelado y elimina el exceso de productos químicos de la emulsión.
Fijado	Elimina el haluro de plata remanente de la emulsión y endurece la gelatina.
Lavado	Eliminar el exceso de productos químicos.
Secado	Elimina el agua y prepara la radiografía para ser vista.

CUADRO 10. MODIFICADO DE BUSHONG 2005.

PROCESO DE REVELADO MANUAL

VENTAJAS:

☺ Los costos son menores que en el procesado automático.⁽²⁴⁾

DESVENTAJAS:

☹ Se emplea mayor tiempo para revelar las radiografías.⁽²⁴⁾

☹ La calidad de la radiografía no es homogénea, por error humano.⁽²⁴⁾

ACCESORIOS:

- Tanques de revelado: pueden tener una capacidad de 13 litros en los lugares donde se procesan poca cantidad de radiografías o de hasta 22 litros donde la producción es alta. Figura 21.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹⁴⁾
- Tapas para cubrir los tanques del revelador y fijador para reducir la evaporación y oxidación de los químicos.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹⁴⁾
- Termómetros: permiten checar la temperatura de los líquidos.⁽⁵⁾
- Soportes de revelado, los hay en diferentes tamaños, el material debe ser de acero inoxidable su función es la de sostener la película durante el proceso

de revelado, existen dos tipos, el primero es el que sostiene la película por dos de sus lados y el segundo la sostiene por cuatro seguros o pinzas conocidas como clips, se debe cuidar que no retengan agua al momento de secar la película ya que la pueden manchar.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹⁴⁾

- Productos químicos.⁽⁵⁾
- Cronómetro: para procesar la película en cada paso al tiempo adecuado y no dejarla más o menos tiempo del establecido.⁽⁴⁾⁽⁵⁾



Figura 21: Tanques de revelado manual. Cortesía Anatomía Topográfica FES Cuautitlán 2008.

PROCESADO DE LAS PELÍCULAS ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾

1. Checar las temperaturas de las soluciones antes de empezar a revelar el primer estudio.
2. Apagar las luces blancas y encender luces de seguridad.
3. Descargar el chasis y poner la película en los clips de sujeción.
4. Si los líquidos han quedado en reposo por algunas horas, se recomienda agitarlas, antes de iniciar el proceso.
5. Sumergir la película en el revelador.
6. Agitar suavemente la película para que no se formen burbujas de aire que puedan pegarse a la superficie de la película.
7. Recargar el chasis vacío.
8. Retirar la película del revelador, quitando el exceso de solución, enjuagar la película con agua corriente durante treinta segundos, moviendo continuamente la película evitando rayarla, esto se hace con el fin de eliminar el revelador y detener su acción.
9. Sacar la película del tanque de enjuagado, dejando que escurra el agua restante en el tanque.

10. Colocarla en el tanque de fijación y agitar suavemente para que no se formen burbujas de aire en ella.
11. Pueden encenderse las luces blancas sin causar problemas después de 30 segundos de permanecer en el fijador.
12. Sacar la película y colocarla para enjuagarla durante 30 segundos, este paso es importante ya que un lavado incorrecto provoca que la imagen se vea borrosa y de color marrón.
13. Después de lavar la película, colgar en un soporte hasta que se seque.

MANTENIMIENTO DE LOS TANQUES

Se deben mantener vigentes los químicos del proceso de revelado, es conveniente cambiar los líquidos una vez al mes dependiendo de la cantidad de radiografías que se procesen en la clínica u hospital, se debe limpiar el fondo de los tanques, para esto se puede emplear una solución clorada, ya que de no ser así se producirán radiografías de mala calidad.⁽⁴⁾⁽⁵⁾

Checar el nivel de los líquidos, ya que si el nivel de las soluciones baja provoca que la parte superior de las películas grandes (14 x 17) no entren en contacto con las soluciones.⁽⁴⁾⁽⁵⁾

El fijador se oscurece con el tiempo adoptando un color pardo que indica que se deben sustituir.⁽⁵⁾

PROCESO DE REVELADO AUTOMÁTICO Figuras 22 y 23. Cuadro 11.

VENTAJAS ⁽⁸⁾⁽²⁴⁾

- Corto tiempo de espera para obtener radiografías diagnósticas, (90 segundos).
- Se evitan repeticiones innecesarias causadas por errores en el procesamiento.
- Capacidad de procesar grandes cantidades de radiografías.
- Mantiene constantes todos los parámetros físicos y químicos que influyen en el proceso de revelado.
- Buen control de calidad.
- Se necesita un cuarto oscuro más pequeño.

DESVENTAJAS ⁽⁸⁾⁽²⁴⁾

- El equipo es costoso.
- Las reparaciones en caso de ser necesarias son caras.

Se debe valorar la adquisición de un procesador automático, recordando que ayuda a conservar el agua, la energía y los productos químicos.

Las siguientes preguntas se deben considerar para comprar e instalar un equipo automático: ⁽⁵⁾

1. ¿La carga de trabajo en la clínica justifica el empleo de una máquina de revelado automático?
2. ¿Cuál es la duración del ciclo de procesado?
3. ¿Se puede cambiar la duración del ciclo?
4. ¿Cuál es la capacidad del procesador por hora?
5. ¿Cuándo se introduce la película en la máquina de revelado, cuanto tiempo para poder introducir otra? ¿Hay un indicador para esto?
6. ¿Cuál es el tamaño de las películas que acepta?
7. ¿Qué tipos de película puede procesar?
8. ¿Cuándo puede prenderse la luz en el cuarto durante el proceso?
9. ¿El proceso es continuo o se detiene?
10. ¿Cuál es el tamaño adecuado para tu clínica?
11. ¿Cómo saber si los tanques están llenos o si hay que rellenarlos?
12. ¿La instalación es permanente o móvil?
13. ¿Cuál es el requerimiento de agua en galones/minuto?
14. ¿Cuáles son los requerimientos de drenaje?
15. ¿Se puede mover fácilmente para limpieza?

Reveladora Automática

A Revelador	C Agua
B Fijador	D Secado

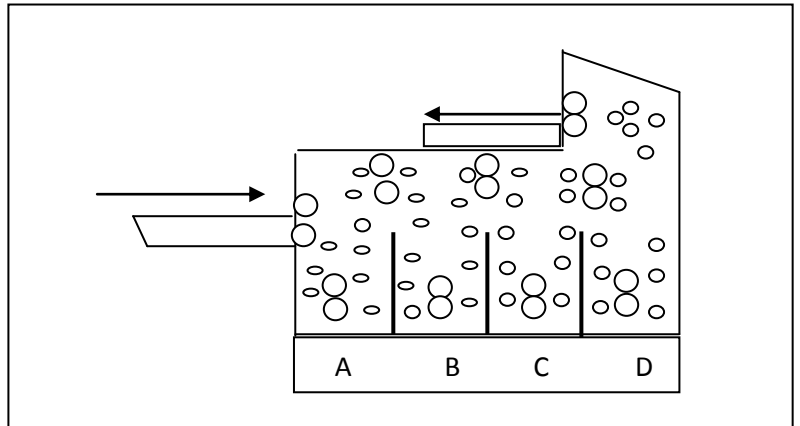


Figura 22: Secciones de revelador automático. Modificado de Lavin 2003.



Figura 23: Reveladora automática. Cortesía Anatomía Topográfica FES Cuautitlán 2008.

PRINCIPALES COMPONENTES DE UN PROCESADOR AUTOMÁTICO Y SU FUNCIÓN

SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCION
Transporte	Rodillos	Transporta la película por diferentes intervalos.
	Estante de transporte	Da soporte al movimiento de la película.
	Impulsor	Mueve y cambia la dirección del movimiento de la película a través de los rodillos. Proporciona potencia para girar los rodillos
Temperatura		Controla y ajusta la temperatura cada paso.
Circulación	Revelador Fijador	Agita los fluidos. Mezcla continuamente y filtra.
	Lavado	Hace pasar un flujo de agua en una sola dirección a un ritmo constante.
Rellenado	Revelador Fijador	Medir y reemplazar.
Secado		Elimina la humedad y extrae gases.

CUADRO 11. TOMADO DE BUSHONG 2005

En el proceso de revelado automático se omite el enjuague ya que el constante reemplazamiento de los líquidos pasa de la solución reveladora al fijador.⁽⁴⁾

Se suele limpiar el equipo cada tres meses, esto incluye el vaciado y limpieza de los tanques. Cuando se aplica alguna solución de limpieza a los tanques o

los rodillos deben limpiarse completamente antes de regresar los agentes químicos. ⁽¹²⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁴⁾⁽²⁶⁾

Los rodillos superiores deben limpiarse diariamente con agua y una esponja suave esto ayuda a eliminar la suciedad y los restos de químicos entre una limpieza y otra, ya que la acumulación de estos químicos en los rodillos pueden provocar artefactos en las radiografías, además pueden agrietarse si se dejan que los químicos oxidados se acumulen en ellos, por lo que diariamente se tienen que enjuagar. ⁽¹⁵⁾⁽²⁴⁾

RECUPERACION DE LA PLATA

Una de las principales razones para recuperar la plata de la solución fijadora, es debido a que es una sustancia química que genera efectos adversos al medio ambiente; por lo que de acuerdo a la NOM – 052 – SEMARNAT- 2005 la cual establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, instituye que el fijador no puede ser desechado al desagüe, por ser un agente toxico, causante de polución. ⁽⁶⁾⁽²⁷⁾

Para esta finalidad existen varias compañías dedicadas a la venta y servicio de sistemas de recuperación de plata o bien a la recolección, transporte y reciclaje de residuos tóxicos peligrosos radiográficos. Un ejemplo de este tipo de empresas es Deforx (www.deforx.com). ⁽²⁸⁾

Las clínicas veterinarias que tengan poca carga de trabajo pueden ir almacenando el fijador en tambos para que la compañía que haya contratado pase por ellos y sea procesado.

Si la carga de trabajo es alta se puede adquirir un sistema para la recuperación de la plata como: ⁽⁶⁾

- Reposición metálica.
- Recuperación electrolítica
- Precipitación química.

Estos sistemas pueden ser adaptados a los procesadores automáticos, para filtrar y almacenar la plata.⁽⁶⁾

Las radiografías de los casos clínicos, de más de siete años de archivadas, así como las de desecho se venden. Nunca deben tirarse a la basura.⁽⁶⁾

Como generador de este residuo, las clínicas veterinarias que toman estudios radiográficos son responsables de su manejo y disposición final de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), al cumplir con estas obligaciones, no se contaminan las aguas nacionales, se trabaja dentro de la ley y se gana dinero con la recuperación de este metal.⁽²⁸⁾

FACTORES QUE AFECTAN LA RADIOGRAFIA FINAL EN EL PROCESADO

- La concentración de los químicos del proceso de revelado.⁽¹²⁾
- El tiempo de procesado.⁽¹²⁾
- La temperatura de procesado.⁽¹²⁾
- Eventualmente la solución reveladora llega a acabarse por el tiempo y se observa amarillento o café, por lo tanto el proceso de revelado tendrá una falla en la densidad y el contraste de la radiografía.⁽¹²⁾
- Después de pasarla por el líquido fijador, el no lavar la película adecuadamente genera que adquiera un tono sepia.⁽²²⁾

8. IDENTIFICACIÓN DE LA RADIOGRAFÍA

Cada radiografía debe estar identificada de una manera que permita su localización posterior, debido a que en muchos casos se necesitan radiografías adicionales para hacer evaluaciones de una enfermedad, tratamiento o se puede emplear para alguna consideración legal. Cuando hay un problema judicial y los estudios no están identificados se expone la calidad del centro veterinario.⁽⁴⁾⁽⁶⁾

El realizar una identificación en la radiografía no es tan difícil de efectuar en comparación con el valor de perder un estudio radiográfico por no estar identificado o cuando se tienen múltiples estudios y son similares las identificaciones de los pacientes.⁽⁴⁾

DATOS EN LA IDENTIFICACIÓN RADIOGRÁFICA

Los datos que idealmente se deben encontrar en la identificación de una radiografía son: Figura 24.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²³⁾

- Fecha de la toma del estudio.
- Nombre del paciente
- Raza.
- Sexo.
- Edad.
- Nombre del gabinete, clínica u hospital donde se realizó el estudio.
- Número de expediente en caso de tenerlo.
- Se puede escribir el nombre del propietario.

Como mínimo debe tener el nombre e identificación del paciente, si se tiene agregar el número de expediente y la fecha de realización del estudio.⁽²³⁾

HOSPITAL VETERINARIO

Fecha: _____

Número de caso: _____

Nombre del paciente: _____

Raza: _____

Sexo: _____ Edad: _____

Figura 24: Ejemplo de ficha de identificación radiográfica. Gómez Saldaña Iliana 2008.

TIPOS DE IDENTIFICACIÓN

MARCAS DE PLOMO:

Son fáciles de usar en la película, este sistema consiste en usar números o letras de plomo los cuales son colocados en un sujetador o son pegadas directamente en el chasis. Las marcas de plomo atenúan completamente el rayo primario así que la película queda debajo del plomo sin exposición, por lo que aparecen transparentes en la radiografía.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽²³⁾

Se pueden comprar marcas de identificación preparadas con letras de plomo que tengan el nombre y dirección de la clínica deletreada, solo se tendrá que cambiar el nombre e identificación del paciente, así como colocar la fecha de la toma del estudio radiográfico.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽²³⁾

DESVENTAJAS:⁽⁴⁾⁽⁶⁾

- Se gasta tiempo en la colocación de las letras.
- Las letras pueden caerse o resbalarse del chasis antes de la exposición.
- Los números y las letras son pequeños y por lo tanto son fáciles de perder.
- Limitado por el espacio del colimador, al reducir el haz primario a la zona de interés.

BLOQUEADORES:

Previene o evita la exposición en una pequeña área de la película, la esquina superior izquierda del chasis es donde generalmente se coloca el bloqueador, esto se ve cuando el chasis está colocado en la superficie frontal con la espalda abierta, desde ahí se hace la marca para que el personal lo lea del lado derecho de la película, los nuevos chasis se pueden comprar con el bloqueador de plomo o se pueden comprar trozos de plomo y colocarlos a un lado del chasis o al remover una esquina de las pantallas intensificadoras, lo importante es que estos bloqueadores se pongan en la misma esquina de los chasis, esto se hace para prevenir que la identificación en el cuarto oscuro no se haga en la esquina equivocada. Figura 25.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

En el cuarto de revelado la película se remueve y el área donde se ubico el bloqueador de plomo se introduce en el aparato de impresión en el cual previamente se colocó una tarjeta de aproximadamente 3 cm x 7 cm con los datos de identificación del paciente. Este aparato emite una luz en forma de flash, de esta manera los datos escritos en la tarjeta quedan impresos en la radiografía, después del proceso de revelado de la película.⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹⁵⁾

Algunos de los aparatos de impresión son automáticos, hay otros que son manuales haciéndose con un interruptor y presionado, pero si se excede en la presión se genera una sobreexposición y los datos son difíciles de leer.⁽⁴⁾⁽¹³⁾ Se debe tener cuidado que el área de interés no esté posicionada en el sitio del bloqueador, donde no se podrá observar ni la parte anatómica ni la identificación, por la falta de exposición.⁽⁴⁾⁽⁶⁾

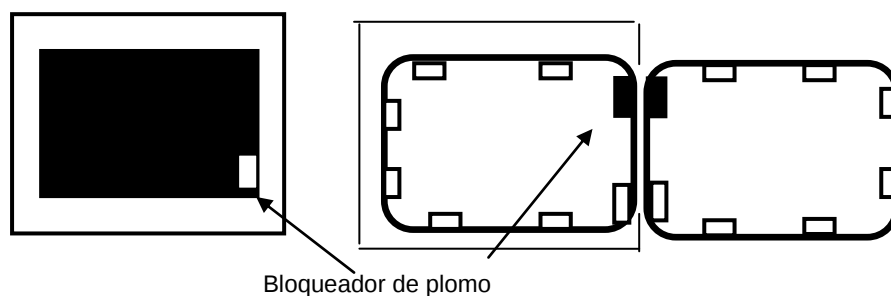


Figura 25: Chasis abierto y cerrado donde se observa el bloqueador de plomo para colocar la identificación del estudio radiográfico. Modificado de Morgan 1993.

CINTA IMPREGNADA CON PLOMO:

Se coloca en el chasis durante la exposición, se escribe en la cinta con pluma, marcador o a máquina, al hacer esto se deja una salida o hueco en la cinta, lo que crea una diferencia de densidad, permitiendo que el rayo primario la absorba selectivamente y cualquier información que se escriba en la cinta quede grabado en la radiografía.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾

OTROS MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN

Si durante la exposición o el proceso de revelado se olvida hacer la identificación, se puede realizar escribiendo en un costado de la película con un

marcador indeleble o con una cinta adhesiva, escribiendo los datos del paciente.⁽⁶⁾

MARCAJE DE LA PELÍCULA

La identificación y el marcaje son dos cosas diferentes, el marcaje indica el lado derecho o izquierdo del paciente, la dirección del rayo o muestra el tiempo que ha transcurrido durante la administración de un medio de contraste, pero es común que la identificación sirva como forma de marcaje.⁽²⁹⁾

El objetivo principal del marcaje es el de indicar el lado derecho o izquierdo del paciente.⁽²⁹⁾

No hay una forma de marcaje universal para los estudios radiográficos, esto depende de la preferencia del médico.⁽²⁾⁽²⁹⁾

MARCAS EN LA PELICULA

MARCAS DE ORIENTACION DEL PACIENTE:

Se necesita identificar la extremidad examinada o el lado del cuerpo como en los estudios de tórax, abdomen, pelvis, cabeza y cuello, estas marcas de izquierda o derecha (i, d o L, R) son hechas de plomo, son pegadas en las caras del chasis o se colocan en una forma de clip y se colocan a la orilla del chasis.⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁹⁾

MARCAS DE LATERAL Y MEDIAL:

En el caso de los miembros, es importante en aquellos donde no se encuentra un rasgo anatómico característico. Estas marcas son utilizadas ampliamente en el caso de radiografías de equinos pero en pequeñas especies son poco empleadas; ya que en la mayoría de los casos se cuenta con referentes anatómicos para distinguir el lado medial del lateral.⁽⁴⁾⁽¹⁵⁾

Se coloca una marca indicando si la estructura anatómica pertenece a medial o lateral en el caso de los miembros, por ejemplo señalando el radio o la ulna, tibia o fíbula.

MARCAS DE POSICIONAMIENTO:

Indican la naturaleza o posición del rayo, usado durante la exposición, se realiza con marcas de plomo en forma de flechas, u otro tipo de marcas que indiquen si el paciente estuvo en cuadripedestación o en recumbencia, si el rayo estuvo Cráneo – Caudal o Caudal – Craneal, Dorsoventral donde es necesario el colocar una marca accesoria para señalar el lado derecho del paciente. ⁽⁴⁾⁽⁶⁾

MARCAS O PINZAS DE PLOMO:

Son adheridas a la piel o pelo para indicar un área del paciente que es de interés clínico, un sitio de punción, un lugar donde hay mucho dolor o crepitación a la palpación. ⁽⁴⁾⁽¹⁵⁾

MARCAS DE TIEMPO O DE SECUENCIA:

Cuando se realizan técnicas con medios de contraste es necesario indicar el tiempo en el cual se hizo la radiografía, después de la administración del medio de contraste (urografía excretora, tránsito gastrointestinal) por lo que se necesita disponer de marcadores que indican el tiempo transcurrido, son marcadores en forma de reloj o con números. ⁽³⁾⁽¹⁵⁾

ARCHIVO DE LOS ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS

Algunos de los problemas que los centros veterinarios enfrentan por mala práctica son porque la calidad de archivo es deficiente ya que no cuenta con evidencia física para probar que el examen radiográfico es hecho con calidad. ⁽⁴⁾

Por lo que un sistema organizado de archivo es obligatorio en cualquier clínica u hospital veterinario, este debe ser adecuado para evitar perder tiempo en la búsqueda de estudios en las diferentes partes de la clínica, esto se debe realizar en un solo lugar y no indiscriminadamente en una torre de radiografías. ⁽⁶⁾

Un método de archivo recomendado es colocar las radiografías en sobres los cuales deben llevar la identificación del paciente, tipo de estudio realizado, colocar todas las radiografías que se le tomen posteriormente a ese paciente

en ese sobre y colocarlo en un archivero o librero por número de expediente o por un código de colores para que sea fácil la ubicación de ese expediente radiográfico.⁽⁶⁾

Se exhorta a guardar los estudios radiográficos de los pacientes por siete años o hasta que el paciente fallezca.⁽⁶⁾

No es prudente entregar los estudios a los propietarios debido a que ellos pueden perderlos o no guardarlos para su posterior análisis.

9. INTERPRETACIÓN RADIOGRÁFICA

La interpretación radiográfica es un estudio detallado de todas las anormalidades y alteraciones que se pueden observar en un estudio radiográfico, esto es posible analizándolas y comparándolas con la anatomía normal, llegando a conclusiones para formar un diagnóstico radiográfico. ⁽³⁰⁾

Al interpretar una imagen radiográfica se extrae de ella toda la información útil para el diagnóstico del paciente. ⁽¹⁾

La valoración de las radiografías de mala calidad es no concluyente y puede ser engañosa, por lo que debe evitarse analizar este tipo de estudios. ⁽²⁾

El médico debe basarse en los resultados de la exploración física, la signología y la historia clínica, para realizar una lista de diagnósticos diferenciales y así emplear los medios de diagnóstico más acertados para cada paciente. ⁽²⁾⁽²²⁾ Se debe evitar la idea de que un examen radiográfico sirve para obtener un diagnóstico, ya que el fin de realizar este tipo de estudios es la confirmación de un diagnóstico clínico previo. Otro factor importante a tener en cuenta para hacer una interpretación exitosa es la calidad de las radiografías a interpretar. El análisis del estudio radiográfico debe ser completo y no limitarse a una radiografía ni a una sola área. ⁽²⁾⁽²⁴⁾⁽³⁰⁾

Se debe conocer la anatomía radiográfica normal y las posibles variantes anatómicas o los cambios relacionados con la edad que se pueden presentar. ⁽²⁾

Cuando se comienza a observar una radiografía se tiene la esperanza de que se pueden identificar los trastornos principales, también se cree que el lector es capaz de diferenciar los cambios anormales de las imágenes sin alteraciones, pero cuando el lector comienza a adquirir mayor experiencia el conocimiento básico se expande y poco a poco se obtiene mayor grado de confianza sobre si lo que se observa es normal o no. ⁽²⁾

Términos como placa o foto es incorrecto y debe evitarse su uso, la forma correcta para llamar a los estudios radiográficos son radiografías. ⁽²⁾

Se tiene que recordar que las radiografías son imágenes bidimensionales de objetos tridimensionales y la imagen radiográfica de un paciente varía en función de la orientación con respecto al haz primario de radiación.⁽²⁾

En la formación de imágenes influyen 4 factores: detalle, densidad, contraste y distorsión

DETALLE: Se refiere al grado de definición de los bordes y de las estructuras anatómicas en las radiografías. Se pueden clasificar las causas que originan la pérdida de detalle en:⁽⁴⁾

Tamaño del punto focal: A mayor tamaño, mayor pérdida de definición.⁽⁴⁾

Distancia entre el punto focal y la película radiográfica: A mayor distancia, mayor definición. La distancia estándar en radiología de perros y gatos es de un metro. Figura 26.⁽⁴⁾

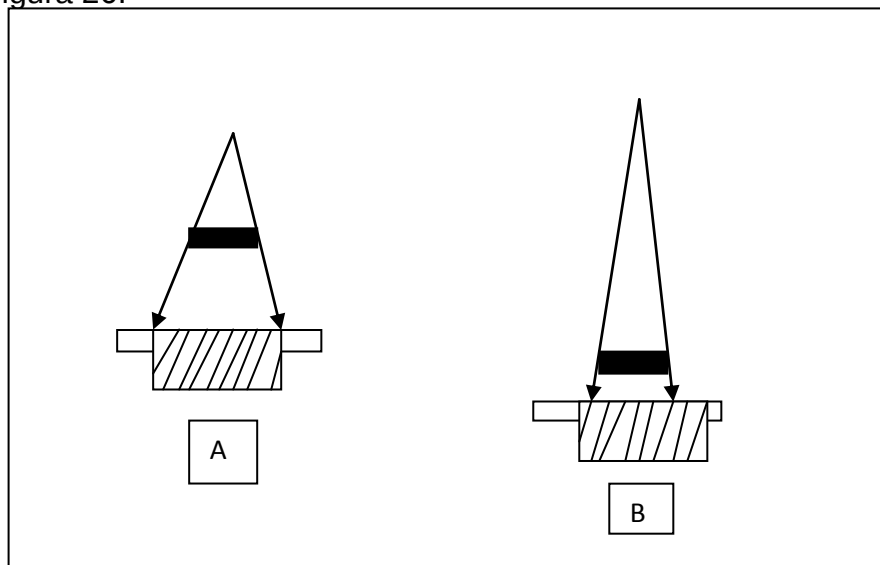
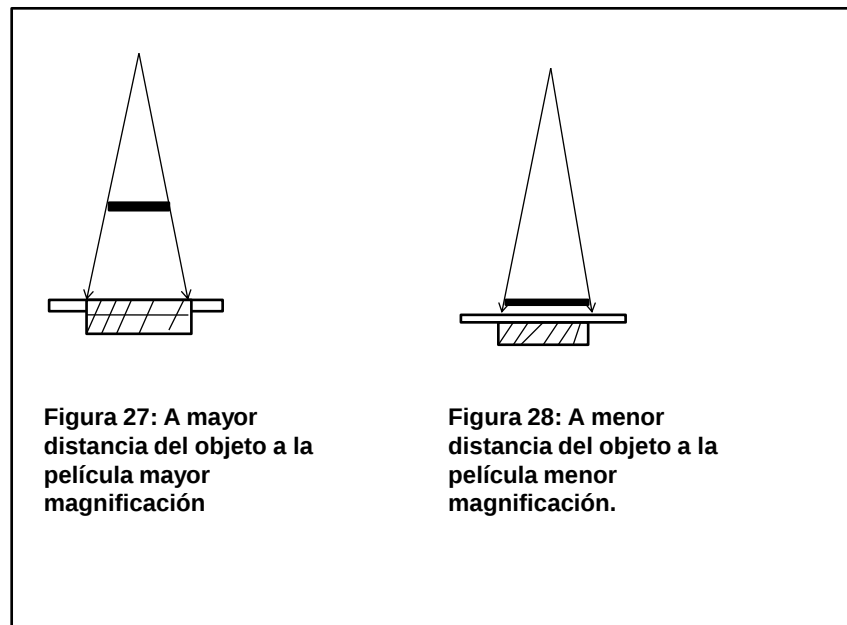


Figura 26: Distancias cortas producen mayor magnificación que las largas. Modificado de Agut 1992.

Distancia entre el objeto y la película radiográfica. A mayor distancia, menor definición y se origina el fenómeno de ampliación que se refiere al aumento del tamaño de la imagen en relación a su tamaño real, por lo que la zona de interés debe estar lo más cerca posible a la película radiográfica, para evitar la ampliación y la pérdida de definición. Un ejemplo de este fenómeno está cuando tenemos un vela cerca de una pared blanca, si se coloca la mano cerca de la pared su sombra será de dimensiones normales, con contornos nítidos, pero si se coloca la mano alejada de la pared y cerca de la vela, la sombra

aparece aumentada de tamaño y con contornos difuminados hasta puede ser irreconocible la sombra que se proyecta. Figuras 27 y 28.⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾



Figuras 27 y 28 Modificadas de Agut 1992.

