

IMAGENOLOGIA

J. ZEVALLOS A.

GENERALIDADES:

Radiología en medicina veterinaria

- ◆ Toma importancia en las facultades de medicina veterinaria a partir de los años 70.
- ◆ Es importante para el establecimiento del diagnóstico.
- ◆ No se puede prescindir de la teoría.
- ◆ El ejercicio práctico requiere del conocimiento de conceptos fundamentales para saber de lo que se habla.
- ◆ No es posible saltar sobre la propia experiencia.

Historia:

- ◆ Inventado por Wilgen Conrad Roentgen (1895).
- ◆ En 1925 se obtiene la cinetoradiología.
- ◆ En 1960 se introduce el proceso automático, optimizando la lectura radiológica.

LOS RAYOS X:

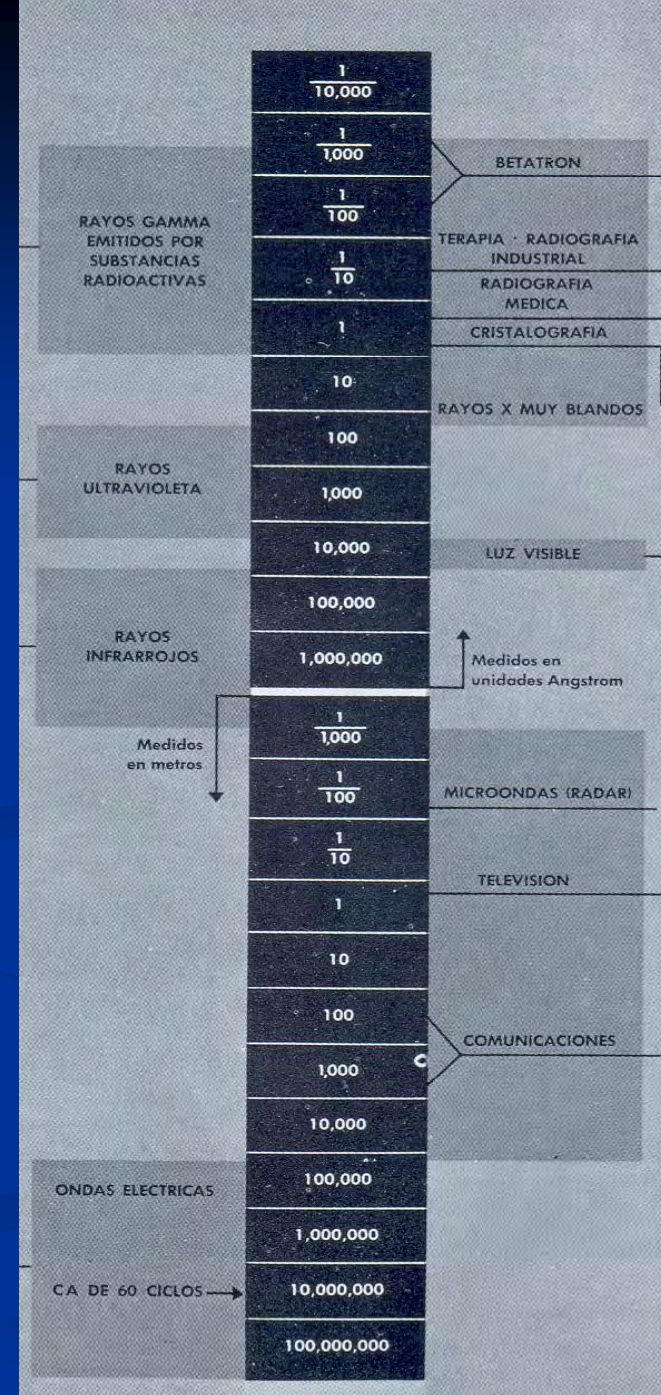
A.- Naturaleza:

✦ Se forman por el espectro de radiaciones electromagnéticas, de las cuales las ondas eléctricas y las de radio, están en el extremo del mismo, los rayos infrarrojos, los visibles y los ultravioletas, están en la zona media y los rayos X con los rayos cósmicos están en el otro extremo.

✦ Las vibraciones de los rayos X es mayor que el de los rayos luminosos por segundo.

✦ Tienen menor longitud de onda $1/10\ 000$.

✦ La longitud de onda de los rayos X es de 0,5 a $0,12\ \text{Å}$



B.- Origen:

- ✦ Se originan cuando los electrones inciden con alta velocidad sobre la materia y son frenados repentinamente.
- ✦ La radiación X así producida tiene muchas y variadas longitudes de onda, que juntas forman el “espectro continuo”, porque no chocan a igual velocidad.
- ✦ Si los electrones chocan con la misma velocidad, se produce la “radiación característica” que tiene una longitud de onda definida.
- ✦ Cuando la longitud de onda es menor se denomina radiación dura, que tiene mayor poder de penetración.
- ✦ La radiación blanda tiene menor poder de penetración y mayor longitud de onda.

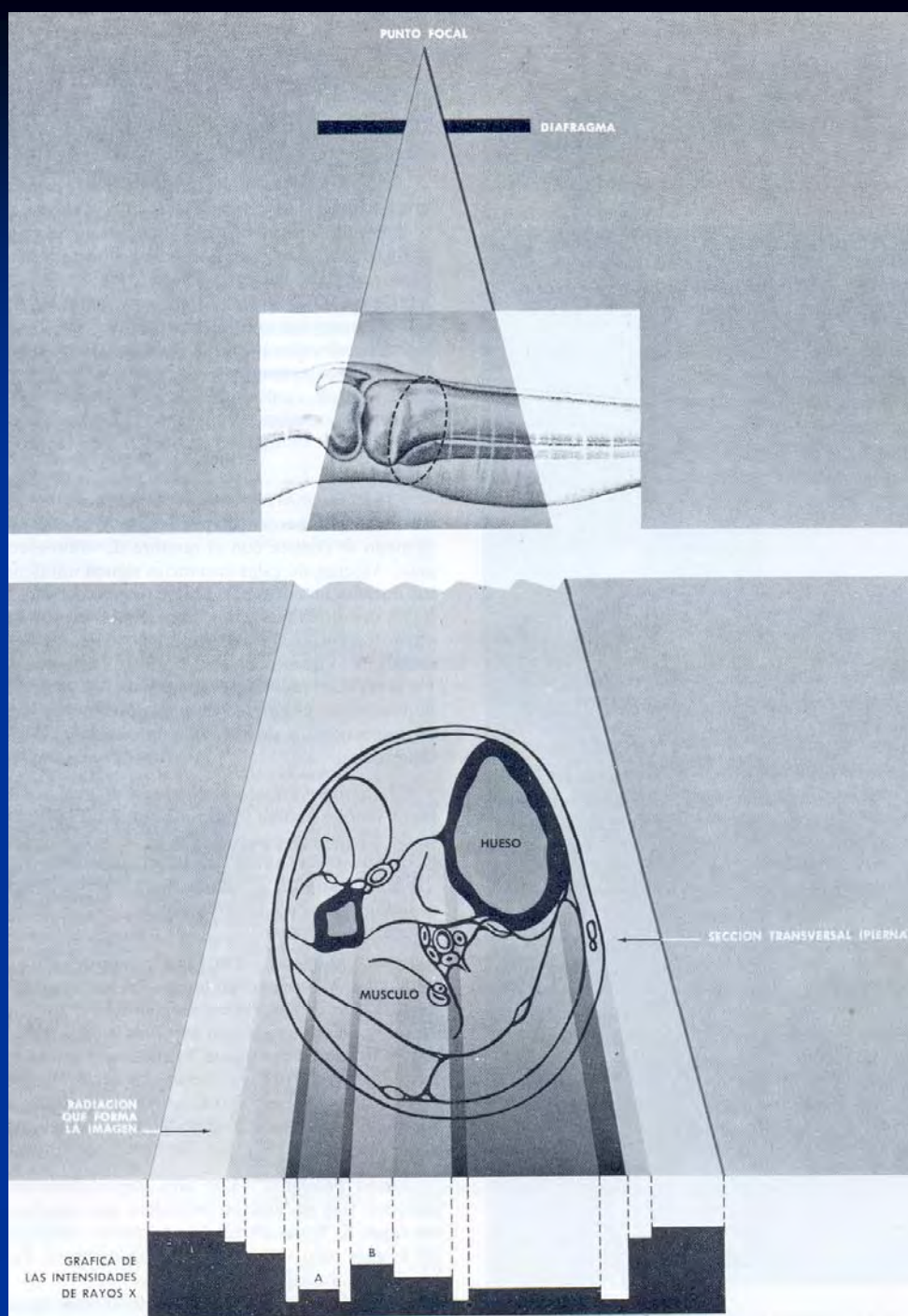
C.- Propiedades:

1. Capacidad de penetrar la materia: poder de penetración.-

✦ llamado también concepto de opacidad y transparencia.

- Radiación incidente (sobre la materia), parte de los RX es absorbida.
- Radiación dispersa.
- Radiación emergente o remanente, atraviesa la materia y da imagen, depende de la naturaleza atómica, la densidad, el espesor de la sustancia y la dureza de los rayos X.
- Unos cuerpos absorben más cantidad de radiación que otros.
- Se llaman tejidos radio transparentes cuando los rayos atraviesan fácilmente.
- Son sustancias radioopacas cuando poca o ninguna radiación pasa.
- La radiación remanente es la responsable de la producción de la imagen radiográfica y las gradaciones que aparecen del blanco al negro.

El haz de los rayos al atravesar el organismo, se atenúa en diferente intensidad al atravesar los distintos componentes de éste. La imagen que se obtiene es la representación gráfica de las diferentes intensidades resultantes de la absorción de cada uno de los componentes.



2.- Capacidad de que al incidir ciertas sustancias, éstas emitan luz: efecto luminiscente.-

- Ciertas sustancias emiten luz al ser bombardeadas por los rayos X.
- Este fenómeno se llama “fluorescencia”.
- Otras sustancias siguen emitiendo luz por corto tiempo, se llama a éste fenómeno “fosforescencia”.
- La combinación de ambos fenómenos constituye el efecto “luminiscente”.
- Las pantallas fluorescentes se usa en radioscopia y,
- Las pantallas reforzadoras en radiología.

3.- Capacidad de producir cambio en las emulsiones fotográficas (ennegrecimiento): efecto fotográfico.-

- Los rayos X al igual que los rayos visibles actúan sobre una emulsión fotográfica, de tal manera que después de revelada y fijada fotográficamente presenta un ennegrecimiento o densidad fotográfica que es la base de la imagen radiológica.

4.- Capacidad de ionizar los gases: efecto ionizante.-

- Los gases tienen moléculas que se mueven en el espacio libremente.
- Si es eléctricamente neutro, será un aislante, no pasa electricidad, el gas se ha ionizado.
- Esta propiedad sirve en radiología para medir la cantidad y calidad de la radiación.

5.- Capacidad de producir cambios en los tejidos vivos: efecto biológico.

- Los efectos biológicos de los rayos X han permitido utilizarlos en terapia, sin embargo es necesario utilizar protección.

D.- Producción:

- Para producir rayos X es necesario tener una fuente de electrones que choquen contra una diana con suficiente energía.
- Este es el proceso físico en el que la mayor parte de la energía del electrón se convierte en calor y una pequeñísima cantidad de energía se convierte en rayos X.

E.- Tubo:

- ➡ **Consiste básicamente en un envoltorio de vidrio al vacío, en el que se encuentra:**
 - **Electrodo negativo llamado cátodo (filamento de tungsteno)**
 - **Electrodo positivo llamado ánodo (blanco de tungsteno)**
- ➡ **El filamento se calienta y emite electrones que chocan en el blanco, produciéndose los rayos X.**
- ➡ **La cantidad de electrones está en relación directa con la temperatura que alcanza, por tanto, controla la cantidad de radiación.**
- ➡ **Estos electrones son enfocados para chocar contra el ánodo que se llama “mancha focal” o “foco”.**
- ➡ **Cuanto más alto es el voltaje, mayor es la velocidad de los electrones, produciendo rayos de onda más corta y de mayor intensidad y poder de penetración**

- ➡ **La tensión entre el cátodo y el ánodo, regula la velocidad de los electrones y controla la calidad de la radiación.**
- ➡ **El impacto de los electrones produce gran cantidad de calor y poca cantidad de rayos X.**
- ➡ **El calor debe ser disipado, por lo que los tubos presentan sistemas de enfriamiento, el más común es el cobre que se continúa por detrás del ánodo, en algunos casos se hace circular agua o aceite para facilitar el enfriamiento alrededor del ánodo.**

En esquema puede decirse que:

A mayor kilo voltaje corresponden:

- 1) Electrones más rápidos,**
- 2) Mayor energía en los rayos X,**
- 3) Menor longitud de onda,**
- 4) Mayor poder de penetración y**
- 5) Rayos X más duros.**

A menor kilo voltaje corresponde:

- 1) Electrones más lentos,**
- 2) Menos energía de los rayos X,**
- 3) Mayor longitud de onda,**
- 4) Menor poder de penetración y**
- 5) Rayos X más blandos.**

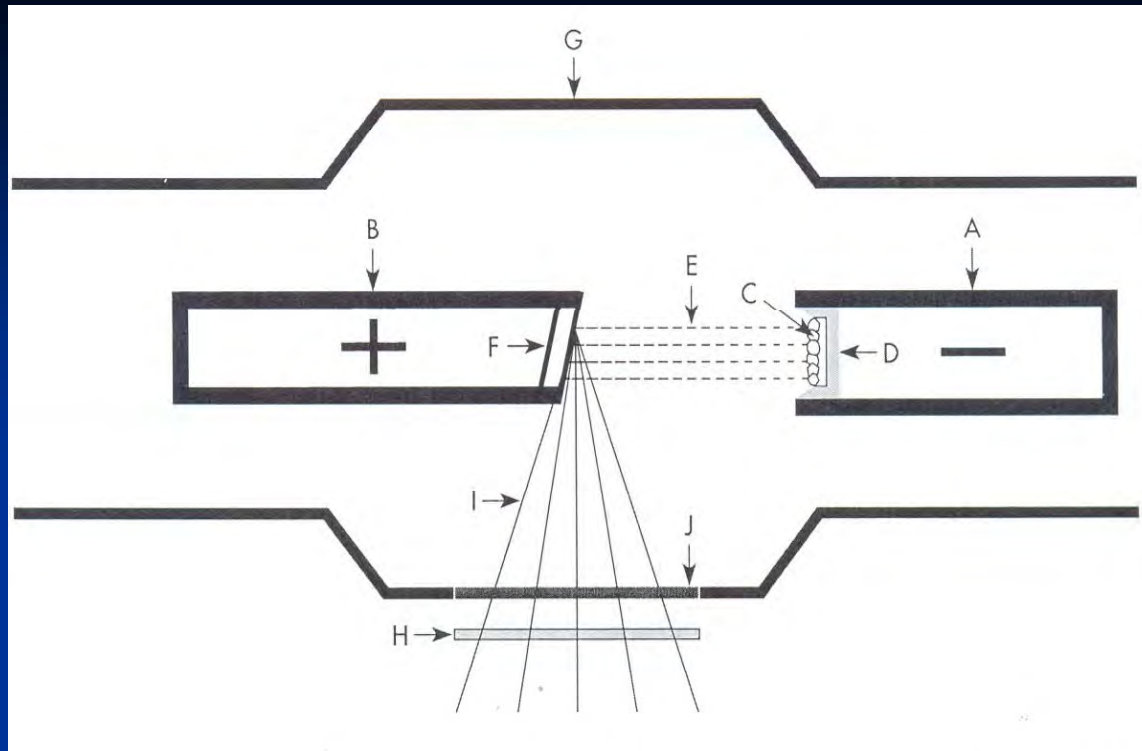


Fig. 1. Estructura de un tubo de rayos X.

A. Cátodo.

B. Ánodo

C. Filamento de tungsteno.

D. Focalizador.

E. Electrones acelerados.

F. Blanco de tungsteno.

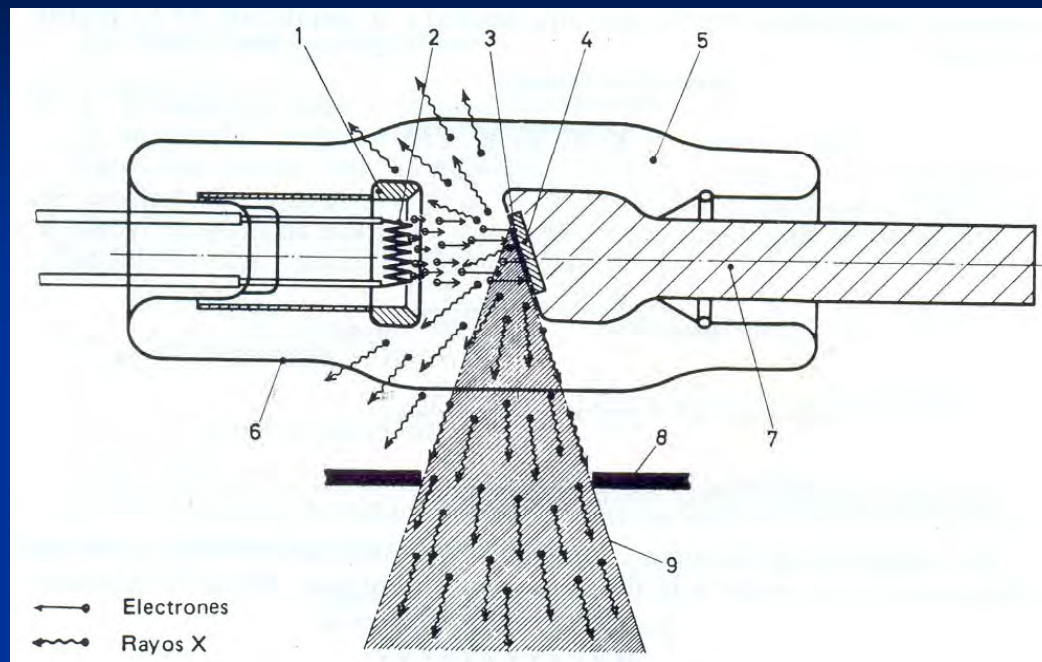
G. Envoltura de cristal.

H. Filtro de aluminio.

I. Rayos X generados.

J. Ventana de Berilio.

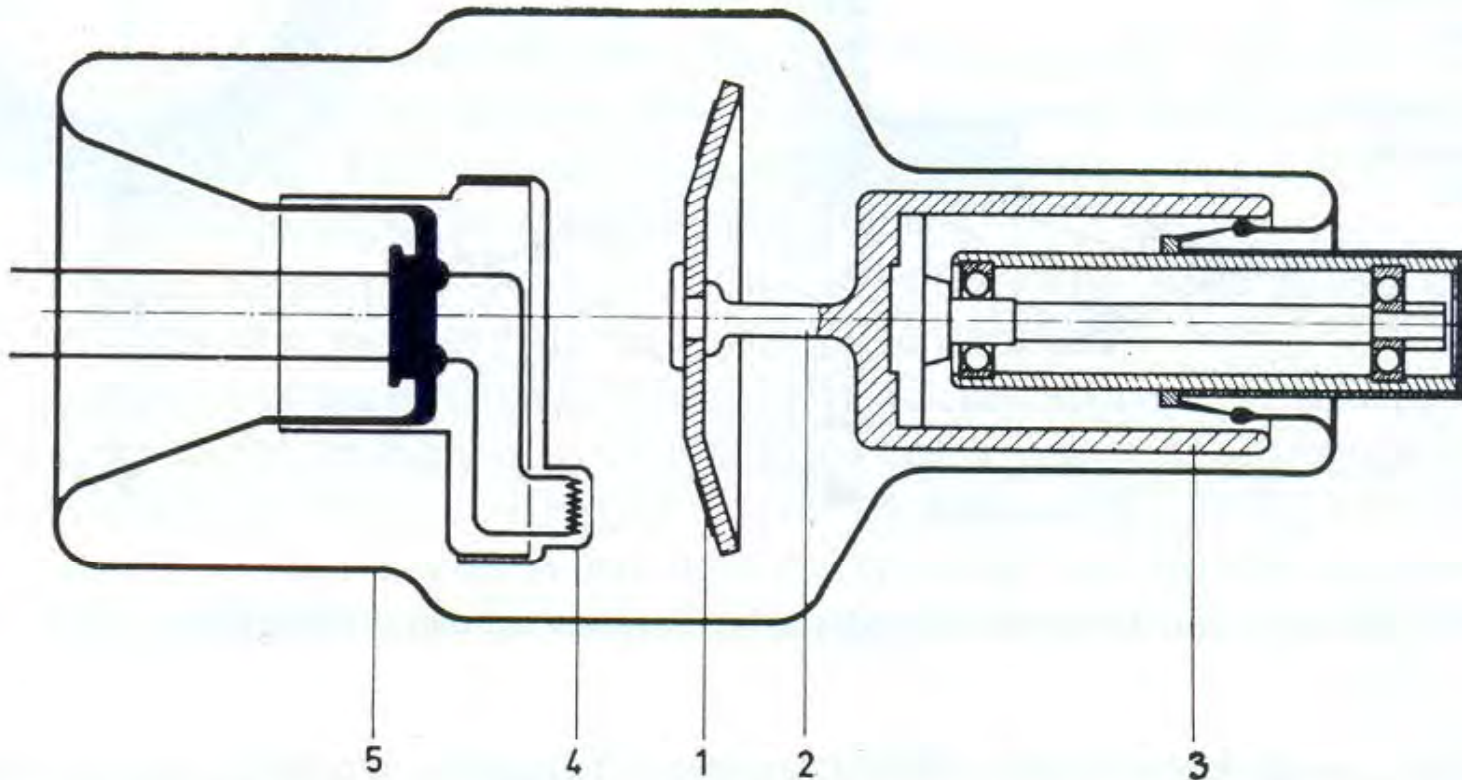
Tubo de ánodo fijo



1. Cátodo.
2. Filamento incandescente.
3. Foco térmico.
4. Disco de tungsteno.
5. Interior del tubo a alto vacío

6. Ampolla de vidrio duro.
7. Anodo (vástago de cobre).
8. Diafragma de rayos primarios.
9. Cono de rayos útiles.

Tubo de ánodo giratorio monofocal



1. Disco anódico de tungsteno

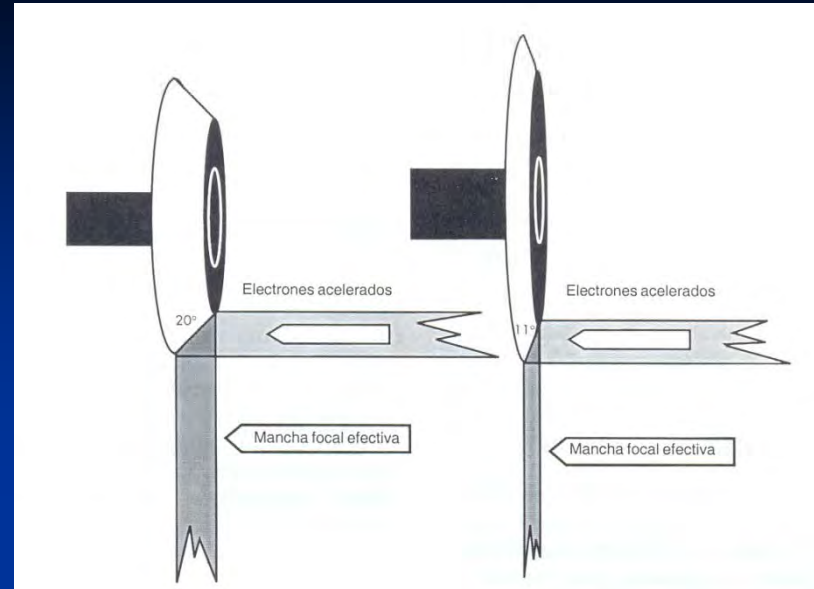
2. Arbol de molibdeno

4. Cátodo con espiral incandescente

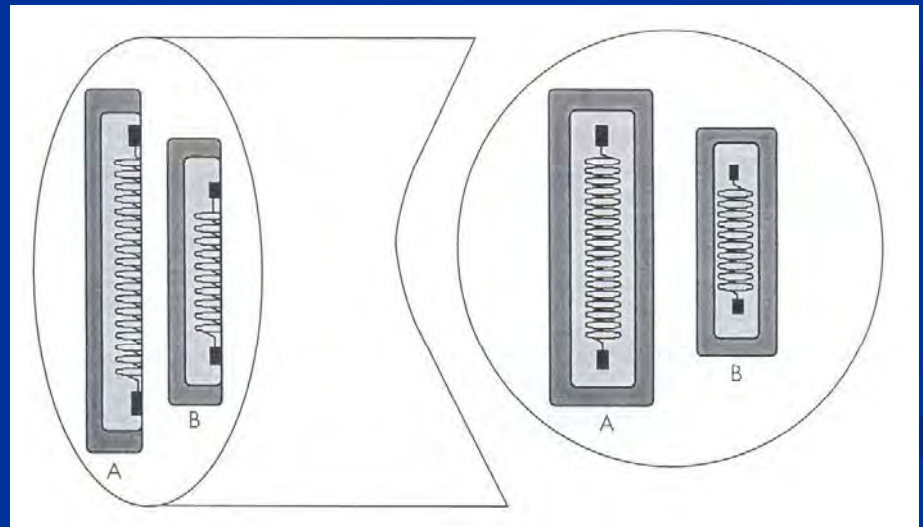
2. Rotor apoyado en cojinetes

5. Ampolla de vidrio

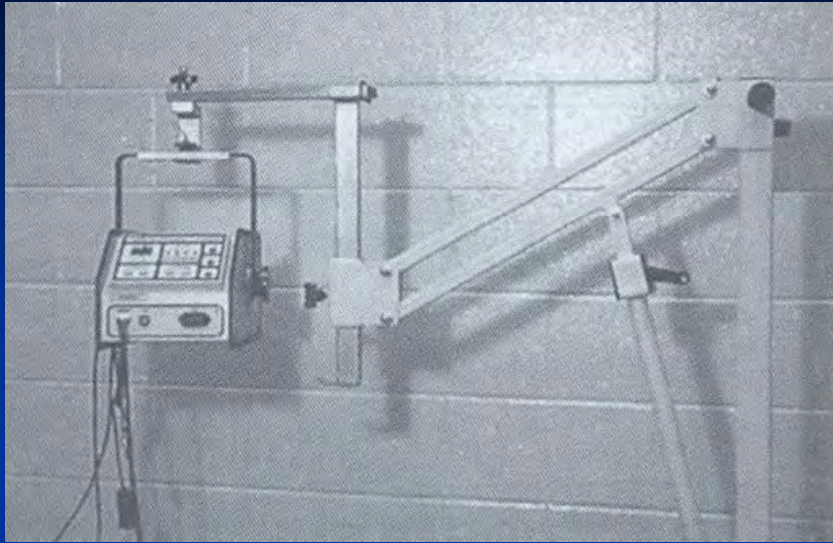
La mancha focal efectiva es la mancha focal real como si fuera vista desde la posición de la placa. Debido al ángulo del ánodo, la mancha focal efectiva es más pequeña que la mancha focal real.



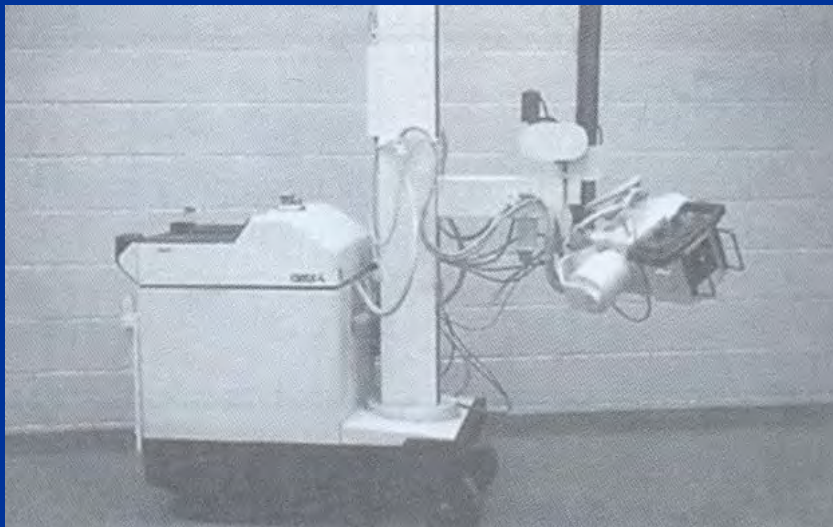
Una mancha focal pequeña tiene un filamento (B) y un focalizador más pequeños comparados con la mancha focal con un filamento más largo (A). Cuando se usa una mancha focal pequeña incrementa la resolución en la radiografía final.



