

TEMA 10
LA PELÍCULA RADIOGRÁFICA
Miguel Alcaraz Baños

Objetivos:

1. Describir las fases de fabricación de una película radiográfica
2. Exponer las capas o elementos de una película radiográfica
3. .Explicar la influencia del tamaño del cristal de halogenuro de plata y del espesor de la emulsión fotográfica sobre la imagen radiológica
4. Exponer las propiedades de las películas radiográficas en función del número de emulsiones fotográficas que presente.
5. Razonar el efecto del espectro de luz verde sobre la emulsión fotográfica
6. Enumerar los diferentes tipos de películas radiológicas que se emplean en radiodiagnóstico
7. Describir las propiedades de las películas radiográficas en función del número de emulsiones fotográficas que tenga

TEMA 10

LA PELÍCULA RADIOGRÁFICA

Miguel Alcaraz Baños

La película radiográfica está compuesta por dos elementos fundamentalmente:

1.- **La emulsión fotográfica:** es el elemento sensible tanto a la radiación ionizante como a la luz y está fijada a la base por una fina lámina adhesiva que impide su desprendimiento de la misma. La emulsión fotosensible consta de dos elementos básicos: los cristales de haluros de plata y la gelatina en la que estos se encuentran dispersos y uniformemente distribuidos.

2.- **La base o soporte de la película:** es el material rígido sobre el que se coloca la emulsión fotográfica.

10.1. LA EMULSIÓN FOTOGRÁFICA

a) LOS HALUROS DE PLATA

Los haluros o halogenuros de plata son compuestos químicos en forma de sal que se producen por la combinación química entre algunos de los elementos halógenos (cloro, yodo y bromo) y la plata. Estas sales de plata, bajo la acción de la radiación o de la luz visible sufrirán una serie de transformaciones químicas que tendrán como resultado la producción de una imagen fotográfica.

Los tres halogenuros más importantes en la fabricación de una película radiográfica son:

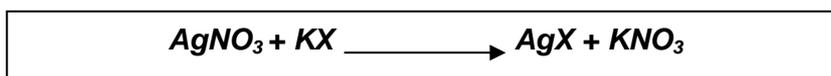
1. Bromuro de plata, (AgBr).
2. Cloruro de plata, (AgCl).
3. Yoduro de plata, (AgI).

Durante el proceso de fabricación de una emulsión fotosensible se combinan por lo menos dos halogenuros diferentes, a veces incluso los tres. En general, los haluros de plata son sensibles a todas aquellas radiaciones cuya longitud de onda llegue hasta los 460 nm. Cuando se quieren utilizar con longitudes de onda mayores, es imprescindible añadir sustancias colorantes o sensibilizantes con el fin de incrementar su sensibilidad espectral hasta esos niveles.

El bromuro de plata es el componente principal de la mayoría de las películas fotográficas y también de las películas radiográficas. Suele combinarse con Ioduro de plata y en algunas ocasiones también se añaden cloruro de plata. Sin embargo, las concentraciones de cada una de ellas constituyen un secreto empresarial, ya que supone la base comercial de la mayoría de las empresas fabricantes de películas radiográficas.

El cloruro de plata es el que presenta unos tiempos de revelado y fijado más cortos, pero tiene una sensibilidad espectral baja. Pero si a una emulsión de Bromuro de Plata se le añaden pequeñas cantidades de Ioduro de plata se obtienen emulsiones más sensibles, aunque con el inconveniente de alargar el tiempo necesario para el fijado de la imagen. El Ioduro de plata por sí sólo no es válido para la fabricación de emulsiones fotosensibles, por lo que es siempre un elemento que siempre suele combinarse con alguno de los otros dos.

La reacción química que se utiliza para la fabricación de la emulsión fotosensible de la película radiográfica es:



Nitrato de Plata + (bromuro, cloruro, ioduro) de Potasio dará el haluro de Plata + Nitrato Potásico.

Con esta sencilla combinación se obtienen cristales de haluro de plata que precipitan depositándose en el fondo con un tamaño muy pequeño y que van a quedar distribuidos por toda la gelatina de la película. Este tamaño puede ser adecuado para una película fotográfica pero es inadecuado para una película radiográfica. El tamaño de los cristales utilizados en las emulsiones de las películas radiográficas es mucho mayor que el de aquéllos que se utilizan en las películas fotográficas convencionales, siendo precisamente este factor (el tamaño del grano de la emulsión) uno de los determinantes de la velocidad o sensibilidad de la película radiográfica fabricada (Fig.10.1).

Durante el proceso de fabricación de la emulsión es frecuente añadir alguna sustancia sulfurada en la gelatina para que, al entrar en contacto con los haluros de plata, se formen pequeños cristales de sulfuro de plata. Estos cristales de sulfuro de plata así formados se depositan sobre la superficie de los cristales, aumentando la sensibilidad de la emulsión y formando los denominados centros de sensibilidad encargados de la formación de la imagen latente.

b) LA GELATINA

La gelatina que compone el medio en la que se van a colocar los granos de la emulsión fotográfica, es un coloide proteico de origen vacuno. Se fabrica a partir de pieles y huesos que tras su cocción da lugar a la formación de un líquido gelatinoso en donde se pueden distribuir homogéneamente los cristales de la emulsión fotográfica y que, tras su enfriamiento, da lugar a una masa gelatinosa y consistente que permite controlar su espesor con cierta facilidad (Fig.10.2). Este espesor de la gelatina con su consiguiente distribución de cristales de haluro de plata será otro factor importante para determinar la velocidad o sensibilidad de la película, así como para determinar la resolución de la imagen que se podrá obtener con ella.