8

Contacto entre la película y la pantalla intensificadora. En las zonas dónde hay pérdida de contacto, hay pérdida de definición. Por este motivo se recomienda no apilar los chasises ya que el que queda abajo puede deformar y disminuir el contacto entre la pantalla y la película.⁽⁴⁾

Movimiento: del tubo de rayos x, del paciente o del chasis ⁽⁴⁾

Lo ideal es que el grado de definición de las estructuras anatómicas sea óptimo, pero en la práctica, es difícil de lograr, lo importante es desarrollar el criterio para determinar hasta que punto se puede aceptar esta falta de definición.⁽⁴⁾⁽⁶⁾

DENSIDAD: es el grado de ennegrecimiento de la radiografía, puede aumentarse, incrementando el mA, el tiempo de exposición o ambos. ⁽⁵⁾

La densidad del paciente es la capacidad de los diferentes tejidos para absorber los rayos x. ⁽⁵⁾

Debido a las diferencias en la absorción de los rayos x se tienen objetos que absorben gran cantidad, llamados radiopacos, por lo que los fotones no pueden

atravesarlos, produciendo un área clara que al ver la radiografía aparece blanca o gris clara; así mismo los objetos que permiten el paso de gran cantidad de radiación se denominan radiolúcidos y producen imágenes negras o gris oscuro. ⁽³⁾

Por lo tanto en radiología diagnóstica, la absorción de los rayos x, la densidad física y el número atómico efectivo ayudan a clasificar la radiopacidad de los tejidos. ⁽²⁾

La radiopacidad de los tejidos presenta cinco grados perceptibles: Figura 29.

- Aire: Absorbe una pequeña cantidad de radiación y produce una imagen negra intensa. ⁽²⁾⁽³⁾⁽³⁰⁾

- Grasa: Su absorción de radiación es pequeña y ofrece imágenes gris oscuro. ⁽²⁾⁽³⁾⁽²¹⁾

- Tejido blando: Músculo, sangre y órganos parenquimatosos que están compuestos de agua, absorben igual cantidad de radiación por lo que da lugar a sombras radiográficas con variados tonos de grises. ⁽²⁾⁽³⁾⁽³⁰⁾

- Hueso: Debido a su gran contenido de calcio, fósforo y otros minerales, tiene una densidad elevada, produciendo una imagen blanca. ⁽²⁾⁽³⁾⁽³⁰⁾

- Metal: Tiene la más alta densidad radiográfica, por su elevado número atómico, absorbe la totalidad de los fotones de rayos x generando una imagen totalmente blanca. ⁽²⁾⁽³⁾⁽³⁰⁾



Figura 29: Densidades radiográficas. Modificado de Thrall 2003.

El espesor y la radiopacidad están estrechamente relacionados, si el espesor aumenta la densidad también. ⁽²⁾

CONTRASTE RADIOGRÁFICO: Es el grado de diferencia perceptible entre 2 tonos, influenciado principalmente por el kilovoltaje; a mayor kilovoltaje, menor contraste y a menor kilovoltaje, mayor contraste. Por ejemplo para las radiografías de tórax se utiliza mayor kilovoltaje para obtener menor contraste o sea que entre el tono blanco y el negro, se presenta un paso gradual, con muchos tonos de gris intermedios; Para las radiografías de huesos se emplea menor kilovoltaje con el fin de obtener una escala de contraste corta o de alto contraste, que es cuando hay un paso abrupto del negro al blanco. ⁽⁴⁾⁽⁶⁾

DISTORSIÓN: Se define como la deformación de las imágenes en las radiografías. Se debe a la forma en que inciden los rayos x en las estructuras anatómicas incluidas en las radiografías. ⁽³⁾

Existen 4 condiciones de distorsión:

El rayo central no se encuentra alineado con el objeto: Si el haz de rayos x no está centrado de forma adecuada, estos atraviesan la región anatómica de forma angulada y la imagen se observa deformada. Se presenta con frecuencia cuando se efectúan radiografías de la columna vertebral, las vértebras y los espacios del disco intervertebral que están en el centro de la radiografía quedan perpendiculares al rayo y no sufren distorsión pero las que quedan en los extremos reciben los rayos x en forma oblicua y por lo tanto aparecen en la radiografía distorsionados, como resultado son causa común de diagnósticos erróneos de discopatías. Figura 30. ⁽³⁾

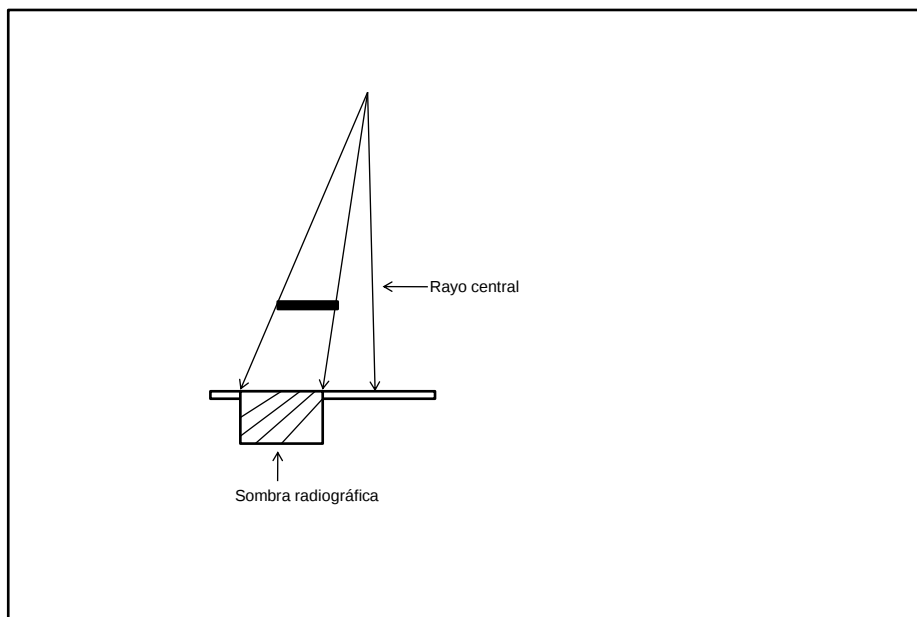


Figura 30: Distorsión de la sombra radiográfica por falta de alineamiento del objeto con el rayo central. Modificado de Agut 1992.

El objeto no se encuentra paralelo a la película: El objeto a radiografiar está oblicuo con relación a la película radiográfica. Esto se presenta con frecuencia cuando se toma la proyección craneocaudal de fémur; si no se logra que la extremidad quede paralela al chasis, el fémur parece más corto y más ancho de lo que realmente es. Figura 31.⁽³⁾

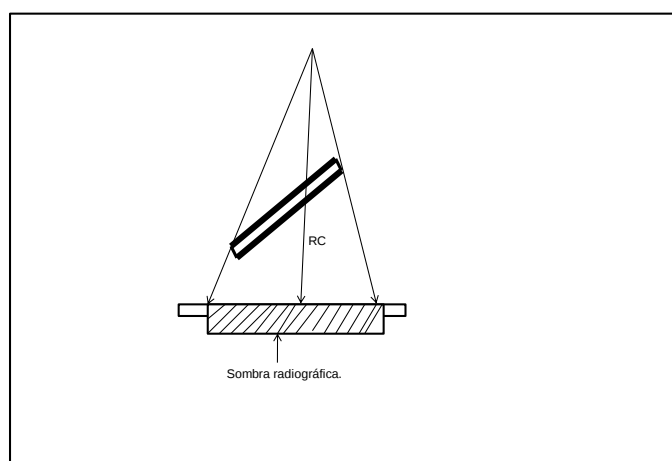


Figura 31: Distorsión de la sombra radiográfica, cuando la película tiene un ángulo de 90° con el rayo central (RC), pero el objeto no está paralelo a ella. Modificado de Agut 1992.

El rayo central no forma ángulo recto con la película radiográfica: Se presenta cuando se efectúan radiografías con el rayo horizontal y la persona que sostiene el chasis no tiene cuidado de mantenerlo perpendicular al rayo central. Figura 32.⁽³⁾

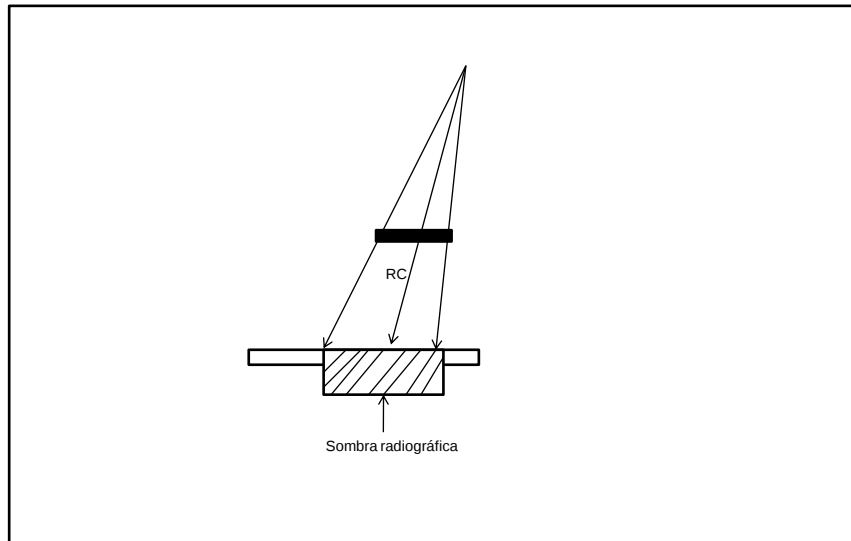


Figura 32: Distorsión de la sombra radiográfica cuando el objeto está en ángulo de 90° con el rayo central, pero no está paralelo a la película. Modificado de Agut 1992.

El rayo central no forma ángulo recto ni con el objeto ni con la película radiográfica: Esto se presenta con frecuencia cuando se realiza la proyección craneodistal caudo proximal oblicua de codo; en este caso el rayo central no forma ángulo recto ni con el húmero ni con la película y por lo tanto este hueso tiende a presentar una imagen pequeña y ensanchada. Figura 33. ⁽³⁾

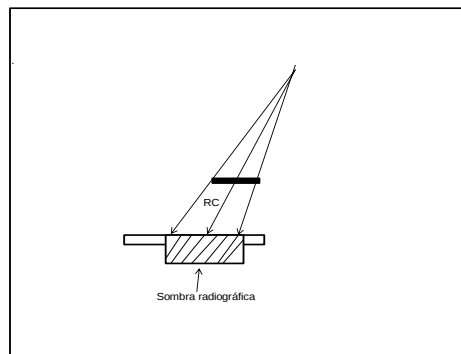


Figura 33: Distorsión de la sombra radiográfica cuando el objeto y película están paralelos, pero no tienen un ángulo de 90° con el rayo central. (RC). Modificado de Agut 1992.

Otras alteraciones de la imagen son:

Superposiciones: se producen cuando algunas partes de un paciente o de un objeto están en distintos planos y se superponen. ⁽²⁾

PERCEPCIÓN EN LA INTERPRETACIÓN DE ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS

Se refiere a tratar de separar los hallazgos de interés del resto de los datos de la imagen. Solo observando muchas radiografías es posible minimizar los errores de percepción.⁽¹⁾⁽²⁾⁽³¹⁾

Al hacer la interpretación radiográfica los clínicos confían en sus ojos para detectar las anomalías, pero los ojos y el cerebro no siempre perciben las apariencias con precisión.⁽²⁾

Existe el efecto Mach el cual dice que la percepción de los bordes aumenta cuando se exagera el contraste local, el efecto influye en la percepción de todos los campos visuales, incluyendo las radiografías y se presume que es ocasionado por la inhibición lateral de los receptores de la retina. Debido al efecto Mach, se observa una línea radiolúcida que no es real, a lo largo del borde de dos radiodensidades sobrepuestas, por ejemplo cuando un hueso se proyecta sobre otro, se puede confundir este efecto con una fractura.⁽³²⁾

Existen diferentes técnicas para incrementar la detección de lesiones, entre las que están:⁽¹⁾⁽³¹⁾

- Observar la radiografía con una lente reductora para aumentar la superficie cubierta por la visión.
- Separar la radiografía del negatoscopio esto es para incrementar el contraste.

Existen mecanismos emocionales y de defensa perceptual ya que no vemos lo que no nos gusta, por eso se evade evaluar esas lesiones.⁽¹⁾

La presencia de una lesión evidente en la imagen dificulta la detección de otras.⁽¹⁾

METODOLOGÍA PARA REALIZAR LA INTERPRETACIÓN RADIOGRÁFICA

TENER CONDICIONES AMBIENTALES APROPIADAS. ⁽²⁾⁽²⁴⁾⁽³³⁾

- Revisar las radiografías en un entorno libre de distracciones.
- Disponer de una luz ambiental tenue, se debe apagar la luz superior y los negatoscopios que no se estén utilizando, ya que las condiciones de luz externa producen distracciones a la corteza visual.
- La luz de los negatoscopios debe tener la misma intensidad
- Colocar por lo menos dos negatoscopios para evaluar sistemáticamente dos proyecciones.
- Si la radiografía es más pequeña que el negatoscopio, cubrir la luz de la periferia.
- Tener una lámpara de luz intensa, para proporcionar más iluminación y valorar las áreas radiolúcidas o de alto contraste.
- Se puede hacer uso de una lupa para ver estructuras muy pequeñas, que requieren gran detalle o para comparar estructuras de un mismo paciente.
- Se deben tener cerca de ser posible un esqueleto, libros de anatomía y de radiología, de ser posible contar con radiografías de la región de interés y de un paciente de talla similar al que se esta analizando.
- Utilizar tiempo suficiente para leer e interpretar el estudio.

REVISAR LA IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE IMPRESA EN LA RADIOGRAFÍA

El primer error en las radiografías de animales, que se producen en México, es que la mayoría carecen de identificación, solamente las personas que las tomaron saben a qué paciente pertenecen y cuando se tomaron. ⁽²⁾⁽³³⁾

Se debe saber: A qué especie pertenece, cuál es la región anatómica que se está evaluando, si es un estudio comparativo, reconocer el sistema de marcaje, Reconocer el lado del paciente, si tiene radiografías previas. ⁽²⁾

Si se pone tanto énfasis en la necesidad de identificar las radiografías, es con el fin de que la persona que las interpreta cuente con la información necesaria. Tan importante es identificar la radiografía como leer la identificación. ⁽²⁾⁽³³⁾

CONOCER EL MARCAJE Y DETERMINAR QUE PROYECCIONES RADIOGRÁFICAS SE EMPLEARON

El sistema de marcaje no es universal, la mayoría de los médicos veterinarios marcan el lado derecho del paciente pero algunos marcan el lado izquierdo. La confusión en el marcaje es la responsable de que se someta a cirugía la extremidad equivocada.⁽³³⁾

Se debe formar el hábito de fijarse en el marcaje y determinar las proyecciones radiográficas que se utilizaron.⁽³³⁾

COLOCAR LAS RADIOGRAFÍAS EN LA MISMA POSICIÓN EN EL NEGATOSCOPIO

Se recomienda colocar la radiografía en el negatoscopio de tal manera de que las estructuras anatómicas se encuentren en la misma posición y dirección; las radiografías Dorsoventrales DV o Ventrodorsales se colocan con el lado derecho del animal a la izquierda del lector, las proyecciones laterales se colocan con la cabeza del animal hacia la izquierda del lector.⁽²⁴⁾

EVALUAR LA CALIDAD DIAGNÓSTICA DEL ESTUDIO RADIOGRÁFICO

De esta depende el grado de confianza que se tiene en los signos que se observan en la radiografía.⁽³³⁾

Grado de exposición: se refiere la cantidad de kilovoltaje (kvp) y miliamperaje/segundo (mAs) empleada, si fue adecuada para la región corporal bajo estudio y si esta sobre o subexpuesto.⁽²⁾⁽³³⁾

Al evaluar el grado de exposición, también se determina si existen defectos técnicos en la radiografía o también llamados artificios, tales como los que ocurren durante el proceso de revelado y errores técnicos en el cuarto oscuro.⁽²⁾⁽³³⁾

Los defectos técnicos se definen como imperfecciones presentes en la radiografía que dificultan la evaluación e interpretación de las imágenes.⁽²⁾⁽³³⁾

Posición del paciente: se refiere no sólo a si el paciente se colocó correctamente en la mesa de rayos x, se debe revisar si se incluyen los límites anatómicos de interés, por ejemplo si se incluye todo el tórax o el abdomen. (2)(33)

Se debe valorar la posición del paciente ya que cualquier oblicuidad va a afectar la interpretación.

Número de proyecciones incluidas en el estudio: se debe valorar la profundidad radiográfica y para esto se deben tomar dos radiografías perpendiculares entre si para tratar de reconstruir mentalmente una imagen tridimensional. Para cada paciente se deben obtener dos imágenes denominadas ortogonales o sea con una diferencia de 90° entre una y otra, como ventrodorsal y lateral izquierda-lateral derecha, o bien una craneocaudal y mediolateral. (2)(33)

Tomar una sola proyección: se pierde información y es común que la interpretación de la radiografía sea equivocada, y a partir de esa interpretación incorrecta se soliciten otros estudios más sofisticados e innecesarios. (2)(33)

Radiografías de tórax en inspiración o en espiración: los estudios radiográficos de la cavidad torácica deben tomarse durante la fase de inspiración. Las radiografías que se realizan durante la fase de espiración simulan patologías que no existen. Sin embargo no es del todo posible, debido a que el paciente no puede contener el aire inspirado por un instante. (2)(33)

REVISAR CONTÍNUAMENTE LA ANATOMÍA NORMAL, FISIOLOGÍA Y FISIOPATOLOGÍA AL REALIZAR LA LECTURA DE LAS RADIOGRAFÍAS.

Se deben repasar manuales cuando se revisen las radiografías, para reconocer una anormalidad hay que reconocer primero lo que es normal, ya que se debe tener en cuenta que solo se puede encontrar en una imagen aquello que se busca y no se puede buscar lo que no se conoce. La tarea de interpretar radiografías resulta más fácil para aquellos que tienen conocimientos sólidos de las asignaturas médicas básicas. (1)(2)(34)

En la interpretación de estudios la tarea del médico consiste en traducir el significado de las imágenes al español, al igual que un traductor novato

inicialmente requiere de mucho tiempo para traducir un párrafo y constantemente acude al diccionario para aclarar términos que le son desconocidos. Con la práctica, el tiempo requerido para la traducción se reduce y también se hace más esporádica la consulta de libros especializados.⁽³⁴⁾

VALORAR CADA UNO DE LOS SIGNOS RADIOGRÁFICOS BÁSICOS

(2)(30)(33)

Los signos radiográficos incluyen cambios en:

Número: variación en el número de órganos:

- Dedos o dientes supernumerarios.
- En algunos perros se presenta un centro de osificación accesorio en el ligamento colateral lateral del codo.⁽³⁵⁾
- Anomalías en el número de pares de costillas.
- Existencia de un solo riñón.

Tamaño: puede haber incremento del tamaño de un órgano por hipertrofia, hiperplasia, inflamación, neoplasia, edema, en órganos huecos por contenido sobreexcedido, alteración en el retorno venoso, etc. ⁽²⁾⁽³⁰⁾⁽³³⁾

Se puede presentar disminución del tamaño de un órgano por atrofia, hipoplasia, malformación congénita, puentes vasculares, etc.

Contorno y Forma: a consecuencia de deficiencias en el desarrollo, traumatismos, hiperplasia, neoplasia, etc. ⁽²⁾⁽³⁰⁾⁽³³⁾

Radiopacidad:

- Aumento en la radiopacidad, en órganos blandos por inflamación, neoplasia, hiperplasia, aumento en el volumen intersticial. ⁽²⁾⁽³⁰⁾⁽³³⁾

También puede aumentar la opacidad de un órgano por la presencia de estructuras normales (feto con esqueleto mineralizado dentro del útero) o anormales (presencia de cuerpo extraño en intestino o cálculos en la vejiga). Otras causas importantes son la calcificación de tejidos que puede deberse a

alteraciones en el metabolismo del calcio o bien en el tejido como por ejemplos neoplasias o abscesos.

- Incremento en la radiolucidez; por presencia de gas libre en cavidad como en enfisema de mediastino, enfisema subcutáneo, cavitación de algún absceso o tumor; en osteoporosis, osteomielitis o neoplasia, por hipoplasia (órganos parenquimatosos).

Posición: un órgano puede estar girado o rotado sobre su eje, puede estar presionado, expandido o desplazado de su posición anatómica original. ⁽²⁾⁽³⁰⁾⁽³³⁾

INTEGRACIÓN PSÍQUICA Y RECONOCIMIENTO DE LOS HALLAZGOS

La integración psíquica de la imagen tiene un proceso de integración de dos formas: ⁽¹⁾

De arriba abajo integrando todo con un modelo mental previo, esta es una forma natural y rápida de reconocimiento.

De abajo arriba donde se hace un análisis de los componentes de la imagen, esta es una forma más técnica y útil para aprender a reconocer lesiones.

Algunos estudios demuestran que con una vista rápida en una radiografía de tórax se puede identificar la mayoría de los hallazgos patológicos en pulmón, incluidos los que se localizan en la periferia, ya que los hallazgos radiográficos más importantes son encontrados en los primeros 15 segundos de visión e incluso es más rápido cuando se tiene mayor experiencia en la observación de radiografías. ⁽¹⁾

Estudios de seguimiento de movimientos visuales explican que los ojos se fijan en las regiones anormales en los primeros segundos de la observación, pero también se ha comprobado que hay fijaciones repetidas en lesiones no diagnosticadas pero si vistas. ⁽¹⁾

Dos personas pueden observar imágenes totalmente diferentes en una misma radiografía y si se realiza un examen sistemático, aumenta la probabilidad de que cada persona pueda ver su imagen y la que percibe el otro. ⁽¹⁾

Mientras el observador cree que está revisando cuidadosamente la radiografía, en realidad sus ojos están saltando de un punto a otro y por lo tanto sólo se obtienen fragmentos de información de la imagen que se está observando; el resto de la información está siendo proporcionada por la propia mente. ⁽¹⁾

La detección de una lesión específica dificulta el diagnóstico de otras lesiones sutiles y se tiene lo que se busca; a esto se conoce como *Satisfacción de la búsqueda*.⁽¹⁾

ELABORAR UN RESUMEN DE LAS ANORMALIDADES ENCONTRADAS EN EL ESTUDIO ⁽²⁾⁽³³⁾

Es importante reconocer la habilidad de describir la apariencia de la lesión, localización, cambios en los signos radiográficos y cualquier cambio asociado a la lesión, que lleve a una conclusión con respecto del diagnóstico diferencial:

- No se encontraron signos radiográficos alterados, puede ser que la región analizada esté sana, pero se debe recordar que las patologías no siempre manifiestan signos radiográficos.
- Un grupo de signos radiográficos orientan hacia un solo diagnóstico.
- Un grupo de signos radiográficos orientan hacia una lista de diagnósticos diferenciales.
- Los signos radiográficos, apuntan hacia distintos diagnósticos diferenciales.

No se debe dejar la interpretación en esta fase, se debe llegar a una conclusión para dar un diagnóstico.

ELABORAR UN DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO ⁽¹⁾⁽²⁾⁽²⁴⁾⁽³³⁾

El diagnóstico radiográfico se basa en el reconocimiento de los signos radiológicos presentes en el estudio que nos lleva a concluir en una lesión fundamental, que a su vez puede tener diferentes causas.

Para llegar a un diagnóstico, el reconocimiento de la lesión va seguido del análisis de posibles diagnósticos en orden de ocurrencia para esa lesión en particular, el orden se da por la experiencia y los conocimientos del médico.⁽²⁾

Se deben tomar en cuenta, la historia clínica, los resultados del examen físico, los signos clínicos e incorporar los hallazgos identificados e intentar unirlos en una enfermedad. ⁽²⁾

Hay veces que se detectan hallazgos que son clínicamente importantes pero que no tienen que ver con la historia clínica o con la presentación clínica actual, esto se manejará como hallazgos incidentales y se reportarán de forma separada. ⁽²⁾

No se debe olvidar al paciente ni a la información que lo rodea. A mayor información, mayor es la probabilidad de acertar el diagnóstico radiográfico, para esto se debe tener una historia clínica precisa y detallada por que facilita la identificación e interpretación de las lesiones y ayuda a interpretar lesiones antiguas. ⁽¹⁾⁽³³⁾

Hay que ser constante y dar seguimiento a cada caso para saber si el diagnóstico emitido fue correcto o incorrecto, ya que de los errores se aprende más que de los aciertos. ⁽²⁴⁾

ELABORACIÓN DE UN INFORME POR ESCRITO

En el informe radiográfico se deben resaltar los hallazgos más importantes de la imagen.

Se debe evitar emplear términos clínicos que no estén relacionados claramente con lo que se observa en la imagen. Los informes deben ser fáciles de leer, precisos, breves y con un lenguaje correcto (cuidar la ortografía), es necesario que siga un orden lógico y se debe hacer llegar al médico que remitió el caso en un plazo máximo de 24 horas o antes, si es posible. ⁽¹⁾⁽³³⁾

La NOM- 157- SSA1- 1996 establece: “Es obligación del médico radiólogo entregar junto con cada estudio radiográfico un informe fechado de la evaluación radiológica, avalado con su nombre, número de cédula profesional y firma”. ⁽³⁶⁾

El informe radiográfico debe contener la siguiente información: ⁽³³⁾ Por lo tanto se sugiere: Cuadro 12.

1. Fecha de realización del estudio.

2. Reseña e identificación del paciente.
3. Información relevante de la historia clínica, el examen físico, resultados de las pruebas de laboratorio, si es que se tienen.
4. Diagnóstico clínico presuntivo y nombre del médico que solicita el estudio.
5. Estudio y proyecciones radiográficas solicitadas.
6. Proyecciones radiográficas realizadas.
7. Resultados del estudio radiográfico:
 - a) Interpretación.
 - b) Diagnóstico radiográfico.
 - c) Recomendaciones: Se puede sugerir realizar otro tipo de estudios por imagen para llegar al diagnóstico definitivo cuando la imagen radiográfica no arroja evidencias compatibles con signos radiográficos anormales o bien los que se presentan no son convincentes, aun en distintas tomas. Los estudios que se pueden proponer son: ultrasonografía, tomografía computarizada, endoscopía o resonancia magnética. ⁽¹⁾⁽²⁾
- En algunos casos debe recomendarse el hacer tomas radiográficas en 2 o 4 semanas en los que puede esperarse que los cambios puedan ser radio evidentes.
- Hay casos en los cuales se pide repetir estudio de seguimiento (fracturas, quimioterapias).
8. Número y tamaño de las radiografías utilizadas en el estudio.
9. kVp y mAs utilizados, si se utilizó la rejilla, anotar el grado de exposición obtenido, la información es de gran utilidad para los casos que requieren estudios radiográficos de seguimiento.
10. Nombre y firma del médico que realiza la interpretación
11. Nombre de la clínica u hospital.

HOSPITAL VETERINARIO						
Reseña del Paciente						
Fecha: _____						
Especie: _____ Raza: _____ Sexo: _____						
Edad: _____ Nombre del paciente: _____						
Propietario: _____						
Domicilio: _____ Tel: _____						
HISTORIA CLINICA						
DIAGNÓSTICO PRESUNTIVO: _____ _____ Nombre y Firma del Clínico						
INTERPRETACIÓN RADIOGRÁFICA:						
DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO _____ Nombre y Firma del Radiólogo.						
Observaciones y Recomendaciones						
Proy	Cm	kv	Mas	Seg	Rejilla	

CUADRO 12.