Equipos de rayos X.-



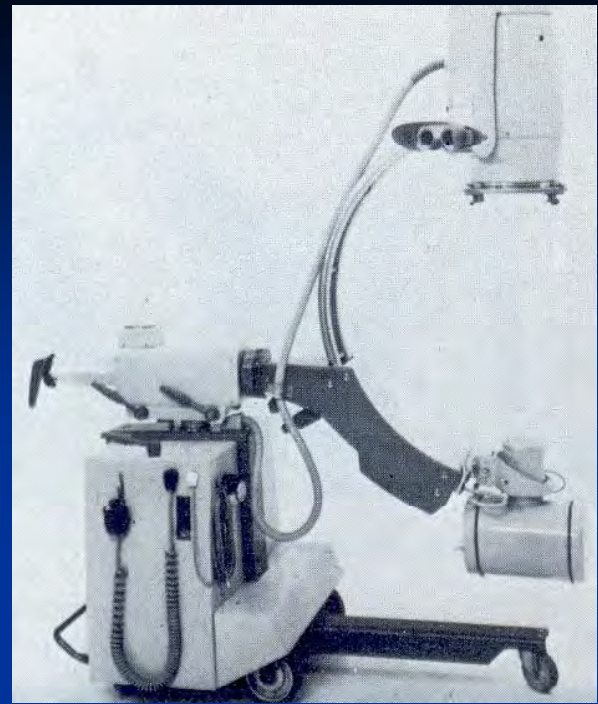
Portátil

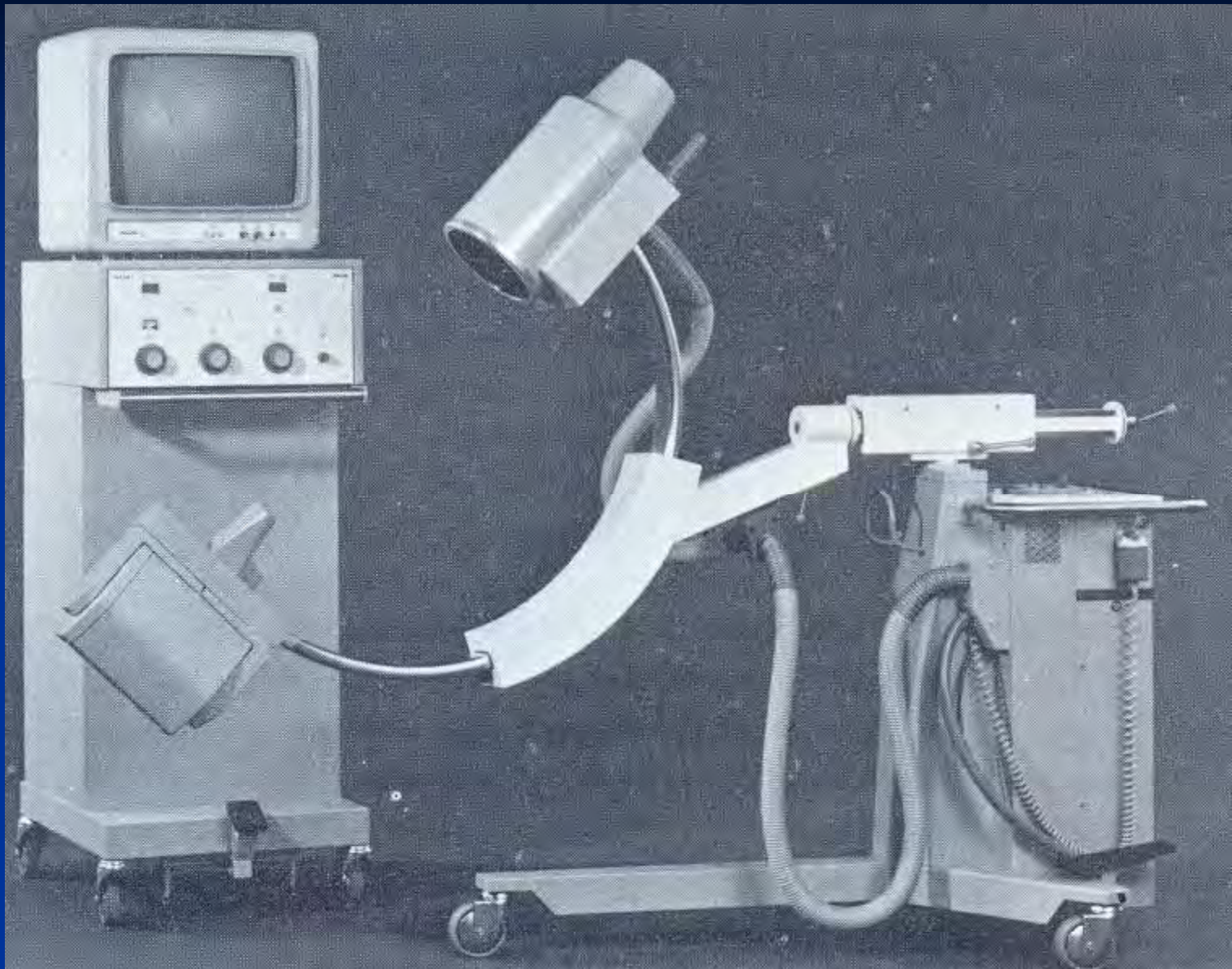


Móvil



Fijo





FORMACION DE LA IMAGEN

- Los rayos X penetran la materia en mayor o menor grado.
- Los diferentes tejidos del organismo absorben radiación en diferentes cantidades.
- Los rayos X penetran los tejidos (radiación incidente), esta es absorbida en forma e intensidad diferente, según los tipos de tejidos.
- La radiación emergente, presentará diferencias de intensidad.
- Estas diferencias se conocen como contraste de radiación.
- El conjunto de contrastes contenidos en los rayos emergentes, constituyen la “imagen de radiación”, esta es invisible. Hay dos métodos para hacerla visible.
 - ✓ Como imagen permanente en una placa radiográfica y
 - ✓ Como imagen transitoria en una pantalla fluoroscópica.

A.- Registros de la imagen:

Como imagen permanente en una película fotosensible:

- La placa radiográfica es una base de acetato o poliéster, recubierta por una emulsión fotosensible, compuesta de cristales de bromuro de plata.
- Esta emulsión responde con fotosensibilización a los rayos de la luz cuando son activados por los rayos X.
- Las pantallas reforzadoras están colocadas en el chasis, generalmente se usa tungstato de calcio, sulfato de plomo y bario y sulfuro de zinc que emite luz azul.
- Las hojas reforzadoras producen una imagen más brillante que la del efecto fotográfico directo y permite disminuir la dosis de rayos X.
- Las hojas reforzadoras transforman la energía en luz.

- ➡ **El revelado posterior de la radiografía transforma la imagen latente existente en una placa, en una imagen permanente.**
- ➡ **Debido a una reacción química que transforma los granos expuestos de sales de plata, en plata metálica negra.**
- ➡ **Esta plata metálica negra suspendida en el gel de la placa, constituye la imagen visible en la radiografía.**

Como imagen transitoria en una pantalla fluorescente:

- Las pantallas de radioscopia tradicional utilizan la capacidad de ciertas sustancias fluorescentes como el sulfuro de zinc y cadmio que emite luz verde.
- La fluoroscopia tras la formación de rayos X en luz visible, permite estudiar el movimiento del cuerpo.
- Los rayos X remanentes al atravesar al paciente, chocan contra la pantalla compuesta por cristales fluorescentes que transforman los rayos X en luz visible.
- Esta técnica tiene graves inconvenientes en cuanto a la dosis de radiación que es nocivo tanto para el paciente como para el observador.
- Tiene también limitaciones físicas como la borrosidad, la adaptación de un ambiente oscuro

- ➡ La aparición del llamado “intensificador de imágenes” ha supuesto un cambio considerable en la radioscopia.
- ➡ La imagen remanente, al atravesar el cuerpo es amplificado electrónicamente en el intensificador.
- ➡ El sistema óptico de salida es el que permite la visualización a través de la cámara de televisión o la obtención de cine radiología.
- ➡ En la salida de amplificador de imágenes puede colocarse una cámara de cine o cualquier cámara fotográfica.

Otros métodos de registro de la imagen:

- ➡ Cuando se requiere obtención de radiografías seriadas en una zona.
- ➡ Como inyecciones de contraste en arterias y venas.
- ➡ Existen cambiadores de películas rápidas que permiten exposiciones entre 4 y 6 por segundo en placas radiográficas de tamaño grande.
- ➡ Estos cambiadores automáticos de placas siguen siendo importantes, sobre todo en las exploraciones vasculares.

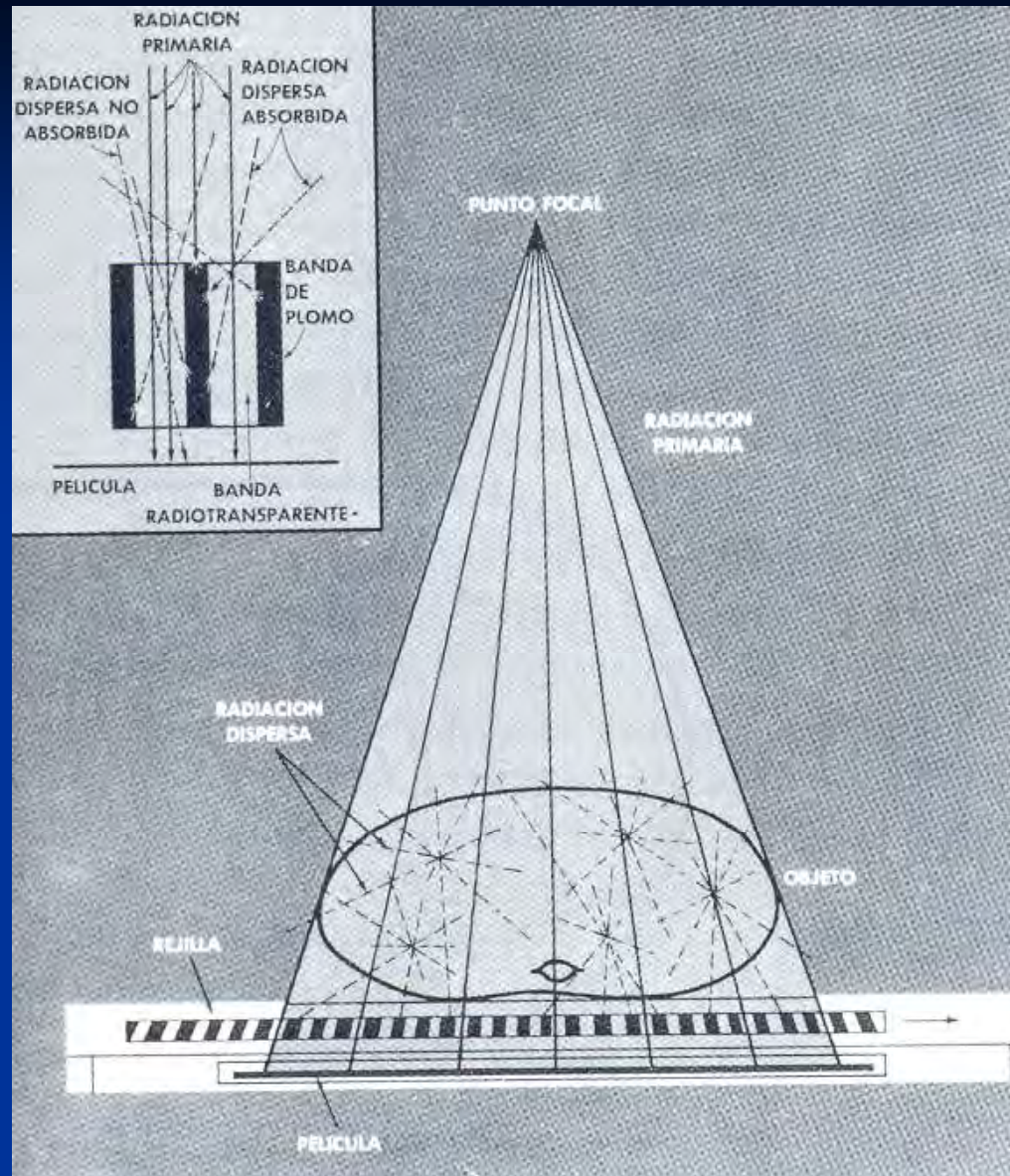
B.- Radiación dispersa:

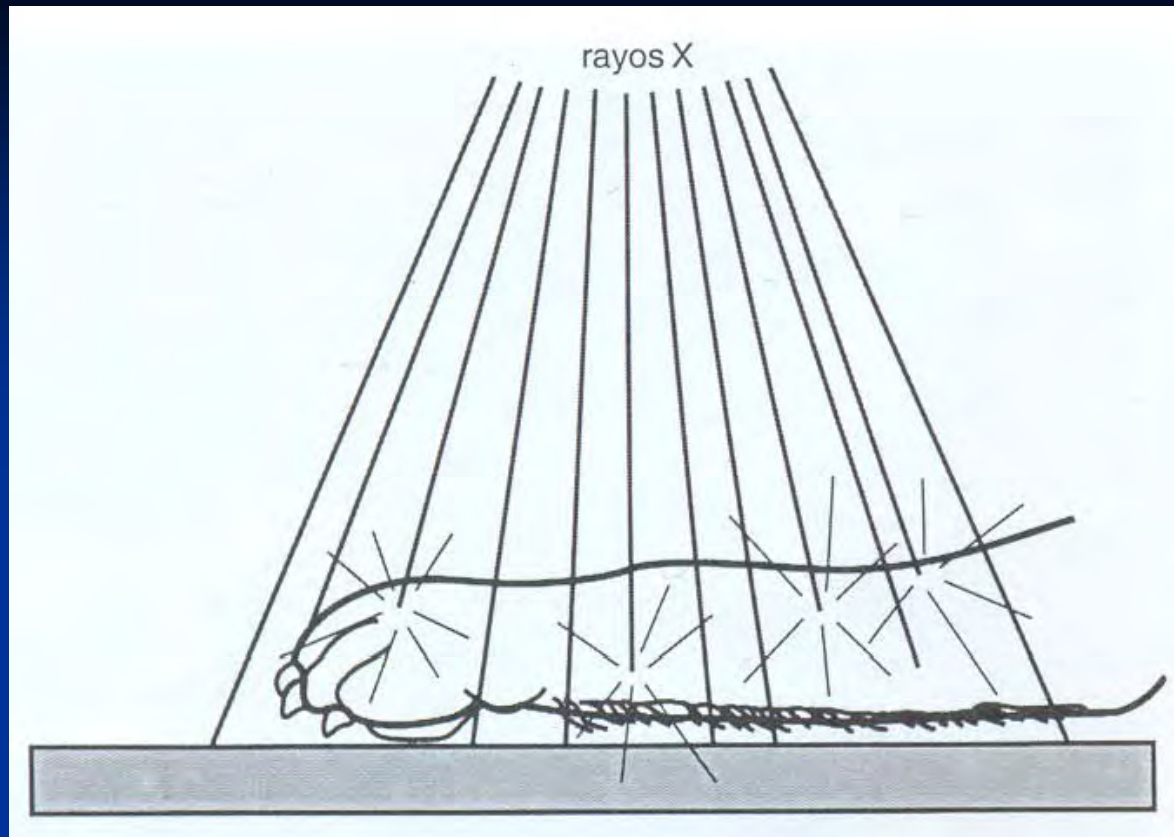
- La realización de una exposición con rayos X, produce, rayos que son absorbidos por el objeto y rayos que la atraviesan.
- Sin embargo algunas radiaciones se dispersan en todas direcciones al chocar con los objetos.
- Estos rayos secundarios se conoce con el nombre de radiación dispersa.
- No contribuyen con la formación de imágenes, por tanto son indeseables, ya que tienden a reducir el contraste de la imagen.
- Las partes más allá del mismo, tales como la mesa de rayos X, material metálico de la misma, etc., son fuentes de radiación secundaria, que tienden a reducir la calidad de la imagen radiológica.

Para reducir esta radiación dispersa se utilizan las siguientes medidas.

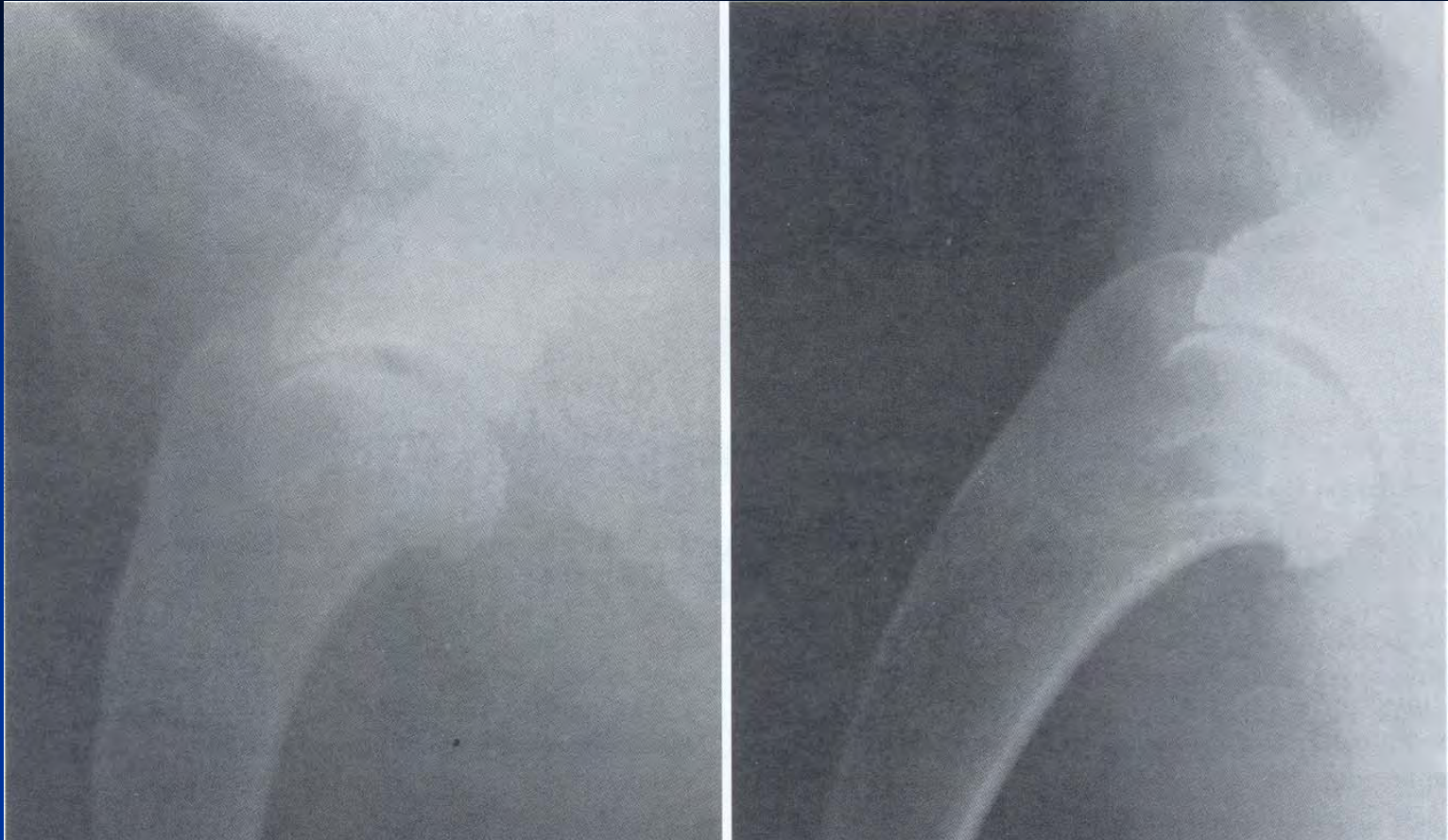
- a) La radiación dispersa posterior se controla con laminas de plomo en la cara posterior de los chasis radiográficos.**
- b) La radiación dispersa anterior, se produce con el uso de conos y diafragmas que limitan el haz radiográfico al campo que se quiera radiografiar. En la radiografía moderna los conos han sido sustituidos casi por completo por diafragmas automáticos con centradores luminosos.**
- c) Para las partes gruesas del cuerpo, tales como el abdomen, donde las radiaciones dispersas son muy superiores a las partes delgadas, se requieren métodos adicionales. Las parrillas fijas disminuyen la radiación dispersa. Están compuestas de tiras alternantes de plomo y material transparente a los rayos X y, que permiten el paso de los rayos en forma perpendicular a ella. Este principio se aplica al llamado “Bucky” que son laminas de plomo que se mueven durante la exposición, por lo cual las tiras de plomo se hacen invisibles en la radiografía. Ahora se utilizan en todas las exposiciones gruesas del cuerpo.**

Esquema de un Potter-Bucky. Se muestra cómo sólo las radiaciones paralelas a las laminillas de la parrilla pueden pasar entre ellas, mientras la radiación dispersa es absorbida. En la esquina superior izquierda, diagrama de una pequeña porción de la parrilla mostrando en detalle lo expuesto.





Los fotones de rayos X penetran el objeto, son absorbidos por el objeto y producen radiación dispersa.



A

B

Comparación de una técnica con parrilla con otra sin parrilla. En ambas imágenes aparece el mismo objeto. **A**, exposición sin parrilla. **B**, exposición con parrilla. Obsérvese como en la imagen B el contraste es mayor y la dispersión es menor.

C.- Geometría de la imagen:

- ➡ Los rayos X obedecen a las leyes generales de la luz.
- ➡ Por tanto la representación radiográfica de un objeto, será dependiente:
 - Del tamaño del mismo,
 - De la fuente de rayos X o mancha focal,
 - De la distancia del objeto a la fuente de energía,
 - De la distancia del objeto a la placa,
 - Así como del alineamiento del objeto con respecto a la mancha focal.
- ➡ Hay varias leyes que controlan la formación de la imagen desde el punto de vista geométrico.

1. Superposición:

- En la trayectoria de los rayos X, no se encuentran solamente una parte de un objeto, sino que los rayos pasan a través de varias partes sucesivas, en cada una de las cuales se produce una cierta absorción.
- Lo que queda del haz primario produce la imagen en la película.
- La representación radiográfica será entonces la suma de todas estas partes que el haz de rayos atraviesa.
- Este fenómeno por el cual todas las imágenes de una proyección particular coinciden una encima de otra, se llama superposición
- En el caso de estructuras complejas, como cráneo o columna vertebral, se requiere gran habilidad para analizar las líneas compuestas de las imágenes superpuestas

2. Paralaje y efecto de canto.-

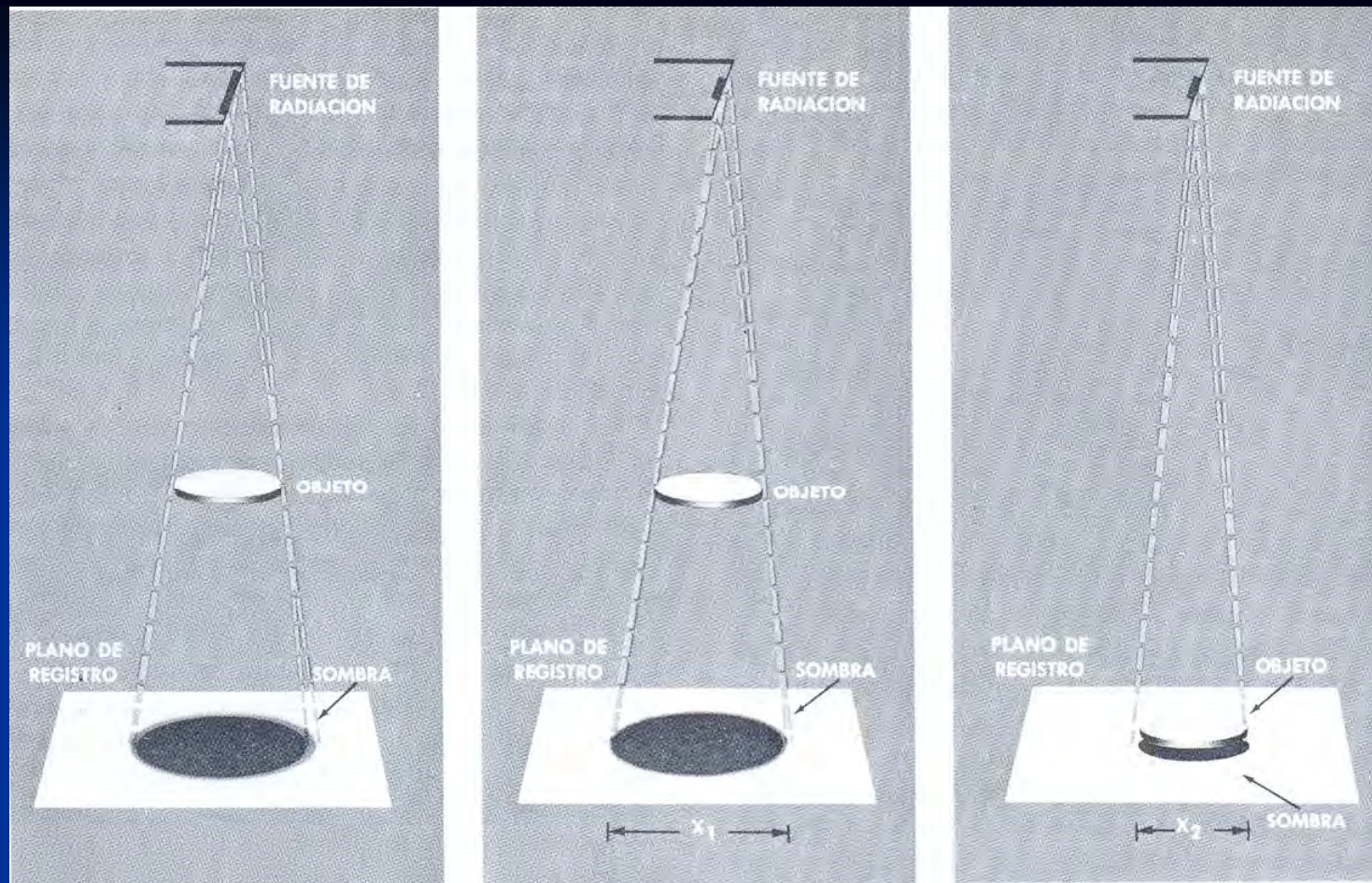
- Las partes de un objeto que se encuentran en diferentes puntos a lo largo del mismo haz de rayos, serán superpuestas en la imagen radiográfica.
- Tales detalles pueden separarse desplazando el foco de rayos X lateralmente con respecto al haz de rayos X.
- El ángulo formado entre estos detalles y el foco se llama “paralaje”.
- La distancia a la cual, el paralaje de los detalles cambia, al moverse el foco, nos permite determinar su distancia al plano de la imagen.
- En la práctica radiológica no se mide ni el paralaje mismo ni el cambio de ángulo al moverse el foco, lo que se mide es el desplazamiento de los detalles de la imagen proyectada, y la distancia encontrada de este modo, es lo que se llama “cambio de paralaje”.
- El desplazamiento del foco o la rotación del paciente, también son útiles para obtener radiografías que nos den una impresión espacial del objeto y nos muestren como están situados los diversos detalles entre sí
- El concepto de paralaje es de gran importancia para estudios estereoscópicos.

- ➡ Debido a la superposición, es posible que un detalle determinado no sea visible cuando la radiografía se toma en una cierta dirección, pero debe ser bien percibida en otra.
- ➡ Esto ocurre cuando el detalle es delgado en una superficie grande.
- ➡ Si examinamos una membrana delgada (pleura), la absorción de rayos X será generalmente tan pequeña que no se produce ningún contraste entre ella y lo que le rodea, es decir que la membrana es invisible, excepto cuando esta paralela a la dirección de los rayos X, teniendo entonces una mayor absorción y apareciendo por tanto en la placa.
- ➡ Este fenómeno se encuentra a menudo en las radiografías y se conoce como “efecto de canto”.
- ➡ Muchos detalles pulmonares de una radiografía de tórax deben aplicarse como debidas al efecto de canto, como la visión de la pared bronquial, la conocida imagen de calcio en el cayado aórtico, que de ningún modo indica acumulo local de calcio, sino que se debe al efecto de canto, de una fina capa de calcio, depositada en la pared de dicho arco aórtico.

3. Ampliación y distorsión.-

- ➡ Como los rayos X son emitidos desde una fuente sumamente pequeña, el foco, que para mayor facilidad consideramos puntiforme, la imagen de un objeto situado en la trayectoria de los rayos X, se forma según las leyes de proyección central.
- ➡ El objeto situado en el haz divergente de rayos, proyecta una sombra en el plano de proyección y la sombra es normalmente una imagen ampliada del objeto.
- ➡ Sólo cuando este último está situado directamente contra la película (distancia objeto película = 0) , no se producirá ampliación y la imagen formada tendrá el tamaño real del objeto.

- La imagen de un objeto situado a la mitad de la distancia entre el foco y la película tendrá por tanto un tamaño igual al doble del tamaño del objeto.
- La ampliación de ambas partes no será idéntica, de manera que las imágenes en la película no sólo no corresponden al tamaño real, sino que tampoco nos darán la verdadera proporción de las partes entre sí.
- Esta ampliación desigual de las diferentes partes de un objeto, se llama distorsión.

