

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

Y ZOOTECNIA.

T E S I S .

"**RADIOLOGIA EN EQUINOS: Principios generales y esqueleto axil**"

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
BIBLIOTECA - UNAM**

Asesores: M.V.Z. M.Sc. Alejandro Rodríguez Monterde.

M.V.Z. Jorge Zenteno Servín.

Jurado: ..

Presidente: MVZ. Alberto Stephano Hornedo.

Vocal : MVZ. Fernando Vargas Pino.

Secretario: MVZ. Juan José Maqueda Acosta.

Suplente : MVZ. Humberto Rendón Fernández.

Suplente : MVZ. Ismael Escamilla Gallegos.

Presenta: . Angélica Romero Castillo.

1983.



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.

UWANT

1983

R644

e).a

Pt-83-163a

ALL INFORMATION CONTAINED
HEREIN IS UNCLASSIFIED

CONTENIDO

Página

RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO	1
III. PRINCIPIOS GENERALES	2
1. GENERALIDADES DE LOS RAYOS X	2
2. APARATO GENERADOR DE LOS RAYOS X	4
3. IMPLEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DE LA IMAGEN ..	16
3.1 Rejillas	16
3.2 Pantallas intensificadoras	18
3.3 Caseta o chasis	21
3.4 Película radiográfica	21
3.5 Identificación y marcado de películas	25
3.6 Cuarto oscuro	28
3.7 Cuarto para procesamiento mecanizado	29
3.8 Procesado manual de películas	31
3.9 Procesamiento automático de películas	34
4. PROTECCION RADIOLOGICA	36
5. FACTORES DE EXPOSICION	38
6. CARTAS TECNICAS	43
7. DESCRIPCION DEL ESQUELETO AXIL DE LOS EQUINOS	47
8. LINEAMIENTOS ETICOS	49
IV. MATERIAL Y METODOS	50
V. RESULTADOS Y DISCUSION	53
VI. CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFIA	91
GLOSARIO	93

R E S U M E N

RADIOLOGIA EN EQUINOS: Principios generales y esqueleto axil.

Angelica Romero Castillo.

Asesores: MVZ. Alejandro Rodriguez Monterde.

MVZ. Jorge Zenteno Servin

El presente trabajo consta de dos partes, la primera es un estudio recapitulativo que trata las generalidades de la radiación X, aparato de rayos X, implementos que comunmente se utilizan en radiología vetarinaria y las medidas de protección para evitar daños por radiación; la segunda parte se llevó a cabo en la unidad de radiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, realizando el exámen radiográfico del esqueleto axil de tres equinos, uno menor de un año uno de año y medio y un adulto, se muestran radiografias de cada región exterior y su radiografía correspondiente anotando: posición del equino y posición de la caseta ó chasis, angulación del rayo central con respecto al piso y el valor diagnóstico de la toma; al pie de cada radiografía (fotografía) se anota la edad del equino y la técnica utilizada en base a los siguientes factores de exposición, kilovoltaje (kVp), miliamperaje-tiempo (mAs) : distancia foco-pelicula (DFP) y el grosor de la región anatómica radiografiada. Se anotó la mejor técnica para cada región del esqueleto axil ofeciendose al final una recopilación de todos los valores en forma de "carta técnica" correspondiente al aparato estacionario con que se trabajó, como anexo se da un glosario con los términos más usados en radiología.

I N T R O D U C C I O N

En la actualidad la radiología ha tomado importancia en el campo de la medicina veterinaria para las pequeñas especies; en grandes especies aún no se usa muy ampliamente como en otros países debido a la escasa información a nuestro alcance.

El uso de la radiación X en medicina veterinaria, aporta un medio de inspección indirecta que es de suma importancia para el clínico cuando sospecha de lesiones en hueso, articulaciones u otros órganos en donde solamente por medio de un estudio radiográfico específico se puede determinar la magnitud de la lesión y con esto el diagnóstico, pronóstico y tratamiento., además los registros radiográficos (radiografías) pueden ser utilizadas y almacenadas para usarse posteriormente como antecedentes en la evolución de algún padecimiento que se siga ó requiera control posoperatorio , éstas radiografías también se utilizan en la comparación con otros casos(2).

Las radiaciones implican peligro para el radiólogo, el paciente y los asistentes a la práctica, por lo que se deben tomar las medidas necesarias de protección para el personal, así como realizar un examen clínico muy cuidadoso del equino, agotando todas las alternativas posibles de diagnóstico antes de realizar cualquier estudio radiográfico.

O B J E T I V O

El objetivo del presente trabajo es contribuir con un documento básico que demuestre la utilidad de la radiación X en equinos y su correcta aplicación en estudios del esqueleto axial, además que se encuentre al alcance, tanto de alumnos que se inician en esta rama de la medicina como del veterinario que ya ejerce la profesión.

1. Generalidades de los rayos X

El ocho de Noviembre de 1895 Wilhelm Conrad Rontgen trabajando con un tubo de rayos catódicos, observó una iluminación débil y titilante de un color verdusco sobre un pedazo de papel cartón cubierto de un preparado químico flourecente, dedujo que ello era debido a una radiación procedente de las paredes del tubo; esto sucedía en una habitación cuidadosamente oscurecida siendo esos rayos desconocidos por lo que decidió llamarlos "rayos X" (10).

Rontgen observó también que si se interponía un cuerpo opaco entre el tubo y la pantalla, la flourescencia disminuía pero sin extinguirse, dichos rayos eran visibles hasta que caían en la pantalla tratada químicamente; estos rayos atravesaban madera y tela con gran facilidad, penetrando con menor facilidad metales como el cobre, plata, oro, etc. Lo mas sorprendente de todo fué que lograban atravesar la piel humana y los huesos que son de una densidad diferente, se notaban más opacos en la pantalla flourescente (10).

Los rayos X engloban dos tipos básicos de radiación:

- Radiación corpuscular.
- Radiación electromagnética.

La radiación se define como la propagación de la energía através del espacio o materia (13). La radiación X, es el resultado del choque de electrones acelerados contra un cuerpo sólido de material fácil de ionizar (12).

La radiación corpuscular se refiere al acto de emitir electrones hacia un cuerpo sólido; una vez que éstos electrones (corpusculos) chocan con el cuerpo sólido, provocan la ionización de sus átomos desprendiéndose así la segunda forma de radiación denominada electromagnética y es precisamente de este tipo de energía la llamada radiación X (13).

Los ejemplos clásicos de radiación electromagnética son:

- Onda eléctrica
- Onda de radio
- Ondas de televisión
- Rayos X
- Rayos Gamma

Los rayos X se caracterizan y diferencian de los demás, por su longitud de onda y por su energía fotónica, según la teoría de la transmisión de la energía fotónica o quantum de energía emitida a manera de proyectiles - (Planck, 1901).

Tipos de rayos X : Están divididos según su energía en los siguientes grupos:

GRUPOS	MEDIDAS	APLICACION
Rayos Grenz	5.0 a 0.6 A°	Terapia superficial de rayo X
Rayos X suaves	0.6 a 0.3 A°	Radiografías de secciones muy delgadas de tejidos.
Rayos X diagnóstico	0.3 a 0.1 A°	Radiografías diagnosticas.
Terapia profunda	0.06 a 0.012 A°	Terapia con rayos X.

Los rayos X obedecen todas las leyes físicas de las radiaciones electromagnéticas, siendo de mas interés las siguientes:

- Su velocidad es constante y es igual a la de la luz en el vacío (3×10^{10} cm/seg)., (13).
- Su interacción con ciertas sustancias causa fluorescencia es decir, las hacen emitir radiaciones con longitud de onda mas larga, característica importante en el uso de pantallas intensificadoras (10).
- Tienen la habilidad de penetrar el tejido dependiendo de su longitud de onda; mientras menor sea la longitud de onda, la penetración será mayor, pero la energía aplicada será también mayor. Por otra parte, mientras mayor sea la longitud de onda, menor es la penetración y la energía aplicada en kilovoltios (KV)., (2,10,13)

- Viaja con movimiento ondulante pero en línea recta, su dirección puede ser alterada, siendo esta nueva dirección también en línea recta; al chocar con un cuerpo, parte de la radiación se absorbe y parte se dispersa pero en línea recta y en todas direcciones. Esto implica tener ciertas precauciones tales como la protección del personal y el uso de dosímetros (13).
- Provoca modificaciones biológicas (somáticas y genéticas), lo que permite usarlos como terapia, pero también implica tener protección al hacer uso de estas radiaciones (13).

Radiación ionizante: Los rayos X físicamente son radiaciones ionizantes que resultan de la transformación de la energía cinética en radiación electromagnética (13).

La ionización es el proceso que resulta si la energía transferida al átomo o molécula es lo suficientemente grande para que cause la remoción de un electrón o de varios en el mismo átomo, ésta ionización es la base para el efecto biológico de la radiación electromagnética, es decir, que cuando la radiación lleva la suficiente energía para ionizar átomos o moléculas, se refiere a una radiación ionizante, la cual es una propiedad de los rayos X (2,13)

2. APARATO GENERADOR DE RAYOS X: Sus componentes.

*Tubo: El más simple consiste en una ampolla de vidrio que se encuentra al vacío, dentro de la cual se encuentran dispuestas las partes más importantes para la producción de rayos X., estas partes son el cátodo y ánodo (10,13)

- Cátodo: Es la parte donde se originan los electrones (rayos catódicos), que son dirigidos hacia el ánodo, el cátodo está compuesto de un filamento fabricado de tungsteno, material escogido por tener óptimas características para contribuir en la producción de rayos X., pues tiene alta resistencia a la temperatura (3370°C), alta resistencia a la presión de vapor (no se vaporiza), alto número atómico (74)., con lo que pueden registrarse un alto número de electrones liberados.(13,20)

- Filamento del Cátodo: Se encuentra enrollado en forma espiral, tiene una longitud reducida y está colocado en un retenedor llamado "copa enfocadora"; los bulbos de los rayos X modernos tienen dos filamentos de diferentes medidas. El filamento pequeño libera una nube de electrones, es usado para exposiciones que requieren de una mínima suma de electrone producida, el filamento grande es usado para producir una amplia nube de electrones (10,13).

Dependiendo del número de rayos catódicos liberados (electrones), se rá el número de átomos del blanco que sean ionizados y en consecuencia el número de rayos X producidos (13).

Para que suceda esta liberación de electrones, el filamento es calentado por un transformador de bajo voltaje, el cual enciende el filamento y controla su incandescencia proporcionandole de cuatro a 12 voltios; una vez que está incandescente, se genera la liberación de electrones que resulten desprendidos de los átomos de tungsteno (13).

- Copa enfocadora: Se encuentra contenida en el cátodo, está hecha de molibdeno (Mo), que se caracteriza por repeler los electrones. Como su nombre lo indica, dá enfoque, es decir, contribuye dando dirección a los electrones de tal manera que se dirijan hacia el ánodo y sean captados en una porción relativamente pequeña del mismo (blanco), que se denomina punto focal.

- Anodo: Es un blanco en el cual se recibe el impacto de los electrones, tal blanco es un bloque de tungsteno escogido por las características ya mencionadas, siendo la principal su alto número atómico, que influye directamente en la eficiencia de producción de rayos X., el tungsteno se encuentra aliado al renium (13), material que ayuda a la discipación de calor del blanco.

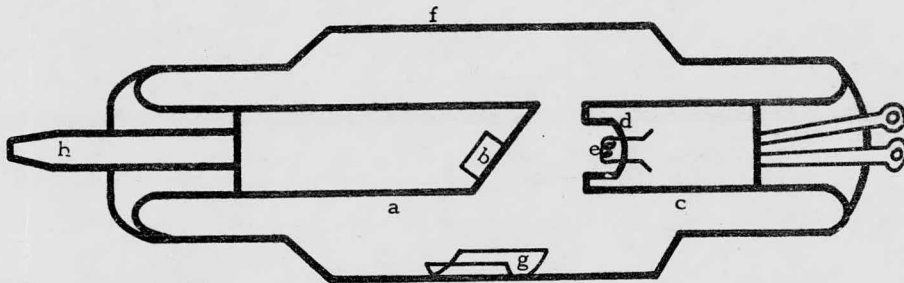
El blanco se encuentra asentado en la superficie de un cuadro de cobre, el cual se extiende hasta afuera del tubo, realizando un tanto la función de radiador (13), al eliminar el calor generado dentro del tubo.

Existen dos tipos de ánodos; el fijo y el giratorio:

- Anodo fijo: Generalmente se encuentra en unidades portátiles.

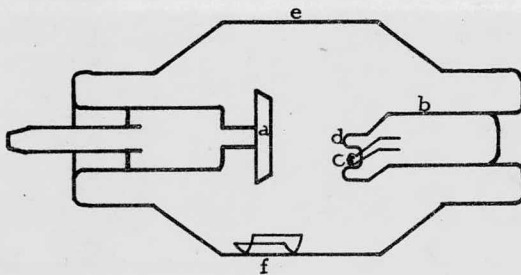
- Anodo giratorio: En unidades de rayos X de tipo estacionario.

Fig. 1 . TUBO DE ANODO FIJO



a) ánodo fijo, b) blanco, c) cátodo, d) copa enfocadora, e) filamento
f) envoltura de vidrio , g) ventana, h) prolongación de plomo.

Fig. 2 . TUBO DE ANODO GIRATORIO



a) ánodo giratorio , b) cátodo , c) filamento, d) copa enfocadora
e) envoltura de vidrio , f) ventana de vidrio.

La principal diferencia entre ambos, es que el giratorio posee el blanco en forma de disco el cual gira a gran velocidad para recibir el flujo de electrones, lo que proporciona continuamente una superficie fría, lograndose con esto una mayor protección del tubo, así como mayor eficacia y capacidad en la producción de rayos X (11).. (ver las figuras 1 y 2)

Se ha establecido que los rayos X se producen cuando los electrones pierden energía (13).., ésto sucede en un tubo en el cual la corriente de electrones a gran velocidad (energía cinética), provoca el choque con un blanco en donde una parte de la energía cinética es convertida en rayos X (2,11,13).

Tres elementos son esenciales para la producción de la radiación X :

- Una fuente de electrones (cátodo)
- Un método de calentamiento del filamento, para que se registre un desprendimiento de electrones y por medio de un diferencial de potencial sean acelerados hacia un blanco.
- El blanco en el cual la energía cinética de los electrones pueda cambiar a radiación X., (ánodo con blanco de tungsteno) (11,13).

Estos tres elementos están contenidos en un bulbo o tubo especial que será descrito posteriormente.

Lo que sucede a nivel atómico para que la producción de rayos X se lleve a cabo, es lo siguiente:

Los electrones desprendidos de los átomos del filamento del cátodo, son llevados a gran velocidad debido a un diferencial de potencial contenido en el tubo hacia el ánodo, provocan un choque de gran magnitud contra los átomos del blanco del ánodo, removiendo cada uno de éstos; en tal remoción se registran cambios de electrones dentro de las diferentes capas del átomo.

Para que dicho cambio ocurra, el electrón chocado tuvo que haber tomado energía para poder moverse, dicha energía absorbida se desprende en el momento del regreso del electrón a su nivel original; ésta energía desprendida, es precisamente el equivalente a la energía electromagnética a la radiación X (13).. (ver figura 3).

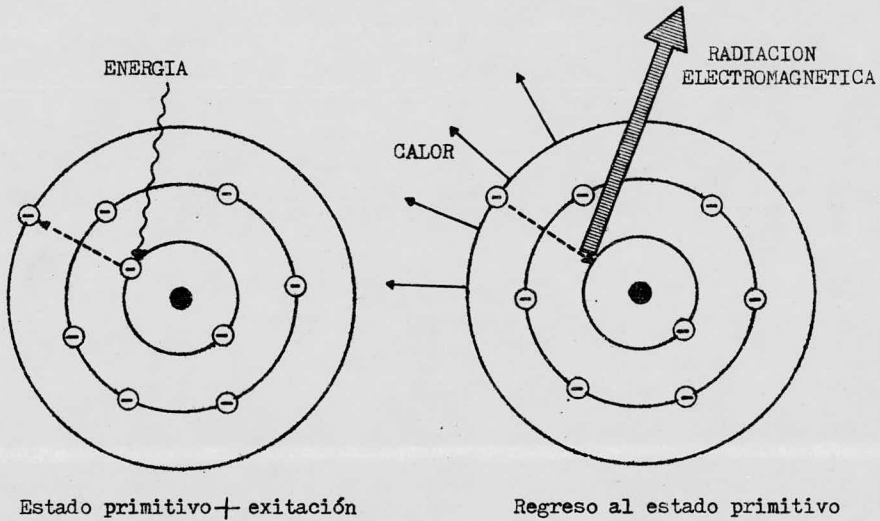


Fig. 3 Representación de un átomo del blanco.
(modelo propuesto por Bohr)

El impacto de los electrones genera calor y rayos X, solo una pequeña cantidad aproximadamente el 1% de la energía resultante del impacto es emitida desde el punto focal en forma de rayos X y el 99% aprox. se disipa en forma de calor, este calor debe eliminarse del punto focal de la forma más eficaz posible, para evitar que se funda el metal y se dañe el tubo, esta forma de eliminación de calor será discutida mas adelante(13).

El Punto Focal: El punto focal es el area de la superficie del blanco la cual es bombardeada por los electrones durante la exposición, la medida del punto focal puede variar, existen aparatos con punto focal de 1.2, 1.5, 2.0, 4.2 mm etc., la medida del punto focal es importante para obtener una alta calidad en cuanto al detalle, a menor medida del punto focal mejor detalle en la radiografía(13), El punto focal tiene una inclinación de 20° en la mayoría de los aparatos de rayos X, esta inclinación también tiene influencia en la producción de los rayos X ver fig. 4.

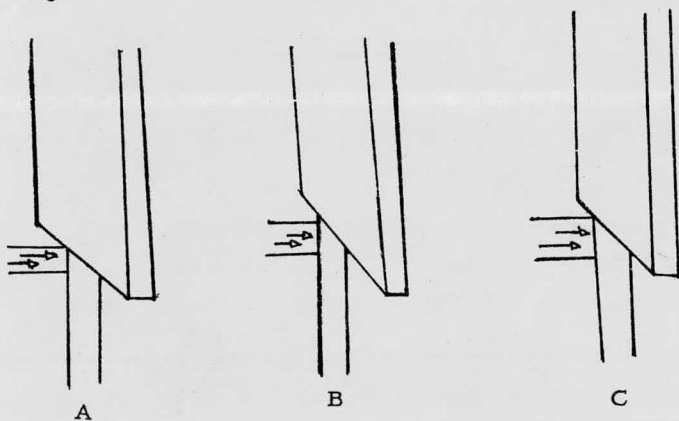


Fig. 4. La medida del flujo de electrones es igual en A y en B y es mayor en C. El ángulo del ánodo es pequeño en B y en C. El punto focal efectivo es pequeño en B cuando la medida del rayo de electrones y el ángulo del ánodo son pequeños(13).

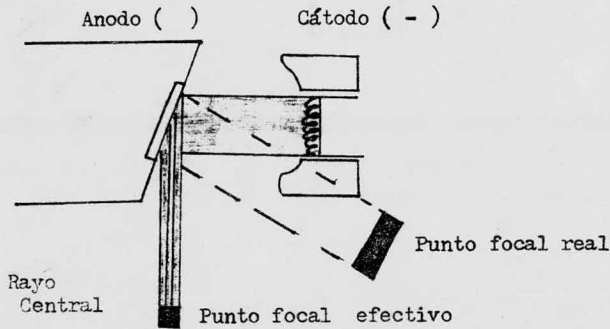


Fig. 5. Proyección del punto focal efectivo.

Quando se ve perpendicularmente la superficie del blanco se observa el "punto focal real" el cual tiende a ser rectangular, al mismo tiempo cuando el punto focal es visto por la ventana de rayos X del tubo, se observa el "punto focal efectivo" que tiende a ser cuadrado, dentro de este punto focal efectivo se registra el viaje del rayo central y el haz primario.

Por ejemplo, si el ángulo del blanco tiene 20° se proyectará una area efectiva focal de la mitad del largo de la medida del punto focal real(11).

Haz Primario:

El haz de rayos X sale por la ventana de vidrio del tubo, cuando el punto focal se forma, dicha radiación no se comporta como si fuera una formación triangular bien definida, cuyo vértice se encontrará en el punto focal. Los rayos X en realidad se comportan como luz, es decir, irradian desde su fuente en líneas rectas y en todas direcciones, es por esta razón que el tubo de rayos X debe encontrarse encerrado en cajas de plomo que detienen la mayor parte de la radiación X., y permite que salgan rayos X por un orificio (ventana sin plomo), que posee filamentos de aluminio para que salga la mayoría de rayos X útiles, los cuales van a constituir el haz primario y la radiación que se encuentra en el centro geométrico de dicho haz se le denomina "rayo central"., término usado para definir imaginariamente la corriente de los rayos X., (10) (ver figura 6).

Los filtros de aluminio para la ventana del tubo están constituidos de varias láminas finas que se insertan para absorber los rayos de longitud de onda muy larga y no intervengan formación (deformación) de la imagen; éstos filtros constituyen una medida de seguridad para el radiólogo y el paciente.

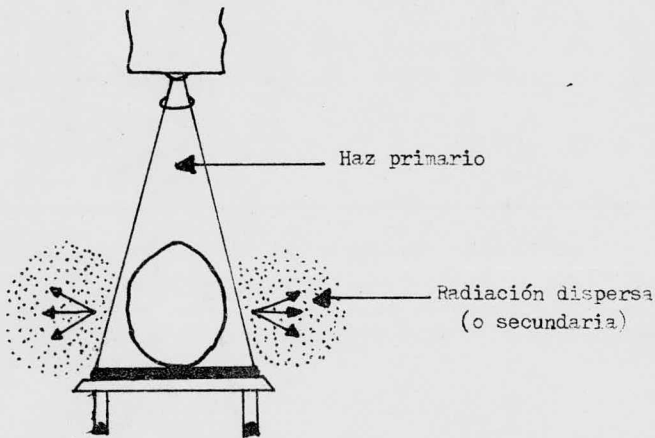


Fig. 6. Distribución imaginaria del destello de la radiación X.

Los tubos de rayos X comunes, tienen una ventana de vidrio que absorbe la mayoría de los rayos X de baja energía, reemplazando la ventana de vidrio de berilio (Be), el tubo de rayos X puede suministrar una suave radiación que es de valor en radiografías de secciones muy delgadas de tejidos (hasta 100 μ), y puede ser usada en microfotografía.