Se puede hacer una interpretación errónea con facilidad, las pistas sutiles son las de mayor importancia para formar un diagnóstico diferencial radiográfico. ⁽²⁾

La técnica del radiólogo debe incluir la observación, el análisis lógico, la experiencia, la memoria de información documentada o casos previos y la imaginación. El aplicar solo uno o dos de estos puntos hace que el error o la equivocación aumenten.⁽²⁾

En caso de haber estudios previos, la existencia de una lesión que coincida con el diagnóstico preliminar, hace que se interrumpa la revisión de la radiografía, ignorando la presencia de otras anormalidades. La influencia de un diagnóstico anterior en un estudio de seguimiento, lleva a establecer conceptos con una visión parcial y localizada.⁽³⁰⁾

Los errores en interpretación radiográfica se clasifican en:

Error de Omisión: Se presenta cuando no se hace una revisión sistemática de la radiografía, por lo que se omite una lesión. Por ejemplo cuando hay 2 lesiones, una muy obvia y otra poco aparente, la atención se fija de inmediato en lo que es llamativo y obvio, omitiendo los demás hallazgos. ⁽²⁾⁽³³⁾

Errores de Borde; son la tendencia a omitir lesiones localizadas en la periferia de una radiografía cuando solo se analiza la parte central o el área de interés.
⁽²⁾

Error de Satisfacción; se genera cuando el lector tiene una idea de lo que debería existir y cuando localiza lo que se pensaba que existiría se detiene la búsqueda omitiendo otras lesiones. ⁽²⁾

Error de Reconocimiento: Es cuando la lesión se observa pero no se reconoce como tal; se debe conocer la anatomía radiográfica normal, las variaciones anatómicas normales, la fisiopatología y la variedad de formas en que se pueden presentar los trastornos patológicos. Por ejemplo una fractura se puede confundir con una línea de crecimiento.⁽²⁾⁽³³⁾

Error en la toma de Decisión: Se originan a partir de una interpretación incorrecta o incompleta de la información que ofrece la radiografía. Se trata de alteraciones que no fueron reconocidas, por falta de experiencia o conocimiento. También se trata de anormalidades que son interpretadas en un sentido equivocado o incongruente o por signos radiográficos normales comprendidos como alteraciones o anormalidades. ⁽¹⁾⁽³³⁾

Error por Egocentrismo: Son aquellos que le ocurren al médico que está contento consigo mismo o con el diagnóstico que efectúa, muy frecuente en los que ya se consideran expertos, después de muchos años de ver llegar pacientes con determinados cuadros clínicos, el radiólogo experto ya puede predecir lo que va a ver en las radiografías, y se olvida de la metodología de revisión.⁽¹⁾⁽³³⁾

Es posible que el lector este influido por una técnica específica o por una enfermedad que tiene una presentación constante y en la cual se basa para hacer con ella los diagnósticos en cualquier momento.⁽¹⁾

Falsa Analogía: Se presenta cuando en la lectura radiográfica se establecen relaciones de semejanza entre dos o más situaciones. Se puede olvidar que dos enfermedades diferentes pueden tener hallazgos similares.⁽¹⁾

Error Relativo: Por el cual un radiólogo no ve una lesión, se ha reconocido que hay lectores muy influenciados sobre las opiniones previas de otros médicos y que pueden alterar la lectura radiográfica. El hecho de encontrar una alteración específica en una revisión radiográfica influye a que el lector detenga su búsqueda y que interfiera en los hallazgos encontrados que son la causa del proceso de enfermedad del paciente.⁽¹⁾

Otro tipo de errores que pueden ocurrir en la interpretación radiográfica son:

La identificación incorrecta de las radiografías puede confundir al radiólogo ya que va a realizar su interpretación considerando la información de otro paciente. Comparar estudios que no son del mismo paciente.⁽¹⁾

Cuando el médico elabora su informe y al terminarlo decide agregar algunos datos que contradicen la interpretación, causando confusión ya que no se conoce que es lo que realmente es lo que se observa en el estudio.

El uso de términos descriptivos que no corresponden a los hallazgos encontrados y usados de forma repetitiva.⁽¹⁾

Para interpretar estudios radiográficos adecuadamente se debe:

- Adquirir y mantener un nivel adecuado de conocimientos antes de interpretar un estudio radiográfico. ⁽¹⁾
- Si no se está seguro de lo que observa, solicitar la opinión de otro colega o maestro; en caso de no ser posible, explicar en el informe la causa de la duda y proponer la manera de llegar a una conclusión como por ejemplo repetir el estudio o realizar otros exámenes. ⁽¹⁾
- Utilizar el tiempo suficiente para leer e interpretar el estudio. ⁽¹⁾
- Tener una historia clínica completa, concreta y precisa. ⁽¹⁾
- Hacer estudios de buena calidad ya que de lo contrario la interpretación no será exacta, ni confiable. ⁽¹⁾
- Mejorar la calidad técnica de los estudios. ⁽¹⁾
- Discutir los hallazgos radiográficos con el clínico responsable del caso cuando se toman estudios de otros médicos. ⁽¹⁾

La aproximación a la interpretación radiográfica depende principalmente de. Las herramientas que tenemos a nuestro alcance para realizarla, se debe tener un enfoque básico sistemático con claves de interpretación y un método para valorar cada estructura usando los seis signos básicos anatómicos radiográficos. ⁽³³⁾

Se tienen que minimizar los errores y recordar que en cada uno de ellos se puede rectificar y en consecuencia corregir el error. ⁽²⁾

10.SEGURIDAD RADIOLÓGICA

El objetivo de la radiología es obtener radiografías que brinden la mayor información, pero con una mínima exposición, es por esto que la protección contra la radiación debe ser también un punto relevante dentro de la radiología, tomando en cuenta que durante la exposición se debe proteger al público en general, al paciente y al personal de la clínica u hospital veterinario.⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽²⁴⁾

En medicina veterinaria se debe implementar la cultura de seguridad que se refiere al conjunto de valores y actitudes que rigen la conducta de los individuos, para la protección y seguridad radiológica, para esto conviene instaurar y mantener un programa de protección radiográfica.⁽²⁾⁽⁴⁾ La importancia de la protección frente a la radiación ionizante radica en que la radiación ioniza el agua presente en el organismo liberando radicales OH que pueden dañar componentes imprescindibles de la célula como el ADN.⁽⁵⁾

TIPOS DE RADIACIÓN

RADIACIÓN DISPERSA: Es la fracción del haz útil cuya dirección y energía se modifica al interactuar con la materia, se considera al paciente el principal dispersor del haz, esto debido a que una parte la absorbe el paciente, pero otra es dispersada en todas direcciones.⁽⁴⁾⁽⁶⁾

Este tipo de radiación produce efectos sobre la imagen ya que disminuye el contraste y aumenta la probabilidad de velado de la película. El hecho más importante es que irradia al paciente y a las personas presentes en la sala.⁽⁶⁾

RADIACIÓN DE FUGA O INHERENTE: Es la radiación generada en el tubo de rayos x, la cual atraviesa el blindaje del mismo, esta radiación debe ser mínima. Esta radiación se presenta en cada toma radiográfica aún en aparatos nuevos.⁽⁴⁾⁽⁶⁾

RADIACIÓN SECUNDARIA: Es la suma de la radiación dispersa y la inherente.⁽⁴⁾

RADIACIÓN RESIDUAL: Es la que penetra al paciente, genera la imagen radiológica, porque una determinada cantidad de rayos penetra al chasis y a la película.⁽⁶⁾

INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LAS CÉLULAS

La radiación puede actuar de cuatro maneras cuando entra en contacto con el tejido vivo:⁽⁵⁾

- Atravesarlo sin generar ningún efecto.
- Producir daños reparables a la célula.
- Producir daños irreparables a la célula
- Matar a la célula.

RADIOSENSIBILIDAD

Se define como la rapidez con que se manifiestan los daños, además de la susceptibilidad y respuesta de una célula a la radiación.⁽¹¹⁾⁽¹⁵⁾⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾

La etapa del ciclo celular en que se pueden presentar los daños es durante la mitosis y durante la duplicación del ADN, lo que da como resultado ciertos cambios específicos al ADN provocando un proceso conocido como *Transformación neoplásica* que induce la modificación de una célula normal.⁽¹¹⁾⁽³⁹⁾

La radiosensibilidad de los órganos es consecuencia de las células que los conforman, por lo tanto los más sensibles son: médula ósea, tracto gastrointestinal, mucosas, piel, testículos, tejido linfático, tejido hematopoyético y epitelial, glándula tiroides y cristalino.⁽⁶⁾⁽¹¹⁾

En los órganos con menor reproducción sus efectos se presentan hasta que tienen la necesidad de reponer células muertas o cuando hay daño estructural que afecta el funcionamiento del órgano como en el caso de los vasos sanguíneos, fibrosis o necrosis.⁽⁸⁾⁽¹¹⁾

Cuando la exposición es crónica la piel puede sufrir carcinoma de células escamosas, la aparición de radiodermatitis es indicativo de radiaciones crónicas.⁽⁵⁾

En el caso de las células se pueden clasificar en cinco grupos, para catalogar su grado de radiosensibilidad. Cuadro 13:⁽⁵⁾⁽¹⁵⁾

CLASIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD CELULAR

CÉLULAS MUY SENSIBLES	CÉLULAS SENSIBLES	CÉLULAS CON SENSIBILIDAD INTERMEDIA	CÉLULAS RADIORESISTENTES	CÉLULAS MUY RESISTENTES
Linfocitos maduros	Células de la granulosa	Células endoteliales	Granulocitos	Fibroцитos
Eritroblastos	Mielocitos	Células de glándulas gástricas	Osteocitos	Condrocitos
Espermatogonias	Células de las criptas intestinales	Osteoblastos	Espermatozoides	Células musculares
	Células de la epidermis	Condroblastos	Eritrocitos	Células nerviosas
		Espermatocitos		

CUADRO 13. MODIFICADO DE HERRERA 2000.

En el feto en desarrollo se presenta: ⁽⁵⁾

- De 0 a 9 días es el periodo más crítico para el embrión ya que puede resultar la muerte intrauterina.
- De 10 días a 6 semanas pueden generarse mal formaciones congénitas, esto es por el desarrollo de los órganos fetales, se manifiestan malformaciones dentales y esqueléticas, microftalmia y retraso general del crecimiento.
- De 6 semanas a término es el periodo de menor sensibilidad al feto pero se pueden presentar retrasos mentales, después de 30 semanas hay menos probabilidades para generar anormalidades.

EFFECTOS BIOLÓGICOS

Cuando la radiación ionizante incide en las células se producen dos tipos de efectos.⁽⁸⁾⁽¹¹⁾

EFFECTOS DIRECTOS

Es cuando la radiación afecta directamente las macromoléculas como el ADN, ARN, proteínas, enzimas, induciendo la ionización y excitación de sus átomos lo que provoca reacciones químicas anormales, ruptura de la molécula de ADN, cambios en la información genética porque se afecta el funcionamiento celular. Los rayos x no causan efectos directos, solo indirectos.⁽¹¹⁾⁽¹⁵⁾⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾

EFFECTOS INDIRECTOS

Son consecuencia de las reacciones químicas no deseadas, o de la producción de efectos tóxicos para la célula como son la presencia de radicales OH, esto se genera por que la radiación afecta las moléculas de agua provocando la formación de radicales libres, lo que puede alterar la capacidad reproductiva de la célula o de los genes, también se pueden afectar los productos extra o intracelulares.⁽¹¹⁾⁽¹⁵⁾⁽³⁸⁾

En los dos efectos los daños que se generan en la célula son semejantes y se pueden reparar por medio de mecanismos naturales del organismo, pero esto va a depender del tipo y la gravedad del daño.⁽¹⁵⁾

EFFECTO DETERMINISTA:

Son los efectos biológicos producidos por la radiación ionizante que solo se presentan cuando se rebasa la dosis umbral* y su severidad depende de la cantidad de dosis recibida, estos efectos se van a originar de la muerte celular, si se recibe una alta dosis se va a originar una alta pérdida de células lo que compromete la función del tejido. Antes eran llamados no estocásticos. Por ejemplo:⁽¹¹⁾⁽¹⁹⁾⁽³⁸⁾

- Esterilidad
- Disminución de la función hematopoyética de la línea roja.
- Cataratas

El daño producido también puede afectar los procesos de inflamación.⁽³⁾

***DOSIS UMBRAL:** es el valor de la dosis por debajo de la cual se considera que no se van a manifestar un efecto determinista.⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

EFFECTO ESTOCASTICO:

Son los efectos para los cuales no se necesita una dosis umbral ya que aun a bajas dosis se pueden presentar, se manifiestan mucho tiempo después de la exposición y su gravedad no depende de la dosis, pero si la probabilidad de que se presenten. También son llamados aleatorios. Algunos ejemplos de efectos estocásticos son:⁽¹¹⁾⁽¹⁹⁾⁽³⁸⁾

- Distintos tipos de neoplasias, incluyendo la leucemia.
- Desórdenes hereditarios.
- Alteraciones en el desarrollo de los embriones y fetos por irradiación prenatal.

El tiempo que pasa desde la irradiación hasta la manifestación de los efectos se conoce como periodo de latencia, es muy variable, teniendo una media de ocho años para que se presente leucemia y para tumores es de 16 a 24 años.⁽¹¹⁾

El propósito de la protección radiológica es evitar la presentación de los efectos deterministas, estableciendo límites de dosis, por debajo de las dosis umbrales.

DAÑO SOMATICO

La radiación consigue producir cambios inmediatos en la célula, aunque el daño puede no ser aparente por un tiempo ya que el cuerpo tiene la habilidad de repararse a sí mismo y el daño celular puede no hacerse visible.⁽⁶⁾⁽⁸⁾

Cuando el cuerpo está expuesto a una dosis máxima, el daño va a ser mayor, que en una pequeña exposición, pero las dosis pequeñas de radiación tienen efecto acumulativo lo cual puede llegar a corresponder a una radiación masiva, algunos ejemplos de este tipo de daño son: Cáncer, cataratas, anemia aplástica y esterilidad.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾

DAÑO GENÉTICO

Desde que la radiación ocurre da como resultado un daño a nivel de los genes, por ejemplo en el DNA de las células reproductivas, la radiación ionizante puede provocar daño al material cromosómico dentro de cualquier célula pero principalmente en las que tienen una mayor velocidad de reproducción, el resultado de esta alteración va a estar determinado por el tipo de célula afectada si es una célula somática o reproductiva.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

El daño a las células reproductivas resulta en un efecto conocido como mutación genética, el daño genético no se detecta hasta que futuras generaciones son originadas, ya que la progenie de personas irradiadas puede presentar anormalidades por cambios en el material hereditario, implicando una alteración en el fenotipo individual. La mutación puede estar presente o permanecer latente y aparecer en la segunda o tercera generación.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Cuando se producen alteraciones en el código genético, la probabilidad de que se presente dependerá de la dosis, ya que no tiene una dosis umbral, por lo que la presentación de estos efectos depende del azar.⁽¹¹⁾

De manera simple se puede decir que los daños somáticos son aquellos que se presentan en el individuo expuesto a la radiación, mientras que los daños genéticos son aquellos que se expresan en la descendencia del individuo expuesto, siempre y cuando éste se radie las gónadas.

FACTORES DE PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN

Existen tres formas de disminuir la exposición a la radiación: ⁽²⁴⁾

Tiempo: Consiste en reducir al mínimo el tiempo de exposición en el campo de radiación, utilizando las combinaciones de película-pantalla más rápidas.⁽⁵⁾⁽¹¹⁾⁽²⁵⁾

Distancia: Para esto se toma en cuenta la ley del cuadrado inverso, la cual dice que “la intensidad de los rayos x es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, o sea que al doblar ésta, la intensidad de radiación disminuye a la cuarta parte. Esto quiere decir que a mayor distancia se recibe menor cantidad de radiación y a menor distancia se recibe mayor cantidad de radiación.”⁽⁶⁾⁽⁹⁾⁽¹¹⁾

Frecuencia: Cuantas menos veces se exponga el personal a la radiación, menor será el riesgo de un efecto acumulativo.

Blindaje: Se basa en interponer entre la fuente y el punto de interés una barrera o blindaje, elaborado de un material y espesor adecuados para que atenúe o absorba la radiación.⁽¹¹⁾

Los tipos de blindajes se clasifican en dos barreras: ⁽³⁸⁾

BARRERA PRIMARIA: Es el blindaje de la instalación donde incide directamente el haz de radiación primaria generado por el equipo de rayos x.

BARRERA SECUNDARIA: Es el blindaje de la instalación sobre la cual no incide directamente el haz primario, es del recinto donde se toman los estudios.

Los materiales del blindaje pueden ser diferentes como lámina de plomo, concreto normal, concreto baritado u otro material que garantice documentadamente su espesor equivale al plomo.⁽³⁸⁾

La memoria analítica es un documento que certifica todos los requerimientos de blindaje de la instalación, es elaborado por un asesor especializado en seguridad radiológica, cuando se hace una remodelación o construcción se debe tomar en cuenta la memoria analítica.⁽³⁸⁾

La altura del blindaje para las paredes de una instalación no debe ser inferior a 2.1m, los blindajes deben ser uniformes.⁽³⁸⁾

Los blindajes de la instalación deben construirse de manera que haya continuidad entre los muros, marcos, puertas, ventanas, ventanas de control, para que el blindaje no se vea interrumpido.⁽³⁸⁾

El blindaje debe tener un grosor mínimo de 1 cm y las cabezas de los clavos, tornillos y remaches se deben cubrir de plomo del mismo espesor de la lámina.⁽³⁸⁾

UNIDADES DE EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN

Las unidades que tradicionalmente se han empleado para medir la radiación son el Roentgen, el rad (*radiation absorbed dosis*) y el rem (*Roentgen Equivalent Man*); esta última corresponde al rad multiplicado por un factor de calidad (Q). Puesto que en el caso de los rayos x Q es igual a 1, el rem, el rad y el Roentgen son equivalentes, pero es importante recordar que sólo en el caso de los rayos x.⁽⁸⁾

Actualmente se está presentando un proceso de cambio de las unidades tradicionales a las unidades del sistema internacional (Unidades SI) que finalmente son las que se deberán emplear: Ver cuadro 14.

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE LAS MEDIDAS TRADICIONALES CON LAS DEL SI

Sistema Internacional de Medidas	Sistema Tradicional
1 Gray	100 Rad
1 Sievert	100 Rem

CUADRO 14. GÓMEZ SALDAÑA ILIANA 2008.

Actualmente la terminología empleada para describir la dosis de radiación es el REM que debe reemplazarse por el sievert el cual es la unidad usada para expresar la dosis equivalente por persona que se obtiene como resultado de la exposición a la radiación.⁽⁵⁾

TERMINOLOGÍA DE EXPOSICIÓN

Dosis Máxima Permitida (DMP): Es la cantidad de radiación absorbida que una persona puede recibir, ya sea en el cuerpo entero o en diversos órganos sin sufrir efectos dañinos.⁽¹⁴⁾

Límite Anual de Dosis: Es el valor de la dosis individual que equivale a la dosis efectiva por prácticas controladas.⁽³⁸⁾

ALARA

Es el acrónimo de *As Low As Reasonably Achievable* , es empleado para describir “Tan bajo como razonablemente pueda ser posible”, su fundamento es para que las dosis de radiación para las personas que permanezcan expuestas a la radiación estén tan bajas como sea posible, sin que se vea afectada la calidad de la imagen.⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

Para lo cual se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE): Es la persona que debido a su trabajo se encuentra expuesta a la radiación ionizante. La dosis máxima del POE no debe exceder 5 rem en un año.⁽³⁸⁾

DOSIMETRÍA

Los detectores de radiación ionizante son aquellos que van a registrar la cantidad de radiación recibida durante la toma de estudios radiográficos, después son enviados a un laboratorio autorizado para hacer las lecturas de la cantidad de radiación recibida en un tiempo determinado.⁽⁵⁾⁽⁸⁾

Esos dispositivos o dosímetros son personales e intransferibles, deben portarse durante la jornada de trabajo y al término de esta se deben dejar almacenados en un lugar alejado de la zona de radiación.⁽⁵⁾⁽¹¹⁾

Existen diferentes tipos de detectores entre los cuales están:

Dosímetros de Película Radiográfica:

Es el método más utilizado, se conforma de una película con un soporte de poliéster, formado de pequeños cristales de haluro de plata sumergidos en gelatina, protegido por un recubrimiento de gelatina más dura que la anterior para evitar rayones y desprendimiento de la emulsión, esta película está colocada dentro de un sobre a prueba de luz, se sitúa en una armazón de plástico ya sea en forma de anillo, muñequera, o sujetador.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽¹¹⁾

Las lecturas se hacen midiendo la opacidad de la película, empleando un densitómetro óptico, la película se revela y se conoce la cantidad de radiación recibida.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹¹⁾

VENTAJAS: ⁽¹¹⁾

- Es ligero y pequeño.
- De fácil manejo.
- Bajo costo.
- Es un registro permanente y se puede revisar varias veces.

DESVENTAJAS: ⁽¹¹⁾

- Necesita un proceso químico, que necesita un control riguroso ya que si el revelado no se hace de forma adecuada se va a tener una lectura errónea que queda de forma permanente.
- Sensibilidad a ambientes adversos, en condiciones de humedad excesiva se forman hongos en la emulsión, las altas temperaturas pueden generar velo o excesivo ennegrecimiento en la película y dar lecturas equivocadas.

Dosímetros termoluminiscentes:

Contienen cristales de fluoruro de litio o de calcio que almacenan la energía emitida por la exposición a la radiación, cuando reciben energía, los electrones pasan a un estado metaestable y permanecen así hasta que por calor regresan a su estado base emitiendo fotones luminosos, de esta manera se almacena la información de la cantidad de energía de radiación recibida, esta información se extrae a voluntad.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹¹⁾

La medición se hace observando, la cantidad de luz que será proporcional a la cantidad de radiación que se ha recibido.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

VENTAJAS: ⁽¹¹⁾

- Tamaño pequeño.
- Disponibilidad comercial.
- Facilidad de lectura.
- Reutilización.
- Económico.
- Facilidad de manejo.

-

DESVENTAJAS: ⁽¹¹⁾

- Inestabilidad en el almacenamiento.
- Desvanecimiento de la señal.
- Sensibilidad a la luz.

Cámaras de iones o dosímetros de lectura directa:

Son los dispositivos más complejos, son del tamaño de una pluma 10 cm de largo por 1.2 cm de diámetro, se pueden sujetar del bolsillo. Consta de una cámara de ionización (colecta iones en un volumen limitado de gas, la cual al estar en un campo de radiación, la corriente que pasa a través del gas es proporcional al número de iones colectados) conectada a un electroscope, con cada exposición la cámara de iones se descarga, al final del procedimiento se lee la cantidad de descargas de iones que es proporcional a la cantidad de radiación recibida, tiene una ventana por la cual entra la luz que proyecta la sombra de una fibra de cuarzo sobre una escala que se observa por un sistema de lentes. El dosímetro se carga y se aleja de las fuentes de radiación. ⁽⁶⁾⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

DESVENTAJA: ⁽¹¹⁾

- Se debe mantener limpio y seco ya que la humedad y suciedad puede producir una corriente de fuga la cual altera la lectura.
- Evitar golpes y sacudidas ya que esto lo puede descargar.

Dosímetros Electrónicos:

Integra las dosis e incluye microprocesadores y transmisores para enviar la información a centrales computarizadas. ⁽¹¹⁾

VENTAJAS: ⁽¹¹⁾

- Lectura inmediata.
- Gran sensibilidad para tomar la lectura.
- Medición exacta de dosis bajas.
- Salida digital compatible con computadoras.

DESVENTAJAS: ⁽¹¹⁾

- Peso y volumen mayor.
- Alto costo.
- Susceptible a vibraciones y a la presencia de otros campos electromagnéticos.

GARANTÍA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN MEDICINA VETERINARIA

Los objetivos de la protección radiológica son: ⁽¹¹⁾

- Evitar la incidencia de efectos deterministas.
- Limitar la ocurrencia de los efectos estocásticos a un nivel aceptable.
- Proteger durante las exposiciones de radiación al: Público en general, paciente y al POE.

Para cumplir los objetivos de protección radiológica se deben revisar los siguientes aspectos dentro de la clínica u hospital veterinario. Se recomienda:

En el Recinto:

Se deben realizar pruebas de aceptación, lo que significa que se debe verificar el blindaje por medio de levantamiento de niveles de radiación. ⁽¹¹⁾

El Levantamiento de niveles sirve para verificar la integridad física del blindaje y del colimador del equipo de rayos x con esto se pretende limitar el tiempo de permanencia del personal expuesto en el área donde se localiza el equipo con el fin de que la dosis que reciba sea tan baja como sea razonablemente posible, esta prueba se debe realizar cada tres meses o después de que se piense haya alguna anormalidad, lo realiza un especialista en seguridad radiológica. ⁽¹¹⁾

El diseño se debe de efectuar de tal forma que no se dirija el haz de radiación hacia, puertas, ventanas, cuarto oscuro y otros cuartos donde se encuentren personas. Se debe tener un plano con las colindancias de la instalación, de la ubicación del equipo y de los procesadores de la imagen. ⁽³⁸⁾

Se recomienda que las puertas de acceso a la sala de rayos x tengan un indicador de luz roja el cual advierta a las personas la probabilidad de que exista radiación en esa zona, además de un letrero con la leyenda: "Cuando la luz este encendida solo puede ingresar al recinto el personal autorizado". Se sugiere que en el exterior de las puertas de rayos x exista un letrero con el símbolo internacional de radiación y con una leyenda que diga: "Radiaciones-Zona controlada".⁽³⁸⁾

El blindaje para la construcción o remodelación se debe hacer en base a la memoria analítica. Se debe verificar el blindaje del recinto, por un asesor especializado en seguridad radiológica.⁽³⁸⁾

En el Equipo:

Se debe tomar en cuenta las características de los equipos tales como:⁽³⁸⁾

- Marca.
- Modelo.
- Tensión máxima que permite el tubo.
- Corriente máxima de operación continúa del tubo de rayos x.
- Carga de trabajo semanal estimada para el tubo.

Para la adquisición de un equipo se deben, determinar las características de funcionamiento del equipo y de sus complementos. Observar que el equipo tenga dispositivos de control como: ⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

- Medidores de la tensión como lo es el (kVp).
- Corriente del tubo (mA).
- Tiempo de exposición (s).
- De carga (mAs).

Es importante que el disparador no vuelva a activarse hasta que no se levante el dedo del pulsador, para evitar la repetición de radiografías, además de contar con un sistema que permita al operador terminar en cualquier momento una exposición, en caso de ser necesario. El equipo de rayos x debe tener una indicación visual que funcione al momento de tomar estudios radiográficos,

además de una señal auditiva que indique al operador cuando la exposición ha terminado.⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

Es elemental contar con programas de control de calidad que garanticen el buen funcionamiento de los equipos.⁽¹¹⁾

Al equipo de rayos x se le necesita hacer una inspección conocida como Prueba de Aceptación con ella se va a tratar de establecer si el equipo está fabricado o instalado de forma correcta en relación a las especificaciones técnicas.⁽³⁸⁾

Contar con un *Programa de Control de Calidad* el cual consiste en la ejecución rutinaria e interpretación de pruebas de funcionamiento del equipo para detectar cualquier problema que si progresa afecte la calidad de las imágenes radiográficas.⁽¹¹⁾

Durante la Operación:

Se debe asegurar que cada examen realizado sea necesario y apropiado al problema médico:⁽⁶⁾⁽¹¹⁾⁽²⁴⁾

- Se debe hacer de acuerdo con los protocolos clínicos.
- Personal capacitado.
- Equipo seleccionado a las necesidades de la clínica u hospital y funcionando apropiadamente.
- Realizar bajo condiciones seguras.
- Usar métodos de sujeción alternativos como el uso de anestésicos, tranquilizantes, cintas o cuñas.
- Mantener el mínimo de personal necesario durante la exposición.
- Todas las personas que participen en la toma de estudios deben usar siempre ropa protectora mandiles, guantes, lentes plomados.

Protección al POE:

El POE está obligado a cumplir con las reglas de protección y seguridad radiológica como:⁽⁸⁾⁽¹¹⁾⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾

- El médico debe usar los dispositivos de protección para atenuar la radiación dispersa, como lo son cortinas plomadas, placas de plástico plomado, mamparas y emplear el colimador adecuado para obtener el haz mínimo necesario.
- Uso de mandil, guantes plomados, protector de gónadas y collarín de protector tiroideo.
- Los dosímetros personales deben portarse durante la jornada de trabajo y al término de esta debe permanecer almacenados en un lugar alejado de la zona de radiación.
- Asistir a cursos de actualización, capacitación y entrenamiento de protección

El personal no solo se debe capacitar clínicamente si no debe incluir la protección radiológica por lo que debe conocer el empleo de los accesorios de protección.⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

Es favorable tener una idea del estado de salud del trabajador a través de vigilancia médica la cual comprende la realización de exámenes médicos, previos a la contratación, así como exámenes periódicos para detectar la aparición de efectos dañinos en la salud del médico veterinario, la frecuencia de estos exámenes debe ser de un año, para tener principios de referencia que permitan evaluar el estado de salud del POE y de cualquier modificación o alteración que pudiera presentarse, en el transcurso de su trabajo con radiación ionizante.⁽³⁸⁾⁽⁴⁰⁾

Los exámenes de laboratorio que conviene realizar son: ⁽⁴⁰⁾

- Grupo sanguíneo y RH.
- Serie roja.
- Serie blanca.
- Pruebas bioquímicas.