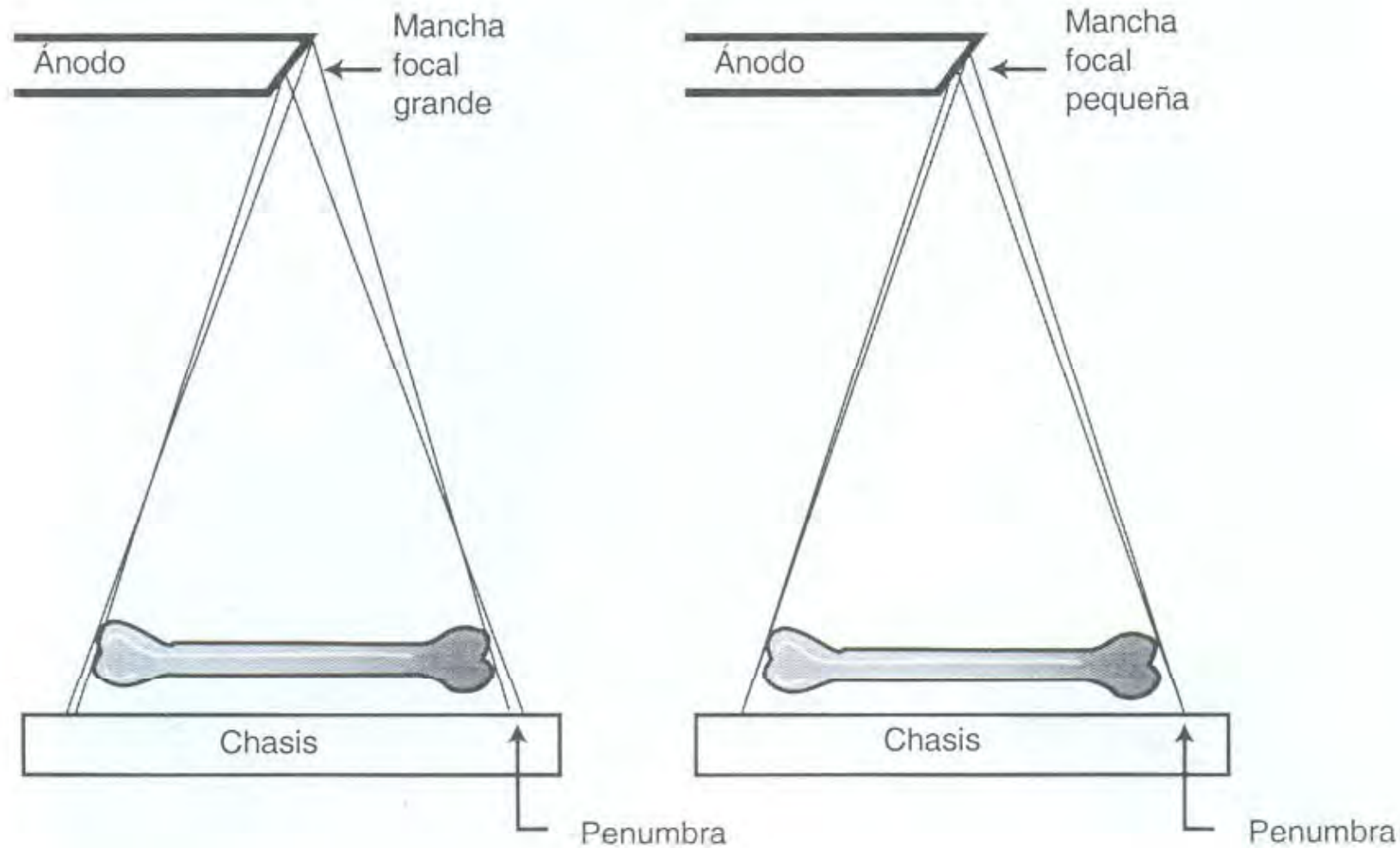


A

B

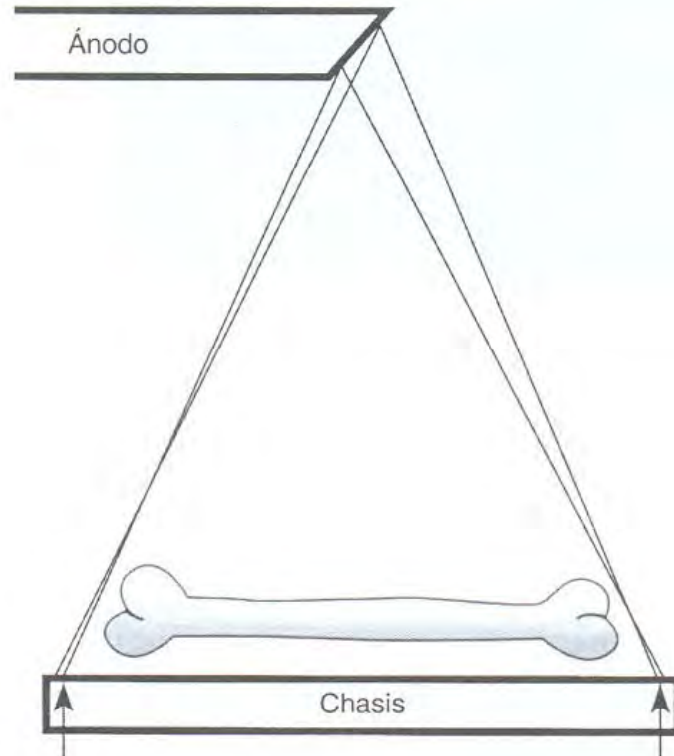
C

Diagrama de los espectros geométricos en la definición de la imagen. En el esquema A-B se representa la mejora de la definición de la imagen, manteniendo constante la distancia objeto-placa por reducción del tamaño del foco emisor de rayos X (valor del foco fino). En la figura C se representa la mejora de la definición de la imagen por disminución de la distancia objeto-placa.



Si se incrementa el tamaño de la mancha focal se incrementa la penumbra, disminuyendo el detalle en la radiografía.

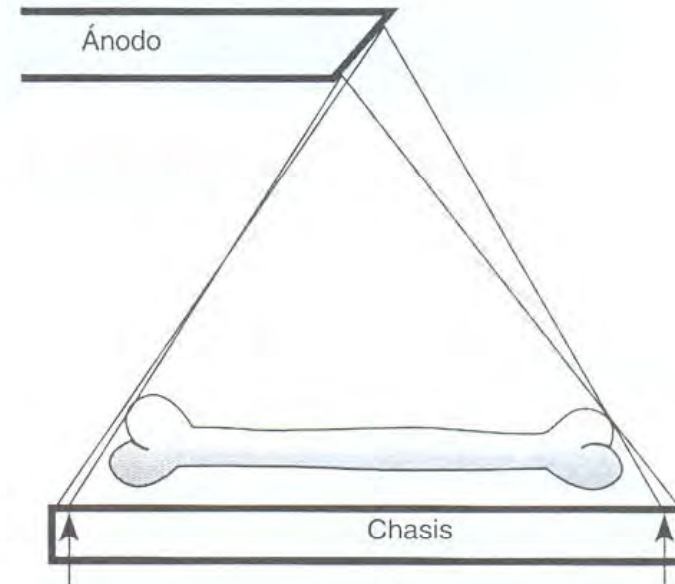
40 pulgadas (101,6 cm) DFP



Penumbra

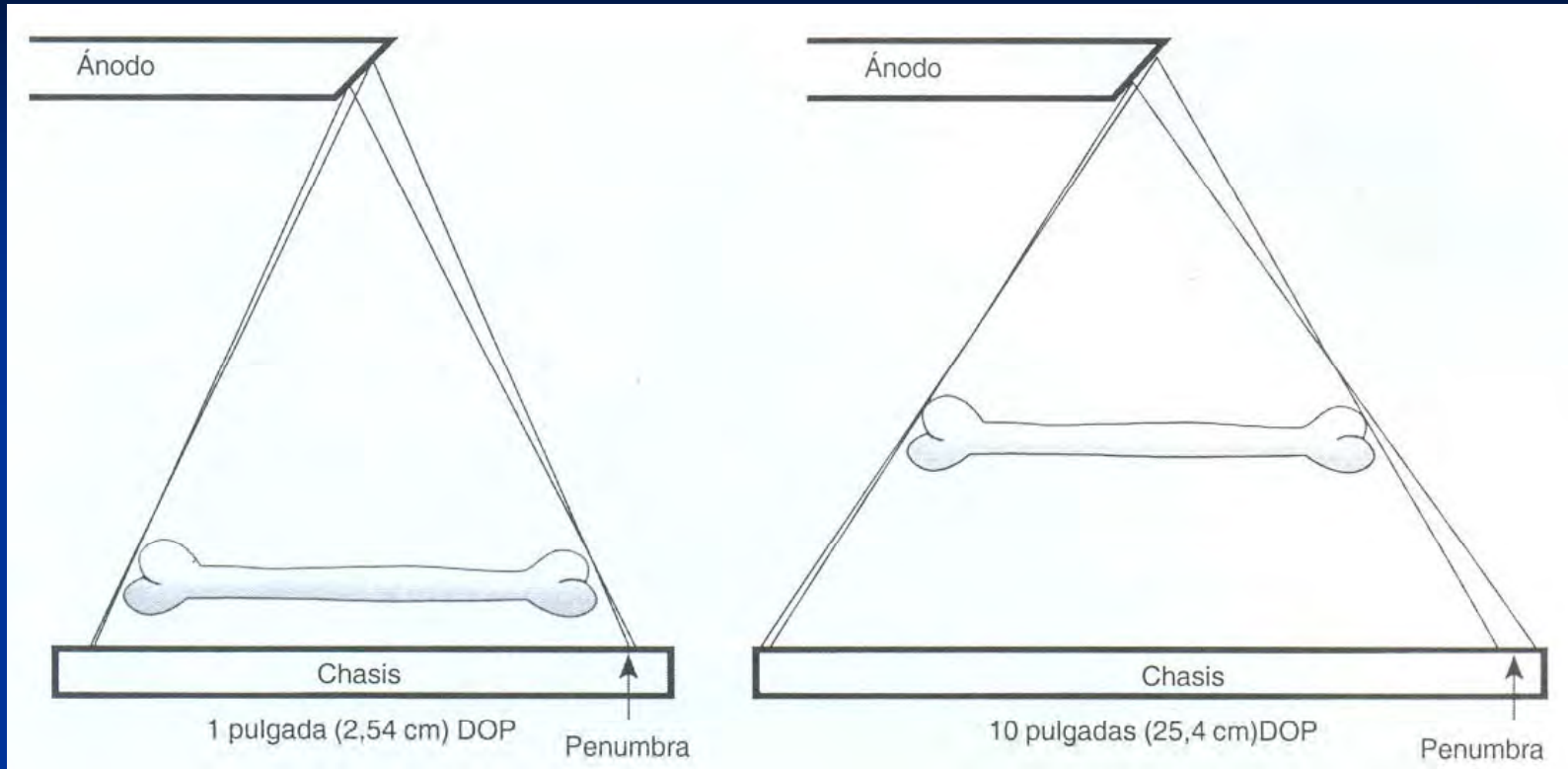
Penumbra

30 pulgadas (76,2 cm) DFP



Penumbra

Si se incrementa la distancia foco-placa (DFP) disminuye la penumbra, incrementándose el detalle en la radiografía



Si se incrementa la distancia objeto-placa (DOP) aumenta la penumbra, disminuyendo el detalle en la radiografía

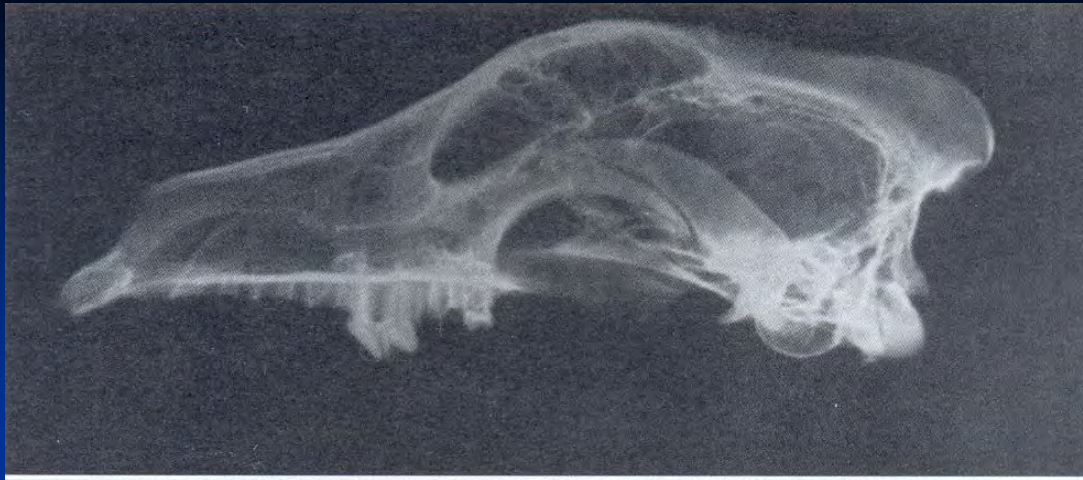
Acortamiento (o escorzo). En las dos imágenes aparece el mismo fémur. En la imagen A el fémur está paralelo al chasis. En la imagen B el extremo distal del fémur está elevado cinco pulgadas (12,7 cm), dejando el fémur con un ángulo de 45° con respecto al chasis. Obsérvese que B aparece más corto que A.



A

B

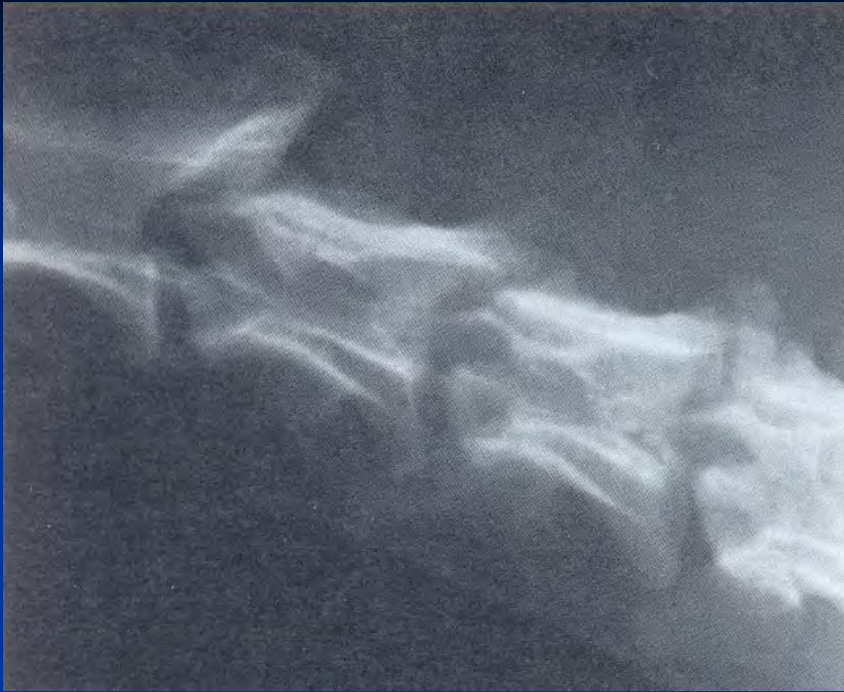
A



B



Magnificación: En las dos imágenes aparece el mismo cráneo. En la imagen A el cráneo está colocado directamente sobre el chasis (DOP 0 cm). En la imagen B el cráneo está elevado 10 pulgadas (DOP 25,4 cm). Obsérvese que B aparece más grande y con menor detalle, especialmente alrededor de las bullas timpánicas y de la muela carnícora.



A



B

En A, falso estrechamiento de los espacios discales intervertebrales, que aparece cuando las vértebras no están paralelas a la superficie de registro. En B, las vértebras se sitúan paralelas a la superficie de registro colocando un almohadillado bajo el cuello. Obsérvese que el tamaño de los espacios discales intervertebrales en comparación con A



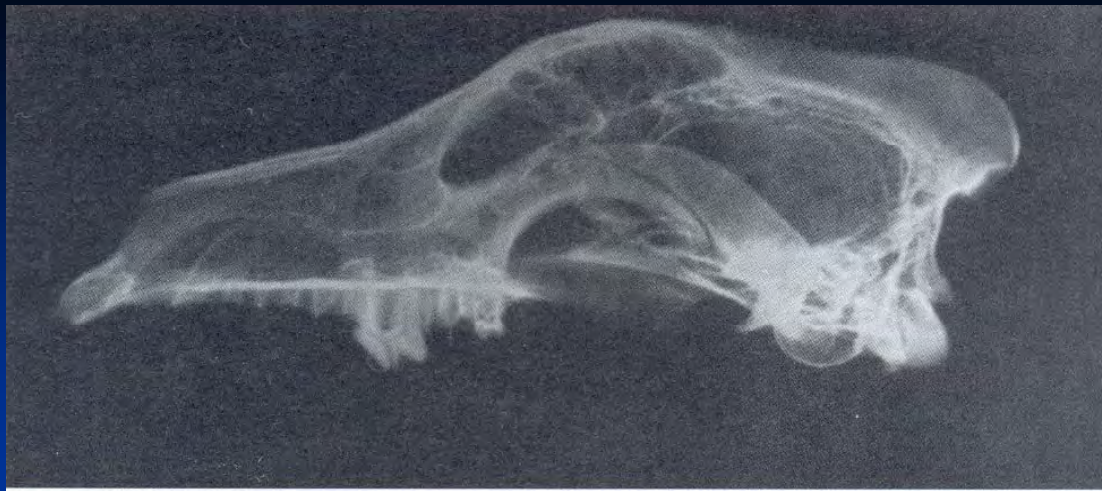
Los espacios discales intervertebrales aparecen más estrechos en los bordes de la radiografía en comparación con los espacios discales del centro de la radiografía.

4. Perceptibilidad del detalle.-

- ▶ Características de toda imagen radiológica visible, con su contraste y definición o nitidez.
- ▶ El contraste indica la oposición entre las partes claras y oscuras de la imagen.
- ▶ Sólo donde hay contraste, se puede ver algo; de esta manera se puede distinguir un contraste de lo que le rodea.
- ▶ Al componente se le llama “detalle”.
- ▶ La calidad de una imagen radiográfica, depende de la perceptibilidad de sus detalles.

- ➡ La información proporcionada por la imagen de rayos X depende del número de detalles que pueden distinguirse por unidad de superficie, o del tamaño del mínimo detalle perceptible.
- ➡ Está determinado en primer lugar por lo que se llama borrosidad intrínseca del material sobre el cual se produce la imagen, también llamada borrosidad del material,

A



B



En A se observa un mayor número de detalles que en B



Un chasis dañado puede causar un contacto película pantalla pobre. Nótese los contornos borrosos en el abdomen craneal y el área caudal del tórax.

5. Definición.-

- ▶ Como la nitidez es una idea abstracta, que no puede expresarse en una medida o número, generalmente se habla de “falta de definición” o de “borrosidad”.
- ▶ Ya hemos visto el efecto adverso que produce la borrosidad en la calidad de la imagen.
- ▶ La borrosidad en una imagen radiográfica puede producirse de diferentes formas.
- ▶ En primer lugar existe la borrosidad ya presente en la imagen de radiación, esta borrosidad se debe al tamaño finito del foco, y ésta es la llamada “borrosidad geométrica”.
- ▶ Al movimiento durante la exposición, es llamada borrosidad “cinética”

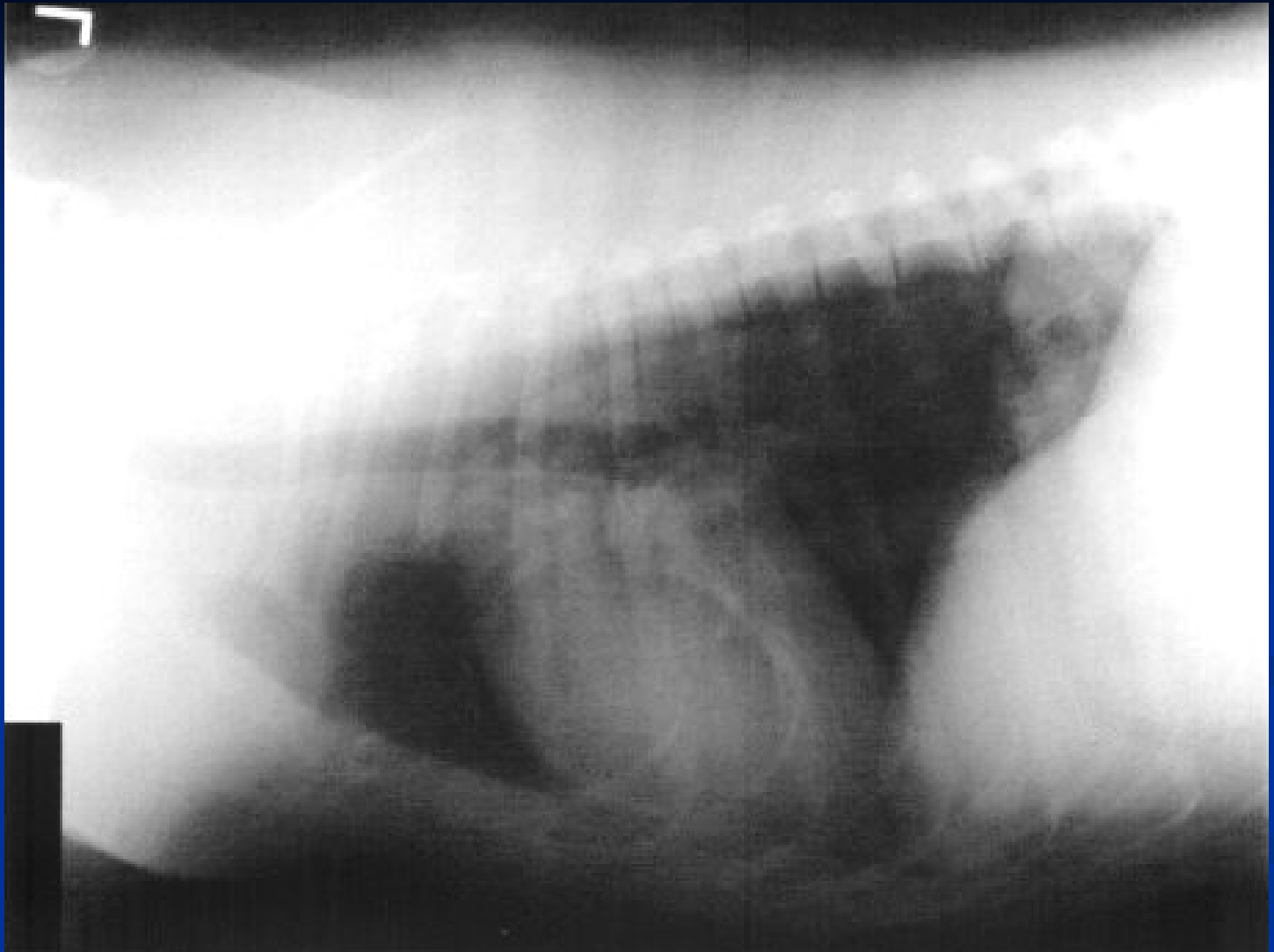
➔ En segundo lugar hay que considerar la borrosidad que aparece cuando los rayos X se convierten en una imagen visible y esta borrosidad se debe a la estructura típica de la película, esta es la llamada “borrosidad intrínseca”



Borrosidad geométrica



Borrosidad cinética

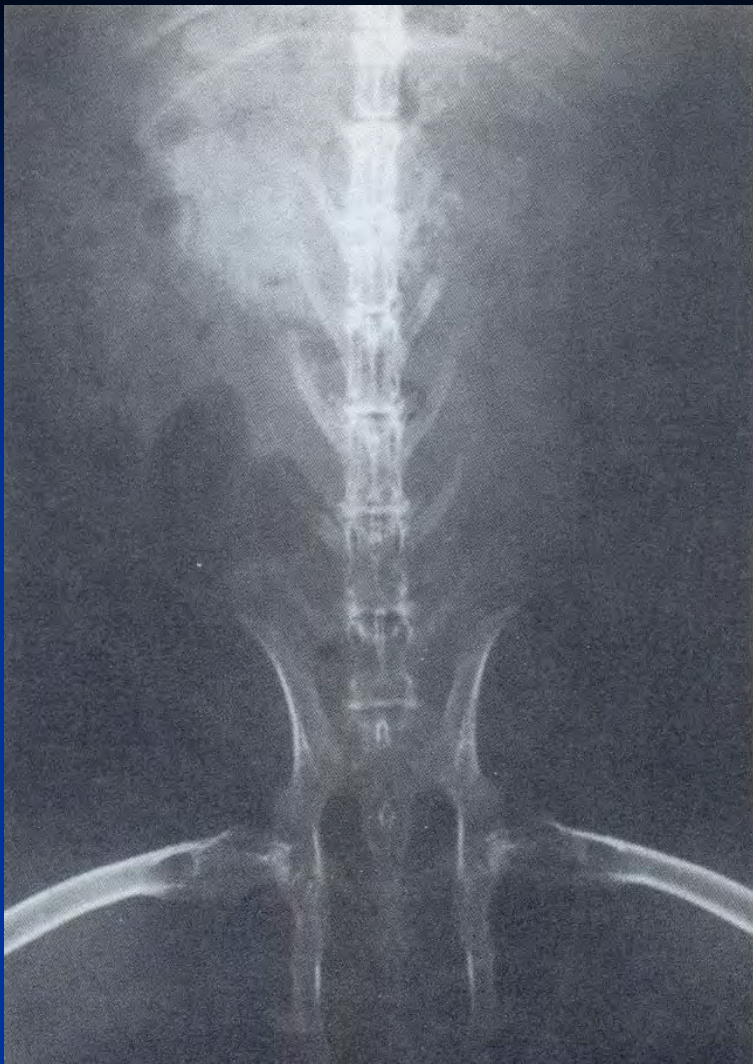


Borrosidad intrínseca

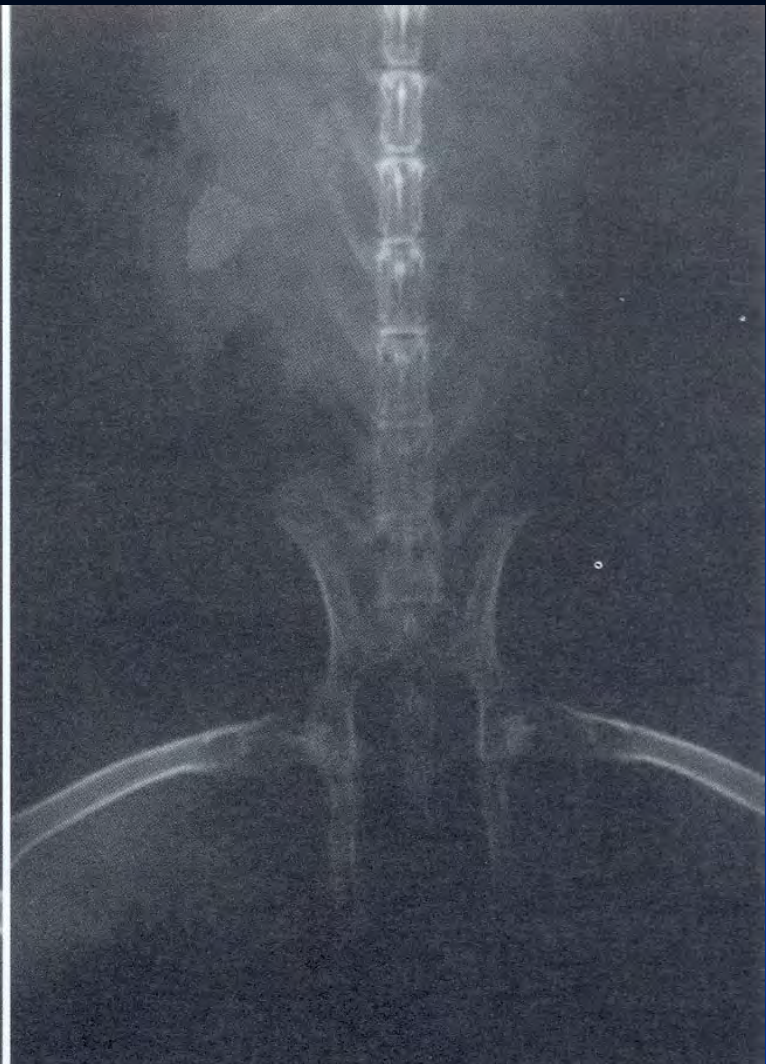
6. Contraste:

- ➡ En una película de rayos X el contraste es tan importante como la nitidez.
- ➡ El contraste es una diferencia, que puede ser, la diferencia entre dos intensidades de radiación y entonces se trata de contraste de radiación, o la diferencia entre dos densidades, en cuyo caso se habla de contraste visible.
- ➡ Para la formación de la imagen es necesario la existencia de un contraste de radiación y de un medio que lo convierta en contraste visible.
- ➡ En conjunto, la mejor definición de la imagen, ocurre cuando:
 - ✓ Se combinan una serie de factores, como son la mancha focal sea la más pequeña posible,
 - ✓ Que el objeto esté lo más cerca posible de la placa,

- ✓ Que la mancha focal sea perpendicular a la placa radiográfica,
- ✓ Que la distancia del foco a la placa sea la mayor posible, etc.
- ➡ Obviamente no pueden reunirse estas características siempre, por lo tanto, hay un compromiso entre estas premisas ideales para la obtención de la imagen radiográfica.
- ➡ Otro factor importante en la existencia de contrastes en la placa es la utilización de varias clases de kilovoltaje.
- ➡ Cuanto menor es el kilovoltaje empleado, mayor es la diferencia de absorción y por lo tanto de contraste, entre las tres densidades básicas del organismo (agua, hueso, grasa).
- ➡ Al contrario, al aumentar el kilovoltaje, los coeficientes de atenuación tienden a igualarse, con lo que disminuyen los contrastes y se homogeniza la imagen radiológica