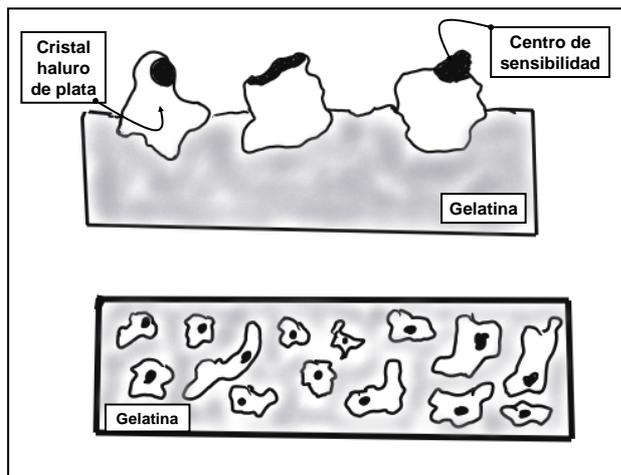


Fig. 10.1.: Emulsión fotográfica

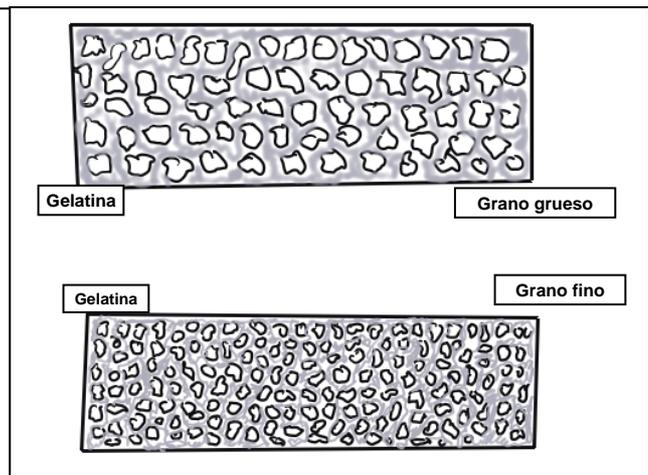


Fig.10.2.: Espesor de la emulsión fotográfica

En el proceso de fabricación de la gelatina se debe tener en cuenta una serie de requisitos que debe cumplir ésta para obtener los resultados radiográficos deseados. La gelatina de la emulsión fotográfica debe ser:

- Transparente, para que la luz de las hojas de refuerzo pueda llegar sin dificultad a todos y cada uno de los granos de la emulsión fotográfica.
- Permeable, para que durante el revelado de la película radiográfica el revelador y el fijador alcancen con facilidad a los granos de haluro de plata que son los que mantiene la imagen latente hasta su revelado.
- Uniforme, para que las utilizaciones de las técnicas sensitométricas sean constantes para cada tipo de película utilizada

c) La fabricación de la película radiográfica

En la fabricación de una película radiográfica se pueden observar cuatro procesos bien diferenciadas:

- 1.- Proceso de Fabricación
- 2.- Proceso de Maduración
- 3.- Proceso de Asimilación
- 4.- Proceso de Finalización

En el proceso de fabricación se obtiene la gelatina por cocimiento de los elementos de origen vacuno que da lugar a un coloide proteico líquido sobre el que se van a añadir los elementos básicos para la obtención de los haluros de plata. Se incorpora nitrato de plata con los diferentes haluros potásicos, para que la reacción química oportuna vaya formando nitrato potásico más los haluros de plata en sus diferentes concentraciones. Con este proceso se obtienen tamaños de los granos de haluro de plata extremadamente pequeños, e inadecuados para su utilización en radiodiagnóstico.

Durante el proceso de maduración se va a aumentar el tamaño de los granos de la emulsión fotográfica. En esta fase, al añadir deférentes compuestos ricos en bromo, se aumenta la capacidad de disolución de los cristales ya formados, sobretodo si se eleva al mismo tiempo la temperatura. Con ello se consigue que algunos granos pequeños se disuelvan para después volver a depositarse y solidificar sobre otros ya formados. Con este proceso se disminuye el número de granos pero sobretodo se aumenta el tamaño de los granos de la emulsión fabricada (Fig.10.3). Por ello se dice que esta fase es la más importante para dotarle de sus características a la película radiográfica, ya que se selecciona la velocidad o sensibilidad de la película radiográfica. Con este procedimiento se consiguen ir aumentando el tamaño del grano fotográfico hasta el punto en el que se considere adecuado para su utilización clínica.

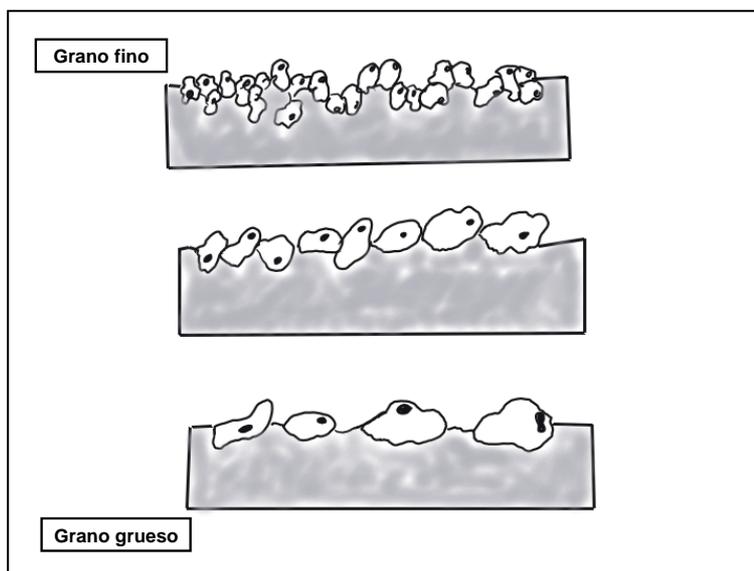


Fig.10.3: Proceso de Maduración: Aumento del tamaño de los cristales de halogenuro de plata