Si el médico considera necesario realizar estudios complementarios, estos se deben efectuar en base al puesto de trabajo, antecedentes de exposición a radiaciones ionizantes, edad y estado del médico.⁽⁴⁰⁾

Cuando un trabajador reciba una dosis superior al doble del límite anual, en un periodo de tiempo determinado o por un accidente laboral, se recomienda someterlo a un examen por parte de un médico calificado para que determine si es necesario tomar medidas preventivas para una exposición futura, tomando en cuenta su estado de salud.⁽³⁸⁾⁽⁴⁰⁾

Al POE se le debe realizar antes de la contratación un expediente que contenga su ficha de registro médico, incluyendo su historia clínica.⁽⁴⁰⁾

Protección al Paciente:

- Solo bajo la prescripción médica se deberá llevar a cabo la exposición del paciente a estudios radiográficos.⁽⁸⁾⁽³⁸⁾
- La exposición del paciente debe ser la mínima indispensable, se debe evitar la repetición innecesaria de estudios radiográficos.⁽¹¹⁾
- Debe haber un manual de procedimientos técnicos que explique la forma de realizar cada una de las técnicas de exposición radiológica.⁽¹¹⁾
- El haz de radiación se debe limitar al área de interés.⁽¹¹⁾
- Cuando los pacientes presentan dificultad para permanecer quietos se deben emplear inmovilizadores, mecánicos o químicos, además de usar técnicas radiográficas rápidas.⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽¹¹⁾⁽²⁴⁾
- Los equipos de rayos x, los procesadores de la película, los cuartos oscuros, los negatoscopios, deben estar sujetos a un programa de control.⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

Protección al Público en General:

Las puertas de la sala de rayos x deben permanecer cerradas y tener un indicador de luz roja cuando se esté tomando el estudio.⁽¹¹⁾

Se debe dar al propietario las instrucciones específicas de lo que se va a hacer, el riesgo que implica y se le tiene que dar el equipo de protección adecuado, siempre que participe en la toma del estudio, además se tiene que mantener fuera del haz útil, las personas cuya presencia no sea necesaria para la

realización del estudio deben permanecer fuera de la sala de rayos x durante la operación del equipo.⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

Revisión del Equipo Complementario:

Limitador del Haz Primario (Colimador):

El equipo de rayos x debe contar con un colimador que limite el campo de radiación, la cantidad de radiación dispersa se disminuye si se limita el campo de radiación al máximo, restringiéndolo solo al área de interés clínica, esto se debe efectuar eliminando otras fuentes de luz.⁽⁵⁾⁽⁹⁾⁽³⁸⁾

Con la colimación se disminuye también la dosis de radiación al paciente y al POE.⁽⁹⁾

Se debe comprobar la exactitud de la luz del colimador y cambiar el foco cuando sea necesario.⁽²⁴⁾

Filtro:

Usar un filtro de aluminio de 2mm de espesor para filtrar los rayos de baja potencia, que penetran al paciente y resultan en radiación dispersa.⁽⁵⁾⁽²⁴⁾

Chasis, Películas y Pantallas:

La integridad de los chasis se determina mediante inspección visual, se tiene que evaluar con el fin de localizar defectos en la superficie tales como fisuras o huellas digitales, se debe procesar una película virgen que haya permanecido en un chasis durante al menos una hora, las filtraciones de luz en el chasis se presentarán como manchas negras en la película.⁽¹¹⁾

El chasis incluyendo las pantallas, deben evaluarse después de cualquier caída, para asegurar su integridad y funcionamiento.⁽¹¹⁾

El mal contacto entre la película y la pantalla crea falta de definición de las imágenes.⁽¹¹⁾

Las pruebas se deben realizar cada seis meses.⁽¹¹⁾

Se recomienda llevar un registro de las películas usadas, las fallas en los factores de exposición, el número de películas empleadas, así como el número de películas desechadas, etc. Como se explica en el cuadro 15:

REGISTRO E INVENTARIO DE PELÍCULAS RADIOGRÁFICAS

FECHA	NOMBRE DEL PACIENTE	ESTUDIO REALIZADO	TAMAÑO Y NÚMERO DE PELÍCULAS UTILIZADAS			
			8X10	10X12	11X14	14X17

CUADRO 15. MODIFICADO DE BIRDCHARD VOL1 2001.

Rejilla

Gracias a ellas se pueden eliminar todos los fotones que iban a incidir sobre la película, su uso genera el aumento de la técnica radiográfica hasta 5 veces más de lo que se emplearía en un estudio sin el uso de ellas, debido a que se incrementa la absorción de radiación primaria, dependiendo el índice de rejilla que se tenga, el empleo inadecuado provoca aumento de la dosis al paciente sin obtener ningún beneficio y si afectando la calidad de la imagen.⁽⁹⁾⁽¹¹⁾⁽³⁸⁾

Se debe comprobar si la rejilla está colocada apropiadamente, verificar que está centrada con respecto al eje del haz y que se emplea a una distancia adecuada, la prueba se realiza una vez al año o al momento de la instalación de la rejilla.⁽⁹⁾⁽¹¹⁾

Protectores de Plomo:

La indumentaria de plomo ayuda a reducir la exposición del haz primario en un 25%.⁽⁵⁾

El mandil debe tener un espesor de al menos 0.5 mm de plomo cuando cubra solamente el frente del cuerpo o de al menos 0.25 mm cuando cubra completamente el frente, los costados del tórax y pelvis.⁽⁵⁾⁽³⁸⁾

Los guantes y el collarín para proteger la tiroides deben contar con el espesor de al menos 0.5 mm de plomo.⁽³⁸⁾

Se deben colgar los delantales y los protectores tiroideos, para evitar que se agrieten, cada mes se deben inspeccionar en busca de defectos, se colocan en un chasis y se toma una radiografía con una exposición aproximada de 85 kVp y 5 mAs. Figura 34.⁽⁵⁾⁽¹¹⁾⁽²⁴⁾



Figura 34: Delantales de plomo colgados. Cortesía del Hospital de Especialidades Veterinarias FMVZ 2008.

Los guantes de plomo se pueden guardar colocando en su interior latas para evitar fracturas y facilitar la circulación del aire por el forro. Figura 35.⁽⁵⁾



Figura 35: Guantes de plomo. Cortesía Anatomía Topográfica FES Cuautitlán 2008.

Usar los anteojos para protección del cristalino, los cristales deben contar con un espesor equivalente a 0.2mm. Figura 36.⁽³⁸⁾



Figura 36: Anteojos plomados. Cortesía Anatomía Topográfica FES Cuautitlán 2008.

Cuando se use un equipo móvil el operador mantendrá una distancia mayor a 1.8m del paciente y hacer uso del mandil plomado.⁽³⁸⁾

En el Cuarto Oscuro:

Se evalúan las filtraciones de luz y el funcionamiento de las luces de seguridad, se deben revisar periódicamente los líquidos del proceso de revelado, para evitar las repeticiones innecesarias debido a fugas o al mal estado de los químicos.⁽¹¹⁾

RESPONSABILIDADES

RESPONSABILIDAD DEL MEDICO VETERINARIO QUE BRINDA EL SERVICIO DE LA TOMA DE ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS

Debe ser responsable de: ⁽³⁸⁾

- 1) La protección del paciente al minimizar la dosis de exposición.
- 2) Proteger a los POE de la exposición ocupacional, proporcionando el equipo o accesorios de protección contra la radiación.
- 3) Proteger al público en general.
- 4) Entregar con el estudio radiográfico un informe que tenga la fecha de la toma del estudio, además de llevar el nombre y la firma del médico que lo realiza.
- 5) Debe asumir la responsabilidad de la técnica empleada, para así obtener la información diagnóstica empleando la mínima exposición para el paciente y para todas las personas que participen en la toma del estudio radiográfico.
- 6) Evaluar las necesidades del diagnóstico y las características de cada paciente para usar la técnica adecuada.

- 7) Conocer cualquier falla en el equipo o en el proceso de revelado para asegurar una buena calidad de la imagen y evitar la repetición de estudios por error humano o mecánico.
- 8) Implementar un programa de revisión de radiografías repetidas para determinar la causa más frecuente de repetición y aplicar medidas correctivas.

Se debe cumplir con:⁽³⁸⁾

- 1) Los límites de exposición ocupacional y del público.
- 2) Vigilar el equipo de protección y dispositivos técnicos suficientes para garantizar la protección del paciente y el POE.
- 3) Capacitación del POE, proporcionarle la información, equipo, accesorios de protección, así como los servicios de vigilancia médica.
- 4) Elaborar y actualizar los manuales de protección y seguridad radiológica.
- 5) Se recomienda llevar un calendario con las fechas de las prácticas de vigilancia del control de calidad y los problemas hallados; tener las fechas de aplicación y de evaluación del equipo.

RESPONSABILIDAD DEL MÉDICO QUE REMITE EL CASO ⁽³⁸⁾

- 1) Asegurarse de que el examen que solicita es el adecuado para la información diagnóstica que se requiere.
- 2) Debe firmar toda solicitud de estudios que implique el uso del radiodiagnóstico e incluir: Nombre del médico, su firma y la fecha.
- 3) Analizar si el uso de rayos x es la mejor opción para confirmar su diagnóstico y tomar en cuenta la información previa, para así evitar realizar estudios radiográficos innecesarios.

El personal de la clínica u hospital veterinario que toma estudios radiográficos debe revisar:

DIARIAMENTE: ⁽¹¹⁾

- Rellenado de las soluciones para el revelado.
- Verificar la temperatura del revelador.
- Registrar los resultados en una bitácora.

SEMANALMENTE: ⁽¹¹⁾

- Limpieza del procesador de la película.
- Evaluar las soluciones del revelado y si es necesario sustituirlas.
- Verificar y limpiar los negatoscopios.
- Si es necesario realizar acciones correctivas o preventivas.

MENSUALMENTE: ⁽¹¹⁾

- Verificar y limpiar las pantallas intensificadoras.
- Verificar la carta de exposición del equipo de rayos x.

REGLAS DE SEGURIDAD RADIOGRÁFICA

- 1) Mantener el mínimo de personal necesario durante la exposición, de ser posible rotar al personal que asiste en la toma de estudios radiográficos para disminuir el nivel de exposición. ⁽⁶⁾⁽²²⁾
- 2) Evitar que menores de 18 años y personas embarazadas permanezcan en el recinto cuando se esté tomando un estudio. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²²⁾
- 3) Siempre usar ropa protectora diseñada para absorber la radiación secundaria con un grosor de 0.5mm de plomo. Para la protección de los ojos se debe llevar lentes con cristales plomados. Asegurar la vida máxima de la indumentaria protectora a través de un uso y cuidado apropiado. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²²⁾
- 4) Llevar siempre los dispositivos de control de radiación por fuera del delantal, los dosímetros no deben exponerse a la luz del sol, la humedad o temperaturas extremas ya que puede dar lecturas muy elevadas. ⁽⁵⁾
- 5) Usar restrictores mecánicos cuando sea posible, como sacos de arena, vendas, cuñas o utilizar restrictores químicos tal como tranquilizantes y anestésicos. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹¹⁾⁽²²⁾
- 6) Usar el colimador para disminuir el tamaño del campo y la radiación dispersa, ninguna parte del cuerpo debe estar en contacto con el haz primario ya que la ropa de plomo no protege del haz primario. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹¹⁾
- 7) Usar el filtro de aluminio de 2.0mm para remover los rayos x de baja energía del rayo primario. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾

- 8) Cuando se emplee el haz de rayos x de forma horizontal no dirigirlo directamente a cualquier persona o a un cuarto ocupado por personas.⁽⁶⁾⁽²⁴⁾
- 9) Mantener los químicos del cuarto oscuro en buenas condiciones de operación.⁽⁶⁾
- 10) Cuidar el tiempo y los valores de exposición.⁽⁶⁾
- 11) Conocer las normas de protección contra la radiación y actualizar esos conocimientos.⁽⁶⁾

11. RADIOLOGÍA DIGITAL

Se refiere a las modalidades en imagenología, para obtener una imagen digital sin el uso del procesamiento tradicional del revelado de la película radiográfica.

A principio de los 80's, los sistemas médicos de Fujifilm introdujeron por primera vez tecnología de radiología digital, desde entonces los receptores de imagen de radiología digital, han empezado a remplazar a los chasis de película-pantalla.⁽⁴¹⁾

La radiología digital es un tópico actual en medicina veterinaria, pero hay que considerar que en esta modalidad, el archivo de los estudios y los sistemas de comunicación serán en un inicio costosos, por lo que no es una decisión que se tome a la ligera.⁽⁴²⁾

Cuando se compra un aparato de radiología digital se deben considerar temas obvios como la calidad que tendrá la imagen, el costo, los contratos de servicio, el equipo adicional que requiere y la capacitación del personal para el empleo de esta tecnología.⁽⁴²⁾

La disponibilidad de equipo específico veterinario, ha permitido a los médicos veterinarios darse cuenta de los beneficios de la radiología digital, además de que la mayoría de las herramientas de diagnóstico actualmente poseen salida digital, una vez que los archivos están en formato digital, se puede hacer un registro electrónico del resultado de los estudios realizados, para anexarlos al archivo médico del paciente.⁽²⁴⁾⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾

Esta tecnología está ganando popularidad en medicina veterinaria ya que ofrece varias ventajas sobre la película radiográfica tradicional como el mejorar la calidad de la imagen final, evita las repeticiones por fallas en la técnica y mejorar el cuidado del paciente al incrementar la calidad de la imagen diagnóstica.⁽²⁴¹⁾⁽⁴²⁾⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁶⁾⁽⁴⁷⁾

La radiología digital no es una solución a todos los problemas, los beneficios son frecuentemente exagerados creando expectativas irreales para los veterinarios que consideran cambiar a esta tecnología, por lo cual se deberán

analizar los pros y los contras de la adquisición de estos equipos para la clínica u hospital veterinario.⁽⁴²⁾⁽⁴⁴⁾

La radiología digital ofrece 2 modalidades primarias; la radiografía computarizada (RC) y la radiografía digital (RD).⁽⁴⁴⁾

RADIOGRAFÍA COMPUTARIZADA (RC)

La RC es una forma de imagen digital, que usa imágenes construidas a partir de datos numéricos, estas imágenes son fáciles de almacenar, mostrar, manipular y transportar de un sitio a otro. Para la obtención de estas imágenes se emplea un detector de pantalla fósforo estimulante.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾

La imagen generada puede ser mostrada en una pantalla de computadora (copia blanda) o impresa en una película radiográfica (copia dura).⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾

La RC usa un equipo radiológico existente como los son la mesa y el tubo, pero requiere de un chasis, una película especial y un procesador digital. La película es expuesta de forma cotidiana y es procesada digitalmente, que es mejor que químicamente, resultando en un archivo digital.⁽⁴⁶⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾

PANTALLAS FÓSFORO ESTIMULABLE (PSP)

Absorben y almacenan la mayoría de la energía incidental (imagen latente), para ser leída.⁽⁴¹⁾

Las pantallas de PSP son delgadas, rígidas pero con capas de hojas flexibles (10x12 y 14x17) la cual encaja en un chasis, idéntico a los convencionales de película-pantalla, pueden ser colocados sobre o bajo la mesa, en un sistema Potter- Bucky, con o sin rejilla.⁽⁴¹⁾

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA IMAGEN HECHA POR RADIOGRAFÍA COMPUTARIZADA

La exposición de un paciente se hace usando el tubo de rayos-x convencional, la radiación pasa a través del paciente, golpea el lector de plato de imágenes (IP) o PSP, se cubre con fósforos fotoestimulables, (típicamente cristales de bario flúor aleación con europio), la energía de los rayos-x se transfiere a

electrones, moviéndolos a niveles más altos de energía llamados trampas de energía.⁽⁴⁵⁾

El chasis es llevado a una unidad lectora láser, también conocida como lector de imágenes IRD, procesador de RC, o plato lector, para procesar la imagen latente. El chasis se coloca dentro del lector, es abierto automáticamente y el plato IP o PSP es removido, se mueve a través del procesador y es escaneado por el láser helio-neón, el láser estimula la liberación de la energía de los rayos-x atrapada y almacenada en el IP o PSP como una luz visible, la cual es liberada y reunida por un sistema de fibra óptica, posteriormente pasa a un tubo fotomultiplicador produciendo una señal análoga que es, digitalizada y almacenada en la computadora.⁽⁴²⁾⁽⁴⁶⁾⁽⁵⁰⁾

Cada segmento de información colectado es decodificada numéricamente en millones de pequeños cuadros de información llamados pixeles, cada uno de estos representa una señal electrónica que va a corresponder a la intensidad de señal del rayo, cada píxel puede solo desplegar un valor ya que cada uno tiene un brillo correspondiente al grado de absorción del tejido que se está radiografiando.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁵⁾

El proceso de lectura de RC es análogo a un procesador automático de película de rayos-x usado con sistemas convencionales de película-pantalla.⁽⁴¹⁾

El paso final en el lector de la imagen es borrar el IP o PSP para ser reutilizado. Esto se hace escaneando el IP con una luz blanca intensa para liberar cualquier energía residual almacenada en el IP. El IP puede ser reusada arriba de 10 000 veces sin pérdida en la calidad de la imagen. El tiempo de lectura de un IP o PSP es de aproximadamente 30 segundos y el tiempo de borrado 10 segundos, en total desde que se presiona el botón para iniciar el proceso hasta que la radiografía esta lista para descargarse del lector es de 69 segundos.⁽⁴³⁾⁽⁴⁷⁾

Normalmente el equipo de lectura tiene una capacidad de almacenaje de 22.1 Gb, lo que corresponde de 180 a 200 imágenes.⁽⁴⁷⁾

Los chasis RC deben de ser procesados de manera oportuna, antes de varias horas de exposición, por su sensibilidad a radiación secundaria, deben de ser

almacenados con cuidado, y deberán ser borrados rutinariamente; de manera ideal el proceso de borrado se debe efectuar durante el proceso de obtención de la imagen; si esto no es posible, se debe realizar la eliminación de la imagen previo a su uso, el no hacerlo resulta en desperfectos y señal reducida.⁽⁴¹⁾

Finalmente la densidad de la imagen se ajusta para ayudar a corregir la baja o sobre- exposición.⁽⁴⁵⁾

Una de las desventajas de este método diagnóstico es que se tiene que comprar el chasis, el procesador, el equipo para ver y almacenar las imágenes radiográficas.⁽⁴⁶⁾

RADIOGRAFÍA DIGITAL (RD)

La RD emplea un sensor electrónico, que sirve como película, genera una imagen digital cuando se expone a la radiación, la cual se ve casi inmediatamente en una pantalla de computadora.⁽⁴³⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵¹⁾

Cuando el paciente es posicionado correctamente y los factores de exposición son apropiados, las imágenes digitales pueden ser manipuladas y mejoradas (con relación a medidas y zoom), aumentando la calidad del diagnóstico y reduciendo la necesidad de repeticiones.⁽⁴³⁾⁽⁴⁶⁾⁽⁵²⁾

Las imágenes capturadas son enviadas directamente al servidor e instantáneamente están disponibles en línea a usuarios autorizados. Figura 37.⁽⁴³⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁵¹⁾



Figura 37. Equipo de radiografía digital. Tomado de fujifilm 2009.

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA IMAGEN TOMADA CON UN EQUIPO DE RADIOGRAFÍA DIGITAL

En la RD los rayos x son convertidos en una forma electrónica que es digitalizada y decodificada numéricamente en millones de pequeños y discretos cuadros de información digital (píxeles), que son arreglados en una matriz de líneas y columnas, la RD requiere de píxeles más pequeños y más numerosos para la mayor resolución espacial.⁽⁴¹⁾

El tamaño del píxel es determinado por el tamaño de la imagen dividida por el tamaño de la matriz, si una imagen torácica es de 35cm x 43 cm y el tamaño de la matriz es de 2000 x 2500, el tamaño del píxel sería aproximadamente de 0.17mm x 0.17 mm. ⁽⁴¹⁾⁽⁵²⁾

La RD emplea dos tipos diferentes de receptores para captar la imagen y procesarla como son:

DISPOSITIVOS DE CARGAS INTERCONECTADAS (CCD)

Un CCD, del inglés *Charged-Coupled Device* es un pequeño circuito integrado fotosensible compuesto de silicón cristalino capaz de crear imágenes de luz visible, está dividido en miles de pequeñísimos píxeles electrónicamente aislados y grabados en la superficie. ⁽⁴¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾

Cuando se usa en un sistema de radiografía digital, el CCD es adherido por debajo de la mesa de rayos x o bien una pantalla intensificadora de yodo de cesio, cuando la pantalla intensificadora y esta flouresce interactuando con los rayos-x, el CCD captura la luz emitida, la cual es enfocada por unos lentes y capturada por el chip CCD en donde se almacena la energía en forma de electrones atrapados dentro de cada píxel. Los electrones almacenados son leídos y convertidos en una señal eléctrica.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁷⁾

Los chips CCD pueden ser pequeños (2.5x2.5 cm) mientras que los detectores más grandes son de solo 8 x 8 cm y muy caros. Los chips pequeños de CCD se pueden juntar directamente a las pantallas intensificadoras, con excelente transferencia de energía de luz y formación de la imagen radiográfica.⁽⁴¹⁾

LOS DETECTORES DE PANEL PLANO

Los detectores de panel plano son de 10x12 o 14x 17 pulgadas, usa una gran pantalla intensificadora de rayos-x, junto a un panel plano amorfo de silicón que sirve como el detector de luz. ⁽⁴⁰⁾

El detector de silicón consiste en una matriz, compuesta de un gran número de elementos detectores individuales, ya que cada detector es un elemento independiente, los detectores amorfos de silicón son más eficientes y menos susceptibles a las imperfecciones de fabricación que los dispositivos CCD. ⁽⁴¹⁾

Estos paneles producen una corriente eléctrica y cuando los fotones de rayos x interactúan con el detector, la corriente se convierte en imagen radiográfica, donde las imágenes pueden verse inmediatamente después de la exposición. ⁽⁵⁰⁾

La desventaja de este tipo de detectores es que el tamaño de la radiografía, se ve limitado por el tamaño del detector, por lo que se deberá tener cuidado para seleccionar el tamaño de la imagen, de acuerdo al tipo de estudio que se vaya a realizar y al tamaño del paciente. ⁽⁵⁰⁾

El panel plano es una unidad auto contenedora, puede ser configurada para trabajo portátil o para ser fijada debajo de la mesa de rayos x, además de que son conectados a una computadora digital. ⁽⁴¹⁾

Los detectores de panel plano son la tecnología de radiografía digital más cara, pero brinda una excelente calidad de imagen. Figura 38. ⁽⁴¹⁾



Figura 38: Detector de panel plano. Tomado de Fujifilm 2009.

CALIDAD DE LA IMAGEN DIGITAL

La calidad de la imagen al igual que en los sistemas de película – pantalla también se va a ver afectada por el correcto posicionamiento del paciente además de colimar adecuadamente.⁽⁴⁵⁾

Después de la exposición de rayos-x, la imagen radiográfica es transferida a una computadora dedicada a la radiología digital, la cual es usada para el proceso de imagen digital, donde las imágenes pueden ajustarse como sea necesario, como por ejemplo se hacen correcciones para sub o sobre exposición, la orientación de la imagen en la pantalla, por lo que, esta debe de ser la única computadora usada para ver imágenes, después se puede enviar a otra computadora destinada a la interpretación diagnóstica, en un lugar separado del cuarto de exposición. Figura 39.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾

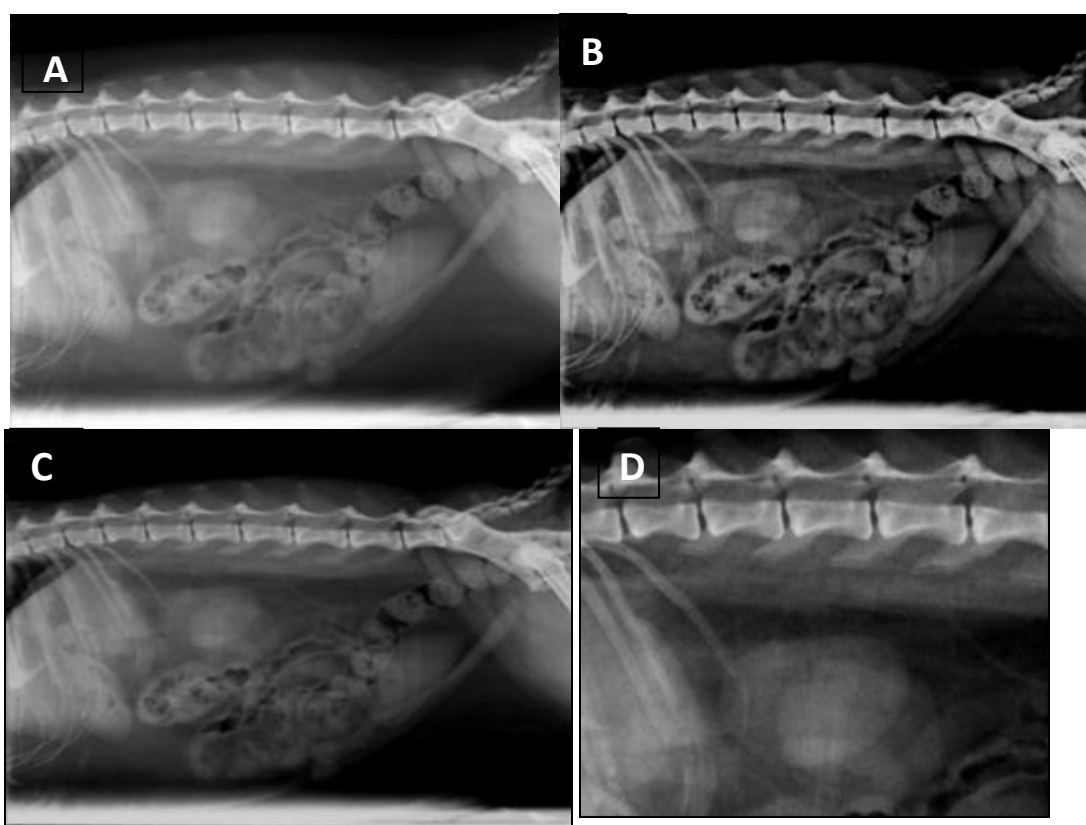


Figura 39: A imagen se muestra en la pantalla después de hecha la exposición, B imagen muestra intensificación de las serosas abdominales, C imagen modificada para ver estructuras óseas y D ampliación para evaluar la zona de interés. Tomada de servicio de radiología digital Madrid España 2008.