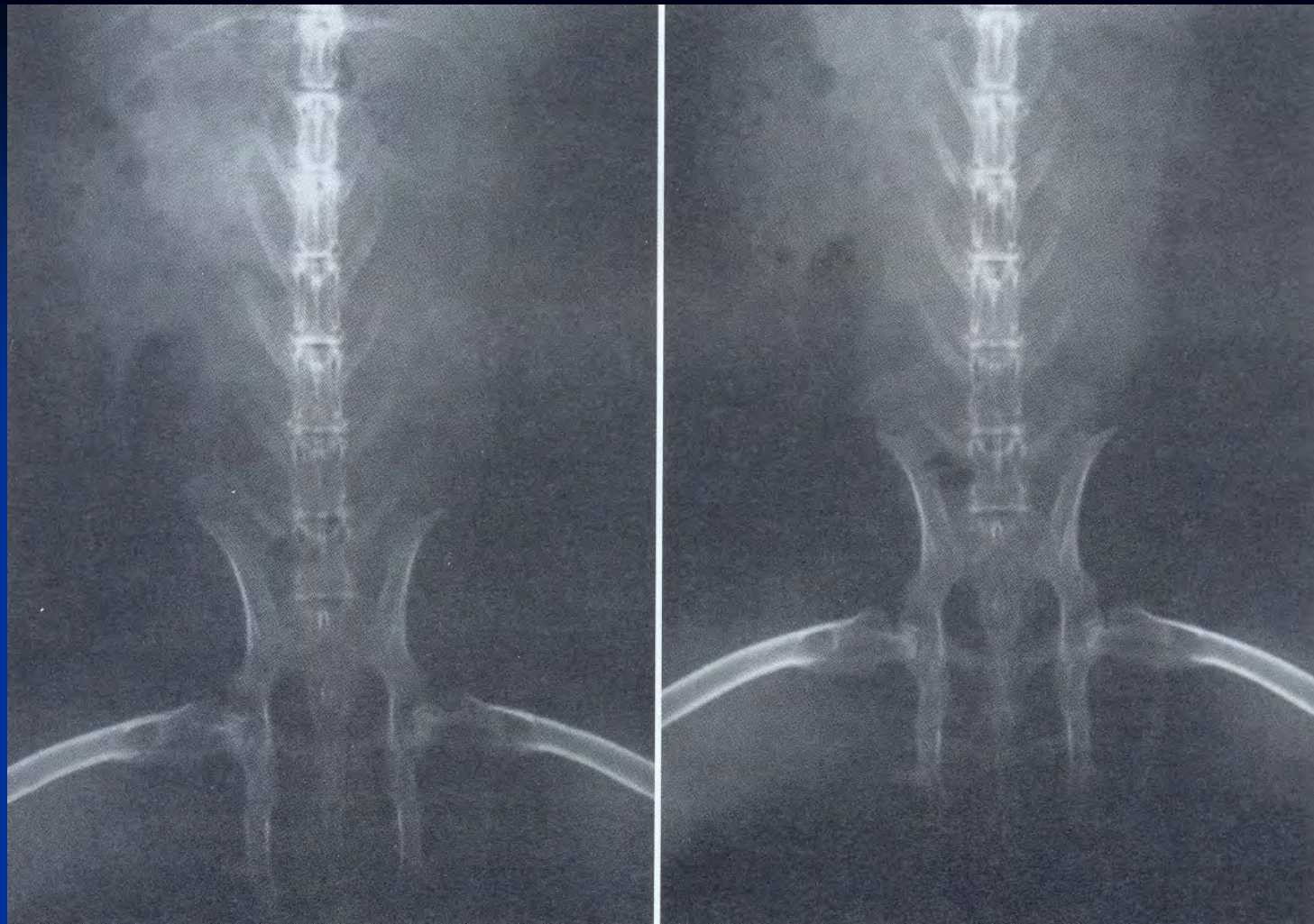


A



B

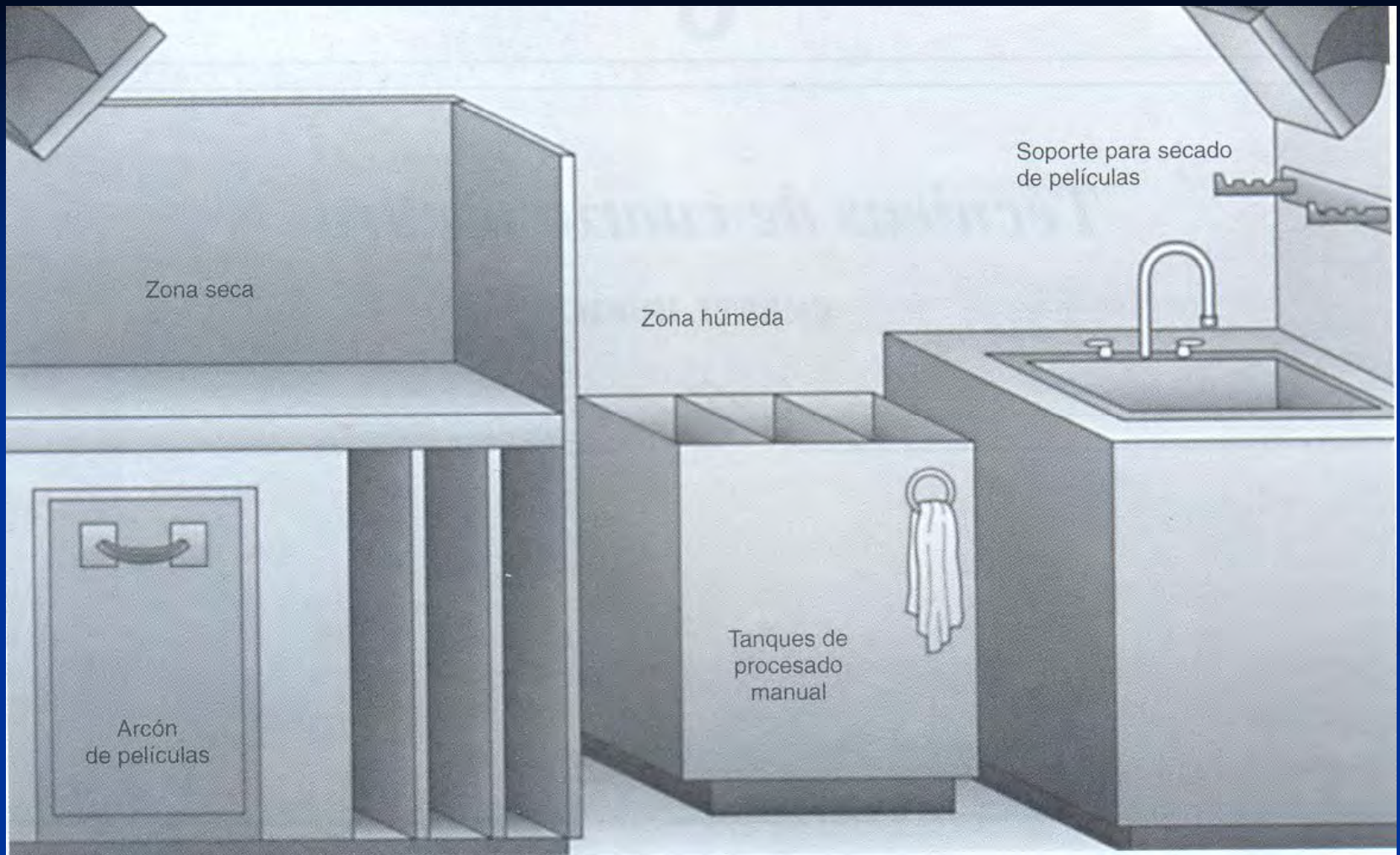
La densidad radiográfica puede duplicarse duplicando el mAs o reducir a la mitad reduciendo también a la mitad el mAs A, Exposición a 8 mAs y 56 kVp. B, Exposición a 16 mAs y 56 kVp. Obsérvese que en la imagen B, la densidad radiográfica es mayor que en A, porque el mAs se ha duplicado con respecto a A



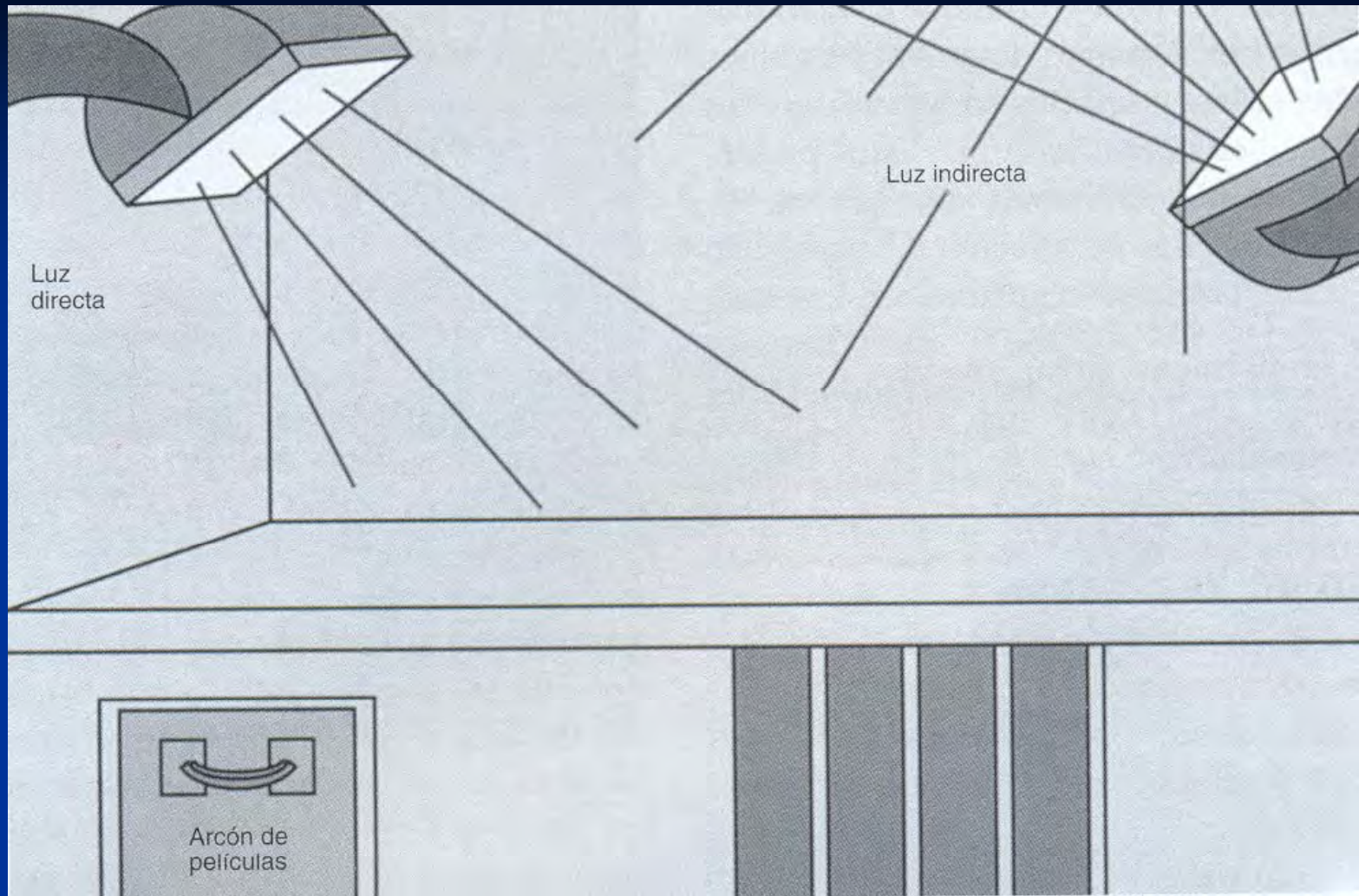
La densidad radiográfica puede duplicarse incrementando el kPv en un 20%, o reduciendo a la mitad reduciendo el mAs en un 16%. A, exposición a 8 mAs y 56 kPv. B, Exposición a 8 mAs y 64 kPv. En la imagen B, el kPv se incremento en un 20% con respecto a A. Obsérvese que en la imagen B, la densidad radiográfica es el doble que en A

D.- Revelado automático.-

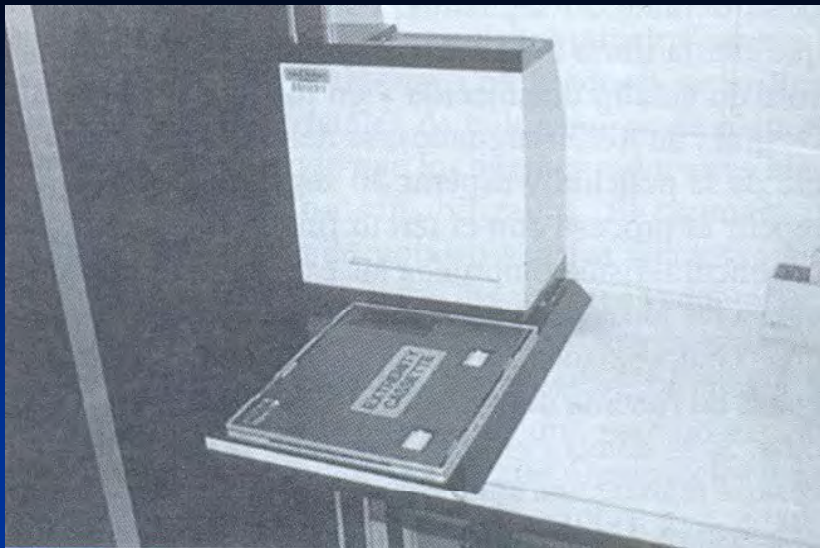
- Durante años, las radiografías eran reveladas manualmente con una serie de pasos a través de revelador, fijador, lavado, secado, etc.
- Desde principios de los años sesenta, las casas comerciales han ido desarrollando máquinas automáticas de revelado que permitan realizar todo el proceso en 90 segundos.
- La radiografía introducida dentro de estas máquinas en la cámara oscura, sale por el otro extremo en 90 seg., más tarde, completamente seca y dispuesta para su lectura.



Dibujo esquemático de un cuarto oscuro de revelado manual.



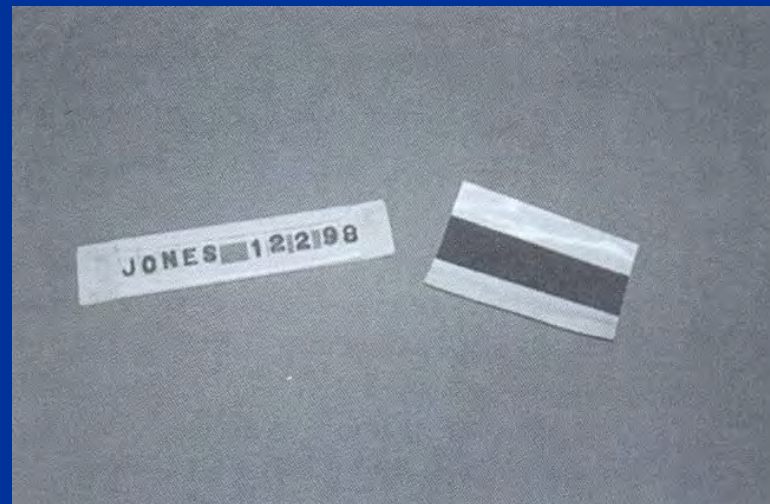
Iluminación de seguridad directa e indirecta.



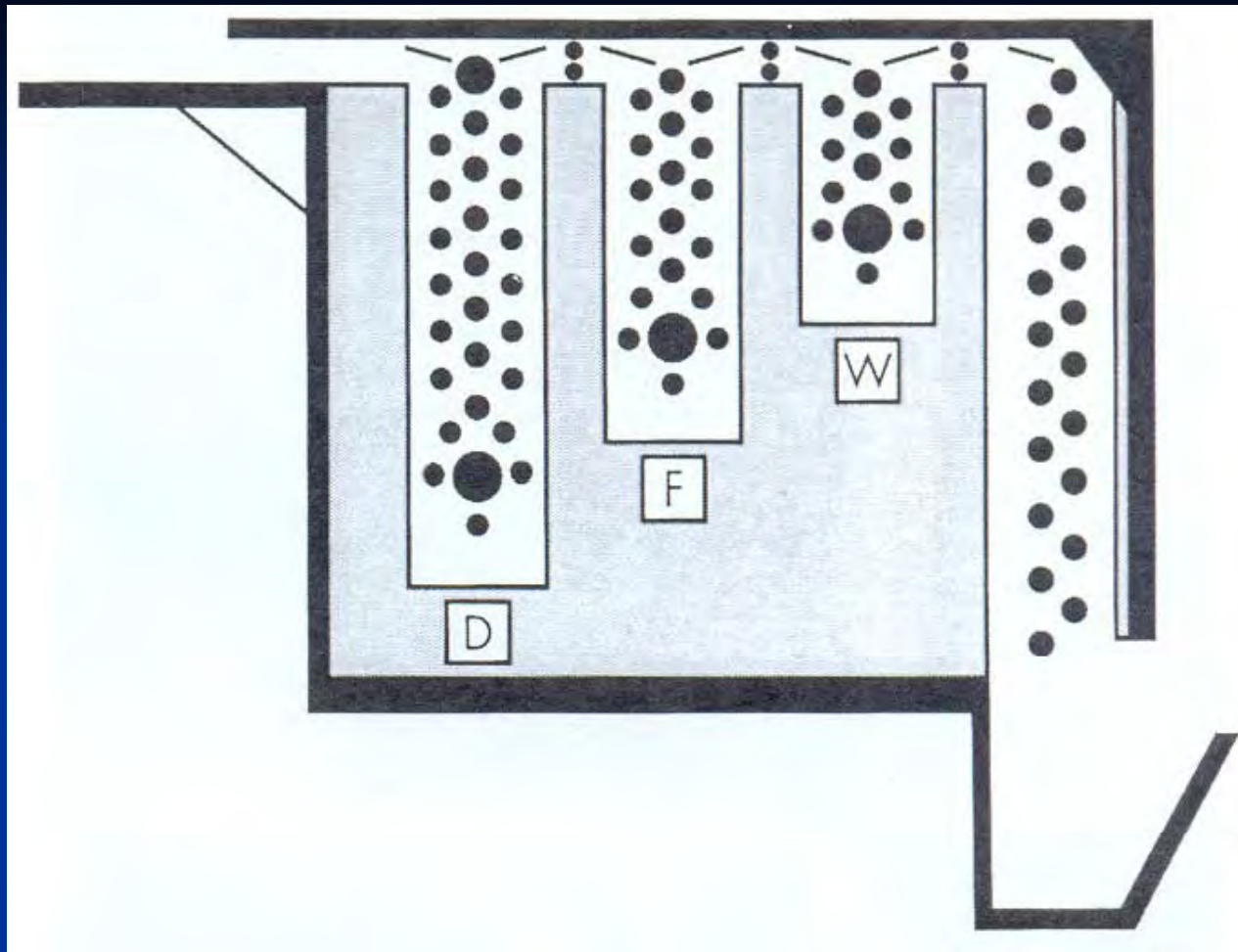
Etiquetador e identificador pre revelado



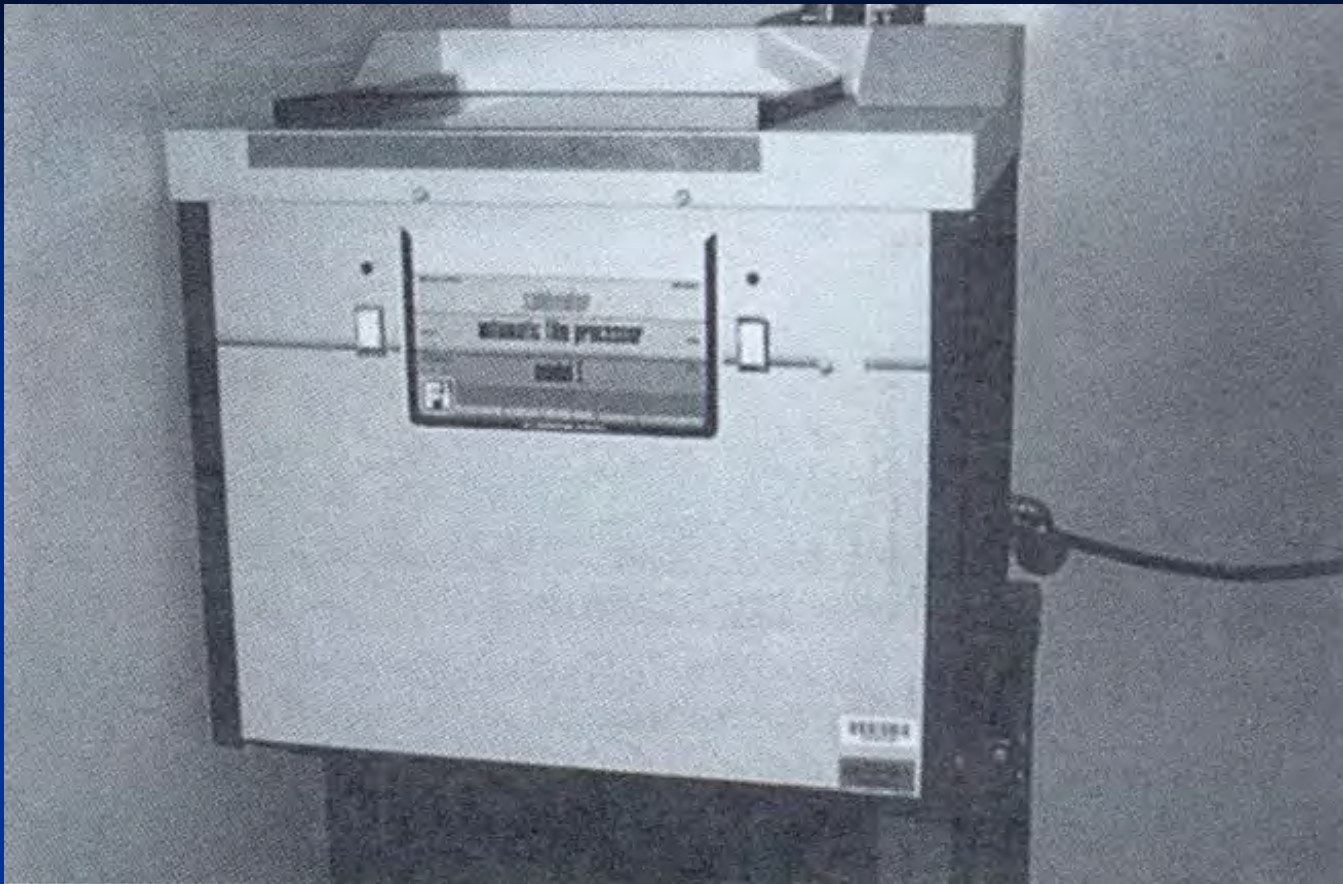
Identificador de películas



Identificadores de películas durante la exposición.

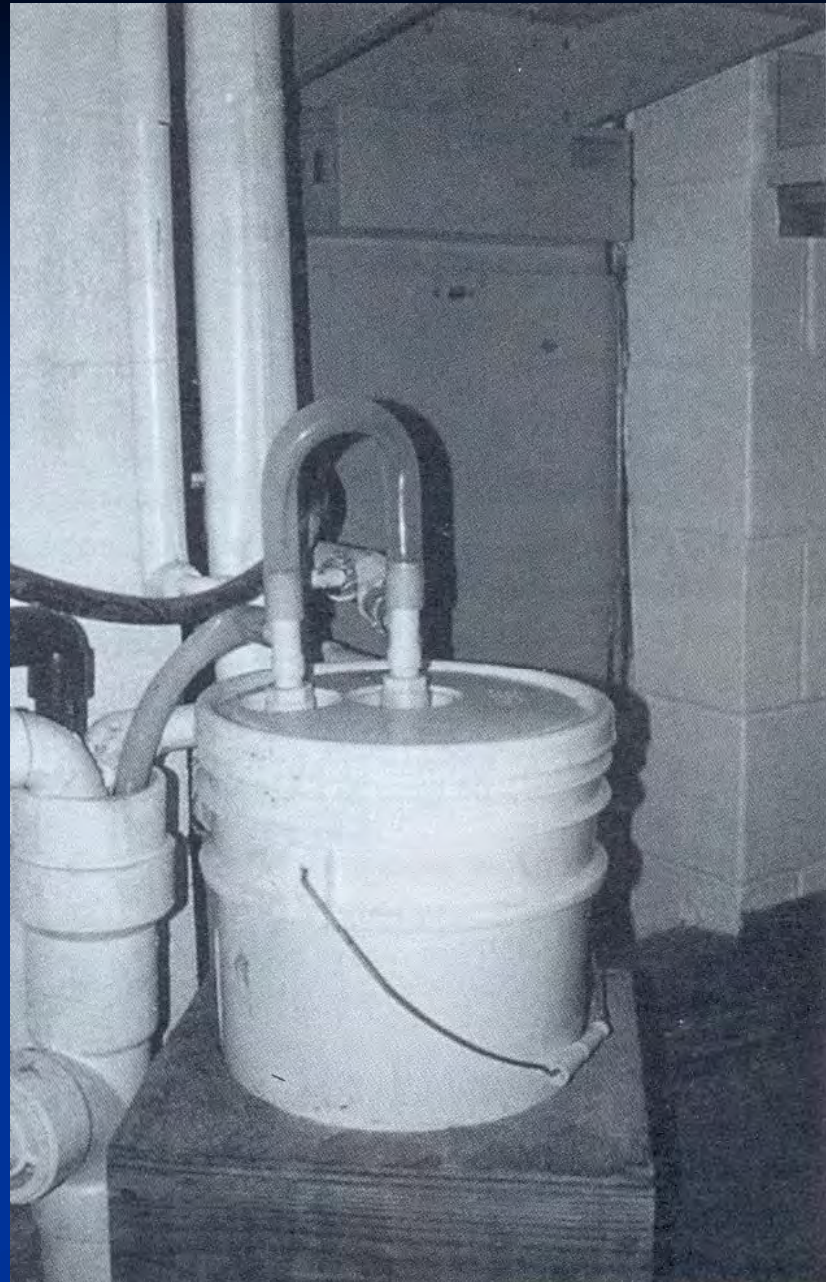


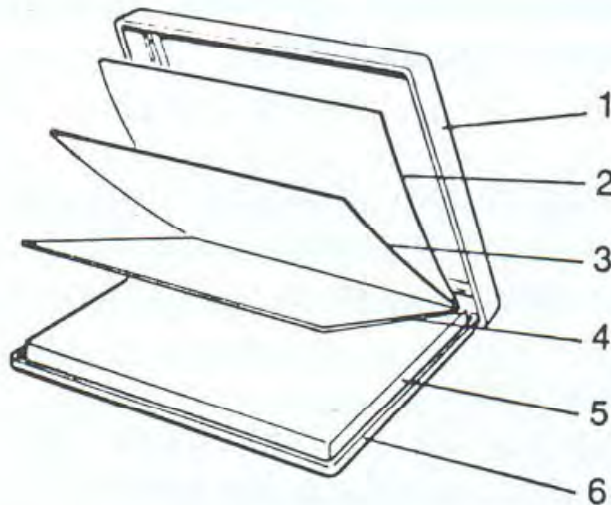
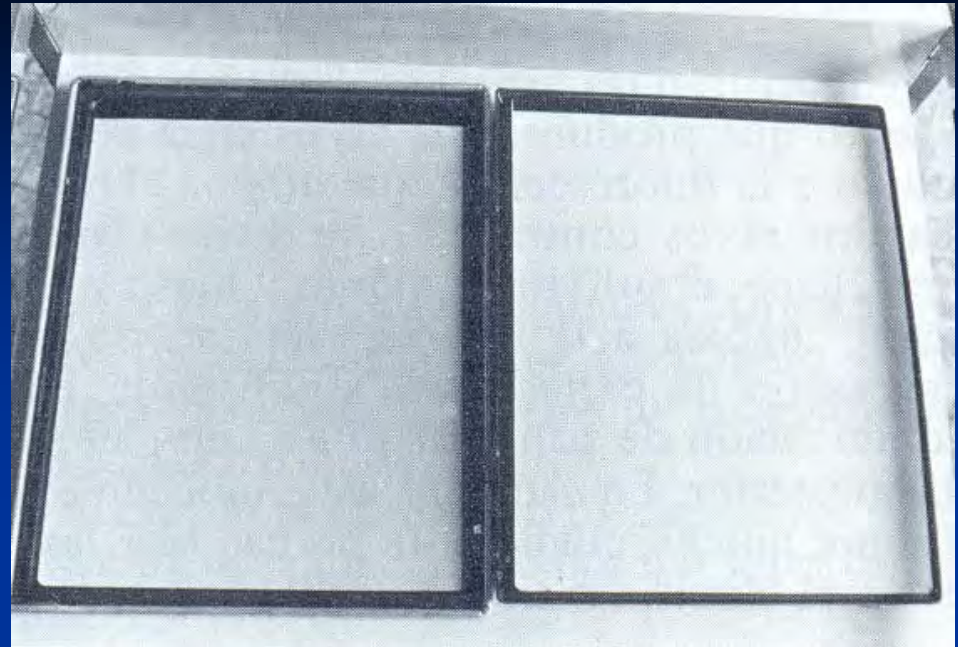
Procesador automático. Unos rodillos en serie trasladan la película a través del revelador, fijador, aclarado y secado. Este proceso dura entre 90 a 120 segundos.



Procesador automático de agua fría

**Cartucho de recuperación
química acoplado a un
procesador automático**





1. Tapa del chasis
2. Pantalla anterior
3. Película radiográfica
4. Pantalla posterior
5. Lámina presora de goma esponjosa (para garantizar el contacto uniforme de las pantallas con la película).
6. Fondo del chasis de plomo u otro material similar (los chasis especiales para exploradores carecen de capa de plomo, a fin de que pueda verse lo que capta la radiografía. Por eso llevan la inscripción: "sin plomo").

Efectos biológicos de los rayos X.-

- ▶ El uso de los rayos X debe llevar consigo el conocimiento de sus posibles desventajas, debido a la existencia de sus efectos nocivos de las radiaciones.
- ▶ Para analizar los mismos es conveniente conocer los efectos biológicos que la irradiación tiene sobre el cuerpo humano y de los animales.

Efectos biológicos.-

- ➡ En radiología diagnóstica, las dosis utilizadas son pequeñas y por tanto rara vez se producen efectos sistémicos importantes.
- ➡ Los efectos nocivos de la radiación total del cuerpo comienzan a ser observables por encima de los 100 rads, (dosis absorbida roentgen).
- ➡ La radiación completa del cuerpo por encima de 125 rads, produce enfermedad bastante severa.
- ➡ Por encima de 250 rads, hay pérdida temporal del cabello, náuseas y eritema persistente de la piel. Se recuperan en unos meses.
- ➡ Por encima de 500 rads de radiación total del cuerpo, la mitad no sobrevive más allá de los 21 días. Las alteraciones fundamentales ocurren en el sistema retículo endotelial y la médula ósea.

- ➡ **Por encima de los 1500 a 2000 rads, hay alteraciones adicionales en la mucosa del tracto digestivo con erosión y hemorragia.**
- ➡ **Por encima de los 3000 rads aparecen lesiones del SNC.**
- ➡ **En cualquier caso conviene recordar que se obtiene una protección muy importante al sustraer una parte del cuerpo a la radiación ionizante.**
- ➡ **Por ello en radiología aunque se administren 5000 a 6000 rads, en periodos de 4 a 6 semanas, se utiliza la radiación sobre una zona pequeña del cuerpo, con efectos sistémicos prácticamente inexistentes.**

Efectos locales.-

◆ El efecto de las radiaciones sobre las células es variado:

- a) Suprime la habilidad de las células para multiplicarse y reproducirse por sí solas.
- b) Las células son más sensibles a la radiación justo antes de la síntesis de ADN que se realiza en el ciclo reproductivo.
- c) La sensibilidad a la radiación es alta a temperaturas elevadas.
- d) Los tejidos hipóxicos están menos alterados por los efectos de la radiación de los tejidos normalmente oxigenados “efecto del oxígeno.
- e) La sensibilidad de la radiación está marcadamente reducida si las células o el cuerpo irradiado contienen una alta concentración de radicales sulfidrilos (SH).
- f) Afectación del sistema hematopoyético. La lesión del sistema reticuloendotelial produce deprivación de las células fundamentales del mismo, pero además trombocitopenia, linfopenia, leucopenia, anemia y pérdida de la respuesta inmunológica específica. Cuando la exposición es prolongada, en ciertos seres son susceptibles a la radiación, se puede producir transformación maligna (leucemia).

Lesiones superficiales.-

➡ Las radiaciones producen:

- a. Depilación,
- b. Lesiones de la piel,
- c. Destrucción de uñas,
- d. Cataratas lenticulares en el ojo y
- e. Ulceraciones membranosas de la boca, labios y orofaringe.

Lesiones de órganos.-

- ➡ Los diferentes órganos del cuerpo humano y de los animales varían en su sensibilidad a la radiación.
- ➡ En las dosis habituales en radiodiagnóstico no existen cambios importantes en ninguno de los órganos del cuerpo.