Esta fase finaliza con la adición de nueva gelatina a la emulsión formada y posteriormente se procede a enfriarla. El producto resultante será triturado y lavado en agua para eliminar el nitrato de potasio formado, los iones de bromuros que se han utilizado para solubilizar las sales de plata, quedando sólo la gelatina y los cristales fotosensibles de los haluros de plata, con el tamaño elegido para la sensibilidad preestablecida.

El tamaño de los cristales fabricados determina la velocidad, sensibilidad o rapidez de la película radiográfica. De igual forma, el tamaño del grano de la película va a determinar también la calidad de la imagen final, en concreto su capacidad de resolución o definición (Fig.10.4). En términos generales se puede decir que:

- 1.- Cuanto **MAYOR** sea el tamaño de los cristales fotosensibles, **MAYOR** será la sensibilidad, velocidad o rapidez de la emulsión que forman y, **PEOR** resolución de los detalles tendrá la imagen.
- 2.- Cuanto **MENOR** sea el tamaño de los cristales fotosensibles, **MENOR** será la sensibilidad, velocidad o rapidez de la emulsión que forman y, **MEJOR** resolución o definición de los detalles tendrá la imagen obtenida.

Durante el proceso de asimilación tiene lugar la adición de determinadas sustancias sensibilizadoras a la emulsión formada que se depositarán sobre los cristales de los haluros fotosensibles. De esta manera se forman los centros de sensibilidad de los cristales.

Dependiendo de la sustancia utilizada y del tipo de emulsión que se esté fabricando, el momento en que se añadan los sensibilizadores será diferente para cada caso. Las principales sustancias que se suelen añadir habitualmente son:

- **Sensibilizadores cromáticos**, cuyo fin es el de influir sobre la sensibilidad espectral de la emulsión para que ésta sea más sensible a un color de emisión o a otro. En realidad éstos sólo se añaden en aquellas emulsiones que se van a utilizar con pantalla de refuerzo cuya emisión luminosa principal esté situada en el espectro del verde, ya que en las emulsiones de las películas que se van a utilizar con pantallas de emisión luminosa azul no es necesario, debido a la sensibilidad inherente que tienen los haluros de plata frente a la emisión ultravioleta del espectro luminoso.

- **Sustancias endurecedores**: cuando se trata de películas que van a ser procesadas mediante sistemas automáticos.

- Otras sustancias como **bactericidas y fungicidas** que evitan el desarrollo y crecimiento de bacterias y hongos en la emulsión. Agentes humectadores o **humectantes**, gracias a los cuales se facilita la entrada de agua a través de la emulsión durante el procesado de la película. Elementos **plastificantes**, empleados para evitar que la emulsión se vuelva demasiado frágil durante el revelado confiriendo además una cierta flexibilidad a la misma; y **agentes antivelo**, que actúan como conservantes de la emulsión, lo que impide que se pueda incrementar el valor del velo de base con el paso del tiempo ... etc.,.

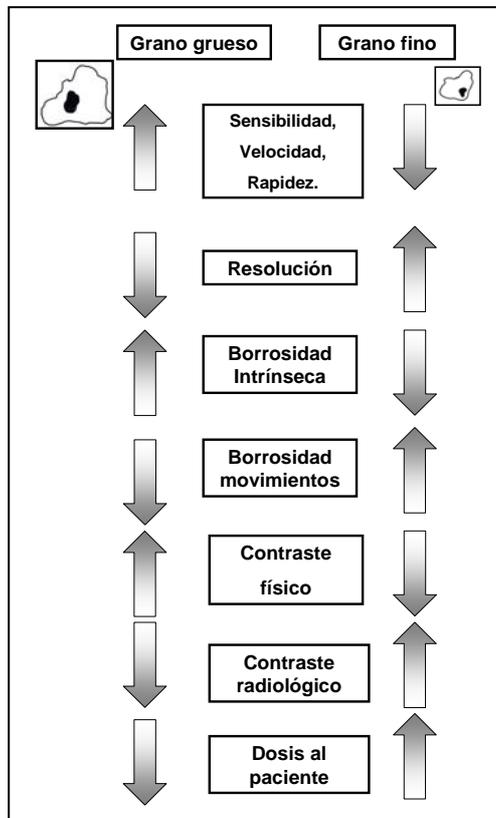


Fig.10.4: Características de la película radiográfica en función del tamaño del cristal de halogenuro de plata

Finalmente, durante la fase de finalización sólo queda depositar sobre la base de la película una ligera capa de pegamento (sustrato) para echar encima la gelatina caliente con los granos de haluros de plata en su interior para dejarlo enfriar y solidificar. Posteriormente se le pone una fina capa protectora para los reces y arañazos, y que generalmente suele ser una capa de gelatina sola caliente sobre la emulsión anterior (Fig.10.3)