Las imágenes pueden ser magnificadas, mostradas en diferentes configuraciones o medidas, ser marcadas, por ejemplo los marcadores cardíacos vertebrales, diámetro de nódulos pulmonares, ángulos de la tibia, se pueden medir y archivar, además de que pueden imprimirse directamente sobre la imagen, mientras que la imagen original es retenida por separado, como un archivo sin alterar.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾

MONITORES

La habilidad del observador para determinar la calidad de la imagen obtenida con la radiología digital, depende en este caso de la eficacia del monitor de la computadora, por lo que las características de los monitores, deben de incluir el tamaño de la pantalla, resolución, brillo, escala de grises.⁽⁴¹⁾

Los monitores de escala de grises, tienen un rango de dinámica mayor o sea que son más brillantes que los monitores de tubo de rayos de cátodo de color (CRT), además de producir una resolución más alta y poca profundidad.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁶⁾

Un monitor de color generalmente disminuye el brillo, tiene pocos matices de pixel y posee elementos rojo, verde y azul por cada píxel, por tanto los pixeles son más grandes, un monitor de color no es necesario para radiología digital, se emplea más para ver imágenes Doppler de ultrasonido.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁶⁾

El cristal líquido se compone de moléculas, que tienen propiedades físicas que varían en presencia de un campo eléctrico, por lo cual, existen monitores de cristal líquido, los cuales controlan la luz y la operación a través de la transferencia de cada pixel y la modificación externa de un campo eléctrico que se encuentra alrededor del componente de cristal líquido.⁽⁴⁶⁾

RESOLUCIÓN

La resolución de bajo contraste es la capacidad de distinguir un material con una determinada densidad de otro de densidad similar independiente del tamaño y la forma. La resolución de bajo contraste va a depender de la composición del tejido y de valores seleccionados, además del matiz del pixel, que se describe comúnmente en megapíxeles (MP), va a depender de la calidad del equipo y del tamaño de matiz del pixel.⁽⁴⁶⁾⁽⁴⁷⁾

La resolución espacial en radiología digital es menor a la del sistema de película- pantalla convencional, esto puede deberse al tipo de receptor o a la forma de desplegar la imagen, pero los equipos de radiología digital lo compensan, ya que cuentan con diferentes formas para contrastar las imágenes mejorando la calidad del estudio radiográfico, después de haber hecho la exposición.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁷⁾

DENSIDAD ÓPTICA

La ventana de nivel de imagen puede ajustarse para mostrar diferentes niveles de brillo de imagen. Puede ajustarse para mostrar una imagen de alto contraste con pocas sombras de gris o una amplitud de imagen con muchas sombras de gris, esta escala de gris puede ser aplicada a cualquier porción de información de la imagen, resultando en una mejor visualización de diferentes estructuras anatómicas.⁽⁴¹⁾

CONTRASTE

Es la proporción de luminosidad entre las sombras blancas y negras.⁽⁴⁶⁾

Es controlado e influenciado por muchos de los factores que afectan la radiografía tradicional, por ejemplo los IP o PSP son afectados por la radiación dispersa.⁽⁴¹⁾

Si está totalmente iluminado el monitor, el brillo del monitor ofrecerá mejor proporción de contraste.⁽⁴⁶⁾

ARTIFICIOS EN IMÁGENES DIGITALES

La llegada de la radiología digital ha traído un gran número de efectos no deseados nuevos y únicos para la imagen.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾

- Halo radiolúcido rodeando implantes ortopédicos metálicos, este efecto simula infección del implante o que no está fijado firmemente. Figura 40.



Figura 40: Halo radiolúcido. Mattoon 2006.

- Ubershwinger o efecto rebote, ocurre cuando las densidades de objetos vecinos son significativamente diferentes, algunos veterinarios regresaron al sistema de radiografía convencional para revisión exámenes de ortopédicos. Figura 41.



Figura 41: Efecto Ubershwinger, se observa un aparente aflojamiento del tornillo (superior) Halos radiolúcidos (inferior). Mattoon 2006.

- Las regiones sobre expuestas se ven como áreas negras en la imagen, lo que causa que el receptor de panel plano muestre desperfectos en forma de puntos. Figura 42.

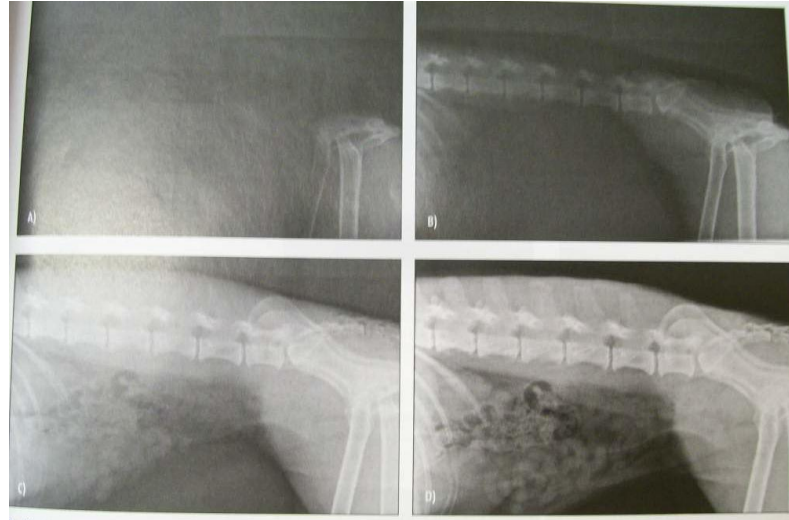


Figura 42: Imagen digital sobreexpuesta y sus correcciones. Mattoon 2006.

- La subexposición se reconoce por una imagen muy moteada, granulada o pixeleada, los factores de exposición altos aumentan la calidad de la imagen pero a costa de mayor radiación.
- Los IP o PSP de la RC son susceptibles de romperse, las fracturas ocurren primero a lo largo de la orilla del plato y avanzan al centro para interferir con la imagen. Las rupturas se muestran como líneas blancas en la imagen RC, lo que aparecerá como suciedad o pelo que bloqueará la luz, también parecerá como una imagen blanca vacía.
- Análoga a la suciedad dentro del chasis convencional, están los artificios lineares blancos que pueden confundirse con un cuerpo extraño dentro del paciente si no se reconocen.
- Artificios en el plato lector de RC, causados por qué no han sido borrados oportunamente y las imágenes quedan almacenadas por periodos prolongados de tiempo.
- Imágenes fantasmas de radiación, que pueden formar una especie de imagen nebulosa, esto es por qué los platos de RC deben de ser borrados previo a su uso, este artificio puede generar el observar imágenes dobles.
- Los artificios de contraste que se observan como una ilusión dentro de una zona radiolúcida en diferentes niveles de contraste.

DIFERENCIAS ENTRE RC Y RD

La radiografía computarizada (RC) es diferente de la radiografía digital (RD) principalmente en la manera en la que se obtienen las imágenes: ⁽⁴⁷⁾

La RC se recomienda para aquellos hospitales en dónde ya se tienen varios equipos de radiología convencional ya que los chasis con las pantallas PSP o IP pueden emplearse en todos los equipos existentes. Su desventaja es que al ser un proceso indirecto la imagen tiende a tener una resolución menor que en la RD. ⁽⁵²⁾

La RD sólo puede instalarse en un equipo lo cual es conveniente para la mayoría de los hospitales; el receptor que se emplea tiende a ser más caro que los empleados en la RC pero por otro lado su resolución es mayor. ⁽⁵¹⁾

Tanto la RC como la RD pueden integrarse a la red.

DIFERENCIAS ENTRE RADIOLOGÍA CONVENCIONAL Y RADIOLOGÍA DIGITAL

La primera diferencia entre la radiología convencional y radiología digital es que las imágenes son capturadas electrónicamente, grabadas y vistas en una terminal de computadora. ⁽⁴¹⁾⁽⁵⁵⁾

La toma de estudios con técnicas convencionales tiene varias limitantes entre estas se encuentran; que la imagen tomada es permanente y se requiere planear la técnica radiográfica, teniendo una carta técnica que tenga los ajustes necesarios para el grosor de las diferentes partes del cuerpo, otra para las distintas áreas anatómicas y para las velocidades de película - pantalla, si estos elementos no se toman en cuenta da como resultado radiografías sobre o subexpuestas, a diferencia de las imágenes radiográficas digitales donde es más simple, debido a que la planeación de tecnología digital no varía mucho para las partes del cuerpo radiografiadas o para el grosor del tejido, solo las técnicas más básicas como son para tórax, abdomen, columna y pelvis son necesarias para la radiología digital, esto porque la imagen digital puede ser manipulada después de que se hace la exposición. ⁽⁴¹⁾⁽⁵⁶⁾

Se reemplaza la película radiográfica, el negatoscopio y el chasis convencional de película-pantalla por un receptor de imagen.⁽⁴¹⁾⁽⁵⁵⁾

Entre la radiología convencional y la radiología digital existen ciertas similitudes, por ejemplo es que se pueden generar usando el mismo tubo de rayos x, se requiere de un adecuado posicionamiento del paciente, además de la apropiada colocación del rayo para obtener imágenes diagnósticas de calidad.⁽⁴⁵⁾⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁶⁾

En relación con la radiología convencional la RC, emplea un IP o PSP en el chasis en lugar de una película, no requiere el uso de pantallas en el chasis.

El IP o PSP tiene una exposición más amplia que las películas radiográficas comunes permitiendo una mejor visualización de tejidos blandos y hueso en una misma imagen, esta amplitud le permite a la RC corregir la sub o sobre exposición del IP.⁽⁴⁵⁾

La imagen en una radiografía convencional está compuesta de cristales de plata metálica en una emulsión de gelatina, la imagen RC es mostrada como una serie de pequeños pixeles.⁽⁴⁵⁾

Tanto la RD como RC permiten una revisión rutinaria de áreas que no son vistas típicamente en una exposición simple de película radiográfica, como el ver en la misma radiografía hueso y tejidos blandos.⁽⁴⁵⁾

Otra diferencia es la comparación de imágenes de seguimiento, es más fácil hacerlo con radiología digital, que con la radiografía tradicional, debido a que las imágenes pueden ser manipuladas para que tengan el mismo grado de contraste y amplitud.⁽⁴¹⁾

Es necesario archivar físicamente los estudios por si hay que reevaluar o comparar el estudio posteriormente teniendo el riesgo de perderlos, o no comparar el estudio del mismo paciente por un error en el archivo o identificación.⁽⁴⁷⁾

La mayoría de los sistemas digitales disponibles pueden ser comparados a un sistema de película de 200-300 de velocidad.⁽⁴¹⁾

Una imagen de radiología digital se parece a una radiografía normal en cuanto a superposición de estructuras o tejidos, presentan efecto anódico o de talón, pero la diferencia entre ellas es la cantidad de radiación, en imágenes digitales los factores de exposición aumentan significativamente en comparación con los empleados en un sistema de película- pantalla convencional.⁽⁴⁷⁾

En radiología digital el contraste es mayor y se detectan con más facilidad los objetos de bajo contraste a diferencia de la radiología normal con película radiográfica. Figura 43.⁽⁴⁷⁾

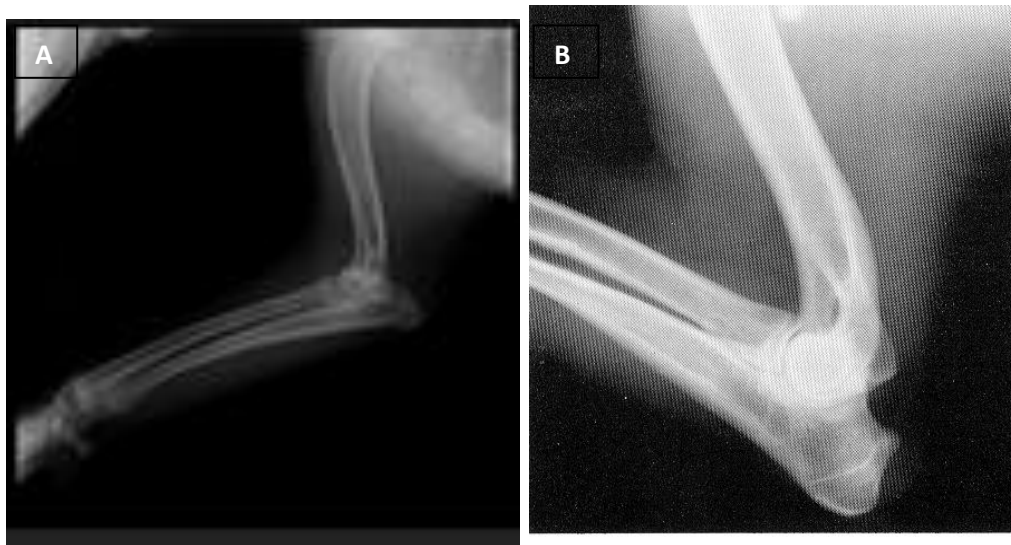


Figura 43: A tomada con RD y B tomada con sistema convencional en la primera se observan más detalladas las estructuras blandas y huesos que en la B.

ARCHIVO DE IMÁGENES DIGITALES

Se necesita de un sistema digital para elaborar los reportes médicos los cuales deben estar disponibles durante la interpretación y diagnóstico.⁽⁴⁷⁾

Con el empleo de RC y RD se ofrece la posibilidad de tener un archivo electrónico ya que se pueden tener una gran cantidad de imágenes y con esto se pueden conseguir grandes ventajas como el ya no tener los sobres con estudios sin ordenar y con el riesgo de extraviarse o maltratarse por un inadecuado archivo, con este tipo de registros electrónicos se puede llegar a tener una clínica u hospital totalmente digitalizado.⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁷⁾

Las imágenes digitales son enviadas a la computadora central o a un servidor para almacenamiento y distribución de ser necesario, pueden ser también enviadas fuera vía Internet para la revisión de especialistas y almacenaje.⁽⁴¹⁾

En el caso de la radiología digital la imagen es almacenada en un disco duro local, las imágenes digitales deben de ser finalmente transferidas a un almacenaje permanente, a una computadora de mayor capacidad, un archivo de imágenes o a un archivo de imágenes y sistema de comunicación (PACS), de forma alternativa se puede tener, una impresora láser para hacer una copia dura, la cual tiene una apariencia similar a una radiografía convencional.⁽⁴¹⁾⁽⁴³⁾⁽⁴⁶⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁷⁾

Los PACS específicos para medicina veterinaria, permite la comunicación entre computadoras, algunos usuarios de radiología digital no necesitan PACS y en su lugar usan el software de imágenes que provee el fabricante para manipular y ver la información.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁸⁾⁽⁵⁹⁾⁽⁶⁰⁾

Las imágenes digitales pueden ser colocadas en registros médicos electrónicos del paciente, los PACS pueden acomodar todas las formas de tecnología de imagen digital, como ultrasonido, tomografía computarizada, medicina nuclear, para así tener un expediente médico del paciente más completo.⁽⁴¹⁾⁽⁴²⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁸⁾⁽⁵⁹⁾

El sistema de información del hospital o HIS es un programa de computadora que permite que se pueda acceder a la información del paciente al momento de su admisión, y puede ser usada para registros médicos electrónicos, comunica con el sistema de imagen directamente o vía un sistema de información de radiología (RIS). La información del paciente, se ingresa a la computadora del hospital solo una vez y se tiene el sistema RIS para acceso inmediato con la identificación del paciente y el archivo de los estudios de imagenología.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁸⁾

Los servicios con sistemas Servidor Arreglo redundante de un disco independiente (en inglés *Redundant Array of Independent Disks RAID*) se asegura que los datos no se pierdan por si otro sistema falla, este puede cambiarse interrumpiendo el sistema normal de operación con el fin de que no

se pierdan los datos; tiene una alarma audible que alerta al personal si un disco falla.⁽⁶¹⁾

Una forma de almacenar imágenes digitales es por un medio escrito como CDs o DVDs , que son un método de almacenaje de imágenes aceptable, tienen varias ventajas como movilidad, bajo costo y fácil duplicación.⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾

Los CDs y DVDs son un medio escrito confiable ya que no pueden ser alterados después de guardarse las imágenes.⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾

Cuando se usan CDs o DVDs de apoyo alguien debe ser responsable del mantenimiento y organización del sistema.⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾

El formato Zip, también puede usarse como un medio de almacenamiento regrabable, estos drives son fáciles de usar y son un medio barato que tiene una gran capacidad de almacenaje, sin embargo estos discos pueden ser más convenientes para almacenamiento temporal que permanente ya que en el pasado hubo problemas con esta presentación.⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾

IMPRESIÓN DE IMÁGENES DIGITALES

Aunque todo el manejo de imágenes es electrónico también se pueden hacer copias de forma común, siendo el propósito de esto el tener una buena impresión en la película, reproduciendo fielmente la imagen como se observa en el monitor.⁽⁴⁷⁾

FORMATO DE IMAGEN DIGITAL Y COMUNICACIONES EN MEDICINA (DICOM)

En 1983, el Colegio Americano de Radiología y la Asociación de Fabricantes Eléctricos formaron un comité para desarrollar un estándar global para la transmisión de imágenes el cual fue nombrado Imagen Digital y Comunicaciones en Medicina o DICOM (en inglés *Digital Imaging and Communications in Medicine*), el cual permite estandarizar entre varios dispositivos la adquisición, archivo y muestra de imágenes tomadas de forma digital.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁹⁾⁽⁶³⁾

Antes de DICOM los formatos para imagen digital en medicina humana no estaban estandarizados y las imágenes creadas en un equipo no podían ser vistas en otro, esta falta de estandarización obstaculizaba el intercambio de información entre los médicos, ahora las imágenes DICOM son combinadas con la información del paciente como su nombre, número de expediente, la fecha de realización del estudio y los datos del equipo, además de que estas imágenes no pueden ser alteradas, así pueden ser transferidas y leídas de forma segura por cualquier software DICOM. ⁽⁴²⁾⁽⁴³⁾⁽⁶³⁾⁽⁶⁴⁾

El DICOM Working Group 25 (WG25) fue establecido en 2005 para desarrollar especificaciones únicas para la medicina veterinaria. Estas incluyen campos de información como el nombre del propietario y de la mascota, raza, especie, posición, y áreas del cuerpo mostradas en la imagen. ⁽⁴¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁶³⁾⁽⁶⁵⁾

En la actualidad esta forma de archivar y enviar imágenes se está expandiendo para incluir otros datos, como electrocardiogramas, ultrasonidos, tomografía computarizada, resonancia magnética y medicina nuclear. Figura 44. ⁽²⁹⁾⁽³⁵⁾⁽³⁶⁾⁽³⁹⁾

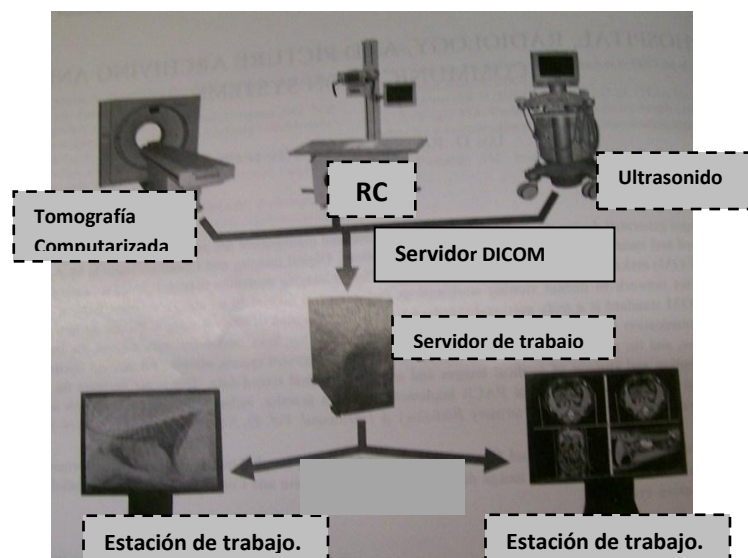


Figura 44: Muestra los datos diagnósticos que puede almacenar DICOM. Wright 2008.

REVISIÓN DE IMÁGENES DIGITALES

Contrastado con los negatoscopios, las pantallas de computadora tienen menor iluminación, reducen la resolución espacial, el rango dinámico y esto es un problema al revisar la imagen por la reflexión de la luz.⁽⁴⁶⁾

Por lo tanto la iluminación ambiental debe ser baja e indirecta, para disminuir la iluminación del monitor por reflexión, la cual disminuye el contraste y el detalle, lo que dificulta la visión por ejemplo de nódulos pulmonares pequeños.⁽⁴⁶⁾

Se deben leer las imágenes en cuartos con ventanas oscurecidas, para evitar los reflejos y prevenir el deslumbramiento cuando se interpretan radiografías.⁽⁴⁶⁾

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE RADIOLOGÍA DIGITAL

VENTAJAS:

- Brinda la oportunidad de manipular el contraste y la amplificación mejorando la calidad diagnóstica, especialmente para los lectores menos experimentados.⁽⁴⁵⁾⁽⁶⁶⁾
- Se gasta menor tiempo repitiendo las radiografías ya que se puede manipular la información en una imagen, también proporciona un método fácil y eficiente para mandar imágenes a una locación remota para su interpretación.⁽⁴⁵⁾
- Mejor capacidad de diagnóstico, la imagen puede ajustarse para una óptima revisión usando un aumento en el margen, pueden ser marcadas, por ejemplo nódulos pulmonares, marcadores cardiacos, se pueden hacer mediciones, lo cual facilita un diagnóstico exacto.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁵⁾
- Las radiografías de secuencia son usadas para evaluar la respuesta a la terapia y monitorear el progreso de la enfermedad, las imágenes de exámenes anteriores pueden abrirse junto con las imágenes recientes para tomarlas como referencia, dar seguimiento o compararlas; evita buscar radiografías perdidas o extraviadas.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁷⁾⁽⁵⁰⁾
- La identificación del paciente se efectúa de manera automática en cada imagen lo que evita la repetición de estudios por estar identificados erróneamente o no identificados.⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁷⁾

- No hay gastos del procesador de películas como en los químicos y mantenimiento del equipo de revelado, la compra de películas ya no es necesaria.⁽⁴¹⁾⁽⁴⁷⁾⁽⁶¹⁾
- Tienen menor resolución que el sistema película-pantalla, pero esto se puede compensar después de hacer la exposición corrigiendo la imagen en el monitor de la computadora, mejorando así el estudio radiográfico , para emitir un diagnóstico más acertado.⁽⁴¹⁾⁽⁶⁶⁾
- La operación es más rápida, simple y productiva.⁽⁴⁷⁾⁽⁶⁶⁾
- El proceso ahorra tiempo y trabajo.⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁷⁾
- Presenta, distribuye y archiva electrónicamente las imágenes que se pueden valorar e interpretar sin tener que pasarlas a la película.⁽⁴⁷⁾
- Evita que las películas se puedan velar en el cuarto oscuro durante el proceso de revelado.⁽⁴⁷⁾
- Se pueden hacer tantas copias como se deseen sin el riesgo de radiación innecesaria en el paciente.⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁷⁾
- Se consigue usar diferentes escalas de grises, debido a esto se puede obtener una imagen más apropiada para demostrar la patología presente.⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁷⁾
- Se puede ajustar la escala de grises.⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁷⁾
- Se genera un diagnóstico y tratamiento rápidos.⁽⁴⁷⁾
- El sistema ayuda al usuario a proteger su inversión al mantener actualizado su equipo con avances tecnológicos.⁽⁴⁷⁾
- Las compañías de fabricantes ofrecen un soporte de servicio técnico después de la venta incluyendo la instalación, instrucción al operador y servicio de mantenimiento.⁽⁴⁷⁾⁽⁶⁶⁾
- Aumenta la habilidad de evaluar los cambios patológicos del hueso, esta habilidad incluye la identificación de áreas de esclerosis o reabsorción ósea, dibuja la extensión de las fracturas e identifica pequeñas osteopatías y pequeñas fracturas o fragmentos osteocondrales, permite la visualización del detalle del hueso y tejidos blandos en una imagen , lo cual incrementa la habilidad de evaluar los cambios patológicos de tejidos blandos y la posible presencia de cuerpos extraños.⁽⁴⁷⁾⁽⁶⁶⁾

DESVENTAJAS

- El costo elevado de la red, su instalación y mantenimiento, es lo principal que se debe tener en cuenta antes de obtener un sistema de radiología digital en el consultorio u hospital.⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁷⁾
- Con la radiografía computarizada cada chasis debe ser procesado de un modo similar que la película radiográfica, aunque es más rápido que el proceso de revelado manual de la película.⁽⁴¹⁾
- Se necesita un entrenamiento adicional para alcanzar un uso eficiente del sistema, el nuevo usuario también deberá aprender procesos normales y patológicos que pueden aparecer en esta nueva modalidad de imagen.⁽⁴⁴⁾
- Para interpretar con precisión imágenes, se debe aprender a reconocer los nuevos artificios de imágenes que se pueden presentar.⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁷⁾
- Tener en cuenta que solo ciertos patrones de colimación son reconocidos, por lo que se pueden traslapar exposiciones.⁽⁴⁴⁾
- Si se rasga un IP o PSP puede resultar en una imagen no diagnóstica.⁽⁴⁵⁾
- Se puede perder información valiosa sino hay monitores de alta resolución.⁽⁴⁴⁾
- En un equipo normal con película - pantalla pueden observarse objetos de hasta 100 micrómetros y con uno de radiología digital el tamaño mínimo es de 500 micrómetros, pero esta deficiencia se compensa al presentar la imagen final.⁽⁴⁷⁾
- Hay dificultad para evaluar la densidad ósea, si no se tiene un programa de cómputo adecuado.⁽⁴⁷⁾
- Pueden presentarse artificios de contraste.⁽⁴⁷⁾
- Se puede elevar la destreza del radiólogo en instalaciones pequeñas o remotas, pero las líneas telefónicas de alta tecnología que se necesitan pueden tener un costo muy elevado no conseguirse en zonas rurales.⁽⁴⁷⁾

Para la radiología digital se deberán desarrollar nuevas técnicas basadas en las guías del fabricante, ya que el sistema digital y el sistema película-pantalla tienen diferentes características y no puede ser asumido que las técnicas de exposición usadas para película-pantalla serán óptimas para imagen digital.⁽⁴¹⁾

Por la gran amplitud en los factores de exposición las técnicas digitales son simplificadas cuando se compara con los usados para sistemas convencionales de película-pantalla.⁽⁴¹⁾

Para una clínica veterinaria pequeña el costo inicial de la radiología digital será de alto peso, en el análisis de costos se debe considerar el precio del hardware de la computadora, el monitor, el uso del software, la red, el sitio de archivo de imágenes y la conexión rápida a internet además de la necesidad del uso adicional de monitores y computadoras.⁽⁴⁷⁾

Hay que contemplar, el tiempo que se gana al evitar, almacenar, archivar y recuperar estudios, el personal gastará, menos tiempo en esta tarea y ocupará ese tiempo en tareas más significativas, dentro de la clínica u hospital.⁽⁴⁷⁾

12.POSICIONAMIENTO Y PROYECCIONES RADIOGRÁFICAS

El término posiciones anatómicas indica la manera en que se coloca al paciente en la mesa, para obtener una proyección radiográfica; en esta última se debe indicar por dónde entra y por dónde sale el rayo y tiene como objetivo principal, el obtener la máxima información posible de cada una de las radiografías, sin causar más daño al paciente. Para la obtención de radiografías de calidad se deben seguir los siguientes pasos: ⁽³⁾⁽⁶⁾⁽²⁹⁾

1. Asegurar la comodidad del paciente.
2. Obtener una completa inmovilización del animal, sobre todo del área de interés.
3. Evitar generar una mayor lesión en el área afectada o en los tejidos adyacentes a esta.
4. Asegurarse que la zona de interés este lo más cercano al chasis.
5. El menor riesgo de exposición al personal que asiste al posicionamiento del paciente.

Los análisis radiográficos rutinarios consisten básicamente de dos proyecciones radiográficas realizadas en un ángulo de 90° una con respecto a la otra, en algunas ocasiones puede necesitarse adicionar otras proyecciones en ángulos diferentes, esto se debe a que la radiografía es una imagen bidimensional de una estructura tridimensional. ⁽³⁾⁽⁶⁾

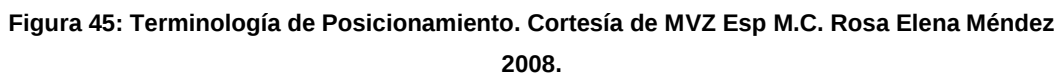
ERRORES FRECUENTES EN LA TOMA DE RADIOGRAFÍAS

- Intentar tomar el estudio sin anestesiarse al paciente (tomando en cuenta su estado físico), en las proyecciones que lo requieren.
- Introducir las manos o dedos en el área de radiación primaria.
- Incluir en la radiografía todo el cuerpo y no limitarse al área de interés.
- No incluir suficientes proyecciones en el estudio, ya que llevarían a un diagnóstico equivocado.