Lesiones genéticas.-

- ➡ La radiación produce alteraciones importantes en los cromosomas.
- ➡ Interfiere en la mitosis y parece tener una alta probabilidad de mutación genética directa.
- ➡ Desde el punto de vista del radiodiagnóstico, el problema más importante es la afectación que el embrión tiene a la radiación en cualquier estadio de su desarrollo.
- ➡ En mamíferos la radiación del embrión antes de que se implante en el útero resulta frecuentemente en la muerte del mismo.
- ➡ Es por ello que la exposición radiográfica en la mujer puede ser importante.
- ➡ En ratones dosis tan bajas como 200 rads, produce muerte del embrión previa a la implantación en el 80% de los mismos.

- ➡ La muerte neonatal puede resultar debida a la radiación de 7 a 12 días después de la fertilización en ratones.
- ➡ Esto equivale en la mujer aproximadamente a la 2^a a 6^a semanas de embarazo.
- ➡ Por ello, en el primer trimestre del embarazo es cuando el embrión es más vulnerable y su exposición a los RX debe evitarse en lo posible.
- ➡ Solamente en casos debe radiarse la pelvis de estas mujeres.
- ➡ Esto debe realizarse a pesar de que no exista una certeza absoluta de que ninguno de estos procedimientos radiológicos habituales sea verdaderamente peligroso.
- ➡ En mujeres no embarazadas, es recomendable hacer las radiografías sólo en los primeros diez días siguientes al inicio de la menstruación.

Medidas generales para la reducción de la radiación.-

- Sabemos que la imagen radiológica se produce por la interacción de los RX y al atravesar los tejidos del organismo.
- Por la naturaleza de la misma de esta interacción, se produce una inevitable irradiación del sujeto.
- La responsabilidad clínica del radiólogo es llegar a adquirir los datos útiles para el diagnóstico, pero una de sus responsabilidades técnicas importantes es la de reducir la radiación al mínimo indispensable.
- Los principios de la reducción de la dosis radiológica son bien conocidos.
- Los dos elementos básicos que condicionan la radiación del enfermo son la dosis y el volumen del tejido irradiado.
- Es evidente que el tejido que tiene que atravesar la radiación debe ser reducido al mínimo necesario limitando la apertura de los diafragmas. Por lo tanto:

- La primera norma para reducir la radiación es reducir el área irradiada al mínimo indispensable.
- El segundo punto sería la reducción de la dosis de radiación.
- A este respecto, los métodos técnicos tienden a mejorar la sensibilidad en la detección de la imagen para que sea necesaria una menor cantidad de radiación.
- En este punto debe describirse:

1. Las hojas de refuerzo de tierras raras.-

- ➡ Constituyen un progreso espectacular en la sensibilidad de las hojas de refuerzo, que al igual de definición de la imagen radiológica, permite reducir la dosis por un factor de 3 a 5 en relación con las clásicas de tungsteno de calcio.

2. La utilización de chasis especiales.-

- ➡ Sobre todo los chasis neumáticos que aseguran una adaptación íntima entre la placa y la pantalla, y mejoran la definición y la resolución de las placas de refuerzo con una reducción en la dosis.

3. La utilización del intensificador de imágenes.-

- Ha sido una adaptación decisiva en la reducción de la radiación, que pueden llegar a reducir la dosis de radiación en un 75%.

4. Radioscopia pulsada.-

- Es un paso más en la mejora de la técnica a favor de la disminución de la radiación.
- Este descubrimiento, que se puso inicialmente en marcha en los aeropuertos, consiste en el registro magnético permanente de la imagen en ausencia de RX.
- El procedimiento consiste en la obtención de una imagen radiológica en el amplificador que queda registrada en un disco magnético y puede verse sin necesidad de más radiación.
- La cadencia en la sucesión de imágenes permite incluso conservar la sensación de continuidad en la observación del movimiento del órgano con una importante reducción de las dosis de radiación.

5. Supresión de las radiografías inútiles.-

- ➡ Es la mentalización para obtener el número de radiografías para el diagnóstico.
- ➡ En este sentido hay que incluir factores técnicos, ya que por un lado la calidad de las radiografías va a depender de la fiabilidad del generador de rayos X.
- ➡ Pero también ha sido mejorada enormemente por el revelado automático.
- ➡ La existencia de exposímetros automáticos que controlan la calidad de las radiografías es un factor también influyente en la reducción del número de placas y por tanto en la reducción de la dosis.

Protectores de plomo.-

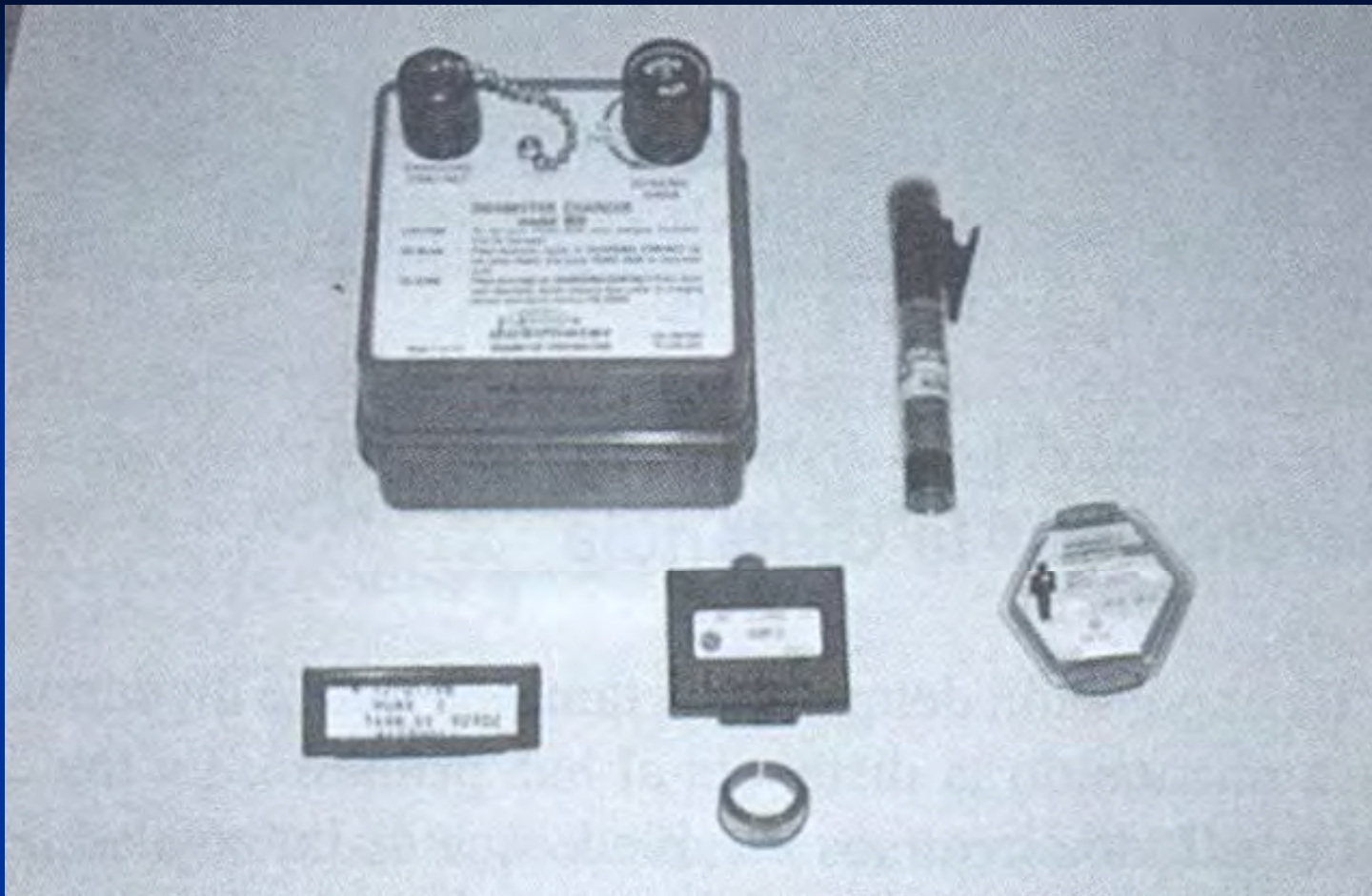
- ➡ Los protectores de plomo deben ser utilizados por todo el personal presente en la sala mientras se realiza la exposición.
- ➡ Los trajes, guantes y collarines de plomo deben contener al menos 0,5 mm de plomo.
- ➡ También se pueden llevar gafas con cristales plomados para proteger los ojos.
- ➡ Debe evitarse el deterioro de los materiales de plomo y, se realiza tomando placas radiográficas de este material para hallar roturas de las láminas de plomo.











Tipos de placas de películas que se pueden utilizar para monitorizar la exposición a la radiación del personal.

Contrastes.-

- Inicialmente la radiología se basaba esencialmente en la demostración del esqueleto y de los pulmones, los cuales son visibles sin la necesidad de contrastes artificiales debido a la diferencia de atenuación de los RX existentes entre las diferentes partes del cuerpo.
- Rápidamente se vio la necesidad de utilizar contrastes artificiales que mejorarán la visualización de los órganos del cuerpo.
- Los contrastes utilizados son de dos tipos.
 - a) Contrastes negativos y
 - b) Contrastes positivos.

a) Contrastes negativos.-

- Son transparentes a los rayos X.
- Los gases pueden ser utilizados en la demostración de numerosas estructuras del cuerpo.
- Dandy fue el primero en utilizar el gas en una ventriculografía (1918).
- Posteriormente se utilizó el oxígeno, el gas carbónico, protóxido de nitrógeno y el helio.
- Los contrastes gaseosos son poco irritantes y fáciles de manejar y reabsorbibles espontáneamente con gran rapidez, dependiendo de la región donde se utilicen.
- Los inconvenientes son su peligrosidad si se inyectan en un sistema vascular.

- ➔ Puede producir dolor local con frecuencia en la zona de inyección.
- ➔ Sobre todo cuando hay que despegar estructuras vecinas, tales como músculo, planos faciales, etc.
- ➔ Las indicaciones fundamentales de las técnicas de aire son las siguientes:

1. Patología cerebral.-

- ➔ La ventriculografía y neumoencefalografía, ambas con aire. Se utilizan menos debido a la aparición de la tomografía.

2. Patología medular.-

- ➔ La técnica de la mielografía gaseosa ha sido útil en lesiones intra medulares, así como en la demostración de compresiones extrínsecas del canal medular en lesiones discales.
- ➔ Su uso se ha reducido de forma notable.

3. Patología retroperitoneal.-

- ➡ El retroneumoperitoneo por inyección de aire por vía presacra, o por vía perirrenal, también ha desaparecido, debido al uso de nuevas técnicas.

4. Aparato digestivo.-

- ➡ El aire es utilizado en las técnicas de doble contraste del estómago y del colon sin que exista prácticamente contraindicaciones a su uso.
- ➡ Las técnicas de doble contraste son más complejas que las de contraste simple, por lo que su única dificultad es la realización en enfermos en malas condiciones.

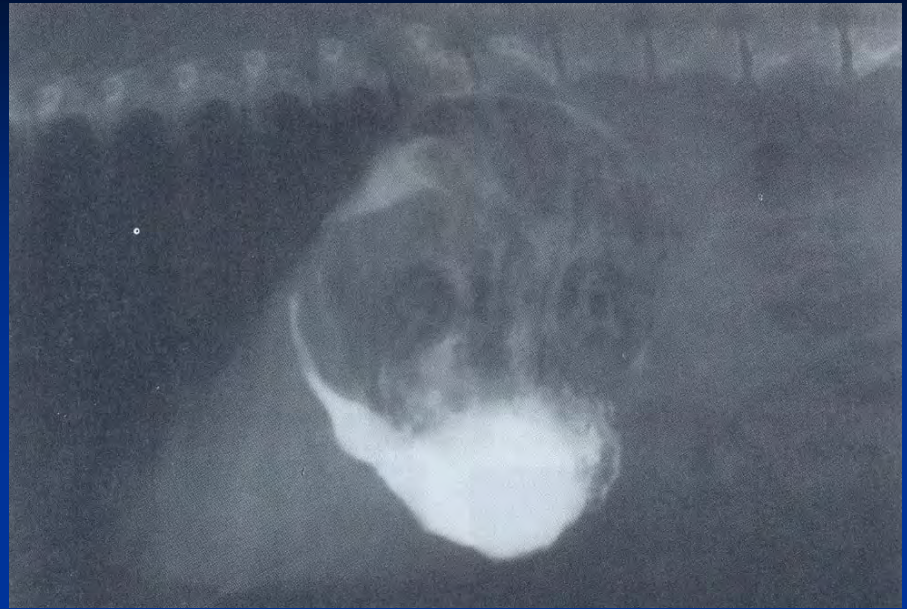


Gastrografía negativa, estómago e intestinos llenos de aire.

Neumoperitoneo

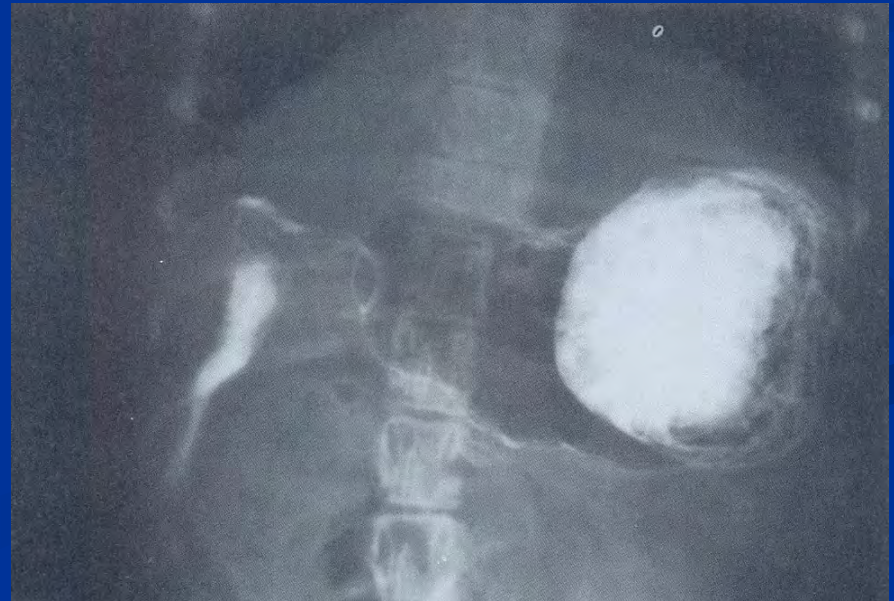


A



Proyección lateral (A) y ventrodorsal (B) de una gastrografía de doble contraste

B



5. Patología articular.-

- ▶ Sigue usándose de manera bastante regular la inyección de aire en las articulaciones para la artrografía.
- ▶ La técnica más utilizada en la actualidad es una de doble contraste con aire y contraste positivo yodado.

**Artrografía, articulación
femorotibiorotuliana**

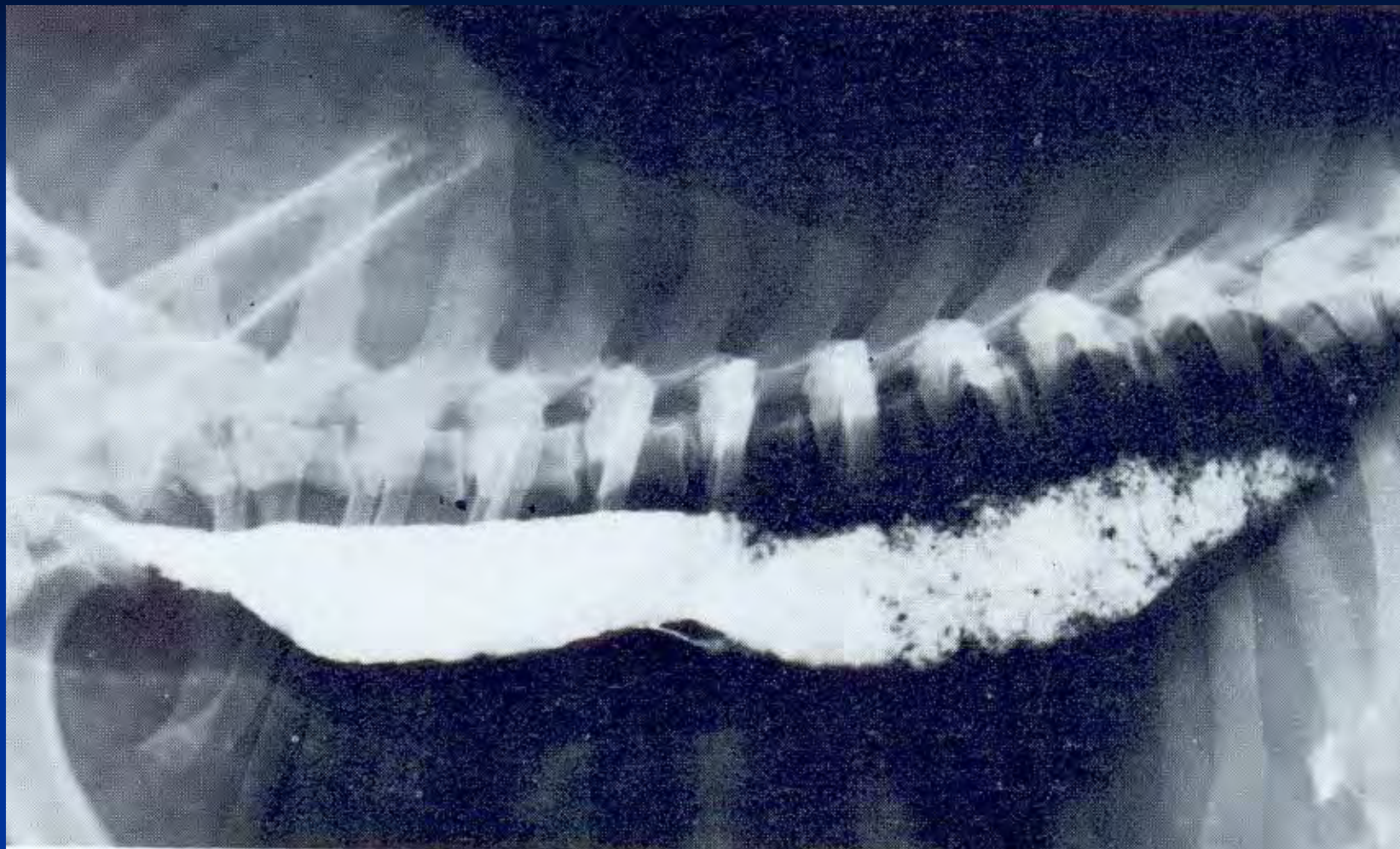


b) Contrastes positivos.-

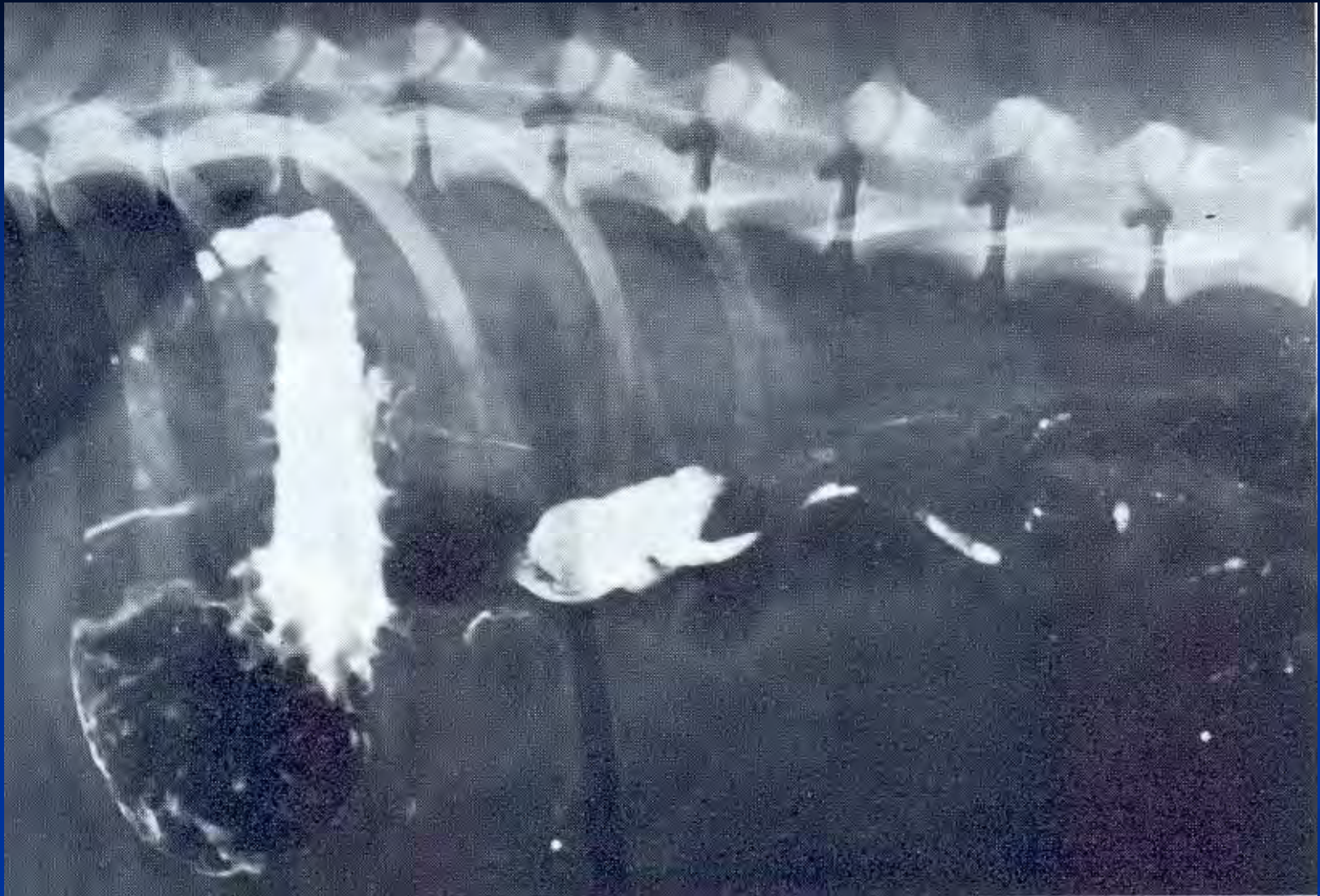
Los contrastes positivos, es decir, los opacos a los rayos X, se usa prácticamente en toda la economía humana y animal. Se tiene:

1. Estudios con bario.-

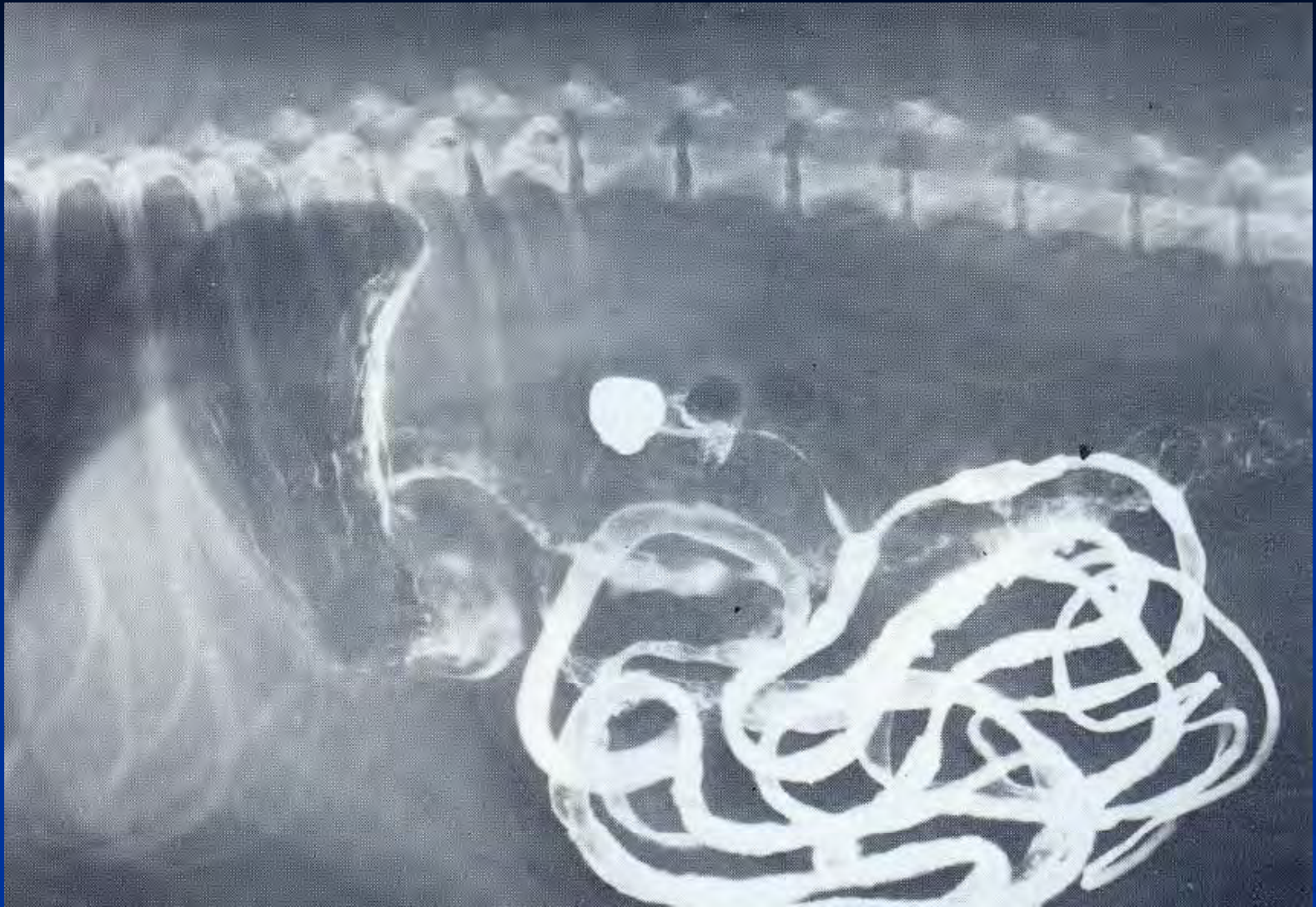
- El sulfato de bario es altamente útil en las exploraciones del aparato digestivo.
- Es inerte, no se absorbe y no altera la función fisiológica normal.
- En ocasiones se le agregan productos modificadores de la viscosidad para obtener una mejor imagen mucosa.
- Los únicos riesgos posibles que puede tener este material es cuando es aspirado al pulmón en el curso de su ingestión, o por la existencia de perforaciones del tubo digestivo.
- En el caso de enemas opacos puede producirse perforaciones del colon, zona rectal, sobre todo en pacientes viejos. Con el uso de los balones hinchados para retención del enema.



Esofagografía con sulfato de bario.



Gastrografia con sulfato de bario.



Placa radiográfica de transito con sulfato de bario.

**Colonografía por vía rectal
con sulfato de bario**



2. Productos yodados.-

- ➡ Existen diferentes tipos de productos yodados, que pueden dividirse en hidrosolubles y liposolubles.
- ➡ Los productos hidrosolubles son casi siempre derivados del yodo que se eliminan selectivamente por los riñones o por el hígado.

Eliminación renal:

- ➡ Los contrastes de eliminación renal han mejorado considerablemente disminuyendo su toxicidad.
- ➡ Su eliminación por el glomérulo y su tolerancia general buena, hacen que las indicaciones en las visualizaciones de todo el sistema arterial, venoso y del aparato urinario sea rutina.
- ➡ El riesgo de necrosis local por inyección en el tejido celular subcutáneo es escaso.

- ➡ Puede ser peligroso en pacientes con insuficiencia renal o mieloma, pero en general no existen contraindicaciones.
- ➡ El problema general de los contrastes es la producción de síndromes de intolerancia, el mismo que pueden ir desde la aparición de una urticaria pasajera a edema de laringe y muerte súbita.
- ➡ Los cuadros de parálisis respiratoria y cardíaca si bien son raros (menos de 1 por 10,000 estudios), puede ocurrir, por lo que aquellos departamentos de radiología donde se utiliza la vía endovenosa de contraste, deben estar preparados para la realización de las maniobras y de control del paciente para evitar la pérdida del mismo.
- ➡ En la actualidad se han introduciendo contrastes no iónicos iso-osmolares con tolerancia excelente y prácticamente sin reacciones.

Aplicaciones fundamentales de los productos yodados:

Estudios del riñón:

- Urografía intravenosa,
- Cistografía y
- Uretrografía.

Estudios vasculares:

- Arteriografías,
- Flebografías.

Estudios en cavidades:

- Mielografías,
- Celiografías.

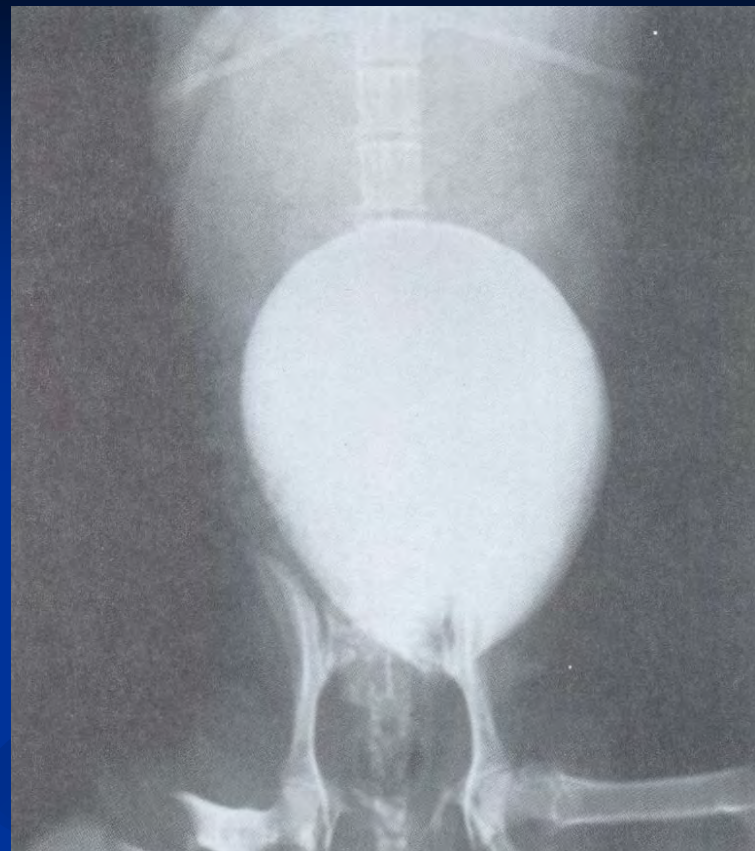


Urografía intravenosa excretora.