La protección del tubo consta de:

- Un soporte mecánico para el tubo
- Aislante eléctrico para los cables de alta tensión
- Envoltura de plomo para el tubo de vidrio, que sirve de escudo contra la radiación que se produce dentro del tubo
- Sistema de enfriamiento que actualmente consiste en sumergir el tubo en aceite para disipar el calor con efectividad, o como otros con un ventilador.

Circuitos eléctricos del aparato para funcionamiento del tubo:

- Transformador de bajo voltaje
- Transformador de alto voltaje
- Circuito rectificador

Descripción general de un transformador:

El transformador es un dispositivo empleado para obtener voltajes mayores o menores que los producidos por una fuente de voltaje alterna (corriente alterna). Su funcionamiento se basa en la ley de inducción de Faraday. En su forma más sencilla el transformador consta de dos bobinas de alambre aislado, enrolladas sobre un núcleo de hierro, sin que estén eléctricamente conectados entre sí. (13).

La bobina conectada a la corriente produce un cambio magnético y se denomina bobina primaria y la otra es la bobina secundaria. El voltaje es inducido a la secundaria, cuando se aplica energía en la primaria; los voltajes en ambas bobinas son directamente proporcionales al número de vueltas de alambre en cada una. Por ejemplo, si la bobina primaria tiene 100 vueltas y la secundaria 100,000, entonces el voltaje en la secundaria será 100 veces más alto

que en la primaria, paralela a esto, la corriente en la bobina secundaria disminuye en la misma proporción en que el voltaje aumenta, en el ejemplo dado, la corriente en la secundaria sería de $1/1000$, de la primaria. Estos transformadores se emplean para suministrar un alto kilovoltaje al tubo de rayos X y son llamados transformadores elevadores (10).

Ya se ha hecho notar que la producción de rayos X requiere del calentamiento del filamento que está en el tubo de rayos X, así como de la creación de una diferencia de potencial eléctrico a través del tubo, siendo de vital importancia que éstos dos eventos estén bajo control específico. Los tres circuitos que controlan estas funciones, están íntimamente relacionados, pero serán discutidos por separado para entenderlos con mayor facilidad.

- Transformador de bajo voltaje: Su función es proveer energía eléctrica al filamento del tubo de los rayos X., de tal manera que éste sea fácilmente calentado. La temperatura del filamento determina el número de electrones que estarán disponibles para viajar hacia el ánodo, si existe un potencial eléctrico provocado en el tubo(10).

El filamento requiere poca energía eléctrica para alcanzar los requerimientos de temperatura y lograr la liberación térmica de los electrones, normalmente la línea de entrada lleva un potencial de 100 a 220 voltios, para esto, el filamento cuenta con una resistencia variable, un transformador de baja (transformador que baja el voltaje)., y puede contener un amperímetro, de esta forma la corriente que pasa por el amperímetro es aproximadamente de dos a seis amperes, con un potencial de 10 voltios aproximadamente (10,13).

El propósito del transformador de baja, es reducir el potencial de la línea de entrada a un nivel de 10 voltios aproximadamente; la resistencia variable en el circuito del filamento regula la cantidad de corriente que pasa por el filamento y evita el sobrecalentamiento de éste (13).

Esto determina la temperatura del filamento y el número de electrones que han sido desprendidos de su órbita correspondiente, este es el miliampera-

ie (mA)*., controlado por el aparato de rayos X (13). La corriente del circuito del filamento solamente calienta el filamento.

- Transformador de alto voltaje: El proposito de éste es producir un altísimo diferencial de potencial (kV)., en el trayecto del tubo de rayos X, de éste modo, el rayo catódico puede fluir y hacer camino en el tubo; con esta alta velocidad, produce una interacción con los átomos del blanco, resultando en la producción de los rayos X.

El circuito de alto voltaje contiene un autotransformador, siendo la función de éste ajustar el voltaje de la línea de entrada para el aparato, para que la bobina primaria del transformador de alto voltaje tenga un abastecimiento variable y predeterminado. Resulta pues, que el voltaje del tubo de rayos X, puede elegirse en el autotransformador antes de que se lleve a cabo la exposición de los rayos X., (10, 13).

- Rectificación: Para la producción de rayos X es importante la utilización de la corriente directa (CD)., fluyendo por el tubo de rayos X; por otra parte el transformador de alto voltaje requiere corriente alterna (CA)., para funcionar, aunque de hecho, la CA no puede fluir através del tubo tan fácilmente como la CD. Cuando se abastece al tubo con CA., el flujo de electrones se dá en saltos (10,13).

(*) La magnitud de la corriente se determina por el número de electrones que pasan por un punto dado en un circuito en una unidad de tiempo. Como la carga en el electrón es mas pequeña,, es necesario que pase un número grande de electrones para que se produzca una cantidad medible de corriente por lo que sería poco eficiente expresar la corriente en términos de número de electrónes. La corriente se puede expresar mediante una unidad denominada ampere, que es la cantidad de corriente que se deposita por medio de 0.001118 g. de plata en un segundo. Debe observarse que la corriente es una velocidad o tasa de flujo, por incluir el factor tiempo, (10). Si una corriente de un ampere fluye durante 10 segundos, se depositarán 0.001118 g. de plata por segundo, la misma cantidad de plata se depositaría si una corriente de 10 amperes fluye durante un segundo (10).

Cuando se emplea una corriente alterna de 60 ciclos, la aguja de un voltímetro pasaría de cero hasta un máximo o cresta y regresaría a cero en $1/120$ de segundo; inmediatamente continuaría en dirección inversa hasta llegar al mínimo o valle y regresaría al cero en otro $1/120$ de segundo. Esto se llama ciclo completo y requiere de $1/60$ de segundo; en un segundo se completan 60 de éstos ciclos y por eso se emplea el término de CA de 60 ciclos (13)

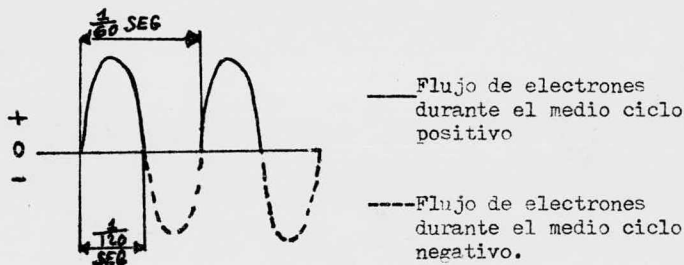


Fig. 7 . Representación gráfica de la corriente alterna, con un ciclo completo.

Algunos aparatos funcionan con suministro de corriente alterna al tubo, de tal manera que el ánodo es positivo en el período de cresta y en el período de valle es negativo. Cuando el ánodo es positivo, atrae a los electrones disponibles del cátodo, aquí se registra la producción de rayos X, pero de una forma recíproca, cuando el ánodo es negativo, no atrae a los electrones por lo que no hay radiación X, periódica o continua sino en forma de saltos (13)., desperdiciándose la mitad negativa de cada ciclo (13) .

El medio ciclo que no se utiliza se denomina voltaje inverso; existen dos problemas si dentro del tubo de rayos X se lleva a cabo la rectificación de la corriente alterna y son los siguientes:

- El ánodo se calienta
- Es posible que la nube de electrones se caliente

Si éste último sucede, el flujo de corriente pasa del ánodo al cátodo y el filamento se destruye, para evitar esto se ha incrementado el uso de val

vulas que tienen el papel de rectificar la corriente alterna que pasará posteriormente al tubo en forma de corriente directa (13).

Rectificación: Es el proceso de cambio de corriente alterna a corriente directa; consiste en incertar en el circuito del tubo, cuatro válvulas rectificadoras para poder aprovechar el voltaje inverso que sin el uso de las válvulas se pierde (13) Fig. 8 .

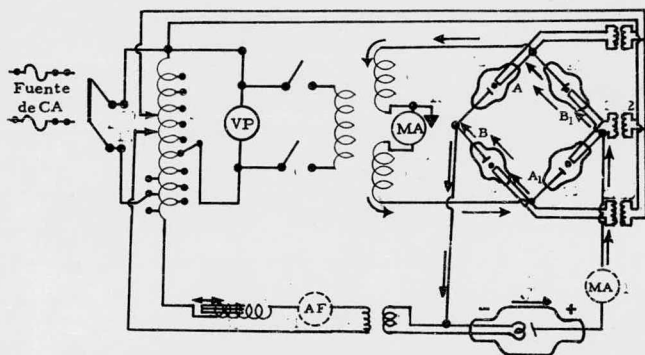


Fig. 8 . Mecanismo rectificador de cuatro valvulas.

De la figura anterior se observa que en el primer medio ciclo la corriente de electrones es conducida al tubo de rayos X, por un par de válvulas (A y A1)., mientras que el otro par correspondiente está inactivo. Durante el ciclo medio restante, las válvulas B y B1, completan el circuito; así los dos medios ciclos se utilizan y se aplican al tubo de rayos X un voltaje a la velocidad de 120 impulsos por segundo en dirección apropiada, logrando así el máximo de eficiencia en el equipo.

3. Implementos que intervienen en la calidad de la imagen.

3.1. Rejillas: Son placas planas con una serie de laminitas de plomo, entre ellas existen aberturas rectangulares o cuadradas, las hay de varias medidas y su uso mejora la calidad diagnóstica, ya que atrapa una gran parte de radiación secundaria. Como la rejilla absorbe también parte de la radiación primaria, hay que aumentar los factores de exposición para compensar esta pérdida(11).

Las rejillas son definitivamente el mejor método para eliminar en gran parte la radiación secundaria, que provoca en la radiografía una neblina generalizada. La primera rejilla fué construida en 1913 por el Dr. Gustave Bucy., usando el principio de las tiras de plomo con interespacio para que los rayos X pudieran pasar (11), ver Fig. 9.

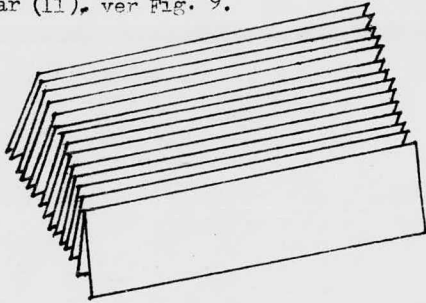


Fig. 9 . Rejilla en tercera dimensión.

Las tiras de la rejilla pueden medir 0.05 mm. de espesor y su número varía entre 500 y 1500 por cada rejilla, el total de líneas de plomo, altura y espesor pueden variar, catalogandose en número de rejillas o número de tiras por pulgada. La rejilla posee interespacios que pueden ser de fibra de vidrio, plástico o algún material orgánico de baja densidad. Algunas rejillas tienen aluminio como interespacios; éste aluminio absorbe algunas radiaciones primarias, por lo que hay que elevar los factores de exposición (11). Las rejillas se clasifican en:

- Rejillas estacionarias: Son aquellas que durante la exposición sus tiras de plomo permanecen estáticas, se colocan frente a la caseta o de la mesa de estudio en un lugar especial; si se usa libre (no en la mesa)., debe permanecer inmóvil durante el tiempo que dure la exposición, para ésto se pueden acondicionar tripiés que sostengan la caseta con la rejilla.

Las líneas de plomo de ésta rejilla, aparecen tenues sobre el registro radiográfico, pero son menos visibles a medidas que el número por centímetro aumenta, de cualquier forma no distrocionan ni afectan la interpretación ya que son fácilmente ignoradas por el observador.

Usando las rejillas estacionarias se tiene la ventaja de tener pocas limitaciones al realizar diferentes tomas y por lo tanto diferentes tomas de la caseta y rejilla. Una desventaja puede ser que el rayo central debe ser totalmente perpendicular a la superficie de la rejilla, lo cual puede ser difícil si la persona que detiene la rejilla, caseta, o la que sostiene el tubo se mueven puede crear distorsión en la imagen radiográfica (12).

Si la rejilla es enfocada y la va a sostener una persona, el rayo central debe estar dirigido hacia la parte media de la rejilla, esto es fácil ya que existe una marca en la línea media de la rejilla; si la rejilla no está enfocada, el rayo central puede ser dirigido sobre cualquier superficie de la rejilla, pero siempre perpendicularmente. (13).

- Rejillas móviles: Evitan la aparición de sombras en la radiografía, ya que la radiación les toca, cada una de las líneas de plomo se corren hacia los extremos dejando pasar la radiación ya filtrada. Aunque estas rejillas son muy caras y requieren estar integradas a un sistema que mueva las tiras de plomo, proporcionan una imagen muy nítida. (13).

Este sistema fué introducido por el Dr. Hollis E. Potter en 1920, por lo que el sistema es llamado Potter-Bucky, o simplemente Bucky en honor del iniciador del principio de la rejilla (13).

3.2. Pantallas Intensificadoras.

Recordando que los rayos X tienen la capacidad de hacer que ciertas sustancias flourezcan, es decir, que emitan luz, esta característica es aprovechada usando este tipo de sustancias en la fabricación de sustancias de refuerzo o intensificadoras, que permiten obtener una radiografía convencional.

Las pantallas intensificadoras son láminas de acetato de una delgada capa de pequeños cristales flourescentes de tungsteno de calcio, sulfato de bario, etc., las cuales emiten luz azulada; también hay sustancias que se hacen flourecer y emiten luz verde, tal es el caso de pantallas intensificadoras

fabricadas con tierras raras (godolina. lantano). Dos de estas láminas se colocan dentro de cada casta o chasis y entre ellas queda colocada la película de rayos X, de tal manera que la película quede en contacto uniforme (sin presión) con la superficie activa de la pantalla. . El propósito de las pantallas intensificadoras, es el de reducir la exposición radiográfica; cuando el destello de los rayos X toca la superficie de estas pantallas, cada uno de los cristales absorbe energía y la emite en forma de luz (verde o azul), es decir, intensifican el destello de los rayos X, cuya brillantez es directamente proporcional a la intensidad de la radiación X. Existen películas especiales para ser usadas con pantallas intensificadoras las cuales poseen sensibilidad específica a la luz verde o azul según sea el caso (11).

Pantallas de tierras raras: Las tierras raras fosforescentes (incluyen sales de godolino (13), ytrio (11), y lantano (11).. absorben más cuantos de rayos disponibles y poseen una mas alta y eficiente conversión que las de tungstato de Ca; esta alta conversión resulta en un bajo requerimiento de mili - amperaje (mAs). El bajo mAs reduce la radiación de luz dispersa; el uso de un punto focal más pequeño también decrementa el tiempo y dosis de exposición(10).

Algunos de los materiales de las tierras raras fosforecentes, emiten luz visible con longitud de onda larga (verde ortocromática).. para estas se requiere el uso de película especial (ortocromática), y el uso de luz roja oscura, todo esto en el cuarto oscuro. Otras tierras fosforecentes emiten luz entre los rangos azul y ultravioleta; estas son adecuadas para usarse con películas convencionales no cromatizadas.

Cuadro 1. Relación: Tamaño del cristal y grosor de la capa con el detalle.

Tamaño del cristal	Grosor de la capa	Velocidad	Detalle
Mas grande	Mayor	Alta	Bajo
Mas pequeño	Menor	Baja	Alto

Como se aprecia en el cuadro anterior, el tamaño de los cristales y el grosor de las capas, intensifican el efecto de la radiación X., por consiguiente, utilizando capas gruesas de material fluorescente y granos de cristal de tamaño grande se esparce la luz en mayor grado, y el detalle se reduce proporcionalmente. Lo inverso sucede cuando se utilizan pantallas con cristal pequeño, ya que con estas se logra una mejor definición (13).

La razón principal por la cual casi todas las exposiciones se hacen con pantalla intensificadora, es que la técnica necesaria para exposición directa (sin pantallas intensificadoras), es mucho mayor que la necesaria para hacer una radiografía con pantalla intensificadora; esto hace que el tiempo de exposición se reduzca y se evita el trastorno producido por el movimiento del paciente, reduciéndose el período paciente-radiólogo.

Existen en el mercado pantallas intensificadoras de diferentes medidas, que se adaptan al tipo de cassetas comerciales; en México la marca de mas amplia disponibilidad es la Kodak y las medidas más usadas en el diagnóstico radiológico en la clínica de equinos son las siguientes:

- 20 x 25 cm. (8 x 10 pulg.)
- 25 x 30 cm. (10 x 12 pulg.)
- 35 x 43 cm. (14 x 17 pulg.)
- 35 x 35 cm. (14 x 14 pulg.)

Las pantallas intensificadoras hechas a base de lantánidos, florescen a una longitud de onda mas pequeña que el tungstato de Ca., convierten mas eficientemente la energía de los rayos X en la luz a la que queda expuesta la película. Para el aprovechamiento óptimo de éstas pantallas que producen luz verde, es conveniente usar una película sensible a la misma (Kodak Ortho G), de esta manera proporcionan aproximadamente una velocidad cuatro veces mayor que la requerida para las pantallas de tungstato de Ca. (11).

El mantenimiento de las pantallas intensificadoras comienza con observar la integridad de la caseta que las contiene, de tal forma que no exista presión excesiva sobre la pantalla intensificadora, tampoco se debe permitir

la entrada de la luz, ya que esto daña la superficie de la misma (10).

Las superficies deben de limpiarse con un algodón humedecido con un limpiador comercial, si no se dispone de éste, se puede usar alcohol isopropílico o xilol pasando suavemente el algodón sobre la superficie y dejando tiempo suficiente para que seque y pueda ser usada (10).

3.3. Caseta o chasis.

La caseta es el resguardo de las pantallas y películas que serán utilizadas para realizar una exposición radiográfica, las hay de diferentes medidas, y según el tamaño de la región o zona a radiografiar se usará tal o cual tamaño. Las casetas pueden ser de plástico moldeado, metal, baquelita o combinaciones de éstos; algunas tienen ventanilla en donde se registran los datos del paciente o lo que se desee anotar. Es importante que las casetas no reciban golpes, ya que se pueden provocar deformidades a la cubierta o al respaldo, lo cual afecta el contacto de las pantallas con la película, esparciendo la fluorescencia incorrectamente, dando por resultado imágenes borrosas.

La capa frontal de la caseta (frente al tubo de rayos X), se hace usualmente de aluminio, el cual puede ser fácilmente atravesado por los rayos X; la capa posterior está provista generalmente de bisagras a un lado, y cierra a presión, esta capa o respaldo se hace de acero, forrada con una fina capa de plomo, la cual sirve para absorber totalmente los rayos que han pasado a través de la película y las pantallas, eliminando así la radiación posterior dispersa que aumenta el velado de la película; la capa posterior o respaldo va formada de fieltro para mantener las pantallas con una presión uniforme (ver Fig.10).

3.4. Película Radiográfica.

El registro final (radiografía), se hace visible en una película especial por medio de un proceso fotográfico común. Las películas modernas están compuestas de una emulsión de gelatina que contiene compuestos de plata (bro-

muro de plata y una base o soporte transparente de nitrocelulosa (acetato de celulosa). Dicha base puede ser azul u otros colores. Tales propiedades se adaptan a los requisitos de combustión lenta y otras medidas de seguridad propuestas por la American Standard Association.

El film o película tiene un espesor aproximado de 0.2032 mm., y es plana para que sea fácilmente manipulable, el espesor de la emulsión de gelatina es aproximadamente de 0.0254 mm., y está colocada en ambas superficies de la base para proporcionar a la película su velocidad máxima, así como para que el tiempo de revelado, fijado y secado, se pueda llevar a cabo en el menor tiempo posible (10).

Como el bromuro de plata de la emulsión absorbe solo una parte de la radiación, atravesando fácilmente el material base, dichos rayos hacen que ambas caras de la película sean igualmente revelables, es decir, que la capa posterior absorbe practicamente la misma cantidad de energía que la capa frontal; en la actualidad se encuentran también en el mercado películas que poseen soporte de poliéster (10,11).

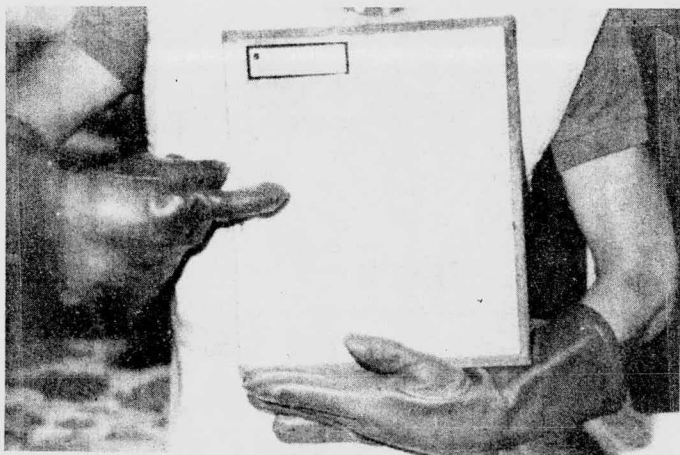


Fig. 10. Caseta o chasis.

- R = Muestra el lugar por donde se abre la caseta.
- S = Angulo para identificación de la radiografía.

La emulsión de las películas es tan sensible, que cuando se exponen a los rayos X o a la luz, ocurre una modificación física; las partículas de bromuro de plata absorben energía y están dispuestas a ser tratadas con una solución llamada revelador, la cual contiene un agente reductor. Los granos de bromuro de plata impresionados, se reducen a plata metálica negra, mientras que los granos con menor exposición no se afectan del todo y aparecen blancos o con diferentes tonalidades de gris; estas sales de plata suspendidas en la gelatina son las que constituyen la imagen visible en las radiografías (10).

La placa alcanzada por la radiación permanecerá en la película después del revelado, siendo de color negro; la plata no afectada se removerá durante el fijado de la película y se verá mas clara o transparente. Entre mas negra sea la película, se dice que hay mas densidad de la misma, por lo que el número de cristales de plata metálica en la película, es proporcional a su densidad (10).

La placa es opaca, y cuando está uniformemente distribuida, dá la sensación de ser negra; la opacidad de la imagen es mayor en las zonas donde se ha depositado mas cantidad de plata, es decir, en las zonas que han recibido mayor cantidad de luz (10).

Las películas de rayos X pueden registrar la imagen radiográfica directamente o la imagen que producen la luz verde o azul provenientes de las pantallas intensificadoras. Existe una clase de película hecha especialmente para ser usada con pantallas intensificadoras, siendo mas sensible a la luz verde o azul emitida por los cristales de la pantalla, que a la radiación X (10).