TERMINOLOGÍA DE POSICIONAMIENTO

- DORSAL (D): Área o porción anatómica situada en el dorso o parte superior de los cuadrúpedos, también describe la superficie de los miembros a partir de las articulaciones de los tarsos y carpos, hacia abajo. Figura 45.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- VENTRAL (V): Se refiere al aspecto inferior de la cabeza, cuello, tronco y cola, opuesto a dorsal. Figura 45.⁽³⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- MEDIAL (M): Área o porción anatómica más cercana al plano mediano. Superficies internas de las extremidades. Figura 45.⁽³⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- LATERAL (L): Área o porción anatómica más retirada al plano mediano. Superficies externas de la cabeza, tronco y extremidades. Figura 45.⁽³⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- CRANEAL (Cr): Estructuras o planos situadas hacia la cabeza; en los textos antiguos de radiología veterinaria se denominaba como anterior, pero este último término se dejó de utilizar debido a que es un término de anatomía humana, el término “anterior” alude a lo que en animales corresponde a ventral por ejemplo una proyección anteroposterior de tórax en seres humanos equivale a la ventrodorsal en animales. Figura 45.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- CAUDAL (Cd): Estructuras o planos situadas hacia la cola, antes se conocía como posterior pero al igual que “anterior” este término ya no se emplea. Figura 45.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- ROSTRAL (R): Áreas de la cabeza situadas u orientadas hacia la nariz. Figura 45.⁽⁵⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- PROXIMAL (Pr): Estructuras o porciones anatómicas cercanas al eje corporal (columna). En el caso de las extremidades, proximal indica superior. Figura 45.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- DISTAL (Di): Estructuras o porciones anatómicas retiradas del eje corporal (columna). En el caso de las extremidades, distal indica inferior. Figura 45.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾
- PALMAR (Pa): Sustituye el término caudal desde los carpos hasta las falanges. Figura 45.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾

- Figura 45. (3)(6)(67)(68)



Se refiere a los términos usados para describir la proyección radiográfica indicando la dirección del rayo. La primera palabra indica la parte del cuerpo por donde entra el rayo y la segunda por donde sale. Por ejemplo la abreviatura VD se refiere a Ventro dorsal, lo que se refiere a que el rayo entra, por la superficie ventral del animal y sale por la superficie dorsal.⁽³⁾⁽⁶⁾⁽²⁹⁾⁽⁶⁷⁾

Es necesario que los médicos se familiaricen con los términos direccionales para exponer correctamente las áreas de interés.⁽⁶⁾⁽⁶⁹⁾

CUIDADOS Y PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Lo primero que se tiene que considerar es la comodidad y buen trato del paciente, tener presente que la radiografía puede resultar una experiencia desagradable para el animal, ya que se siente inseguro; desde su perspectiva es un procedimiento agresivo y que en caso de estar traumatizado, ahora será doloroso, para minimizar la ansiedad de los animales se deben manejar de una forma silenciosa y gentil, muchos pacientes responden a una voz suave y calmada; de forma opuesta los movimientos rápidos y agresivos generan un paciente asustado, tenso y agresivo. Con la restricción manual usualmente el perro responde a la calma, por lo contrario en un felino cuando se tiene un acercamiento autoritario opondrá mucha resistencia.⁽⁶⁾⁽⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾

El ruido del ánodo al rotar, sobresalta a los pacientes, se recomienda empezar a liberar el interruptor del rotor antes de que inicie el procedimiento, cuando se tengan pacientes con marcados signos de ansiedad, para que así el animal se vaya acostumbra al ruido.⁽⁶⁾⁽⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾

Retirar el collar, la correa, vendajes, sangre y suciedad.

Se necesita una adecuada preparación para radiografías abdominales; considerando el diagnóstico presuntivo, el médico decidirá si se requiere ayuno, enema o ambos. Cuando la vejiga está muy distendida, desplaza los órganos cranealmente impidiendo su visualización adecuada; por lo tanto se recomienda que el paciente orine antes de realizar el estudio, a menos que ese órgano sea el de interés.⁽⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾

COLIMACIÓN

Tener en cuenta cual es el área de interés para limitar la luz del colimador y así no tomar una radiografía de cuerpo completo o de un área más extensa.

Se puede optimizar el chasis, colocando en una sola película las dos proyecciones del paciente, siempre y cuando no interfiera una con la otra y el área de interés salga en su totalidad. Cuando se divide el chasis es importante que el animal se posicione de forma adecuada para que el área

de interés quede en la misma posición y dirección en la película, por ejemplo si se toma un estudio radiográfico de tarso en un solo chasis, se debe tener cuidado que la porción proximal quede orientada hacia el mismo lado en ambas proyecciones. La toma de varias radiografías en un solo chasis es más fácil cuando no se utiliza la rejilla pero es posible cuando se emplea ésta adherida al chasis.⁽⁶⁾

En todas las radiografías de huesos largos se deben incluir la articulación proximal y la distal, para las articulaciones el rayo debe estar centrado sobre el espacio articular y el rayo debe incluir una porción de los huesos que la forman.⁽⁶⁾

AYUDA EN EL POSICIONAMIENTO

Para asistir en el posicionamiento de un paciente pueden usarse dispositivos como bolsas de arena, bloques y cuñas de hule espuma. La cinta, gasas, cuerdas y bandas de compresión también serán útiles.⁽⁶⁾⁽⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾

Estos dispositivos no deben colocarse debajo o sobre el área de interés ya que podrían producir una sombra densa que podría interferir en el diagnóstico.⁽⁶⁾⁽⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾

PROYECCIONES RADIOGRÁFICAS

MIEMBROS TORÁCICOS

Proyecciones para Escápula y Articulación escapulo –humeral.

Mediolateral con la escápula colocada dorsal a la columna: Esta toma es la mejor vista de la escápula despejada, el paciente se coloca en decúbito lateral, el miembro afectado se coloca en el chasis y se mantiene perpendicular a la columna, el miembro se empuja dorsalmente, se sujeta firmemente por el codo. La escápula debe sobresalir al plano de la columna y verse abultada arriba de los procesos espinosos de las vértebras torácicas. La sedación del paciente se indica usualmente para esta proyección, por que se necesita una manipulación firme. Figura 46.⁽⁶⁾⁽⁷⁰⁾⁽⁷¹⁾

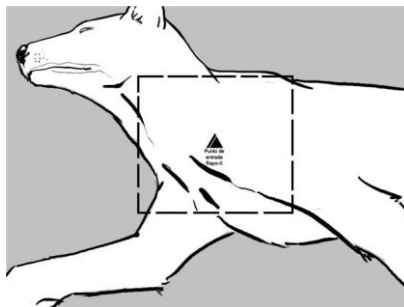


Figura 46: Proyección Mediolateral. Modificado de Han 2001.

Mediolateral con la escápula craneal al tórax: Indicada para examinar el cuello de la escápula y la articulación escapulo-humeral. El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro afectado cerca del chasis, el miembro se empuja craneal y ventralmente, el miembro sano se debe extender caudodorsalmente fuera del área de interés. La cabeza y el cuello se extienden en dirección dorsal con el fin de evitar que las vértebras cervicales se superpongan con la porción distal de la escápula y que la silueta traqueal no se superponga a la cabeza humeral.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾ Centro del rayo en medio de la escápula. Se mide el grosor del área.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾ Figura 47.

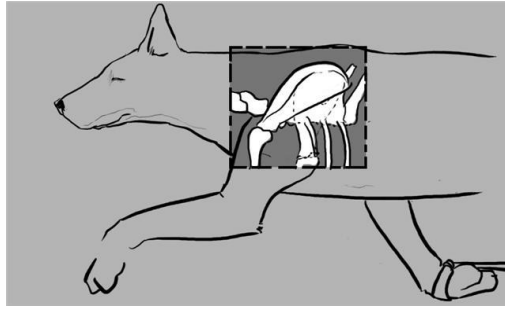


Figura 47: Proyección Mediolateral con la escápula colocada craneal a tórax. Modificado de Lavin 2003.

Caudocraneal: El paciente se coloca en decúbito dorsal, con ambos miembros extendidos cranealmente, el esternón debe rotarse lejos de la escápula, lo cual evita cualquier superposición de las costillas. ⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 48. Centro del rayo en medio de la escápula. Se mide en la articulación escapulo humeral. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾



Figura 48: Proyección Caudocraneal. Modificado de Lavin 2003.

Cráneoproximal-Cráneodistal: El paciente se coloca en decúbito esternal, el hombro y el codo se hiperflexionan, el radio y la ulna se colocan a lo largo de la pared torácica, el chasis se coloca sobre el radio y la ulna, es esencial que el olécranon se ubique directamente abajo del húmero para prevenir oblicuidad de la cabeza humeral y distorsión. Esta proyección se indica para detectar mineralización del tendón supraespinoso. ⁽⁷⁵⁾ Figura 49. Centro del rayo en el aspecto craneal del hombro en dirección proximal distal. Se mide el grosor del hombro flexionado. ⁽⁷⁵⁾

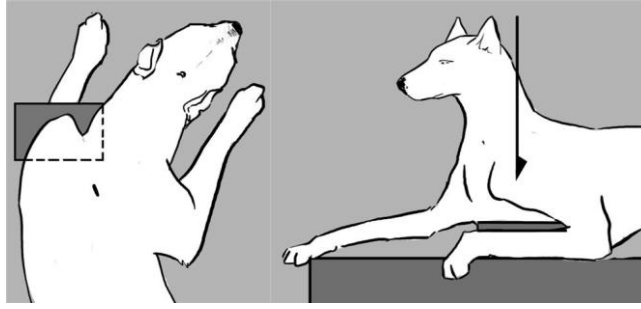


Figura 49: Proyección Cráneoproximal – Cráneodistal. Modificado de Flo 1990.

Proyecciones para Húmero

Mediolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro afectado en el chasis, se extiende en dirección craneoventral, el miembro opuesto se jala en dirección caudodorsal. La cabeza y el cuello deben estar extendidos, la proyección debe incluir las articulaciones del hombro y del codo, con el húmero centrado en el chasis. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾ Figura 50. Se centra el rayo en el húmero. Se mide en la articulación del hombro. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

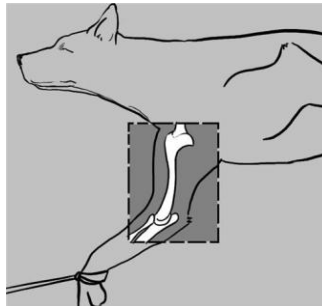


Figura 50: Proyección Mediolateral. Modificado de Lavin 2003.

Caudocraneal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros extendidos cranealmente, el miembro de interés debe quedar paralelo al chasis como sea posible para disminuir la distorsión. El húmero debe centrarse en el chasis, el hombro y el codo se deben incluir en el campo de visión. ⁽⁶⁾⁽⁷⁰⁾⁽⁷²⁾ Figura 51. Se centra el rayo en el húmero. Se mide en la articulación del hombro. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

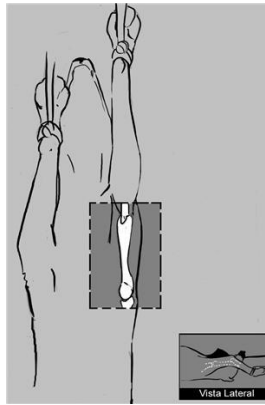


Figura 51: Proyección Caudocraneal. Modificado de Lavin 2003.

Craneocaudal: El paciente se coloca en decúbito ventral con el miembro afectado estirado caudalmente, el miembro debe estar alejado ligeramente de la cabeza y el cuello, además del tórax, para disminuir cualquier superposición de las costillas sobre el área de interés. La proyección debe incluir el hombro, el húmero y el codo. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷²⁾ Figura 52. Se centra el rayo en el húmero. Se mide en la articulación del hombro. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

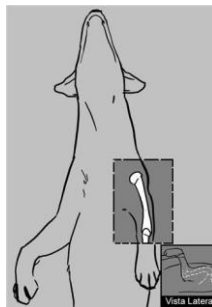


Figura 52: Proyección Craneocaudal. Modificado de Lavin 2003.

Proyecciones para Codo

Mediolateral: El paciente es colocado en decúbito lateral con el miembro afectado centrado en el chasis, estirar el miembro no afectado en dirección caudal, una cuña de hule espuma puede colocarse debajo de la región del metacarpo para mantener simetría lateral de las estructuras. Esta proyección también se puede tomar con el codo en flexión o en hiperflexión; la mediolateral en hiperflexión se indica para visualizar el proceso ancóneo. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁷¹⁾ Figuras 53 y 54. Se centra el rayo sobre la articulación del codo. Se mide húmero distal. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

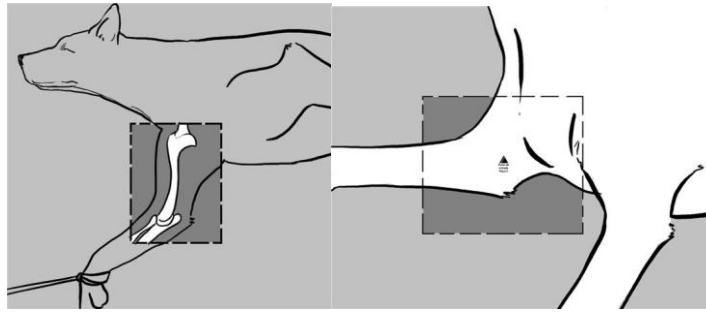


Figura 53: Proyección Mediolateral. Modificado de Lavin 2003 y Han 2001.

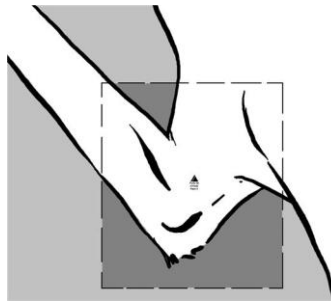


Figura 54: Proyección Mediolateral en hiper flexión.

Craneodistal-caudoproximal oblicua: El paciente se sitúa en decúbito ventral con el miembro afectado extendido cranealmente, el olecranon debe colocarse entre los epicóndilos lateral y medial. La cabeza se eleva ligeramente para que los tejidos blandos del pecho y del cuello se separen del área del codo. La colocación de un cojín de espuma debajo de la punta del codo puede disminuir la rotación. La articulación del codo debe estar extendida completamente. La dirección del rayo se angula distoproximalmente de 10 a 20°. Esta proyección se prefiere a la craneocaudal ya que permite una mejor visualización del espacio articular entre el radio y el húmero. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾ Se centra el rayo sobre la articulación del codo. Se mide húmero distal. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

Disto 35°medial- proximolateral oblicua: El paciente se coloca en decúbito lateral, el antebrazo del miembro de interés se pone en una cuña de hule espuma, para elevar el miembro a 35°, la articulación del codo se coloca en flexión en un ángulo aproximado de 90°, supinar la extremidad 40°. Esta proyección es útil para evaluar el proceso coronoides medial. ⁽⁷⁶⁾ Figura 55. Se centra el rayo sobre la articulación del codo. Se mide húmero distal. ⁽⁷⁶⁾



Figura 55: Proyección Disto35ªmedial- Proximolateral oblicua. Modificado de Haudiquet 2002.

Proyecciones para radio y ulna

Mediolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro de interés centrado en el chasis, el miembro opuesto se estira caudalmente fuera del chasis. El rayo primario debe de incluir las articulaciones del codo y del carpo. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷²⁾ Figura 56. Se centra el rayo en el tercio medio de radio y ulna. Se mide en el codo. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

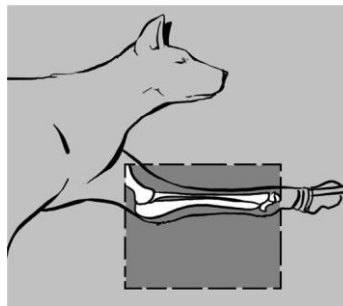


Figura 56: Proyección Mediolateral. Modificado de Lavin 2003.

Craneocaudal: El paciente es colocado en decúbito ventral, el miembro afectado se extiende cranealmente con el radio y la ulna centrados en el chasis, el olecranon de la ulna debe quedar en el centro de la articulación. Se puede requerir ocasionalmente atar un pedazo de gasa alrededor del metacarpo para lograr una extensión adecuada. La proyección debe incluir el codo y el carpo. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 57. Se centra el rayo en el tercio medio de radio y ulna. Se mide en el codo. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

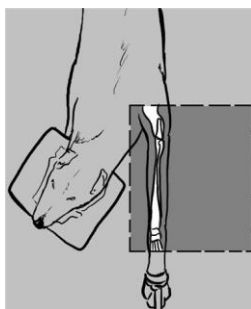


Figura 57: Proyección Craneocaudal. Modificado de Lavin 2003.

Proyecciones para Carpo

Mediolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro afectado centrado en el chasis, se puede colocar una cuña debajo del codo para dar mayor soporte y prevenir la rotación del carpo. El miembro opuesto se estira caudalmente fuera del chasis. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 58. Centro del rayo sobre la línea distal del carpo. Se mide a la mitad del carpo. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

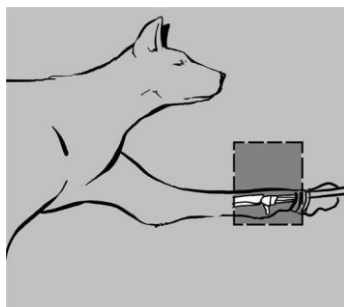


Figura 58: Proyección Mediolateral. Modificado de Lavin 2003.

Dorsopalmar: El paciente se coloca en decúbito ventral con el miembro afectado extendido cranealmente, una almohada o cuña debe colocarse debajo del codo para prevenir la rotación. Esta radiografía demuestra la alineación apropiada de las estructuras carpales. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾ Figura 59. Centro del rayo y medición en medio del carpo distal. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

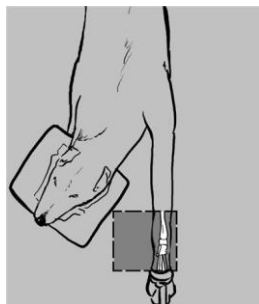


Figura 59: Proyección Dorsopalmar. Modificado de Lavin 2003.

Algunas lesiones son difíciles de detectar radiológicamente en las proyecciones de rutina, en esos casos las proyecciones oblicuas puede ser de ayuda. Para detectar inestabilidad de la articulación del carpo se recomiendan las proyecciones en tensión las cuales se pueden obtener en cuadripedestación con el rayo horizontal o bien colocando al paciente en decúbito lateral y haciendo que el paciente apoye el miembro sobre una superficie dura como un libro, una regla o pala de madera; de esta forma se pueden tomar tanto la dorsopalmar como la mediolateral. Se debe tener cuidado de no aplicar demasiada fuerza en la articulación, para evitar un daño a largo plazo. ⁽⁶⁾

Proyecciones para Metacarpo y Falanges

Mediolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro de interés colocado en el centro del chasis, un cojín puede colocarse debajo del codo para disminuir cualquier rotación o separación del chasis. Esta proyección generalmente es difícil cuando se requieren evaluar las falanges, da como resultado superposición de estructuras, si lo que se necesita es evaluar un dedo, este debe ser examinado estirándolo cranealmente y fijado con cinta. El campo de visión debe incluir la articulación carpal y la punta de los dedos. Cuando se toman radiografías de gatos u otros sujetos pequeños, puede necesitarse el colocar una almohadilla de hule espuma debajo del húmero y de las estructuras craneales torácicas para eliminar cualquier mala alineación. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Ver figuras 60 y 61. Centro del rayo en medio del metacarpo. Se mide en el carpo. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

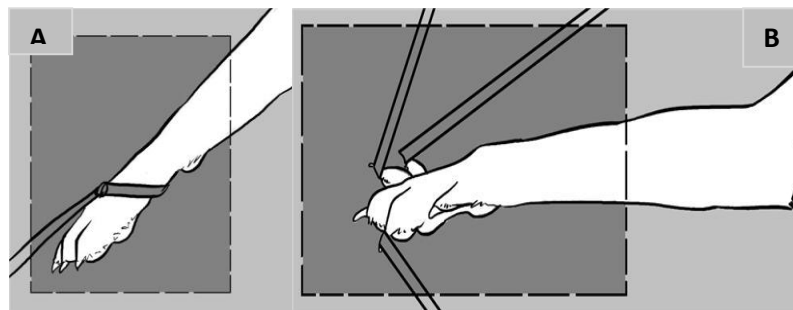


Figura 60: A) Proyección Mediolateral para metacarpos. B) Proyección Mediolateral de Falanges separadas con cinta. Modificado de Han 2001.

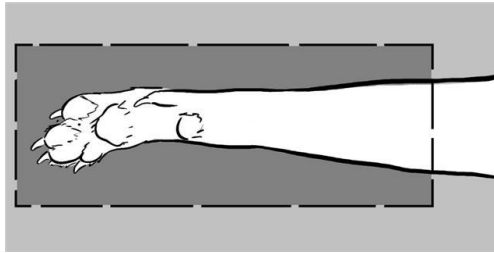


Figura 61: Proyección Mediolateral oblicua. Modificado de Han 2001.

Dorsopalmar: El paciente se coloca en decúbito esternal con el miembro afectado extendido. El tamaño del campo debe ser grande para incluir la articulación carpal y la punta de los dedos. Esta proyección permite una buena evaluación de todos los huesos ya que la sobreposición es mínima a diferencia de la mediolateral. ⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 62. Centro del rayo en el centro de los dedos. Se mide a nivel de la segunda falange. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

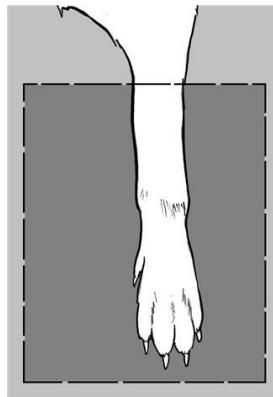


Figura 62: Proyección Dorsopalmar. Modificado de Han 2001.

PELVIS Y MIEMBROS PÉLVICOS

Proyecciones para Pelvis

Laterolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el lado de interés centrado en el chasis, mantener el fémur paralelo al chasis, puede colocarse una cuña entre los miembros para disminuir la rotación y asegurar que los dos lados de la pelvis queden superpuestos, para distinguir el lado derecho del izquierdo en la radiografía, el miembro que este cerca del chasis debe estirarse ligeramente craneal y el miembro que este retirado del chasis se debe colocar ligeramente caudal. El campo de visión debe incluir la pelvis completa, una sección de la columna lumbar y la porción proximal de los fémures, la pelvis debe centrarse en el chasis. ⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁷¹⁾ Figura 63. Centro del rayo sobre el trocánter mayor femoral. Se mide a nivel del trocánter. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

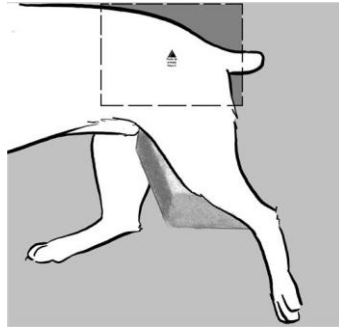


Figura 63: Proyección Laterolateral. Modificado de Han 2001.

Ventrodorsal (Posición de ancas de rana): Es útil cuando se sospecha de traumatismo pélvico, debe aplicarse la mínima cantidad de estrés y tensión a la pelvis y a las articulaciones coxofemorales. El paciente se coloca en decúbito dorsal, los miembros pélvicos pueden asumir una posición de flexión natural, el fémur debe tener una angulación aproximada de 45° , es importante que los miembros sean colocados idénticamente para mantener una adecuada simetría. ⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁷¹⁾ Figura 64. Centro del rayo a nivel del pubis y el acetábulo. Se mide a nivel de la ingle. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

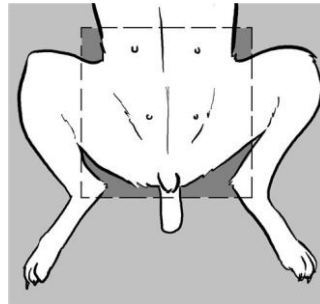


Figura 64: Proyección Ventrodorsal (Posición de ancas de rana). Modificado de Han 2001.

Ventrodorsal con miembros en extensión. Es la proyección estándar para la evaluación de las articulaciones coxofemorales para evaluar displasia de cadera y la precisión es vital para esta proyección; el paciente requiere anestesiarse, se debe colocar en decúbito dorsal, en este punto la articulación de la rodilla se rota medialmente, la articulación tarsal se sostiene fuertemente, para que los miembros se extienden caudalmente hasta que los fémures estén paralelos al chasis o se encuentre un poco de resistencia. Estos criterios deben tomarse en cuenta: ⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁷¹⁾

- Los fémures deben estar paralelos.
- Ambas patelas deben estar centradas entre los cóndilos femorales.
- Los forámenes del obturador, las articulaciones coxofemorales, la hemipelvis y las articulaciones sacroiliacas deben aparecer como imagen de espejo.
- La cola debe asegurarse si es necesario con cinta entre los fémures.

El campo de visión debe incluir la pelvis, los fémures y las articulaciones de las rodillas. Figura 65. Centro del rayo a nivel del pubis y el acetábulo. Se mide a nivel de la ingle.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

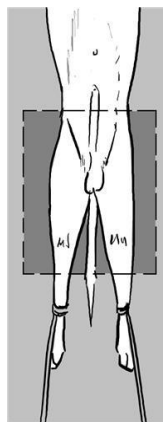


Figura 65: Proyección Ventrodorsal con miembros en extensión. Modificado de Han 2001.

Articulaciones coxofemorales

Las proyecciones radiográficas usando el rayo horizontal dirigido a las articulaciones coxofemorales de un perro en bipedestación revelarán la verdadera relación de la cabeza femoral y el acetábulo.⁽⁷¹⁾

Proyecciones para Fémur

Mediolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro afectado cerca del chasis, ligeramente extendido, el miembro opuesto se aleja fuera de la línea del rayo, un cojín se coloca debajo de la tibia proximal para disminuir la rotación del fémur. El campo de visión debe incluir la articulación coxofemoral, el fémur y la articulación de la rodilla.⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾ Figura 66. Centro del rayo y medición a la mitad del fémur.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾



Figura 66: Proyección Mediolateral. Modificado de Lavin 2003.

Craneocaudal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con el miembro de interés extendido caudalmente con ligera abducción; esto elimina la superposición del fémur proximal sobre la tuberosidad isquiática. La cola se aleja del área de interés. La alineación es esencial para la radiografía, la patela debe estar entre los dos cóndilos femorales. Se debe incluir la articulación coxofemoral, fémur y la articulación de la rodilla. ⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾ Figura 67. Centro del rayo a la mitad del fémur proximal. Se mide a la mitad del fémur. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

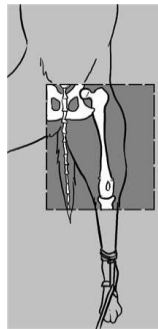


Figura 67: Proyección Craneocaudal. Modificado de Lavin 2003.

Proyecciones para la Articulación de la Rodilla

Mediolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro de interés colocado y centrado en el chasis. El miembro opuesto se flexiona y se aleja de la línea del rayo. La articulación de la rodilla debe estar en una posición natural pero ligeramente flexionada, la elevación de la tibia asegura la superposición de los dos cóndilos femorales y facilita la proyección lateral. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 68. Centro del rayo y medición en el sitio de la articulación de la patela. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾



Figura 68: Proyección Mediolateral. Modificado de Lavin 2001.

Caudocraneal: El paciente es posicionado en decúbito esternal con el miembro afectado en una posición de máxima extensión, el miembro opuesto se flexiona y se eleva con una cuña, esta elevación controla la rotación lateral de la articulación de la rodilla que se está examinando, la patela debe estar centrada entre los cóndilos femorales. La palpación de los cóndilos femorales puede ser de ayuda para asegurar la simetría. La articulación debe estar centrada en el chasis. Figura 69. ⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Centro del rayo sobre la articulación de la patela. Se mide la porción distal del fémur. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

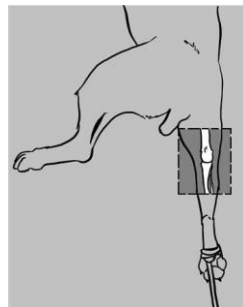


Figura 69: Proyección Caudocraneal. Modificado de Lavin 2003.