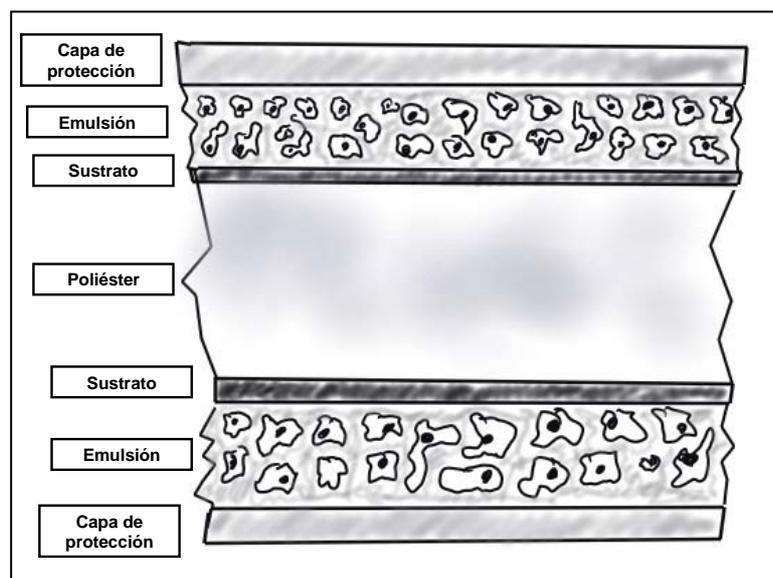


Fig.10.5.: Capas de la película radiográfica

Las características radiológicas más importantes que aporta la película radiográfica en el proceso de la obtención de la imagen radiológica se basan en su sensibilidad, su resolución y el contraste que pueden llegar a presentar.

Estas características están determinadas por el tamaño del grano o cristal de halogenuro de plata (Fig.10.6), y por el grosor o espesor de la emulsión fotográfica (Fig.10.7)

Así, se puede determinar que cuanto **Mayor** es el tamaño del grano del halogenuro de plata tanto **Mayor** serán la velocidad, la sensibilidad o la rapidez (que en definitiva describen una misma cosa) de esa película radiográfica; y, por ello, menor dosis de radiación recibirá el paciente durante la exploración, precisando exposiciones más cortas lo que disminuirá el riesgo de borrosidad por los movimientos del paciente. El contraste físico (blanco/negro) es muy elevado, pero el contraste radiológico (escala de grises) es más limitado. Por último, como los granos de halogenuro de plata son gruesos, la borrosidad intrínseca (la producida por los propios materiales con los que esta fabricada) es mayor; y, además, también por el mayor tamaño del grano, la resolución de la imagen radiológica obtenida e incluso su nitidez son sensiblemente menores que las obtenidas con películas de grano más fino (Fig.10.6).

Exactamente las mismas consecuencias que se han descrito por la variación del tamaño del grano del halogenuro de plata van a producirse con el mayor o menor grosor de la emulsión fotográfica. Cuanto más gruesa sea la emulsión fotográfica, tanto mayores serán las consecuencias para la imagen obtenida, asemejándose a las características enunciadas para el tamaño de grano grueso (Fig. 10.7)

Así pues, la combinación de ambas (tamaño del grano y espesor de la emulsión) puede conducir a la selección idónea de cada tipo de película: un grano grande con una emulsión gruesa dota a la película radiográfica de una gran sensibilidad/velocidad/rapidez, pero con una peor resolución (lo cual la hace muy útil para los estudios de digestivo en donde se necesitan tiempos de exposición muy cortos para minimizar el efecto de los movimientos de los órganos abdominales); por el contrario, una película de grano pequeño y de muy pequeño espesor de emulsión tendrá como consecuencia una película poco sensible/veloz o rápida, pero con una gran resolución de la imagen obtenida (lo cual la hace idónea para el estudio de la patología mamaria mediante la mamografía).