Existen en el mercado películas con diferentes sensibilidades, debiendo ser escoger según el estudio que se vaya a realizar; el término sensibilidad de la película se denomina corrientemente velocidad (10).

Una película rápida está compuesta de cristales grandes, por lo que es muy sensible y requiere de menor exposición radiográfica, pero produce una imagen con mayor detalle (10).

Las películas se clasifican de la siguiente forma:

- Las que requieren pantallas intensificadoras
- Las que no requieren dichas pantallas

Actualmente en medicina veterinaria se utilizan en forma mas común, las películas que combinan su uso con pantallas intensificadoras, ya que requieren una menor exposición del paciente y radiólogo a las radiaciones ionizantes (13).

Cuadro 2. Combinaciones película-pantalla intensificadora mas usuales.

Velocidad	Película	Pantalla intensificadora
Muy alta	Kodak Ortho G Kodak Ortho H	Lanex regular (Kodak) (tierras raras)
Alta	Kodak Ortho G	Kodak X-Omat normal
Mediana	Kodak X-Omatic normal	Kodak X-Omat fina
Ultradetalle	Kodak X-Omat RP	Kodak X-Omat fina

Estas son las posibles combinaciones que posiblemente sean las mas utilizadas en medicina veterinaria, pero pueden hacerse otras muchas según el tipo de película disponible en el mercado; lo que se debe buscar siempre al realizar combinaciones, es una velocidad concordante.

Cuadro 3. Relación película-velocidad, según la pantalla intensificadora utilizada.

Película	Pantalla Intensificadora
Muy alta velocidad	Tierras raras
Alta Velocidad	Alta Velocidad
Mediana Velocidad	Mediana Velocidad
Ultradetalle	Ultradetalle

El tamaño de la película es muy variado, debiendo ser comparable al tamaño de la caseta; se puede comprar en cajas de 25, 50 o 100 hojas, con o sin separaciones de papel, también se encuentran por rollos (10).

Contraste radiográfico: En una radiografía de diagnóstico se encuentran zonas oscuras y zonas claras, se dice que cuanto mas espesos sean los depositos de plata negra, mayor fué la cantidad de luz absorbida por la película, ya que la transformación química fué mas intensa durante el revelado; a esta composición de tonos oscuros y claros se le denomina contraste.

El contraste es una diferencia que puede ser, por ejemplo, las diferencia entre las dos intensidades de radiación y entonces se trata de contraste de radiación o diferencia entre dos densidades^(*), en cuyo caso se trata de un contraste visible o contraste radiográfico; éste es el producto de dos factores distintos que son:

- Contraste de la película: Debido al tipo de película y en parte al revelado.
- Contraste del sujeto: Resulta de las diferencias de absorción de los rayos X, según el grosor y tipo de tejidos de la región que se esté examinando.

Medio de contraste: Algunas partes del organismo animal muestran poco contraste con respecto a estructuras adyacentes; para mejorar la visibilidad de éstas, se emplean sustancias llamadas medios de contraste. Esta sustancia puede ser más o menos absorbentes a la radiación (radiopacas o radiolucidas, respectivamente)., que los tejidos contiguos, y de esta forma se aumenta el contraste de la zona a radiografiar (20).

3.5. Identificación y marcado de películas.

Toda radiografía debe estar perfectamente marcada e identificada; marcada para poder determinar el lugar exacto de la lesión, e identificada para ser archivada con los datos que se consideren mas importantes, como: Nombre del clínico, hospital o institución, especie, fecha de la toma, nombre del animal, edad, raza, sexo, nombre del dueño, número de caso, etc., o cualquier otro dato útil para el clínico, radiólogo o institución (13).

(*) Densidad: Particularidad de la radiografía, cuanto mas oscura sea una parte de ella, mayor es la cantidad de luz absorbida y se habla de mas o menos densidad, según sea mas o menos luz transmitida por la radiografía (14)

Para el marcaje e identificación, pueden usarse letras, números o tiras de plomo, pudiéndose establecer éstos como códigos propios para la institución, debiendo ser conocidas por todo el personal.

Marcas de plomo: Las letras o números de plomo pueden ser pegadas directamente sobre la película al momento de la exposición original, las marcas de plomo funcionan atenuando el destello primario de los rayos X., y en el lugar donde se encontraban las letras o números de plomo, hay una baja exposición de la película; de esta forma queda marcada o identificada (13).

Marcas Anterior y Posterior: Las marcas anterior y posterior (A y P).. se requieren en animales de gran tamaño o en grandes especies, en donde a través de éstas sabremos si se trata de un miembro anterior o posterior (ver Fig.11.)

Marcas Derecha e Izquierda: Sirven para distinguir miembros derecho o izquierdo (D , I).., o algún lado del torax, abdomen, cara y cabeza. Estas marcas están hechas de plomo y se pegan sobre la superficie de la caseta o pueden ser atoradas en forma de clip (ver Fig.11)

Identificación en plomo: Una tira impregnada de plomo se coloca sobre un bloque, el cual tiene permanentemente escrito con letras de plomo el nombre y dirección del hospital u otros datos; en la tira de plomo se anotan con pluma atómica los datos particulares del paciente. El plomo es desplazado por presión y una diferencia en la densidad de la tira, permite que el destello primario de radiación X, sea absorbido selectivamente; la tira permite fácil identificación del paciente, de su dueño, así como datos sobre el examen (ver Fig.12.)

Otra forma de identificar una radiografía, son aparatos que contienen en su interior una fuente de luz común; se colocan en el cuarto oscuro y funcionan de la siguiente manera:

- En el momento de la exposición, se coloca una placa de plomo en el sitio determinado de la caseta para colocar la identificación del paciente.

A P D I

Fig. 11 . Marcas: Anterior y Posterior (A,P).. Derecha e Izquierda (D,I).

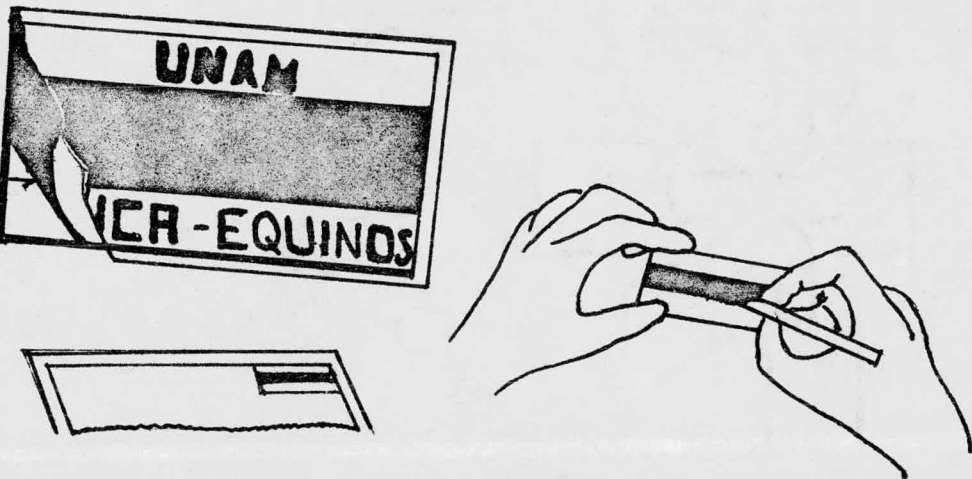


Fig.12 Tira impregnada de plomo para identificación de radiografías.

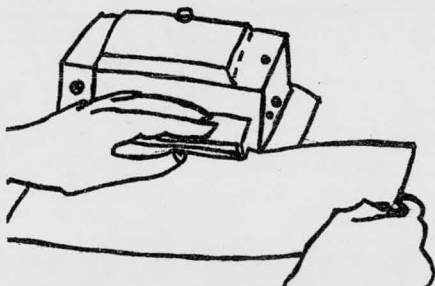


Fig.13 Aparato con fuente de luz interna para identificación de película.

- Después de la exposición, la película es llevada al cuarto oscuro junto con una papeleta en donde se escribieron con papel carbón los datos correspondientes al paciente, dicho papel se coloca en el lugar donde la película no fué expuesta y se introduce por una rendija estrecha del aparato el cual proporciona luz (expone la porción de la película virgen), de esta forma en el momento del procesamiento se registrará en la radiografía la identificación que se haya escogido (ver Fig.13.)

3.6. Cuarto Oscuro.

El cuarto oscuro cuenta con una sección húmeda y una seca, debe ser suficientemente grande para evitar el aglomeramiento, el equipo debe estar arreglado de manera que el trabajo fluya sin interrupción (10).

En la sección seca se encuentra la mesa de trabajo con cajones para el almacenamiento de película, casetas y equipo de limpieza necesario en la mesa de trabajo; opuesta a ésta sección se encuentra la sección húmeda, compuesta por los tanques de sustancias químicas si el procesamiento es manual, si éste es automático, esta sección se puede omitir. La separación en dos secciones, evita la posibilidad de que se salpiquen las películas secas y las pantallas de refuerzo con las soluciones químicas (10).

Limpieza: El cuarto en sí, lo mismo que los accesorios y equipo, deben mantenerse siempre limpios y usarse solo para su objetivo específico (tanques, mesas, colgadores, etc.). Para que las casetas estén siempre en buenas condiciones y listas en cualquier momento, deben colgarse inmediatamente y colocarse en los compartimentos de almacenaje en cuanto se haya quitado la película expuesta.

Iluminación de seguridad: En el cuarto oscuro debe haber luz blanca e iluminación de seguridad, la primera se necesita durante la limpieza de los tanques y la preparación de las soluciones. Las lámparas de seguridad y las linternas con filtros especiales, proporcionan iluminación correcta durante el procesamiento de películas; la iluminación de seguridad recomendada se ob-

tiene con una linterna colocada a 1.20 m. aproximadamente del plano de trabajo (mesa seca o plataforma de carga del procesador automático).. equipada con una lámpara de 15 watts y con filtro rojo obscuro, café rojizo o pardo, según se indique en cada tipo de sensibilidad de la película (10).

Dado que no hay lámpara que sea demasiado segura (las películas se velarán siempre que se expongan demasiado tiempo a la luz de seguridad), aún cuando se emplee el filtro adecuado; es preciso recordar que existen ciertas limitaciones en la iluminación de seguridad. Cuando se usa el filtro correcto para una película dada, dicha película virgen puede manejarse durante un minuto en la luz de seguridad sin velarse (10).

Prueba de seguridad: Para probar la iluminación de seguridad, se hace una corta exposición utilizando pantallas intensificadoras, una vez estando en el cuarto oscuro se descarga la caseta y se cubre parte de la película con un cartón para evitar el velo, la porción descubierta se expone a la iluminación de seguridad durante el tiempo que ordinariamente se necesita para el manejo de la película; inmediatamente ésta es sometida al procesamiento de revelado y si en la parte descubierta no se observa densidad adicional (velo), puede presumirse que la iluminación es segura, si esta parte de la película aparece velada, se deben examinar los filtros y las lámparas para saber si hay escape de luz (10).

Color de las paredes: El cuarto oscuro no tiene que ser pintado de negro para que sea seguro, el color crema o cualquier tono pálido reflejan la luz adecuada bajo condiciones apropiadas de iluminación de seguridad, además, estos colores son agradables bajo iluminación de luz blanca(10).

3.7. Cuarto para procesamiento mecanizado de películas.

Las mismas condiciones de limpieza y orden se aplican al cuarto de procesamiento mecanizado, solo que los requisitos de espacio son menores que para el sistema manual. El área de trabajo debe ser adecuada para cargar, descargar, al macenar las casetas, los químicos, los papeles, etc., (Fig. 14).

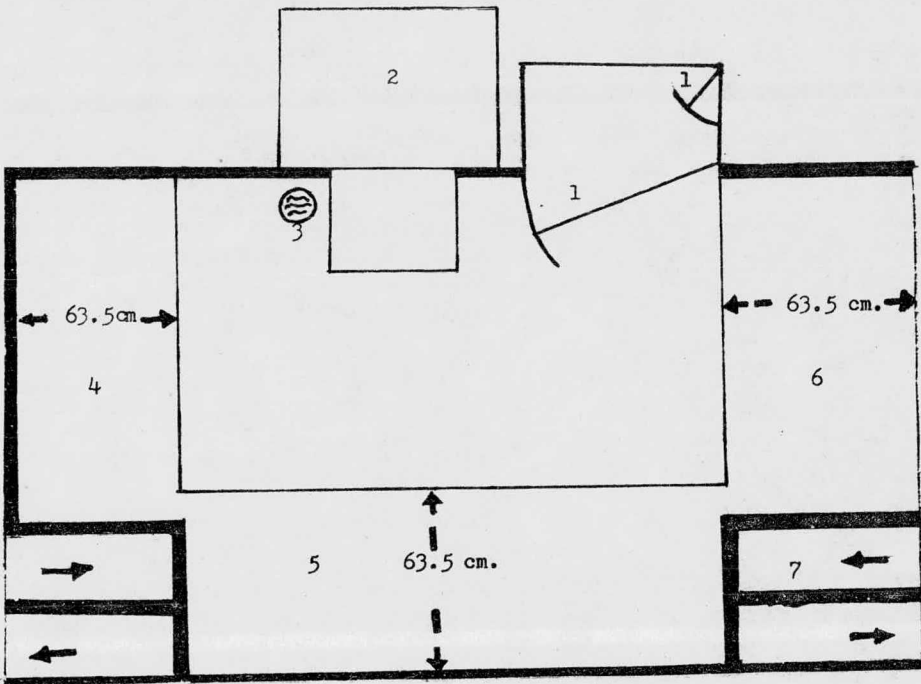


Fig. 14. Cuarto para procesamiento mecanizado de películas.

- 1).- Entrada
- 2).- Procesador automático
- 3).- Drenaje del piso
- 4, 5, 6).- Mesa de trabajo con espacio de almacenamiento, carga y descarga de cassetas.
- 7).- T ampa para el paso de cassetas.

3.8. Procesado manual de películas.

Existen dos métodos para procesar películas radiográficas; el manual y el automático (10).

La característica mas importante del revelado automático, es que la radiografía está lista para ser interpretada en cuestión de segundos, mientras que en el método manual, el técnico manipula las películas que que ha colocado previamente en marcos individuales y las transporta de un tanque a otro en intervalos de tiempo, llevandolos finalmente al secador; todos estos pasos son omitidos en el procesado automático (10).

Revelado manual de películas: El método manual consiste en tanques individuales que se colocan en un tanque general, éste contiene agua con una temperatura de 20° C., la cual puede mantenerse con un termostato o con un grifo manual que deben estar en el circuito de agua; ésta controla la temperatura de las soluciones (revelador y fijador), que se encuentran en los tanques individuales.

La temperatura mencionada optimiza la vida de las soluciones, ya que a temperaturas elevadas, existe el riesgo de velar la radiografía o provocar que la emulsión se reblandezca y desprenda por completo, las bajas temperaturas (menores a 15° C.), hacen que el proceso sea lento, el revelado incompleto y con falta de fijación (10, 13).

Es necesario que la temperatura se mantenga a 20° C., durante el procesado así, no solo se obtiene una buena calidad radiológica, sino que además se puede estandarizar el ciclo de procesado y establecer un sistema de revelado en base a tiempo y temperatura. Este sistema es más adecuado que el de inspección en el que se observa la radiografía cada 10 o 15 segundos, para saber si la radiografía está lista; este sistema requiere mucho mas atención y tiempo por parte del técnico y exige cierta habilidad y experiencia (10, 13).

Etapas del procesamiento manual:

Revelado: La solución reveladora se agita cuidadosamente para uniformar la temperatura en el tanque, tomándose la misma en ese momento y debe de ser de -

20° C., se carga el ~~grando~~ o tenedor con la película ya expuesta sumergiéndose rápidamente en el revelador, se agita la película subiendola y bajandola varias veces a un ritmo uniforme para eliminar las burbujas de aire que se hayan adherido a la superficie de la película, sirviendo también para que el revelador actúe sobre las dos caras de la película, debiendo ser cada minuto. Al sonar el reloj a los cinco minutos, si las condiciones del revelador y la temperatura son óptimas, se saca la película rápidamente sin dejar que escurra en el tanque. Ésta tiene que escurrirse entre los tanques de revelado y enjuague o en el tanque de enjuague (10).

Enjuague: Después de revelarla, la película se enjuaga con agua limpia y corriente, el tiempo de enjuague mínimo es de 30 segundos y una temperatura entre 18 y 21° C., después se escurre en este tanque a fin de que no se transporte líquido al fijador (10).

Fijado: Se pone la película dentro de la solución y se agita subiendola y bajandola varias veces, este movimiento causa estancamiento de la solución que entra en contacto con la película y así el fijado resulta uniforme; además, se eliminan residuos que hayan quedado del baño de enjuague (10).

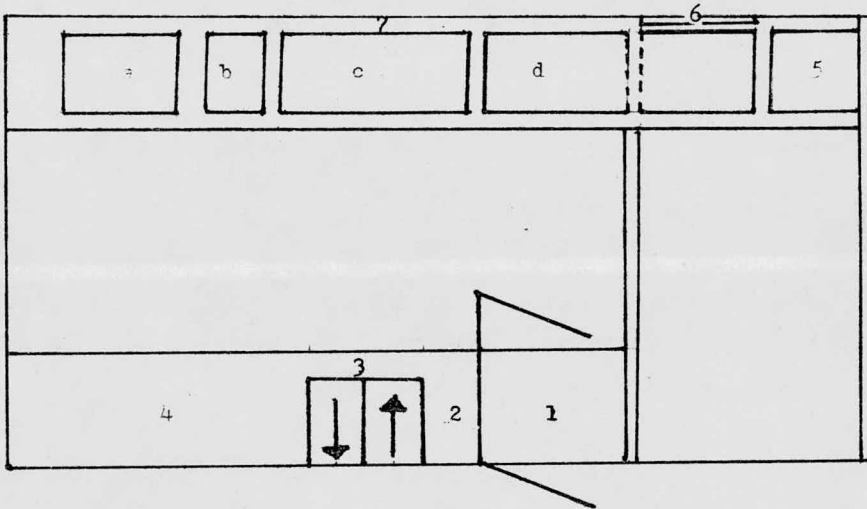
El tiempo de secado varía de cinco a diez minutos; para las películas tomadas sin pantalla intensificadora, permanecerán en el fijador el doble de tiempo del revelado, cuando las soluciones son frescas o reforzadas, el tiempo de fijado puede ser menor a cinco minutos.

Lavado: Cuando la película se saca del fijador, se mete en el tanque de agua corriente para remover de la ~~emulsión~~ emulsión todos los químicos residuales, los retenedores que contienen cada radiografía, deben estar separados entre sí y estar completamente sumergidos. Asumiendo que la corriente de agua dentro del tanque es lo suficientemente rápida para que se renueve por lo menos cuatro veces en 20 minutos, el tiempo de lavado es de 20 segundos, contándose desde que se sumerge la película en el agua para que el lavado sea mas completo. Al sacar la película se deja escurrir dos o tres segundos y se pasa al secador (10)

Secado: Constituye la etapa mas sencilla, pero si no se realiza correctamente se pueden producir manchas por agua o deterioro de la gelatina por exceso de temperatura, la cual varía de 10 a 50° C., en un secado normal (10).

Los equipos de secado se componen de calentadores y ventiladores para hacer circular el aire caliente, teniendo la ventilación hacia el exterior del cuarto para evitar que se eleve demasiado la temperatura y humedad del mismo, cuando las películas están secas, se debe pasar un trapo suavemente para evitar que se formen grietas (10).

A continuación , se muestra un proyecto de un cuarto oscuro para procesamiento manual de radiografías.



Legenda:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Entrada a prueba de luz | 6. Negatoscopio |
| 2. Almacenaje de casetas | 7. Tanques de procesamiento |
| 3. Trampa para el paso de casetas | a) revelador |
| 4. Mesa de trabajo | b) baño de detenedor ó ejuague de agua corriente |
| 5. Secadora | c) fijador |
| | d) tanque lavador con paso a través de la pared. |

Fig. 15 Plan esquemático de un cuarto oscuro para procesamiento manual de película radiográfica.

3.9. Procesamiento automático de películas.

Este procesamiento requiere un estricto control de los factores químicos y mecánicos para que sea factible revelar, fijar, lavar y secar una radiografía en poco tiempo, aumentando así la eficiencia del radiólogo y obtener radiografías de mas alta calidad (10, 11, 13).

Durante el ciclo de procesado la máquina mantiene los baños a la temperatura apropiada, automáticamente agita y refuerza las soluciones, transportando las películas mecánicamente a una velocidad regulada con precisión. Desde el momento que la película se introduce en el procesador, hasta el momento de recibirla seca, todos los elementos del sistema trabajaron en conjunto (10, 11, 13).

El procesador tiene recomendaciones de limpieza y mantenimiento mecánico que deben seguirse al pie de la letra. El procesamiento automático tiene los siguientes sistemas:

- Sistema de transporte: Tiene por objeto pasar películas através de las secciones de revelado, fijado y secado, sometiendo la película el tiempo exacto en cada etapa del procesamiento y entregando radiografías listas para su interpretación; en la mayoría de los procesadores la película es transportada por un sistema de rodillos propulsados por un motor de velocidad constante aunque el procesador transporte la película a una velocidad uniforme, el ciclo completo de procesado varía según el modelo de ochenta hasta noventa segundos.

El sistema de transporte utiliza dos operaciones adicionales que son esenciales para la producción de radiografías de alta calidad, una de ellas es que los rodillos agiten las soluciones en forma vigorosa y constante a lo largo de la superficie de la película, la otra es la acción escurridora del último juego de rodillos que reduce el exceso de solución adherida a la superficie de la película, con lo que se prolonga la vida del baño fijador y se hace mas efectiva la acción del lavado (10, 13).

- Sistema de agua: Tiene dos funciones, lavar la película y controlar la temperatura de las soluciones (existe un regulador de flujo, el cual deja pasar el agua templada en cierta proporción; ésta fluye por el tanque de lavado en -

trando por el fondo y saliendo por la parte superior hacia el desagüe)., la temperatura del agua de lavado es controlada por una valvula mixta monitoreada por un medidor de temperatura, aquí el agua mantiene las soluciones a una temperatura de 35 a 40° C., dependiendo del tipo del procesador. El revelado automático es mas rápido que el manual por lo que la temperatura puede ser mas alta, lo cual hace que se registre una mayor actividad de los químicos (10, 11, 13).

