

46
2007



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"**

FALLA EN ORIGEN

**MANUAL DE PRINCIPIOS BASICOS DE
RADIOLOGIA VETERINARIA EN
PEQUEÑAS ESPECIES (CANINOS
Y FELINOS)**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
ARTURO JAVIER HERNANDEZ GUARNEROS



DIRECTOR DE TESIS:
M.V.Z. LEONEL PEREZ VILLANUEVA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX. ENERO 1991



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 está 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.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES HISTORICOS.....	4
PRINCIPIOS TECNICOS.....	9
GENERALIDADES PRACTICAS.....	41
INTRODUCCION AL ANALISIS RADIOLOGICO.....	74
MEDIOS DE CONTRASTE.....	119
PROTECCION CONTRA LA RADIACION.....	124
GLOSARIO.....	135
BIBLIOGRAFIA.....	138

INTRODUCCION

Por una parte la escasez de obras escritas en español actualizadas en Radiología Veterinaria que a su vez estuvieran dirigidas a estudiantes de los últimos semestres y a médicos veterinarios recién egresados y dedicados a la clínica de pequeñas especies y por otra la necesidad de tener un texto de introducción para conocer esta rama médica son las principales razones de la elaboración del presente trabajo de tesis.

En este trabajo se ha tratado de recopilar información con la literatura disponible actualmente en la Facultad de Veterinaria de C.U. y en la biblioteca de nuestra Facultad de Estudios Superiores además de consultas en libros de Radiología Humana y en el cual se le dió una orientación muy especial para tratar temas básicos y prácticos.

Por ello se contemplan temas de aspectos técnicos, desde la comprensión de la estructura atómica hasta cómo está construido un tubo formador de rayos X, el conocer que una radiografía es una imagen que tiene principios geométricos en la formación de sombras es importante si se quiere obtener imágenes radiográficas de buena calidad.

La calidad radiográfica de una imagen es esencial

pues de ella depende un buen diagnóstico, el conocer los factores que la pueden alterar será de gran ayuda para poder exigir un estudio radiográfico de calidad.

Punto muy importante es el manejo y sujeción del paciente así como de los medios con que contamos para realizarlo, una sección de interés para aquellos que tienen o manejan aparatos de rayos X es la colocación del paciente, la nomenclatura propia de las proyecciones radiográficas en Radiología Veterinaria y el manejo de las placas y las marcas adicionales que pueden ayudar a una mejor identificación de las mismas.

En nuestro medio el médico veterinario es radiólogo y radiógrafo al mismo tiempo, por ello debe conocer los principios técnicos así como los principios esenciales de la anatomía radiológica normal y de interpretación radiográfica; pero es de señalarse que no se trata de un atlas gráfico descriptivo sólo son un boceto de lo que en realidad representa esta ciencia.

Un estudio radiográfico especial es aquel en donde es necesario la introducción de un medio de contraste en el cuerpo animal, los medios comunmente utilizados, su clasificación y sus ventajas y desventajas de cada uno son tratadas en un capítulo sobre medios de contraste, y por último, no debemos olvidar que los rayos X son un tipo de radiación y

que el trabajar con ella representa un peligro de daños somáticos para el médico veterinario ó el técnico radiólogo, por ello se contempla un capítulo sobre los efectos de los rayos X sobre el cuerpo humano y las medidas prácticas de protección.

Dado a que no hay una familiarización con algunos términos utilizados en este trabajo se contempló la necesidad de que contuviera un glosario que sirva de apoyo para una mejor comprensión.

Si con este trabajo se logra desprender el interés por conocer más acerca de la Radiología y sus ventajas que ofrece como método de diagnóstico clínico se habrá justificado el presente trabajo de tesis, contribuyendo para que los médicos veterinarios dedicados a la clínica de pequeñas especies desempeñen un mejor servicio que prestan a la sociedad y dejar un precedente entre mis compañeros para la realización de trabajos sobre Radiología Veterinaria, si así fuere, habre cumplido entonces con el compromiso adquirido al pertenecer a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia; luchar por una verdadera superación académica.

ANTECEDENTES HISTORICOS

Hacia el año 600 a. de C. los filósofos griegos fueron los primeros en tratar de explicar como estaba constituida la materia y a discutir si era o no divisible.

Demócrito (470-380 a. de C.) que fue discípulo de Leucino, llamo átomo a las partículas más pequeñas en que podía dividirse la materia con las características de ser indivisibles e indestructibles.

El químico inglés John Dalton (1766-1844) postuló una teoría atómica, en el cual expresaba que la materia estaba constituida por átomos.

En 1876 el físico alemán Goldstein llamó a este flujo rayos catódicos.

El físico inglés William Crookes (1832-1919) en el año de 1878 conectó una fuente de energía eléctrica de alto voltaje a unas placas metálicas, una constituía el polo positivo (ánodo) y la otra el polo negativo (cátodo) y observó que la corriente se originaba en el cátodo y viajaba hacia al ánodo.

Joseph Thomson (1855-1940) demostró que los rayos

catódicos eran una corriente formada por partículas que transportaban una carga eléctrica negativa.

En 1886 Goldstein descubre una partícula ligera de carga positiva en el átomo.

Henrik Antoon Lorentz en 1895 establece que el portador de todas las propiedades eléctricas del átomo es el electrón.

En 1895 Wilhem Conrad Roentgen descubrió unas radiaciones electromagnéticas y les da el nombre de rayos X, produciéndolos por el choque de los rayos catódicos sobre un obstáculo y con la propiedad de traspasar a los objetos.

Durante la primera Guerra Mundial (1914-1918) y después de ésta, la Radiología es considerada como una especialidad y se establece una escuela del ejército en el campo Greenleaf cerca de Chattanooga, Teen., creándose al Army X-Ray Manual.

A finales de 1896 Walter Cannon y Albert Mosser utilizan los primeros medios de contraste hechos a base de subnitrito de bismuto.

En abril de 1897 Cannon utilizó una mezcla de pan

y bismuto para el estudio del peristaltismo del estómago de los gatos.

En 1903 Rieder publica un artículo en donde describe el modo de hacer una papilla de bismuto, que con ligeras variantes permanece hasta nuestros días.

En 1910 Bachem y Gunter proponen el uso del sulfato de bario como medio de contraste, ¿las razones? Era más barato y se podía purificar en mayor grado que el bismuto y su uso eliminaba ciertos efectos tóxicos que éste producía.

Lewis Gregory Cole contribuye de una gran manera al diagnóstico radiológico del conducto gastrointestinal desarrollando, lo que él llamó "método seriado".

Se sabe que fue Shule en 1904 quien utilizó un enema opaco como método de exámen de colon.

La idea de combinar un medio de contraste con insuflación, fue dado a conocer por Williams y Holzknecht en 1899, indicando que el aire era un buen medio de contraste en el estómago y Williams lo utilizó para determinar la posición radiográfica del colon.

A.W. Fisher en 1923 desarrolló primero y difundió

después, lo que hoy en día se utiliza como técnica de doble contraste.

La primera aplicación de rayos X en Medicina Humana en México tuvo lugar el 29 de octubre en 1896 por el Dr. Tobías Nuñez, según datos que figuran en una tesis profesional de Amador Zafra, tesis que tiene el mérito de ser el primer trabajo presentado en México sobre éste, en aquel entonces novísimo método de diagnóstico.

Corresponde el honor al Dr. Don Roberto Jofre, el ser el primero en montar un gabinete de rayos X.

En un trabajo publicado por el MVZ Cuauhtémoc Hidalgo, en la revista de Medicina Veterinaria de fecha de mayo de 1962, trata en forma general y recomienda el uso de rayos X en animales y aparecen publicadas una radiografía tomadas por el MVZ Augusto Marique, entonces jefe de Clínicas en la Escuela de Medicina Veterinaria.

El primer aparato con que contó la Escuela de Medicina Veterinaria, fue adquirido en 1925 por gestiones del entonces director Médico Veterinario Luis Santamaría.

Actualmente la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia con sede en Ciudad Universitaria, cuenta con un

departamento de Radiología y tiene contemplados cursos anuales sobre principios básicos de interpretación radiográfica, dirigido a los alumnos, pasantes y egresados, así como médicos veterinarios dedicados a las clínicas de pequeñas especies (2, 3, 5, 12, 13, 16, 22, 26).

PRINCIPIOS TECNICOS

EL ATOMO

Para lograr una mejor comprensión acerca de la producción y propiedades de los rayos X, la formación de la imagen radiográfica, las interacciones de la radiación con los tejidos y la protección contra la misma es necesario tener un conocimiento básico de la estructura atómica.

El átomo es la partícula más pequeña de la materia que conserva sus propiedades físicas y químicas y que está formado por un núcleo central, constituido por protones, con carga positiva y neutrones que no tienen carga alguna y una envoltura de electrones que tienen una carga negativa, éstos giran en órbita alrededor del núcleo. Las cargas negativas y positivas se encuentran balanceadas por lo que un átomo es eléctricamente neutro.

Los electrones giran en órbita concéntrica, denominados orbitales atómicos ó niveles, se denominan con letras de la K a la Q o por números del 1 al 7. La energía contenida en estos orbitales es creciente mientras más alejados del núcleo atómico estén y cada nivel de energía puede acomodar a un determinado número de electrones.

Cuando un electrón de un orbital superior es excitado y sale del control del núcleo, éste se perderá, pero puede también saltar de órbita hasta que alcance la órbita estable, cada vez que cambie de órbita emitirá un fotón. Un fotón es una onda luminosa que se comporta como partícula o como onda, por consiguiente es ambas y es un elemento de la llamada radiación característica (2, 3, 5, 15).

Origen de los Rayos X.

Los rayos X fueron descubiertos por W.K. Roentgen en 1895. Dicho descubrimiento se dió en forma accidental, observó que en una pantalla de platino, con cianuro de bario, se producía fluorescencia, cuando en el tubo de Crookes se producía rayos catódicos. Y ésta fluorescencia no disminuía cuando anteponía un objeto entre la pantalla y el tubo y más sorprendido quedó al descubrir que al poner su mano entre el rayo y la pantalla aparecían bosquejados los huesos de su mano, él mismo denominaría a éste misterioso haz con el nombre de rayos X.

Los rayos X no fueron comprendidos sino hasta 1907 cuando se demostró que eran ondas electromagnéticas, de frecuencia muy elevada, tanto que no podrían impresionar la retina y por ello invisibles al ojo humano, sin embargo son de naturaleza similar a la luz visible pero la longitud más corta y para producirlos se necesitan electrones (2, 3, 5, 13).

La dislocación de los electrones de sus órbitas alrededor del núcleo atómico libera energía en forma de ondas electromagnéticas y según la longitud de onda de éstas darán origen a un rayo X, para producir rayos X es necesario reemplazar los electrones con otros que provengan de otra fuente y que viajen a una velocidad que presente una energía mayor que la fuerza de atracción nuclear sobre los primeros electrones.

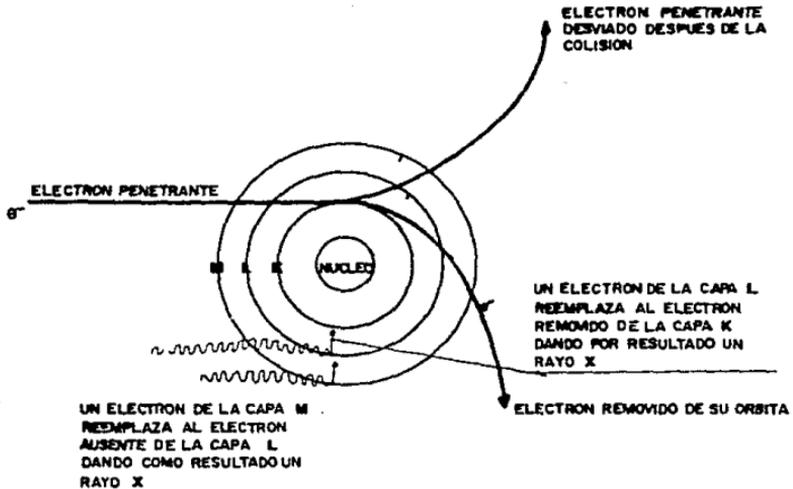
Ciertos electrones no se encuentran bien sujetos a su núcleo y vagan dentro de la materia misma y pueden ser liberados de su cautiverio casual excitándolos, la forma más común de excitación es por medio del calor y una vez liberados se combinarán con átomos contiguos, este fenómeno puede controlarse si el proceso de liberación ocurre en un vacío relativo y si ponemos una barrera, los electrones que sean liberados chocarán con los átomos de la barrera y podrán separar electrones y generar rayos X aunque la velocidad que adquieren estos electrones no es la suficiente para hacerlo (2, 3, 5, 6, 11, 15, 24, 25).

Los electrones liberados contienen una carga negativa, el exponerlos a una carga de su mismo signo van a ser repelidos, si agregamos una barrera a la que se le dota de una energía similar más alta pero de signo positivo en una cámara de vacío, entonces los electrones serán al momento lanzados

y atraídos respectivamente hacia la barrera y ahora si los electrones tienen la suficiente fuerza como para desprender otros electrones. Los electrones pueden ser obtenidos de un filamento cargado negativamente y se denomina cátodo y la masa de material o barrera cargada positivamente se le llama ánodo. Ver figura 1.

Cuando el electrón acelerado choca contra un blanco o barrera se produce un fenómeno llamado radiación por frenamiento o bremsstrahlung. Inmediatamente después del impacto, el electrón se acerca al campo positivo del núcleo que lo atrae y lo hace describir una órbita parcial, este electrón perdiendo algo de su energía logra desprenderse de esta atracción, la diferencia entre la energía este electrón y la que le queda al liberarse se manifiesta como un fotón, otras veces puede perder la totalidad de su energía cinética la cual es transformada a fotón debido a su desaceleración y otras veces podrá ceder totalmente su energía por chocar contra el núcleo. Los fotones producidos por estas tres formas constituyen la radiación por frenamiento y obviamente tendrán, en el mismo orden descrito, cada vez mayor energía (2, 6, 9, 11, 13, 17, 24, 25, 26). Ver figura 2.

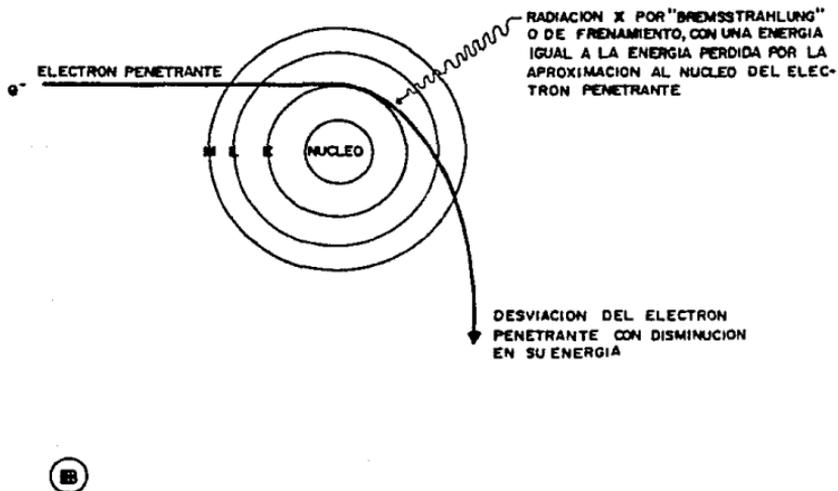
El 98% de la energía producida por la colisión de los electrones acelerados se disipa en forma de calor y sólo un 2% da origen a radiaciones de rayos X, los electrones pueden

FIGURA No. 1

(A)

FORMACION DE RAYOS X = CUANDO UN ELECTRON PENETRA Y POSEE LA SUFICIENTE ENERGIA PARA REMOVER DE SU ORBITA A UN ELECTRON INTERNO DE LOS ATOMOS DEL ANODO, EL ELECTRON REMOVIDO ES SUSTITUIDO POR OTRO ELECTRON DE OTRA CAPA CON DIFERENTE ENERGIA, EL CAMBIO PRODUCE ENERGIA EN FORMA DE RAYO X

(TOMADO DE JAMES W. TIGER, RADIOGRAPHIC TECHNIQUE IN SMALL ANIMAL PRACTICE - W.B. SAUNDERS COMPANY 1975).

FIGURA No. 2

FORMACION DE RAYOS X : OTRO TIPO DE INTERACCION ATOMICA SE PRODUCE CUANDO UN ELECTRON QUE PENETRA AL ATOMO DEL ANODO PASA CERCA DEL NUCLEO Y ES-- ATRAIDO HACIA EL CAMPO POSITIVO DE ESTE. RESULTANDO EN UNA ORBITACION PARCIAL DEL ELECTRON ALREDEDOR DEL NUCLEO, EL CAMBIO EN LA DIRECCION REDUCE LA VELOCIDAD Y PERDIDA EN LA ENERGIA CINETICA DEL ELECTRON, FORMANDOSE UN RAYO X, LLAMADO RADIACION POR "BREMSSTRANLUNG" O FRENAMIENTO.

(TOMADO DE JAMES W. TIGER, RADIOGRAPHIC IN SMALL ANIMAL PRACTICE-
W.B. SAUNDERS COMPANY 1973).

seguir perdiendo más y más energía produciéndose más radiaciones, ionizaciones o calor.

El tubo Roentgen o de Rayos X.

Los fenómenos anteriormente descritos ocurren dentro de un tubo productor de rayos X llamado Tubo Roentgen. Este consiste en un cilindro de vidrio que está al vacío. Los electrones, necesarios para producir fotones, son obtenidos de un hilo espiral muy fino de tungsteno (denominado cátodo), para excitar el desprendimiento de los electrones se calienta, el alto vacío evita que los electrones sean frenados por el rozamiento con el aire. Los electrones chocan contra una barrera, que es un disco de tungsteno (llamado ánodo), donde son frenados bruscamente y desviados, transformandolos en rayos X. El tungsteno es el material utilizado por ser muy resistente a las altas temperaturas además de tener un número atómico alto produciendo un mayor número de rayos X otros materiales con número atómico más bajo.

El sitio donde chocan los electrones recibe el nombre de punto focal, y entre más fino sea mejor detalle radiográfico se obtiene y proporcionalmente menor radiación secundaria. El ánodo fijo en forma de barra actualmente se utiliza sólo en aparatos portátiles, pues dicha barra ha sido sustituida por un disco con borde biselado, existen aparatos que tiene el disco fijo y en otros el disco es rotatorio, éste se hace

girar a altas velocidades y con ésto se logra que el punto de choque sea en un lugar distinto del ánodo, logrando que su deterioro sea menor y se disipe mejor el calor.

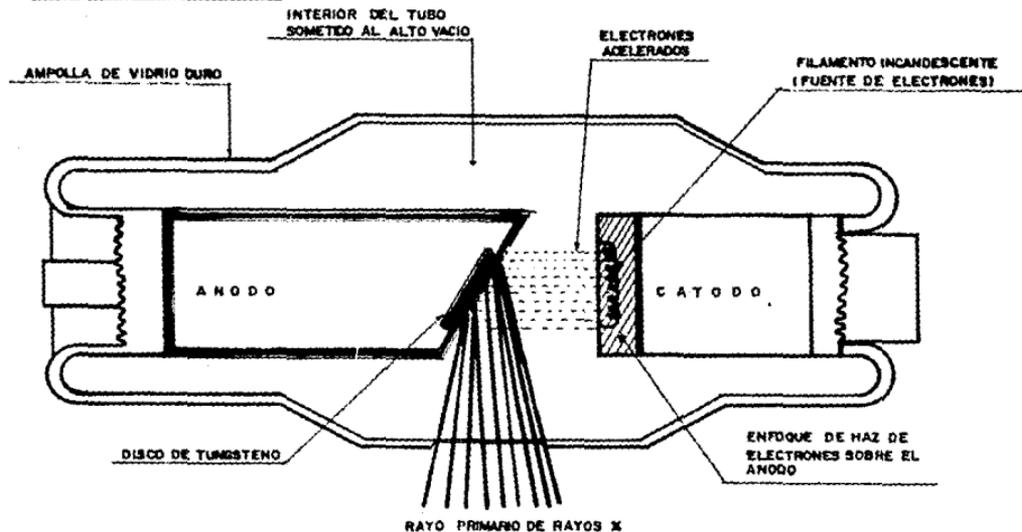
La mayor parte de los electrones son convertidos en rayos X, pero para evitar que la emisión de éstos rayos se produzca indiscriminadamente en todas direcciones y conseguir al mismo tiempo su máxima concentración posible, el tubo de vidrio se encuentra rodeado por una envoltura de plomo radiopaco que posee una abertura circular como única - - salida.

El hilo espiral y la transformación de la radiación electromagnética en energía térmica origina una cantidad de calor necesaria de disipar, esto es resuelto llenando de aceite el espacio existente entre el tubo de vidrio y la envoltura de plomo. Los tubos de gran potencia necesitan incluso de un sistema de refrigeración por agua fría. (2, 5, 6, 11, 13, 20, 24, 25, 26). Ver figura 3 y 4.