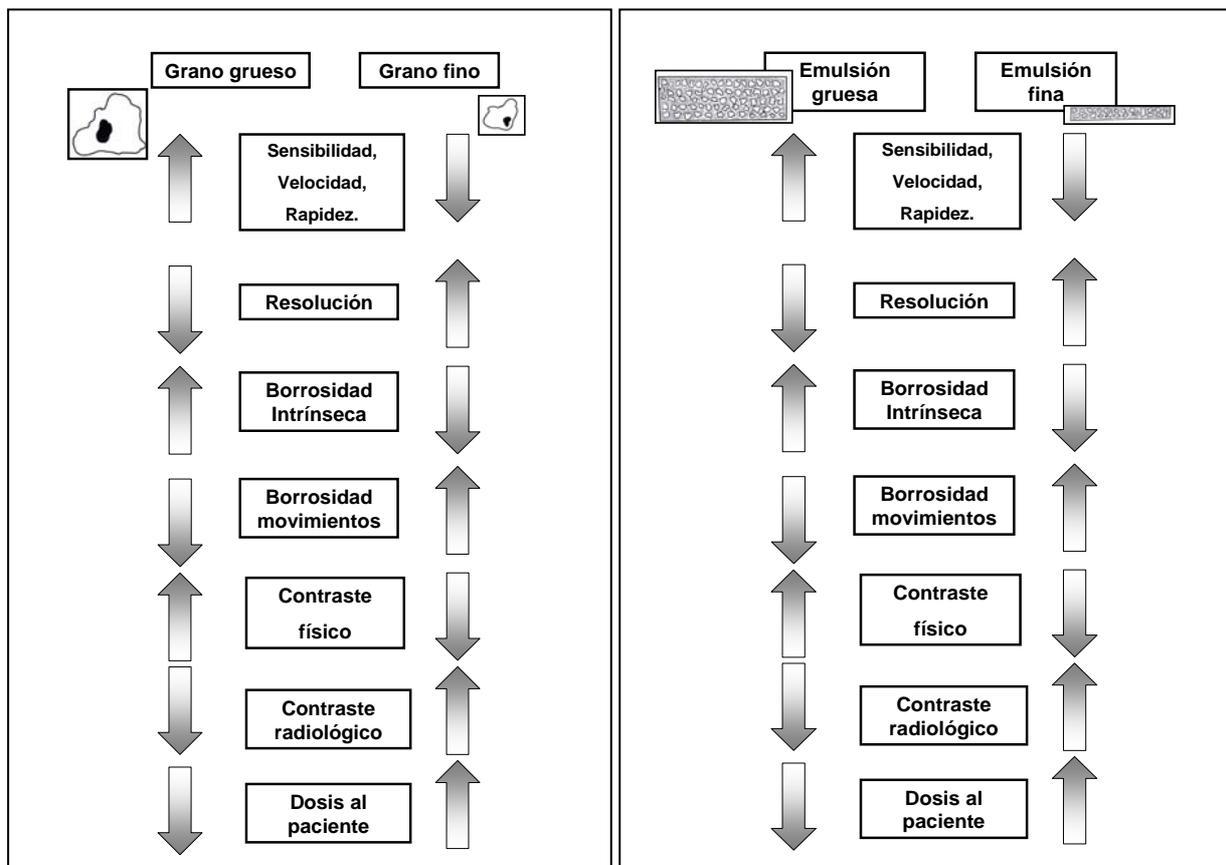


Fig.10.6.: Características producidas por el tamaño del grano. Fig.10.7.: Características producidas por el espesor de la emulsión fotográfica

10.2. La base de la película radiográfica

La base de la película radiográfica, es un elemento que actúa como soporte de la emulsión fotográfica o fotosensible y que debe cumplir una serie de requisitos importantes entre las que destacan las siguientes:

- Debe ser una buena transmisora de luz, absorbiendo la mínima cantidad de luz posible una vez que la radiografía revelada sea colocada en el negatoscopio.
- Debe ser flexible, delgada y a la vez poseer la suficiente rigidez como para poder soportar las duras condiciones que sufrirá durante el revelado automático, principalmente por la presión ejercida por los rodillos.
- Ha de ser estable para no deteriorar la imagen radiológica tanto durante el procesado de la película como con el paso del tiempo.
- El grosor ha de ser uniforme con el fin de no alterar el efecto de la radiación sobre la emulsión.
- Ha de ser químicamente inactiva, con el fin de no interferir en los procesos químicos del revelado.

En 1960, se fabricó la primera base de poliéster para películas radiográficas cuyas ventajas frente al acetato previamente utilizado consistían en su mayor estabilidad y dureza, pero sobretodo su mayor resistencia a la combustión. Desde entonces se utiliza como base de la película radiográfica el poliéster. El poliéster es un material sintético claro y transparente idóneo para su utilización en radiodiagnóstico general.

10.3. TIPOS DE PELÍCULAS RADIOGRÁFICAS

Básicamente se clasifican en función del número de emulsiones fotográficas que puedan presentar, por ello clásicamente se pueden diferenciar dos tipos diferentes de películas radiográficas:

- 1.-Películas de Doble emulsión fotográfica
- 2.-Películas de emulsión simple

a) Películas de Doble emulsión fotográfica

Las películas radiográficas de doble emulsión son las más utilizadas en radiodiagnóstico médico y esta formada por aquellas películas radiográficas cuya base va cubierta por ambas caras con una emulsión fotosensible (Fig.10.8). Este tipo de películas ha de ser siempre utilizado con dos pantallas de refuerzo, dispuestas una por cada lado en íntimo contacto con cada una de las emulsiones fotográfica.

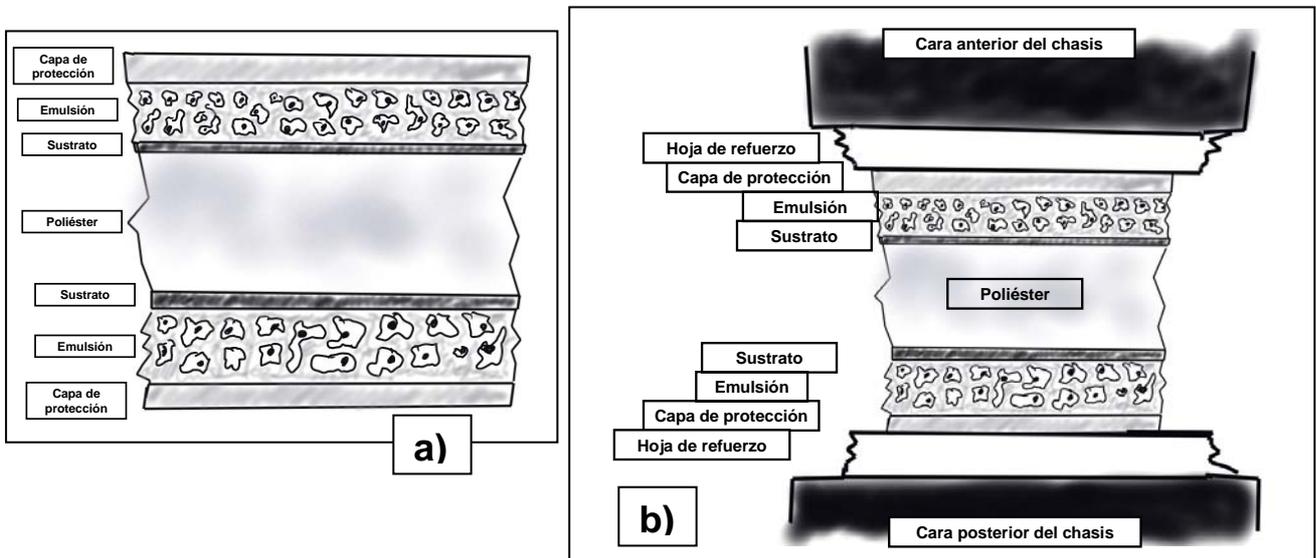


Fig.10.8.: Película de doble emulsión fotográfica: a) Elementos de cada capa; b) disposición de la película en el interior del chasis con las hojas de refuerzo