Cráneo distal- cráneo proximal: Demuestra cambios que se pueden presentar en la patela y en la corredera troclear. El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro opuesto en la mesa, el miembro afectado debe estar en una posición totalmente flexionada, la articulación de la rodilla debe mantenerse horizontal, puede sostenerse con una almohadilla, el chasis se coloca detrás de la articulación de la rodilla verticalmente el rayo se coloca de forma horizontal. Figura 70. Centro del rayo y medición en el sitio de la articulación de la patela. ⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾

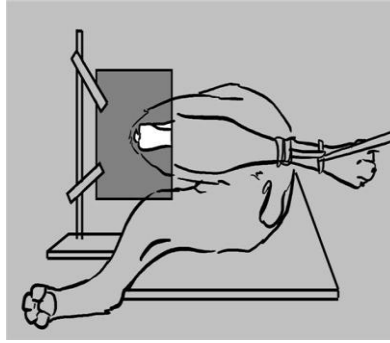


Figura 70: Proyección Craneo distal- Craneo proximal. Modificado de Lavin 2003.

Craneocaudal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con el miembro a examinar extendido como en la proyección craneocaudal de fémur, esta proyección puede tener la desventaja de magnificar y distorsionar la imagen debido al incremento de distancia objeto – película. Centro del rayo y medición en el sitio de la articulación de la patela.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Proyecciones para Tibia y Fíbula

Mediolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro afectado centrado en el chasis, la articulación de la rodilla debe estar ligeramente flexionada, una cuña de espuma puede colocarse debajo del metatarso para eliminar cualquier rotación que se presente en la tibia. El miembro opuesto se extiende fuera del campo. La proyección debe incluir la articulación de la rodilla, tibia, fíbula y articulación tarsal.⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾ Figura 71. Centro del rayo en medio de la tibia y la fíbula. Se mide sobre la articulación de la rodilla.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

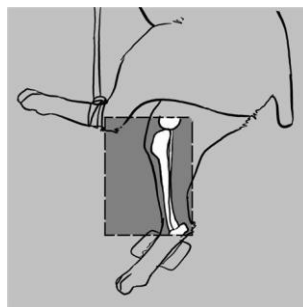


Figura 71: Proyección Mediolateral. Modificado de Lavin 2003.

Caudocraneal: El paciente se coloca en decúbito ventral con el miembro afectado extendido caudalmente, la tibia y la fíbula se centran en el chasis, el cuerpo puede mantener la posición si se colocan almohadas de hule espuma debajo de las estructuras caudales de abdomen y pelvis, la articulación de la rodilla se extiende caudalmente para facilitar el posicionamiento. El miembro opuesto debe retirarse del haz de radiación, si el paciente tiene cola larga, se tiene que asegurar con cinta fuera del campo. La proyección debe incluir la articulación de la rodilla, tibia, fíbula y articulación tarsal. Figura 72. Centro del rayo en medio de la tibia y la fíbula. Se mide sobre la articulación de la rodilla.⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾

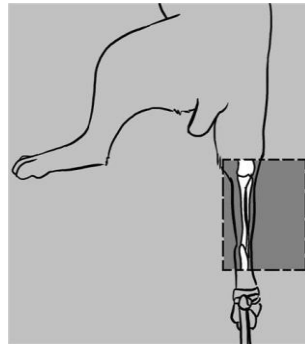


Figura 72: Proyección Caudocraneal. Modificado de Lavin 2003.

Proyecciones para Tarso

Mediolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con el miembro afectado centrado en el chasis, el tarso se coloca de forma natural en una posición de ligera flexión, eliminar cualquier tipo de rotación en el miembro. Frecuentemente se puede colocar una cuña delgada debajo del fémur para tener una adecuada extensión. El miembro opuesto debe estirarse cranealmente fuera de la línea de radiación.⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾ Figura 73. Centro del rayo en medio del tarso. Se mide el área de la articulación del tarso.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

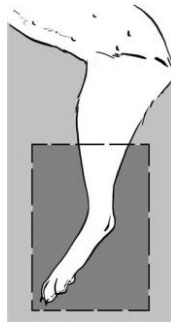
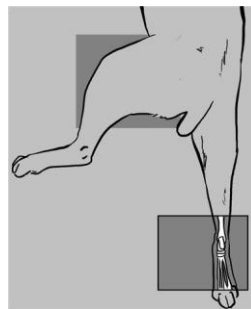


Figura 73: Proyección Mediolateral. Modificado de Lavin 2003.

Plantarodorsal: El paciente se coloca en decúbito ventral con el miembro afectado extendido como en la proyección Caudocraneal de tibia y fíbula. El tarso se centra en el chasis, se pueden colocar blocks de hule espuma debajo del abdomen caudal y de la región pélvica para mantener cómodo al paciente y para controlar la rotación del tarso. ⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾ Figura 74. Centro del rayo y



medición en medio de la articulación tarsal. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

Figura 74: Proyección Plantarodorsal. Modificado de Lavin 2003.

Dorsoplantar del tarso: El paciente se coloca con el miembro afectado extendido cranealmente junto al cuerpo, este debe apartarse ligeramente de la pared del cuerpo para prevenir cualquier superposición del tarso, esta posición se puede lograr rotando medialmente la articulación de la rodilla para centrar la patela entre el cóndilo femoral. ⁽⁶⁾ Figura 75. Centro del rayo y medición en medio de la articulación tarsal. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

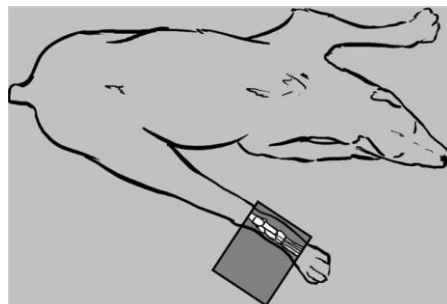


Figura 75: Proyección Dorsoplantar. Modificado de Lavin 2003.

Plantaromedial-dorsolateral oblicua: El paciente se coloca en posición ventral, se sostiene colocando bloques de espuma o bolsas debajo de las estructuras pélvicas. Una extensión adecuada puede obtenerse colocando una cuña debajo de la patela del miembro afectado, el cual debe asumir una posición cómoda. El tarso se rota con el fin de que el rayo vertical penetre entre los planos plantar y medial. El tarso se centra sobre el chasis. Centro del rayo en el centro del tarso. Se mide en la línea proximal de los huesos tarsales. ⁽⁷¹⁾

Plantarolateral-dorsomedial oblicua. El paciente se coloca en posición ventral, el miembro afectado debe rotarse aproximadamente 35 grados lateralmente con el fin de que el rayo vertical penetre entre los planos plantar y lateral. El tarso se centra sobre el chasis. Centro del rayo en el centro del tarso. Se mide en la línea proximal de los huesos tarsales. ⁽⁷¹⁾

Proyecciones para Metatarso y Falanges

Mediolateral: El paciente se posiciona en decúbito lateral con el metatarso afectado centrado en el chasis, el miembro opuesto se puede estirar caudal o cranealmente fuera del haz primario, se puede colocar una almohada debajo de la articulación de la rodilla para mantener la posición. La proyección debe incluir la articulación tarsal, metatarso y falanges. ⁽⁶⁾ Centro del rayo sobre la parte media del metatarso. Se mide la articulación tarsal distal. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

Dorsoplantar: El paciente se coloca en decúbito ventral, el miembro afectado se extiende cranealmente y se separa ligeramente del cuerpo, el metatarso se centra en el chasis, la articulación de la rodilla del miembro de interés se rota lateralmente. La proyección debe incluir el tarso, metatarso y falanges. ⁽⁶⁾

COLUMNA VERTEBRAL

Rutinariamente las radiografías de columna vertebral se toman con el rayo vertical y con el paciente en la mesa de rayos x ya sea en decúbito dorsal o en decúbito lateral. Para obtener radiografías de calidad de la columna vertebral es imprescindible la anestesia general, si se realizan las radiografías sin anestesia se pueden ver falsos estrechamientos de los espacios intervertebrales debido a espasmos musculares, además se tiene que considerar que la columna vertebral debe estar lo más paralelo a la mesa, cuidar que los espacios intervertebrales estén verticales con relación a la mesa, manteniendo una alineación paralela al chasis. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾

En radiología humana es frecuente que las radiografías de la columna vertebral se tomen con el paciente de pie ya que de esta manera se obtiene información fidedigna sobre las desviaciones de la columna. En algunos textos de radiología veterinaria se menciona que las protusiones o hernias de discos intervertebrales pueden identificarse realizando proyecciones laterolaterales con el uso de rayo horizontal con el paciente de pie o en decúbito esternal y que usualmente los resultados radiográficos combinados con la evaluación neurológica, indican el sitio de lesión. Este método también es efectivo en la identificación de lesiones cervicales no paralizantes. ⁽⁷⁷⁾

Proyecciones para Vértebras Cervicales

Laterolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con la cabeza y el cuello extendido, los miembros torácicos extendidos en dirección caudal, no excederse en la extensión de los miembros ya que puede producirse rotación de la columna, hacer una tracción gentil en la región cervical al estirar la cabeza del paciente en dirección craneal, esta tracción puede realizarse manualmente al sujetar alrededor de la nariz una gasa enrollada utilizando los caninos como punto de apoyo y estirar rostralmente, se coloca una cuña debajo de la mandíbula para eliminar la oblicuidad del cráneo. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 76. Centro del rayo entre los espacios intervertebrales de C4-C5. Se mide sobre C7. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

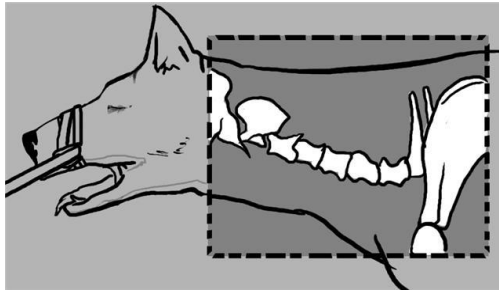


Figura 76: Proyección Laterolateral. Modificado de Lavin 2003.

Laterolateral en hiperextensión: El paciente se coloca en decúbito lateral con los miembros extendidos caudalmente, la región de la cabeza y cuello se extienden en dirección dorsal hasta encontrarse con una ligera resistencia, colocar una cuña debajo de la mandíbula para aliviar la rotación del cráneo. El campo de visión debe incluir el área desde la base del cuello hasta la 1ª vértebra torácica. Cuando se extiende el cuello se facilita la apertura de los discos intervertebrales. Mantener un apropiado alineamiento de los cuerpos cervicales vertebrales. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 77. Centro del rayo entre los espacios intervertebrales C3-C4. Se mide a nivel de T1. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

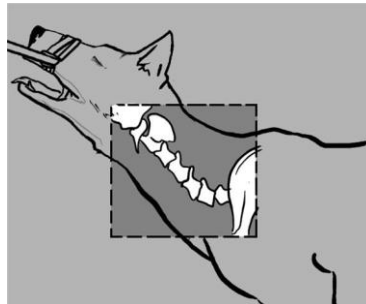


Figura 77: Proyección Laterolateral en Hiperextensión. Modificado de Lavin 2003.

Laterolateral en flexión. El paciente se coloca en decúbito lateral con los miembros extendidos caudalmente, la cabeza se flexiona ligeramente. Esta proyección se emplea para evaluar la integridad del ligamento atlantoaxial el cual tiende a desgarrarse cuando existe alguna anomalía en el proceso odontoides (diente del axis). Figura 78. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾

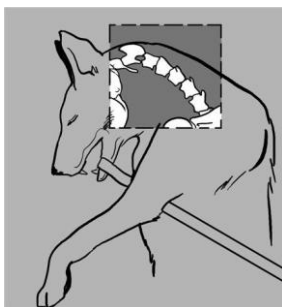


Figura 78: Proyección Laterolateral en Flexión. Modificado de Lavin 2003.

En las proyecciones para cráneo se incluye la rostrocaudal con boca abierta que también sirve para visualizar el proceso odontoides (diente del axis). Centro del rayo y medición en el espacio intervertebral C1- C2. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

Ventrodorsal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con la cabeza extendida cranealmente y los miembros torácicos se extienden caudalmente al lado del cuerpo, el paciente debe estar limitado de su movimiento para que la columna cervical este paralela al chasis. El campo de visión debe incluir la base del cráneo, la columna cervical y las primeras vértebras torácicas. El punto de referencia craneal es la base del cráneo y el punto caudal es la espina de la escápula. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 79. Centro del rayo entre los espacios intervertebrales C4-C5. Se mide entre los espacios C5-C6. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

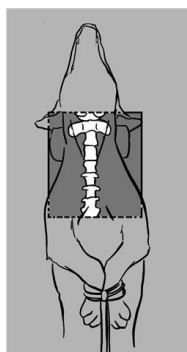


Figura 79: Proyección Ventrodorsal. Modificado de Lavin 2003.

Dorsoventral: Coloque al paciente en decúbito ventral, se pone una almohada debajo de la cabeza, manteniendo las vértebras paralelas a la mesa, el punto de referencia craneal es la base del cráneo y el caudal es la espina de la escápula. ⁽⁵⁾

Proyecciones para Vértabras Torácicas

Laterolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con los miembros torácicos y pélvicos moderadamente extendidos en direcciones opuestas, lejos del cuerpo, el esternón se eleva con una cuña para eliminar cualquier rotación de las vértebras torácicas, las apófisis espinosas se deben situar en un plano paralelo a la mesa, tratando de superponer las costillas una sobre otra, permitiendo una mejor visualización de los espacios intervertebrales. El campo de visión debe incluir desde el área de C7 hasta el primer cuerpo vertebral de L1. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 80. Centro del rayo sobre el 7° cuerpo vertebral torácico Se mide a nivel de la 7° costilla. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

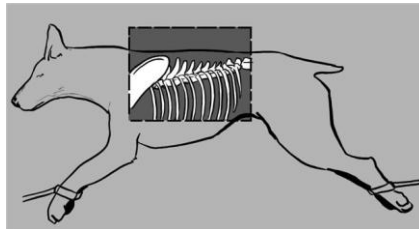


Figura 80: Proyección Laterolateral. Modificado de Lavin 2003.

Ventrodorsal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros torácicos extendidos cranealmente, los pélvicos se mantienen extendidos caudalmente, el animal debe mantenerse en una posición ligeramente rotada para que el esternón no se superponga a la columna torácica. Se debe incluir toda la columna torácica desde C7 a L1. Los puntos de referencia son cranealmente la espina de la escápula, caudalmente está entre el apéndice xifoides y la última costilla. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 81. Centro del rayo y medición sobre la unión toracolumbar. Se mide el punto más alto del esternón. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

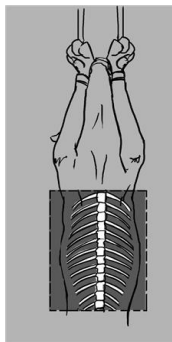


Figura 81: Proyección Ventrodorsal. Modificado de Lavin 2003.

Proyecciones para columna Toracolumbar

Laterolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con los miembros torácicos y pélvicos extendidos en direcciones opuestas alejados del cuerpo, una cuña se puede colocar debajo del esternón para mantener en una misma posición las vértebras torácicas. Si se extiende el cuello facilita la apertura de los espacios intervertebrales torácicos craneales. La columna debe estar centrada en el chasis y el campo de visión debe incluir toda la columna toracolumbar. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾ Figura 82. Centro del rayo y medición sobre la unión toracolumbar. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

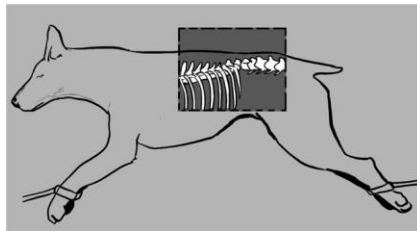


Figura 82: Proyección Laterolateral. Modificado de Lavin 2003.

Ventrodorsal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros torácicos extendidos cranealmente y los miembros pélvicos se extienden caudalmente, el paciente debe mantenerse con el esternón superpuesto sobre la columna torácica. La columna se centra en el chasis. El campo de visión debe incluir todas las vértebras torácicas y lumbares. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 83. Centro del rayo y medición sobre la unión toracolumbar. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

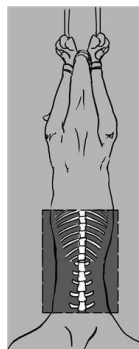


Figura 83: Proyección Ventrodorsal. Modificado de Lavin 2003.

Proyecciones para Vértabras Lumbares

Laterolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con los miembros pélvicos y torácicos en moderada extensión, esto ayuda a eliminar la rotación, se puede colocar una cuña debajo del esternón para eliminar cualquier rotación de la columna lumbar, lograr una alineación apropiada y otra se coloca entre los miembros pélvicos para evitar cualquier rotación, verificar que las alas del ilion queden superpuestas. La columna lumbar va a estar centrada en el chasis y el campo de visión debe incluir la columna lumbar completa desde T 13 hasta el sacro. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 84. Centro del rayo sobre L4. Se mide a nivel de la 1° vértebra lumbar. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

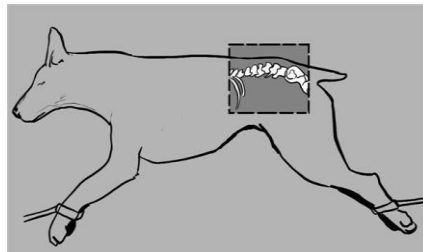


Figura 84: Proyección Laterolateral. Modificado de Lavin 2003.

Ventrodorsal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros torácicos extendidos cranealmente y los miembros pélvicos extendidos caudalmente, de tal forma que el esternón y las vértebras queden superpuestos en un plano perpendicular a la mesa, las alas del ilion deben quedar paralelos a la mesa, la columna debe centrarse en el chasis. El campo de visión debe incluir la columna lumbar completa desde T 13 al sacro. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 85. Centro del rayo sobre L4. Se mide a nivel de la 1° vértebra lumbar. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

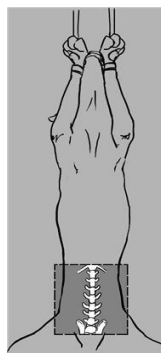


Figura 85: Proyección Ventrodorsal. Modificado de Lavin 2003.

Proyección para Sacro

Ventrodorsal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros pélvicos en posición natural, el sacro se centra en el chasis. El campo de visión debe incluir L6 y las crestas ilíacas. El posicionamiento lateral del sacro es similar a la proyección lateral de la pelvis. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Centro del rayo y medición a nivel del sacro. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

Proyecciones para Columna Lumbosacra

Laterolateral: Se coloca al paciente en decúbito lateral con los miembros pélvicos extendidos caudalmente, se debe posicionar al animal de tal forma que las alas del ilion queden superpuestas, se consigue mediante la colocación de una almohada entre los miembros pélvicos. ⁽⁵⁾ Centro del rayo y medición sobre las alas del ilion. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

Ventrodorsal: Colocar al paciente en decúbito dorsal con los miembros torácicos extendidos cranealmente y los miembros pélvicos extendidos caudalmente, las alas del ilion deben quedar en un plano paralelo a la mesa. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Centro del rayo y medición sobre las alas del ilion. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

Proyecciones para Vértebras Caudales

Laterolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con la cola extendida en dirección caudal, puede ayudar al posicionamiento el levantar el chasis y mantenerlo con un block de grosor adecuado, la elevación del chasis permite que la cola permanezca paralela a la mesa y alineada con el resto de la columna. ⁽⁶⁾ Figura 86. Centro del rayo sobre el área de interés. Se mide el área proximal a la cola. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

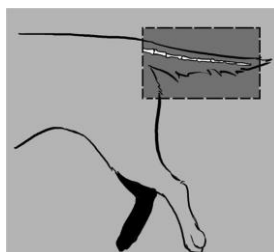


Figura 86: Proyección Laterolateral. Modificado de Lavin 2003.

Ventrodorsal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros pélvicos extendidos caudalmente, la cola se extiende en dirección caudal y se centra en el chasis. Los animales que tiene la cola enroscada pueden necesitar cinta para pegar la cola en el chasis. ⁽⁶⁾ Figura 87. Centro del rayo sobre el área de interés. Se mide el área proximal a la cola. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

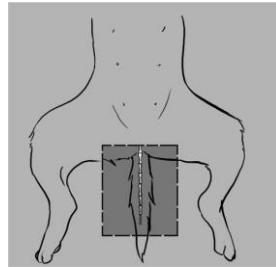


Figura 87: Proyección Ventrodorsal. Modificado de Lavin2003.

CRÁNEO

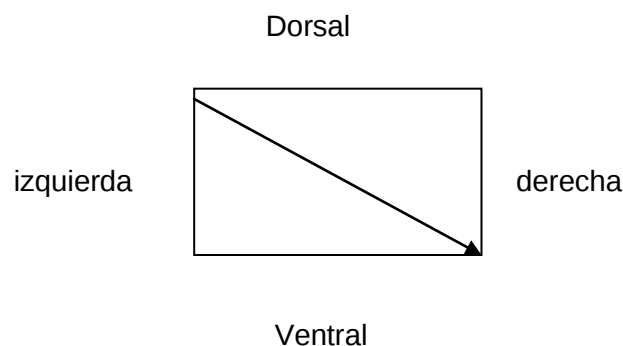
Para obtener estudios radiográficos de calidad del cráneo, es necesario tener a un paciente fácil de manejar y controlar, si el animal se encuentra bajo anestesia general, es necesario en la mayoría de los casos remover el tubo endotraqueal, esto con el fin de evitar sombras de superposición sobre el área de interés o para evitar que el tubo se doble o se rompa. La clave en el diagnóstico radiográfico de cráneo es la precisión y simetría, cualquier rotación puede generar un diagnóstico erróneo. La revisión del cráneo se debe comenzar con las proyecciones de rutina es decir la laterolateral y la dorsoventral o ventrodorsal, si es necesario para tener un diagnóstico más acertado pueden tomarse otras proyecciones complementarias. ⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

La anatomía del cráneo es complicada, por lo que se debe estar familiarizado con la anatomía de este, para que se facilite el posicionamiento. ⁽⁶⁾

En el caso del gato su cabeza es mucho más esférica que la del perro y radiografiarla es parecido a radiografiar una pelota, por ello posicionarla es más difícil, y se requiere de más ingenio y habilidad para hacerlo. ⁽⁵⁾

Es posible dividir el estudio de la cabeza en lo siguiente: inspección general, cavidad nasal, senos frontales, maxilar, mandíbula, articulaciones temporomandibulares y bullas timpánicas.

Para las proyecciones oblicuas una manera fácil de entenderlas es el imaginar un cuadro en el cual el rayo pasa por dos esquinas, señalando la región dorsal con mayúscula para diferenciarlo del lado derecho al hacer abreviaturas y la palabra ventral con mayúsculas e izquierdo con minúsculas, con la finalidad de estandarizar las abreviaturas, por ejemplo: Lateral izquierda dorsal – lateral derecha ventral oblicua. Se debe tener en mente que las esquinas por dónde entra y sale el rayo, se sobreponen y por lo tanto no se visualizan bien y lo que se aísla son las esquinas por dónde no pasa el rayo; continuando con este ejemplo, esta proyección serviría para valorar el seno frontal derecho y el lado izquierdo de la mandíbula.⁽¹⁹⁾



Proyecciones para Cráneo Inspección general

Laterolateral: Coloque al paciente en decúbito lateral, el lado afectado de preferencia en contacto con el chasis, la cabeza se debe colocar de tal forma que las bullas timpánicas y las ramas de la mandíbula queden superpuestas, el septo nasal debe estar paralelo a la superficie del chasis, colocar una cuña debajo de la región cervical, empujar los miembros torácicos caudalmente esto ayuda a mantener la posición del cráneo. El campo de visión debe incluir la cabeza entera desde la punta de la nariz elevada (no debe tocar el chasis) a la articulación atlantoaxial.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 88. Centro del rayo en el canto lateral del ojo. Se mide el punto más alto del arco cigomático.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾



Figura 88: Proyección Laterolateral. Modificado de Owens 1982.

Ventrodorsal: El paciente se coloca en decúbito dorsal, los miembros torácicos se extienden caudalmente, colocar una cuña debajo de la región medio cervical para mantener una posición adecuada, la nariz se debe mantener paralela al chasis. El campo de visión debe incluir la cabeza entera desde la punta de la nariz hasta la articulación atlantoaxial. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Figura 89. Centro del rayo y medición en la línea media entre las ramas de la mandíbula. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

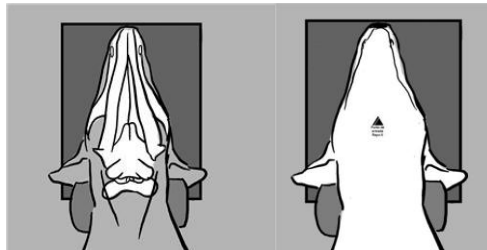


Figura 89: Proyección Ventrodorsal. Modificado de Lavin 2003 y Han 2001.

Dorsoventral: El paciente se coloca en decúbito esternal con la cabeza en el chasis, los miembros torácicos permanecen en posición natural junto a la cabeza pero fuera del haz primario, checar el posicionamiento final, el plano sagital de la cabeza debe estar perpendicular al chasis. El campo de visión debe incluir la cabeza entera desde la punta de la nariz hasta la articulación atlantoaxial. ⁽⁶⁾ Figura 90. Centro del rayo en la línea media entre los ojos. Se mide sobre el punto más alto del cráneo. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾



Figura 90: Proyección Dorsoventral. Modificado de Owens 1982.

Proyecciones para cavidad nasal y senos frontales

Además de las 2 proyecciones ortogonales de rutina, se deben incluir las siguientes:

Rostrocaudal: El paciente se coloca en posición dorsal, los miembros torácicos se colocan a los lados del tórax. La cavidad nasal debe quedar perpendicular al chasis. El campo de visión debe incluir la frente entera del paciente. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾

Figura 91. Centro del rayo entre los ojos. Se mide sobre el stop de la nariz. Esta proyección se utiliza para valorar ambos senos frontales. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

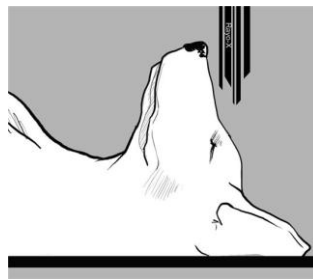


Figura 91: Proyección Rostrocaudal. Modificado de Owens 1982.

Ventro rostral-dorsocaudal oblicua con boca abierta: El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros torácicos extendidos caudalmente junto al cuerpo, el maxilar se mantiene paralelo al chasis, una gasa enrollada se pasa alrededor de la mandíbula y se jala en dirección caudal para mantener abierta la boca, si está colocado el tubo endotraqueal, se debe sujetar junto con la mandíbula o removerlo antes de la exposición para prevenir la superposición de la estructura sobre el área de interés. El rayo debe mantenerse lo más vertical posible, sólo se oblicua lo suficiente para librar la mandíbula. El campo de visión debe incluir el paladar duro completo. Esta proyección se emplea para valorar la cavidad nasal. ⁽⁶⁾ Figura 92. Centro del rayo y medición a nivel del 3° premolar superior. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

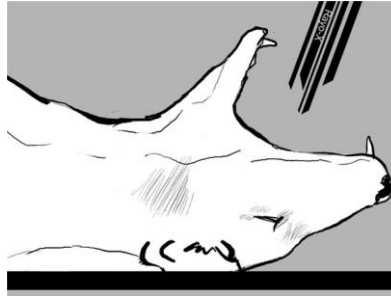


Figura 92: Proyección Ventrorostral – dorsocaudal Oblicua con boca abierta. Modificado de Owens 1982.

Proyecciones para Bullas timpánicas (BT) y Articulaciones temporomandibulares (ATM)

No existe acuerdo entre los diferentes autores sobre cuál es la proyección oblicua ideal para aislar las bullas timpánicas y las articulaciones temporomandibulares. A continuación se describen las proyecciones recomendadas:

Lateral izquierda ventral- Lateral derecha dorsal oblicua El paciente se coloca en decúbito lateral derecho con el lado afectado de la bula timpánica cerca del chasis. Con esta proyección se aísla la BT y la ATM derecha, se debe recurrir a la oblicua opuesta (Lateral derecha ventral- lateral izquierda dorsal oblicua) para visualizar la BT y la ATM del lado izquierdo. Estas proyecciones se pueden tomar con la boca abierta o cerrada.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾

Lateral izquierda dorsal- Lateral derecha ventral oblicua: el paciente se coloca en decúbito lateral derecho con el lado no afectado cerca del chasis, los miembros torácicos deben extenderse caudalmente para facilitar la posición oblicua de forma natural, en muchos casos el cráneo tiende a rotarse naturalmente entre 8 y 12° aproximadamente de forma lateral, este grado de rotación deja que la BT izquierda y la ATM queden aisladas, para evaluar la BT o la ATM derecha se requiere la proyección Lateral derecha dorsal- Lateral Izquierda ventral oblicua.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 93. Centro del rayo en el centro de la bula timpánica. Se mide a nivel de la bula timpánica.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾



Figura 93: Proyección Lateral izquierda dorsal –Lateral derecha ventral oblicua. Modificado de Lavin 2003.