PROYECCION GEOMETRICA DE LA IMAGEN RADIOGRAFICA

Una radiografía es la reproducción fotográfica de una imagen en sombras, que se producen cuando un cuerpo opaco es atravesado por los rayos X, para obtenerla basta colocar el objeto a radiografiar entre el haz de rayos X y una placa

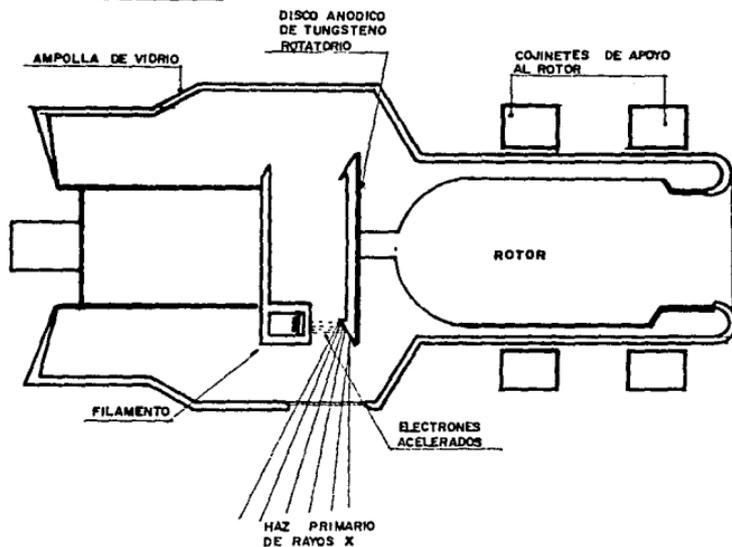
FIGURA No. 3



CONSTRUCCION DE UN TUBO ROETGEN DE ANODO FIJO

(TOMADO DE JAMES W. TIGER, RADIOGRAPHIC TECHNIQUE IN SMALL ANIMAL PRACTICE, W.B. SAUNDERS Co. 1975)

FIGURA No. 4



CONSTRUCCION DE UN TUBO ROETGEN DE ANODO GIRATORIO

(TOMADO DE JAMES W. TIGER, RADIOGRAPHIC TECHNIQUE IN SMALL ANIMAL PRACTICE, W.B. SAUNDERS Co. 1975).

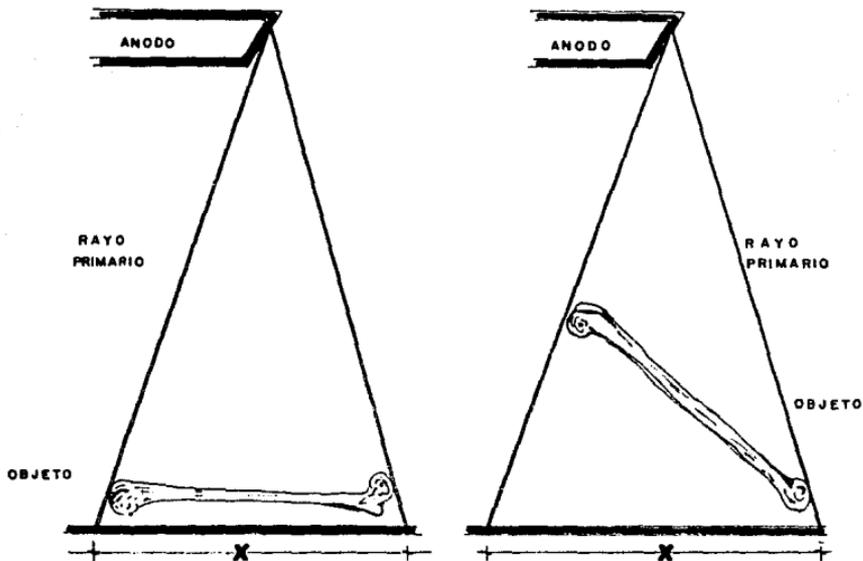
sensible, por lo tanto, una radiografía es en esencia una gráfica de sombras y las reglas de geometría aplicables en la formación de sombras es válida en Radiología.

La utilidad de un examen radiográfico está limitado por la calidad de la imagen registrada en la película radiográfica, la distorsión causada por una defectuosa proyección geométrica es frecuentemente una de las causas de una pobre calidad radiográfica ya que no se podrá apreciar claramente la densidad, el contorno o detalle en ese estudio radiográfico de la zona o estructura de interés.

En todas las radiografías se produce en mayor o menor grado un aumento ó deformación de la imagen proyectada ya que se trata de la representación bidimensional de una estructura tridimensional. Es importante entonces entender el efecto de la proyección geométrica del sujeto sobre la superficie donde se encuentra la placa.

La parte a examinar debe estar paralela a la placa, de no ser así, se obtendrá una imagen distorsionada, este factor llega a ser importante en Radiología Veterinaria cuando los huesos largos ó el esqueleto apendicular es examinado pues puede acortarse la imagen de la estructura a estudiar. Ver figura 5.

FIGURA No. 5



- A CUANDO EL OBJETO SE ENCUENTRA CERCANO A LA PLACA RADIOGRAFICA LA DISTORSION DE LA IMAGEN ES MINIMA, REGISTRANDOSE EN LA PLACA UNA REPRODUCCION CERCANA A LA NORMAL.
- B SI EL OBJETO SE ENCUENTRA FORMANDO UN ANGULO O NO ESTA COLOCADO PARALELAMENTE A LA PLACA RADIOGRAFICA, LA IMAGEN SUFRE UN ACORTAMIENTO Y DISTORSION QUE QUEDA REGISTRADA, OBTENIENDOSE UNA MALA IMAGEN.
- (TOMADO DE JAMES W. TIGER, RADIOGRAPHIC TECHNIQUE IN SMALL ANIMAL PRACTICE. W.B. SAUNDERS CO.)

Aunque la figura geométrica es preservada por una posición paralela entre el sujeto y la superficie de la placa se puede dar un alargamiento de la imagen plasmada en la película, ésto ocurre cuando la distancia entre la estructura y la placa está incrementada. Ver figura 6.

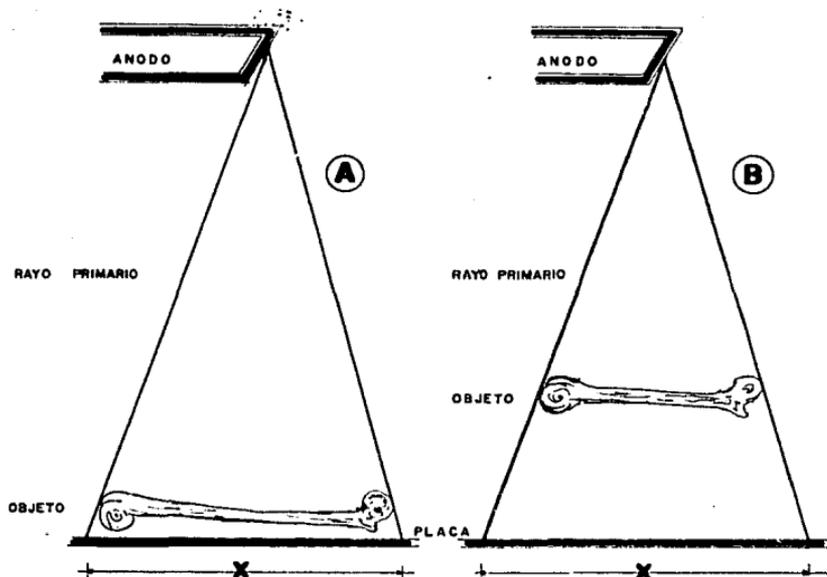
La relación geométrica entre las áreas de radiolucidez y radiopacidad son importantes de considerar especialmente en estudios de la columna vertebral, ya que cuando se analiza esta estructura se pone mayor atención en los espacios intervertebrales y su distancia entre éstas, si no se toma en cuenta este factor, puede ocasionar una mala interpretación de la imagen radiográfica, repercutiendo en el diagnóstico. (9, 10, 12, 17, 21, 23, 24, 25). Ver figura 7.

El Rayo Central

Para conservar una proyección geométrica exacta debemos conocer uno de los conceptos fundamentales en Radiología; el rayo central. Este se define como el trayecto que recorre el eje longitudinal del haz óptico de rayos X que se encuentra sometido a un mínimo de distorsión, a medida que los rayos se acercan más a la periferia del haz óptico irán sufriendo desviaciones en mayor grado.

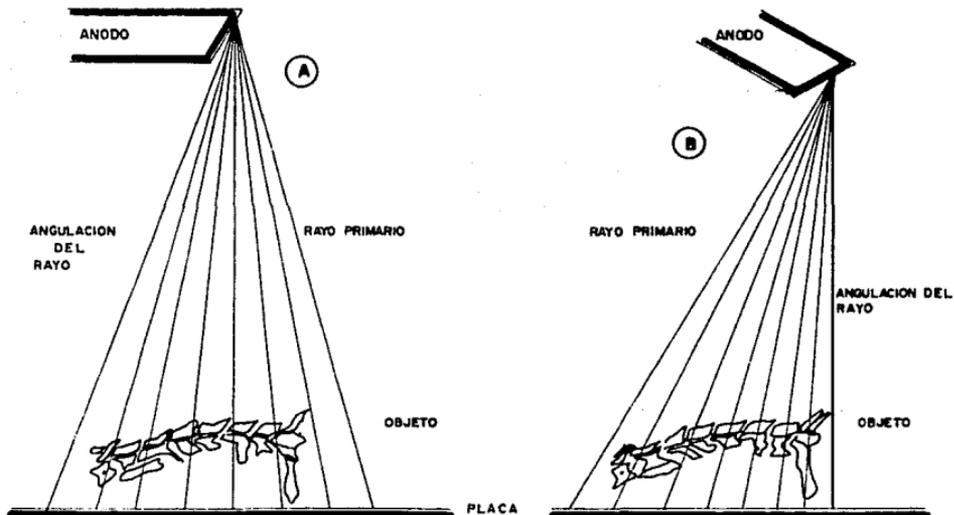
Por lo anteriormente escrito es obvio suponer que

FIGURA No. 6



- A EL OBJETO O ESTRUCTURA A EXAMINAR DEBE COLOCARSE LO MAS CERCANO A LA PLACA DURANTE LA TOMA DE UNA RADIOGRAFIA, RESISTIENDO EN LA IMAGEN UN TAMAÑO SIMILAR AL DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL.
- B ENTRE MAS ALEJADO SE ENCUENTRE LA ESTRUCTURA A LA PLACA RADIOGRAFICA, LA IMAGEN REGISTRADA SERA MAS GRANDE QUE EL TAMAÑO NATURAL DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL.

FIGURA No. 7



A RAYO PRIMARIO SIN ANGULACION CON LA ESTRUCTURA.

B RAYO PRIMARIO CON UNA ANGULACION CASI PARALELA A LA ANGULACION NATURAL DE LA ESTRUCTURA.

(TOMADO DE JAMES W. TIGER, RADIOGRAPHIC TECHNIQUE IN SMALL PRACTICE. W. B. SAUNDERS Co, 1928).

un objeto o estructura situado sobre el recorrido del rayo central del haz de rayos X, quedará reproducido perfectamente y los extremos tendrán menor definición. (4, 8, 9, 10, 11, 24, 25).

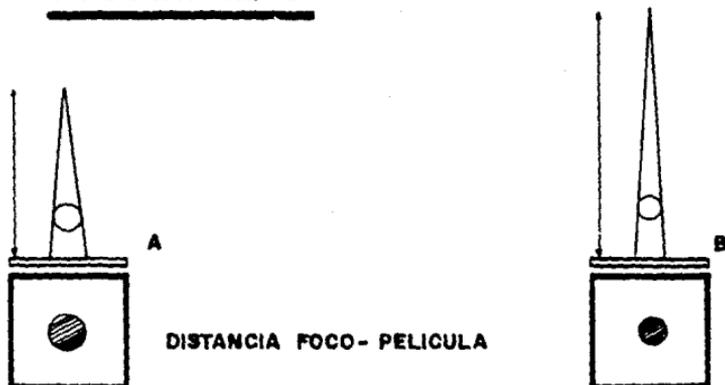
DISTORCION DE LA IMAGEN.

La imagen de una estructura a estudiar puede sufrir aumento en la imagen reproducida y por lo tanto sufre una deformación, ésta será menor cuando la distancia existente entre la estructura y la placa sea reducida y mayor cuando aumente la distancia entre ellos, en consecuencia, las estructuras y regiones a examinar deberán situarse lo más próximo a la placa radiográfica.

La distancia entre el foco y la película radiográfica tiene influencia sobre el aumento en la imagen que se obtiene, si la distancia entre el foco y la estructura a radiografiar es muy pequeña al querer cubrir totalmente el campo necesitaremos de una abertura mayor del diafragma, ocasionando una mayor dispersión del rayo y en consecuencia la imagen de la estructura sufrirá un aumento. Ver figura 8-A.

Si colocamos el foco a una distancia tal que pueda abarcar la estructura a estudiar se necesitará una abertura de diafragma menor y por lo tanto reduciremos el número de

FIGURA N.º 8



A : SI LA DISTANCIA ENTRE EL FOCO Y LA PLACA RADIOGRAFICA ES PEQUEÑA, LOS RAYOS EMITIDOS SUFREN UNA GRAN DISPERSION Y EL OBJETO A RADIOGRAFIAR SUFRE UN AUMENTO EN SU IMAGEN REGISTRADA.

B : SI LA DISTANCIA FOCO-PLACA SE AUMENTA, SE DISMINUYE PROPORCIONALMENTE EL AREA CUBIERTA POR EL HAZ DE RAYOS X Y LA FORMACION DE LA IMAGEN A RADIOGRAFIAR ES SIMILAR AL TAMAÑO ORIGINAL DEL OBJETO.

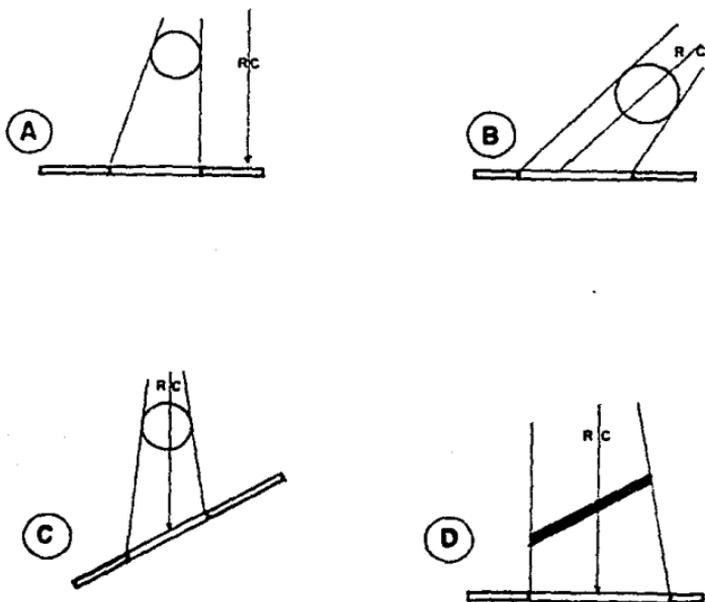
(TOMADO DE DIAGNOSTICO RADIOLOGICO VETERINARIO. S.W.DOUGLAS Y H.D.WILLIAMSON. EDIT. ACRIBIA 1973).

rayos divergentes, de tal forma que los rayos que son casi paralelos al rayo central intervendrán en la formación de la imagen de la estructura a estudiar. Ver figura 8-B.

Si el rayo central no se encuentra alineado al objeto se obtendrán imágenes deformadas, el objetivo a perseguir es obtener una perfecta reproducción de la estructura que a nosotros nos interesa estudiar, por ésto debemos orientar al rayo central del haz de rayos X de tal forma que pase a través del área de mayor interés. Si no es enfocado cuidadosamente al punto de interés de la estructura a estudiar quedará registrada por los rayos divergentes de la periferia ocasionando la distorsión de la imagen reproducida.

El rayo central y la placa deben formar un ángulo de 90 grados provocando así un mínimo de distorsión, aunque para ciertos propósitos de estudio se altera esta angulación, pero es justo dejar claro que aportará una deformación en la imagen.

En otro caso, si se altera la angulación de la placa se producirá la misma deformación que en el caso anterior, ahora es la placa la que no guarda una angulación de 90 grados con respecto al rayo central, ésto provocará errores en la interpretación radiográfica. Ver figura 9.

FIGURA N^o. 9**DEFORMACION DE LA IMAGEN**

- A EL RAYO CENTRAL NO ESTA ALINEADO CON EL OBJETO
- B EL RAYO CENTRAL NO SE ENCUENTRA FORMANDO UN ANGULO RECTO CON EL OBJETO NI CON LA PLACA
- C EL RAYO CENTRAL NO FORMA ANGULO RECTO CON LA PLACA RADIOGRAFICA
- D EL OBJETO NO SE ENCUENTRA PARALELO A LA PLACA RADIOGRAFICA

(TOMADO DE DIAGNOSTICO RADIOLOGICO VETERINARIO, DOUGLAS S.W. Y WILLIAMSON H.D. EDITORIAL ACRIBIA 1975)

La orientación del objeto es también factor importante, el objeto debe estar paralelo a la placa radiográfica y a la vez en ángulo recto con respecto al rayo central, si no fuera así, se produciría una distorsión en la imagen, que será muy notable sobre todo en estudios de huesos largos, ésto puede repercutir sobre todo cuando se observan fracturas, ya que pueden enmascarse la línea de fractura. (4, 8, 9, 10, 11, 15, 19, 21, 24, 25).

FACTORES DE EXPOSICION

La corriente eléctrica es la fuente generadora de los rayos X, por lo que es necesario estudiar los factores de exposición que afectan la calidad de una placa radiográfica, estos factores son: El kilovoltaje (Kv ó Kvp) el miliamperaje y el tiempo de exposición. (mAs).

Para ello estaremos utilizando las siguientes unidades físicas:

Intensidad de corriente.- Cuya unidad de 1 amperio=1A en Radiología la unidad que se usa el miliamperio= 1 mA ó 1/1000 A.

Tensión de corriente.- Su unidad es 1 voltio= 1 V. La unidad utilizada en Radiología es el Kilovoltio = 1 Kv. = 1000 Voltios.

Intensidad de corriente por unidad de tiempo.- Estado en Miliamperios por segundo (mAs) que es el producto de la intensidad de corriente por el tiempo de exposición.

Es responsabilidad del médico veterinario o del técnico radiólogo el seleccionar una técnica adecuada para la utilización de los rayos X para obtener radiografías de buena diagnóstica, los factores arriba mencionados están contenidos en un selector común en los actuales aparatos de rayos X.

Kilovoltaje (Kv ó Kvp).

El Kilovoltaje es la unidad de tensión de corriente utilizada en Radiología y que regula la energía del haz de rayos X y por lo tanto afecta el poder de penetración de éstos, ya que el voltaje aplicado entre los electrones en el tubo de rayos X aumentará el movimiento de éstos y aumenta también la fuerza de las colisiones en el blanco ó ánodo, esto proveerá de una mayor energía al haz de rayos X y por lo tanto una mayor cantidad de tejido puede ser penetrado por ellos.

Es deseable incrementar en lo posible el Kv dependiendo de la parte del cuerpo que va a ser radiografiado. Un Kv alto permite un tiempo de exposición más corto (miliamperios

por segundo) reduciendo la dosis de radiación para el paciente y para el personal más cercano que nos ayuda en el manejo del paciente, usando un kilovoltaje alto se prolonga la vida del tubo de rayos X porque el factor de exposición miliamperios por segundo es reducido al mínimo.

El kilovoltaje tiene influencia en el contraste y la densidad radiográfica, cuando un kilovoltaje es fijo los cambios de la densidad radiográfica sólo se pueden lograr variando el mAs. Al incrementar el kilovoltaje se incrementa la densidad radiográfica, porque un gran número del total de los rayos X llegan a la placa radiográfica, por lo general se incrementa el kilovoltaje cuando el área a estudiar tiene un grosor mayor que provoque un mayor poder de penetración para obtener una adecuada densidad radiográfica. Esto también aumenta la escala de contraste representado simultáneamente las diferentes densidades corporales, por todo ésto, la técnica de kilovoltaje alto es utilizado cuando se toman radiografías de tejido blando, donde las pequeñas diferencias de densidad son necesarias para ilustrarse radiograficamente.

Y será lo contrario cuando se realiza el estudio de estructuras óseas en donde se requiere, relativamente, poca diferenciación de densidad tisular, entonces el kilovoltaje disminuye.

El kilovoltaje utilizado en radiología en pequeñas especies varía en un rango de 40 a 110 Kv. Una adecuada densidad radiográfica puede mantenerse adicionando 2 Kv por cada centímetro de aumento de grosor en el paciente, estas indicaciones son anotadas por la literatura.

Miliamperios

El número de electrones que se están moviendo del cátodo al ánodo es llamado corriente de flujo, dentro del tubo de rayos X, es el principal factor que va controlando el número de rayos X generados, la disminución del número de electrones resulta en una disminución en el número de rayos X que salen del tubo y un incremento en el número de electrones aumenta el número de rayos X.

La unidad es el miliamperio y los tubos de rayos X utilizados en Radiología Veterinaria operan con una intensidad de corriente de 25 a 300 miliamperios, el ajuste en el control de miliamperaje en un aparato de rayos X permite seleccionar el número de rayos X deseado por unidad de tiempo.

Se puede incrementar la densidad radiográfica si se incrementan el miliamperaje y se disminuye la densidad si se disminuye el miliamperaje, aunque el miliamperio (mA) es responsable de la cantidad generada de rayos X, el tiempo

de exposición también afecta la cantidad de éstos.