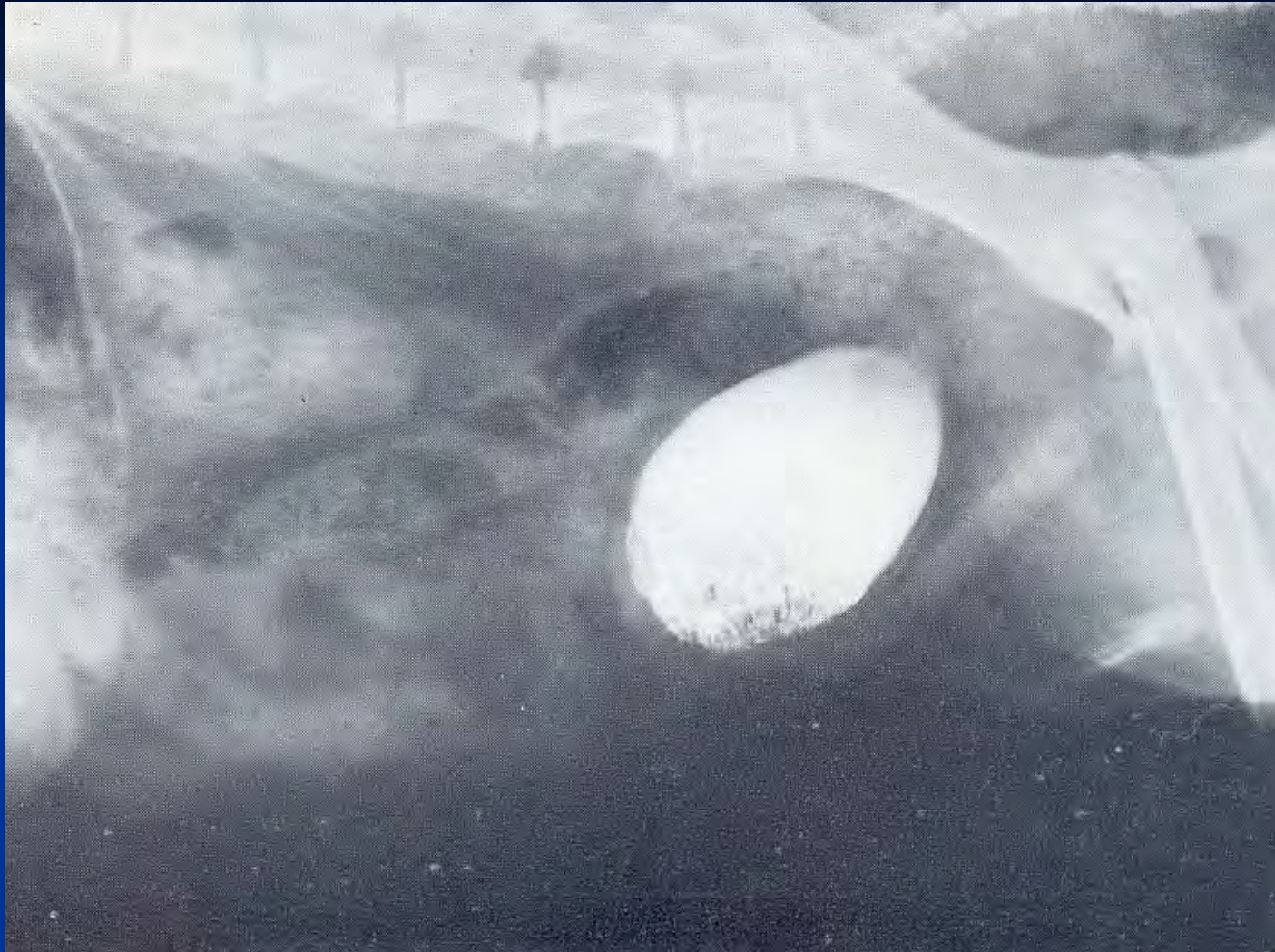


Urografía excretora proyección LL y VD





Cistografía retrógrada en caninos.



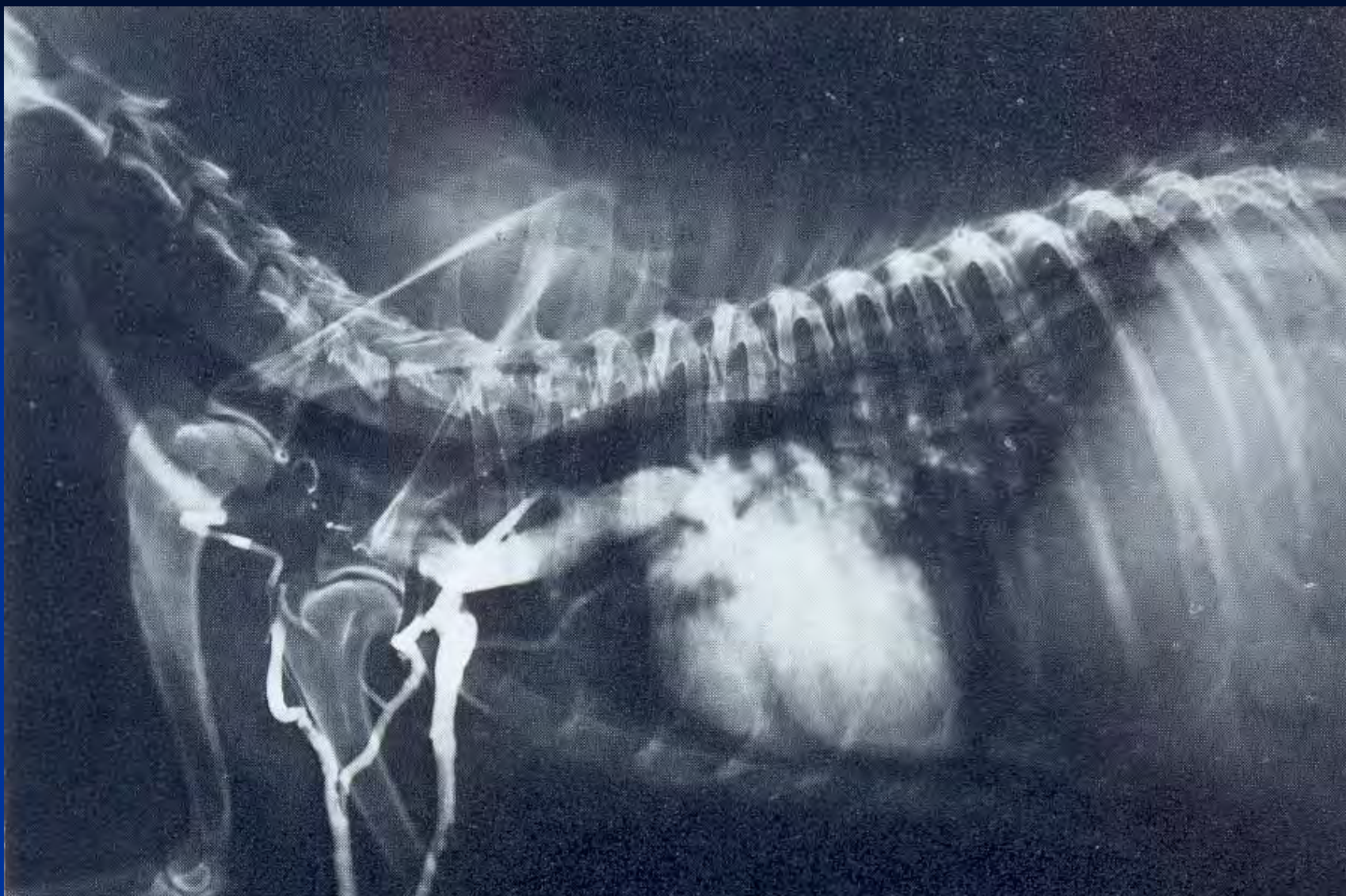
Cistografía retrógrada en caninos.



Uretrografia retrógrada.



Flebografía de radio y cubito y femoral.

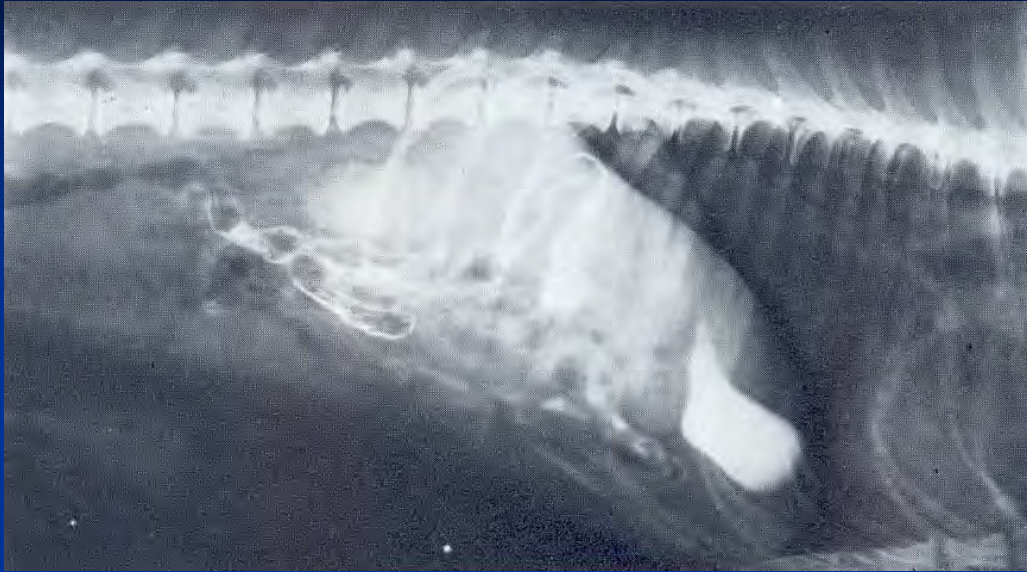


Angiocardiografía.

Eliminación hepatobiliar:

- ➡ Hay contrastes que se pueden utilizar por la vía oral y que tras su eliminación rellenan la vesícula biliar, siendo utilizados para colecistografía.
- ➡ Tienen pocas contraindicaciones, si acaso, la insuficiencia renal.
- ➡ Ocasionalmente producen diarreas, vómitos y discretos signos de intolerancia.
- ➡ La vía oral ha descendido también considerablemente en su uso, debido a la aparición del ultrasonido.
- ➡ Otros componentes yodados pueden ser utilizados por vía endovenosa, para realizar colangiografía venosa.

- ➡ **Estos contrastes se eliminan por el hígado, lo que permite su visualización incluso después de la colecistectomía.**
- ➡ **Pueden tener reacciones de intolerancia, sobre todo vómitos y reacciones más severas.**
- ➡ **No se utilizan en las afecciones hepáticas severas e ictericia ya que no producen una buena imagen radiológica.**
- ➡ **Por encima de 3 mg de bilirrubina la imagen de colangiografía intravenosa no es útil.**
- ➡ **El advenimiento del ultrasonido ha reducido dramáticamente el uso de estos contrastes.**



Colangiografía proyecciones LL y VD.



c) Contrastes liposolubles:

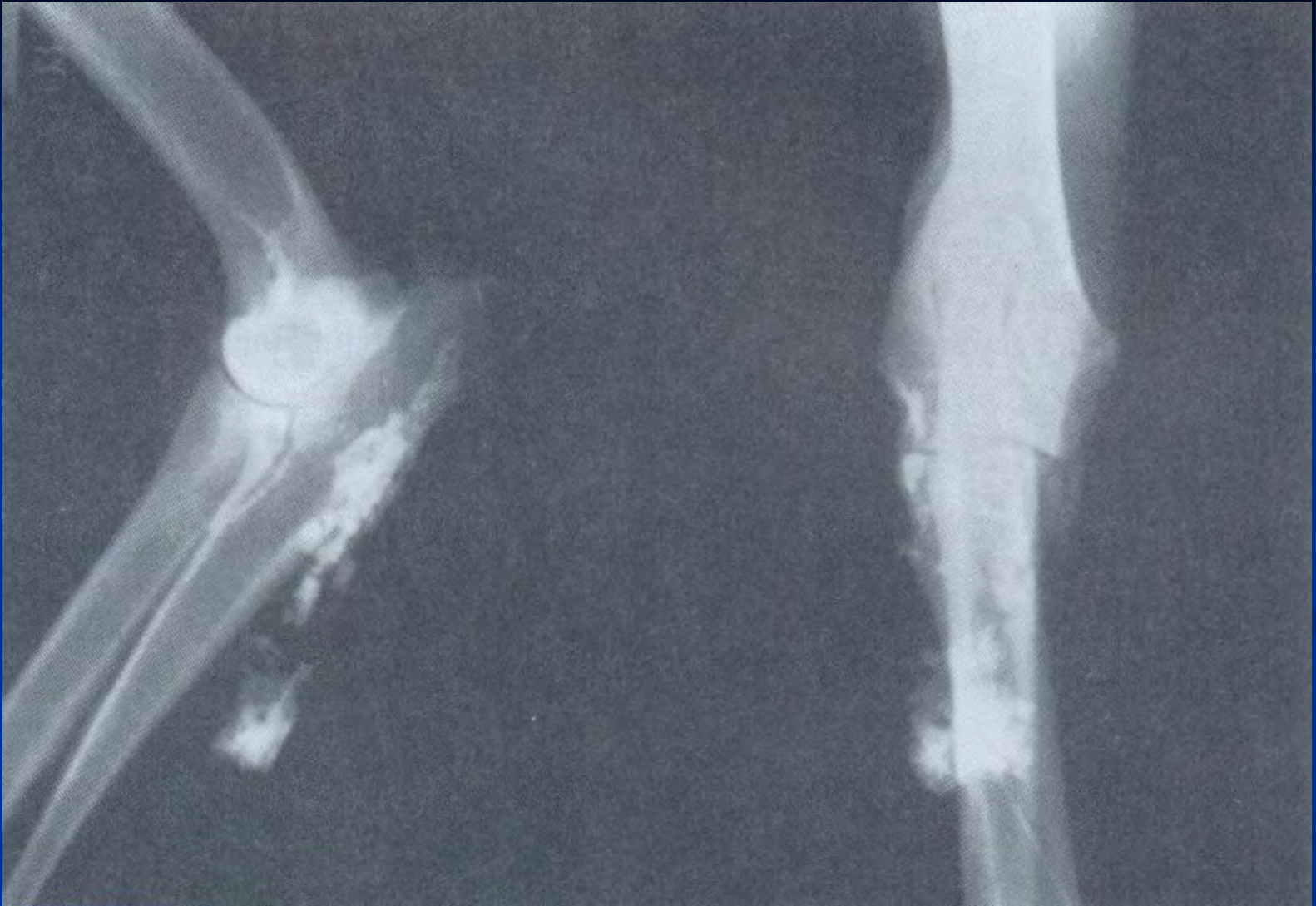
- Hay contrastes con gran viscosidad que hacen que no puedan ser introducidos por vía vascular, pero que dan contraste muy bueno.
- Fundamentalmente se ha usado el lipiodol y el pantopaque.
- La tolerancia es buena si bien dado que su absorción es muy lenta, pueden producir alteraciones locales si el contraste no es eliminado.

Las indicaciones incluyen:

- Broncografía,
- Mielografía,
- Ventriculografía de contraste positivo,
- Fistulografía y
- Linfografía.



Mielografía.



Fistulografia.



Linfografia (ganglio iliaco).

Reacciones de los medios de contraste:

Se han clasificado en tres:

1. **Reacciones menores.-** Son de corta duración, poco importantes, incluyen: náuseas, vómitos, vértigos, mareo, sudoración, urticaria, aumento de salivación, dolor en el lugar de inyección y edema facial.
2. **Reacciones intermedias.-** Incluyen hipotensión de corta duración, broncoespasmo de poca intensidad y reacciones dérmicas que se resuelven lentamente, como urticaria y erupciones.
3. **Reacciones mayores.-** Pueden provocar la muerte, especialmente con sulfato de bario en pacientes con úlceras o perforaciones intestinales.

Conceptos básicos de la imagen:

El proceso lógico de la interpretación diagnóstica de los estudios de la imagen se alcanza por una serie de procesos, los que son:

1. Análisis de la imagen física del objeto:

A. Densidades básicas.-

Las propiedades que tienen los rayos X de atravesar la materia, con diferentes absorciones, dependiendo de la sustancia y de su estado físico, hace que el cuerpo pueda dividirse en cinco densidades fundamentales:

a) Densidad “aire”.-

- Grupo en la que existe la menor absorción de rayos X por el cuerpo.
- El aire o cualquier otro gas esta representado en el cuerpo por el existente en los pulmones, las vísceras huecas abdominales y en las vías aéreas, así como en ciertas condiciones patológicas.

b) Densidad “grasa”.-

- La grasa absorbe más radiación que el aire.
- En el cuerpo esta representada por los cuerpo faciales existentes entre los músculos, así como alrededor de los órganos, por ejemplo el riñón.
- Hay grasa abundante también a la altura del ápice cardiaco y puede existir grasa en los tumores con gran componente lipoideo.

c) Densidad “agua”.-

- ▶ En radiografía convencional, la densidad agua incluye la sombra de los músculos, vasos sanguíneos, corazón, vísceras sólidas abdominales (hígado, bazo, riñones y vejiga) las asas intestinales llenas de líquido, las consolidaciones patológicas del parénquima pulmonar, así como la ascitis abdominal y las lesiones quísticas.
- ▶ La densidad agua incluye numerosas lesiones lo que, bajo ningún concepto, indiquen que estén rellenas de líquido, pudiendo incluso ser sólidas.

d) Densidad calcio.-

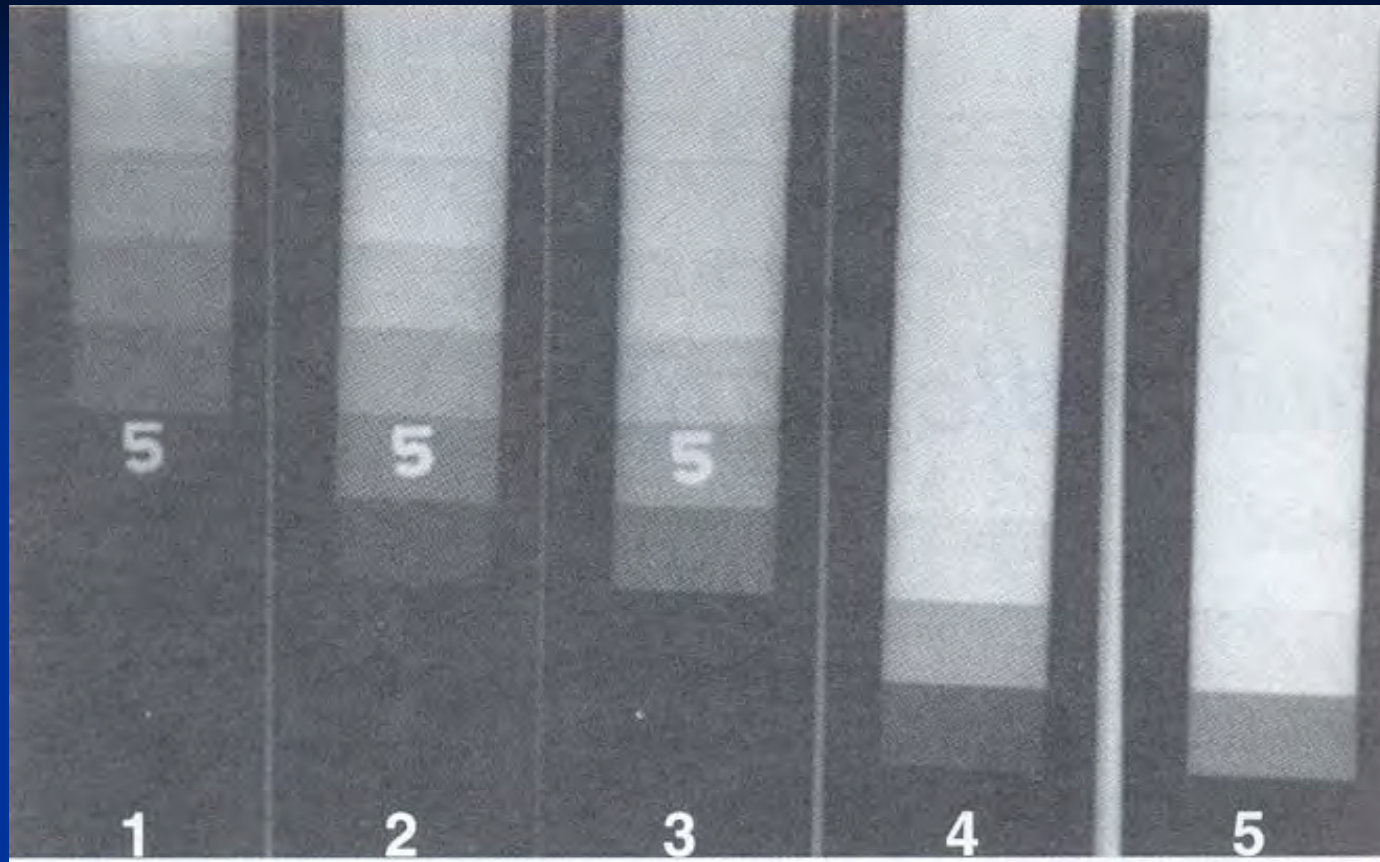
- ➡ Incluye todo el esqueleto, los cartílagos calcificados como, por ejemplo, los costales, calcificaciones normales y patológicas visibles, así como la formación nueva de hueso.

e) Densidad “metal”.-

- ➡ Puede verse en cuerpos extraños metálicos ingeridos o introducidos a través de cavidades naturales o tras el uso de clips quirúrgicos.
- ➡ Las estructuras del tubo digestivo, rellenas de bario o con compuestos yodados presentan una densidad similar al metal,

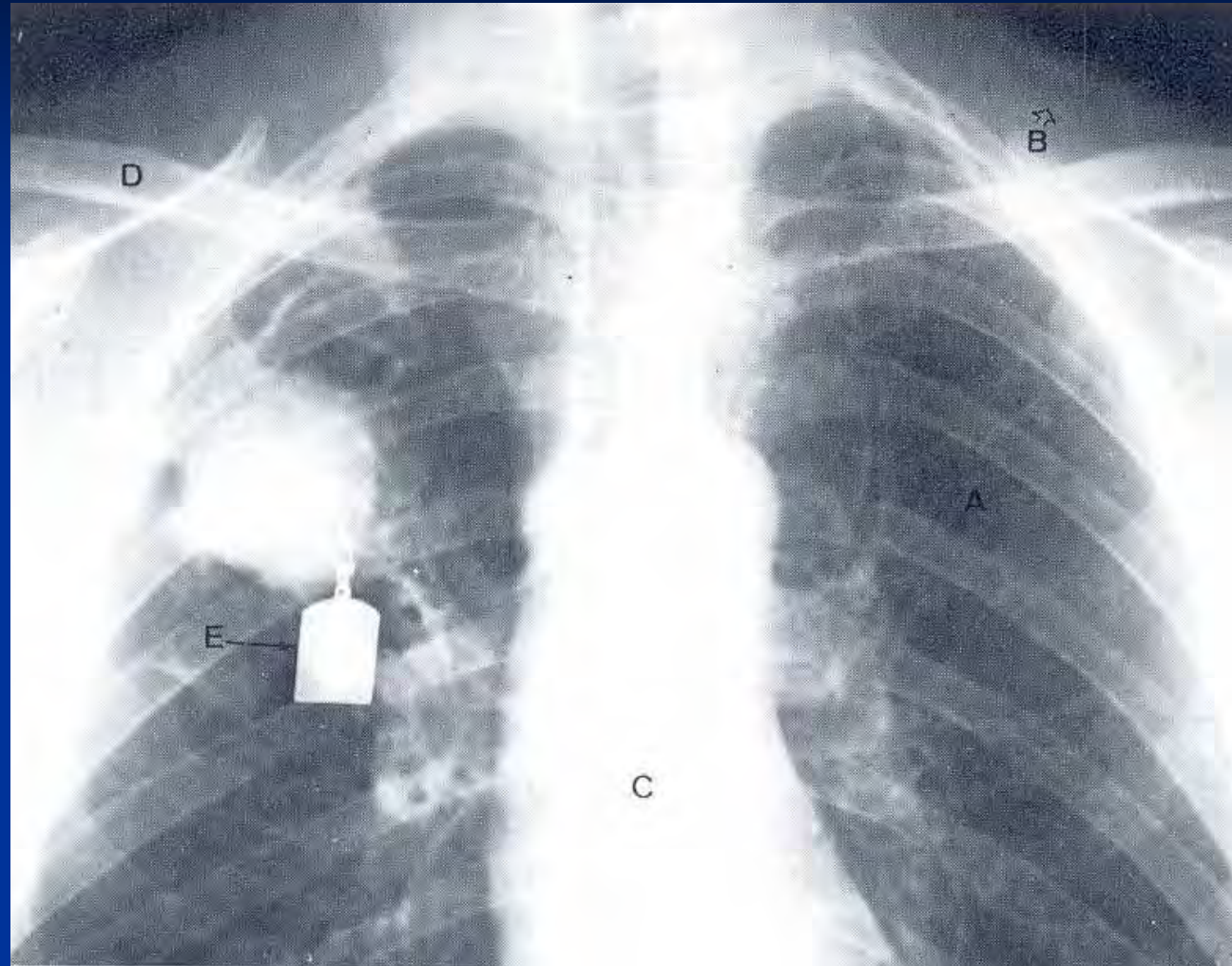
Estas cinco densidades tienen diferente presentación radiográfica según Bartland, puede verse un efecto en la radiografía.

DENSIDAD	EFECTOS SOBRE LA PLACA
<ul style="list-style-type: none">• Aire.• Grasa.• Agua.• Calcio.• Metal.	<ul style="list-style-type: none">• Negro.• Gris.• Gris pálido, a menudo blanco.• Prácticamente blanco.• Blanco absoluto.

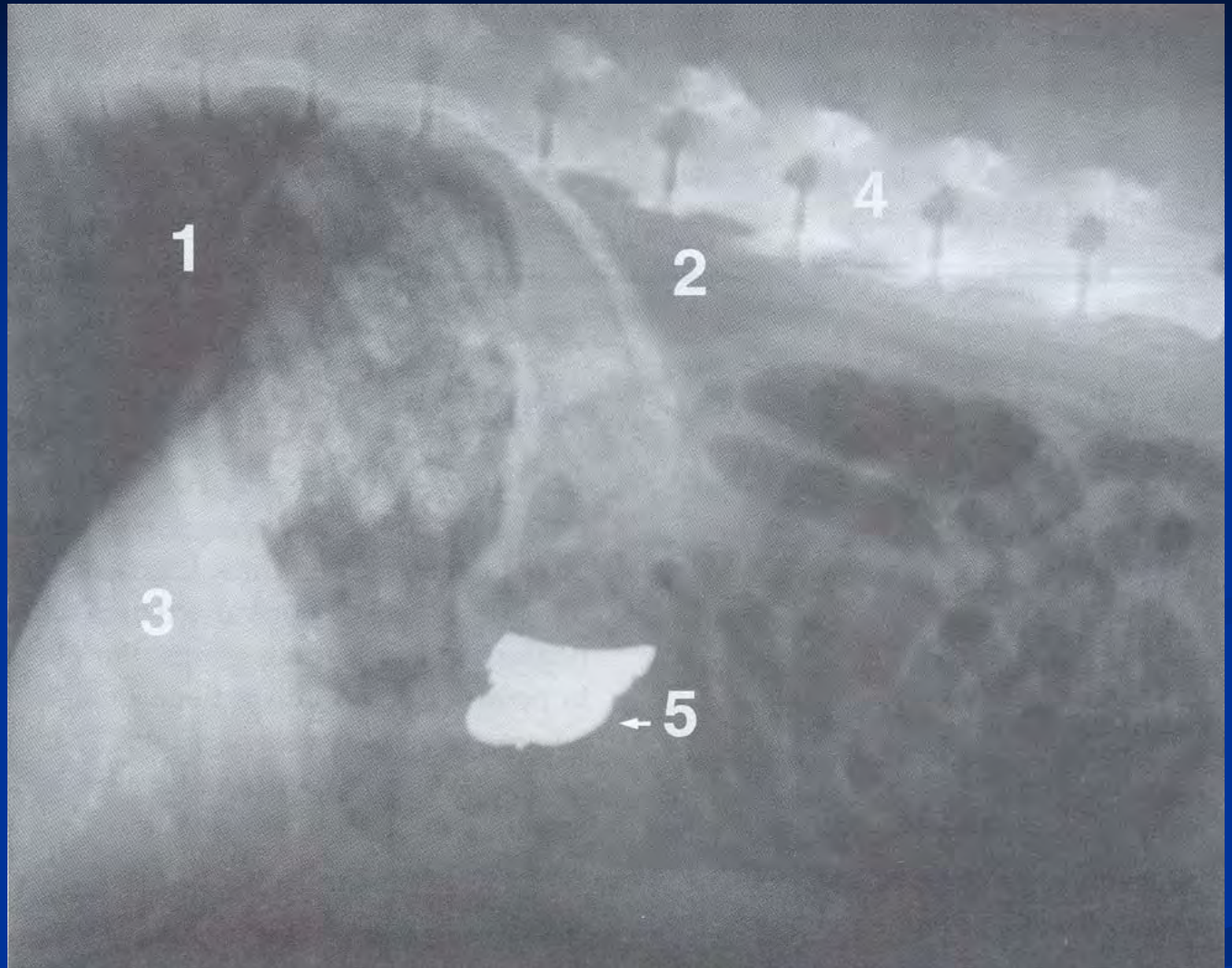


La primera imagen muestra mayor densidad radiográfica que la quinta. Esto significa que la primera imagen fue expuesta con mayor mAs.