- Sistema de recirculación: Llena tres requisitos para los baños revelador y fijador; mezcla los baños con los reforzadores, mantiene las soluciones a una temperatura constante y los agita para obtener una mezcla homogénea. Las cantidades de reforzador deben ser medidas con precisión y los instrumentos reveladores controlados periódicamente. Un reforzamiento inadecuado causa dificultades en el transporte de las películas; las cantidades de reforzador varían con el tipo de película, por lo que para obtener un proceso totalmente limpio, es indispensable ajustar el reforzamiento de acuerdo al tipo de película que se este revelando (10).

Reforzamiento de las soluciones:

- Revelador: La solución reveladora pierde gradualmente su actividad y esto es debido al proceso de transformar plata metálica haloidea expuesta en plata metálica; cuando la solución pierde algo de su actividad, el revelado es defectuoso y afecta el contraste de la imagen, por este motivo debe reforzarse. Para compensar la pérdida de actividad, el sistema consiste en agregar una solución mas fuerte, debe añadirse aproximadamente un galón de reforzador por cada 50 películas de 35 x 43 cm. (10).

Este líquido reforzador tiene una doble función: mantener el líquido a un nivel que se pierda con la salida de cada película, y mantener el estado activo de la solución. El cambio total de revelador se debe realizar por lo menos cada tres meses, ya que la oxidación, acumulación de gelatina y otras impurezas mecánicas lo inutilizan.

- Fijador: Cuando la solución fijadora pierde acidez, o el tiempo de fijado es muy lento, se observa un pobre endurecimiento de la película de gelatina y

y en el aumento de tiempo de secado. La solución debe reforzarse si se desea prolongar su uso, extrayendo una cantidad mas o menos igual de fijador viejo, para mezclar cierta cantidad de fijador nuevo de acuerdo a las especificaciones de cada producto comercial (10).

4. Protección radiológica.

Un objetivo de la radiografía de diagnóstico en Medicina Veterinaria, es la obtención de información para un óptimo diagnóstico con un mínimo de exposición de el personal de radiología y público en general.

Cualquier tejido del cuerpo puede ser dañado por exposición excesiva a la radiación X., como la piel, gónadas, cristalino del ojo, etc., las células de la sangre son especialmente sensibles a la radiación X, (2, 10, 13, 20).

Los rayos gamma, los rayos X y los neutrones tienen un alto poder de penetración y pueden causar la destrucción de células a cualquier profundidad del cuerpo. Las partículas beta, tienen un poder de penetración intermedio, pueden producir serias quemaduras en la piel. Los mecanismos exactos asociados con la destrucción de células por estas diversas partículas no se comprenden aún, pero cualquiera que sea el mecanismo, sus efectos finales sobre células del cuerpo son bien conocidas (13).

Los efectos de la radiación pueden mostrarse en poco tiempo o pueden acumularse y no ser observados por mucho tiempo, un ejemplo de efecto inmediato, son las quemaduras que hicieron las radiaciones en la piel de los sobrevivientes de la segunda guerra mundial. Efectos a largo plazo podrían ser el desarrollo de cataratas en los ojos de una persona con una mínima pero crónica exposición a la radiación (13)., otro efecto a largo plazo es la carcinogénesis; las quemaduras repetidas en la superficie de la piel dieron como resultado casos de radiodermatitis crónica y degeneraciones carcinomatosas, como tumores en el hueso leucemias linfoides y mieloides sobre todo en físicos dedicados a realizar pruebas con radiaciones X. (13).

La edad es un factor importante en los efectos de la radiación X., ya que los tejidos mas jóvenes o en desarrollo son notoriamente más sensibles a la radiación X., debiendose considerar también el estado de nutrición, la tensión de oxígeno y la rapidez metabólica.

Existe también una gran variación individual y entre especies, a exposiciones idénticas, el grado de dosis letal media (DLM)., puede variar en los individuos de la misma especie hasta en un 50 %., esta variación no solo es característica de la radiación ionizante, ya que ocurre en forma similar cuando se usan estimulantes fisiológicos de cualquier tipo, ya sean físicos, químicos, biológicos, etc. (13).

Como varias radiaciones muestran efectos diferentes sobre las células vivas, siendo difícil desarrollar métodos que valoren la exposición a la radiación. El método mas común para medir la exposición a radiaciones, es con una cámara de ionización que mide descargas de ionización en aire, la suma de las descargas es leída en un medidor Roentgens, y una vez descargada para su lectura puede ser cargada nuevamente (13).

Existen dosímetros de bolsillo que se trabajan con el mismo principio y tienen la ventaja de dar una lectura inmediata en miliroentgens (mR)., (13).

- Se considera que una persona que se expone profesionalmente a los rayos X, u otro tipo de radiación ionizante, no debe de recibir mas de 100 mR por cada semana (10, 13).

Reglas de protección contra la radiación:

- Retirar al personal que no sea de utilidad en ese momento.
- Llevar siempre puesto el delantal protector cuando se esté realizando un estudio diagnóstico, de igual manera se deben utilizar guantes protectores hechos de plomo y recubiertos de plástico, en aquellos casos en que las manos sean expuestas al rayo primario. El grosor de estos implementos deben tener como mínimo 0.4 mm. de plomo puro, para checar su funcionamiento deben ser radiografiados periodicamente para detectar roturas o agujeros, especialmente después de haber sido usados con frecuencia en estudios con animales agresivos (13)

- Los guantes y delantales deben ser manipulados con cuidado evitando que se formen pliegues para que no se cuarteen, después que estos implementos han sido usados se colocan perfectamente extendidos, los delantales se ponen en ganchos o colgaderas especiales y los guantes en cilindros largos que se meten dentro de los mismos.

- No permitir que alguna parte del cuerpo esté en el trayecto del rayo central.

- Usar colimador siempre.

- Cuando sea posible se debe usar película rápida y pantalla intensificadora ya que esto reduce los factores de exposición.

- El uso de filtro de aluminio de 2.0 mm., colocado en la ventana del tubo retiene los rayos X suaves, lo que reduce la producción de radiación dispersa y reduce la exposición del paciente.

- Todo el personal debe llevar su dosímetro monitor fuera del delantal, así la suma y tipo de radiación pueden ser medidos.

- No permitir a menores de 18 años, ni a mujeres embarazadas permanecer en el cuarto de exposiciones.

- De ser posible se debe rotar el personal que asiste a los exámenes radiográficos.

- No dirigir el destello primario a un cuarto adyacente que este regularmente ocupado.

- Planear el procedimiento de la radiografía (técnica), cuidadosamente apoyándose siempre en los datos de la carta técnica hecha para el aparato que se esté usando con el fin de evitar exposiciones extremas (13)

5. Factores de exposición y su relación.

La diferencia de potencial es aquella manifestada por dos cuerpos que poseen distinta carga eléctrica. Cuando estos cuerpos se comunican, se produce electricidad en dirección a lo que tiene potencial mas bajo, a esta diferencia

de potencial le llamamos fuerza electromotriz o voltaje (11). La intensidad de la corriente eléctrica es la cantidad de electrones que pasa en un segundo por un conductor y se mide en amperes (11). La resistencia presentada a dichos electrones en su desplazamiento, es dada por la calidad del conductor y se mide en ohms (11). En el sistema de unidades absoluto intensidad, potencial y resistencia son el amperio, voltio y ohmio, respectivamente (11). El ohm es la resistencia de un conductor, que con la fuerza electromotriz de un volt deja pasar una corriente eléctrica de un ampere (13).

Los factores que intervienen en la exposición son el miliamperaje (mA), el tiempo de exposición, la distancia entre el foco y la película y el kilovoltaje (kVp) o potencial de kilovoltaje. Como cada uno contribuye al resultado final, pueden alterarse según la calidad del aparato; la modificación de un factor requiere del ajuste de uno o varios de los otros.

- Miliamperaje: El miliamper es la milésima parte de un amper, y se abrevia mA., este factor determina la cantidad de electrones disponibles para viajar a través del tubo, este potencial de electrones determina la cantidad de rayos X que serán producidos, por lo que nos indica el tipo de exámen que podemos realizar con un aparato dado. Muchos aparatos portátiles tienen un mA constante, es decir, no tienen un control para poderlo alterar, otros tienen rangos que varían entre 10 y 30 mA., y los aparatos mas grandes (estacionarios).. tienen rangos máximos variables entre 100 y 1600 mA. (13).

Existe una relación entre el miliamperaje y el tiempo, la cual puede ser manejada según el estudio que se quiera realizar; la relación entre el mA y el tiempo sigue una regla general que dice: El miliamperaje necesario para una exposición dada es inversamente proporcional al tiempo de exposición. De tal forma que un alto mA, permite la disminución del tiempo de exposición, lo cual alivia el problema del movimiento del objeto a radiografiar, una segunda ventaja en el aumento del mA, es que se pueden examinar las partes mas profundas del paciente (13).

0.01

Las radiografías obtenidas con las medidas de 0.1 segundos y 100 mA, son similares a las obtenidas con 0.1 segundos y 10 mA, asumiendo que los otros factores permanecen constantes (2, 13).

El producto del manejo mA - Segundos, se denomina miliamperaje-segundos o miliamperaje-tiempo (mAs)., se deduce que un mAs, igual a otro mAs, produce radiografías de similar densidad y contraste; esta relación se expresa en los dos ejemplos siguientes(*) :

* - 0.1 segundos x 100 mA 10 mAs.

- 1.0 segundos x 10 mA 10 mAs.

* - 0.05 segundos x 30 mA 1.5 mAs.

- 0.1 segundos x 15 mA 1.5 mAs.

- 0.15 segundos x 10 mA 1.5 mAs.

- 0.3 segundos x 5 mA 1.5 mAs.

- Tiempo de exposición: Es una de las consideraciones mas importantes para determinar si un aparato de rayos X, es adecuado para ser usado como método de diagnóstico en medicina veterinaria, tiempos de exposición de 0.1 segundos o menos, generalmente aseguran que el problema del movimiento durante una exposición sea mínima si los tiempos de exposición son mas grandes que 0.1 segundo, algunas veces habrá movimiento ya sea del animal, de la caseta o del tubo. Tiempos de exposición de 0.1 segundos o menos se requieren para aliviar el problema del movimiento del paciente durante alguna exposición torácica; los aparatos que tienen rangos mínimos de 0.003 y 0.001 segundos, son de suma utilidad en éstos casos, debiendo recordarse que cuando se usa éste factor (tiempo) tan corto, el mA, deberá elevarse (11, 13). El tiempo de exposición debe ser controlado para poder producir radiografías satisfactorias.

- Kilovoltaje: El potencial de kilovoltaje (kVp), determina la calidad del destello de rayos X, y su habilidad para penetrar tejidos; es decir, la aceleración de la radiación (11,13), altos rangos de kVp, producen destellos muy penetrantes con alto porcentaje de radiación lo cual, enriquece la película. Un alto kVp, se usa generalmente para un bajo rango de mAs, la relación inversa entre kVp y el mAs, se observa a continuación:

- * 60 kVp y 4.0 mAs (10 mA x 0.4 segundos)
- * 70 kVp y 2.0 mAs (10 mA x 0.2 segundos)
- * 80 kVp y 1.0 mAs (10 mA x 0.1 segundos)
- * 90 kVp y 0.5 mAs (5 mA x 0.1 segundos)

Nótese que estos cuatro ejemplos son técnicas radiográficamente similares ya que los rangos de kVp, normalmente usados, se manejan adicionando 10 kVp para doblar la técnica o restando 10 kVp para partir la técnica a la mitad. Cuando se utiliza el miliamperaje, se multiplica el mAs, original por dos para doblarla o se divide entre dos para bisectarla (2, 13).

Otras consideraciones sobre los cambios en los factores de exposición, serán tratados cuando se vea la elaboración de cartas técnicas.

- Relación de la distancia entre el foco y la película: La radiación X, al igual que la luz, es divergente y a medida que se alejan de su fuente cubren una zona cada vez mas grande, pero perdiendo intensidad. La relación entre la distancia y la intensidad de la radiación, se rige por la ley de la proporción inversa, ya que la intensidad de la radiación varía inversamente con el cuadrado de la distancia entre el foco y la película (2, 13).

En otras palabras, cuanto mas se aparte uno del foco, tanto mas débil sera la radiación. Supongamos que el cono de la radiación es interpretado por dos planos perpendiculares a su eje, el primero con una distancia "A", y el otro con una distancia "2 A", del foco. Si el radio del círculo que forma el primer plano perpendicular es " r ", el radio del segundo será " 2 r ", por lo que el área del primer círculo será " r^2 ", y la del segundo $(2r)^2 = 4r^2$; esta última superficie será entonces cuatro veces mayor que la primera. Es evidente que la radiación que pasa por el primer círculo, deberá pasar también por el segundo, por lo que la intensidad de la radiación en el círculo mayor será cuatro veces mas débil (11).

Esto puede expresarse diciendo que cuando la distancia al foco se duplica, la intensidad de la radiación se hace cuatro veces menor, o dicho en términos generales, cuando la distancia a una fuente de radiación se incrementa en (n),

veces,, la intensidad de la radiación a esa distancia será $(n)^2$, veces menor, esto se conoce como la ley inversa del cuadrado de las distancias, la cual desempeña un papel muy importante en radiología, tanto a nivel técnico, como de protección del radiólogo.

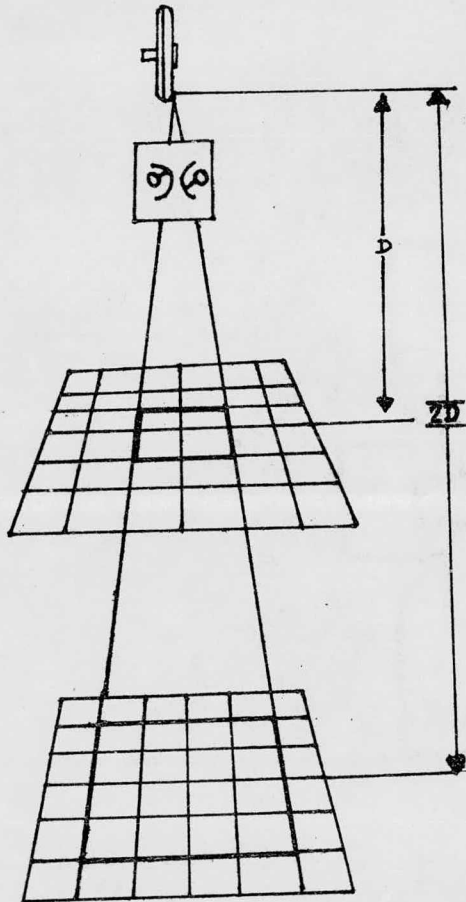


Figura 16. Ley inversa del cuadrado de las distancias; el efecto de un haz de rayos se altera al cambiar la distancia entre el foco y la película (Newton).

Algunas de las causas por las cuales en la práctica de la radiología, puede variar la distancia, son las siguientes:

- Al aumentar la distancia entre el foco y la película, se mejora la definición y se reduce la deformación de la imagen, pero este método es poco usado, debido a que al aumentar la distancia entre foco y película se aumenta la exposición.
- Cuando se emplea una rejilla (eliminador de radiación dispersa), el tubo debe funcionar a la distancia para la cual se ha diseñado la rejilla.
- Los entablillados, vendajes de yeso o cualquier otro artefacto que pueda dificultar la posición óptima del paciente, también alteran la distancia.
- Algunas tomas especiales requieren de distancias cortas debido a problemas anatómicos.
- Magnificando lesiones al aumentar la distancia entre el objeto y la pantalla, y entre el aparato y la pantalla.

6. Cartas técnicas.

Una carta técnica es una tabla que contiene los datos predeterminados, basándose en la capacidad que tiene un aparato en particular; estas cartas facilitan al radiólogo la selección correcta de la técnica a utilizar, según el tipo y grosor del tejido a radiografiar. La carta técnica previene pérdida de tiempo y desperdicio de películas por el uso de factores inadecuados de exposición, así como también favorece las normas de seguridad radiológica, por lo que no hay repeticiones.

Desarrollo de una carta técnica: A menudo se piensa que una combinación de mAs y kVp, que producen radiografías satisfactorias en un determinado aparato, deberán producir la misma calidad radiográfica en otro, lo cual es erróneo y esto se debe a: Tipos de accesorios radiográficos, diferencias inherentes en los aparatos de rayos X., contribuyendo también en gran parte el procedimiento de revelado, en la producción de una radiografía de calidad, así como las distancias variables (2, 13).

Algunos puntos que contribuyen para que encontremos esta diferencia son:

- Velocidad de la pantalla intensificadora
- Edad de la pantalla intensificadora
- Velocidad de la película

- Distancia del tubo a la película
- Cantidad de rayos X, producidos (mA)
- Temperatura y tiempo en el procesado de la película
- Diferencias inherentes del aparato.

Por lo tanto, es importante que una carta técnica sea desarrollada para cada aparato; algunos factores deben estandarizarse antes de formular una carta técnica y son los siguientes:

- El valor del voltaje de entrada debe determinarse y controlarse
- La distancia del tubo a la película debe estandarizarse para obtener una intensidad en el destello que no distorciona la imagen (de 90 a 100 cm., en aparatos estacionales, y de 60 a 70 cm. en aparatos portátiles)
- El filtro de aluminio debe estar en su posición
- El tipo de intensidad de la pantalla y la velocidad de la película deben preseleccionarse
- Seleccionar la rejilla si se requiere, y hacer uso adecuado de ella
- Las operaciones en el cuarto oscuro deben ser determinadas, así como el lugar de los químicos
- En caso de usar sistema manual de revelado, estandarizar el tiempo de procesado a cinco minutos y la temperatura de los químicos a 20° C.

Una vez que se han estandarizado estos factores, se hacen exposiciones tentativas o de prueba, para el establecimiento de la técnica de una región específica. Las experiencias pasadas con aparatos de rayos X, son de valor para que podamos determinar las técnicas tentativas durante las exposiciones de ensayo.

Flujo para la elaboración de una carta técnica:

- Se toma el espesor de la región a radiografiar y se anota, tomando en consideración si tal región contiene huecos como la cavidad nasal, o si dicho tejido se encuentra uniformemente distribuido en la región como un miembro, ya que los espacios vacíos requieren de una técnica de exposición menor debido a que el aire es fácilmente ionizado por la radiación (2, 13,).
- Anotar el tipo de película a usar y poner una marca que identifique la toma, recordemos que actualmente se usan las películas de alta velocidad y pantallas intensificadoras en la práctica de la medicina veterinaria, debido a que se pueden dar movimientos inesperados por parte del animal; estos implementos nos permiten acortar el tiempo de exposición, con lo que se disminuye el manejo del animal, evitándose la repetición de la toma (2, 13)

- Estudiar la forma de como será colocada la caseta y la dirección correcta del rayo central.
- Evaluar la distancia que debe haber entre el tubo y la película y anotarla.
- Una exposición de 70 a 80 kVp y de 1.5 a 5.0 mAs, se pueden encontrar en la mayoría de los aparatos, pero se deben tomar en cuenta kilovoltajes de rangos entre 60 y 90
- Después de haber hecho la primera exposición, por ejemplo con 80 kVp y 2.5 de mAs., se hacen exposiciones adicionales, una con el mAs doblado y la última con el mAs redoblado, quedando la 2.5 mAs., 2x 5.0 mAs., 3x 10.0 mAs., las radiografías se revelan y examinan cuidadosamente; de las radiografías una será oscura, otra con valor diagnóstico y la última será clara
- Si las radiografías están sobreexpuestas, habrá una oscuridad intensa en la película, entonces el kVp puede reducirse 10 unidades y hacer tres exposiciones adicionales con este nuevo kVp, y con el mAs., variable como en la primera prueba
- Si ninguna de las exposiciones originales es satisfactoria por baja exposición (película clara), un incremento en los factores de exposición se aplica, entonces el kVp se aumenta 10 unidades, debiéndose hacer otras tres pruebas de exposición, si no es posible aumentar el kVp, debido al tipo de aparato, el tiempo de exposición o el mA., pueden doblarse. Esta técnica del incremento o decremento de los factores es continuada hasta obtener una radiografía satisfactoria.

La radiografía aceptable es la de mejor calidad y la que permite la mejor evaluación de huesos y tejidos blandos (2, 13).

* Ejemplo:

- 70 kVp y 1.5 mAs
- 70 kVp y 3.0 mAs ✓
- 70 kVp y 6.0 mAs

Si este primer tercio de exposiciones resultan sobreexpuestas (oscuras),

bajar la técnica, ejemplo:

* "A"

- 60 kVp y 1.5 mAs
- 60 kVp y 3.0 mAs
- 60 kVp y 6.0 mAs ✓

* "B"

- 70 kVp y 0.75 mAs
- 70 kVp y 1.50 mAs
- 70 kVp y 3.00 mAs

Si A y/o B., son claras (poco expuestas), incrementar la técnica ya que éstas son similares.

- | | | |
|----------------------|---|----------------------|
| - 80 kVp y 1.5 mAs ✓ | o | - 70 kVp y 3.0 mAs ✓ |
| - 80 kVp y 3.0 mAs | o | - 70 kVp y 6.0 mAs |
| - 80 kVp y 6.0 mAs | o | - 70 kVp y 12.0 mAs |

Si este procedimiento es seguido tal como se describe, algunas exposiciones serán iguales, sin embargo siguiendo cada paso, la técnica ideal será depurada; esta técnica es estandar y puede hacerse para la mayor parte de las regiones anatómicas (2, 13).

Una vez determinados los mejores factores de exposición para cada región, es necesario anotarlos en la carta técnica en su lugar correspondiente, entonces se marca la columna con el kVp, usandola como constante, siendo el grosor de la región y el mAs las variables.

7. Descripción del esqueleto axil de los equinos.

El término esqueleto se aplica al armazón de consistencia dura que soporta y protege los tejidos blandos de los animales. En la anatomía descriptiva de los animales superiores, se aplica de una manera restrictiva a los huesos y cartílagos, aunque podrían incluirse los ligamentos que los unen entre sí. El esqueleto puede dividirse en tres partes:

- Esqueleto axil
- Esqueleto apendicular
- Esqueleto esplénico.