Tiempo de Exposición

Se puede variar el tiempo en el cual la corriente permite el flujo de electrones del cátodo al ánodo, por lo que se puede controlar el número total de rayos X generado en cada exposición, o dicho en otras palabras, el número total de rayos X que van a llegar a la superficie de la placa radiográfica en la cual va quedar grabada la imagen.

Miliamperios - Segundos

La variación entre miliamperios y el tiempo de exposición da por resultado una variación en la densidad radiográfica, debido a que el tiempo de exposición regula el número de electrones que fluyen del cátodo al ánodo por unidad de tiempo, un incremento en el miliamperaje permite abreviar el tiempo de exposición y contrariamente una disminución en el miliamperaje requerirá de un alargamiento en el tiempo de exposición, para mantener así una adecuada densidad radiográfica.

Esta relación entre miliamperaje y tiempo de exposición da por resultado el concepto de miliamperios por segundo (mAs o mas) el cual es el resultado de la intensidad de la

corriente y el tiempo en segundos en la cual hay corriente de flujo. Por ejemplo, 20mA X 0.3 seg.=6 mAs ó una exposición hecha con 100 mAs por 1/10 de segundo tiene un factor de mAs de 10.

Las radiografías producidas a 1/20 segundos son muy utilizadas en radiología veterinaria debido al constante movimiento de los pacientes, sobre todo si no se utilizan anestésicos generales o tranquilizantes, provocándose con ésto la pérdida del detalle y la aparición de imágenes borrosas, las cuales disminuirán la calidad diagnóstica de la radiografía. Por consecuencia un equipo de rayos X será de mayor utilidad si es capaz de generar un miliamperaje alto, sobre todo en estudios radiográficos de tórax en perros y gatos, donde se realizan de 1/20 a 1/60 de segundo para prevenir la aparición de manchas ó imágenes borrosas. (1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 24, 25).

CALIDAD RADIOGRAFICA

Una exposición correcta debe de registrar perfectamente todos los detalles existentes en las estructuras sujetas a examen, si no se observa una clara línea de separación entre dos estructuras distintas la utilidad diagnóstica de esta radiografía será muy pobre, pues la base de un diagnóstico radiológico se basa en la diferencia de las distintas sombras

registradas, por calidad radiográfica se entiende que una placa deberá tener un excelente detalle, una correcta densidad y una buena escala de contraste.

Detalle Radiográfico.

El detalle radiográfico es esencialmente la calidad visual, se refiere al grado de nitidez que define el borde de una estructura anatómica, siendo entonces la reproducción más perfecta lograda de un órgano.

Factores que afectan el detalle radiográfico.

La distancia entre el punto a estudiar y la placa radiográfica es de suma importancia en la pérdida del detalle, debido a que interviene en la formación geométrica de la imagen, la distancia promedio es entre 36 a 40 pulgadas, obteniéndose un buen detalle y una imagen nítida.

El movimiento del paciente es en radiología veterinaria un problema constante, sobre todo en estudios de tórax, por el movimiento natural de respiración, lo ideal para evitar imágenes borrosas es tener un tiempo mínimo de 1/60 segundos. (1, 4, 6, 10, 15, 19, 21, 24, 25).

El tamaño de la mancha focal contribuye a obtener

una imagen nítida, en la mayoría de los aparatos de rayos X la mancha focal varía de 0.8 mm a 1.5 mm., tamaño suficiente para la mayoría de los estudios realizados en clínica de pequeñas especies, una mancha focal más grande da por resultado una pérdida del detalle del área a estudiar, por lo que es importante que la parte del cuerpo a estudiar se encuentre cerca de la placa radiográfica, así se evita un fenómeno óptico llamado efecto penumbra o imprecisión geométrica que no permite registrar pequeños detalles, ya que tiende a formar una doble imagen que se confunde con las imágenes de tejidos adyacentes (2, 6, 9, 10, 11, 15, 24, 15). Ver figura 10.

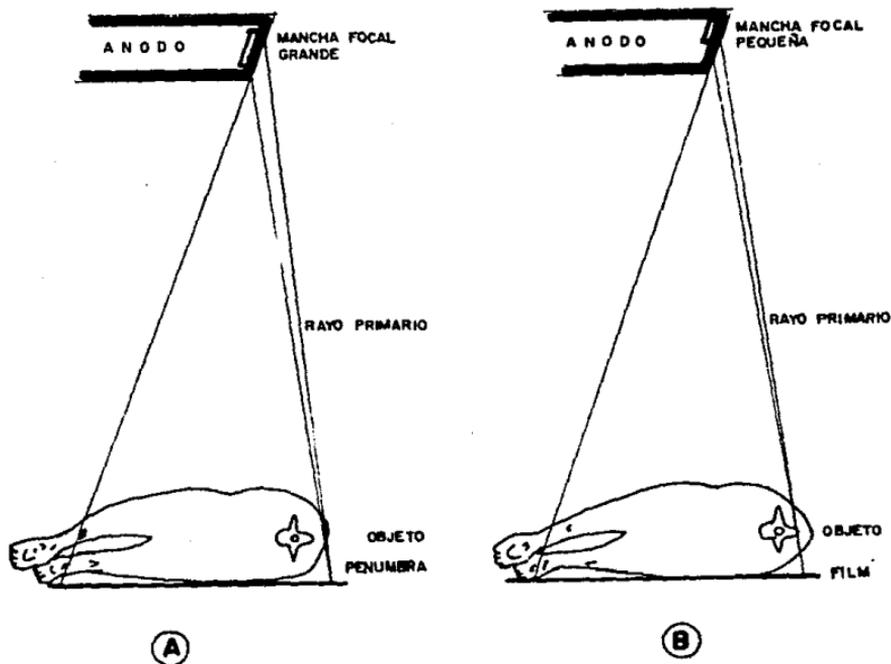
Densidad Radiográfica.

la densidad radiográfica afecta el detalle, en radiología este concepto se refiere a las tonalidades que pueden observarse en la radiografía debido a las diferentes densidades de los cuerpos que debe de atravesar el haz de rayos X.

Es decir, es el resultado de la cantidad de luz que fue captado por la película, ésto en base a la absorción de los rayos X por los diferentes tejidos.

Donde los rayos X fácilmente alcanza la placa radiográfica esta aparece negra después de ser revelada, si los rayos encuentran obstáculo para llegar libremente a la placa

FIGURA No. 10



A DIAGRAMA QUE REPRESENTA EL EFECTO PROVOCADO AL AUMENTAR EL TAMAÑO DE LA MANCHA FOCAL DANDO POR RESULTADO UN EFECTO DE "PENUMBRA", EN DONDE SE OBTIENEN IMAGENES BORROSAS EN LOS BORDES DE LAS ESTRUCTURAS.

B SI SE DISMINUYE EL TAMAÑO DE LA MANCHA FOCAL SE REDUCIRA EL EFECTO DE --- PENUMBRA, INCREMENTANDOSE ASI EL DETALLE RADIOGRAFICO.

esta área de la película aparecerá de un blanco mate, pasando por toda la gama de color gris, la interpretación radiográfica se basa en la visualización y análisis de las densidades presentes en la radiografía.

El grado de radiodensidad depende del número atómico de la sustancia, las estructuras que impiden el paso de los rayos X y aparecen de color blanco en la placa radiográfica se le llama radiodensas o radiopacas, las que no oponen mucha resistencia al paso de rayos X y aparecen de color negro en la placa radiográfica se les llama radiolúcidas y entre estos dos extremos hay una escala de tonalidades de gris.

Existen 5 densidades radiográficas básicas, en orden de mayor a menor densidad están:

DENSIDAD MINERAL

DENSIDAD OSEA

DENSIDAD DE FLUIDO (Tejido blando)

DENSIDAD DE GRASA

DENSIDAD DE GAS (Aire)

Densidad de Mineral.- Las sustancias minerales son de alto número atómico e inhiben el paso de los rayos X hacia la película, las áreas aparecen de color blanco.

Densidad Osea.- No es tan densa como las sustancias minerales, pues sí permite el paso de unos pocos rayos X, quedan registradas como un color blanco mate.

Densidad de Fluido.- También llamada de tejidos blandos, porque los tejidos están constituidos en su mayor parte por fluidos, si bien inhiben el paso de los rayos X en mayor proporción que el gas no son tan densos como el hueso y son registrados en diversas tonalidades de gris. Todos los fluidos aparecen con una tonalidad y en consecuencia no es posible distinguir radiológicamente sangre de el quilo, trasudados ó exudados.

Densidad de grasa.- Su densidad se encuentra en una escala media entre la densidad de fluido y de gas, puede ayudar a delinear estructuras que no podrían observarse. Las grasas proveen de un contraste natural para delimitar tejidos blandos.

Densidad de gas.- Incluyendo el aire, éstos permiten el paso libre de los rayos X hacia la película, el área queda registrada de un color negro.

Las densidades óseas, de fluido y gas se encuentran normalmente dentro del cuerpo y se les denomina densidad biológica, la densidad mineral es introducida dentro del cuerpo

ya sea por medios de contraste o por cuerpos extraños.

Factores que afectan la densidad radiográfica

El factor primario que afecta la densidad radiográfica es el miliamperaje segundos, ya que éste regula la cantidad de rayos X que se van a generar y van a llegar a la película, por lo que se establece que a un aumento en el miliamperaje segundos hay aumento en la densidad radiográfica y viceversa.

El kilovoltaje incrementa el número de rayos X producidos, a un Kv mayor hay un aumento en el número de rayos X y un aumento en el poder de penetración. (2, 6, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 24, 25).

Contraste Radiográfico

El término contraste supone diferenciación entre las densidades de las estructuras que son radiografiadas y que producen imágenes distintas, el contraste es la primera de las cualidades radiográficas que el radiólogo debe ser capaz de obtener para la consecución de radiografías de alta calidad. El diagnóstico radiológico depende de las diferencias de radiopacidad, que a su vez dependen del número atómico, densidad y espesor de la estructura considerada, en este caso

de los diferentes grados de absorción de energía electromagnética, que varía con el número de electrones por gramo de materia absorbente.

Factores que afectan el contraste radiográfico

Un incremento en el kilovoltaje dá como resultado un incremento en la penetrabilidad del haz de rayos X y una disminución en el contraste, pero la escala de tonalidades aumenta, hay relativamente un mayor número de sombras grises y poco contraste entre las superficies blancas y negras, lo que es deseable en un examen radiológico.

Cuando se estudian tejidos en donde la escala de contraste es muy fina la absorción de los rayos X a un Kv alto es más uniforme entre los distintos tejidos del cuerpo animal, sin embargo la utilización de Kv altos provoca la aparición de radiaciones residuales de alta energía alterando la imagen radiográfica observándose en ésta un manchado en la placa.

Para obtener un contraste más definido que el dado por el contraste natural se utilizan medios artificiales para visualizar mejor a algunos órganos. (2, 6, 9, 11, 15, 17, 24, 25).

GENERALIDADES PRACTICAS

PREPARACION DEL PACIENTE.

Algunas veces los pacientes se ven envueltos en accidentes en los cuales resultan mojados o con el pelo muy sucio, ésto es de considerarse cuando se va a realizar un estudio radiográfico, ya que la densidad de la tierra, lodo, arena y otros materiales es lo bastante como para ser visualizados en una radiografía, por lo que es un punto donde interviene el manejo que se le da al paciente.

La preparación del paciente varía de acuerdo a lo que se va a realizar desde el punto de vista radiográfico, es decir, delimitando la zona de interés, lo que en sí queremos ver, por lo que se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

Las extremidades son generalmente las partes más sucias, por lo que antes de realizar un estudio radiográfico éstas deberán estar limpias y secas, libres de lodo, tierra, arena, sangre o cualquier sustancia extraña (aún cuando la densidad creada por orina, sangre o líquidos es objetable, no por ello se debe desechar). Deben estar libres de vendajes y entablillados y todo aquello que se considere que puede intervenir en la interpretación de la radiografía.

Deben quitarse collares, cadenas, sweters ó camisetitas que puedan intervenir en una buena apreciación de la zona de interés, el objetivo es el mismo, prevenir la formación de sombras que conduzcan a una confusión en la interpretación radiográfica. (1, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 19, 21, 24, 25).

La preparación de perros y gatos para radiografía abdominal o procedimientos especiales radiográficos que aborden vísceras abdominales, puede realizarse de la siguiente manera:

a).- Ayuno.- Suspender la comida por 24 horas si es posible, si no lo fuera, entonces dar alimento que deje poco residuo (como alimento preparado para bebé).

b).- Laxantes.- Se sugiere dar óxido de magnesio oralmente, al comenzar el período de ayuno, según el peso del paciente puede ser:

Abajo de 10 kilogramos	0.5 ml/kg.
10 a 30 kilogramos	0.3 ml/kg.
Arriba de 30 kilogramos	0.15 ml/kg.

c).- Los enemas son usualmente necesarios si el paciente no se encuentra anoréctico, cuando es necesario se deben hacer en el día, dos horas antes de realizar el estudio, de

acuerdo con lo que se tiene planeado, una solución isotónica tibia (levemente más abajo de la temperatura corporal). No es recomendable utilizar una solución jabonosa caliente. La solución isotónica tibia minimiza la retención de gas, facilita una evacuación completa y es poco irritable para la mucosa del colon.

Existen ciertas consideraciones generales que deben ser tomadas en cuenta cuando se realiza la preparación del paciente para estudios radiográficos de cavidad abdominal, que no por ser algunas obvias deben de pasarse por alto y no recordarse.

- 1.- El ayuno es inapropiado en pacientes anorécticos.
- 2.- Los enemas son a veces innecesarios en pacientes con diarrea.
- 3.- Pacientes débiles raramente toleran laxantes, ayuno y/o enemas.
- 4.- Si el enema es realizado en un tiempo estimado antes de realizarse el estudio radiográfico, raramente se repetirá.

Otras consideraciones son: Debe de abstenerse de ejecutar cualquier procedimiento el mismo día que se va a realizar el estudio radiográfico tales como: aspiraciones

percutáneas de abdomen, tórax, vejiga urinaria, lavado traqueo bronquial, lavados peritoneales, caracterización de vejiga urinaria, etc. Todos estos procedimientos si son realizados incorrectamente pueden producir aire libre o una irritación tal que produzca sangrado o salida de fluidos corporales en pulmones u otras cavidades.

Estos cambios iatrogénicos no son siempre diferenciados radiográficamente y dan lugar a falsas interpretaciones, si se han realizado se deben anotar en la historia clínica o comunicarlo al médico o al técnico radiólogo para que lo tome en cuenta cuando realice el diagnóstico.

Idealmente la rutina en tomas radiográficas de cavidad torácica en cualquier especie animal debe ejecutarse sin anestesia general, algunos veces bastará con una tranquilización profunda o sedación, cuando se utiliza la anestesia inhalada debemos tomar en consideraciones que el tubo endotraqueal puede intervenir en la apreciación radiográfica.

El manejo de fármacos deber ser evaluada antes de la aplicación en el paciente, pero la mayoría de las veces es necesaria para un mejor manejo, sin causar stress en el animal y permitiendo un manejo adecuado para mantener la posición adecuada por los estudios a realizar. (1, 4, 6, 7, 9,

10, 11, 14, 15, 17, 21, 25).

Manejo y sujeción del paciente (mecánica y química).

Dentro de la Radiología, el manejo y la sujeción del paciente representa un punto importante y algunas veces no considerado como debiera, pues nuestro objetivo final es obtener radiografías de buena calidad diagnóstica y para ello debemos evitar al máximo el movimiento del paciente.

El manejo es definido como la forma más adecuada de acercarse, capturar, sujetar, derribar ó inmovilizar a un animal con el fin de examinarlo con el menor riesgo hacia el personal y protegiendo también la integridad física del animal; la sujeción consiste en fijar y mantener al animal o alguna de sus partes (miembros o cabeza) para facilitar cualquier intervención que se tenga que realizar sobre estas partes, con la seguridad de que no existe peligro para el operador o el animal.

En la clínica de pequeñas especies, el perro y el gato tienen una gran variedad de temperamentos y comportamientos por lo que se deben extremar precauciones, los perros tienen como arma principal su boca y pueden producir lesiones graves si no se tienen precauciones, con los gatos el peligro es mayor, pues no sólo muerden sino que arañan y son tan rápidos

que sus uñas representan un arma más.

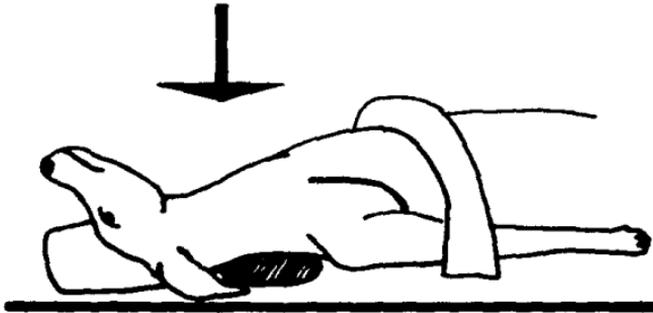
Un perro en estado conciente puede ser satisfactoriamente manejado y colocado en la posición requerida para efectuar el estudio radiográfico de la zona de interés, si su temperamento así lo permite y se sentirá más calmado con la presencia de su amo, no así el gato cuyo temperamento lo hace más reactivo al recibir una orden. Si el perro está entrenado a obedecer órdenes, bastará con que el dueño le diga "quieto" ó "ahí" para que permanezca en una posición por algunos minutos. Ésto significará un acortamiento en el tiempo que lleva el contener al paciente y se evitará exponer al personal a una exposición a la radiación producida por los rayos X.

Es evidente que resulta frustrante el tratar de interpretar una radiografía de pobre calidad diagnóstica y el movimiento es uno de los factores que afectan la nitidez de una radiografía y éste es uno de los principales problemas a que se enfrenta el médico veterinario, ya que a diferencia de los humanos, al animal no se le puede ordenar que deje de respirar un momento o que permanezca completamente quieto. El evaluar si el animal es particularmente nervioso o temperamental dependerá de la experiencia del médico y deberá realizar un examen físico completo para evaluar la posibilidad de utilizar fármacos tranquilizantes o anestésicos generales si el caso así lo permite. (4, 6, 7, 9, 10, 14, 17, 21, 24, 25).

Existen diferentes tipos de sujeciones, algunas mecánicas o manuales y otras por medio de fármacos ó química. Para seguridad del personal que ayudará en una contención manual, deberá utilizar protectores recubiertos de plomo como guantes y mandiles, pero la contención manual deberá ser evitada como procedimiento de rutina. La sujeción manual o mecánica puede realizarse de varias formas, existiendo accesorios que nos ayudan en esta tarea, uno de los más utilizados y baratos medios mecánicos es el bozal, al dejar al animal sin su arma principal de ataque tiende a calmarse o por lo menos será menos peligroso si el animal es muy agresivo. Otros accesorios fáciles de conseguir o mandar a fabricar son las cuñas de esponja o de caucho, blocks del mismo material y bolsas de arena. Ver figura 11.

Los blocks y las cuñas de esponja deben ser de varios tamaños y en diferentes ángulos, son utilizados principalmente para sostener al paciente en la posición deseada. Si son fabricadas en caucho éstas no deberán colocarse debajo del área de interés pues se producen sombras, la esponja o hule espuma puede producir sombras parecidas a la densidad del aire y se deberá tener cuidado de no mojarlos pues eso habrá de aumentar su densidad y estos factores alterarán la apreciación del diagnóstico.

FIGURA No. II



EL USO DE BOLSAS DE ARENA Y DE SOPORTES DE ESPONJA O CAUCHO AYUDAN A MANTENER EN LA POSICION DESEADA AL PACIENTE, EVITANDO LA--CONTENSION MANUAL, UTILIZANDO SOLAMENTE UNA CONTENSION QUIMICA Y --MECANICA.



EL USO DE CUÑAS DE MULE ESPUMA O DE CAUCHO, BOLSAS DE ARENA Y CUERDAS SON UTILIZADAS EN LA CONTENSION MECANICA DEL PACIENTE Y DEBEN SER---SER UTILIZADAS Y COMBINADAS CON LA CONTENSION QUIMICA CON EL USO DE TRANQUILIZANTES Y ANESTESICOS GENERALES.

(TOMADO DE VETERINARY MEDICINE AND SMALL ANIMAL CLINICIAN, JOANCE BURNS, --VOLUME 76 NUMBER 2, 1981).

Los tamaños más utilizados son:

5 x 22 x 30 cm. Este block puede ser utilizado para soportar pacientes de talla pequeña encima de la mesa cuando se deban tomar radiografías horizontales y puede utilizarse solo o con otros blocks o cuñas para sostener a una adecuada altura la cabeza de los pacientes cuando se tomen proyecciones anteriores de los miembros torácicos.

5 x 36 x 60 cm. Cuando se toman radiografías con el rayo X horizontal de tórax y estructuras abdominales de pacientes de talla grande y que requieren de una elevación de algunos centímetros por encima de la mesa, este cojín provee de un soporte suficiente para este propósito.

5 x 22 x 60 cm. Con centro acanalado, este cojín puede ser utilizado como recurso de soporte en pacientes delgados que están incómodos en posición decúbito o para sostener las estructuras craneal y torácica cuando se toman radiografías abdominales o se pueden colocar bajo las estructuras abdominal y pélvica de radiografías torácicas.