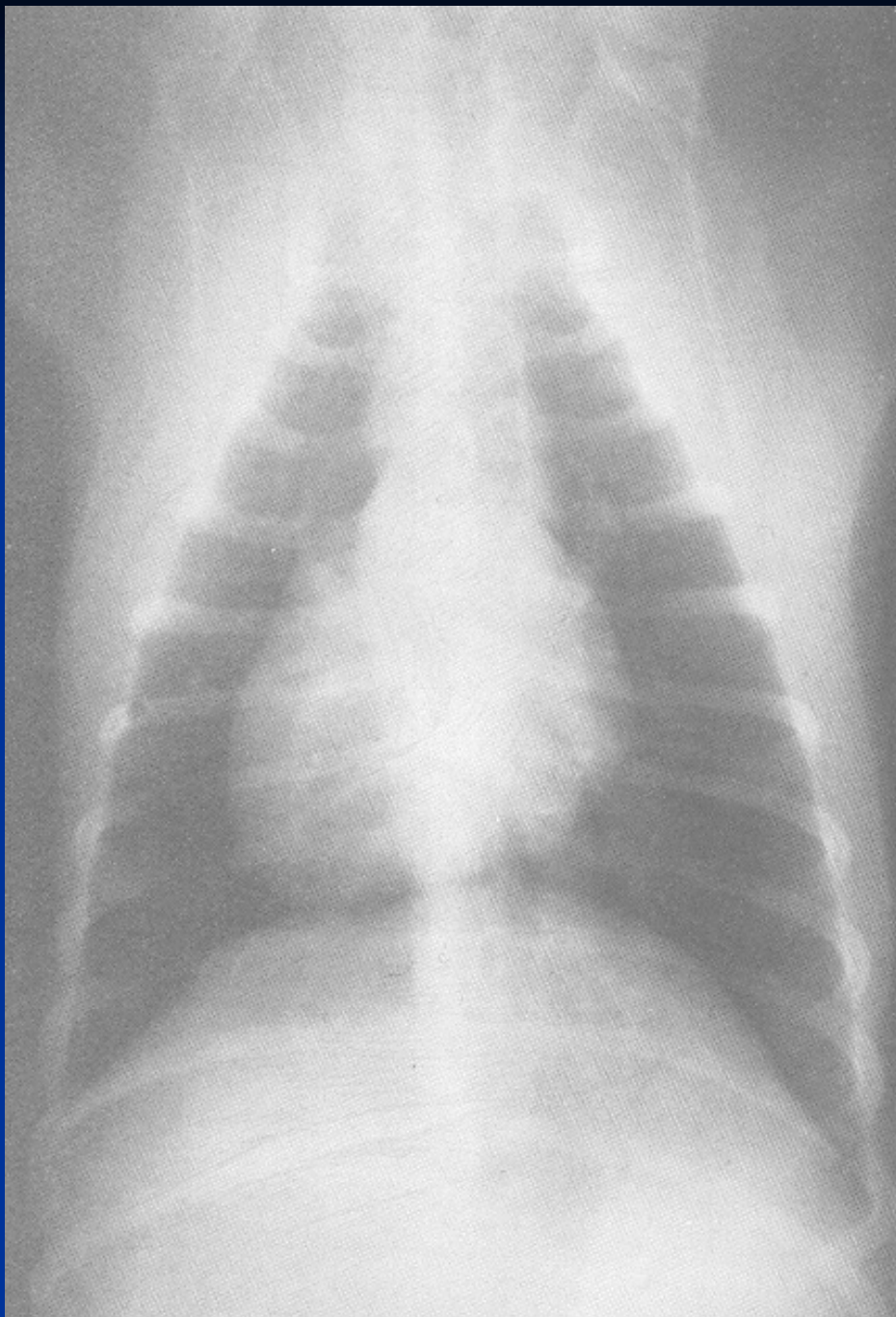
- A. Aire.**
- B. Grasa.**
- C. Agua.**
- D. Calcio.**
- E. Metal.**



1. Aire.
2. Grasa.
3. Agua.
4. Calcio.
5. Metal.



- El hecho de la existencia de densidades distintas para las diferentes áreas del cuerpo es lo que hace posible su identificación.
- Solamente cuando dos áreas contiguas tienen densidad diferente presentan una interfase entre ellas, tendrán un límite que las separe y defina
- Así, en una radiografía de tórax, las costillas son perfectamente visibles, porque su densidad calcio tiene unos límites precisos en sus bordes, donde la densidad aérea de los tejidos vecinos es mucho menor y, por tanto, el borde es perfectamente definible en contraste con la densidad menor del pulmón.



- Sin embargo en la misma radiografía de tórax la silueta cardiaca es de densidad uniforme “densidad agua”, puesto que todas las cavidades cardiacas, y la sangre que contienen, tienen la misma densidad y, como las densidades iguales se funden entre si, los límites internos cardiacos no son visibles.
- Lo mismo ocurre a nivel del diafragma derecho. El borde superior del diafragma es perfectamente visible, porque la “densidad agua” del músculo es completamente diferente a la “densidad aire” del pulmón.
- Sin embargo, el borde inferior del diafragma no es visible (a menos que exista aire por debajo) porque la “densidad agua” del borde inferior diafragmático es similar a la “densidad agua” del hígado y por tanto se funden entre sí.

- ➡ **Por la misma razón, la superficie del diafragma izquierdo son visibles porque debajo de el hay gas en la burbuja gástrica del fundus y por encima el aire del lóbulo inferior izquierdo.**
- ➡ **En este principio se basa el llamado “signo de la silueta”, que puede ser utilizada en la localización, incluso en la detección de lesiones.**
- ➡ **Una estructura normal como el corazón, cuyo borde es perfectamente definido, porque esta en contacto con la “densidad aire” del pulmón, se borra en cualquier punto de su contorno, si una consolidación pulmonar, “densidad agua”, esta en contacto íntimo con el borde.**
- ➡ **Esto sería un signo de la “silueta positivo”.**



Signo de silueta positivo

B. Características físicas del objeto:

- ➡ Se puede obtener una gran información por el análisis de la forma, la estructura, el borde de una determinada sombra radiológica.
- ➡ En una radiografía de tórax, las costillas son visibles en su parte posterior con baja densidad, mientras que en el borde axilar están más densas.
- ➡ Ello se debe a que la parte posterior está paralela a la placa, mientras que cuando la costilla se incurva hacia delante, al llegar a la línea axilar prácticamente perpendicular a la placa.
- ➡ Las radiografías son una sombra compuesta por la suma de las densidades interpuestas entre la fuente de rayos y la placa.
- ➡ Las líneas curvas son en realidad un *conjunto de planos* y la suma de dichos planos, cuando se hacen prácticamente perpendiculares, hace que presenten un aumento de densidad.

- En términos prácticos, cualquier sombra radiológica que este plana y paralela a la placa radiográfica, tendrá una densidad menor, mientras que si es curvada o esta en posición perpendicular a la placa, se verá como mucho más densa.
- También es importante reconocer la forma que tienen las sombras, las estructuras tubulares, que en el tórax normal pueden estar representadas por las propias costillas, tienen por la misma razón, antes expresada, mayor densidad en la periferie que en el centro, y es que las estructuras tubulares tienen márgenes más densos, porque son planos curvos radiografiados tangencialmente, mientras que la zona central contienen menos hueso y al no haber una suma de planos, es más radiotransparente.
- En radiología, la superposición de estructuras es prácticamente la regla.

- En una radiografía de tórax en la que se ve una densidad superpuesta al pulmón, la imagen radiográfica en un solo plano no puede precisar en que parte del pulmón o de la caja torácica esta situada.
- Es necesario la radiografía lateral para comprobar la situación de la misma.
- Las exploraciones radiológicas son, una vez más la suma de todas las densidades interpuestas entre el haz de rayos y la placa radiográfica.
- El solapamiento de numerosas estructuras da sombras complejas en la radiografía, que es preciso reconocer.
- Sin embargo hay detalles geométricos importantes que pueden ayudar en la localización de las lesiones.
- Las estructuras cercanas a la placa serán siempre más nítidas y de tamaño más aproximado al real, que aquellas estructuras que están lejos de la placa radiográfica y que por tanto muestran magnificación.

- ➡ Este detalle geométrico sirve en ocasiones para localizar lesiones y colocarlos en el sitio apropiado dentro del cuerpo.
- ➡ El hecho que las propiedades de una lesión, como tamaño, forma, gradiente de su borde, etc., influyen en la detección, se desprende de estudios realizados en nódulos pulmonares por observadores competentes que no diagnostican hasta un 30% de ellos, cuando en un estudio retrospectivo se ve claramente que esos nódulos estaban presentes.
- ➡ En realidad, este tipo de estudios demuestra que existen numerosos factores que influyen en la detección de lesiones y que además de los dichos, incluye también la zona donde se asienta la lesión que puede oscurecer considerablemente el detalle.

- De aquí que en algunos casos se haya utilizado la sustracción de imágenes para reducir la complejidad, eliminando el fondo que rodea a una lesión, de manera que las alteraciones que a uno le interesan puedan ser más fácilmente detectados.
- Otra conclusión lógica de lo anteriormente expuesto, es que en radiología diagnóstica es imprescindible radiografiar las partes a examinar, como mínimo en dos proyecciones perpendiculares entre sí, para dar una idea más concreta de la forma de cualquier sombra.
- En la práctica, una fractura de hueso puede no ser visible en una proyección, mientras que en otra sí lo es.
- Por ello, la realización de radiografías oblicuas, laterales, etc., tienen por objeto el solventar los problemas que una sola proyección presenta.

➤ **La superposición o solapamiento de estructuras sobre la placa radiográfica, es el motivo fundamental del uso de la tomografía, que corta en planos o secciones finas, la parte del cuerpo a radiografiar.**

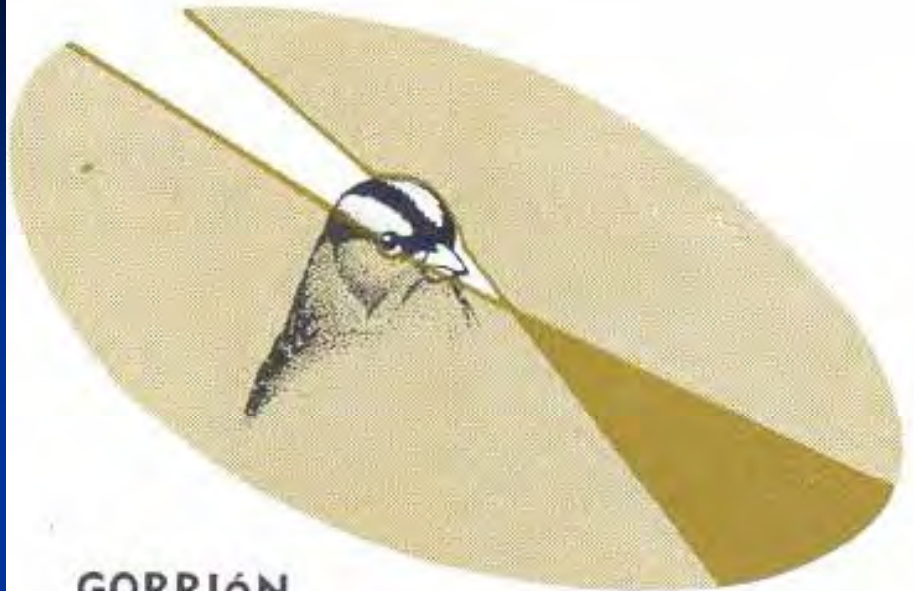
C. Aspectos técnicos:

- ➡ El conocimiento de la anatomía es esencial.
- ➡ La anatomía radiológica, tanto en los planos coronales y sagitales como en los planos axilares utilizados por el TAC y por el ultrasonido, es absolutamente imprescindible para entender las desviaciones de lo normal que puedan encontrarse.
- ➡ Las imágenes radiográficas tienen que estar marcadas adecuadamente con los detalles importantes de su realización
- ➡ Las radiografías deben tener señalado el lado derecho y el izquierdo, puesto que a veces es difícil precisarlo exclusivamente desde un punto de vista óptico.
- ➡ La posibilidad de una imagen en espejo total, puede hacer cometer errores graves al no conocer un detalle anatómico importante, pero sin consecuencias patológicas.

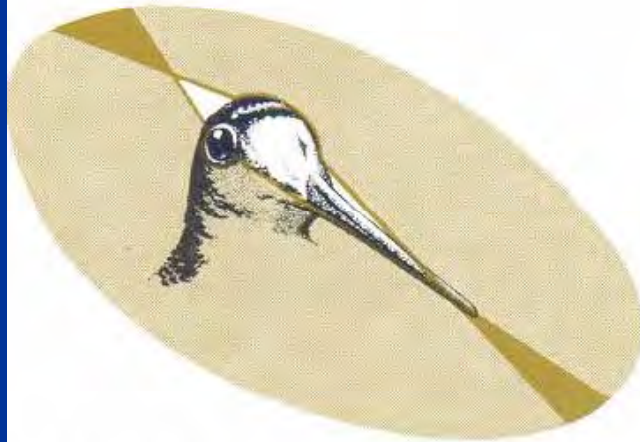
- ➡ **La técnica con la que ha sido realizada la exploración radiológica es de importancia considerable, ya que puede influir en la detección de lesiones.**
- ➡ **En cualquier caso, la mejor técnica es aquella que tiene mayor utilidad diagnóstica.**
- ➡ **Por eso, en muchas ocasiones, una exploración mala se acepta como adecuada, si produce la información clínica deseada, mientras que otra de buena calidad, pueden citar nuevos estudios si no responden a las expectativas del diagnóstico.**
- ➡ **Sin embargo, debe tenerse cierta precaución con respecto a las imágenes de alta calidad técnica.**



BUHO



GORRIÓN



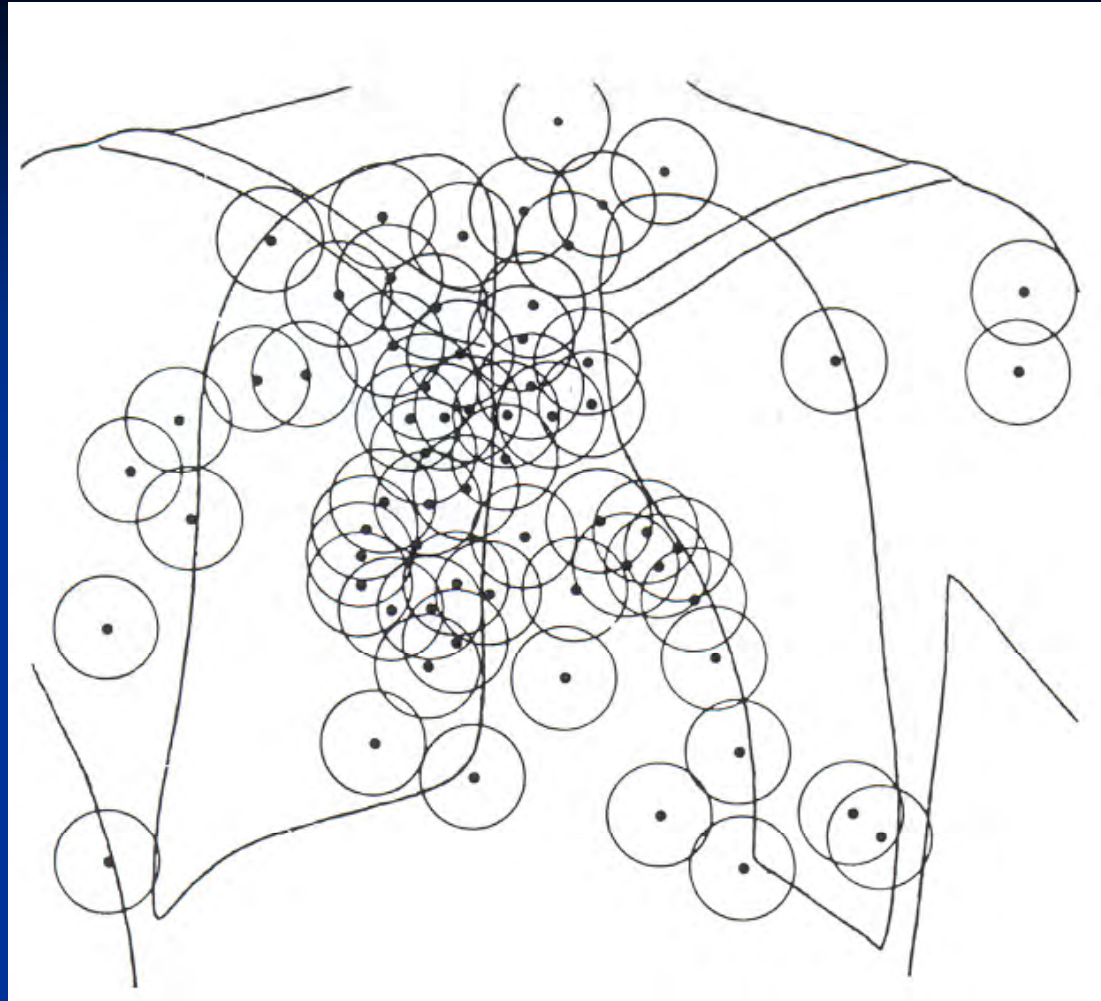
CHOKA PERDIZ

2. Percepción visual:

- ➡ La cámara que detecta la imagen radiográfica es el ojo humano, que tiene un sistema dióptrico y un órgano receptor, la retina. Esta juega un papel muy importante en la detección de la imagen radiológica.
- ➡ *La búsqueda visual* es el primer paso en la lectura radiográfica.
- ➡ La primera mirada a una radiografía esta realizada con la visión periférica o escotópica.
- ➡ El uso de la visión periférica permite un campo mucho mayor de visualización, aunque no muy fino.
- ➡ En este campo de visión, es posible seleccionar áreas anormales a partir de numerosas áreas de calidad subóptima que se proyectan en la retina.
- ➡ Existe una relación directa entre el tamaño del campo visual y el tiempo que se requiere para localizar un área anormal.

- ➡ Una vez que el área de interés es localizada, el ojo se mueve para enfocar la fovea central en dicha área.
- ➡ Con ello se emplea la visión fotocópica, es decir de mayor agudeza visual (debido a que los conos responsables de la agudeza visual están allí concentrados).
- ➡ De esta manera se puede tener una información más detallada.
- ➡ Una vez que esta información es registrada en la retina, el ojo se mueve hacia otras áreas de interés.
- ➡ Este movimiento se conoce con el nombre de movimiento sacádico.
- ➡ Cada movimiento permite que la fovea se desplace hacia el nuevo punto de interés.
- ➡ El ojo humano se mueve aproximadamente con dos o tres movimientos sacádicos por segundo.

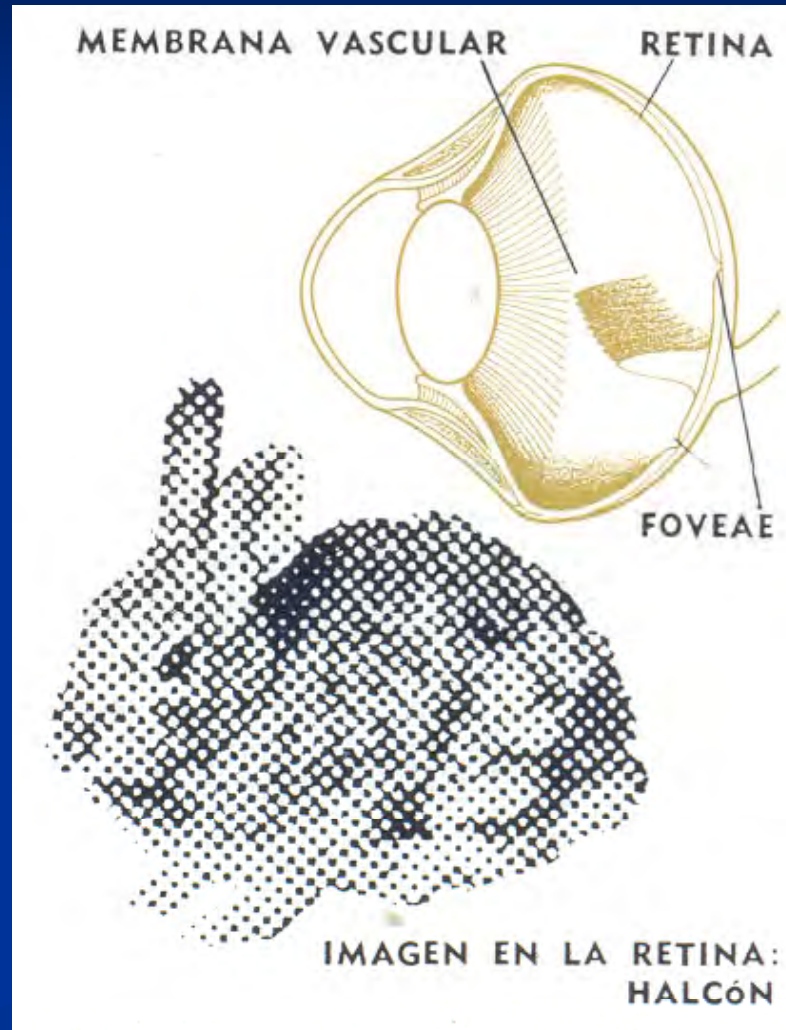
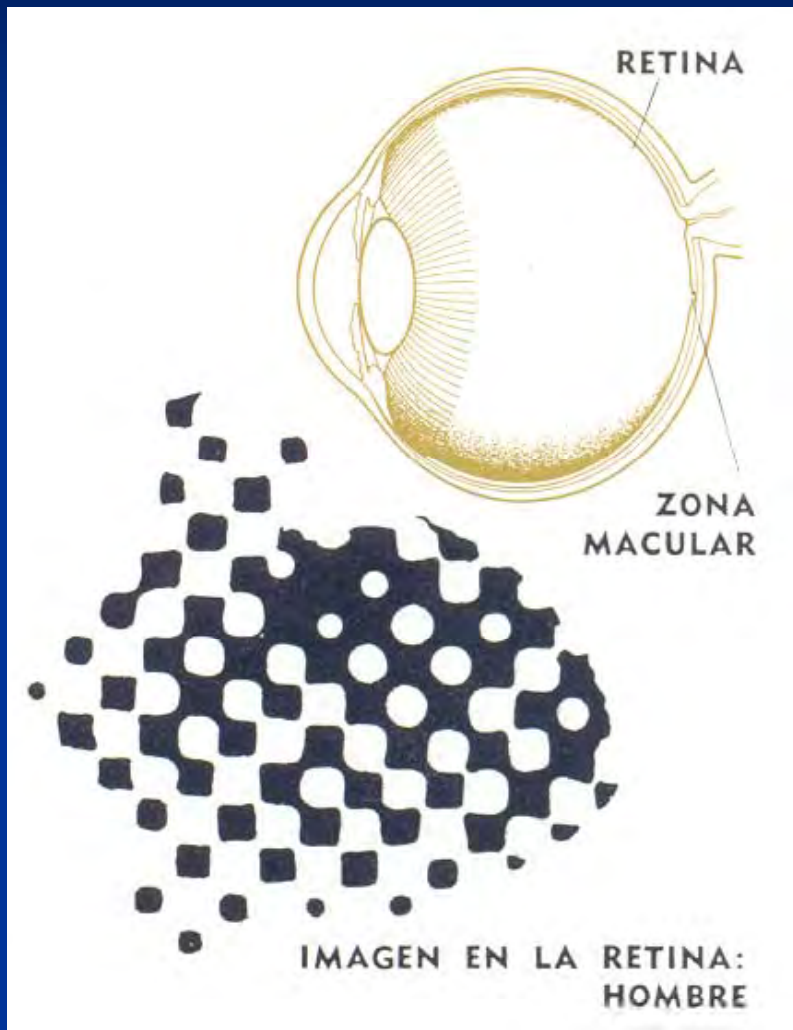
- ➡ Los movimientos de fijación visual ocupan aproximadamente el 90% de tiempo de visión mientras que los movimientos sacádicos un 10%.
- ➡ Como el ojo humano tiene un ángulo aproximadamente de 2° cuando usa su visión fotocópica, son necesarias alrededor de 300 fijaciones de la mirada para cubrir por completo una radiografía de 35 x 43 cm.
- ➡ Sin embargo, estas fijaciones no son regladas y siguen un patrón errático imposible, que a veces deja zonas enteras de una radiografía sin explorar.
- ➡ La influencia de la experiencia previa influye considerablemente en los patrones de búsqueda visual de los individuos.
- ➡ Por otra parte, los detalles propios de la imagen, tales como tamaño y forma son muy importantes.
- ➡ La visión periférica puede detectar muy bien un área de contraste alto, sobre todo si esta rodeado de un campo más o menos vacío.
- ➡ Sin embargo, la detección lleva más tiempo cuando existe contraste bajo.



Experimento de Thomas. Esquema realizado con las fijaciones de la mirada de un estudiante de medicina en 30 seg. De búsqueda visual libre. Cada círculo presenta unos 2° de ángulo visual. El estudiante concentra sus fijaciones de la mirada, en áreas concretas de la radiografía, dejando grandes áreas de la misma sin explorar.

- ➡ Existen fenómenos ópticos que influyen la visualización de estructuras en radiología diagnóstica.
- ➡ Uno de los más importantes es el de las bandas de Mach.
- ➡ Este fenómeno está causado por la presencia de áreas adyacentes de contraste diferente.
- ➡ La inhibición lateral es la responsable del realce de los bordes, entre objetos de diferente nivel de luminosidad.
- ➡ En conclusión, los bordes de ciertos objetos se realza por efecto de las manchas de Mach, siendo la forma y el contorno de los objetos, así como la densidad, responsables de las variaciones que en estas bandas se producen.
- ➡ La percepción de las mismas varía de unos individuos a otros.
- ➡ La definición de la agudeza visual puede hacerse diciendo que la actitud para distinguir los pequeños detalles y la precisión en la percepción de las formas

Agudeza visual



- La agudeza visual por tanto puede expresarse como el *ángulo mínimo entre dos puntos luminosos que son percibidos como dos puntos separados.*
- Los individuos que tienen buena agudeza periférica, es decir, campos visuales más grandes, encuentran las áreas problema más rápidamente que los individuos con campos pequeños.
- Algunos factores influyen fundamentalmente la búsqueda visual.
- La atención por ejemplo, esta limitada tanto en el tiempo como en el espacio y por tanto no existe una búsqueda ilimitada.
- Hay una considerable variación en la agudeza visual con la adaptación de la iluminación, ambiente y también con la edad.
- Por otra parte, existe mecanismos emocionales y de defensa perceptual.
- Los estudios de movimientos del ojo, demuestran que algunas veces *no miramos a las cosas que no nos gustan.*

3. Integración psíquica:

- ➡ Se aceptan hoy entre las teorías de la percepción visual, la teoría global o de “arriba-abajo” (top down) y la teoría analítica de “abajo-arriba” (bottom up).
- ➡ La primera de estas teorías afirma que la percepción se realiza por medio de un proceso rápido, paralelo de la imagen retiniana completa.
- ➡ Para ello se requiere que al comienzo de la visión gran cantidad del detalle se rellene a partir de la memoria del individuo, los errores se corrigen al ir introduciéndose nuevos datos.
- ➡ Por el contrario, la teoría de “abajo-arriba” sostiene que la percepción consiste, en extraer hallazgos de los datos visuales que se reciben y usar reglas lógicas para combinarlos de manera que tengan sentido.

- Esto explica una construcción gradual de la percepción, lo que parece contrario, en principio, a la experiencia de los radiólogos.
- Parece claro que la experiencia que se adquiere en radiología, que la mayor parte de los radiólogos perciben las anomalías existentes directamente, sin identificar primero detalles distintivos.
- El análisis de detalles se hace, generalmente, en casos difíciles y desde luego es usado de manera rutinaria en ejercicios de enseñanza con estudiantes.
- La evidencia experimental acumulada en diferentes trabajos demuestra que, una mirada de 150 ms de duración a una radiografía de tórax, es suficiente, para identificar la mayor parte de los hallazgos patológicos, incluso cuando están ubicados en la periferie del pulmón.

- ➡ Por otra parte, en otros experimentos realizados, se ha podido constatar como una visión limitada a 0,2 seg, los radiólogos encuentran hasta un 70% de hallazgos positivos., comparados con el 97% cuando existe una búsqueda libre.
- ➡ Así mismo se señala que hasta un 60% de todos los hallazgos radiológicos importantes se descubren en los primeros 15 seg de visión.
- ➡ La mayor parte de estudios que se han realizado siguiendo el movimiento de los ojos de los radiólogos, demuestran que los ojos se fijan en las regiones anormales en los primeros segundos de visión, y que cuanto más experimentado es el radiólogo, más rápido es este desplazamiento del ojo hacia la anomalía.

- ➡ El término de *concepto visual* de Arnheim, describe la relación que existe entre los hallazgos visuales recibidos en la retina y la generalización previamente memorizada acerca del significado de datos o hallazgos similares.
- ➡ El “concepto visual” determina lo que se percibe y es como una hipótesis previa acerca de los significados de los hallazgos visuales que se han recibido desde la retina.
- ➡ Normalmente, es analizado con la fovea con muestras preseleccionadas de partes de la imagen, para añadir detalle fino que refuerce la hipótesis.
- ➡ Una vez que se ha construido una percepción basada en un concepto visual aceptable, lo que lleva unos pocos segundos, , la búsqueda visual se dirige a encontrar otras anomalías pequeñas o más escondidas.

- La búsqueda en la lectura radiográfica reside, en general, en una educación personal, similar a la de otras actividades psicomotoras.
- La búsqueda puede ser incompleta, y se puede creer haber realizado una búsqueda total del estudio en cuestión.
- Es común la concentración en áreas donde se espera que exista información.
- Por ello, la información clínica que se tiene, afecta al patrón de búsqueda inicial.
- La percepción visual tiene dos mecanismos, uno rápido y otro lento.
- Las anomalías obvias se detectan instantáneamente al comparar la radiografía en un “concepto” previamente aprendido de lo normal.
- Cuanto más experiencia tiene el observador, mayor número de anomalías detecta por este método.

- Estas observaciones son tan rápidas que no existe prácticamente búsqueda sistemática.
- Probablemente la visión periférica juega un papel importante en esta fase rápida de la detección.
- El segundo componente de la detección que es lento depende de la búsqueda, y esta lleva tiempo.
- Cuanto mayor es la búsqueda, mayor es el número de observaciones.
- Cuando no existe observación clínica, la atención se dirige previamente hacia las áreas que más probablemente van a dar mejores resultados, en el tórax por ejemplo, el pulmón y el corazón.
- Las zonas de la pared torácica y del abdomen superior son examinadas habitualmente por la búsqueda sistemática, y por la vía rápida.