El esqueleto axil, del cual se mostrará un estudio radiográfico, comprende las siguientes estructuras:

- Columna vertebral
- Costillas
- Esternón
- Cráneo
- Dentadura

La dentadura se incluye el sistema digestivo, pero por ser de gran importancia, se mostrará un estudio radiográfico.

- Columna vertebral: Para su descripción se divide en cinco regiones y cada una de éstas recibe el nombre según el lugar donde esté situada; estas son:

- Cervical
- Torácica
- Lumbar
- Sacra
- Coccigea.

La fórmula vertebral del equino es; C₇ T₁₈ L₆ S₅ Co₁₅₋₂₁. La variación en el número de vertebrae coccígeas, se debe a que hay fusión a nivel pelviano (18).

- Costillas: Son huesos alargados y curvos, que constituyen el esqueleto de las partes laterales del tórax, están dispuestas en series de pares cuyo número corresponde al de las vertebrae torácicas. El equino posee 18 pares de costillas, cada una de ellas se articula en la región dorsal con las vertebrae y se continúa por su región inferior con un cartílago costal; las costillas se arti-

culan con el esternón por medio de sus cartílagos (ocho pares), y se llaman costillas esternales, las restantes son llamadas costillas asternales (17,18) Las últimas costillas de la serie cuya extremidad ventral termina libremente (no adherida a un cartílago adyacente), se les llama costillas flotantes (17, 18).

- Esternón: Es un hueso segmentario, situado en la línea media que completa la cavidad ventral del tórax y que articula lateralmente con los cartílagos de las costillas esternales; generalmente estos cartílagos se osifican (18).

Huesos de la cabeza: Se dividen en dos:

- Huesos del cráneo: Occipital, esfenóides, etmoides (estos son impares).. parietal, frontal, temporal, interparietal (estos son pares) (17, 18).
- Huesos de la cara: Maxilar, palatino, nasal, lagrimal, premaxilar, pterigoides, cornetes dorsales y ventrales (estos son pares).., el vomer mandibular y el hueso hioides son impares (17).

* Dentadura permanente de los equinos:

2 (I 3/3 C 1/1 P 3 o 4 / 3 M 3/3) 40 o 42.

- Incisivos: Son en número de doce, seis en cada arcada.
- Caninos: Son cuatro en el macho, dos por arcada; en la hembra generalmente faltan o son rudimentarios.
- Premolares: Son doce en total, seis por arcada, pero su número puede variar por la presencia casi común del llamado diente de lobo en la arcada superior y se encuentra entre el primero y segundo premolar.
- Molares: Son doce, seis por arcada y su número no varía.

* Dentadura temporal de los equinos:

2 (It 3/3 Ct 0/0 Pt 3/3) 24

- Son más pequeños y menos que los de la serie permanente.
- Incisivos: Son doce, seis por arcada, son muy pequeños y con un cuello muy marcado entre corona y raíz.
- Caninos: Son muy rudimentarios y no hacen erupción
- Premolares: Son doce, seis por arcada.

8. Lineamientos éticos.

Entre las recomendaciones que se deben tomar para llevar a cabo un estudio radiológico completo y preciso, se deben observar las siguientes medidas éticas por parte del médico veterinario o de la institución que preste este servicio.

- Todos los registros radiológicos obtenidos, son propiedad del dueño del paciente.
- Todos los registros deben estar claramente identificados, debiendo hacerse la misma en el momento de la toma o previa al revelado.
- Los registros para otros fines que no sean el diagnóstico, solo podrán ser utilizados bajo el consentimiento del dueño
- El estudio radiológico de cualquier región debe mostrar claramente la magnitud de la lesión, de tal manera que satisfaga el diagnóstico al médico veterinario.
- Los registros archivados serán solo para el manejo del médico veterinario o de la institución que los posea.
- Se debe observar que las medidas de precaución sean las óptimas para evitar que el personal sufra una sobreexposición a la radiación primaria y secundaria.
- No deberán estar presentes en el área de radiación mujeres embarazadas, menores de edad u otros que no tengan función en el momento de la toma.

El trabajo experimental que consistió en un estudio radiográfico del esqueleto axil fué realizado con el aparato de tipo estacionario marca Philips con capacidad de 2.5 a 700 mAs y 40 a 125 kVp, el paciente estuvo presente en la sala de rayos X de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zoot. en ocasiones bajo anestesia general y en otras de pie, cada una de las tomas fueron realizadas con películas de tierras raras Kodak ortocromática G en cassetas con pantallas intensificadoras Lanex regular integradas de 30 X 35 cm. de 24 X 30 y de 35 X 35 cm. según el tamaño de la región, una vez realizada cada exposición la película fué llevada al cuarto oscuro y metida en el procesador automático Raytheon filmamatic F-140 Processor que revela en 90 segundos, ya procesadas y secas se colocaron en el Negatoscopio (lámpara especial para observar radiografías) para observar su calidad. Cuando se trabajó con el paciente de pie se usó almarrigon de plástico para evitar la interferencia en el trayecto del rayo primario.

Durante todas las tomas se utilizaron guantes y mandil con cubierta de plomo de 2.0 mm de espesor como protectores contra radiación.

Identificación.- Se utilizaron las letras del alfabeto en orden progresivo hechas de plomo.

Marcas.- Se utilizaron las letras I(izquierdo) y D(derecho) hechas de plomo.

Ambas marca e identificación siempre fueron colocadas en el ángulo craneal externo de la caseta en las tomas laterales y en la parte lateral o externa de la región cuando fueron tomas caudocraneales.

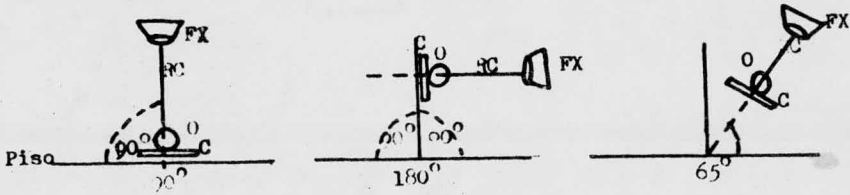
Elaboración de la carta técnica para el esqueleto axil del equino:

Región Cervical:

En el caso de la región cervical se requiere para un estudio completo hacer exposiciones con el animal bajo anestesia general para poder realizar tomas de la columna cervical en flexión, las tomas en extensión, pueden hacerse en cuadripedestación ó bajo anestesia general(19).

Primero se tomó el grosor de la región cervical central con un espesómetro y se hicieron tres exposiciones de prueba látero-laterales a 90° con respecto al piso con el equino en recumbencia lateral derecha y bajo anestesia general, las tres tomas fueron hechas en la misma región pero con diferente técnica para determinar la técnica para dicha región.

La terminología utilizada para describir la toma se basó en la angulación que lleva el rayo central con respecto al piso:



Fuente de rayos X = FX
Objeto = O

Caseta = C
Rayo central = RC

Los factores de exposición a utilizar los puede fijar el radiólogo con base en experiencias anteriores, tomando como factores fijos el kilovoltaje (kVp) y la distancia foco-película (DFP), tomando como variable el miliamperaje-tiempo (mAs) en cada una de las exposiciones de prueba (13, 2).

Factores utilizados:

Exposición	Identificación	Grosor	(kVp)	(mAs)	(DFP)
1	A	15 cm.	80.0	10.0	90.0 cm.
2	B	15 cm.	80.0	5.0	90.0 cm.
3	C	15 cm.	80.0	3.5	90.0 cm.



Fig. 17 mAs 10



Fig. 18 mAs 5



Fig. 19 mAs 3.5

Tomas látero-laterales de la región cervical central de un equino Pura-sangre de 14 años de edad. Grosor de la región (GR) 15 cm. kilovoltaje(kVp) 80, Distancia foco-película (DFP) 90.0 cm..La figura 18 muestra una radiografía de calidad diagnóstica que servirá como base para desarrollar la carta técnica de la región cervical, la fig. 17 muestra una película sobreexpuesta y la fig. 19 una película poco expuesta.

RESULTADOS Y DISCUSION

La radiografía de calidad diagnóstica identificada con la letra B, fué resultado de la siguiente técnica mAs 5.0., kVp 80.0 y DFP 90.0 cm. la cual pasa a llenar la columna de la carta técnica correspondiente a la región cervical, estos mismos datos se aplican a este aparato pero en diferentes animales que tengan mayor o menor grosor de esta región, con esta carta se evita el desperdicio de película, tiempo y radiación (13).

I. Región de la columna vertebral cervical.

Las tomas recomendadas son tres laterales en flexión, una por cada tercio cervical bajo anestesia general y tres en extensión que pueden tomarse de pie o bajo anestesia general.

1^a toma, látero-lateral en flexión tercio anterior a 90°.

-Posición: El caballo en recumbencia lateral izquierda (o derecha), la cassetta se coloca debajo de la parte más anterior del cuello, en el piso, ver fig.20

-Rayo central: Con una angulación de 90° con respecto al piso, penetrando a nivel de C₂, ver fig.21

-Estructuras observadas : Cuerpos de las vertebrae atlas y axis bien delineadas, apofisis espinosas y transversas, agujero intervertebral del atlas, adicionalmente bolsas guturales y porción de las ramas verticales de la mandibula, ver fig. 22 (17, 18).

-Valor diagnóstico: Se pueden encontrar; fracturas, dislocaciones o mal alineamiento vertebral , compresiones, prolapso ó protrusión de discos intervertebrales que solo se observan si estan osificados, neoplasias (osteosarcoma) interespinales con compresión de nervios espinales observables en el espacio subaracnoideo, espondilitis osificante, granulomas osteolíticos esfericos a causa de tuberculosis que provocan espondilitis cervical y periostitis crónicas (4, 15).

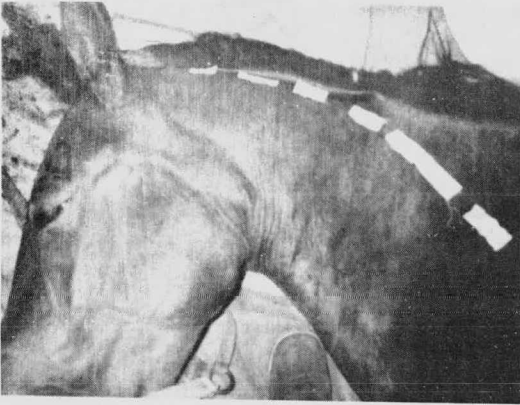


Fig. 20.

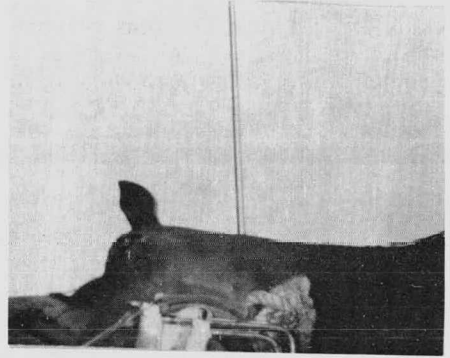


Fig. 21.



Fig. 22. Toma latero-lateral derecha de la columna cervical, tercio anterior en flexión, de un equino adulto. GR 15 cm., DFP 90 cm., kVp 80 y mAs 5.0 .

2ª toma latero-lateral en flexión, tercio caudal a 90°.

- Posición: El equino en recumbencia lateral izquierda (o derecha), la caseta en el piso debajo del cuello en flexión, a la altura de la sexta vértebra cervical, ver Fig. 23.

- Rayo central: Con una angulación de 90° con respecto al piso, penetrando al nivel de C-6., ver Fig. 24.

-Estructuras observadas: Cuerpos vertebrales cervicales(5,6 y 7), y la silueta esofagica, ver fig.25 .

-Valor diagnóstico: Se pueden encontrar fracturas, compresiones, abscesos, neoplasias, espondilitis, anquilosis, hipoplasias,(6).

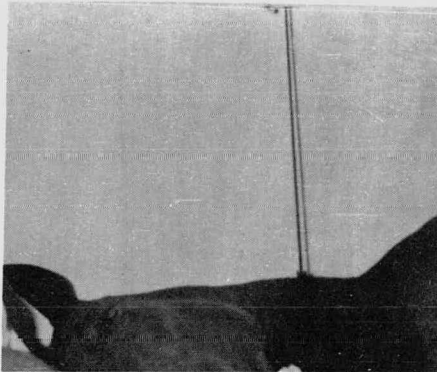


Fig. 23

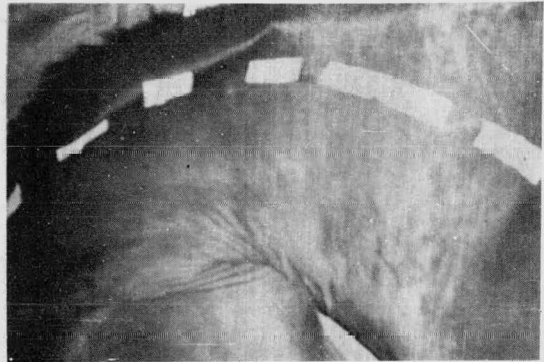


Fig.24

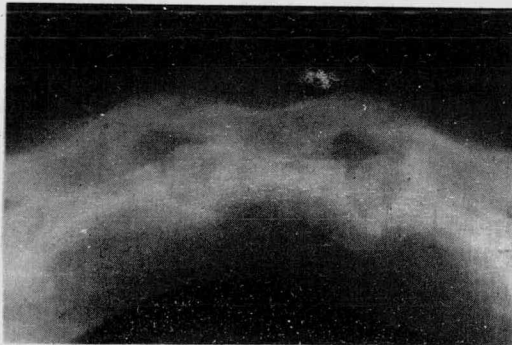


Fig.25 Toma látero-lateral derecha de la columna cervical tercio caudal en flexión, equino adulto,GR 22 cm.,DFP 90 cm.,kVp 80 y un mAs de 9.0.

1ª toma latero-lateral en extensión, tercio anterior a 90°.

- Posición: El caballo en recumbencia lateral izquierda (o derecha), la cassetta colocada en el piso debajo de la parte mas anterior del cuello en hiperextensión, ver Fig. 26.

- Rayo central: Angulación de 90° con respecto al piso, penetrando a nivel de C₂, ver Fig. 27.

- Estructuras observadas: Cuerpo del atlas unido intimamente al occipital, axis, bolsas guturales, tráquea (intubada), cresta nucal y porción de las ramas verticales de la mandíbula, ver Figs. 28, 29 y 30:

- Valor diagnóstico: Se pueden encontrar luxaciones, osteocondrosis, subluxación atlanto-axial, hipoplasia, espondilitis osificante, compresión de nervios espinales y basicamente todas las descritas en la toma en flexión (4,15)., un equino joven puede mostrar hipoplasias y malformaciones congénicas.

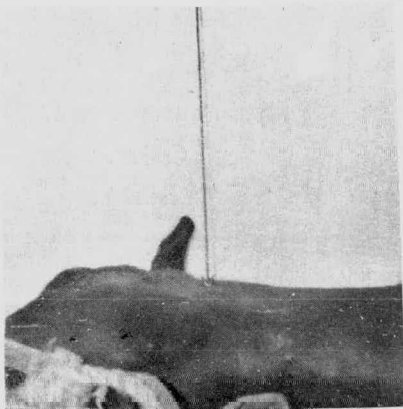


Fig. 26



Fig. 27

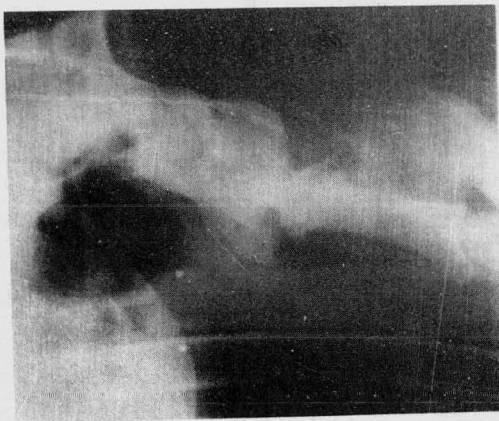


Fig. 28 Toma latero-lateral derecha de la columna cervical, tercio anterior en extensión de un equino adulto, GR 15 cm., DFP 90 cm., kVp 80., a 90° y mAs 5.0

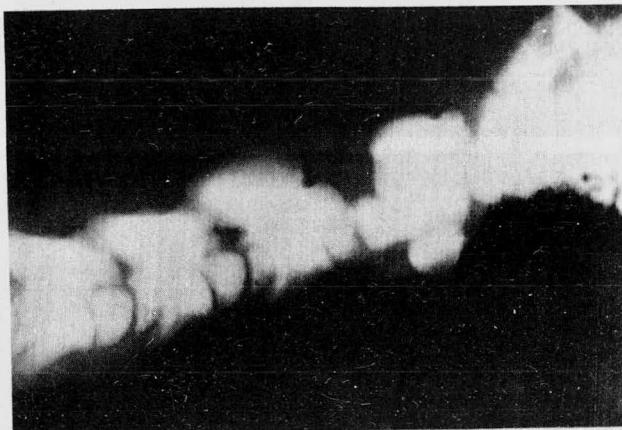


Fig. 29 Toma latero-lateral izquierda de la columna cervical anterior en extensión de un equino neonato. GR 10 cm DFP 90 cm., kVp 70., mAs 10.0., a 90°.

- Estructuras observadas: Condilo del occipital, atlas, axis, tercera y cuarta vértebras cervicales. Es conveniente recordar que el atlas se osifica por cuatro centros; dos del arco ventral y uno en ambos lados de cada masa lateral, al nacer el hueso consta de las siguientes piezas, el arco ventral y dos parte se-

paradas por una capa de cartílago, que se funden hacia los seis meses. El axis es la vértebra mas grande, con seis o siete centros de osificación apareciendo una o dos para la apófisis odontoides, considerada como cuerpo desplazado del atlas, el último de los núcleos se cierra hacia los tres o cuatro años de edad.



Fig. 30 Toma latero-lateral izquierda de la columna cervical anterior en extensión a 180°, en cuadripedestación, de un equino de 1.5 años de edad. GR 15 cm., DFP 90 cm., kVp 80 y un mAs de 5.0 .

- Estructuras observadas: Cuerpos de las vértebras atlas y axis bien delineadas, fibrocartilagos interespinosos, tercera vertebra cervical y sus facetas articulares (17,18)..

2ª toma latero-lateral en extensión, tercio medio en cuadripedestación a 180°.

- Posición: El caballo en cuadripedestación, la caseta se coloca pegada a la región cervical central (tercio medio del cuello), ver Fig. 31

- Rayo central: Con una angulación de 180° con respecto al piso, penetrando a nivel de C4., ver Fig. 31.

- Estructuras observadas: Cuerpos cervicales tres y cuatro., (16,17). ver Fig.



Fig. 31



Fig.32 Toma latero-lateral derecha de la columna cervical, tercio medio en extensión a 180°, GR 16 cm., DFP 90 cm., kVp 80 y un mAs 5.0 .

3ª Toma latero-lateral en extensión, del tercio caudal cervical a 180° en cuadripedestación.

- Posición: El caballo en cuadripedestación, la caseta se coloca pegada a la región cervical posterior.

- Rayo central: Con una angulación de 180°, con respecto al piso, penetrando al nivel de la C5 y C6.

- Estructuras observadas: Cartilagos vertebrales interespinosos, se aprecian vertebrales cervicales cinco y seis, ver Figs. 33 y 34.

- Valor diagnóstico: Fracturas, luxaciones, neoplasias, estenosis del canal cervical por tumores en médula espinal, espondilitis osificante, se pueden observar malformaciones congénitas en jóvenes

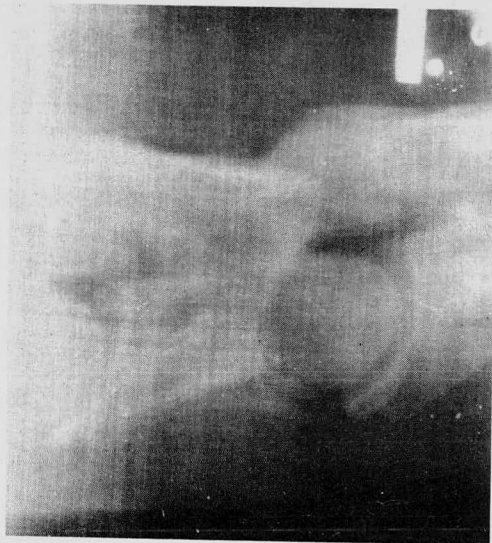


Fig. 33. Toma latero-lateral de la columna cervical en extensión del tercio caudal a -180° , de un equino de 1.5 años de edad. GR 17 cm., DFP 90 cm., kVp 80., mAs 9.0 .

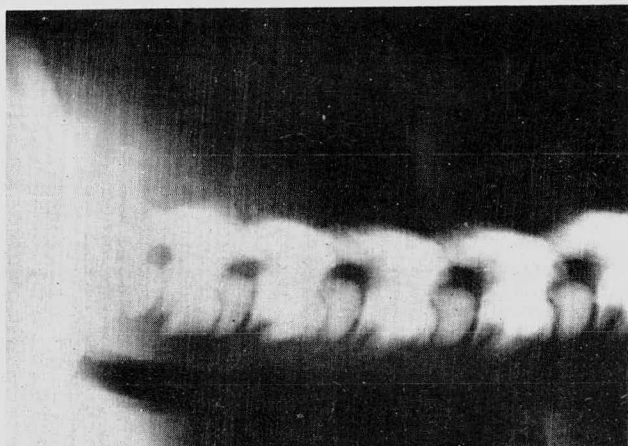


Fig. 34. Toma latero-lateral izquierda, columna cervical posterior en extensión a 90° , de un equino neonato en recumbencia lateral. GR 11 cm., DFP 90 cm., kVp 80., mAs 5.0 .

- Estructuras observadas: Articulaciones y vértebras C-4 a C-7, las cabezas

de cada vértebra aún no se fusionan con el cuerpo, (17,18).

II. Región de las bolsas guturales.

Las tomas recomendadas son dos: Una lateral y otra oblicua, ambas en cuadripedestación.

1ª toma latero-lateral de bolsas guturales a 180°.

- Posición: El caballo en cuadripedestación, con la caseta al nivel del ángulo de la mandíbula izquierda (o derecha)., ver Fig. 35.

- Rayo central: Con una angulación de 180° con respecto al piso, penetrando al nivel de las bolsas guturales, ver Fig. 36.