10 x 22 x 30 cm. Con centro acanalado, dos de estos block pueden sostener a un paciente de talla grande colocado en decúbito dorsal cuando se toman radiografías de cráneo,

tórax o pelvis.

10 x 22 x 40 cm. Con centro acanalado. Estos blocks soportan pacientes pequeños, los cuales han de sostenerse en posición decúbito dorsal.

Las cuñas son fabricadas con materiales muy suaves y que pueden mantener una alineación propia de las estructuras craneal y pélvica durante la realización del estudio radiográfico. En suma, ayudan a mantener la extensión de los miembros torácicos y pélvicos y mantienen una alineación recta de la columna vertebral además de ayudar a sostener al paciente en la posición que se coloca sin necesidad de exponer al personal que labora en el área de tomas radiográficas.

Las bolsas de arena son utilizadas al igual que las bandas de compresión para evitar el movimiento del paciente por su peso y para ayudar a sostener la posición de éste, ayudando a reducir el stress que pudiera producir la restricción manual y la presencia de extraños para el animal, estas bolsas de arena pueden ser fabricadas rellinando bolsas gruesas de plástico o mejor aún, utilizando pantalones viejos de mezclilla preferentemente, pues la tela es más resistente y pueden hacerse del tamaño que se desee, recomendándose tener 6 bolsas de arena por lo menos (4, 6, 9, 10, 11, 17, 21, 24, 25). Ver figura 12, 13 y 14.

FIGURA No. 12



FIGURA A



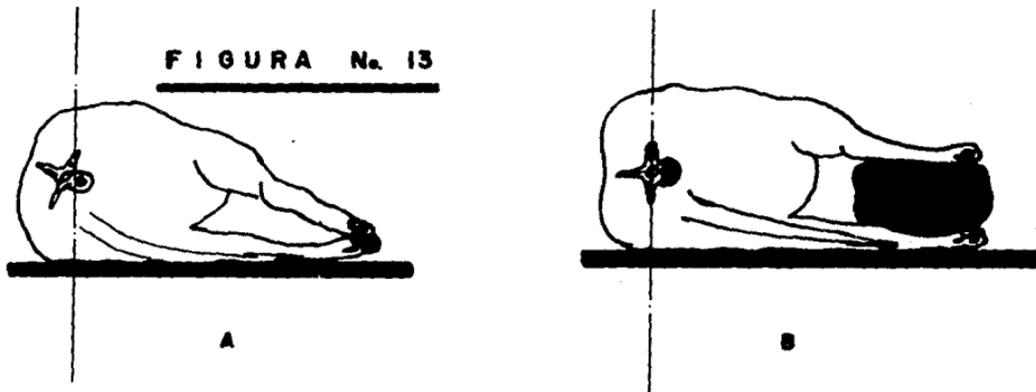
FIGURA B

LA FIGURA A MUESTRA LA FLEXION NATURAL DE LA ESPINA.

LA FIGURA B MUESTRA QUE CON EL USO DE SOPORTES, LA ESPINA ES COLOCADA EN POSICION TOTALMENTE PARALELA A LA MESA Y RECTA, ESTO ES UTIL PARA EL EXAMEN DE ESPACIOS DE LOS DISCOS INTERVERTEBRALES

ITOMADO DE VETERINARY MEDICINE AND SMALL ANIMAL CLINICIAN, JOANCE BURNS, VOLUME 76 NUMBER 2, 1981

FIGURA No. 13

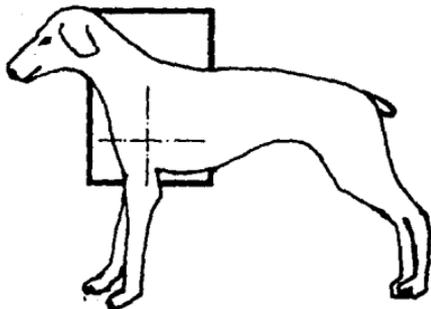


LA FIGURA A DEMUESTRA LA IMPORTANCIA DEL USO DE SOPORTES PARA PREVENIR LA ROTACION DE LA ESPINA EN LA VISTA LATERAL, YA QUE ESTA ROTACION DISTORCIONA LA IMAGEN DE LOS ESPACIOS DE LOS DISCOS Y EL PORAMEN INTERVERTEBRAL.

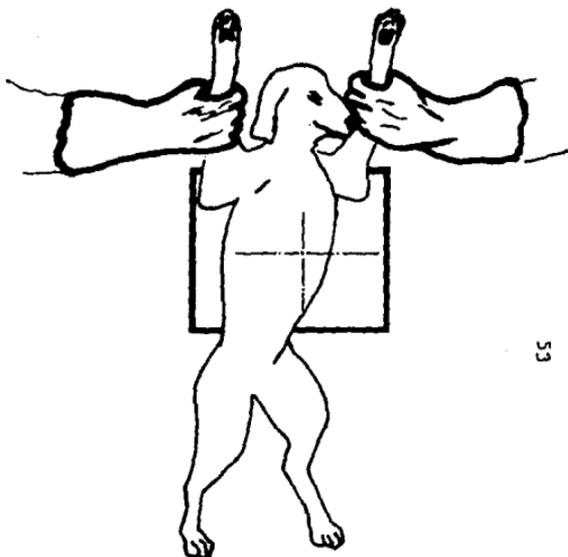
LA FIGURA B MUESTRA LA VENTAJA DEL USO DE SOPORTES EVITANDOSE ASI LA ROTACION DE LA ESPINA Y UNA MEJOR VISUALIZACION ENTRE LOS ESPACIOS DE LOS DISCOS Y EL PORAMEN INTERVERTEBRAL.

(TOMADO DE VETERINARY MEDICINE AND SMALL ANIMAL CLINICIAN, JOANCE BURNS, VOLUME 76 NUMBER 2, 1981)

FIGURA N. 14



PACIENTE EN CUADRIPEDESTACION, POSICION UTIL
PARA PROYECCION LATERAL UTILIZANDO EL RAYO
EN POSICION HORIZONTAL.



PACIENTE EN BIPEDESTACION CON AYUDA DEL PERSONAL,
TOTALMENTE ERECTO, EL RAYO SE ENCUENTRA EN PO-
SICION HORIZONTAL.

53

Tamaño y peso recomendado de bolsas de arena

Número	Tamaño y Peso
2	15 x 20 cm con 1.4 a 1.6 kg.
2	12.5 x 45 cm con 2.7 a 3.6 kg.
2	15 x 70 cm con 4.5 a 5.5 kg.

La contención química previene de condiciones propias para colocar al paciente en la posición correcta sin provocar nerviosismo e intranquilidad al paciente, ésta puede realizarse mediante la tranquilización ó la anestesia general del paciente. Existen en el mercado diferentes fármacos tranquilizantes y anestésicos tanto inhalados como fijos que nos ayudan en esta tarea (4, 6, 9, 10, 17, 21, 24, 25).

LA ANESTESIA GENERAL ES NECESARIA PARA LOS SIGUIENTES ESTUDIOS:

- a. Cráneo
- b. Columna Vertebral
- c. Escápula
- d. Hombro
- e. Húmero
- f. Pelvis, para estudio de displacia de cadera.

- g. Radiografía de contraste de colon.
- h. Cistografía
- i. Uretrograma
- j. Artrograma
- k. Mielografía
- l. Sialografía
- m. Linfangiografía
- n. Pneumoperitoneografía
- ñ. Estudios de arteria aorta.

POSICIONES DEL PACIENTE

El objetivo de colocar en una posición determinada al paciente cuando se va a realizar un estudio radiográfico, es el de obtener una mejor imagen de la zona a estudiar pero a la vez proporcionando comodidad al paciente que dará como resultado final la obtención de una información radiográfica confiable.

La posición en la cual se va a colocar al paciente permitirá dirigir el rayo central en posición perpendicular y por el centro del área a estudiar, teniendo también en cuenta que esta área deberá estar colocada lo más cerca posible del chasis, ésto ayudará a prevenir una distorsión en la imagen que aparece grabada en la placa radiográfica o un aumento en la imagen, produciendo una radiografía sin buen detalle inter-

viniendo en la interpretación de la placa radiográfica.

Ciertas partes del cuerpo, como el ileón, cuando se toma una radiografía dorsoventral, no se encuentra tan cerca a la película como debería ser, en estos casos, la distancia entre la mancha focal y la película es considerable creando un incremento o disminución de la parte a radiografiarse, en este caso el miliamperaje debe ser aumentado para compensar el incremento de la distancia, manteniendo al animal en decúbito dorsal.

Cuando se toman radiografías de articulaciones, el tubo de rayos X debe estar alineado de tal forma que el rayo central penetre directamente a través de la cavidad articular y esté perpendicular a la película.

Una colocación cuidadosa del paciente es importante cuando dos lados de un área en particular sean comparados. Esto es de recalcarse en radiografías en posición dorsoventral y ventrodorsal de cráneo, tórax, abdomen y pelvis y en vistas cráneo caudal y caudo craneal en placas de extremidades (miembros torácicos y pélvicos) que deberán ser colocados de tal manera que los dos lados sean simétricos.

Son cuatro las posiciones principales, pero pueden derivarse otras si así conviene para un mejor apreciación

de la estructura a estudiar:

DECUBITO LATERAL	-----	Derecho izquierdo
DECUBITO DORSAL	-----	La espalda recargada en la mesa.
DECUBITO VENTRAL	-----	Tórax, abdomen o ambos
CUADRIPEDESTACION	-----	El animal está parado en sus 4 patas.

El radiodiagnóstico representa una comparación entre la situación normal y una situación anormal, por lo tanto la colocación del paciente influye en la apreciación del diagnóstico, por ejemplo, para diagnosticar fracturas, fisuras y luxaciones deben realizarse, colocando en diferentes posiciones al paciente que permitan la apreciación de estos problemas y dependerá de la imaginación del médico o el técnico radiólogo al escogerlas para una mejor visualización del caso, consiguiendo así resultados más satisfactorios. (1, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 17, 21, 24, 25).

Nomenclatura de las proyecciones radiográficas

Si se dijera que una estructura puede ser apreciada en 360° y no se está familiarizado con las proyecciones radiográficas resultaría muy difícil de creer. En radiología algunos términos como "dorventral" o "cráneo caudal" son utilizados para describir o nombrar las vistas radiográficas.

Para nombrar las proyecciones radiográficas se sigue una regla muy sencilla.

El primer vocablo está dado por la zona donde penetra el haz de rayos X y el segundo vocablo por la zona por donde sale el rayo. Así una radiografía ventrodorsal (VD) indica que el rayo penetra por el vientre y sale por el dorso. En el caso del esqueleto apendicular, una radiografía de vista dorsopalmar (DP) indica que el rayo entre en la porción dorsal y sale por la porción palmar.

Si se coloca al paciente en decúbito lateral derecho, la posición debería denominarse latero-lateral-izquierda derecha, ya que el rayo penetró por el lado izquierdo y saldrá por el derecho, pero para una mayor comodidad se le denomina lateral derecha, es decir, toma el segundo vocablo de la parte que está más cercana a la placa, por lo tanto, se denominará vista lateral izquierda a la radiografía que se toma con el paciente en decúbito lateral izquierdo en donde el rayo penetra por el lado derecho y sale por el lado izquierdo, que es el más cercano a la placa.

Con respecto al esqueleto apendicular, las radiografías laterales en pequeñas especies, generalmente se toman en dirección medio-lateral o sea que deberían denominarse radiografías en proyección medio-lateral, pero como siempre se usa la misma

dirección, únicamente se denominan radiografías laterales.

En los congresos internacionales de 1968 y 1972 de la Nómina Anatómica Veterinaria se llegó al acuerdo sobre la descripción de la nomenclatura utilizada para nombrar las direcciones de los rayos X sobre el cuerpo del animal.

Los términos craneal y caudal se aplican en: tronco, cuello y cola y en los miembros hasta el nivel del antebrazo y pierna.

Los términos dorsal y palmar son utilizados para nombrar las vistas de los cuerpos hacia abajo y dorsal y plantar de los tarsos hacia abajo.

En la cabeza los términos dorsal, ventral, rostral y caudal son preferidos a los términos superior, inferior, anterior y posterior, los cuales son únicamente utilizados para describir las partes del bulbo ocular, párpados y oído interno.

Desafortunadamente estos términos no son aceptados por todos los médicos veterinarios, es decir, no existe una uniformidad para la nomenclatura de las vistas radiográficas o proyecciones radiográficas, pues algunos médicos veterinarios adoptan los términos utilizados en radiología humana y esto

es un error, ya que estos términos enfocados a describir a un paciente en posición erecta, siendo que los términos reales que se deben emplear son para un ser que está siempre en posición horizontal. Por ejemplo, se han descrito vistas radiográficas de columna vertebral del perro con términos de vista anteroposterior, cuando en realidad debe denominarse vista ventrodorsal. Ver figuras 15 y 16.

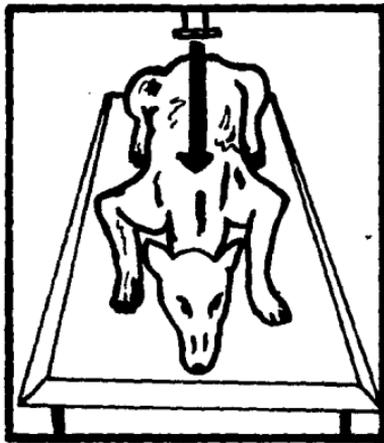
IDENTIFICACION DE LA PLACA RADIOGRAFICA

El hecho de que una placa radiográfica debe ser debidamente identificada es elemental, pero, desafortunadamente, necesita reafirmarse, el médico práctico debe tener siempre en mente que una radiografía es parte de la historia clínica del paciente y como tal debe estar identificada con los datos del paciente.

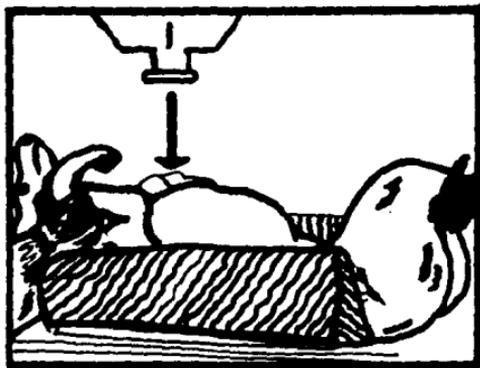
Una placa radiográfica bien identificada puede ser utilizada como un argumento legal cuando existen problemas de tipo jurídico, pero resulta paradójico que este mismo documento objetivo sirva para reafirmar una acusación contra de él, sin embargo es obligación del médico el realizar una buena identificación de sus placas radiográficas.

No existe un protocolo hecho acerca de qué debe aparecer en la identificación de la placa radiográfica pero se

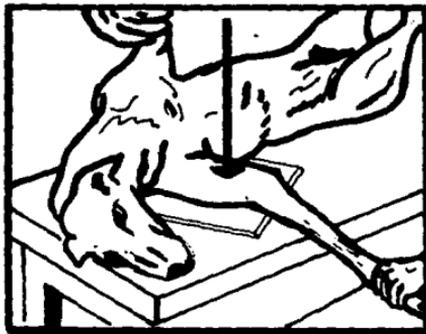
FIGURA No. 15



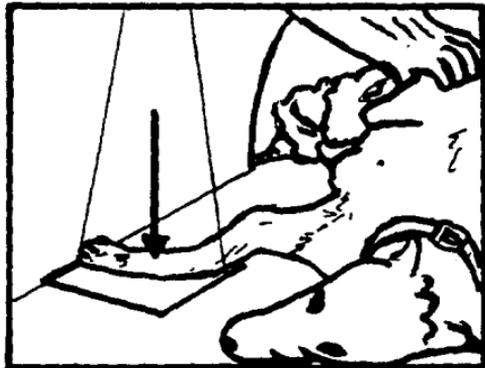
PROYECCION DORSOVENTRAL



PROYECCION VENTRODORSAL

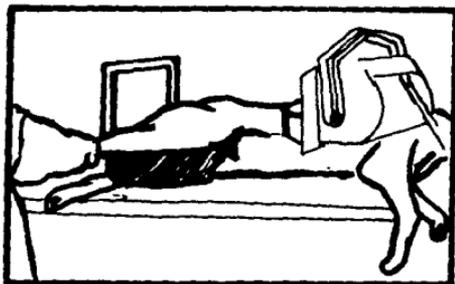


PROYECCION LATERAL MEDIAL



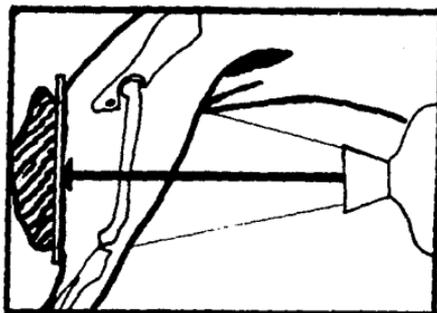
PROYECCION LATERAL

(TOMADO DE S.W. DOUBLAS Y H.D. WILLIAMSON, PRINCIPLES OF VETERINARY RADIOGRAPHY, LEA AND FEBIGER, 1960)



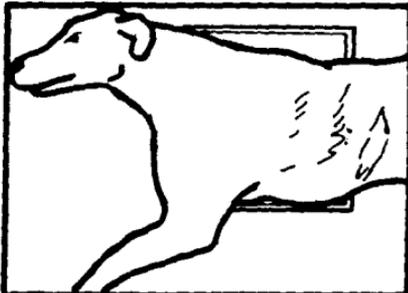
PROYECCION CRANEO-CAUDAL

FIGURA No. 16

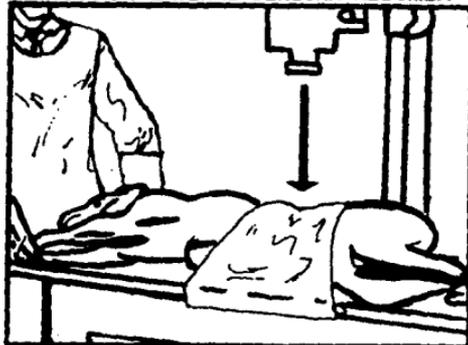


VISTA CRANEOCAUDAL DE FEMUR

PROYECCION LATERAL DERECHA - TORAX



PROYECCION LATERAL DERECHA-ABDOMEN



(TOMADO DE S.W.DOUGLAS Y H.D. WILLIAMSON, PRINCIPLES OF VETERINARY RADIOGRAPHIC, LEA AND FEBIGER, 1980)

recomienda que tenga los siguientes datos:

- a) Nombre del hospital, clínica, gabinete radiológico en donde se realizó el estudio.
- b) Fecha en que se realizó el estudio (día, mes y año).
- c) Nombre de médico veterinario.
- d) Número de caso clínico o nombre del paciente, puede incluirse también el nombre del dueño y su dirección y la edad, sexo y raza del paciente. (2, 6, 9, 10,-11, 15, 17, 19, 21, 24, 25).

METODO PARA EL MARCAJE DE LAS PLACAS RADIOLOGICAS

Marcadores de Plomo

Números y letras de plomo que se colocan sobre la película en el momento en que se realiza el estudio, el plomo no permite que el haz de luz de rayos X llegue a la película y aparecerá como una sombra de color blanco cuando la película sea procesada, lo más práctico es mandar a fabricar una placa que contenga los datos de la clínica y el médico veterinario y que sean intercambiables número y letras para las fechas y los datos de identificación del paciente.

Etiquetas

Se pueden colocar etiquetas de tamaño adecuado, que no intervengan en la apreciación radiográfica y en las cuales se puedan escribir los datos arriba mencionados.

Independientemente de las técnicas utilizadas para el marcaje e identificación de las placas radiográficas, pueden idearse algunas más, pero los más recomendables son los marcadores de plomo, ésto deberá reforzarse con anotaciones en la historia clínica del paciente.

MARCAS ADICIONALES

Derecha - izquierda "D" - "I"

Estas marcas son necesarias para la identificación del lado derecho ó izquierdo de los miembros o del lado derecho ó izquierdo del tórax, abdomen ó pelvis, evitando así posibles confusiones que pudieran surgir, lo más recomendable es que sean letras fabricadas de plomo, pues son muy duraderas y que sea una práctica rutinaria en todos los estudios radiográficos.

Medial - Lateral "M" - "L"

Son utilizadas principalmente en la clínica de equinos, cuando se toman radiografías mediales o laterales de los miembros, pero pueden ser aprovechados en la clínica de pequeñas especies con el mismo objetivo, servir de guía cuando no hay una estructura anatómica predominante que ayude a identificar que lado es el que se estudia.

Flechas

Pueden utilizarse para la identificación de la dirección del cuerpo del animal, es decir, como se encontraba colocado en la mesa, puede indicar hacia donde está dirigida la cabeza o la cola o simplemente para marcar la posición en que se encontraban el chasis en el momento de la toma de la placa radiográfica.

Señaladores de tiempo

Son prácticos y necesarios cuando se realizan estudios especiales en los que se pueden indicar el período de tiempo transcurrido entre una toma y otra, por ejemplo cuando se realizan series gastrointestinales. Los números de plomo pueden utilizarse para marcar la fecha o días transcurridos entre un estudio y otro, como por ejemplo en el seguimiento de casos

de fracturas o aparición de fluido en tórax, en donde se toman estudios subsecuentes para la observación de la evolución del caso. (2, 6, 9, 10, 11, 15, 17, 19, 21, 24, 25).