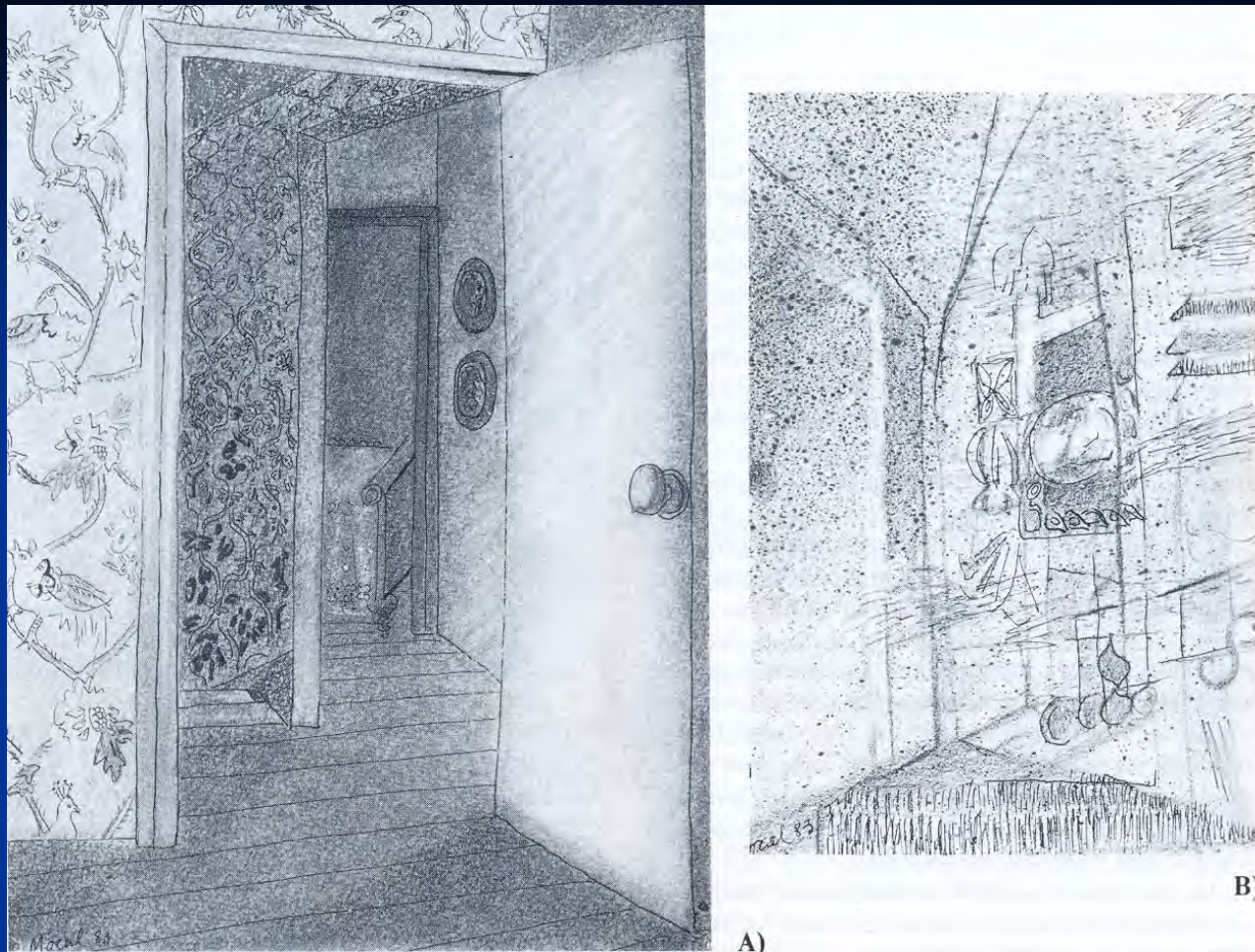
- La búsqueda sistemática juega también un papel en las lesiones mediastínicas y pleurales, de manera que las lesiones más útiles no se detectan inmediatamente, sino a través de la búsqueda cuidadosa.
- La mayoría de la gente caracteriza la imagen en términos de su *significado*,
más que su estructura visual o contenido pictórico.
- En un estudio realizado recientemente en el que se mostraba radiografías y figuras del tipo “puzzle” a radiólogos y a personal no médico, pudo demostrarse que cuando la interpretación de la imagen es correcta, la atención visual se centraba fundamentalmente en el sujeto principal del puzzle o de la anomalía radiológica.
- Cuando las imágenes eran ambiguas para los testigos, la atención visual se enfocaba en hallazgos pictóricos dominantes, como son áreas más o menos marcadas.

- De forma parecida ocurre en el examen de pinturas, en el que las fijaciones del ojo se centran habitualmente en demostrar las relaciones que existen entre los elementos figurativos, lo que lleva a decir más bien *lo que representa* la pintura, más que en los elementos figurativos formando un patrón visual atractivo.
- Cuando las pinturas son abstractas, en el sentido que la apariencia de los objetos ha sido transformada y son poco familiares para el testigo, éste no es capaz de hacer una afirmación sobre su significado porque no existe un *concepto visual* estable.
- Por ello, generalmente los hallazgos pictóricos dominantes, se usan para segregar la figura de su fondo.

- ➡ El hecho psicológico que lleva a la percepción de un cuadro, es conceptual más que perceptual.
- ➡ Una vez que el concepto visual apropiado ha sido generado, las fijaciones del ojo se usan para extraer los detalles.
- ➡ La distribución que las fijaciones del ojo siguen, refleja las afirmaciones del sujeto acerca del significado del cuadro.
- ➡ El análisis más importante ocurre antes de que estos datos de fijación se obtengan.
- ➡ De acuerdo con estos datos, y si la teoría es correcta, se pueden hacer diagnósticos incorrectos por conceptos visuales inapropiados.
- ➡ Quiere ello decir, que es de importancia vital el haber visto anomalías en el pasado, para ser capaz de formar un concepto visual apropiado, para la normalidad que ahora estamos viendo.

- ➡ En el caso de las figuras del puzzle, es importante señalar que, una vez que se conoce la figura escondida dentro del mismo, la habilidad para verla persiste durante años.
- ➡ Para Kundel sería necesario en las imágenes médicas unir patrones particulares a conceptos en forma de diagnósticos.
- ➡ Por ello, cree que el entrenamiento visual de los estudiantes de radiología, usando ejemplos típicos de normal y de anormal, puede ser más efectivo para mejorar su lectura, que hacer hincapié en la identificación y análisis de signos y datos, como habitualmente se enseña.
- ➡ Los estudios efectuados sobre el efecto del tiempo de búsqueda en la percepción, señalan que muchos lectores experimentados detienen la lectura, cuando todavía están encontrando anomalías importantes.

- Es una tendencia natural en el hombre detener la búsqueda al encontrar una lesión.
- Todo ello quiere decir que las radiografías no pueden ser leídas de manera excesivamente rápida, ya que si se hace, existe la aceptación previa por parte del lector, que una gran parte de la radiografía es normal.
- La búsqueda rutinaria por áreas, ya mencionada, añade importantes hallazgos en el estudio.
- Está demostrado que la búsqueda repetida por uno mismo en otra ocasión diferente, o por otras personas, reduce los falsos negativos y aumenta los falsos positivos, que sin embargo, son menos frecuentes y menos significativos que los primeros.
- La búsqueda intensa sobre una radiografía incluso de mala calidad, puede dar más información que una búsqueda ligera sobre una radiografía de alta calidad.



Interiores. Valor del concepto visual previo. A: Dibujo figurativo representando un conjunto de planos de un interior de una vivienda, que no ofrece dificultad de reconocimiento para el lector. B: Dibujo abstracto del mismo autor representando igualmente el interior de una vivienda. La no existencia de un “concepto visual” previo, dificulta su reconocimiento. Cinco observadores no reconocieron el hecho de tratarse de un “interior” y, basandose en las “líneas dominantes”, dieron cinco versiones diferentes de su significado.

- En conclusión, la visión de una radiografía debe realizarse en buenas condiciones de iluminación y sin distracciones.
- Debe usarse un sistema guía para poder analizar toda la radiografía.
- En el caso del estudiante médico, un lápiz o la propia mano debe servir para seguir todas las estructuras de la radiografía y no limitarse a la visión panorámica de la placa radiográfica.
- Se debe hacer la búsqueda visual inicial, sin conocimiento de la información clínica o de las radiografías previas y, sin embargo, debe repetirse la búsqueda después de conocer la información clínica.
- La memoria a corto plazo del hombre no es muy fiable, por lo que puede ser un paso importante hacer anotaciones concretas de los hallazgos.
- Este detalle es enteramente aplicable a las exploraciones ultrasonográficas, que se realizan en tiempo real y en las que el record en placa polaroid o placa radiográfica, no representa toda la información obtenida durante el examen,

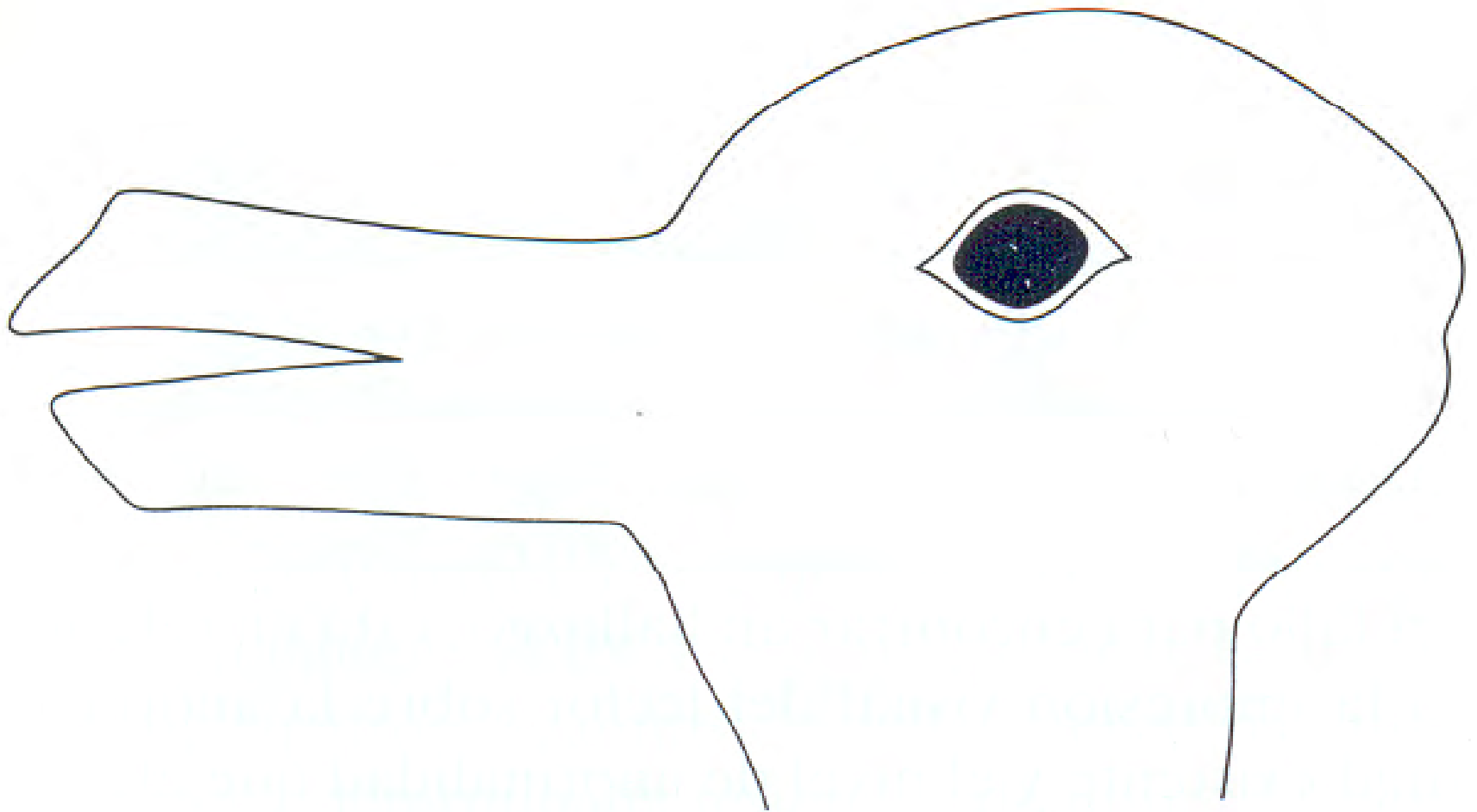
- **La búsqueda visual de una radiografía es el primer paso en la detección de las lesiones.**
- **Es una tarea psicomotora difícil de adquirir y que esta en gran medida fuera del control de la conciencia, e incluye componentes psicológicos y motores, como los movimientos de los ojos.**
- **Está afectada por la naturaleza del objeto a examinar, las características del sistema visión-percepción humano, los conocimientos y habilidades propias del lector y la información que tiene sobre el paciente.**
- **La percepción a nivel cerebral de lo que existe en las radiografías varía considerablemente.**
- **Es claro que dos observadores diferentes, mirando una radiografía, ven o no ven las mismas cosas en ella y lo que perciben está en función de su experiencia previa.**

- ▶ El cerebro escoge ciertos detalles informativos para recordar.
- ▶ La percepción visual y la percepción interna, no son registros mecánicos de elementos, sino que trabajan juntos para tratar de escoger patrones estructurales significativos.
- ▶ En las placas radiográficas la superposición de estructuras es la regla.
- ▶ Lo que se puede apreciar visualmente de una imagen superpuesta sobre otra o proyectada dentro de otra, depende de lo que se ve de la figura y de la que existe en la estructura de fondo del área en cuestión.
- ▶ Los factores que influyen en la percepción de la forma, en relación entre la figura básica y el fondo de la imagen dependen de la simetría, de la continuidad, del área afectada, de lo juntas que estén las estructuras.
- ▶ La existencia de simetría de una determinada región tiende a que pueda ser vista como una figura reconocible.

- Si de una de ellas considera que las líneas curvas tienen un lado convexo pero también uno curvo, la percepción de un contorno depende de cual de los dos considera primario.
- Por otra parte, cuando se mira una radiografía, el lector tiene ya una serie de expectativas que se introducen en la lectura.
- La visión de imágenes en la que cambiando simplemente una línea, aparece una ilustración completamente diferente, demuestra que la visión depende de que se comience la lectura de un lado hacia el otro o viceversa, es decir, que conocimiento previo y experiencia, determinan en gran medida las percepciones visuales.
- La percepción depende en gran medida del aprendizaje.
- Se dice habitualmente que se encuentra sobre la imagen aquello que se busca y que no se puede buscar más que aquello que se conoce.

- Para Meyers, *el lector no solamente ve aquello que espera ver, sino que también verá, lo que contradice sus expectativas.*
- Así, por ejemplo, cuando se examina una radiografía de tórax, para detectar un nódulo pulmonar, aparte de los factores de la imagen que influyen evidentemente en su detección, tales como la frecuencia de la enfermedad en cuestión en el área geográfica concreta, la edad, el sexo, parece existir también ciertas influencias de las consecuencias de una decisión incorrecta en el análisis de estas lesiones, puesto que una lectura indiscriminada, puede aumentar evidentemente el número de falsos positivos, lo que en cierto modo tiende a limitar a veces al lector de estudios radiográficos.







- ➡ Existe, por tanto, la necesidad de un aprendizaje extenso de la percepción.
- ➡ A medida que se adquiere experiencia, uno tiende a olvidarse de cómo lo ha aprendido.
- ➡ El aprendizaje ya realizado, funciona de manera diferente, ya que la organización estructural es tan clara, que no guarda ninguna relación con los patrones bizarros o desorganizados existentes previamente al conocimiento (a pesar que tanto el individuo entrenado, como el que no lo está, tienen escasa diferencia de detección con cambios de la calidad de la imagen, lo que demuestra que hay otros factores más importantes).
- ➡ El aprendizaje es muy rápido al principio.
- ➡ Sin embargo la percepción de detalles finos en las radiografías lleva mucho tiempo.

- ▶ La experiencia demuestra que lo que es obvio para un experto no lo es para un neófito, como el estudiante de medicina, independientemente de lo inteligente que sea o de lo aguda de lo que sea su visión, y que es necesario, para convertirse en un experto, un largo periodo de aprendizaje combinado con la ayuda de alguien que ya ha hecho previamente ese “peregrinaje”.
- ▶ Un dato que aboga en este sentido son los estudios realizados sobre la interpretación de radiografías por residentes en radiodiagnóstico y su comparación con las interpretaciones del “staff” del mismo departamento.
- ▶ En estos estudios puede verse cómo, si bien los residentes interpretan correctamente la inmensa mayoría de estudios normales y anormales, la revisión por parte de los médicos del departamento mejora considerablemente la interpretación, aunque esta mejora desciende a partir del segundo año de residencia.

- ➡ **En general el residente tiene omisiones frecuentes al iniciar su formación**
- ➡ **Es decir, estudios con resultados falsos negativos, mientras que los falsos positivos son menores en número.**
- ➡ **A medida que su entrenamiento avanza, mejora considerablemente su nivel de interpretación.**

4. Análisis racional.

- ➡ La secuencia de actuación del individuo ante un estudio radiológico incluye por tanto, la *detección*, en la cual el observador determina que hay algo “anormal” presente en la radiografía, el *reconocimiento*, en el sentido de que es definitivamente patológico, la *discriminación*, en el sentido de si la lesión es de un tipo específico definido o por último el *diagnóstico*.
- ➡ El análisis racional de la imagen obtenida en el cerebro comporta diferentes pasos.
- ➡ La mente humana, que trabaja como un computador, debe analizar las posibilidades que encierra la imagen obtenida.
- ➡ Sin embargo, es posible que ciertos detalles recogidos, puedan ser olvidados rápidamente.

- Para algunos autores, la búsqueda de la respuesta correcta a la imagen patológica visible debe hacerse siguiendo un “*árbol de decisiones*”, que a la vista de los signos radiológicos existentes analiza las alternativas.
- Así, ante un nódulo pulmonar, la presencia de calcificación en su seno hará que nuestra decisión diagnóstica abandone la posibilidad de nódulo maligno y tienda más hacia nódulo benigno.
- Si al llegar a este punto se añade la existencia o no de lesiones satélites, localización de la lesión, etc., la decisión diagnóstica va adoptando un patrón similar al que utilizan los ordenadores en su manejo para llegar a una respuesta lógica.

5. Comparación con experiencia previa:

- ➡ De acuerdo con lo que se ha dicho, es claro que el lector radiográfico utiliza considerablemente la experiencia previa.
- ➡ El reconocimiento de imágenes por patrones conocidos que existen previamente en nuestra mente, es parte del proceso diagnóstico, si bien la mayor parte de las veces no sigue patrones racionales de análisis.

6. Contraste con la información clínica:

- ➡ El paso siguiente de un estudio radiológico es la contrastación no sólo con la información clínica, sino también con las pruebas pertinentes de laboratorio y sobre todo con los estudios previos del paciente.
- ➡ La influencia que una historia clínica con datos adecuados tiene, en la lectura de una radiografía, es importante.
- ➡ En estudios realizados en placas radiográficas, a los cuales se acompaña una historia clínica pertinente, mezclados con otros en los que la historia clínica era irrelevante, se encuentra como el aumento de la detección de alteraciones “positivas verdaderas” aumenta de forma considerable, siendo en algunos estudios más del doble los hallazgos encontrados.

- ➡ Las conclusiones de estos estudios señalan que una historia clínica sugestiva incrementa la sensibilidad de detección de lesiones del tórax, mientras que la especificidad disminuye, es decir aumentan en cierto modo los falsos positivos.
- ➡ Esto no parece esencial, ya que en radiografías tan importantes como las del tórax es preferible que exista sensibilidad alta para evitar que no sean tratadas adecuadamente lesiones importantes, mientras que los falsos positivos generalmente se corrigen con otros tests como tomografías, radiografías de control realizadas posteriormente, etc.
- ➡ Parece cierto que el lector hace más cuidadosamente la búsqueda de anomalías cuando tiene una historia clínica sugestiva.

- ➡ Estudios realizados en un departamento de radiología señalan cómo la incidencia de exploraciones radiológicas positivas, es decir, en las que se encuentran anomalías, es muy alta en aquellos pacientes que presentan una historia clínica pertinente, descendiendo de forma notable cuando la historia clínica es escasa, equívoca o ausente.
- ➡ Ello confirma que una exploración clínica adecuada y una historia clínica perfectamente hecha, permiten una selección mejor de los tests diagnósticos a realizar y, por tanto es mayor el rendimiento de los mismos.
- ➡ Los errores de omisión son importantes en la lectura radiográfica.
- ➡ Algunos de ellos, ocurren evidentemente por la finalización prematura de la búsqueda visual, ya que como hemos visto grandes áreas de una placa pueden a llegar a nunca ser examinados con visión de la fovea.

- ➡ En otros casos, el fallo para encontrar un hallazgo, esta en relación a la impresión visual del lector sobre la anormalidad existente y el nivel de anormalidad que el asigna a las cosas que ve.
- ➡ Es decir, hay áreas del estudio que para el lector no son lo suficientemente anormales.
- ➡ Los estudios realizados parecen mostrar que cuando *la atención del lector se enfoca hacia un área concreta mejora enormemente la búsqueda.*
- ➡ Esta atención evidentemente puede producirse por la historia del paciente, por los síntomas o por el propio interés del médico que pide el examen, lo que motiva al radiólogo.
- ➡ Con ello también aumentan los falsos positivos que se ven, ya que para algunos, los datos de la historia clínica que apoyan al radiólogo, no mejora realmente su percepción visual sino que *le ayudan a juzgar más adecuadamente* que hallazgos radiográficos ambiguos deben ser reconocidos como patológicos.

- Los mayores errores en la lectura de interpretación diagnóstica de los estudios radiográficos, se cometen por no analizar estudios previos del paciente.
- La “evaluación de las lesiones” es un dato precioso, que muchas veces indica claramente la naturaleza de la lesión.
- En cualquier caso debe recordarse, que el paciente suele ser el individuo mejor enterado de su historia clínica y que, dependiendo de la atención que se preste a dicha historia, existirá una diferencia importante entre un clínico bueno y uno indiferente.
- En un reciente estudio se ha señalado como en una clínica ambulatoria, los tests diagnósticos fueron definitivos para el diagnóstico final del paciente en sólo 23%, mientras el examen lo fue en el 17% y la historia clínica en el 56% de los casos.

7. Juicio diagnóstico:

- ➡ Con los datos previamente analizados, el lector emite un juicio diagnóstico.
- ➡ Este juicio se basa en el reconocimiento de una serie de signos radiológicos existentes en el estudio, que agrupados entre sí dan una *lesión fundamental*.
- ➡ En general, las lesiones fundamentales tienen múltiples causas etiológicas.
- ➡ Por ejemplo, una lesión fundamental, “nódulo pulmonar” puede ser secundaria a un carcinoma primitivo, a un carcinoma metastático, un granuloma, etc.

- Por ello, para llegar a la emisión de un juicio diagnóstico, el reconocimiento de una lesión fundamental, va seguido del análisis de las posibilidades diagnósticas, en orden de probabilidades.
- Este orden viene dado por la experiencia previa del lector, que le indica qué enfermedades ocurren con mayor frecuencia en dicha presentación fundamental.
- Es a este nivel donde la inclusión de cuadros “gamuts”, con las causas habituales de una determinada lesión, es de utilidad, dada la imposibilidad de recordarlas todas.

8. Decisión del paso a seguir:

- ➡ El proceso de investigación de un enfermo se basa en hipótesis, siguiendo una senda diagnóstica.
- ➡ A tenor de la investigación clínica e incluso de laboratorio, el clínico decide el estudio radiológico que mejor le puede demostrar la patología causante, (el enfermo tiene hemoptisis, por tanto, tórax posteroanterior es el paso lógico siguiente).
- ➡ Dada la enorme complejidad de los estudios que hoy se realizan, la utilización en batería de numerosísimos procesos diagnósticos no parece justificada, sino que se debe tender a una selección natural de los mismos.

- ➡ La investigación de lesiones a través de las llamadas “sendas diagnósticas” o “algoritmos” ofrece ventajas importantes.
- ➡ Si bien es verdad que no todos los pacientes pueden ser estudiados a lo largo de las mismas líneas rígidas y siguiendo patrones estables, el análisis de las probabilidades de los diferentes estudios radiológicos, paso a paso, ofrece claridad al clínico con respecto a las posibilidades diagnósticas de sus pacientes.
- ➡ El uso de “sendas diagnósticas” ofrece además beneficios en el orden económico, de confort para el paciente y de velocidad de las exploraciones.
- ➡ La existencia de numerosísimas técnicas hace que la decisión del paso siguiente a tomar no pueda ser realizada por el clínico en solitario, sino que tenga que ser el resultado de la consulta con el radiólogo.

- **Para reducir los costos del examen de los pacientes, es necesario que los estudios diagnósticos sean hechos en un orden lógico, que sean lo menos invasivos, que puedan realizarse si es posible en régimen ambulatorio y que sigan de manera lógica los signos y síntomas del paciente.**
- **Los algoritmos permiten diagnósticos más certeros, reducen la hospitalización y disminuyen las indicaciones para la admisión de los enfermos en el hospital.**
- **En conclusión, el orden lógico en que los exámenes radiológicos deben ser realizados implica una cooperación muy estrecha entre el clínico y el radiólogo, que deben discutir las características particulares de cada paciente, a partir de los cuales debe seleccionarse la senda diagnóstica apropiada para hacer el menor número de estudios, aquellos que sean menos invasivos y menos costosos, para obtener un diagnóstico.**

9. Criterios de evaluación:

- El estudiante de medicina veterinaria y el médico joven que se acercan a la radiología diagnóstica, como cualquier otra rama de la medicina, deben conocer la finalidad que pueden esperar de las pruebas que indican, por lo que deben familiarizarse con los términos que habitualmente se utilizan para definir el valor de las pruebas diagnósticas, y estas son las siguientes:

- 1) **Falso positivo.-** Es un resultado positivo de una prueba, en un paciente que se sabe que no padece de una determinada enfermedad.
- 2) **Falso negativo.-** Es un resultado negativo obtenido de una prueba, en un paciente que se sabe, en un paciente que se sabe que padece una enfermedad determinada.
- 3) **Sensibilidad.-** Es la habilidad de una prueba para determinar anomalías verdaderas en pacientes que se sabe tienen una enfermedad determinada, por ejemplo: si una radiografía de tórax realizada en 100 pacientes que tienen tuberculosis pulmonar probada consigue identificar 80 casos, la sensibilidad del método será del 80%. En otras palabras, cuanto más baja es la cifra de falsos negativos, más alta es la sensibilidad.

4) **Especificidad.**- Es la frecuencia de negativos verdaderos cuando una prueba se realiza en pacientes que se sabe no padecen una enfermedad determinada. Siguiendo el mismo ejemplo anterior, si en 100 enfermos que se sabe no padecen enfermedad tuberculosa pulmonar, la radiografía de tórax indica que 10 enfermos la tienen, la especificidad será del 90%. Es decir, cuanto más alto es el número de falsos positivos, más baja es la especificidad.

5) **Fiabilidad diagnóstica (accuracy).**- Es la proporción de decisiones correctas.

6) Valor predictivo del método. Valor predictivo positivo (VPS).- Es la posibilidad que la enfermedad este presente cuando la prueba es positiva (también se llama diagnosticabilidad). Se puede expresar como la relación porcentual entre los positivos verdaderos y el total de positivos.

$$\text{VPS} = 100 \times \frac{\text{positivos verdaderos}}{\text{Total positivos}}$$

7) Valor predictivo negativo (VPN).- Es la probabilidad de que no esté presente la enfermedad, si la prueba resulta negativa (también llamada de exclusión).

$$\text{VPN} = 100 \times \frac{\text{negativos verdaderos}}{\text{Total negativos}}$$

10. ¿Cómo enseñar la interpretación radiológica?

- ➡ Para algunos autores, la falta de percepción en los estudios radiográficos, no es debida a la falta de cuidado por parte del lector, sino que es, en muchas ocasiones, la consecuencia fisiológica de la percepción.
- ➡ Para estos autores, la percepción de la imagen debe ser perfeccionada través del “procesado” de la misma, lo cual mejoraría la visualización y por tanto la lectura.
- ➡ Para otros autores, el entrenamiento, a través de una percepción guiada por personas con experiencia, mejoraría considerablemente la lectura de radiografías.

- Ello trae consigo una discusión sobre cómo debe enseñarse la radiología en los departamentos de radiología de las facultades de medicina veterinaria.
- Es importante saber que la enseñanza de la radiología diagnóstica, no es la regla en muchos países, por falta de equipamiento o la masificación de las universidades no lo permite.

- ➡ Los departamentos de radiología utilizan una terminología no siempre lo “científica” que sería deseable.
- ➡ La visualización de anomalías, día tras día, y la familiarización con las mismas “corrompe” el lenguaje del radiólogo, lo que sorprende a los principiantes ante los términos empleados.
- ➡ En el cuadro se ven algunos ejemplos.

UNIDADES DE “AFECTACION RADIOLOGICA

En orden de menor a mayor “afectación”, se expresan para el “no iniciado”, las unidades más utilizadas en los departamentos de radiología:

1. **Pshé...** El radiólogo no está seguro del grado de afectación: el internista pregunta ¿Tú crees que puede haber obstrucción intestinal? Pshé.
2. **“Miserias”...** Unidad de afectación mínima, poco precisa: El cirujano pregunta: ¿Puede haber absceso abdominal? El radiólogo “concreta” absceso... absceso... más bien “miserias”.
3. **“Pelín”...** Unidad de afectación mínima definida, por ejemplo: La aorta esta un “Pelín” desviada”

4. **“Copa o pompa de un pino”... Unidad de afectación importante: Tiene un tumor como la “Pompa o copa de un pino”**
5. **“Casoma”: Un caso muy importante.**
6. **“Pinfostio”: Dícese cuando existe desastre total: Enfermo operado , lleno de tubos, con sepsis, coagulación intravascular, signos de obstrucción intestinal y neumonía. El radiólogo expresa así su opinión.**
“Este tío tiene un verdadero pinfostio”
Sinónimos: Desmadre, carajal, patatal.

Posicionamiento radiográfico