Esta disposición presenta numerosas ventajas por lo que son de utilización generalizada en todos los servicios de radiodiagnóstico médico. Entre sus características se pueden destacar:

1.- Aumento de la sensibilidad, velocidad y/o rapidez de la película radiográfica: al utilizarse éstas películas combinadas con dos pantallas de refuerzo, cada una de las emulsiones va a ser activada por cada una de las pantallas, lo que producirá una imagen en cada una de las dos emulsiones, y que finalmente quedarán superpuestas. De esta manera el ennegrecimiento que se produce en las dos emulsiones tendrá un efecto sumatorio lo que produce un mayor ennegrecimiento de la película radiográfica, o en su caso un ennegrecimiento mayor con menor dosis de radiación. Este aumento del ennegrecimiento es casi el doble que el que se obtiene con las películas radiográficas de una sola capa de emulsión. Por ello se pueden emplear tiempos de exposición más bajos y, por tanto, menores dosis de radiación para el paciente. Pero, además, con ello se consigue una disminución de la borrosidad cinética provocada por movimientos voluntarios o involuntarios del paciente explorado (Fig.10.10).

2.- Aumento del contraste físico de la imagen: el contraste físico (no el radiológico) de la imagen radiográfica viene definido por la diferencia existente entre las densidades claras y las oscuras (diferencia blanco/negro, sin escala de grises). En el caso de las películas con doble emulsión, dichas diferencias serán más marcadas que en las películas con emulsión simple.

3.- Sin embargo, la superposición de las dos imágenes producidas cada una de ellas en su emulsión fotográfica, así como la utilización de dos hojas de refuerzo van a provocar que cada punto de la imagen radiológica este compuesta por diferentes puntos de la emulsión, y con ello se pierde en capacidad de definición de la imagen radiológica si se compara con las imágenes obtenidas con películas de emulsión simple. Así pues, la resolución de las imágenes obtenidas con doble emulsión será menor que la resolución de las imágenes obtenidas con películas de emulsión simple. El contraste radiológico (entendido coloquialmente como la mayor escala de grises posible en una película radiográfica) también será inferior en las películas de doble capa de emulsión que en las películas de emulsión simple (Fig.10.6).

b) Películas de emulsión simple

Las películas en las que sólo se coloca emulsión fotosensible en una cara de la base de poliéster, reciben el nombre de películas de emulsión simple (Fig.10.9). Su estructura difiere de las vistas en el apartado anterior ya que en la cara de la base de poliéster en la que no hay emulsión fotosensible, se coloca una capa que recibe el nombre de capa antihalo. Este tipo de películas se utiliza en las técnicas de radiografía directa o sin pantallas, o con chasis que sólo poseen una pantalla de refuerzo.

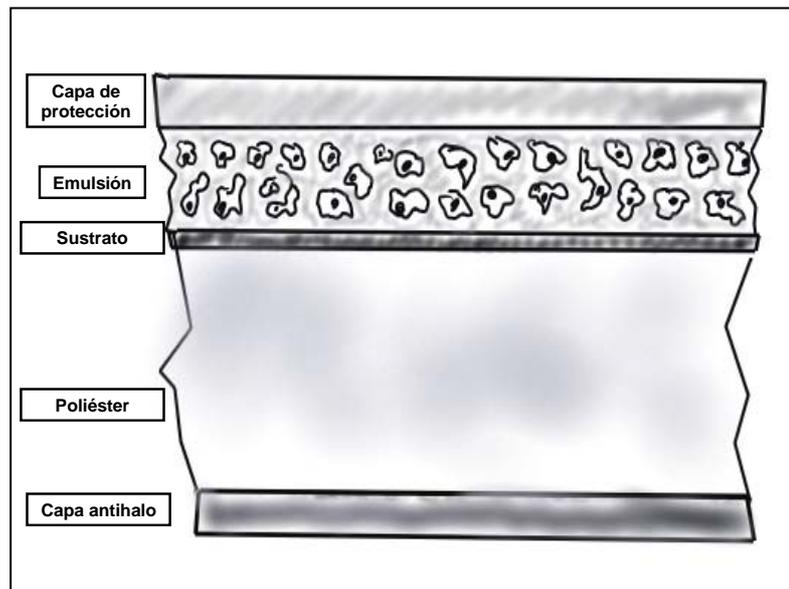


Fig.10.9.: Película de emulsión simple

La base de la película es la misma en los dos tipos de emulsiones fotográficas. Sobre la base se deposita el sustrato, pegamento o capa adhesiva que servirá para que la emulsión se adhiera a la base. Por una de las caras se fijará la emulsión fotosensible que se cubre igualmente con una capa protectora y por la otra se colocará la denominada **capa antihalo**. La capa antihalo se coloca en la parte opuesta a la que se sitúa la emulsión fotosensible. Cuando la luz emitida por la pantalla de refuerzo llega a la película puede

producirse un fenómeno consistente en el rebote de pequeñas cantidades de luz en la parte posterior de la película que tendrá la capacidad de impresionar cristales de haluro que previamente no habían sido expuestos. Si esto llegara a ocurrir se producirá un incremento en la borrosidad de la imagen denominado "halo". El halo es un elemento indeseable en el proceso de producción de la imagen ya que la única contribución será la de reducir la nitidez. La finalidad de la capa antihalo será evitar la formación del halo ya que se puede prevenir recubriendo la cara de la base opuesta a la emulsión con una capa de gelatina a la que se añade algún colorante capaz de absorber la luz reflejada. Este colorante, que no debe tener efecto alguno sobre la imagen será eliminado de la base durante el revelado de la película radiográfica.