EQUIPO AUXILIAR EN RADIOLOGIA

Placas reforzadoras

También llamadas pantallas intensificadoras, son utilizadas para reducir el tiempo de exposición eliminando así los efectos del movimiento involuntario obteniéndose una imagen con buen detalle y nitidez, estas pantallas se encuentran en contacto con la película radiográfica, una arriba y otra abajo, como un sandwich. La luz producida por los rayos X es absorbida por la pantalla y emitida hacia la película. Sólo cerca de un 5% de los rayos X producidos entran en contacto con la película para formar la imagen y cerca del 95% de esta imagen es producida por la luz visible en el espectro azul, el cual es originado por la interacción de los rayos X con los cristales fluorescentes que contienen las placas, las placas intensificadoras incrementan el contraste radiográfico y en consecuencia aumentan el detalle.

Las pantallas o placas intensificadoras son montadas en pares dentro del chasis están hechas de cuatro componentes:

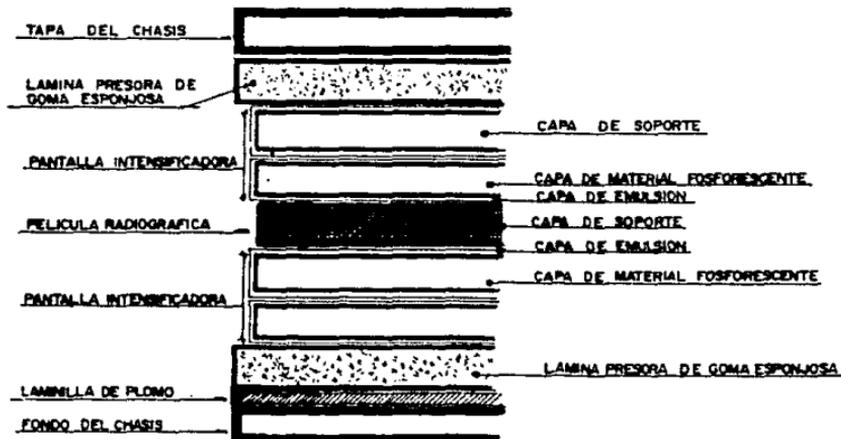
- 1.- Un respaldo de cartulina o plástico.

- 2.- Capas reflectoras, hechas de dióxido de titanio, el cual refleja la luz y activa la capa que se encuentra cerca de la película radiográfica.
- 3.- Una capa activa que emite luz fluorescente hecha de tungstato de calcio o material hecho de tierras raras, el cual produce fluorescencia, cuando la película es expuesta a la acción de los rayos X.
- 4.- Un revestimiento o plástico que reduce la estática eléctrica y provee de una cubierta protectora que puede ser limpiada, siendo esto de vital importancia para obtener radiografías con buen detalle, Ver figura 17.

Tipo de películas

Hay diferentes tipos de películas disponibles para el médico radiólogo, el tipo de película es decidido por la velocidad para la impresión de la imagen y el detalle deseado. La película utilizada en radiología consiste en una emulsión gelatinosa de cristales o gránulos de bromuro de plata que recubre por ambos lados una película de acetato, los cristales son sensitivos a los rayos X, en las películas de impresión rápida los cristales son más grandes, pero hay pérdidas en los detalles. Pueden emplearse placas sin ayuda de placas reforzadoras y son utilizadas en radiografías de cavidad nasal y en radiografías de extremos de los huesos, pero se necesita

FIGURA N. 17



DISPOSICION DE LAS PANTALLAS REFORZADORAS Y DE LA PELICULA RADIOGRAFICA EN EL CHASIS (EL ORDEN DE --- COLOCACION CORRESPONDE AL DE LA INCIDENCIA DE LOS-RAYOS)

(TOMADO DE CLINICAL TEXTBOOK FOR VETERINARY TECHNICIANS, DENNIS Mc. CURNIN
W. B. SAUNDERS Co. 1975)

de un tiempo de exposición más largo, necesario para obtener una densidad correcta.

Conos o Diafragmas

Controlando el área que va a ser examinada, no sólo se protege al paciente de recibir una exposición innecesaria, también se reduce las radiaciones dispersas y se protege al operador, el control de ésta área se hace por medio de un cono o diafragma también llamado colimador. El colimador se encuentra colocado en la salida del rayo primario y puede cerrarse o abrirse dependiendo del tamaño del área a estudiar. Los aparatos de rayos X cuentan con una luz guía, la cual aumenta o disminuye de tamaño dependiendo del área a estudiar y tiene dimensiones similares a la del haz de rayos X, ésto ayuda en la colocación correcta del paciente.

Rejillas o Filtros

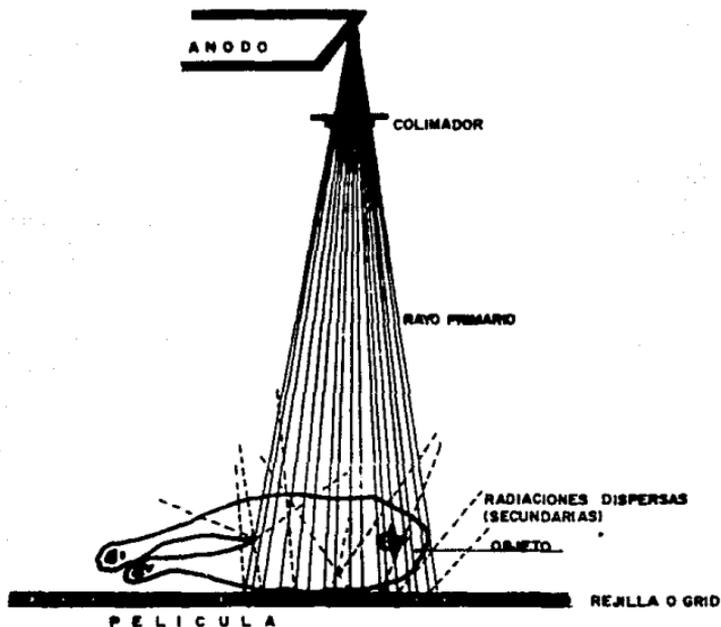
Junto con el colimador otro equipo utilizado son las rejillas o filtros, que son una especie de delgadas tiras de material radiolúcido y radiopaco, el material radiodenso está hecho comunmente de plomo y el material radiolúcido de plástico colocadas bajo el chasis y su función es la de filtrar las radiaciones residuales (secundarias).

Estas radiaciones son producidas cuando el rayo primario choca con el objeto de examinar y los rayos X se dispersan en todas direcciones causando una radiación secundaria. La consecuencia principal es que la radiografía aparece llena de manchas reduciéndose su claridad y su contraste, ésto se evita empleando el colimador y las rejillas, el primero para circunscribir el área de estudio, las rejillas para evitar los efectos de las radiaciones secundarias en la placa radiográfica. Ver figura 18.

Negatoscopio

Para poder examinar las placas radiográficas convenientemente es necesario la adquisición de un negatoscopio, éste ha de poseer manantiales de luz que iluminen de manera uniforme su superficie, y deben tener una resistencia en la conducción de la fuente de energía de las lámparas que permita graduar el esplendor de la superficie de observación, así las imágenes muy oscuras se examinarán con la máxima claridad que se puede obtener en el negatoscopio y las más claras con una iluminación reducida.

Un negatoscopio en buenas condiciones debe poseer marcos con los cuales pueda cubrirse el espacio libre entre los bordes de la imagen y los límites de la superficie de iluminación, de no ser así, el deslumbramiento es inevitable,

FIGURA N.º 18

EL USO DEL COLIMADOR AYUDA A CONTROLAR Y RESTRINGIR AL HAZ PRIMARIO DE RAYOS "X"; LA REJILLA O GRID CONTROLAN EL NUMERO DE RADIACIONES DISPERSAS PROVOCADAS POR EL REBOTE DE LAS PARTICULAS QUE PROVIENEN DEL RAYO - PRIMARIO, ESTOS DOS EQUIPOS AYUDAN A OBTENER MEJORES IMAGENES RADIOGRAFICAS PARA DIAGNOSTICO Y SE PROTEGE, TANTO AL PERSONAL COMO AL ANIMAL - DE UNA SOBREENFOSION A LA RADIACION.

(TOMADO DE JAMES W. TIGER, RADIOGRAPHIC TECHNIQUE IN SMALL ANIMAL PRACTICE - W.B. SAUNDERS Co. 1975).

lo que perjudica en mucho la observación, para estudios detallados de una zona de interés deben tenerse marcos corredizos, tapando la parte de la imagen que no interesa a fin de que la atención del observador pueda concentrarse sobre el campo visual limitado, en especial cuando son zonas muy opacas que requieren el empleo de la máxima iluminación para poder distinguir las particularidades que nos interesan.

Deben ser de un tamaño 40 x 40, pues es frecuente examinar series radiográficas, también se consideran indispensables el empleo de una lupa o lente de aumento para una mejor observación de detalles muy delicados.

Para sacar el máximo partido a los negoscopios deber tenerse cuidado de la posición que éstos ocupen en la habitación, no debe colocarse cerca de las ventanas en donde la incidencia de la luz brillante sea patente ni cerca de superficies que reflejan la luz, ya que pueden anularlo por completo, basta el simple reflejo de las batas de las personas que examinan la placa para perjudicar la observación de detalles.

Un punto importante pero muy desestimado es la forma en que deben de colocarse las radiografías para un examen, si bien es cierto que una lesión puede verse tanto si la radio-

grafía está colocada en su posición correcta como invertida, el invertir puede ocasionar errores en cuanto a la localización exacta de la anormalidad, especialmente si es examinado con prisas y sin fijarse en este pequeño detalle, tampoco podría compararse satisfactoriamente con vistas de una misma estructura si una radiografía se encuentra invertida.

Quizá la razón más importante es que si adoptamos un sistema constante de colocar las radiografías, nos ayudará a familiarizarnos con la anatomía radiológica normal de las distintas regiones del cuerpo animal, siendo más fácil memorizarlas y así se reconocerán más rápidamente anormalidades en cualquier área de una radiografía a estudiar.

Como recomendación, en todas las vistas laterales la parte craneal de la estructura debe colocarse a el lado izquierdo del observador y en todas las vistas dorsoventrales o ventrodorsales el lado izquierdo del animal debe colocarse al lado derecho del observador. (2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 23, 24, 25).

INTRODUCCION AL ANALISIS RADIOLOGICO

Análisis Radiológico

En nuestra profesión, el médico veterinario es en la mayoría de los casos radiógrafo y radiólogo, como radiógrafo de obtener radiografías de óptima calidad, repitiendo un estudio cuantas veces sea necesario para obtener y calificar su trabajo con un criterio rígido. Como radiólogo debe convertirse en hábil observador, distinguir entre los estados patológicos y los factores radiográficos susceptibles de influir en la interpretación radiográfica y juzgar críticamente la calidad de las radiografías, desechando aquellas que sean malas y aceptando sugerencias que le eviten cometer errores.

La Radiología está basada en la propiedad de los rayos X de su facilidad para penetrar la materia y el diagnóstico radiográfico en el análisis de contrastes entre la densidad de las estructuras y las estructuras adyacentes; una radiografía es un "sombragrama" de una estructura debido a los diferentes grados de absorción de rayos X, la densidad física y el número atómico del área a estudiar, la imagen será registrada y grabada en una película fotográfica. Por todo lo anterior, al ver una radiografía nos encontramos con una imagen formada por sombras blancas, grises y negras en distintas tonalidades que van a representar una estructura,

el examen radiográfico no se basa entonces en memorizar una serie de características, sino a una cuidadosa observación de la misma.

Como la radiografía es un conjunto de sombras y éstas representan las densidades de diversas capas de tejido que son atravesadas por el haz de rayos X hay que pensar precisamente en capas cuando se analiza una radiografía. Debemos recordar que una radiografía es una representación bidimensional de una estructura tridimensional, la representación bidimensional es el efecto de la sumación o sustracción de sombras, pues las estructuras están en diferentes planos y aparecen sobrepuestos. (1, 4, 7, 8, 9, 11, 13, 17, 20).

Sumación y sustracción de sombras

La teoría de la sumación de sombras de Frank afirma que no es posible reproducir todos los cuerpos o extremidades individuales de una multitud o colectividad atravezada por los rayos X, pues los cuerpos están representados radiográficamente como una sombra en común; por ejemplo, en las radiografías de hueso a menudo se obtienen imágenes de gran nitidez, pero este dibujo tan nítido no corresponde a las trabéculas reales sino a la suma de las trabéculas y este conjunto (sombra) representa la imagen que vemos.

Al penetrar los rayos X en el cuerpo animal tendrán que pasar por capas que representan las distintas estructuras; piel, grasa, músculos, hueso, agua y aire. En la imagen radiográfica unos tendrán más claridad que otros, en general los que están más cerca de la película queda mejor delineados que otros, algunos de los cuales serán apenas perceptibles a la vista, lo que nunca ocurrirá será que aparezcan sombras que no pertenezcan a la estructura a estudiar si esta es normal.

En resumen, debe pensarse que hay estructuras en diferentes planos y darán como resultado sombras que aparecerán unas más claras que otras y ésto se debe a que el haz de rayos X se proyecta en un sólo plano, por lo que es importante conocer las posiciones en que pueden ser colocado el paciente y las proyecciones radiográficas posibles, tratando de evitar con ésto una sobreposición de estructuras que impide una buena apreciación de la estructura de interés.

La sustracción de sombras es opuesta a la sumación y se entiende como el hecho de que la absorción de rayos que es intensa en un objeto relativamente denso puede compensarse e incluso sobrecompensarse por la absorción débil de un objeto relativamente transparente a los rayos X; por ejemplo, si se examina el torax. la aorta aparece como una banda sombreada en forma de arco con una densidad uniforme, pero

en el área que cruza con la tráquea se interrumpe esa banda, observándose menos patente, el exceso de absorción de la aorta se compensa con la escasa absorción del aire que llena la tráquea.

Uniendo estos dos conceptos al analizar una placa radiográfica no debemos olvidar jamás que lo que se nos ofrece es un diagrama de las densidades del cuerpo que han sido atravesados con los rayos X. En la placa radiográfica sólo son susceptibles de diferenciación las partes del objeto que presentan discrepancias de densidad en relación con las partes vecinas. Esta regla fundamental se demuestra cuando se observan cuerpos extraños en el cuerpo animal, una astilla de madera o espina de pescado que se encuentra en el esófago es muy difícil de apreciar en la placa radiográfica, sobre todo si no cuenta con disponibilidad de materiales de contraste, pero se puede poner de manifiesto la anormalidad por conjeturas, deduciendo indirectamente la presencia de un cuerpo extraño, por aumento en la densidad de los tejidos adyacentes al área donde se encuentra éste. Por lo tanto un resultado negativo en la búsqueda con rayos X nunca debe conducir directamente a conclusiones contundentes. (2, 10, 12, 13, 22, 24).

Pensando en tres dimensiones

Dado que la radiografía es una representación en

dos planos de un objeto tridimensional, la imagen radiográfica de un objeto de su orientación con respecto al rayo primario, en algunas instancias la imagen radiográfica puede asemejarse al objeto, al grado de no poder ser identificado. Por lo tanto la posición en que se coloque el paciente es importante, otro resultado de la imagen bidimensional es la pérdida de la percepción de la profundidad, para evaluar la profundidad radiográficamente, es necesario tomar dos radiografías del objeto y pensar en tres dimensiones.

Las placas deben tomarse o pedirse de tal forma que formen un ángulo recto una imagen con la otra (90°). Si bien hay lesiones que pueden ser apreciadas con una sola placa radiográfica, por regla deben realizarse dos estudios radiográficos teniendo siempre abierta la posibilidad de obtener proyecciones oblicuas si se considera necesario; al analizar las placas deben juntarse ambas imágenes mentalmente para reconstruir la imagen tridimensional, el diagnóstico se basa en el punto de vista de que ya sea funcional o morfológicamente, los tejidos y órganos que componen el cuerpo animal puede ser estudiados "in situ" y el estado de las estructuras pueden ser expresado correctamente en términos a su densidad relativa de los rayos X, si se presenta una densidad aumentada o disminuida hay desplazamiento de la imagen ó una interrupción ó variación en su perfil ó en su organización íntima estaremos hablando de anormalidades, por ello es necesario el estudio

ESTOY DESDE AHORA EN
SALA DE LA BIBLIOTECA

de la anatomía normal. (2, 8, 9, 10, 12, 15, 23, 24, 25).

Anatomía Radiológica normal

El conocimiento de la anatomía normal de las diferentes especies animales ayuda en el desarrollo de una visión mental de la anatomía radiológica normal, pero tal conocimiento no es garantía de que se vaya a familiarizarse inmediatamente con la imagen radiográfica.

Quizá el que observe por primera vez una radiografía no le parecerá más que una imagen abstracta, con zonas blancas, grises y negras y nos dará la importancia diagnóstica debida, en clínica de pequeñas especies este desconocimiento implica cerrar el campo al conocimiento y disminuir las posibilidades de llegar a un diagnóstico preciso. Si la radiografía no es más que una imagen bidimensional entonces sólo es posible observar:

- 1.- El contorno del órgano o estructura delineada, contorno que es probable se deforme en función a la proyección radiográfica o colocación del paciente.
- 2.- La estructura interna del órgano en cuestión, como por ejemplo en la radiografía de hueso,

podemos observar el perfil de la cavidad medular.

- 3.- Las variantes de densidad de la región examinada depende directamente de su constitución física (densidad) y el número atómico de cada estructura.

El poder familiarizarse con estas características sólo es posible en base a examinar un gran número de radiografías por lo que es recomendable estudiar algunos tratados de anatomía radiológica ó confeccionar un atlas propio.

Punto importante que no debe olvidarse es el que la anatomía radiográfica no difiere tan sólo en función de la especie sino incluso con la raza, la edad y el sexo. Pasemos entonces a una breve descripción de la anatomía normal radiológica en el perro y el gato. (1, 7, 9, 15, 18, 21, 24, 25)

EL TORAX

El aire que tienen los pulmones provee de un buen contraste natural para la observación de las estructuras intra-torácicas, para su estudio deben tomarse dos proyecciones, una lateral y otra dorsoventral (DV) o ventrodorsal (VD).

Vista lateral.- El esternón debe estar al mismo nivel de la columna vertebral, pues debe evitarse la rotación del

mismo. El rayo central debe apuntar hacia el corazón a nivel del quinto espacio intercostal, en cualquier toma de tórax. El decúbito lateral derecho es preferido al del lado izquierdo, porque el ligamento frenicopericardial inhibe los movimientos naturales del ápice cardíaco, la colocación del paciente en cuadripedestación es utilizada cuando se sospecha de presencia de fluido pleural.

Vista Ventrodorsal o Dorsoventral.- La proyección dorsoventral es preferida a la ventrodorsal, pues esta última provocan desplazamiento cardíaco y deformaciones en su contorno, el animal descansa sobre su esternón, el rayo es colocado a nivel de la sexta costilla.

Las radiografías de tórax debe tomarse al final de la inspiración, pues en radiografías tomadas en expiración los campos pulmonares aparecen más densos y la mayor parte del detalle en la vasculatura pulmonar se pierde. El rayo debe abarcar 2 cm. craneal a la primera costilla y en la porción caudal de la primera vértebra lumbar, en razas muy grandes como el San Bernardo ó el Gran Danés se utilizan dos placas de la misma proyección, por ejemplo en una vista lateral, se toma una placa de la región torácica craneal y otra del área caudal para abarcar toda el área torácica.

TORAX OSEO: REGION VERTEBRAL, TORACICA Y ESTERNAL

Las vértebras torácicas son uniformes en cuanto a tamaño y similares entre sí, los procesos espinosos tienen una inclinación que aumenta marcadamente siendo las de las tres últimas pequeñas y comparativamente insignificantes, los espacios intervertebrales forman un ángulo recto con respecto al conjunto de la columna a pesar de ello en las vistas laterales son cubiertas por la cabeza de las costillas, la articulación con las costillas son mejor apreciadas en las tomas ventrodorsales, mientras que las articulaciones intervertebrales se registran mejor en las vistas laterales. En esta región puede variar el número de vertebras existentes, siendo lo más común la aparición de una XIV rudimentaria.

Costillas. La exacta identificación de una costilla requiere la comparación de dos radiografías a 90° una vista con respecto a la otra y una cuidadosa numeración dado que las costillas emergen de la cara craneal de cada vértebra torácica. La cabeza articular y el cuello sólo pueden visualizarse en las proyecciones ventrodorsales, los cuerpos costales se extienden uniformemente hacia abajo hasta la unión costocondral continuándose hasta el esternón por el cartilago más estrecho. Con la edad estos cartílagos sufren una calcificación progresiva, provocando a menudo una imagen de densidad irregular.

Esterón. En las proyecciones dorsoventrales correctas el esternón es apenas perceptible, siendo la proyección lateral (con los miembros torácicos del animal hacia adelante y dirigidos hacia arriba) el único método satisfactorio para evidenciarlo. En esta proyección el esternón aparece como una cadena de 8 pequeños huesos, siendo corriente encontrar un cierto desplazamiento de los dos o tres últimos.

