

TEMA 18

EL TECNICO EN EL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA IMAGEN RADIOLÓGICA.

Miguel Alcaraz Baños

Objetivos generales

1. Enumerar los requisitos que deben reunir los cuartos oscuros de revelado radiográfico.
2. Describir la importancia del brillo y homogeneidad de los negatoscopios.
3. Discutir la conveniencia de incorporar las innovaciones técnicas en radiología.
4. Exponer el interés de controlar el revelado radiográfico bien manual o automático en radiodiagnóstico dental.
5. Discutir la importancia del uso de distintas pantallas de refuerzo.
6. Valorar el interés del análisis de rechazo.
7. Determinar la necesidad de revisiones periódicas de la cadena de obtención de la imagen.
8. Discutir la necesidad y la obligación de los controles y verificaciones de Garantía de calidad en radiodiagnóstico dental.
9. Enumerar las pruebas básicas de Control de Calidad que debe realizar el Técnico Especialista en Radiodiagnóstico

TEMA 18

EL TECNICO EN EL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA IMAGEN RADIOLÓGICA.

Miguel Alcaraz Baños

Cualquier programa de optimización y Garantía de Calidad en radiodiagnóstico debe perseguir la obtención de una calidad suficiente compatibles con la necesidad del diagnóstico radiológico, con dosis de radiación lo más bajas posibles y a unos costes razonables.

Los principios de la buena calidad de la imagen diagnóstica son las siguientes:

1. Control de calidad del equipo de obtención de imágenes por rayos X.
2. Innovaciones técnicas que permitan reducir las dosis utilizando pantallas de tierras raras, productos de fibra de carbono en superficies de las mesas, en los revestimientos, en las rejillas y en la parte delantera de los chasis, la utilización de radiografía digital y las emulsiones fotográficas avanzadas.
3. Colocación adecuada de los pacientes según las proyecciones establecidas.
4. Limitación del haz de rayos X al campo estudiado.
5. Protección contra las radiaciones de los tejidos u órganos sensibles a ellas.
6. Reducción de las exposiciones radiográficas por examen al mínimo que permita obtener la información diagnóstica necesaria.
7. Revelado óptimo de la película radiográfica.
8. Adecuadas condiciones de visualización de la imagen obtenida.

Los controles de garantía de calidad de un equipo de rayos X tienen como finalidad asegurar que su funcionamiento está dentro de las normas de aceptabilidad y que se mantienen así durante toda su vida activa. Todas las medidas se realizan en el haz de rayos X y con el equipo conectado.

Son muy numerosas las pruebas que hay que realizar en una Sala de radiodiagnóstico médico, aunque en este capítulo solo interesan las que debe realizar el Técnico Especialista en Radiodiagnóstico adaptándolas a la realidad de su sala y en condiciones de realizar el trabajo clínico con el paciente que constituye el fundamento de su trabajo.

En el desarrollo de un **Programa de Garantía de Calidad** podrían establecerse tres tipos de responsabilidades diferentes que podrían correlacionarse con tres apartados o áreas de actuación bien diferenciados:

1.- El **área del radiólogo o médico responsable de la instalación**. Este médico es el principal responsable de la calidad de las películas producidas bajo su dirección, y por ello aparece como el último responsable de todos los test de control de calidad y del Programa de garantía de calidad. Sus responsabilidades son, entre otras, todas las relacionadas con la puesta en marcha, motivación y evaluación del programa y de las técnicas, en donde va incluido el asegurar la adecuada formación de sus colaboradores en este campo.

2.- El área del **técnico radiólogo** que obtiene las imágenes directamente del equipo. Este técnico es el principal responsable del control de calidad de la instalación, bajo la supervisión del radiólogo. Debe conocer y realizar los diferentes test objetivos para poner de manifiesto la continuidad de la calidad de la imagen previamente establecida.

3.- El área específica del **especialista en control de calidad radiológica**.

En la tabla 18.1. quedan reflejadas las funciones de garantía de calidad atribuidas al personal técnico en un servicio de radiodiagnóstico. Estas pruebas están ampliamente aceptadas en todas las Unidades de mamografía, ya que las imágenes obtenidas deben tener la máxima calidad para permitir el diagnóstico precoz de las lesiones mamarias. Su realización se ha demostrado tan sencilla como eficaz, por lo que se ha trasladado también al campo del radiodiagnóstico general.