- Estructuras observadas: Bolsas guturales sobrepuestas, cuerpos del axis y rama vertical de la mandíbula, ver Fig. 37.

- Valor diagnóstico: Empiema, calcificación, timpanitis y condroides.



Fig. 35.



Fig. 36.

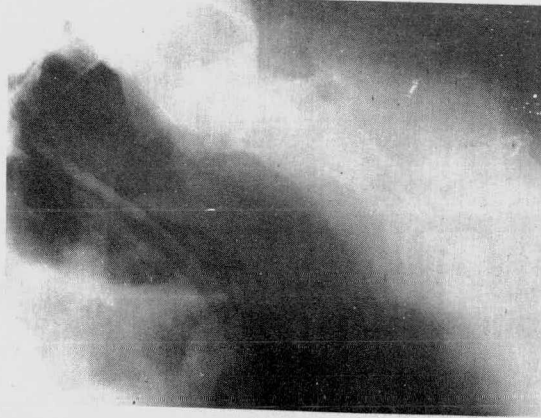


Fig. 37. Toma latero-lateral derecha de bolsas gutrales a 180° , de un equino adulto Pura sangre. GR 19 cm., DFP 120 cm., kVp 80 y mAs 12.0 .

2^a Toma lateral-Oblicua de bolsas gutrales a 130° , de un equino adulto.

- Posición: El caballo en cuadripedestación, la caseta en contacto con la región lateral izquierda (o derecha), de las bolsas gutrales, ver Fig. 38.
- Rayo central: Incide en el centro de la rama vertical de la mandíbula, con una angulación de 130° con respecto al piso, ver Fig. 39.
- Estructuras observadas: Bolsa gutural izquierda o derecha, según la toma, rama vertical de la mandíbula, ver Fig. 40.
- Valor diagnóstico: Empiema, calcificación, timpanitis y condroides (16)

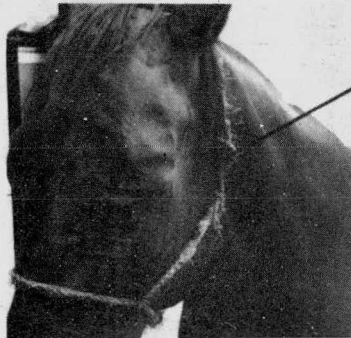


Fig. 38.

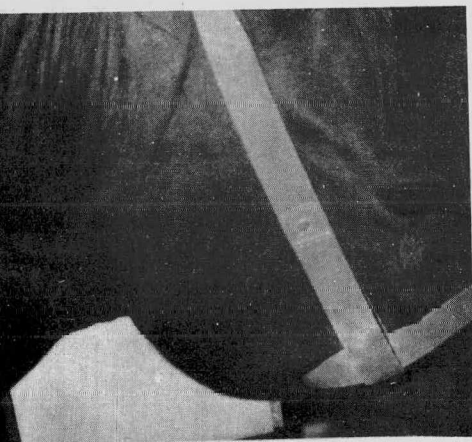


Fig. 39,



Fig. 40. Toma lateral oblicua derecha de bolsas gurgurales a 130° de un equino adulto Pura sangre. GR 17 cm., DFP 120 cm., kVp 80 y un - mas 10.0.

III. Región Costal..

Se recomienda una toma lateral a 180°, de la región costal anterior (derecha e izquierda), la región costal posterior requiere de altas técnicas por la presencia de estructuras mas difíciles de penetrar, por lo cual solo se muestra la radiografía de la región anterior en un equino adulto.

1ª toma latero-lateral de la región costal a 180°.

- Posición: El caballo en cuadripedestación, la caseta en la región costal o puesta a la penetración del rayo central al nivel de las 7, 8 y 9 costillas, - ver Fig. 41.

- Rayo central: Penetra a nivel de la octava costilla con una angulación de 180°, con respecto al piso.

- Estructuras observadas: Porción posterior del pulmón, cuerpos costales y diafragma, (17).., ver Fig. 42. y 43

- Valor diagnóstico: Fracturas múltiples, malformaciones, metástasis, espondilitis osificante, abscesos, granulomas osteolíticos por tuberculosis, periostitis

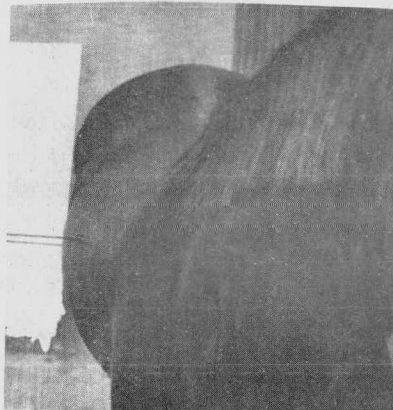


Fig. 41.

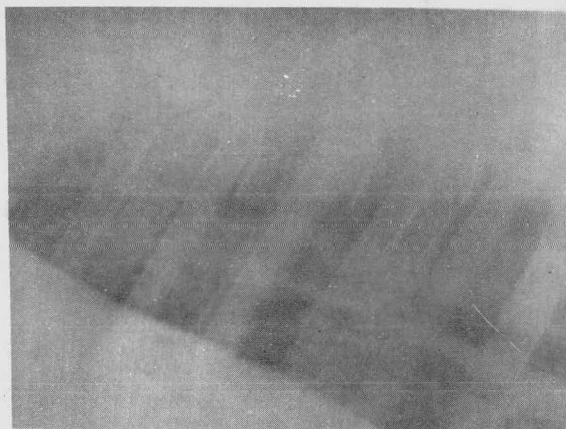


Fig. 42. Toma latero-lateral derecha de la región costal anterior a 180°, de un equino adulto. GR 46 cm., DFP 120 cm., kVp 90 y un mAs 10.0.

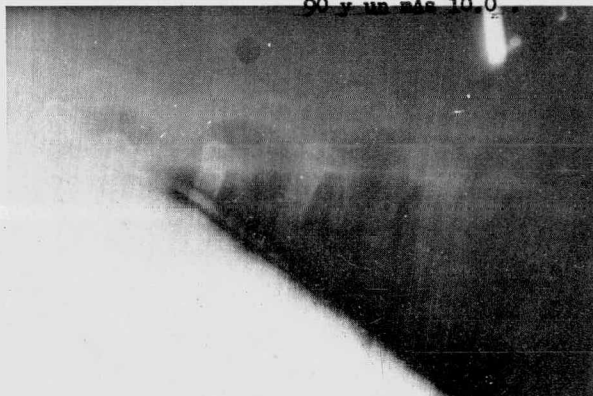


Fig. 43. Toma latero-lateral izquierda, región costal posterior a 180°, en un equino de 1.5 años de edad. GR 42 cm., DFP 120 cm., kVp 90 y mAs 10.0.

- Estructuras observadas: Porción superior o epífisis de las últimas cinco costillas, superposición de las costillas opuestas, canal vertebral, porción distal pulmonar, (18).

- Valor diagnóstica: Fracturas múltiples, malformaciones, metástasis, (4).

IV. Región de la columna toraco-lumbar.

Se recomiendan tomas laterales y ventrodorsales, en equinos adultos se han obtenido reportes técnicos que muestran la espina toraco-lumbar, los requerimientos técnicos de equipo son: Rejillas de lato radio, filtros para el destello primario, plomo adicional en el respaldo de la caseta para exposiciones con mas de 100 kVp., y un aparato de rayos X con un rango de 150 kVp y mAs de 500.0., por lo que el estudio radiográfico de ésta ración se limitó a potrillos, (8).

1ª toma latero-lateral de la región toraco-lumbar a 90°, en un eqino neonato.

- Posición: El potrillo en recumbencia lateral derecha (o izquierda), con la rejilla en la región costal en las 9, 10 y 11 costillas.

- Rayo central: Penetra al nivel de la décima costilla, con una angulación de 90°, con respecto al piso.

- Estructuras observadas: Cuerpos de las últimas ocho costillas, cola del pulmón derecho, silueta del pulmón derecho, porción de intestino, la zona mas clara es el diafragma, apófisis espinosas de las últimas vértebras dorsales y primeras de las lumbares, cartilagos auriculares vertebrales, ver Fig. 44.

- Valor diagnóstico: Fracturas, aplasia, hipoplasia y tumores asociados a brucela. La espina toraco-lumbar en el potrillo muestra una curvatura medial pronunciada, convexa dorsalmente que desaparece en los primeros meses de vida; el cierre de la epífisis de éstas vértebras se establece entre los 3 y 3.5 años de edad, (9,18).

En equinos adultos el valor diagnóstico de ésta región, es que se puede encontrar escoliosis, lordosis por raquitismo e hiperplasia de procesos articulares intervertebrales caudales, xifosis (giba), espondilosis en caballos de carreras o viejos por degeneración de discos intervertebrales, fracturas, dislocaciones, artritis crónica, espondilitis infectiva de T1 a T4, a causa de brucela, tumores en médula espinal con estenosis del canal cervical, ostiomelitis y perios-

titis de columna vertebral y costillas asociadas a tuberculosis (8,15).



Fig. 44. Toma latero-lateral izquierda de la región toraco lumbar a 90°, de un equino neonato. GR 10 cm., DFP 90 cm., kVp 70 y mAs 14.0 .

Toma complementaria latero-lateral de la región lumbo sacra a 90°, es un equino neonato.

- Posición: El equino en recumbencia lateral izquierda (o derecha), la caseta en la región lumbo sacra.

- Rayo central: Penetra con una angulación de 90°, respecto al piso, al nivel de la punta del hueso sacro.

- Estructuras observadas: Vértebras lumbares 3, 4 y 5, sacras 1 a 5 y primera coccígea, asas intestinales con presencia de aire, (17,18), ver Fig. 45.

- Valor diagnóstico: Aplasias, hipoplasia, fusión de vértebras sacras, descalcificación y tumores asociados con brucela (5).



Fig. 45, Toma latero-lateral izquierda de la región lumbosacra de un equino neonato a 90° , GR 12 cm., DFP 90 cm., kVp 75 y mAs 14.0 .

V. Región de la cruz (procesos espinales dorsales).

Se recomiendan solo tomas laterales.

1ª toma latero-lateral tercio anterior, a 180° , de un equino adulto.

- Posición: El equino en cuadripedestación, la caseta p~~rg~~ada a la cruz derecha (o izquierda), ver Fig. 46.

- Rayo central: Dirigido hacia la vértebra torácica cinco, con una angulación de 180° , con respecto al piso, ver Fig. 47.

- Estructuras observadas: Procesos espinales dorsales de la segunda a la novena vértebra dorsales, (17,18), ver Figs. 48 y 49.

- Valor diagnóstica: Fracturas, espondilitis, ostiomielitis, periostitis, neoplasias, hipoplasia, malformaciones, xifosis o lordosis al nivel de las 7, 8 y 9 vértebras cervicales, (9).

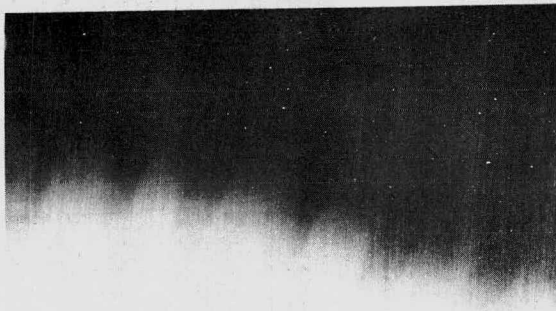
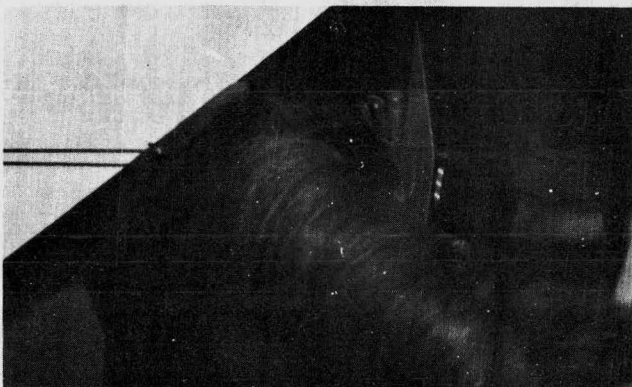
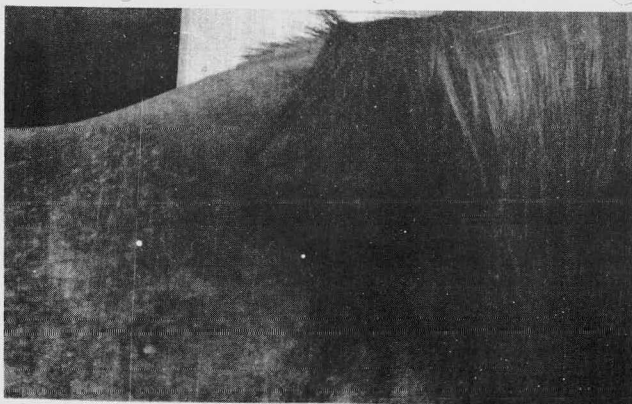


Fig. 48. Toma latero-lateral izquierda de los procesos espinales dorsales tercio anterior a 180° , de un equino adulto pura sangre. GR 18 cm., DFP 120 cm., kVp 80 y mAs de 10.0 .

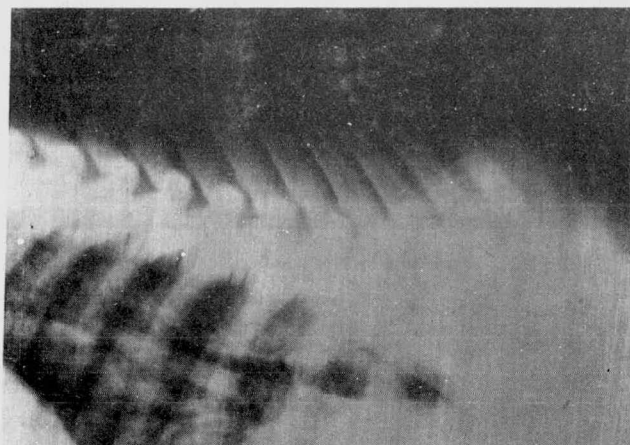


Fig. 49. Toma latero-lateral izquierda de la región dorsal anterior a 90° , de un equino neonato en recumbencia lateral. GR 8.0 cm., DFP 90 cm., kVp 70 y más 10.0 .

- Estructuras observadas: Del segundo al séptimo par costal, primeros diez procesos espinales dorsales, porción pulmonar anterior, silueta escapular (18).

VI. Senos Paranasales:

Las tomas recomendadas son laterales derecha o izquierda, oblicua derecha e izquierda y dorso ventral.

1ª toma latero-lateral de senos paranasales a 180° , en un equino adulto.

- Posición: La caseta pegada lateralmente a la región nasal (derecha o izquierda), siguiendo la angulación presente, ver Fig. 50.

- Rayo central: Penetra a nivel de la cresta facial con una angulación de 180° con respecto al piso, ver Fig. 51.

- Estructuras observadas: Senos paranasales (maxilar y frontal), ver Fig. 52.

- Valor diagnóstico: Fracturas depresivas, presencia de pús por infección del cuarto y quinto molares, tumores, quistes y espondilitis osificante (6).



Fig. 50.

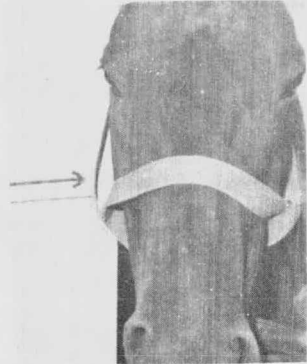


Fig. 51.

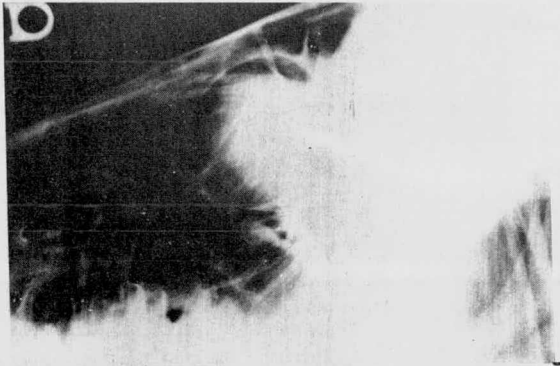


Fig. 52. Toma latero-lateral de senos paranasales a 180° , de un equino adulto. GR 24 cm., DFP 100 cm., kVp 75 y mAs 7.0 .

2ª toma lateral oblicua de senos paranasales a 135° , de un equino adulto.

- Posición: El equino es cuadripedestación, la caseta pegada a la región de senos paranasales, siguiendo la angulación que está presente, ver Fig. 53.

- Rayo central: Penetra al nivel de la cresta facial, perpendicular a la caseta y con una angulación de 135° con respecto al piso, ver Fig. 54.

- Estructuras observadas: Senos paranasales (frontal y maxilar), ver Fig. 55.

- Valor diagnóstico: Fracturas depresivas (proyección lateral), empiema (presencia de pús por infección molar), tumores, quistes y espondilitis, (6, 16).

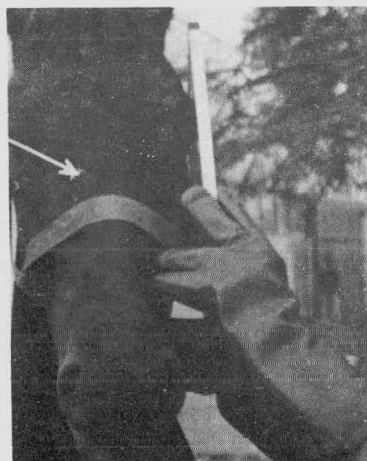
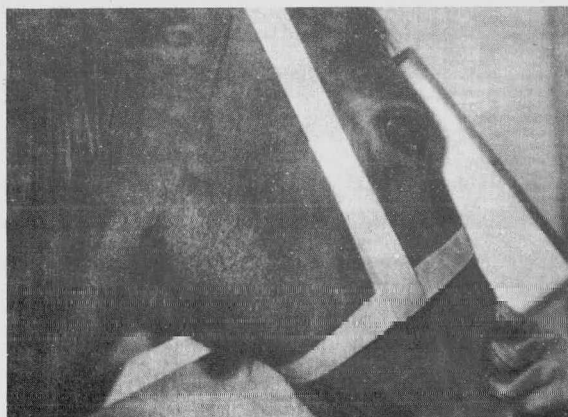


Fig. 54.

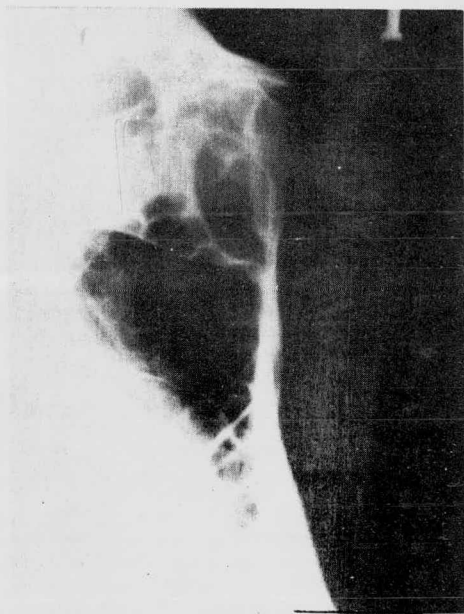


Fig. 55. Toma lateral oblicua izquierda de senos paranasales a 135° , en un equino adulto. GR 24 cm., DFP 120 cm., kVp 65 y mAs 7.0

3ª toma ventro-dorsal de senos paranasales.

- Posición: La caseta colocada pegada a la región de los senos paranasales izquierdo (o derecho).
- Rayo central: Penetra ventrodorsalmente, perpendicular a la caseta.
- Estructuras observadas: Vómer, orificio nasal posterior, mandíbula sobre - puesta al maxilar, seno frontal, premolares y molares, apófisis cigomática del malar (órbita), (17) ., ver Fig. 56
- Valor diagnóstico: Fracturas, empiema, presencia de tumores o quistes y espondilitis (6).

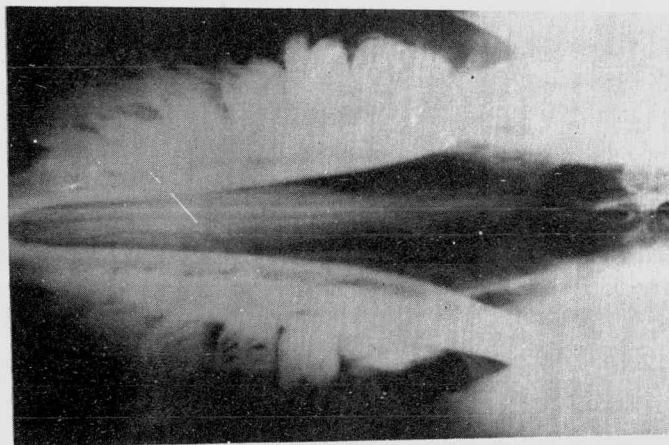


Fig. 56. Toma ventro dorsal de senos paranasales de un equino adulto. GR 31 cm., DFP 100 cm., kVp 75 y más 20.0 .

El volúmen de los senos paranasales aumenta con la edad, existiendo una - gran variación en ésta región, el seno maxilar anterior es posterior a la quinta muela, existiendo una relación estrecha por lo tanto, siempre que se tome una radiografía de ésta región con el fin de observar las raíces molares, debe hacer se de pié y con la cabeza erecta, ya que si hay líquidos, oscurecen las raíces de los dientes (6).

VII. Cavidad Nasal.

Las tomas recomendadas son, dorso ventral, laterales y oblicuas.

1ª toma dorso ventral de la cavidad nasal.

- Posición: El equino en cuadripedestación, la caseta pegada a la rama horizontal de la mandíbula derecha (o izquierda), ver Fig. 57.

- Rayo central: Dirigido dorsoventralmente, penetrando al centro del hueso nasal entre las ramas de la mandíbula entre 60 y 70 grados, con respecto al piso, ver la Fig. 58.

- Estructuras observadas: Apófisis nasal del premolar, contorno del hueso nasal, maxilar, borde interalveolar, cavidad nasal, arcada dental inferior, ver la Fig. 59., (17,18).

- Valor diagnóstico: Se pueden encontrar fracturas.