Este tipo de películas se fabrica intencionadamente con emulsiones lentas, de tamaño de grano pequeño, en capas de espesor fino, intencionadamente con baja sensibilidad (o velocidad o rapidez), porque su utilización esta reservada a aquellos procedimientos diagnósticos que exigen el mayor grado de nitidez de la imagen, la mayor definición posible, porque se quiere conseguir la mayor resolución de la imagen posible (Fig.10.10).

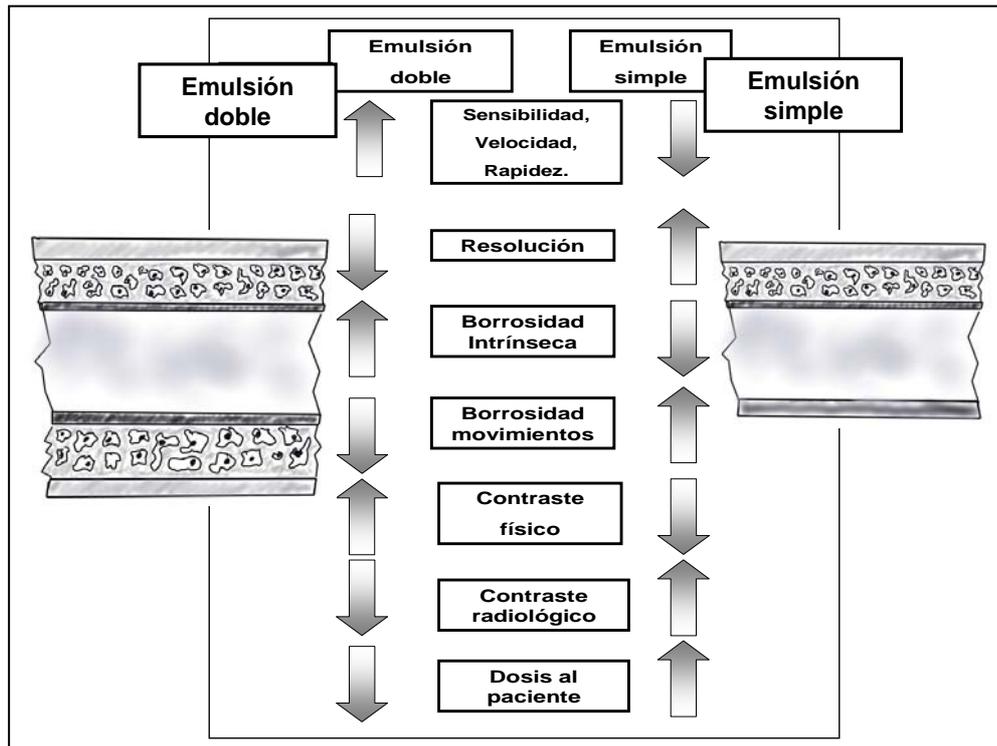


Fig.10.10.: Diferentes características de la película radiográfica según su emulsión fotográfica

10.4. SENSIBILIDAD ESPECTRAL A LA LUZ EMITIDA POR LAS HOJAS DE REFUERZO

La sensibilidad espectral de una película radiográfica o fotográfica se define como su sensibilidad particular hacia un color o hacia una radiación de determinada longitud de onda.

Las películas radiográficas son muy sensibles a los rayos X cuando se realizan radiografías sin hojas de refuerzo, así como a la radiación cuya longitud de onda correspondientes a la zona del azul y del ultravioleta del espectro de la luz. Por encima, su sensibilidad decrece de manera notable. No obstante, existen otras películas a las que después de añadir ciertas sustancias (sensibilizadores cromáticos) pueden presentar una gran sensibilidad espectral ante longitudes de onda diferentes de las mencionadas anteriormente. Dentro de las películas radiográficas, se pueden definir dos grandes grupos bien diferenciados en función de su sensibilidad espectral que son:

- 1.-las películas sensibles a la emisión azul,
- 2.-las películas sensibles a longitudes de onda mayores, o películas ortocromáticas.

1.-Películas sensibles a la emisión azul.

Se trata de películas que presentan una respuesta excelente a la luz ultravioleta, violeta y azul que son las utilizadas con las pantallas de refuerzo de tungstenato cálcico, cuya emisión luminosa es azulada.

Aunque fueron las primeras en utilizarse, actualmente su empleo es cada vez menor. Si la longitud de onda de la emisión se situase por encima de los 500 nm, el resultado que tendríamos con este tipo de película sería una película con un ennegrecimiento mínimo debido a que se ha sobrepasado la gama de longitudes para las que son sensibles los haluros de plata sin activación específica, y que no reaccionan con estas longitudes de onda.

Estas películas son conocidas como películas monocromáticas porque sólo se activan con la acción de la luz de un solo color. Además de las películas radiográficas, se incluyen en este grupo las películas fotográficas que se utilizan para fotografías en blanco y negro exclusivamente.