MAMOGRAFÍA CONTROL DE CALIDAD		
Test	Frecuencia	Tiempo (minutos)
-Cuarto oscuro	Diario	5-10
-Procesadora	Diario	10
-Pantallas de refuerzo	Semanal	5
-Negatoscopios	Semanal	5
-Imagen con Fantoma	Mensual	10
-Control visual	Mensual	5
-Análisis de rechazo	Cuatrimstral	30
-Análisis de retención	Cuatrimstral	5
-Velo	Semestral	5
-Contacto Película-Pantalla	Semestral	5
-Compresión	Semestral	5

Tabla 18.1. Pruebas de Control de Calidad a realizar por el TER.

En este caso, se han incorporado otros dos test o pruebas muy sencillas, que no eran necesarias en mamografía porque las características de construcción del tubo rígido en "C" del mamógrafo eliminaba completamente los problemas que detectaban. Los dos test incorporados en radiología general están expuestos en la Tabla 18.2.

RADIOLOGÍA CONVENCIONAL CONTROL DE CALIDAD		
Test	Frecuencia	Tiempo (minutos)
-Coincidencia del campo luminoso	Mensual	10
-Perpendicularidad del foco	Mensual	10

Tabla 18.2. Pruebas complementarias de Control de Calidad a realizar por el TER en radiología convencional.

Puesto que la función del radiólogo no presenta interés en este capítulo, se abordará con detalle las funciones correspondientes al personal técnico radiólogo exclusivamente

18.1. CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR EL TÉCNICO ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA CONVENCIONAL.

18.1.1. Control de calidad del almacén y cámara oscura.

Engloba un conjunto de parámetros que tratarán de favorecer al máximo el mantenimiento, conservación y manipulación de las películas vírgenes, así como el procesado manual de las imágenes. Los controles, que serán diarios, son (Fig.8.1):

a) Nivel de radiación ambiental: El nivel de radiación ambiental en el cuarto oscuro debe de mantenerse lo más bajo posible siendo inferiores en todo caso a 20 $\mu\text{Gy/semana}$ en el centro del cuarto.

b) Control de temperatura: La temperatura no deberá exceder de 25°C y la ventilación será tal que no permita la acumulación de vapores químicos. Sino es posible la instalación de un equipo de aire acondicionado, se deberán minimizar las existencias guardadas para asegurar un uso más rápido de la película.

c) Humedad relativa: La humedad relativa será del 40-60%, verificándose los niveles con un higrómetro. Si la humedad no esta dentro de estos valores ha de instalarse aire acondicionado o humidificadores.

d) Movilidad de las existencias: Se comprobará que las películas se van gastando de forma que la movilidad sea de las más nuevas a las más antiguas, siempre teniendo en cuenta la fecha de caducidad del fabricante, de acuerdo con la curva de característica de las películas radiográficas.

e) Entradas de luz en el cuarto oscuro: La realización de esta prueba obliga a una adaptación de la visión del operador, por lo éste debe entrar en el cuarto oscuro y esperar de 5 a 10 minutos. Posteriormente, se inspeccionarán las entradas de luz con la iluminación de las habitaciones contiguas encendida (Fig.18.2).

f) Lámparas de seguridad: Se ha de verificar que los filtros utilizados son compatibles con las películas utilizadas en la instalación. La potencia de la bombilla debe de adaptarse a las recomendaciones del fabricante para evitar dañar el filtro. A continuación, y con la ayuda de películas expuestas, se comprobará cada lámpara de seguridad. Para ello se enfrentará la película a la luz de seguridad (con el resto de las luces apagadas), y también se realiza con una película situada en el área de trabajo con todas las luces encendidas (Fig.18.2).



Fig.18.1.: Test de luz del cuarto oscuro

GARANTÍA DE CALIDAD

Cuarto oscuro: Almacenamiento, manipulación y factores ambientales de las películas.