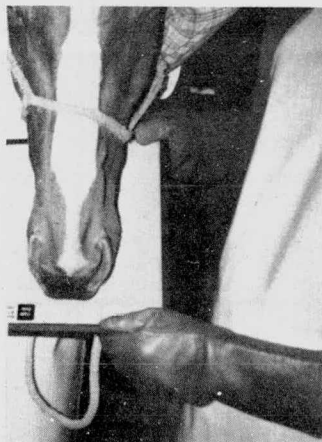


Fig. 57.

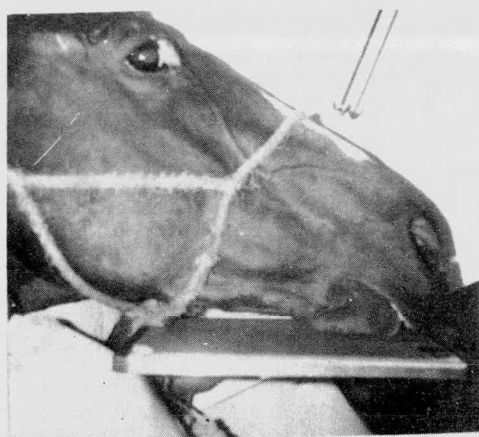


Fig. 58.

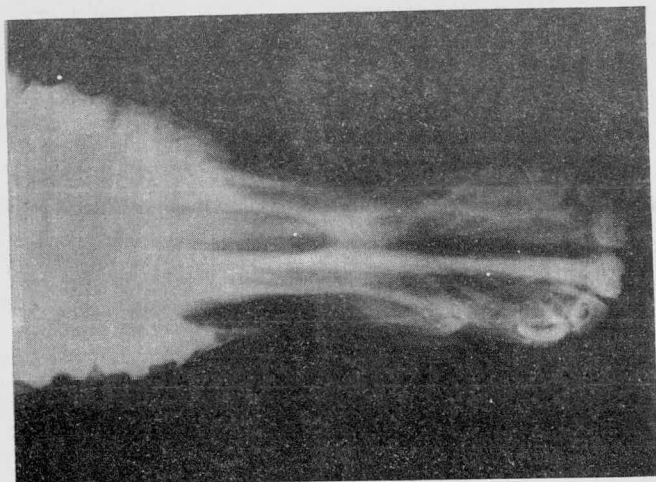


Fig. 59 Toma dorso ventral de la cavidad nasal en un equino adulto. GR 22.0 cm., DFP 100 cm., kVp 80 y mAs 20.0

2ª toma lateral oblicua de la cavidad nasal a 135°.

- Posición: El equino en cuadripedestación, con la cresta pegada a la cavidad nasal, siguiendo la angulación presente, ver la Fig. 60.
- Rayo central: Penetra al nivel del hueso nasal a 135°, aproximadamente con respecto al piso, ver la Fig. 61.
- Estructuras observadas: Premaxilar, mandíbula lateral, incisivos, hueso nasal, cavidad nasal, raíces del primer y segundo premolares, compartimento anterior del seno maxilar derecho, (17)., ver Fig. 62.
- Valor diagnóstico: Se pueden encontrar fracturas, presencia de sólidos o líquidos en la cavidad como neoplasia ósea, y material infeccioso caseificado.

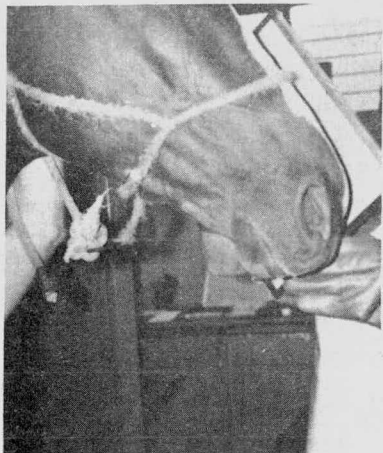


Fig. 60.



Fig. 61.

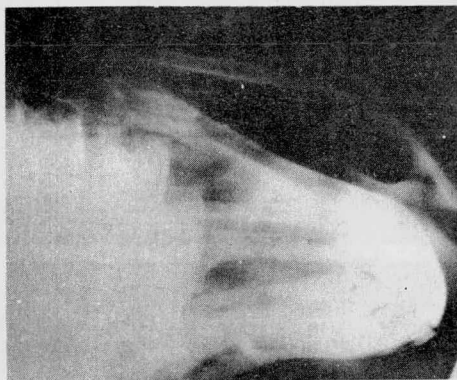


Fig. 62. Toma lateral oblicua izquierda de la cavidad nasal a 135° , de un equino adulto. GR 14 cm., DFP 120 cm., kVp 75 y mAs 5.0 .

3ª toma latero-lateral bajo anestesia general a 90° , de la cavidad nasal y la región premolar de un equino neonato.

- Posición: El potrillo en recumbencia lateral (izquierda o derecha), con la caseta colocada paralela a la región premolar en estudio.

- Rayo central: Con una angulación de 90° con respecto al suelo, penetrando al nivel del segundo premolar.

- Estructuras observadas: Raíces de premolares superiores e inferiores temporales, raíces de incisivos superiores temporales, mandíbula lateral y vertical, espacio interdental, hueso nasal y cavidad nasal, senos frontales, hueso frontal, ver la Fig. 63.

- Valor diagnóstico: Diagnóstico de la edad, fracturas, sobreposición dental, infección de senos y cavidad nasal, (6,18).

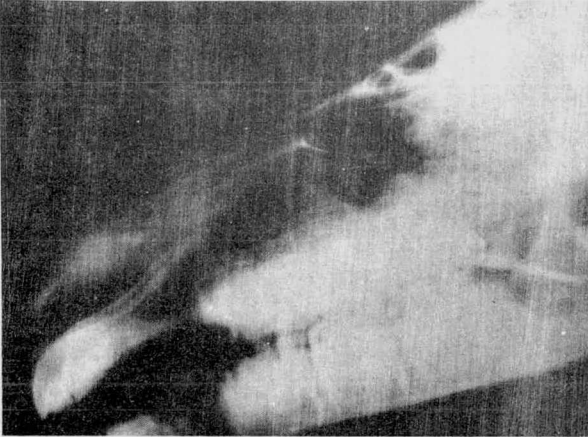


Fig. 63. Toma latero-lateral derecha de la cavidad nasal a 90° , en un equino neonato. GR 11 cm., DFP 90 cm., kVp 70 y mAs 10.0 .

Erupción de dientes temporales: El primer incisivo, del nacimiento a la primera semana; el segundo de la cuarta a la sexta semana; el tercero del sexto al noveno mes; premolares, del nacimiento a las dos semanas, (18).

VIII. Región de los incisivos.

Las tomas recomendadas son oclusales inferior y superior.

1ª toma oclusal de incisivos inferiores.

- Posición: El equino en cuadripedestación, la caseta colocada oclusalmente y con la cara sensible en contacto con la maxila; la caseta puede protegerse con una toalla, ver Fig. 64.

- Rayo central: Dirigido ventrodorsalmente perpendicular a la caseta, siguiendo la angulación de la región, ver Fig. 65.

- Estructuras observadas: Corona, cuello y raíz de los incisivos y caninos inferiores, así como el infundíbulo de cada uno, (17), ver Figs. 66 y 67.

- Valor diagnóstico: Fracturas, inflamación de la raíz, sobreposición de incisivos, abscesos, (3).



Fig. 64.

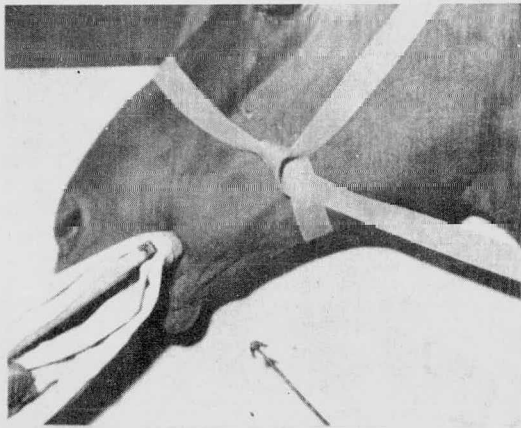


Fig. 65.

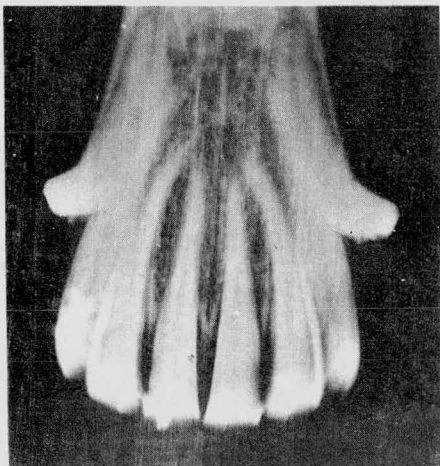


Fig. 66. Toma oclusal inferior de un equino adulto. GR 6.0 cm., DFP 75 cm., kVp 40 y mAs 6.0 .

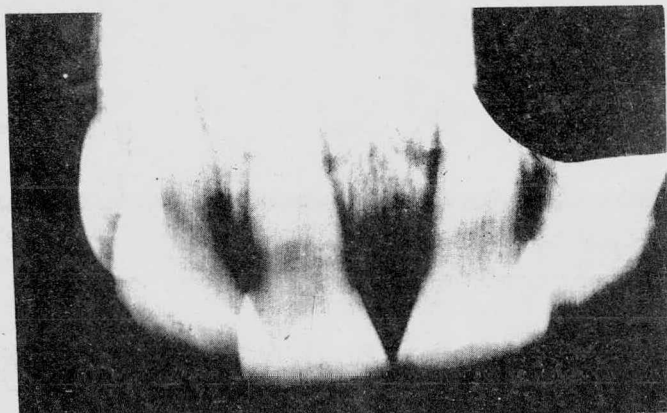


Fig. 67. Toma oclusal inferior de un equino de 1.5 años de edad. GR 5.0 cm., DFP 90 cm., kVp 40 y mAs 4.0 .

- Estructuras observadas: Corona, cuello y parte de la raíz del primero y segundo incisivos.

2ª toma oclusal de incisivos superiores.

- Posición: El equino en cuadripedestación, la caseta colocada oclusalmente con el frente de la caseta pegado a los incisivos superiores, ver Fig. 68.

- Rayo central: Perpendicular a la caseta, penetrando a nivel del espacio interdental, ver Fig. 69.

- Estructuras observadas: Corona, cuello y raíz de incisivos superiores, parte de la cavidad nasal, cuello del premaxilar y ligeramente caninos, ver Fig. 70

- Valor diagnóstico: Restos de dientes extraídos, dientes superpuestos, infecciones de la raíz, (6).



Fig. 68.



Fig. 69.

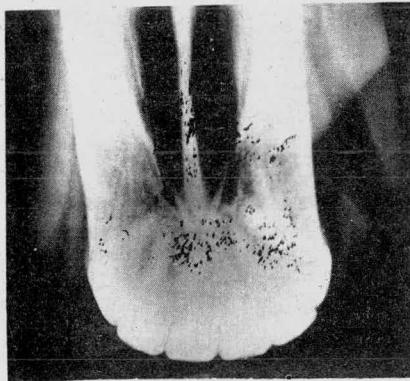


Fig. 70. Toma oclusal superior de un equino adulto. GR 11 cm., DFP 75 cm., kVp 80 y mAs 6.0 .

IX. Región de la mandíbula (rama vertical y rama horizontal).

Las tomas recomendadas son laterales y oblicuas.

1ª toma lateral oblicua de mandíbula vertical.

- Posición: El caballo en cuadripedestación, la caseta colocada en la mandíbula vertical en estudio, ver Fig. 71.

- Rayo central: Con una angulación de 135° respecto al piso, penetrando al nivel del ángulo de la mandíbula, ver Fig. 72.

- Estructuras observadas: Parte de la mandíbula vertical, raíces de los segundo y tercer molares superiores, (17) ., ver Fig. 73



Fig. 71.



Fig. 72.



Fig. 73. Toma lateral oblicua derecha de la mandíbula vertical de un equino adulto
GR 21 cm., DFP 120 cm., kVp 80 y mAs 10.0

2ª toma latero-lateral de mandíbula vertical izquierda a 180°.

- Posición: El equino en cuadrípedación, la caseta perpendicular al piso, colocada en la mandíbula vertical en estudio.

- Rayo central: Penetrando al nivel del tercer molar.

- Estructuras observadas: Porción vertical y parte de la porción horizontal de las ramas de la mandíbula, (17)., ver Fig. 74.

- Valor diagnóstico: Fracturas, (3).

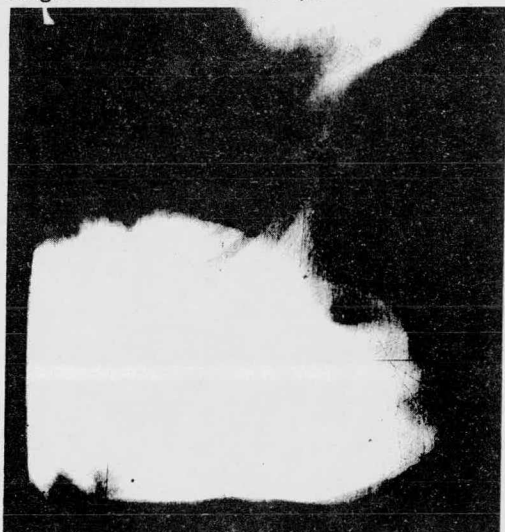


Fig. 74. Toma lateral izquierda de mandíbula vertical a 180° de un equino de 1.5 años de edad. GR 21 cm., DFP 120 cm., kVp 80 y mAs 10.0 .

1ª toma latero-lateral de la rama horizontal de la mandíbula.

- Posición: El equino en cuadrípedación, la caseta colocada en la región del cuerpo de la mandíbula derecha (ó izquierda), ver Fig. 75.

- Rayo central: Penetra con 135° respecto al suelo y al nivel del cuerpo del premaxilar, ver Fig. 76.

- Estructuras observadas: Cuerpo de la mandíbula, parte de la rama vertical, cuerpo del premaxilar, apófisis nasal del mismo, escotadura naso-maxilar, caninos

inferiores superpuestos, canino superior y parte anterior del hueso nasal, (18),
ver Fig. 77.

- Valor diagnóstico: Fracturas, espondilitis, osteomas, (3).



Fig. 75.



Fig. 76.

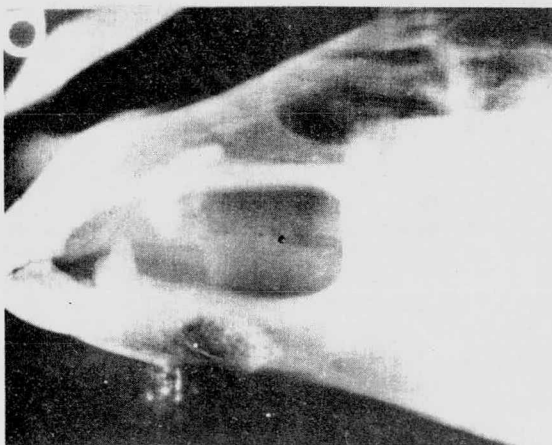


Fig. 77. Toma lateral oblicua de la rama horizontal
de la mandíbula a 135° de un equino adulto
GR 20.0 cm., DFP 120 cm., kVp 80, mAs 10.0

X. Cráneo.

Los estudios radiográficos de ésta región son raros, puesto que son poco accesibles, pero un estudio de este tipo es recomendable en animales con sintomatología de disturbios en nervios centrales, o con antecedentes de traumas recientes sobre ésta región, (1,6).

Las fracturas en la base del cráneo que generalmente son fatales, ocurren mas frecuentemente en la articulación de la región bacilar del hueso occipital con el hueso esfenooidal. Exámenes radiológicos demuestran que la línea de sutura esfenooidal-occipital se cierra entre los dos y tres años de edad, (1,6).

Las tomas recomendadas son laterales y ventrodorsales.

1ª toma latero-lateral izquierda (o derecha) a 90°.

- Posición: El equino en recumbencia lateral derecha (o izquierda), la caseta en la región occipital.

- Rayo central: Penetra al nivel de la articulación atlanto-occipital a 90°, con respecto al piso, ver Fig. 77.

- Estructuras observadas: Huesos occipital, parietal, temporal, frontal, parte del atlas, ver Figs. 78, 79 y 80.

- Valor diagnóstico: Fracturas, en jóvenes aplasia y malformaciones congénitas.

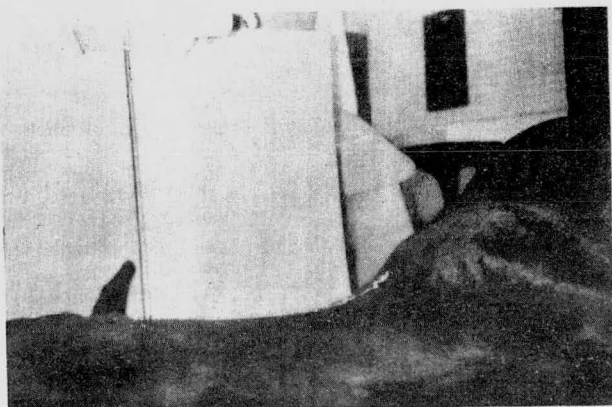


Fig. 77.

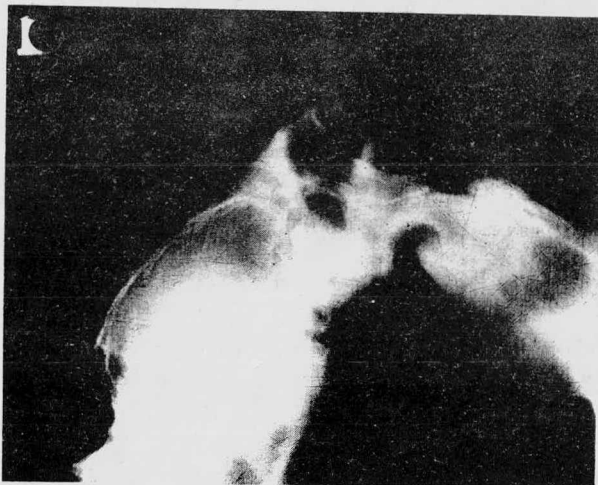


Fig. 78. Toma lateral derecha en recumbencia lateral a 90° de un equino adulto. GR 24 cm., DFP 120 cm., kVp 80 y mAs 15.0 .

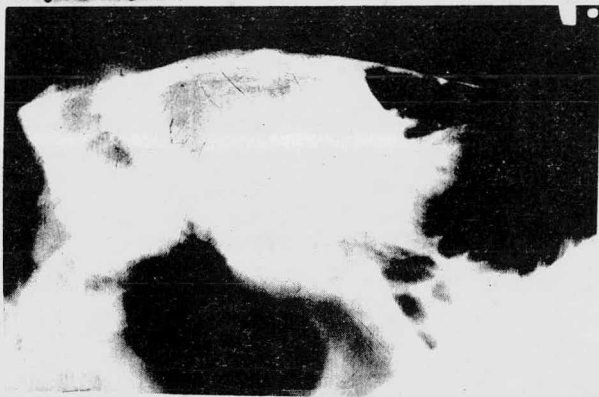


Fig. 79. Toma latero-lateral izquierda en recumbencia lateral a 90° , de un equino de 1.5 años de edad. GR - 19 cm., DFP 90 cm., kVp 80 y mAs 10.0 .

- Estructuras observadas: Cresta nugal, condilo occipital de la articulación temporal, mandíbula vertical, (17, 18).



Fig. 80. Toma latero-lateral izquierda de cráneo a 90° en recumbencia lateral, de un equino neonato. GR 14 cm., DFP 90 cm., kVp 75 y mAs 6.0 .

- Estructuras observadas: Cuerpo del atlas, condilo del occipital, parietal (masa encefálica), mandíbula vertical, (17,18).

2ª toma ventro-dorsal de cráneo a 130° .

- Posición: El equino en recumbencia lateral derecha (o izquierda), con la caseta paralela a los huesos occipital y parietal, ver Fig. 81.

- Rayo central: Penetra perpendicularmente a la caseta, a 180° con respecto al piso, entre las ramas horizontales de la mandíbula en su parte mas posterior en el ángulo de la mandíbula, ver Fig. 82.

- Estructuras observadas: Orificio nasal posterior, apófisis cigomática al malar, cuerpo del esfenoides, canal alar, vómer, tuberosidad maxilar, cresta facial, parte de la porción basilar del occipital, (17,18)., ver Figs. 83 y 84.

- Valor diagnóstico: Fracturas del arco cigomático, tuberosidades del maxilar cresta facial y porción basilar del occipital, las cuales pueden afectar comprimiendo la masa encefálica, (6,19).

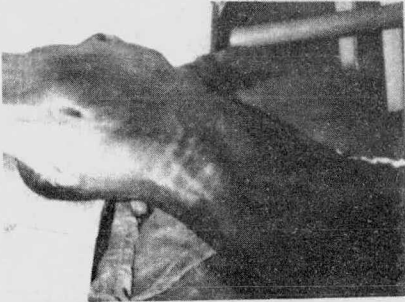


Fig. 81.



Fig. 82.

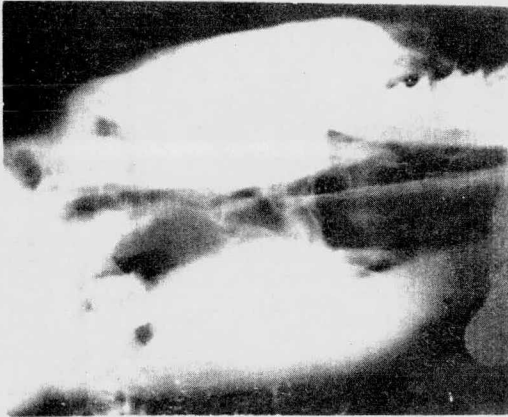


Fig. 83. Toma ventro dorsal de cráneo a 180° en un equino adulto. GR 26 cm., DFP 120 cm., - kVp 85 y mAs 15.0

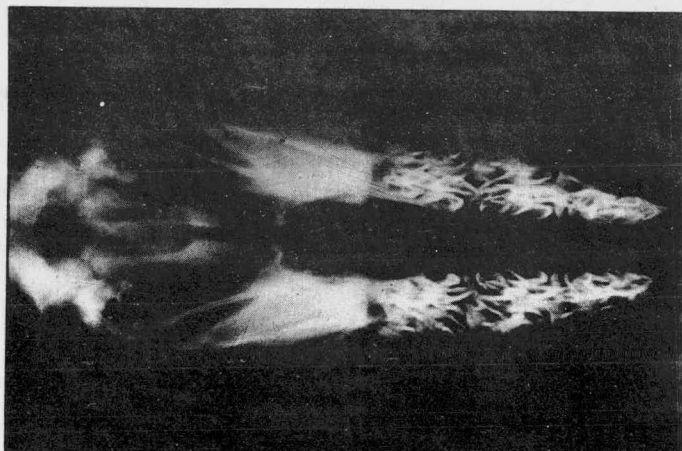


Fig. 84. Toma ventro dorsal del cráneo a 180° en recumbencia lateral de un equino neonato. GR 15 cm., DFP 90 cm., kVp 75 y mAs de 10.0

- Estructuras observadas: Arca dental superior, vómer, tuberosidad maxilar, cresta facial, arco cigomático, cuerpo del esfenoídes, occipital y cóndilos del occipital, ampolla timpánica y orificio nasal posterior, (17,18).