ORGANOS RESPIRATORIOS

Laringe.- Se utilizan proyecciones lateral y ventrodorsal; en las proyecciones laterales, la laringe se identifica caudal y ventral al ángulo de la mandíbula, pueden observarse sus componentes cartilagosos e incluso partes del hioides, se observan la epiglotis, el cartílago tiroideo, cartilago cricoides, la porción dorsal de los cartílagos aritenoides, el tejido blando retrolaríngeo y los ventrículos laterales de la laringe, aunque si la técnica no es buena el hioides no se observará ó se verá como un cuerpo denso, las proyecciones dorsoventrales son de poco valor, ya que la laringe queda cubierta por las vertebra cervicales.

Tráquea.- Proyecciones radiográficas, lateral y ventrodorsal cuando se estudia la región cervical, proyecciones lateral ventrodorsal ó dorsoventral en placas de tórax, si se sospecha de colapso de tráquea proyecciones laterales en inspiración

y expiración. La tráquea es visible gracias al aire que contiene, en las proyecciones ventrodorsales puede aparecer parcialmente cubierta por las vértebras cervicales y primeras torácicas curvándose hacia abajo, hasta el corazón, para terminar bifurcándose y puede aparecer en algunas radiografías como una mancha oscura casi circular a nivel de 5o. espacio intercostal dorsal a la base de corazón.

Arbol Bronquial.- En su bifurcación, la tráquea se divide en dos bronquios principales destinados respectivamente a cada pulmón, los cuales reciben bronquios lobulares; craneal, medio y caudal y sólo en el lado derecho una rama más para el lóbulo accesorio. Las ramas bronquiales son identificables gracias a el aire que contienen, el radiologo debe estar familiarizado con la anatomía de esta región y deberá contar con dos proyecciones radiográficas de esta zona, los bronquios segmentales son difíciles de identificar pues se confunden con los vasos sanguíneos pulmonares.

Pulmones.- La división entre los distintos lóbulos del pulmón no se aprecia radiológicamente en el pulmón normal, el parenquima pulmonar es casi imperceptible radiológicamente, así que cualquier área pulmonar que presente un aumento en su densidad debe examinarse cuidadosamente, combinándose las proyecciones dorsoventral y lateral.

Vasos Pulmonares.- Las arterias y venas pulmonares no se pueden distinguir comunmente en una placa radiográfica lateral, aunque algunas veces la arteria pulmonar izquierda corre dorsal a el tronco principal del bronquio izquierdo, sobre el atrio izquierdo y generalmente puede ser distinguido por su sombra que contrasta con las otras estructuras. La arteria y vena pulmonar derecha y la vena pulmonar izquierda forman una masa densa distinguible entre la arteria aorta y la vena cava caudal.

En la proyección dorsoventral se puede distinguir el tronco pulmonar formado por la arteria pulmonar que corre dorsal al lado izquierdo, craneal a la base del corazón, la arteria pulmonar da forma al cono pulmonar formado por la bifurcación existente entre las arterias pulmonares derecha e izquierda sobre la base del corazón. La sombra de la arteria pulmonar izquierda emerge de la sombra cardiaca craneal al apice; la arteria pulmonar derecha emerge de la porción media de la sombra del ventriculo derecho.

SISTEMA CARDIOVASCULAR

La investigación detallada del sistema cardiovascular se hace con medios de contraste y un aparato de rayos X muy especializado, por lo que en la práctica veterinaria diaria es muy raro su empleo y por ello a menudo no se le dá la debida

importancia a la radiografía simple en el examen de corazón, a pesar de que es de considerable valor.

La correcta colocación del paciente es de suma importancia para el estudio de corazón. Las posiciones ventrodorsales provocan su desplazamiento y deformación de su contorno, las dorsoventrales da imágenes más correctas y son las de elección pero se debe ser cuidadoso en la inclinación del tórax, ya que puede dar una distorsión en el perfil cardiaco y la falsa impresión de un aumento de tamaño de éste.

El mayor problema de una radiografía simple de corazón es que se intenta la visualización de un órgano relativamente grande en tres dimensiones y que además posee una complicada estructura interna, debemos recordar que sólo observamos en una imagen radiográfica su silueta, tamaño y posición. Una cuestión que debe aclararse, en el caso del perro y el gato, es que la denominación de aurículas y ventrículos en derecho e izquierdo es subjetivo, pues las cavidades derechas se encuentran situadas más lateralmente hacia adelante y las izquierdas más hacia atrás.

CORAZON Proyección Lateral

a.- Ventrículo izquierdo - El borde caudal del corazón está formado por el ventrículo izquierdo, la curva del

ápice - cardiaco es también parte de la sombra ventricular izquierda.

b.- Ventrículo derecho - El ventrículo derecho forma la curva del borde craneal de la sombra cardiaca.

c.- Atrio izquierdo - Esta cámara forma la porción caudodorsal de la silueta cardiaca y está en confluencia con las sombras de la vena cava caudal y la vasculatura pulmonar ventral de la bifurcación bronquial (carina).

d.- Vena cava caudal- La vena cava caudal se encuentra en la mitad de la porción caudal de el tórax, es usualmente uniforme en su ancho y corre paralela a la espina.

e.- Aorta - La aorta emerge del borde craneodorsal de la base del corazón, tiene una porción que corre cranealmente y otra caudal, que corre caudalmente a través del dorso del tórax.

CORAZON Proyección Dorsoventral

a.- Atrio Izquierdo - No se aprecia en esta vista, pero puede ser situado por arriba del ventrículo izquierdo inmediatamente entre el tronco bronquial.

b.- Atrio derecho - El atrio derecho forma la porción más craneal del lado derecho de corazón, utilizando una analogía de la cara de un reloj quedaría a las diez en punto, y generalmente es imposible ubicar donde empieza ventrículo derecho y donde acaba al atrio derecho.

c.- Ventrículo derecho - El borde ventricular derecho corre por el lado derecho de corazón de la silueta cardiaca aproximadamente a nivel de la tercera o cuarta costilla, en un arco que se une al ápice, terminando justo a la derecha de la espina, en una posición entre las ocho y las nueve en punto, análogamente a la cara de un reloj.

d.- Ventrículo izquierdo - La sombra del ventrículo izquierdo es localizada en donde se encuentra el ápice, corre sobre el mediastino craneal, en una zona comprendida entre el tercer y cuarto espacio intercostal, entre las 3 y las 5 análogamente a la cara de un reloj.
(Para una mejor comprensión de lo descrito anteriormente ver el esquema anexo).

ORGANOS DIGESTIVOS

Esófago - Para un estudio radiográfico de esófago se recurre normalmente a las proyecciones laterales de la región del cuello y del tórax, en otros planos hay sobreposición de otras estructuras más densas.

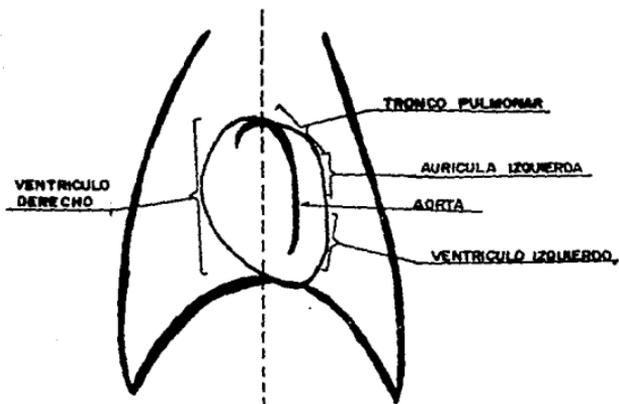


DIAGRAMA DE UNA RADIOGRAFIA VENTRODORSAL DEL PERRO

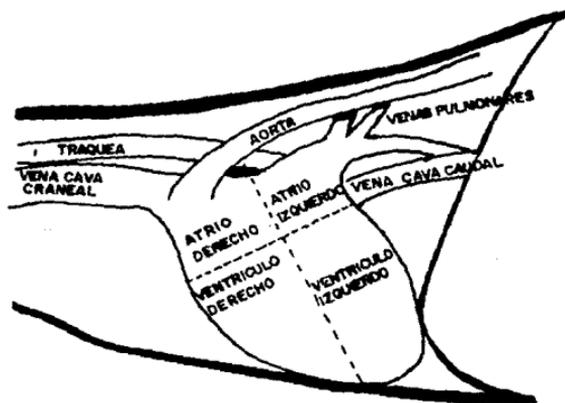


DIAGRAMA DE UNA RADIOGRAFIA LATERAL DEL TORAX DEL PERRO

La región cervical de la pared esofágica resulta indistinguible del resto de los tejidos blandos que la circundan pero el lumen de éste órgano puede distinguirse debido a la presencia de una pequeña columna de gas, que hace contraste con los tejidos circundantes. Por el contrario, en el interior del tórax es muy raro que el esófago se haga perceptible, en las proyecciones torácicas laterales el esófago se sitúa dorsal a la tráquea, contrastado con ella a la entrada del tórax, a medida que avanza hacia atrás, se sobrepone por completo a ella y alcanza la base del corazón por debajo de los grandes vasos, mientras que en la mitad caudal del tórax se sitúa inmediatamente por encima de la vena cava caudal. (1, 8, 9, 10, 11, 15, 21, 24, 25).

ANATOMIA RADIOLOGICA NORMAL DEL ABDOMEN

La visualización de los órganos abdominales, depende de factores independientes y su relación entre éstos:

- 1.- Diferencia de densidad entre un órgano y otro.
- 2.- La cantidad de grasa presente en el abdomen; pacientes emaciados o muy jóvenes tienen muy poca cantidad de grasa abdominal y mostrarán muy poco contraste.
- 3.- El contenido dentro de los órganos abdominales hará variar su densidad, aire o gas en el estómago pueden

delinear este órgano, así como las heces fecales pueden delinear el colón.

Para demostrar detalladamente los órganos abdominales se deben de utilizar medios de contraste, las proyecciones radiográficas utilizadas en el estudio de la cavidad abdominal son: lateral izquierda y derecha y ventrodorsal preferentemente, la vista dorsoventral no es muy utilizada ya que tiende a comprimir las vísceras y causa un desplazamiento irregular de éstas, las proyecciones en cuadripedestación son empleadas especialmente si se sospecha de fluido peritoneal, en las vistas laterales el esternón debe estar al mismo nivel de la columna lumbar, la exposición debe ser hecha durante la pausa expiratoria.

Los órganos que pueden ser identificados en radiografías simples de abdomen en caninos y felinos son:

- | | |
|--------------|---------------------------------|
| 1.- Hígado | 6.- Yeyuno e Ileón |
| 2.- Bazo | 7.- Ciego (sólo en caninos) |
| 3.- Riñones | 8.- Colon |
| 4.- Estómago | 9.- Vejiga urinaria |
| 5.- Duodeno | 10.- Próstata (sólo en caninos) |

Los órganos que no pueden ser identificados en radio-

grafías simples de abdomen en caninos y felinos son:

- | | |
|-------------------------|--------------|
| 1.- Páncreas | 5.- Ovarios |
| 2.- Glándulas adrenales | 6.- Utero |
| 3.- Vesícula biliar | 7.- Uréteres |
| 4.- Linfonodos | 8.- Uretra |

Los límites de la cavidad abdominal que se registran radiográficamente son: límite craneal, el diafragma, lateral y ventralmente los músculos abdominales y dorsalmente las vertebras y músculos lumbares y caudalmente la apertura craneal de la pélvis. Las radiografías abdominales ventrodorsales pueden registrar una imagen particularmente densa del pene y los testículos, éstos últimos más situados en la región perineal que en la abdominal, que pueden provocar confusiones de no identificarlos adecuadamente.

CAVIDAD ABDOMINAL

REGION LUMBAR

Es esencial comprobar que el eje longitudinal de la columna vertebral se encuentra paralelo con la placa en el momento de efectuar la toma. Las vértebras lumbares presentan pocas diferencias entre sí siendo relativamente fácil poner de manifiesto sus características anatómicas, sin embargo

y dado que la radiografía de esta región requiere una considerable exposición frecuentemente las apófisis espinosas y transversales sufren sobre-exposición y en consecuencia son sobre penetradas y pobremente visualizada y es frecuente observar la fusión del sacro, en el gato debe recordarse que sus vértebras lumbares son más largas y estrechas que las del perro.

Entremos ahora a la descripción de la imagen radiográfica de los órganos abdominales y sus estudios especiales, brevemente descritos.

ORGANOS DIGESTIVOS

Hígado.- Su posición se reconoce por la existencia de una área de densidad muy considerable, aunque rara vez marque su perfil.

En las proyecciones laterales el hígado ocupa un área triangular entre la pared del diafragma y la parte ventral del abdomen, el ápice de un lóbulo o lóbulos hepáticos generalmente pueden sobresalir por detrás de la última costilla. En las proyecciones ventrodorsales el hígado aparece como un área densa que ocupa casi la totalidad de la concavidad diafragmática, los lóbulos del lado derecho son visualizados mejor que los del lado izquierdo debido a la sobreposición

del estómago sobre éstos últimos. El hígado debe ser homogéneo en su densidad, teniendo una densidad de tejido blando.

La colecistografía es de poco valor diagnóstico si se trata de estudiar al hígado pero muy útil para delimitar la vesícula biliar, la cual se observará mejor en las proyecciones laterales y se le sitúa en el ángulo anterior-ventral hepático, en la vista ventrodorsal la vesícula biliar se localiza cerca de la línea media, aunque no será tan fácil su estudio detallado debido a que hay superposición de tejidos densos.

Estomago.- El aspecto radiológico varía considerablemente en función del grado de distensión que sufre el órgano y la posición en que es colocado el animal, por lo que no es posible realizar una generalización, sin embargo, generalmente existe una acumulación de aire en la región del fondo gástrico, lo cual permite identificarlo a la izquierda de la línea media a nivel de la última o dos últimas costillas.

En las proyecciones laterales el hígado interviene en la observación del órgano, generalmente lo único que puede observarse es la sombra de los gases situadas justo por debajo y detrás del hígado y un área redondeada, relativamente densa, correspondiente a la región pilórica, situado por debajo del área gaseosa antes citada, en algunos gatos y en muchos

perros el piloro se encuentra situado a la derecha de la línea media aproximadamente a un tercio de distancia entre la espina y la pared abdominal derecha en la proyección ventrodorsal.

La administración de un medio de contraste como el sulfato de bario es de gran ayuda para la visualización de éste órgano, su aspecto varía con la cantidad de medio de contraste ingerido, la posición del paciente y el momento en que se realiza la radiografía, tras la ingestión del agente de contraste, podemos entonces observar tres regiones distintas:

- a) El área fúndica, que es la de mayor tamaño, situado a la izquierda de la línea media.
- b) La curvatura menor del estómago, se ve como una región comprimida pequeña.
- c) La región pilórica, de forma elongada, puede observarse en curvatura en dirección al duodeno al que se une a nivel de las últimas costillas, se identifica por la formación de un cierto estrechamiento del mismo.

Cuando se utilizan proyecciones laterales se produce un cierto acortamiento de la imagen gástrica, situada dorsal-

mente, viéndose como la imagen de pera invertida, en tanto que el área pilórica se ve como una región más o menos circular por debajo de aquella.

Bazo.- Varía considerablemente de tamaño y no puede apreciarse en radiografías cuando es pequeño, en la proyección lateral derecha el bazo aparece como un área muy pequeña, estrecha y rómbica caudal al hígado; en la proyección ventrodorsal aparece su extremo izquierdo como una sombra triangular cercana a las costillas izquierdas, entre la onceava y doceava costilla, su otro extremo rara vez se localiza ya que su sombra se funde con los músculos lumbares y la columna vertebral que son más densos, su imagen radiológica es como un órgano denso, uniforme y homogéneo con densidad de tejido blando.

Intestino delgado.- Para su observación se utilizan las proyecciones radiográficas ventrodorsal (y/o dorsoventral) y lateral izquierda (y/o derecha). Es esencial la utilización de una película radiográfica del tamaño adecuado, el suficiente como para observar toda la cavidad abdominal, las regiones del intestino sólo son observables radiológicamente con la ayuda de medios de contraste delimitando así su perfil, lo que a continuación se describe con las observaciones utilizando sulfato de bario como medio de contraste.

El duodeno se identifica porque tiene una posición

más o menos fija en la cavidad abdominal, en las proyecciones ventrodorsales se observa partiendo del píloro curvandose hacia atrás siguiendo la pared abdominal derecha, realiza un giro semicircular formando un asa y se dirige hacia la parte caudal de la región abdominal media. En las proyecciones laterales, por el contrario, su posición es más característica pero identificable siguiendo la columna vertebral a partir del píloro.

En las radiografías de intestino delgado en el gato se observa como si estuviera segmentado, y esto se debe a los movimientos peristálticos del intestino del gato.

El resto de las estructuras del intestino delgado, yeyuno e íleon forman una serie de asas sobrepuestas que ocupan la parte central del abdomen y pueden ser desplazadas por otros órganos como la vejiga urinaria o el útero grávido por mencionar algunos.

Los procedimientos radiográficos especiales son las llamadas series gastrointestinales, debiendo recordar que el tracto gastrointestinal es un sistema orgánico extremadamente dinámico y que una radiografía es sólo una imagen estática que representa sólo una fracción de segundos en su constante actividad, por ello se hacen series de radiografías para captar en una placa alguna lesión o trastorno en su

actividad.

Intestino grueso

El intestino grueso normalmente contiene materias fecales que facilitan su visualidad en radiografías simples, pero para estudios más detallados es necesario eliminar esta materia, las proyecciones radiográficas son: laterales y ventrodorsal, las vistas oblicuas son utilizadas en estudios con medio de contraste en colon y entre los estudios especiales está el enema de bario.

Radiográficamente se distingue el colon ascendente, transverso y descendente con sus flexuras derecha e izquierda. El ciego del canino es largo, tiene una unión definida con el colon en el área cecocólica mientras que la porción del ciego en el gato es pequeña, de forma cónica y está pobremente marcada la bolsa ciega.

En las proyecciones ventrodorsales el intestino grueso presenta forma de cayado, hacia el lado izquierdo del abdomen, el ciego tiene una posición constante en el abdomen, aunque su identificación es bastante difícil sin medios de contraste (aire o bario).

ORGANOS DEL SISTEMA URINARIO

Riñones.- Estos órganos se ven claramente en las proyecciones lateral derecha y en la proyección ventrodorsal, se usan procedimientos especiales como pneumoperitoneografía y la urología excretora. En el plano lateral es muy probable que haya una considerable sobreposición de ambos riñones, normalmente el riñón derecho se sitúa a una corta distancia de la columna vertebral, con un extremo craneal tocando la X costilla, la posición del riñón izquierdo es más variable pero por lo general está en posición ventrocaudal con respecto al derecho, en la proyección ventrodorsal se soluciona el problema de la sobreposición renal, pero debemos recordar otros tejidos como los músculos lumbares y el hígado que interfiere en su visualización, en determinados casos es útil determinar el tamaño de los riñones lo cual no es fácil ni exacto pero sirve como referencia que en el perro es de 2.5 a 3.5 veces más largo que la segunda vertebra lumbar y en el gato es de 2.4 veces a 3.0 más largo que su segunda vertebra lumbar, cuando se observan en una proyección lateral.

Los riñones deben aparecer opacos uniformemente, lo que indicará un funcionamiento normal.

Técnicas especiales.- El pneumoperitoneo permitirá observar el perfil externo de los riñones y vejiga. la pielo-

grafía permite opacar la estructura renal especialmente a la pelvis renal, ambos riñones deben ser visualizados. La densidad del nefrograma es proporcional a la dosis de medio de contraste utilizado.

URETERES

No son identificables en una radiografía normal sólo utilizando un medio de contraste ambos pueden ser visualizados, deben de tener uniformidad en su diámetro, una disposición recta y no deben verse tortuosos a menos que haya comprensión en el área.

CAVIDAD PELVICA: REGION SACRA Y CAUDAL

El sacro forma un ángulo variable con las vertebrae lumbares por lo que sus proyecciones ventrodorsales dan una imagen acortada, a menos de que el foco primario se incline para compensar este efecto. Por ello, para radiografiar la articulación sacroiliaca es imprescindible la colocación meticulosa del animal. La existencia de heces fecales en el intestino puede oscurecer esta área, por lo que en determinadas circunstancias debe de limpiarse el área.

En las proyecciones laterales el ileon puede superponerse al sacro, pero aún así el perfil de éste sigue perfec-

tamente visible.

El sacro no presenta ninguna característica en especial. La articulación sacroiliaca normalmente pone de manifiesto una clara separación entre ambos huesos, aunque animales viejos puede darse la unión entre ellos, también puede existir la fusión, total o parcial con la última vertebra lumbar o primera coccígea sin que revista un significado clínico.

Para radiografiar la región caudal, ésta debe de extenderse todo cuando sea posible y usar una exposición muy reducida, recordando siempre que sólo la primera vértebra caudal posee canal neural.

APARATO UROGENITAL

Vejiga.- La vejiga vacía rara vez es observable en una radiografía pero es más fácilmente identificable si contiene cierta cantidad de orina dando la imagen de una bolsa ligeramente redondeada llegando a tomar el aspecto de una pera. Para observarla en su contorno vesical externo se recurre al pneumoperitoneo. Sin embargo, para un estudio detallado, de posición y alteración interna, lo que se realiza es la introducción de un agente de contraste o se combinan ambas técnicas para examinar simultáneamente su estructura interna y externa. El medio de contraste opaco sólo debe estar presente en la

vejiga urinaria. En la hembra, el ápice de la vejiga es normalmente más acentuado caudalmente que en el macho debido a sus órganos reproductores.