-) Niveles de radiación: < 10 microGy/semana.
-) Humedad relativa: 50 - 60%.
-) Temperatura: < 20°C
-) Rotación de existencias: fecha de caducidad: más antiguas a más nuevas.
-) Entradas de luz.
-) Luces de seguridad: Filtros de luz compatibles con las películas.
-) Toma de datos de cada epígrafe anterior.

Fig.18.2. Garantía de Calidad en el cuarto oscuro

18.1.2. Control de procesadora.

El control de la procesadora busca optimizar y estandarizar las condiciones bajo las cuales se procesan las películas. Así se logra la reproducibilidad en una procesadora individual y la posibilidad de comparar entre distintas procesadoras. Sirve para detectar problemas en el revelado antes de que éstos afecten a la calidad de la imagen. También puede poner de manifiesto problemas externos al sistema de procesado.

El control de las procesadoras se realiza diariamente mediante métodos sensitométricos. Para ello puede utilizarse un sensitómetro de luz, que es un dispositivo que envía un haz luminoso de

intensidad bien calibrada a través de una serie de filtros. Estos filtros absorben de forma creciente el haz transmitido. Mediante el sensitómetro de luz se impresiona la película con una luz adecuada a su sensibilidad (tono azul o verde); posteriormente tras el revelado y al medirse las densidades ópticas con un densitómetro, se obtiene la curva característica de la película radiográfica. En dicha curva pueden además obtenerse las magnitudes: **velo**, **velocidad**, **factor de contraste** y **densidad máxima de la película radiográfica**.

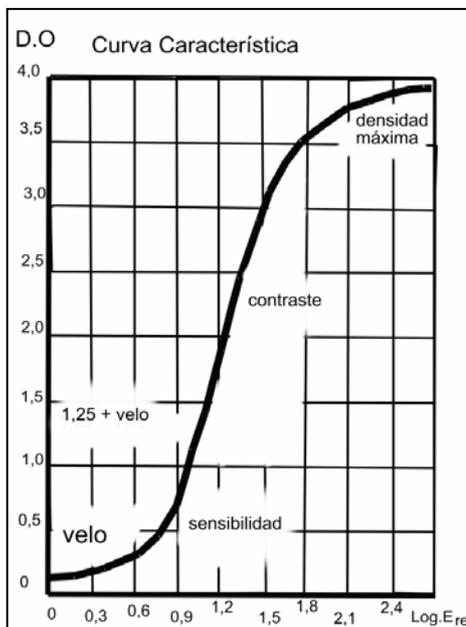


Fig.18.3.: Curva característica de la película radiográfica

Se debe tener en cuenta que las condiciones de revelado afectan a la forma de la curva característica y, por tanto, a los parámetros anteriormente indicados. Por ejemplo, un aumento de la velocidad y del velo pueden estar motivados o por un aumento de la temperatura del revelador, o por contaminación del fijador.

Los parámetros a controlar son los siguientes:

- a) Temperatura de los líquidos de revelado: Siempre se considerarán las recomendaciones dadas por el fabricante, y se realizará preferentemente con un termómetro digital.
- b) pH de los líquidos de revelado: Siempre se considerarán las recomendaciones dadas por el fabricante.
- c) Nivel de plata en el fijador: Indica agotamiento del líquido de fijador. Se introduce una tira reactiva y se lee el resultado, que no debe de ser superior a 6 gr/l (otros fabricantes mencionan 10 gr/l). En cualquier caso, se seguirán las recomendaciones dadas por el fabricante.
- d) Curva de sensibilidad: Con un sensitómetro se expone la película en el cuarto oscuro. Se procesa la película y se leen las densidades ópticas obtenidas mediante un densitómetro. Los datos a obtener son:

1. *Velocidad* relativa de la película: corresponde al escalón que da una densidad óptica próxima a la unidad.
2. *Contraste*: corresponde a la diferencia entre los escalones que dan unas densidades ópticas de 2.0 y 1.0.
3. *Velosidad*: es el valor de densidad óptica en la película no expuesta, y corresponde al primer escalón de la tira sensitométrica. El aumento de velo puede deberse a exceso de luz (entrada de luz en el cuarto oscuro, cajas de películas abiertas, filtros en mal estado), por exceso de radiación (radiación dispersa excesiva, almacenamiento inadecuado), por alteraciones en la temperatura y concentraciones de líquido de revelado (velo de la procesadora), o por proximidad de la fecha de caducidad o incluso por haberla sobrepasado.