Reglas que se pueden seguir una vez obtenida la carta técnica de cualquier región, para su aplicación en otros animales, (20):

- Cada centímetro de aumento en el grosor de la región a radiografiar, aumenta en dos el kVp, partiendo de los datos de la carta técnica. Esta regla dá buenos resultados cuando se están empleando kilovoltajes de alrededor de 80.

- Por cada centímetro de disminución en el espesor, disminuir dos kVp.

- Si se está trabajando con kilovoltajes por arriba de 85 o 90, aumentar tres kVp por cada centímetro de aumento en el espesor de la región.

- Corrección del mAs: Cada centímetro de aumento en el espesor, aumentar un 25 % del mAs; en cada disminución de un centímetro, rebajar 25 % del mAs.

* Carta técnica obtenida para el esqueleto axil de equinos:

REGION Y TIPO DE TOMA:	EQUINO:	GR:	DFP:	kVp:	mAs:
I. Columna vertebral cervical.					
- Latero-lateral 1 ^{er} tercio-flexión.	adulto.	15	90	80	5.0
- Latero-lateral 3 ^{er} tercio-flexión.	adulto.	22	90	80	9.0
- Latero-lateral 1 ^{er} tercio-extensión.	adulto.	15	90	80	5.0
- Latero-lateral 1 ^{er} tercio-extensión.	neonato.	10	90	70	10.0
- Latero-lateral 1 ^{er} tercio-extensión.	1.5 años.	15	90	80	5.0
- Latero-lateral 2 ^{do} tercio-extensión.	1.5 años.	16	90	80	5.0
- Latero-lateral 3 ^{er} tercio-extensión.	1.5 años.	17	90	80	9.0
- Latero-lateral 3 ^{er} tercio-extensión.	neonato.	11	90	80	5.0
II. Bolsas Gutturales.					
- Latero-lateral	adulto.	19	180	80	12.0
- Lateral-oblicua	adulto.	17	120	80	10.0
III. Región costal.					
- Latero-lateral	adulto.	46	120	90	10.0
- Latero-lateral	adulto.	42	120	90	10.0
IV. Región toraco lumbar.					
- Latero-lateral	neonato.	10	90	70	14.0
Complementaria lumbosacra:					
- Latero-lateral	neonato.	12	90	75	14.0
V. Región de la cruz.					
- Latero-lateral.	adulto.	18	120	80	10.0
- Latero-lateral	neonato.	8	90	70	10.0
VI. Región senos paranasales.					
- Latero-lateral	adulto.	24	100	75	7.0
- Lateral-oblicua	adulto.	24	120	65	7.0
- Ventro-dorsal	adulto.	31	100	75	20.0
VII. Cavidad Nasal:					
- Lateral-oblicua	adulto.	14	120	75	5.0
- Dorso-ventral	adulto.	22	100	80	20.0
- Latero-lateral	neonato.	11	90	70	10.0
VIII. Región de los incisivos.					
- Oclusal inferior	adulto.	6	75	40	6.0
- Oclusal inferior	1.5 años.	5	90	40	4.0
- Oclusal superior	adulto.	11	75	80	6.0
IX. Región de la mandíbula (ramas vertical y horizontal).					
- Lateral-oblicua (rama vertical)	adulto.	21	120	80	10.0
- Latero-lateral (rama vertical)	1.5 años.	21	120	80	10.0
- Lateral-oblicua (rama horizontal)	adulto.	20	120	80	10.0
X. Región del Cráneo.					
- Latero-lateral.	adulto.	24	120	80	15.0
- Latero-lateral	1.5 años.	19	90	80	10.0
- Latero-lateral	neonato.	14	90	75	6.0
- Ventro-dorsal	adulto.	26	120	85	15.0
- Ventro-dorsal	neonato.	15	90	75	10.0

CONCLUSIONES

Mediante el presente trabajo se infiere lo importante del correcto uso de la radiación X, para evitar al personal sobrexposiciones, sin olvidar el uso de guantes, mandil, dosímetro y filtros para radiación X durante cualquier toma.

El uso de los rayos X es de gran ayuda para el diagnóstico de muchas afecciones que ocurren en el esqueleto axil del equino, siendo muy importante obtener radiografías con calidad diagnóstica adecuada, lo cual se logra desarrollando la carta técnica para el aparato de rayos X que se este utilizando; de esta manera, se obtiene mayor eficiencia al haber menor gasto de película, tiempo y radiación.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ackerman, N., Coffman, J.R., and Corley, E.A. The sphenoid-occipital suture of horse: Ites normal radiographic apper ance. Jour. of American Society. 15:78-81 (1974).
- 2.- Adams, O.R. Lamenes in horses. 3rd ed., Lea and Febiger., Philadelphia, USA. (1976).
- 3.- Baker, C.J. Some aspects of equine dental disease. Eq. Vet. Jour. 105-109 (1968).
- 4.- Collins, J.D. et al. Brucella-associated Vertebral Osteomyelitis in a Thoroughbred Mare. Vet. Rec. 88: 321-326 (1971).
- 5.- Douglas and Williamson. Veterinary Radiological Interpretation. University of Cambridge, School of Veterinary Medicine. 1rst. ed., Published by: M. Heinmann Books LTD, London. 74-86. 1970.
- 6.- Gibbs, Ch. Uses of diagnostic radiology in veterinary practice. Vet. Rec. 103: 93-96. (1978).
- 7.- Jeffecott, L.B. Disorders of the equine thoracolumbar spine (a review). Jour. Equine Med. Surg. 2:9-21 (1977).
- 8.- Jeffecott, L.B. Radiographic examination of equine Vertebral Column. Vet. Rad. 20:135-140 (1979).
- 9.- Jeffecott, L.B. Radiographic features of the normal equine thoracolumbar spine. Vet. Rad. 20:140-147 (1979).
- 10.- Kodak Mexicana. Elementos de Radiografia. 6a. ed., Div. Merc. Rad. México, D.F. 1971.
- 11.- Kodak. The Fundamentals of Radiography. Twelfth edition. Health Sciences Markets Division. Eastman Kodak Company. Rochester, New York USA 1980.
- 12.- Lee, R. Radiation protection in veterinary practice. Vet. Rec. 103:97-100 (1978).
- 13.- Morgan, J.P., Silverman, S. and Zontine. Techniques of veterinary radiographic. 2nd. ed. Vet. Rad. Assoc. Davis, Calif. USA. 1977.
- 14.- Myer, W. Radiography review density. J.of Amer. Vet. Radiol. Soc. 18:5 138-141 (1977).
- 15.- Nielsen, S.W., and F.R. Spröttlig. Tuberculosis spondylitis in a horse. Br. Vet. J. 124:503-508 (1968).
- 16.- Peterson, F.B., Martens, R.J., and R.J. Montoli. Surgical treatment of an osteoma in paranasal sinuses of a horse. J. Equine Med. Surg. 2:6 279-285 (1978).

- 17.- Popesko, P. Atlas of Topographical anatomy of the domestic animals. 2nd ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia, USA. 1978.
- 18.- Sisson y Grossman. Anatomía de los animales domésticos. 4a. ed. Editorial Salvat, Barcelona, España. 1972.
- 19.- Schebitz, H., and Wilkes, H. Atlas of radiographic anatomy of the horse 3rd. ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia, USA. 1978
- 20.- Van der Plaats, G.J. Técnica de la radiología médica. 2a. ed. Payanifo Madrid, España. 1972.

G L O S A R I O

- Agente fijador. Solución que remueve los haloideos de plata no expuesta desde la emulsión y endurece la película.
- Alta técnica de kVp (kilovoltaje). Término arbitrario comunmente aplicado a los exámenes diagnósticos en donde se utilizan técnicas por arriba de 100 kVp.
- Ampere. Unidad de medida del flujo de la corriente alterna. Numericamente se expresa $6^{24} \times 10^{18}$ electrones/segundo., o un coulomb de carga eléctrica por segundo.
- Angiocardiografía. Estudio radiográfico del sistema cardiovascular, que usa medio de contraste (incluye corazón).
- Angiografía. Estudio radiográfico de los vasos sanguíneos usando medio de contraste.
- Angstrom (\AA). Unidad de longitud usada para medir la longitud de onda, equivale a 10^{-8} cm.
- Anodo estacionario. Un tipo de tubo de rayos X, en el que el ánodo es estático.
- Anodo rotatorio. Un tipo de tubo de rayos X, en el que durante de la producción de rayos X rota, permitiendo el uso de una mayor superficie del blanco desde el cual los rayos X pueden originarse.
- Anodo. Terminal con carga positiva contenido en el blanco del tubo de rayos X.
- Autotransformador. Transformador variable el cual usa una resistencia simple para el control del voltaje primario del transformador de alta tensión, es el selector del kilovoltaje.
- Baja técnica. Término arbitrario comunmente aplicado a un examen diagnóstico, usando rangos bajos de kVp (alrededor de 60 kVp).
- Blanco. Area sobre la superficie del ánodo, la cual contiene el punto focal usualmente de tungsteno.
- Calidad. Radiografía "normal", que muestra claramente la imagen y la estructura necesaria para hacer un diagnóstico.
- Calidad del destello de Rayos X. Promedio de la habilidad de penetración de todos los rayos X individuales en el destello.
- Caseta con rejilla. Una caseta para película que posee permanentemente una rejilla estacionaria.
- Cátodo. Terminal negativa del tubo de rayos X, desde el cual los electrones son emitidos.
- Caudal. Punto o región cercana a la cola o parte posterior del cuerpo, se usa para designar la relación de la porción posterior.
- Caudocraneal. Entrada del destello de rayos X sobre el aspecto caudal y sale por el aspecto craneal.

Cefálica. Cerca de la cabeza, opuesto a caudal.

Colangiografía. Estudio radiológico de los conductos biliares, usando un medio de contraste.

Colimador. Artefacto para restringir el campo cubierto por el destello de los rayos X.

Contraste. Relación de la densidad de una imagen sobre la radiografía, con la densidad de las imágenes del rededor.

Corriente alterna. Corriente eléctrica que presenta un flujo en dirección alterna, debido a la forma en la cual es generada.

Corriente directa. Corriente eléctrica cuyo flujo es continuo en una dirección se abrevia CD.

Cistografía. Estudio radiológico de la vejiga urinaria usando un medio de contraste.

Decubito lateral. Término que describe la dirección horizontal del destello de rayos X, con el paciente recostado en un plano horizontal sobre su lado derecho o izquierdo.

Definición. Término que se refiere a la claridad o distinción con la cual el detalle de la imagen radiográfica es visible.

Delantal de plomo. Delantal que se lleva puesto para proteger al personal de la radiación dispersa.

Densidad. Medida cuantitativa de la nebulosidad oscura de la imagen fotográfica o radiográfica.

Densidad del tejido. Relación entre las densidades de los tejidos del cuerpo, dientes y huesos muy densos, con aire o gases menos densos.

Destello de electrones. La corriente de electrones que fluyen desde el cátodo hasta el ánodo dentro del tubo de los rayos X, e interactúan con el blanco de tungsteno produciendo rayos X.

Destallo de rayos X suaves. Baja energía, poca penetración del destello de rayos X, hecha a un rango bajo de kVp.

Detalle. Grado de sutileza con la cual las sombras individuales aparecen sobre la radiografía.

Distal. Alejado del eje longitudinal; opuesto a proximal.

Distancia foco-película. Distancia desde el punto focal en el tubo, al plano de la película radiográfica.

Dorsal. Penetración posterior, al igual que posterior, opuesto a ventral y anterior.

Dorsopalmar (DP). Describe la entrada del destello de rayos X, sobre el dorso de un miembro, desde el carpo y el tarso distal, e incide sobre la superficie palmar del miembro.

- Dorsoventral (DV). Describe la entrada del destello de rayos X dorsalmente, e incide ventralmente sobre el paciente (se puede referir a una región).
- Dosímetro. Instrumento usado para detectar y medir la dosis acumulada de radiación; comunmente es un artefacto en forma de lápiz que mide en una cámara cerrada la ionización con un lector electromagnético.
- Dosis. Energía total absorbida, dosis absorbida, energía impartida a la materia por unidad de masa.
- Dosis absorbida. Cantidad de radiación o energía depositada en un material a través de un proceso de interacción con materia.
- Dosis acumulativa. Total de dosis resultante de la exposición repetida a radiación de una misma región, o todo el cuerpo, para cada período de tiempo.
- Dosis en aire. La dosis de rayos X o gamma se expresan en roentgens (r), en un punto previsto del aire libre; en la práctica radiológica consiste solo en la radiación del destello primario.
- Dosis letal₅₀(30). Exposición aguda total del cuerpo a radiación X o gamma, la cual resulta en 50% de población moribunda en un período de 30 días; varía según la especie.
- Electrón. Una de las partículas mas pequeñas y fundamentales con carga negativa.
- Energía. Capacidad para realizar un trabajo, energía potencial es la inherente a una masa a causa de su posición con respecto a otras masas. Energía cinética es la contenida en una masa a causa de su movimiento. $\text{gm-cm}^2/\text{seg}^2$ o erg^2 .
- Eritema. Enrojecimiento anormal de la piel, debido a la distención de los capilares. Esto puede tener muchas causas, vg., calor, ciertas drogas, rayos ultravioleta, radiación ionizante, etc.
- Electrón volt (eV). Suma de energía ganada por un electrón que es acelerado por una diferencia de potencial de un volt.
- Exposición. Medida de la cantidad total de radiación X llegando a un punto específico, o incidiendo por arriba de un cuerpo. La unidad de medida es el roentgen (r), y se basa en la cantidad de ionización producida en el aire por una cantidad de energía específica de rayos X o gamma.
- Escudo gonadal. Dispositivo plomado, usado para reducir la exposición de rayos X a los órganos reproductivos.
- Esteriorradiografía. Técnica radiográfica que produce un efecto tridimensional por efecto de una vista en dos radiografías simultáneas, las cuales fueron producidas bajo condiciones estereoscópicas.
- Filamento. Terminal negativa del tubo de rayos X, desde el cual los electrones se emiten.
- Fluorescencia. Emisión de luz visible de una sustancia como resultado de la ab-

sorción de la radiación electromagnética de longitud de onda corta. La emisión ocurre esencialmente durante la radiación.

Fluoroscopia. Producción de una imagen visible sobre una pantalla fluorescente para diagnóstico.

Guantes de plomo. Implementos de corcho y plomo que se llevan puestos para proteger al personal de la radiación dispersa.

Ion. Partícula atómica, átomo o radical químico que posee una carga eléctrica negativa o positiva.

Ionización. Proceso de transferencia de suficiente energía del electrón de un átomo a causa de su remoción, resultando en formación de partículas subatómicas llamadas iones de cargas eléctricas opuestas.

KeV. Mil electrones volt.

kV. Kilovoltios (1 kV = 1000 voltios).

kVp. Determinan la habilidad de penetración o calidad del destello de los rayos X

Latitud de exposición. Grado de baja o sobre exposición, la cual puede ser tolerada correctamente en el desarrollo de una radiografía y originalmente se produce una imagen de calidad radiográfica aceptable.

Lavado. Parte final del proceso de producción de la imagen radiográfica en la cual los productos de la fijación son removidos desde la gelatina antes del lavado del film.

Luz de seguridad. Luz que provee iluminación en el cuarto oscuro sin velar las películas.

Ley inversa de los cuadrados de las distancias. Indica la relación entre distancia e intensidad de radiación; la intensidad de la radiación varía inversamente con el cuadrado de la distancia entre el foco y la película.

Magnificación. Ampliación de la imagen radiográfica por el incremento de la distancia objeto-película.

Marcado de la película. Artefactos e implementos usados en la identificación de las radiografías y dicen como, cuando y donde se hizo la misma, y de que paciente es.

Máxima dosis permisible. Cantidad de radiación que puede recibir un individuo en un período de tiempo específico. Para los trabajadores que reciben gran cantidad de radiación X o gamma, exponiendo todo el cuerpo, la dosis máxima permisible es de 0.1 r medida en aire por semana.

Myelografía. Estudio radiográfico de la columna vertebral usando un medio de contraste, se hace posible inyectando el medio de contraste dentro del espacio espinal subaracnoideo.

Miliamperaje. Término que describe el número de rayos X producidos durante una exposición. se expresa 1 mA = 1/1000 amperes.

- Monitor de radiación. Artefacto para medir la radiación recibida, *ver.*, un trozo de película virgen se puede utilizar como dosímetro de bolsillo.
- Número atómico. Número de protones en el núcleo; número de cargas positivas en el núcleo de un átomo.
- Opacidad. Propiedad de una sustancia para absorber radiación, lo contrario de transparencia.
- Pantallas de tierras raras. Pantallas de intensificación que usan fosfatos de tierras raras.
- Partículas alfa. Partículas compuestas por dos protones y dos neutrones idénticos al núcleo del átomo de helio con una carga positiva doble y una masa de 4.0027 m.
- Partículas beta. Un electrón o un positrón emitido desde el núcleo.
- Partícula de alta velocidad. Característica de la película radiográfica que indica la cantidad de radiación que se requiere para producir una densidad específica sobre la película.
- Proximal. Cercano al eje longitudinal del cuerpo, distancia relativa de alguna región respecto al eje longitudinal del cuerpo.
- Punto focal. Área de superficie del blanco de tungsteno, que es bombardeada por los electrones durante la producción de rayos X.
- Quantum. Sinónimo de fotón (partícula luminosa).
- Radiación característica. Radiación monocromática producida desde el blanco del tubo de rayos X y cuando los átomos excitados regresan a un estado de baja excitación.
- Radiación corpuscular. Radiación que consiste en el movimiento de partículas de materia usualmente submolecular, tales como alfa, protones y electrones.
- Radiación dispersa. Radiación multidireccional que resulta de la interacción del destello primario de rayos X y un objeto; este efecto provoca bajo contraste de las imágenes dentro de la radiografía (dispersión primaria Compton).
- Radio de la rejilla. Radio entre la altura de las tiras de plomo y la distancia entre éstas en una rejilla.
- Radiación electromagnética. Transporte de energía a través del espacio, *vg.* rayos X, luz, rayos infrarrojos, etc.
- Rayos gamma. Radiación electromagnética de alta frecuencia y longitud de onda corta, emitida por los núcleos de un átomo durante una reacción nuclear.
- Rayos Grenz. Rayos X de baja energía, midiendo de 5.0 a 0.6 Angstroms usados para terapia superficial.
- Radiolúcido. Característica del material o del tejido que permite el paso de un mayor número de fotones de rayos X que atraviezan sin afectar y provocan

una reacción sobre la película radiográfica, que causa una sombra "negra". Radiopáco (radiodenso). Característica del tejido o material para absorber en gran porcentaje el destello de rayos X, apareciendo sobre la radiografía una sombra "blanca".

Recumbencia dorsal. Paciente recostado sobre el posterior.

Recumbencia ventral. Paciente en posición sobre el esternón.

Rejilla estacionaria. Una rejilla que se usa estacionariamente, produciendo un patrón de líneas de la rejilla en la radiografía.

Rejilla móvil (rotatoria). Una rejilla que se mueve durante la exposición radiográfica (Potter-Bucky grid).

Rejilla. Hoja delgada, consistente de tirillas alternadas de materiales radiopácos y radiolúcidos, los cuales atenúan la radiación dispersa.

Rectificación. Proceso de cambio de flujo de corriente alterna a corriente que se mueve en una sola dirección.

Rejilla lineal. Rejilla en la cual las tiritas de plomo son paralelas entre sí.

Rectificación de media onda. Proceso de cambio de flujo de la corriente alterna, al flujo en el cual solo la mitad de la onda se mueve a través del tubo, y el flujo no se encuentra durante la mitad opuesta al ciclo.

Rectificación de onda completa. Proceso de cambio de flujo de corriente alterna a corriente directa, en la cual ambas mitades de la onda donan un movimiento en una misma dirección.

Rejilla no enfocada. Rejilla paralela en la cual las tiras son perpendiculares a la superficie de la rejilla y la continuación de las tiras pueden ser paralelas en el espacio y no converger.

Roentgen. Cantidad de rayos X o gamma que se encuentran asociados a la emisión corpuscular por 0.00129 g de aire (1.0 cc. de aire seco a 0° C y 760 mm de Hg.), producidos en el aire. Acarreamiento de una unidad electrostática de iones de carga eléctrica de cualquier signo positivo o negativo.

Rostral. En dirección hacia la cabeza, especialmente hacia la región nasal, opuesto a caudal.

Sagital. Vista situada en dirección del plano ventrodorsal o en una sección paralela a lo largo de eje del cuerpo.

Terapia con radiación (radioterapia). Tratamiento de enfermedades con cualquier tipo de radiación.

Tiempo de aceleración. Tiempo requerido por el primer estase de fijación durante el cual se suaviza la plata halóides para desaparecer.

Tiempo de fijación. Tiempo que se toma para fijar la película completamente, en el procesamiento manual usualmente es a juicio del técnico, siendo aproximadamente dos veces al tiempo de aceleración.

Tungstato de Calcio. Sales fluorescentes usadas en la manufactura de pantallas intensificadoras de rayos X.

Urografia. Estudio radiológico de riñones y ureteres utilizando un medio de contraste.

Ventral. Perteneciente a la superficie esternal y abdominal; lo opuesto a dorsal.

Ventrodorsal (VD). Describe la entrada del destello de rayos X, que es ventral y sale dorsalmente sobre el paciente.