2.-Películas ortocromáticas

Las películas ortocromáticas, además de ser sensibles a las emisiones del espectro azul, también demuestran una particular sensibilidad a las emisiones de la luz verde, cuya longitud de onda se sitúa entre los 500 y los 600 nm. Para conseguir una película ortocromática es necesario añadir a la emulsión algún sensibilizador cromático que la haga sensible al verde.

Las películas ortocromáticas para fines radiográficos son de aparición relativamente reciente, aunque su uso es generalizado por haberse impuesto en la mayoría de los departamentos de radiodiagnóstico el uso de las pantallas de tierras raras de gadolinio o lantano, cuya emisión luminosa es verde.

10.5. PELÍCULAS EN UN SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO MÉDICO.

La mayor parte del trabajo realizado en los servicios de diagnóstico por la imagen se basa en la obtención de imágenes que requieren una gran calidad para poder diagnosticar correctamente las diferentes enfermedades de los pacientes que acuden a ellos.

Las imágenes diagnósticas obtenidas en los actuales Departamentos de Diagnóstico por la Imagen no sólo se obtienen por la acción de los rayos X. En los últimos años se han desarrollado otros sistemas de formación de imágenes en los que en vez de utilizar rayos X se emplean otros tipos de energías para obtener imágenes del interior del organismo. En este último caso, el uso de la película radiográfica ha sido sustituido por diversos tipos de películas fotográficas, lo que significa que las películas que se pueden encontrar en radiodiagnóstico son muy variadas. Así, se pueden encontrar películas:

1) De doble emulsión:

a) para **radiografías con pantallas**: introducidas en un chasis radiográfico con dos pantallas de refuerzo. De este modo, la imagen radiográfica se formará principalmente por el efecto luminiscente de los rayos X, que serán los que provoquen la emisión luminosa de las pantallas. En definitiva los responsables del ennegrecimiento de la película serán los fotones luminosos emitidos por las pantallas, teniendo escasa influencia la acción de los fotones de rayos X. Las películas de doble emulsión pueden ser monocromáticas u ortocromáticas, teniendo en cuenta que una película monocromática, sensible al azul, no debe ser utilizada nunca con pantallas que tengan emisión luminosa de otro color (verde). Sin embargo, una película ortocromática ofrecerá excelentes imágenes aun en el caso de ser utilizada con pantallas de tungstenato cálcico, cuya emisión es azulada.

Dependiendo de la estructura que se quiera radiografiar, y según su tamaño, habrá que adaptar el campo de radiación utilizado al tamaño del objeto radiografiado. Ello implica necesariamente utilizar el formato de película adecuado para cada caso, no sólo por razones de protección radiológica, sino por otras cuestiones de carácter estrictamente económico. Por ello existen una serie de formatos universales que sirven para usar con cualquier tipo de chasis. Los más corrientes en la actualidad son los siguientes: 13x18 cm, 18x24 cm, 20x40 cm, 24 x 30 cm, 30x40 cm, 30x90 cm, 35 x 43 cm.

b) para **radiografías sin pantallas**: Las películas radiográficas para usar sin pantallas (radiografía directa) se presentan en cajas o en sobres individuales opacos a la luz. En las que vienen dentro de cajas, la película debe ser introducida en un chasis estanco a la luz que suele estar fabricado con fibra de carbono. Las películas que vienen en sobres individuales se utilizan directamente, sin necesidad de un chasis rígido. En este tipo de películas la formación de la imagen es debida en su totalidad al efecto de los rayos X. Su uso se limita a aquellos casos en los que se busca la máxima resolución. En las películas para uso sin pantallas, el grosor de la emulsión es mayor que en aquellas que se utilizan en combinación con pantallas, permitiendo que tengan un mayor contenido de sales de plata y contribuyendo a favorecer la acción de los rayos X sobre éstas. Todas estas

películas pueden ser procesadas en los sistemas de revelado automático. Dentro de este grupo se pueden incluir las pequeñas películas utilizadas para realizar radiografías dentales intraorales.

2) De emulsión simple, por una sola cara:

- para obtener radiografías realizadas con una sola hoja o pantalla de refuerzo y conseguir la mayor resolución de la imagen radiográfica (mamografías).
- fotografía de monitor (eco, TC, RM). Las películas que se utilizan con los monitores de imagen en aparatos como los ecógrafos, equipos de TC. o equipos de RM, tienen una composición de la emulsión algo diferente debido a que tan sólo han de ser sensibles a la luz, y en ningún momento a los rayos X. Por ello ya no se habla de películas radiográficas, sino que es necesario hacer referencia a las películas fotográficas o de monitor. Con las nuevas tecnologías de diagnóstico por imagen, el registro de las imágenes obtenidas se realiza con la ayuda de tubos de rayos catódicos que serán los responsables de impresionar la película con las imágenes seleccionadas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.

GONZÁLEZ RICO, J., DELABAT, R, y MUÑOZ, C. (1996). *Tecnología Radiológica*. Paraninfo, Madrid

BUSHONG, S. (1998).- **Manual de radiología para técnicos. Física, Biología y Protección Radiológica** (6ªed.). Harcourt & Brace, Madrid.

PIZZUTIELLO, R.J. y CULLINAN, J.E. (1999).- *Introducción a la Imagen radiográfica Médica*”. *División Diagnóstico por Imagen*, Kodak, Valencia

GARATE ROJAS, M (1988).- *Fundamentos de la Técnica radiológica*. Agfa-Gevaert-Ancora ediciones médicas, Barcelona