Es esencial tener precaución de seleccionar junto con el sensitómetro el tipo de película a exponer (verde o azul), así como realizar las exposiciones de las películas por ambas caras.

- e) Control del tiempo de paso de las películas: Por medio de un cronómetro se comprueba que el tiempo de paso de la película en la procesadora corresponde al tiempo real seleccionado.

f) Control de restos del fijador (test de los tiosulfitos): También se denomina test del lavado radiográfico. Consiste en un sencillo test colorimétrico que permite poner de manifiesto la cantidad de tiosulfito que permanece sobre la película radiográfica, como restos de fijador, después del lavado radiográfico. Se establecen cuatro grados, dos de los cuales exigirán la búsqueda del factor desencadenante para su eliminación. Su persistencia implica un deterioro importante de la película, que en pocas semanas perderá su densidad habitual, incluso adquiriendo un tinte tornasolado en las películas mal lavadas, lo que imposibilitará en ellas su utilización diagnóstica. Es un problema frecuente que se puede observar en la mayor parte de los archivos hospitalarios de radiodiagnóstico.

GARANTÍA DE CALIDAD

Procesadoras automáticas.

-) Planificación e investigación, siempre previa a su adquisición.
-) Sensitometría.
-) Densitometría.
-) Optimización de la procesadora:
 - 5 Temperatura con termómetro digital
 - 5 pH con phómetro o tiras de papel de pH.,
 - 5 peso específico de revelador y fijador, con hidrómetro.
 - 5 concentración de plata en fijador: con tiras de papel.
-) Medida y anotación diaria de estos parámetros.
-) Una vez esté calibrada, solo conllevará una hora/procesadora/semana.

Fig.18.4. Control del Revelado automático

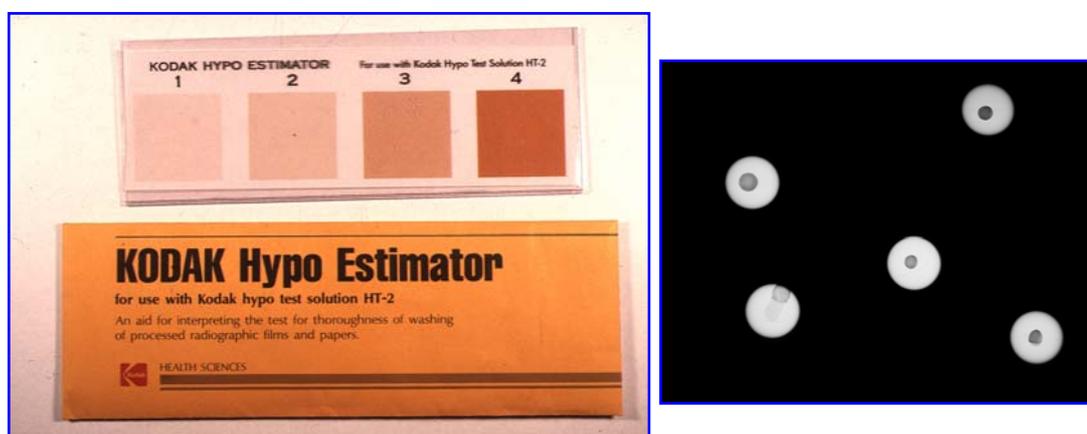


Fig.18.5. Test del lavado radiográfico.

18.1.3. Control de las Pantallas de Refuerzo.

18.1.3.1. Control del contacto hoja-película:

El contacto entre película y pantalla se evalúa colocando una rejilla metálica con una apertura central, sobre el chasis cargado. Se expone el conjunto y se examinan las películas procesadas, comprobando la existencia de áreas con cambios de densidad y borrosidad en la imagen, originadas por un mal contacto hoja-película. Si el contacto es bueno la imagen resultante dará un entramado uniforme sobre toda la película. En caso contrario tendrá que ser ajustado, o se debe reemplazar la hoja de refuerzo.