Lateral izquierda 20° rostral-Lateral derecha caudal oblicua: El paciente se coloca en decúbito lateral derecho y la nariz se eleva utilizando una cuña de hule espuma de tal manera que la cabeza quede aproximadamente a 20° con respecto al chasis. El rayo se dirige verticalmente. Con esta proyección se coloca la BT y la ATM del lado derecho (lado afectado) rostrales a las del lado opuesto. Con el fin de visualizar la BT y la ATM del lado izquierdo el paciente se coloca en decúbito lateral izquierdo (Lateral derecha 20° rostral- Lateral izquierda caudal oblicua).⁽⁴⁾ Centro del rayo en el centro de la bulla timpánica. Se mide a nivel de la bulla timpánica.

Rostrocaudal con boca abierta: Esta proyección es específica para BT y para visualizar el proceso odontoides. El paciente se coloca en decúbito dorsal con la punta de la nariz hacia arriba, la boca se abre con ayuda de una gasa enrollada alrededor de la nariz, jalando cranealmente y otra alrededor de la mandíbula, la cual se jala caudalmente, los miembros torácicos jalados en dirección caudal a lo largo del cuerpo. El campo de visión debe incluir la región nasofaríngea del cuello. Figura 94. Centro del rayo y medición a nivel de la comisura de los labios.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾



Figura 94: Proyección Rostrocaudal con boca abierta. Modificado de Owens 1982.

Proyecciones para Maxilar

Lateral izquierda ventral – Lateral derecha dorsal oblicua. Esta proyección permite la visualización de las raíces de los premolares y molares del hueso maxilar derecho sin que exista superposición de las arcadas dentales, el paciente se coloca en decúbito lateral derecho para radiografiar la arcada maxilar derecha y viceversa si se quiere revisar la arcada maxilar izquierda, se mantiene la boca abierta y se oblicua el cráneo a 30° hacia una posición Ventrodorsal. Figura 95. Centro del rayo en el sitio de interés. Se mide a nivel de la comisura de los labios.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

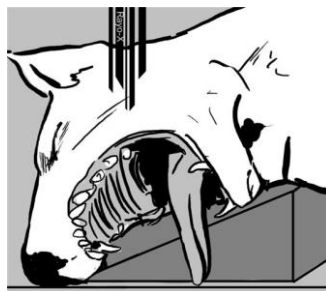


Figura 95: Proyección Lateral izquierda ventral – Lateral derecha dorsal oblicua con boca abierta.
Modificado de Owens 1982.

Dorsoventral oclusal: Esta proyección resulta de utilidad para la mayor parte de la arcada superior, además de la cavidad nasal y el paladar duro, sin que haya superposición con la mandíbula. El paciente se coloca en decúbito esternal, se introduce una esquina de la película lo más adentro posible de la boca, la lengua se mantiene debajo del chasis para eliminar densidades desiguales.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 96. Centro del rayo y medición en el sitio de interés.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾



Figura 96: Proyección Dorsoventral oclusal. Modificado de Owens 1982.

Proyecciones para Mandíbula

Lateral izquierda dorsal – Lateral derecha ventral oblicua: Esta proyección permite la visualización de los premolares y de la mandíbula sin que exista superposición, el paciente se coloca en decúbito lateral derecho para radiografiar la arcada mandibular derecha y viceversa para el lado izquierdo, se mantiene la boca abierta y se gira el cráneo a 30°. Figura 97. Centro del rayo en el sitio de interés. Se mide a nivel de la comisura de los labios.⁽⁵⁾

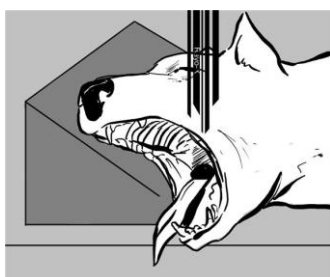


Figura 97: Proyección Lateral izquierda dorsal – Lateral derecha ventral oblicua con boca abierta. Modificado de Owens 1982.

Ventrodorsal Oclusal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con la cabeza extendida en dirección rostral, con los miembros extendidos caudalmente, se coloca la esquina de la película a nivel de la comisura de los labios, lo más adentro de la boca que se pueda. Esta proyección permite ver la mayor parte de la arcada inferior y el hueso de la mandíbula.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷¹⁾ Figura 98. Centro del rayo y medición en el sitio de interés.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

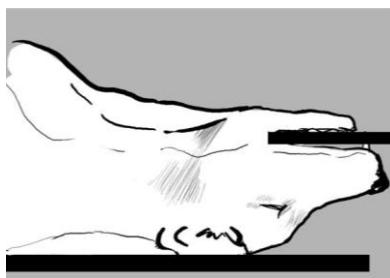


Figura 98: Ventrodorsal oclusal. Modificado de Owens 1982.

TEJIDOS BLANDOS

La radiografía de tejido óseo es diferente a la visualización de tejido blando, esta se puede dificultar por que incluye escasas diferencias de densidades radiográficas, los siguientes factores deben considerarse:⁽⁶⁾

La exposición debe tomarse en el pico de inspiración para permitir una completa visualización radiográfica del tejido pulmonar y para radiografías de abdomen se debe tomar en espiración, para lograr esto la respiración del paciente debe observarse varias veces antes de hacer la exposición, esto le va a permitir al médico un amplio tiempo para hacer la exposición en la fase apropiada de respiración.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁷⁸⁾⁽⁷⁹⁾⁽⁸⁰⁾

Proyecciones para Tórax

Laterolateral: Algunas veces se necesitan tener dos proyecciones laterales: La izquierda-derecha y la derecha-izquierda, cuando se sospecha de metástasis pulmonar sutil o leve o en otras patologías ya que se ha demostrado que el lado que se ve mejor es el que queda arriba mientras que el lado que queda abajo se colapsa y no permite ver las patologías en el parénquima pulmonar.. El paciente se coloca en decúbito lateral derecho o izquierdo con los miembros torácicos extendidos cranealmente, ayuda a eliminar la superposición de los tríceps y húmeros, los miembros pélvicos deben estirarse ligeramente en dirección caudal para mantener un adecuado grado de simetría de la caja torácica, la cabeza y el cuello se extienden ligeramente para evitar el desplazamiento dorsal de la tráquea. El campo de visión debe incluir toda la cavidad torácica desde el manubrio del esternón y caudalmente hasta la 1° vértebra lumbar. La exposición se hace en el pico de inspiración.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁸⁾ Figura 99. Centro del rayo y medición sobre el borde caudal de la escápula.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

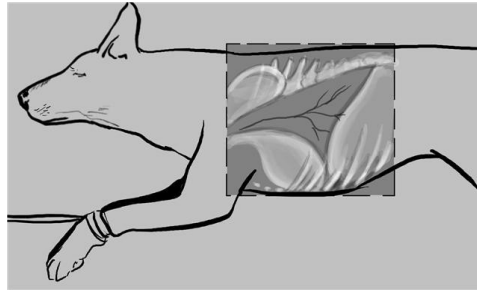


Figura 99 : Proyección Laterolateral. Modificado de Lavin 2003.

Dorsoventral: Esta proyección es de rutina para evaluar el corazón del paciente, ya que permite visualizar una silueta cardíaca más cercana a la realidad, esto puede dificultar el posicionamiento de pacientes de talla grande, ya que tienen un tórax profundo. Se coloca en decúbito esternal con las vértebras torácicas superpuestas sobre el esternón, los miembros torácicos son estirados ligeramente hacia adelante para prevenir que los codos se metan debajo del tórax. Los miembros pélvicos se flexionan en una posición natural. La cabeza se baja y se coloca entre los miembros, el campo de visión debe incluir todo el tórax, la regla es *“El tórax es la parte interior de la caja costal si se incluyen todas las costillas, se tomará todo el tórax”*. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁸⁰⁾ Centro del rayo y medición sobre el borde caudal de la escápula. Figura 100. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

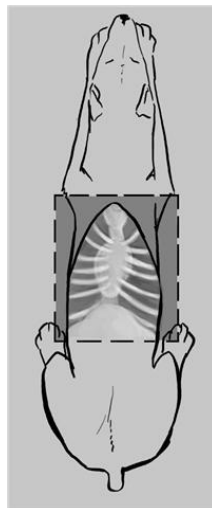


Figura 100: Proyección Dorsoventral. Modificado de Lavin 2003.

Ventrodorsal: Es adecuada cuando se necesita la visión total de los campos pulmonares, provee una mejor proyección de lóbulo accesorio del pulmón y del mediastino caudal. Aunque es fácil el control del paciente en esta posición, la proyección está contraindicada en pacientes con distress respiratorio, ya que colocar al animal sobre su espalda puede ser peligroso porque causaría problemas respiratorios. El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros torácicos extendidos cranealmente, los miembros pélvicos se extienden caudalmente, el esternón debe superponerse a la columna. El campo de visión debe incluir todo el tórax, se toma la exposición en el pico de inspiración.⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁷⁹⁾⁽⁸⁰⁾ Figura 101. Centro del rayo y medición sobre el borde caudal de la escápula.⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

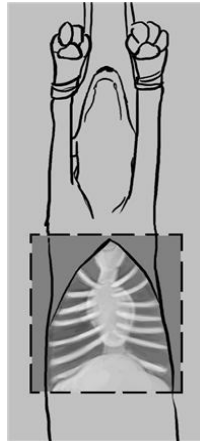


Figura 101: Proyección Ventrodorsal. Modificado de Lavin 2003.

Para visualizar la región de los lóbulos pulmonares craneales se recomienda la proyección ventrodorsal con los miembros extendidos caudalmente a lo largo del cuerpo, ya que evita la superposición de las escápulas sobre el área de interés.

La proyección ventrodorsal del tórax es la indicada para valorar la silueta cardiaca en el gato.

El estado clínico del paciente ayuda a decidir que proyección emplear si Dorsoventral o Ventrodorsal.

Cuando se realizan estudios de seguimiento, se recomienda realizar las mismas proyecciones que se utilizaron en el estudio inicial con el fin de poder comparar adecuadamente ambos estudios.

Proyecciones para Abdomen

Laterolateral: El paciente se coloca en decúbito lateral con los miembros pélvicos extendidos en dirección caudal para que ayude a eliminar la superposición de los músculos femorales sobre la porción caudal del abdomen. El campo de visión debe incluir desde el diafragma, caudalmente hasta la articulación coxofemoral. La exposición se hace durante la pausa espiratoria, para que el diafragma se coloque cranealmente. ⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁷⁸⁾⁽⁸¹⁾ Centro del rayo sobre el aspecto caudal de la 13° costilla, en felinos 2 o 3 dedos caudales a la última costilla. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

Ventrodorsal: El paciente se coloca en decúbito dorsal con los miembros torácicos y pélvicos extendidos en direcciones opuestas. El campo de visión debe incluir desde la cúpula diafragmática hasta las articulaciones coxofemorales. La exposición para una radiografía de abdomen se debe tomar durante la fase espiratoria para que el diafragma este en posición craneal. Las radiografías deben incluir desde el diafragma hasta el canal pélvico, en los perros de raza grande puede necesitarse tomar esta proyección en dos partes. ⁽⁶⁾⁽²⁴⁾⁽⁷⁹⁾⁽⁸¹⁾ Figura 102. Centro del rayo sobre el aspecto caudal de la 13° costilla, en felinos 2 o 3 dedos caudales a la última costilla. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾

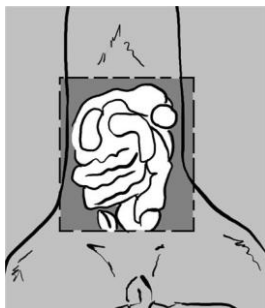


Figura 102: Proyección Ventrodorsal. Modificado de Lavin 2003.

Proyecciones con Rayo Horizontal para Tórax y Abdomen

Tienen múltiples aplicaciones como: Confirmar la presencia de fluido o aire libre en la cavidad torácica o en el interior de lesiones pulmonares nodulares. En casos de hernia diafragmática, para desplazar los órganos aprovechando la gravedad; otra aplicación es para facilitar la visualización de los bronquios cuando se sospecha de torsión lobar:⁽⁶⁾⁽¹⁹⁾⁽⁶⁷⁾

Laterolateral en bipedestación, en cuadripedestación y en decúbito dorsal.

- Ventrodorsal en bipedestación o en decúbito lateral: Se recomienda con el fin de utilizar la gravedad para desplazar los órganos. En el caso de abdomen se utiliza frecuentemente para detectar la presencia de aire libre en cavidad. Con este fin el paciente se coloca en decúbito lateral izquierdo, se esperan 10 minutos antes de tomar la radiografía para que el aire suba, cuando hay aire libre se observa la separación del diafragma y de los lóbulos hepáticos.

Centro del rayo sobre el aspecto caudal de la 13^o costilla, en felinos 2 o 3 dedos caudales a la última costilla. Figuras 103 y 104.

EJEMPLOS DE PROYECCIONES CON RAYO HORIZONTAL

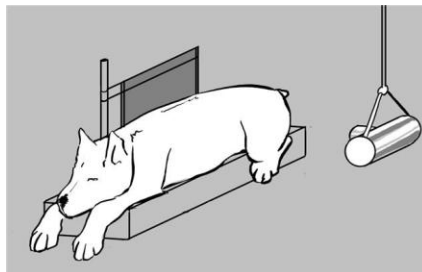


Figura 103: Proyección Laterolateral en decúbito ventral. Modificado de Iavin 2003.

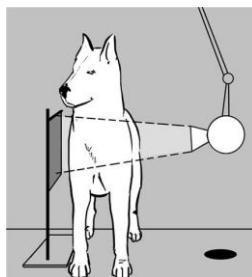


Figura 104: Proyección Laterolateral en cuadripedestación

V. CONCLUSIONES

De forma final este trabajo tiene por objeto ser un libro de consulta rápida en la adquisición, implementación y en la toma de estudios radiográficos, mejorando la calidad de estos y manteniendo un nivel adecuado dentro de la clínica de pequeñas especies.

Al finalizar este trabajo se cumplieron todos los objetivos planteados al inicio del proyecto, como el de presentar información actualizada y detallada de los equipos radiográficos y del equipo complementario que se requiere para la toma de radiografías, para asegurar la obtención de radiografías diagnósticas.

Así como con el tema de protección contra la radiación en el área de medicina veterinaria se aplicó la normatividad acerca de los requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos x, la cual sirve de base para la protección del médico, el paciente y el propietario, esto con el fin de disminuir o evitar los efectos adversos de la radiación.

De igual forma se da a conocer el uso de la Radiología Digital en medicina veterinaria, concluyendo que es una excelente opción para la toma de radiografías, por el manejo de la imagen en el monitor si es que hubo errores en la técnica, evitando repeticiones innecesarias, mejorando el contraste y permitiendo observar en la misma imagen la densidad de hueso y tejido blando; sin embargo también tiene desventajas como el desconocimiento del funcionamiento del equipo, los nuevos artificios y el costo del equipo.

En esta investigación se enfatiza la importancia de que se realice de forma cotidiana un informe radiográfico escrito en el cual se incluyan todos los datos del paciente, siendo imprescindible que se reporten todos los hallazgos encontrados en las radiografías, así como el diagnóstico radiográfico y el nombre y la firma del médico que lo realizó.

Se considera que el producto de este trabajo de investigación tiene el potencial de mejorar y facilitar la realización de estudios radiográficos en las clínicas dedicadas a pequeñas especies. Al contar con esta información, el clínico

podrá tener más elementos para decidir cual es el equipo radiográfico idóneo para su clínica; asimismo podrá planear desde un principio la adquisición del equipo complementario y le ayudará a efectuar su trabajo de una manera sistemática. Gran parte de la información recopilada le podrá servir como ayuda inmediata en la toma de un estudio radiográfico específico.

Con respecto a la interpretación, se establecieron los lineamientos generales que permiten un análisis metódico que tiene como fin evitar que el clínico pase por alto algún signo radiográfico significativo.

En conclusión la consulta de la información que se recopiló servirá para elevar el grado de profesionalización de los médicos veterinarios que se dedican a pequeñas especies.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Pedrosa CS., Gómez CR. Tratado de radiología clínica Vol.1. 2° ed. Madrid España: Interamericana Mc Graw – Hill, 1997.
- (2) Thrall DE. Manual de radiodiagnóstico veterinario. 4° ed. Madrid España: Elsevier, 2003.
- (3) Agut SA., Loredó FG. Radiodiagnóstico de Pequeños Animales 1° ed. Madrid España: Interamericana Mc Graw Hill, 1992.
- (4) Morgan JP. Techniques of veterinary radiography. 3rd ed. Iowa: State University Press/ Ames, 1993.
- (5) Han MC., Hurd DC. Diagnóstico práctico por imagen para técnicos veterinarios. 2°ed. Zaragoza España: Acribia, 2001.
- (6) Lavin ML. Radiography technology. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier Science, 2003.
- (7) Miller TW. Introducción a la Radiología. 1° ed. México D.F.: Manual Moderno, 1984.
- (8) Dena EJ., Rodríguez NP., Pérez MA. Manual de técnicas en radiología e imagen. 1°ed. México DF.: Trillas, 1998.
- (9) Alcaráz BM. Bases físicas y biológicas del radiodiagnóstico médico. 1° ed. Murcia España: Servicio de Comunicaciones, 2001.
- (10) Novelline AR. Fundamentos de radiología. 1°ed. Barcelona España: Manson, 2000.
- (11) Iturbe HF., Ruíz TC. Memorias del Curso de Protección Radiológica Para Radiodiagnóstico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM México 2008.
- (12) Bushong CS. Manual de Radiología para Técnicos Física, Biología y Protección Radiológica. 8° ed España: Esvier, 2005.
- (13) Laboratorio Médico del Chopo Unidad La Villa Guía para la Toma de Estudios Radiográficos 2000: 1-12.

- (14) Douglas SW., Williamson HD. Principles of veterinary radiography. 4th ed. London: Bailliere Tindall, 1982.
- (15) Herrera CJ. Radiología básica de caninos y felinos (tesis de licenciatura) México D. F. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, 2000.
- (16) Douglas SW., Herrtage ME. Principles of veterinary radiography. 4th ed. United State of America: Bailliere Tindall, 1997.
- (17) <http://www.mevepa.cl/modules.php?name=News&file=article&sid=115>. Sociedad de médicos veterinarios especialistas en pequeños animales de Chile MEVEPA.
- (18) Meshan I. Técnica radiológica. 2° ed. Buenos Aires Argentina: Panamericana, 1982.
- (19) Arias CL., Arzate BA., Méndez AR. Diplomado a distancia en Medicina Cirugía y Zootecnia en perros y gatos. Métodos y técnicas de diagnóstico. 2°ed. México DF, 2005.
- (20) <http://www.scribd.com/doc/12906641/Medicina-Veterinaria-Conceptos-Basicos-de-Radiologia-Veterinaria-Dr-Jorge-Mendoza>
- (21) Lozoya LA. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies. 2003: 1-5.
- (22) González LC. Memorias del Curso de Radiología Básica y Casos Clínicos por Regiones León Guanajuato 1998.
- (23) Plat PW. Principles and practice of veterinary technology. 1st ed. United States of American: Mosby, 1998.

- (24) Birdchard SJ. Manual clínico de pequeñas especies. Vol 1. 2° ed. México: Interamericana, 2001.
- (25) William RH. Medical Imaging Physics 3rd ed. Mosby: St. Luis, 1992.
- (26) Medan M. Memorias del Congreso Veterinario de León; septiembre 2008, León Guanajuato.
- (27) Diario Oficial de la Federación NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y de los listados de los residuos peligrosos. México 2005.
- (28) Empresa Deforx: <http://deforx.com>
- (29) Méndez AR., Castro MI. Memorias del Curso Teórico – Práctico de Imagenología. Schering-Plough Salud Animal; 2008 enero México D. F.
- (30) Martínez HM., Lloréns PP. Radiología veterinaria de pequeños animales. 1° ed. Madrid España: Interamericana Mc Graw – Hill, 1992.
- (31) Lamb CR, Pfeiffer DU., Mantis P. Errors in radiographic interpretation. J Vet Med Educ. 2007; 34(2):157-9.
- (32) Amersham Health. Medcyclopaedia-The complete online version of The Encyclopaedia of Medical Imaging. Available from URL: <http://www.amershamhealth.com>
- (33) Méndez AR. Principios de interpretación radiográfica. Tema 8 de la signatura de Imagenología Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM DF, 2007.

- (34) Orrison WW., Nord TE., Kinard RE., Juhl JH. The language of certainty: Proper terminology for the ending of the radiologic report Am J Roentgenol 1985;145. 1093-1995.
- (35) Owens MJ. Radiographic Interpretation for the small animal clinician. 1st. ed. EUA: Ralston Purina Company, 1982.
- (36) Diario Oficial de la Federación NOM -157 – SSA1- 1996. Protección y seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos x. México 1996.
- (37) Radiation protection in veterinary medicine: Recommendations of the national council on NCRP report.
- (38) Diario Oficial de la Federación NOM – 229 – SSA1- 2002. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico rayos x. México 2002.
- (39) Widmer WR., Shaw SM. Radiation biology safety. Radiology in practice. United State of America; Learning students, 1994.
- (40) Diario Oficial de la Federación NOM -026 – NUCL 1999. Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes. México 1999.
- (41) Mattoon JS. Digital Radiography. Vet Comp Orthop Traumatol.2006; 19: 123–132.
- (42) Wrigth M. Get the answers you need about digital radiography. J Vet medicine. 2006. 101; 12 Supplement: 2-8.

- (43) Bernardo TM., Malinowski RP. Progress in the capture, manipulation, and delivery of medical media and its impact on education, clinical care, and research. J Vet Med Educ. 2005; 32 :21-30.
- (44) http://www.mevepa.cl/modules.Cómo_revisar_las_radiografías_en_línea Boletín de la sociedad de médicos veterinarios y pequeños animales MEVEPA. Chile.
- (45) Roberts GD., Graham JP. Computed Radiography. Vet Clin North Am Equine Pract. 2001; 17: 47-61.
- (46) Puchalski MS. Getting the most out of digital image viewing. J Vet medicine. 2006; 101; 12 Supplement: 14-18.
- (47) Serrano UM. Red digital de imágenes médicas en un equipo de imagenología. Importancia del técnico radiólogo en la implementación de esta tecnología. (tesis de licenciatura) México D.F. Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen. 1999.
- (48) Lavin ML. Radiography in veterinary technology. 4th ed. St. Louis Missouri: Saunders Elsevier, 2007.
- (49) Thrall DE. Textbook of veterinary diagnostic radiology. 5th ed. St. Louis Missouri: Saunders Elsevier, 2007.
- (50) Puchalski MS. Exploring your digital radiography equipment options. J Vet medicine. 2006; 101; 12 Supplement: 9-13.
- (51) Lo WY., Puchalski SM. Digital image processing. Vet Radiol Ultrasound. 2008; 49(Suppl 1):S42-7.

- (52) http://www.iccm.es/edu/ies/torreon/Sanidad/Imagen/ptir/flash/presen_pdf/UT09_01.pdf . Kodak.
- (53) Jimenez DA., Armbrust LJ., O'Brien RT., Biller DS. Artifacts in digital radiography. Vet Radiol Ultrasound. 2008; 49(4):321-32.
- (54) Drost WT., Reese DJ., Hornof WJ. Digital radiography artifacts. Vet Radiol Ultrasound. 2008; 49(Suppl 1):S48-56.
- (55) Meyer-Lindenberg A., Ebermaier C., Wolvekamp P., Tellhelm B., Meutstege FJ., Lang J., Hartung K., Fehr M., Nolte I. Comparative evaluation of six body regions of the dog using analog and digital radiography. Berl Munch Tierarztl Wochenschr. 2008; 216-27.
- (56) Vetter S., Strecker EP. Clinical aspects of quality criteria in digital radiography. Radiat Prot Dosimetry: 2001; 94(1-2):33-6
- (57) Cruz R. Digital radiography, image archiving and image display: Practical tips. Can Vet J. 2008; 49(11):1122-3.
- (58) Robertson DI. Hospital radiology and picture archiving and communication systems. Vet Radiol Ultrasound. 2008; 49 (Suppl 1):S19-28.
- (59) Ballance D. The network and its role in digital imaging and communications in medicine imaging. Vet Radiol Ultrasound. 2008; 49(1Suppl 1):S29-32.
- (60) http://www.fujifilm.es/productos/medical-systems/veterinaria/down/index/solucion_digital.pdf Fujifilm España
- (61) Wallack S. How to store digital images and comply with medical recordkeeping standards. J Vet medicine. 2006; 101; 12 Supplement: 21-24.
- (62) Wallack S. Digital image storage. Vet Radiol Ultrasound. 2008;49 (Suppl 1):S37-41.

- (63) Shiroma TJ. Introduction a DICOM. J Vet medicine. 2006; 101; 12 Supplement: 19-20.
- (64) Poteet BA. Veterinary teleradiology. Vet Radiol Ultrasound. 2008; 49 (Suppl 1):S33-6.
- (65) Robertson ID. Image dissemination and archiving. Vet Radiol Ultrasound. 2008 Jan-Feb;49(1 Suppl 1):S19-28
- (66) Krupinski EA., Williams MB, Andriole K, Strauss KJ, Applegate K, Wyatt M, Bjork S, Digital radiography image quality: image processing and display. J Am Coll Radiol. 2007; 4 (6):389-400.
- (67) Kelly KJ., Mc Allister H. Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat. 3rd ed. United States of America: Saunders Company, 2000.
- (68) Evans EH., De la Hunta A. Disección del perro. 5^o ed. México: Mc Graw – Hill Interamericana, 2002.
- (69) Coulson A., Lewis N. Interpretative radiographic anatomy of the dogs and cats. 2nd ed. United States of America: Blackwell. 2002.
- (70) Robin L. Manual de diagnostic por imagen.1^o ed. Barcelona España: Ediciones S, 2000.
- (71) Ryan GD. Radiographic positioning of small animals. 1^{ost}. Philadelphia: Lea and Febiger, 1981.
- (72) <http://www.radiologiaveterinaria.es/index.php?user=manualesposicionamiento>.
- (73) Waibil H., Mayrhofer E., Matis U., Brunnberg L., Köstlin R. Atlas of radiographic anatomy of the dog 2nd ed. Germany: Parey Verlag, 2005.
- (74) Shebitz H., Wilkins H. Atlas de anatomía radiográfica canina y felina. 4^o ed. Barcelona España: Grass, 1989.

- (75) Flo GL., Middleton D. Mineralization of the supraspinatus tendon in dogs. J Am Vet Med Assoc. 1990; 197(1):95-7.
- (76) Haudiquet RP., Marcellin-Little JD., Stebbins EM. Use of the distomedial-proximolateral oblique radiographic view of the elbow joint for examination of the medial coronoid process in dogs. Am J Vet Res. 2002; 63 (7): 1000-1005.
- (77) Farrow CS. Postural radiography in dogs. J Am Vet Med Assoc. 1994; 205: 878-887.
- (78) Burk R., Feeney AD. Small animal radiology and ultrasonography. 3rd ed. Saunders: United State of America, 2003.
- (79) Lee R. Manual de diagnóstico por imagen en pequeños animales. Madrid España: Ediciones S, 1999.
- (80) O'Brien RT. Radiología torácica en pequeños animales. 1° ed. Barcelona España: Multimédica, 2001.
- (81) Hudson AJ., Brawner RW., Hollan M., Blaik AM. Radiología abdominal. 1° ed. Barcelona España: Multimédica, 2004.