Uretra.- Normalmente la uretra no se visualiza en las radiografías simples pero el hueso del pene en el perro señala su parte caudal.

Próstata.- Es muy dudoso que se pueda visualizar la próstata en las radiografías, a menos que se encuentre aumentada de volumen.

Las proyecciones radiográficas para observar o localizar uretra y próstata son: proyección lateral de la parte caudal del abdomen, proyección ventrodorsal de la parte caudal del abdomen. Procedimientos especiales; uretrografía y uretrografía prostática. La uretra debe tener una imagen lisa en su contorno y con una anchura uniforme, en la porción prostática está levemente dilatada, también en la porción que pasa por el ítsmo uretral del macho puede estar ligeramente más estrecha que en el resto de la uretra.

ORGANOS GENITALES DE LA HEMBRA

Muy raras veces puede verse el tracto genital de la hembra en radiografías simples de abdomen, a menos que

exista gestación o que el útero esté ocupado por líquidos o gas, la principal razón clínica para un estudio radiográfico en este órgano es detectar dilataciones uterinas. En el caso de la perra y la gata el valor de la radiografía en el diagnóstico de gestación puede resumirse así:

Proyecciones radiográficas.- Lateral ventrodorsal.

- a) Durante la cuarta, quinta y sexta semanas puede detectarse un aumento de volumen uterino, pero es poco probable diferenciar gestación de otras posibles causas de distensión uterina.
- b) Durante la séptima semana la osificación de los huesos fetales se hace manifiesta, pero el diagnóstico en este período implica una técnica radiográfica perfecta.
- c) Durante la octava y novena semanas los fetos se visualizan perfectamente y no existe dificultad para establecer la existencia o ausencia de gestación. (1, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 19, 20, 24, 25).

SISTEMA OSEO

Las lesiones en el sistema óseo se reconocen con facilidad, debido a su densidad, en relación con los tejidos adyacentes. El esqueleto del animal se divide en esqueleto apendicular está formado por los huesos de la extremidades y el esqueleto axil o axial que comprende prácticamente los huesos restantes, están situados en la línea media del cuerpo como las vértebras y el cráneo ó se articulan con ellas, como las costillas. Lo más importante al observar una radiografía de hueso es recordar como está formado el hueso y sus partes que lo componen, así como tomar en consideración que el cartílago tiene una densidad similar a la de la grasa.

Cerca de un tercio del peso de un hueso consiste principalmente en colágeno y polisacáridos, llamados glucosaminoglicanos, dan elasticidad y resistencia a los huesos. Los otros dos tercios se deben a las sales inorgánicas (principalmente calcio y fósforo), depositados en la estructura orgánica. Estas sales que dan principalmente dureza y rigidez, son las opacas al paso de los rayos X.

EL HUESO DEL ANIMAL JOVEN

En el animal en crecimiento no sólo hay variación en el tamaño, sino también en la cantidad de calcio contenido

en éste y que puede registrarse radiográficamente. La mayoría de los huesos carpianos, tarsianos y las epífisis de los huesos largos al nacimiento son cartilagosos, tanto en el perro como en el gato por lo que el diagnóstico radiológico de las luxaciones congénitas y otras anomalías articulares durante las primeras semanas de vida son difíciles de realizar. A medida que parecen los centros de osificación, huesos y epífisis se van haciendo visibles a lo largo de los tres primeros meses extendiéndose rápidamente el proceso de osificación a través de las áreas cartilaginosas.

Las principales características del hueso juvenil que son factibles de observar radiográficamente son:

Epífisis.- Al nacimiento, en el perro y el gato, es cartilaginosa, sufriendo en los primeros meses de vida la progresiva calcificación, lo cual lo hace radiológicamente visible, cuando está completamente osificado, la epífisis presenta una periferia estrecha y sumamente densa y una estructura interna de trabéculas finas y casi longitudinales.

Línea epifisaria.- O llamada también placa de crecimiento y corresponde al área en la que se va produciendo el crecimiento longitudinal del hueso, radiográficamente se ve como una línea estrecha translúcida que ocupa todo el ancho del hueso, por lo que llega a confundirse con una línea de fractura.

Metáfisis.- Esta área corresponde al hueso poroso formado por la línea epifisiaria. Durante el período de crecimiento sufre una involución que supone el crecimiento de la caña del hueso y un remodelamiento de su forma, como consecuencia de este crecimiento en el cachorro se ve más ancho el borde epifisiario de la metáfisis que en el animal adulto, su visualización es pobre, ya que se encuentra poco osificado.

Cartilago Epifisiario.- Es el área en la cual termina el hueso esponjoso y en la que la epifisis es remodelada a medida que se produce el crecimiento óseo, transformándose en corteza ósea.

Diafisis.- Constituye la caña del hueso apreciándose claramente el hueso compacto, denso de su corteza y el perfil de la cavidad medular.

A pesar de la naturaleza inanimada del hueso no es un tejido estático pues es capaz no sólo de crecer también de responder a traumas y regenerarse, la radiografía permite la visualización de los cambios vitales que ocurren en el hueso, aunque las obtenidas son en un determinado momento y retratan la etapa de un proceso progresivo que sólo es observable por completo realizando estudios radiográficos seriados.

ARTICULACIONES

Uno de los principales objetivos de un estudio radiográfico en articulaciones es que debe verse la cavidad articular, el tamaño está relacionado con el ángulo de incidencia de los rayos X, desvirtuándose fácilmente si el rayo corre en dirección oblicua o a una mala posición del paciente en donde los huesos de la articulación están desituados uno del otro.

Normalmente en una radiografía simple es muy difícil de identificar los componentes normales de una articulación; cartílago articular, ligamentos y capsula articular. Desde el punto de vista radiológico por cavidad articular se entiende el espacio virtual existente entre las caras articulares de los huesos que forman una articulación dada, cavidad que se encuentra ocupada por los cartílagos. su tamaño depende de la región anatómica considerada.

El cartílago articular radiográficamente debe verse liso en su superficie y uniforme en su densidad, la cápsula articular debe estar intacta, excepto si se ha hecho punción, debe ser lisa y las estructuras intraarticulares deben ser identificables. Las proyecciones radiográficas son: Antero posterior, Posteroanterior y proyecciones mediolaterales, pueden ser de utilidad las proyecciones oblicuas. En estudios especia-

les realizados está la artrografía aunque raramente es realizada.

COLUMNA VERTEBRAL

En la toma de estudios radiográficos de la columna vertebral, debido a su movilidad y en especial en la región cervical la colocación adecuada del paciente es fundamental para obtener radiografías de calidad diagnóstica y se prefiere recurrir a la anestesia general para facilitar el manejo, debe de realizarse un estudio detallado de cada vertebra adyacentes y no pasar por alto los siguientes puntos:

- 1.- Evaluar el alineamiento de cada una de las vertebra con relación a las adyacentes.
- 2.- Debe revisarse el aspecto general del canal medular y las posibles compresiones ó irregularidades que presenta.
- 3.- Las siguientes zonas de cada vertebra:
 - El cuerpo vertebral.
 - Las articulaciones.
 - Los procesos espinosos.
 - Los procesos transversos.

Discos intervertebrales.- El disco intervertebral normal no es radiopaco, por lo que su estudio se reduce a revisar el espacio existente entre dos vertebrae consecutivas, espacio que puede verse claramente, obtenido por el paso de los rayos X en ángulo recto con respecto a la columna vertebral.

La columna vertebral se compone de 7 vertebrae cervicales, 13 vertebrae torácicas, 7 lumbares, 3 sacras y entre 20 a 27 vertebrae coccígeas.

Las proyecciones radiográficas de rutina son la ventrodorsal y la lateral derecha ó izquierda, al observar las vertebrae para un mejor diagnóstico se deben agrupar de tres en tres, pero al observar las siguientes se regresa la vista a las últimas dos vertebrae observadas, ésto con el fin de ir comparando los espacios articulares entre las vertebrae, se evalúa la condición del disco intervertebral, los procesos articulares, las facetas articulares, etc. Las vertebrae, comparativamente, debe de ser de igual tamaño, configuración y radiopacidad.

En el perro la altura del proceso espinoso, cuando es comparado con el diámetro del canal vertebral, tiene un cociente de aproximadamente 2 a 1. Comparativamente en el gato este cociente es de 1 a 1.

En el perro los procesos transversos están dirigidos cranealmente y su borde craneal es redondeado, en el gato los cuerpos vertebrales son generalmente más rectangulares y con un patrón trabecular más burdo, el cual puede variar con la edad, y en el perro es más facil observar el margen dorsal del foramen intervertebral que en el gato. (8, 9, 10, 12, 15, 18, 19, 21, 24, 25).

CRANEO

Existen un gran número de variantes en las proyecciones radiográficas en cráneo, aunque en la mayoría de los estudios es esencial poder establecer la comparación entre un lado y otro del cráneo, es importante recalcar: Una buena colocación del paciente dará por resultado una placa con buena calidad diagnóstica.

En las radiografías de craneo la inspección de las estructuras oseas son el principal objetivo ya que no hay una diferenciación en las densidades de los órganos que dentro de él se encuentran, las partes óseas tanto de huesos craneales como faciales son facilmente observadas por ser estructuras densas, aunque su identificación individual resulta difícil de establecer en un principio, las vías aereas son facilmente identificadas por la presencia de aire en su interior que contrasta con las estructuras cartilaginosas que representan

los senos nasales.

Partes óseas del craneo: huesos del craneo y de la porción facial las arcadas dentarias y la articulación temporomandibular. Vías aéreas en la porción nasal y los senos nasales y el conducto auditivo.

Las tomas de rutina son laterales izquierda y derecha, ventrodorsal o dorsoventral con la boca cerrada y de éstas se desprenden variantes con tomas oblicuas con boca cerrada y con boca abierta.

SISTEMA MUSCULAR Y TEJIDOS ASOCIADOS

El valor diagnóstico y práctico de la Radiología en la investigación de éste sistema obviamente es muy limitado, los factores de exposición elegidos para una determinada región del cuerpo animal generalmente se selecciona de acuerdo a la cantidad de tejido óseo que dicha región posea y no en relación a su tejido muscular. Al examinar las radiografías no se busca en ellas reacciones inflamatorias ó traumáticas, existe una tendencia instintiva y natural a concentrar la atención en las lesiones más claras del sistema esquelético y a subvalorar la valiosa información que puede obtenerse de un atento exámen de los tejidos blandos adyacentes. La visualización del aumento ó deformación de los tejidos blandos

nos mostrarán el grado en que éstos se encuentran afectados por la lesión así como descubrir otras alteraciones que no afectan al hueso, debemos entonces mirar una radiografía como un todo pues es la representación gráfica, por capas, de un conjunto de estructuras y órganos. (8, 9, 10, 12, 14, 19, 21, 24, 25).

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Este sistema no puede visualizarse si no es con la ayuda de medios de contraste, el tejido nervioso es de baja radiopacidad y siempre se encuentra rodeando y oscurecido por huesos, que son más densos.

Encefalo.- Situado en la cavidad craneal. Proyecciones radiograficas lateral, ventrodorsal o dorsoventral y rostrocaudal. Técnicas con medios de contraste. Pneumoventriculografía, Cerebroangiografía, Ventriculografía; en la cerebroangiografía el sistema vascular se opacifica temporalmente, es de recordarse que el medio de contraste utilizado debe carecer por completo de irritabilidad, ya que en caso contrario, provocará graves reacciones e incluso la muerte, por ello los medios de contraste más utilizados son el aire y los compuestos yódados oleosos.

MEDULA ESPINAL - Columna Vertebral.

Las principales anomalías de la columna vertebral que ocasionan lesiones en la médula espinal son deformaciones óseas y lesión de los discos intervertebrales. Para visualizar la médula espinal se hace uso de la mielografía y es de considerable valor en la demostración de hernias discales no perceptibles en la radiografía normal. El agente de contraste se introduce por punción de la cisterna magna, colocando al animal en posición tal que el medio de contraste gravite a lo largo del espacio subaracnoideo, el uso de agentes oleosos evita las peligrosas reacciones irritativas, sin embargo debido a su naturaleza oleosa, provoca que su tránsito sea lento, además de una tendencia a falsas imágenes de interrupción y la delimitación no muy precisa de las compresiones medulares así como una larga permanencia en el canal medular tras su introducción.

La introducción de un material hidrosoluble por punción lumbar tiene la ventaja de ser más rápido en su tránsito, para delimitar la cavidad medular y una rápida eliminación, pero el mayor inconveniente es ser muy irritante. (9, 15, 17, 19, 21, 24, 25).

PRINCIPIOS DE LA INTERPRETACION RADIOGRAFICA

La Radiología, como se ha dicho, es un instrumento más dentro de la clínica veterinaria en pequeñas especies y no debe verse como un instrumento único de diagnóstico, debe tenerse siempre presente que un examen radiográfico es la extensión de un examen físico bien realizado, su uso será entonces más efectivo, las radiografías facilitan la observación en vivo de un conjunto anatómico de nuestro interés, así como el conjunto de patologías implicadas en un proceso anormal. La apreciación radiográfica de los cambios de tamaño, posición y/o densidad de las estructuras anatómicas deben sugerirnos procedimientos diagnósticos alternativos como exámenes radiográficos especiales, pruebas de laboratorio o una exploración quirúrgica, biopsias y otros métodos de diagnóstico.

Si no se observan lesiones radiográficas, existen tres posibilidades:

- 1.- El paciente es normal.
- 2.- Los desórdenes que tiene el paciente en su salud no son radiográficamente demostrables (no hay signos radiográficos).
- 3.- No se revizó cuidadosamente la radiografía:

- a) Se pasó por alto algún detalle o no se le dió la debida importancia.
- b) O la examinación radiográfica fue incompleta.

Debemos entonces tener un sistema para sacar un mayor provecho a el examen radiográfico. He aquí algunas sugerencias:

El médico veterinario debe de conocer antes de realizar un estudio radiográfico:

- 1.- La historia clínica del paciente.
- 2.- El examen físico realizado.
- 3.- Pruebas de laboratorio realizadas.

Esto podrá prevenir errores de juzgamiento o de omisión por desconocimiento del caso.

Cuando se realiza un método rutinario de examen radiográfico, se deben observar ciertas reglas:

- a) Debe contarse con negatoscopios de tamaño adecuado.
- b) Se debe contar con suficiente tiempo para revisar cada estructura o detalle hallado.

- c) En el cuarto donde se tiene el negatoscopio se debe procurar que éste sea completamente oscuro, debe ser un lugar alejado de zonas de continuo ir y venir y sobre todo, debe ser silencioso para no distraer al que examina la placa radiográfica.

COMO EVALUAR LA PLACA RADIOGRAFICA

Si bien no existen reglas establecidas sobre cómo evaluar una placa radiográfica, la literatura marca las siguientes sugerencias: se puede empezar de la periferia hacia el centro de la imagen, o bien, empezar del centro de la imagen hacia la periferia, lo importante es observar cada una de las estructuras que normalmente pueden verse en la región a estudiar, por lo que el conocimiento de la anatomía radiográfica normal es indispensable, es un error muy común el tratar de visualizar a la estructura entera, con ello se pierden los detalles más pequeños.

Debemos recordar que la radiografía es una imagen gráfica formada por sombras, y por ello es conveniente recalcar la relación entre radiopacidad y radiolucidez, la radiopacidad implica aquellas zonas en donde son opacas a los rayos X y la radiolúcidez en aquellas donde pasan los rayos X con mayor facilidad, es en esas zonas donde se absorbe poca radiación, los cambios anormales en cualquiera de las dos será

objeto de un estudio más aplicado y profundo.

CAMBIOS RADIOGRAFICOS

Si evaluamos sombras, entonces debemos tener que evaluar cada sombra que aparezca, estos cambios pueden ser; en una estructura, en su densidad o en su contorno, incluyendo aquí variación en su forma tamaño y posición, es aquí donde insistiremos en el conocimiento de la anatomía radiológica normal.

Salvo muy raras excepciones, todo examen radiográfico debe de constar de dos vistas radiográficas, generalmente orientadas en ángulo recto una de otra, el médico veterinario ó el técnico radiologo debe aprender a interpretar una figura plana es decir debe de pensar en "tres dimensiones" pues sólo así podemos evaluar a las estructuras de estudio.

Nunca debemos formular diagnósticos definitivos con sólo el examen radiográfico sin considerar el examen clínico, la historia clínica y los signos clínicos.

La interpretación de los hallazgos obtenidos con los rayos X, constituyen la actividad principal que deberá ser realizada por un especialista, pues se requiere de un gran entrenamiento y amplia experiencia si se quiere obtener

un diagnóstico preciso. Desgraciadamente son pocos los especialistas en esta área en nuestro medio.

Sin embargo, ésto no quiere decir que las radiografías sean incomprensibles o intracendentes frente a médicos capaces, cuyas actividades no se enfoquen a esta especialidad; pero tampoco es cierto que la habilidad de interpretar las imágenes radiológicas sean un atributo natural de todos médicos y no se requiere de por lo menos un estudio de los fundamentos de esta especialidad clínica. (1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25).

MEDIOS DE CONTRASTE

Medios de Contraste

Al descubrir W.C. Roentgen los rayos X en 1895, ofreció a los médicos la posibilidad de servirse de ellos mediante la radiografía. El nuevo método demostró pronto su importancia para el estudio del esqueleto y de los campos pulmonares, constituidos por partes y órganos que desde el punto de vista radiológicos están dotados de un contraste natural que los hace resaltar de otras partes corporales. Los huesos, en efecto, son ricos en sales minerales y por consiguiente mucho más radiopacos que las estructuras adyacentes, mientras que los pulmones, debido a su contenido de gas (aire) son mucho menos densos que las otras partes circundantes y por lo tanto más transparentes.

De este modo también fue posible observar y establecer alteraciones de otros órganos que se exteriorizaban hacia los campos pulmonares, es decir, alteraciones del corazón y de los órganos mediastínicos que determinaban una variación en su tamaño o una formación anormal de su imagen del mediastino que por contraste destaca entre las dos transparencias pulmonares como una sombra media muy opaca.

Todos los órganos y vísceras internas escapaban a

las posibilidades del estudio radiológico al estar constituidos, desde el punto de vista de su representación radiográfica, por tejido que tienen idéntica densidad y por lo tanto es casi imposible diferenciarlos radiológicamente. Sólo en pocos casos estos órganos se beneficiaban del examen radiológico (por ejemplo, se podía apreciar cuerpos extraños opacos a los rayos X como son: cálculos, o formaciones gaseosas). Para obtener la reproducción de la forma y del tamaño de los diversos órganos internos, de sus paredes, de las cavidades contenidas en ellos y de otras particularidades, normales y patológicas, no basta una radiografía simple, ó examen directo, sino que hay que recurrir a medios artificiales que permiten evidenciar de forma selectiva cada órgano o víscera, haciéndolo resaltar netamente de las estructuras circundantes.

Un medio de contraste es una sustancia artificial introducida al cuerpo con el objeto de delinear el contorno de una estructura o estructuras que, como ya se dijo, con una radiografía normal son pobremente visualizados. Las sustancias empleadas para este propósito son usualmente de un número atómico alto como por ejemplo los compuestos yodados o el bario, que son opacos a los rayos X. Ocasionalmente son utilizados gases, los cuales son de una densidad muy baja y más "transparentes" a los rayos X que la mayoría de los tejidos, son utilizados con el mismo objetivo en el estudio radiográfico.

Estas preparaciones son introducidas para que ellas rellenen o realcen el contorno de una cavidad en particular (como la vejiga urinaria o el tracto digestivo) o son administradas de forma tal, que pueden ser excretadas a través del órgano que es sometido a estudio (como en estudios de hígado y riñón).

Los medios de contraste son clasificados por The General Food and Drug Administration, eso obliga a tener al menos un conocimiento básico sobre los efectos que pueden ejercer sobre el paciente y la dosis que se utilizan para diferentes estudios radiográficos.

Hay dos clases de materiales utilizados como agentes de contraste en Radiología, los radiopacos y los radiolúcidos, los radiolúcidos son aquellos que permiten el paso libre de los rayos X hacia la placa, entre los más utilizados tenemos: aire, dióxido de carbono y óxido nitroso, ninguno absorbe o emite una apreciable cantidad de radiación y son considerados como agentes contrastantes por la diferencia de densidades que producen.

Los medios radiopacos son divididos en materiales solubles e insolubles, el único material insoluble utilizado en Radiología, es el sulfato de bario, los demás agentes contrastantes son solubles en agua y contienen como compo-

nente principal al yodo, de una forma y otra. El sulfato de bario es utilizado casi exclusivamente para estudios esófago-gastrointestinales, mientras que los compuestos yodados son utilizados para estudios vasculares y mielográficos.

Los materiales de contraste radiopacos son hiperosmóticos, lo que causa un incremento en el volumen intravascular de la sangre seguida de una diuresis osmótica. Esto usualmente no es un problema clínico y cursa muchas veces asintomático, no obstante puede ocurrir reacciones adversas y se necesitará implantar medidas de emergencia.

Antes de administrar un medio de contraste se siguen unas reglas prácticas:

1.- Suspender líquidos y comida por 12 a 15 horas antes de dar el medio de contraste radiopaco. Es recomendable dar un laxante unas horas antes de ejecutar el estudio radiográfico de contraste, o en su caso, un enema.

2.- Se deberá de tomar una radiografía piloto antes de administrar el medio de contraste al paciente, pues si en una radiografía simple se observa un objeto extraño o en caso de radiografías de cavidad abdominal si hay una formación o acumulación anormal de gases, es de suponer que en esa zona se encuentra un objeto que obstruye el lumen intes-

tinal, si bien ésto puede tomarse como algo muy empírico, puede ser válido dependiendo de la experiencia que tenga el médico veterinario ó el técnico radiólogo que evalúe esta primera placa, también resulta de gran ayuda para obtener un panorama general de la zona a estudiar, pues cuando se tiene poco entrenamiento en la observación de placas radiográficas con medio de contraste nuestra observación se centra en los más obvio o llamativo, no dando importancia a que quizá otras estructuras se encuentren afectadas.

PROTECCION CONTRA LA RADIACION

A partir de los años setenta se ha incrementado el uso de aparatos de rayos X, por ello es necesario concientizar y conocer del riesgo de usar rayos X o cualquier otro tipo de radiación, así como hacer un uso prudente de este instrumento de diagnóstico, el médico veterinario deberá de implementar medios de protección contra la radiación e instruir a sus ayudantes sobre la conveniencia de usar ropa de protección.

La exposición y dosis que se recibe de la radiación ionizante es medida en unidades Roentgen (R) rad o rem. Los términos exposición y dosis describen diferentes parámetros, algunas veces ésto causa confusión porque sus valores son aproximadamente iguales cuando se describen los efectos de los rayos x utilizados para el diagnóstico.

Exposición es definido en términos de la ionización del aire producido por radiación electromagnética (técnicamente registrada para energías iguales ó menores a 3 MeV). El Roentgen es la unidad con que se mide la exposición a la radiación, que libera una carga de 2.58×10 coulombs por kilogramo de aire. Esto incluye a todos los rayos X utilizados para diagnóstico, pero no para los utilizados en radioterapia.

La cantidad de dosis absorbida es usada para especificar la concentración de energía absorbida en cualquier material debido a una radiación ionizante. El rad (dosis de radiación absorbida) es la unidad de dosis de absorción y es utilizado en radioterapia para determinar la dosis que se deposita en el tejido por una fuente interna o externa de radiación ionizante, independiente del tipo de ésta.

El concepto de dosis equivalente es un intento para considerar equivalentes todos los tipos de radiación en términos de sus efectos biológicos, se utilizan unidades rem (Roentgen - equivalente en el humano).

En los rayos X utilizados para el diagnóstico 1 rem, equivale a un rad, el cual es similar a la dosis resultante de exposición o sea una unidad Roentgen, aunque sus valores numéricos son similares, cada uno de los términos describe un efecto diferente.

Radiobiología

Es la ciencia que estudia los efectos de las radiaciones sobre los organismos vivos y los mecanismos que los determinan, se inició en el período inmediatamente posterior a la introducción del uso de los rayos X en medicina: la observación de casos de radiólogos que eran víctimas de lesiones

en las partes más frecuentemente expuestas a los rayos X con consecuencias, a veces mortales, llamó la atención de numerosos investigadores sobre los efectos de las radiaciones ionizantes en los organismos vivos.

Radiación: efectos y daños

Los fotones pasan a través del tejido disipando su energía o interactuando con los átomos de esas moléculas. La energía perdida por los fotones pueden excitar o ionizar átomos. La ionización produce una disipación de los electrones, los cuales llevan la energía proporcionada por los fotones, los electrones que han sido disipados pasan a través del tejido ionizado y excitando átomos hasta que pierden esa energía. La ionización resultante de la radiación ionizante electromagnética es denominada indirecta, son poco los fotones que intervienen en la ionización y excitación de átomos.

Los blancos críticos de la radiación ionizante son elementos intranucleares de las células, como el DNA cromosomal, el daño a estos blancos críticos puede ser causada por ionización directa o por una interacción del blanco con un intermediario que es producido por la ionización de otras moléculas. La molécula más abundante en el tejido es el agua, el cual produce radicales hidroxilos cuando es irradiado, los radicales hidroxilos son denominados libres porque ellos

tienen una órbita con un sólo electrón y puede aparearse con otras moléculas, tienen pues, un alto grado de actividad bioquímica.

El 75% del daño al DNA seguida de una irradiación es atribuible a interacciones con radicales hidroxilos, el efecto en el DNA repercute en un daño biológico debido a una alteración de la bioquímica celular; los daños subletales provocados en células con capacidad de división, repercute en el DNA las células que sobreviven y continúan su división, tendrán alteraciones por células en su código (MUTACION).

El daño letal es expresado por células muertas, donde se registra mayor muerte celular es en células en fase mitótica, estas células afectadas letalmente continúan su función hasta llegar la división entonces mueren, la muerte intermitótica es rara, pero puede ser mostrada en algunas poblaciones de células como en los linfocitos.

Las células más radiosensitivas son las que tienen una división muy activa como por ejemplo, las del sistema hematopoyético las células de las criptas del intestino delgado y las espermatogonias, las células más resistentes encontrada en poblaciones post-Mitóticas son las células nerviosas y musculares. (2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 21, 23, 24, 25). Ver cuadro 1

CUADRO No. 1

Efectos somáticos mas relevante de la radiación sobre los mamíferos y el ser humano:

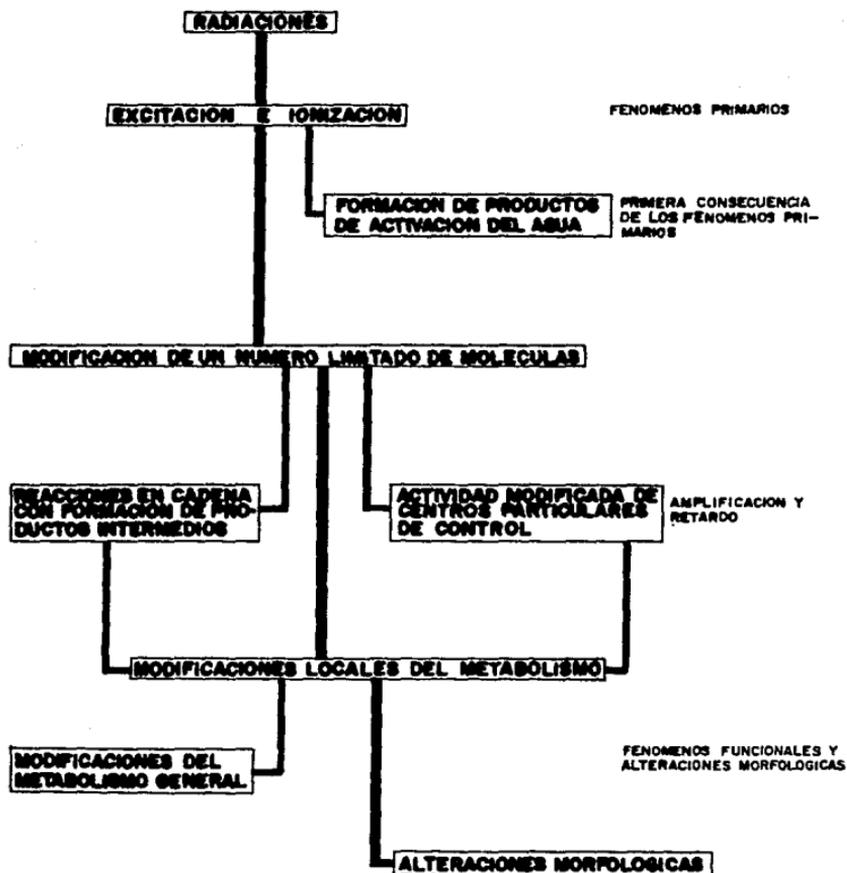
- a) Destrucción de los elementos morfológicos de la - sangre (globulos rojos y blancos).
- b) Ulceración de las mucosas con hemorragias, diarreas y pérdida de peso.
- c) Opacidad del cristalino, con presentación de cataratas.
- d) Tumores y leucemias.

Para un mejor conocimiento ver el diagrama de flujo anexo.

APLICACIONES PRACTICAS PARA LA PROTECCION CONTRA LA RADIACION

Es obvio que la protección contra la radiación es importantísima en la práctica de la Radiología Veterinaria, porque los humanos, en ocasiones, son requeridos para ayudar en diversos estudios radiológicos que se requiere de animales concientes, como esofagramas o en estudios de tracto gastrointestinal, el personal que nos ayude no debe ser expuesto a la radiación primaria sin que se hayan puesto sus ropas pro-

REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL MECANISMO DE ACCION DE LAS RADIACIONES IONIZANTES



ectoras, pues también reciben radiaciones dispersas y deben ser protegidos contra estas fuentes de radiación.

El trabajar con una distancia del foco a la placa constante eliminará errores de exposición y la necesidad de repetir estudios. 36 a 40 pulgadas de distancia entre el foco y la película es considerada ideal para el promedio en que se maneja en la práctica veterinaria. Las alteraciones de más de 4 pulgadas en la distancia del foco a la película requiere de un ajuste de factores físicos para compensar el incremento o decremento de densidad que aparece en la película.

Se pueden restringir el haz de rayos X usando un colimador que puede ser abierto o cerrado según la necesidad del campo o del tamaño de la placa. Este aparato puede ser poco versátil, porque está diseñado para un determinado tamaño de placa, esto significa que deberá ser cambiado, dependiendo del tamaño de la placa.

Placas adaptadas con pantallas de tierras raras son recomendables cuando se necesita que los ayudantes tengan que realizar una contención física al paciente, tales placas substancialmente reducen la exposición al personal.

Frecuentemente son repetidos los estudios radiográficos, esto puede ser evitado si se realiza un examen clínico

completo para determinar la cantidad específica que puede crear áreas de un aumento o disminución de la densidad tisular. Por ejemplo, si se sospecha de hidrotórax, el Kv es incrementado por que el fluido está presente en la cavidad torácica, dando como resultado una mayor densidad tisular. Lo mismo sucede en casos de fracturas en húmero y femur donde los hematomas están frecuentemente presentes.

Si resulta una densidad incrementada, el Kv deberá incrementarse entre 5 y 8 Kv, para una buena evaluación radiográfica. Cuando la densidad tisular es menor, por aire, se recomienda una reducción entre 5 y 8 Kv dependiendo del tamaño del animal. El tórax requiere de una mínima reducción en la cantidad total de la penetración de los rayos X cuando se sospecha de pneumotórax.

Los delantales y guantes emplomados son equipo utilizados para la protección contra las radiaciones dispersas y secundarias, son guantes y delantales de caucho impregnados de plomo o de cualquier material siempre y cuando tengan un espesor equivalente a 0.5 mm de plomo como mínimo.

Deberán ser usados cuando se tenga que realizar una contención manual del animal. los delantales protegen la mayor parte del cuerpo contra las radiaciones secundarias, pero no para reducir suficientemente la acción del rayo pri-

mario.

Los guantes y delantales son costosos y están propensos a dañarse pero son efectivos en su protección y teniendo ciertos cuidados se alargará la vida útil de éstos.

Cuando no son utilizados los delantales éstos deberán ser colgados y nunca deberán doblarse, si se van a guardar deberán estar extendidos sobre una superficie plana, los guantes reciben el mismo cuidado, estos guantes son exclusivos para estudios radiográficos y nunca deberán ser utilizados para ayudarse a contener felinos y caninos agresivos.

Los guantes y delantales deben ser chequeados periódicamente, la inspección puede realizarse de tres maneras:

- 1.- Visual.- Por el uso, los guantes y delantales se desgastan, la inspección visual es obvia, pues se verán roturas o desgastes en la superficie de éstos.
- 2.- Durante todo el tiempo de uso deberán de chequearse cada mes, tanto de su superficie interna como externa, si se encontrara algún defecto deberán ser radiografiados.

3.- Radiografías. Se tomarán radiografías de áreas sospechosas tanto de los delantales como de los guantes en las que se notaran roturas o grietas, ésto puede realizarse anualmente. (2, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 23, 24, 25).

ANEXO 1

Tabla 1.1 Síndromes producidos por una sólo exposición de radiación en el cuerpo humano.

Dosis (rad)	Síndrome
10,000 +	Fallas neurológicas y cardiovasculares
500 - 1, 200	Fallas gastrointestinales
250 - 50	Fallas hematopoyéticas

Tabla 1.2 Dosis necesaria para inducir ciertos efectos "tardíos" por radiación ionizante en el cuerpo humano.

EFEECTO	Dosis/exposición única de rayos X (rad)
Varón, infertilidad permanente	600
Varón, infertilidad temporal	200
Mujer, infertilidad permanente	400
Mujer, infertilidad temporal	50
Inducción a cataratas	200

Tabla 1.3 Riesgo estimado para diferentes condiciones de malignidad que pueden ser producidas por radiaciones ionizante.

MALIGNIDAD	Riesgo estimado (casos)
Leucemia	12 - 25
Cáncer en tiroides	50 - 150
Cáncer mamario	50 - 200
Cáncer pulmonar	? - 50
Tumor en huesos	? 2 - 15

GLOSARIO

AMPERIO.- Unidad práctica de cantidad de electricidad, es la cantidad de electricidad que pasa por cualquier punto de un circuito en una hora.

ANODO.- Polo positivo de un dispositivo eléctrico.

ATOMO.- La partícula más pequeñas de un elemento capaz de existir individualmente o en combinación con uno ó más átomos del mismo u otro elemento.

BIDIMENSIONAL.- Extensión medurable en dirección determinada, en este espacio sólo se puede concebir en una figura en dos dimensiones; largo y ancho.

BREMESSTRAHLUNG.- Voz alemana para designar la radiación de fotones secundarios producidos por la interacción de electrones energizados y los núcleos atómicos del material a través del cual pasan.

CATODO.- Electrodo o polo negativo de un circuito eléctrico.

CUADRIPEDESTACION.- Posición normal de los animales en los cuales los cuatro miembros se encuentran en contacto con el suelo.

DENSIDAD.- En radiología se denomina así al grado de opacidad.

ELECTRON.- Partícula subatómica de carga eléctrica negativa y se encuentra fuera del núcleo atómico.

ENERGIA.- Capacidad de producir trabajo.

ENERGIA CINETICA.- Parte de la energía total de un cuerpo en movimiento causada por ese movimiento.

ESQUELETO APENDICULAR.- Esqueleto de las cinturas pectoral y pélvica y los huesos que integran los miembros torácicos y pelvianos.

ESQUELETO AXIAL.- Esqueleto de la cabeza y tronco, columna vertical, costillas y esternón.

FOTON.- Quantum o cantidad discreta de energía de una radiación electromagnética.

MEDIO DE CONTRASTE.- Sustancia que debido a una diferencia en su observación de rayos X por todos los tejidos o por los que lo rodean localmente permite la demostración radiográfica de un espacio u órgano.

MANCHA FOCAL.- En un tubo de rayos X, área del blanco contra la cual inside el rayo principal de electrones.

NEUTRON.- Partícula nuclear atómica sin carga eléctrica y que es parte constitutiva del núcleo atómico.

NITIDEZ.- Que tiene claridad.

PROTON.- Partícula subatómica constituyente del núcleo con carga eléctrica positiva.

RAD.- Unidad de dosis absorbida (100 ergs por gramo).

RADIACION.- Emisión y propagación de energía a través del espacio o de un medio material en una forma que tiene ciertas características de onda.

RADIACION ELECTROMAGNETICA.- Radiación que se propaga a través del espacio o la materia en forma de ondas electromagnéticas.

RADIACION SECUNDARIA.- En ciencia nuclear, partículas o fotones que son producidos por la interacción con materia de una radiación que se considera primaria.

RADIOACTIVIDAD.- Propiedad de ciertos cuerpos de emitir continua y espontáneamente radiación capaz de atravesar medio opacos a la luz.

RADIODENSO.- Impermeable a los rayos X a los niveles de energía que se usan generalmente en el diagnóstico.

RADIOGRAFIA.- Fotografía hecha sobre una película sensible por medio de la proyección de los rayos X a través de una parte del cuerpo.

RADIOGRAFIA DE CONTRASTE NEGATIVO.- Visualización radiográfica de una estructura y órgano por medio de un agente radiopaco de contraste.

RADIOLUCIDO.- Transparente a los rayos X, no permite el paso total de la energía radiante.

ROENTGENOGRAFIA.- Radiografía.

SULFATO DE BARIO.- BaSO_4 , sal insoluble en agua, empleada como medio de contraste radiográfico opaco.

UNIDADES ROENTGEN O RONTGEN.- Unidad internacional de radiación X y gamma.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGUILAR, M.V.N., **La técnica del Pneumoperitoneo en la Clínica de Pequeñas Especies**. Tesis de Licenciatura, Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1983.
- 2.- ALCANTARA, C.R.: **Introducción a la Radiología, Manual para estudiantes de Medicina**. 5a. Edición, Fac. de Med. de la Universidad de Coahuila, Coahuila, Coah. 1976.
- 3.- BRANDWERN, F.P., STOLLBERG, R. y WIL, R.B.: **Física: la energía, sus formas y sus cambios**. 1a. Edición, Publicaciones Cultural, S.A., México 1977.
- 4.- BURNS J.: **Errors in Radiography that interfere with Diagnosis**. Vet. Med. and Small Anim. Clinic. 76; 173-179 (1981).
- 5.- CAMPBELL, R.J.: **Las Radiaciones. Retos y Realidades**. 1a. Edición. Fondo de Cultura Económica/SEP. México, D.F. 1986.
- 6.- CATCOTT, E.J.: **Animal Health Technology**. 2o. Ed. American Veterinary Publications Inc. Calif. USA 1977.
- 7.- CORDOVA, L.J.N., **Técnica de Contraste en Radiología Veterinaria Aplicadas en el Aparato Digestivo. Empleando Sulfato de Bario**. Tesis de licenciatura. Esc. de Med. Vet. y Zoot. Universidad de Juárez del Estado de Durango, Durango Dgo. 1982.
- 8.- DOUGLAS, S.W. Y WILLIAMSON, H.D.: **Diagnóstico Radiológico Veterinario**. 1a. Edición, Editorial Acribia, Zaragoza, España. 1975.

9.- DOUGLAS, S.W. and WILLIAMSON, H.D.: **Principles of Veterinary Radiography**. 3rd. Ed. Lee and Debiger. Philadelphia, USA 1980.

10.- FELSON, B.: **Roentgen Techniques in Laboratory Animals**. 1st. Ed. W.B. Saunders, Company. Philadelphia. USA 1968.

11.- FICUS, J.H.: **El Radiodiagnóstico en la Clínica de los Animales Pequeños**. 1a Edición. Editorial Acriba. Zaragoza, España 1981.

12.- GRIFFITHS, H.J. Y SARNO, R.C.: **Radiología Moderna**. 1a Edición. Nueva Editorial Interamericana, México 1982.

13.- HODGES, J.F.: **Manual de Radiología, Radiodiagnóstico y Radioterapia**. 1a Edición. La prensa Médica Mexicana. México, D.F. 1950.

14.- HORST-J, C.L.: **Clínica de las Enfermedades del Perro Tomo 1**. 1a Edición, Editorial Acribia, Zaragoza, España 1981.

15.- KEALY. J.K.: **Diagnostic Radiology of the Dog and Cat**. 1st. Ed. W.B Saunders Company. Philadelphia, USA 1979.

16.- MARGULIS, A.R.: Y BURHENNE, H.J.: **Radiología del Aparato Digestivo Tomo 1**. 1a. Edición, Salvat Editores, España 1977.

17.- Mc. CURNIN, M.D.: **Clinical Textbook of Veterinary Technicians**. 1 st. Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA 1979.

18.- MORGAN, P.J.: **Radiology in Veterinary Orthopedics**. 1st. Ed. Lea and Febiger, Philadelphia, USA 1975.

- 19.- OLSSON, E.S.: **The Radiological Diagnosis in Canine and Feline Emergencies.** 1st. Ed. Lea and Febiger, Philadelphia, USA 1973.
- 20.- ORTECON, I., J.C.: **Diagnóstico de Preñez en Pequeñas Especies (canídeos) Utilizando la Radiología.** Tesis de Licenciatura. Esc. de Med. Vet. y Zoot. Universidad de Juárez del Estado de Durango, Dgo. 1978.
- 21.- RYAN, D.G.: **Radiographic Positioning of Small Animals.** 1st. Ed. Lea and Febiger. Philadelphia, USA 1981.
- 22.- SAUPE, E. Y TESCHENDORF, W.: **Análisis de los Roentgenogramas.** 3a. Ed. Editorial Labor, S.A. Madrid, España 1960.
- 23.- SQUIRE, F.I.; **Fundamentos de Radiología** 1a. Edición. Nueva Editorial interamericana, México, D.F. 1982.
- 24.- THALL, E.D.: **Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology.** 1st. Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA 1986.
- 25.- TIGER, W.J.: **Radiographic Technique in Small Animal Practice.** 1st. Ed. W.B. Saunders Company. 1975.
- 26.- VAZQUEZ Y V.F.: **Breve Estudio de los Fundamentos de la Radiología en Medicina Veterinaria.** Tesis de Licenciatura. Esc. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1947.