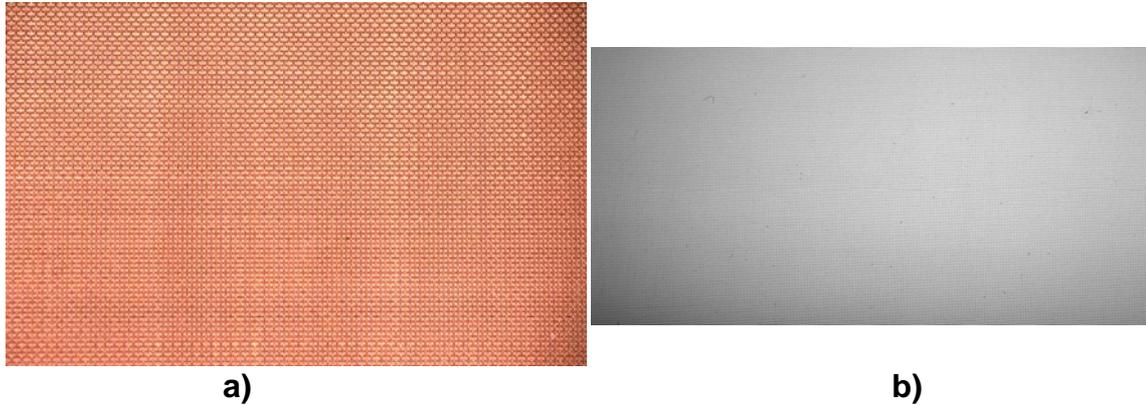


Fig.18.6. Test de contacto de la pantalla de refuerzo .a) malla metálica utilizada en mamografía para realizar el test; b) resultado de test correcto.

18.1.4. 2. Control y limpieza de las pantallas de refuerzo:

Todos los chasis se deben numerar e identificar con el tipo de pantallas que llevan, la velocidad, la fecha de adquisición, y si la parte posterior está o no revestida de plomo. Los problemas más frecuentes se deben a la pérdida de eficiencia de la pantalla, el mal contacto entre película-pantalla y las filtraciones de luz en los chasis. Las pantallas de refuerzo se han de examinar por si han sufrido arañazos u daños. Se limpian de forma periódica, semanalmente, con productos adecuados, comercializados por los fabricantes de las mismas, y siguiendo sus instrucciones.

GARANTÍA DE CALIDAD

Hojas de refuerzo

1. Condiciones generales de las pantallas y los chasis:
 - 5 Estado general de todos.
 - 5 Etiquetarse con nº de identificación.
2. Sensibilidad relativa de un grupo de pantallas o velocidad de la pantalla.
3. Sala en oscuridad, y con chasis abierto realizar un disparo: comprobar la iluminación de la pantalla.
4. Contacto entre película y pantalla: colocación de una malla sobre superficie superior del chasis cargado

Fig.18.7. Control de calidad de las Hojas de refuerzo.

18.1.5. Control de calidad del negatoscopio.

En el correcto diagnóstico basado en imágenes por rayos X, es posible mejorar el contraste subjetivo mediante la elección de las condiciones adecuadas de observación. Es imprescindible que la visualización de las imágenes se realice con las mejores garantías de calidad.

Los factores principales a considerar son medida del brillo (intensidad) y uniformidad de la iluminación, así como un correcto balance con la iluminación ambiental. Por lo que el control del negatoscopio engloba un conjunto de tres pruebas:

a) Control de iluminación ambiental: Con el negatoscopio apagado y a unos treinta centímetros de su superficie, se procede a medir con el fotómetro la iluminación ambiental. Esta no debe de ser inferior a 100 lux.

b) Control de brillo del negatoscopio: Con el luxómetro se evalúan distintos puntos del negatoscopio, de forma que quede abarcada toda su superficie. El adecuado es de 1500 candelas/m² (en lux debe de ser superior a 5500 lux).

c) Control de uniformidad de brillo del negatoscopio: Con los puntos medidos en el apartado anterior, se comprueban las diferencias de brillo entre el valor máximo y el mínimo. Estas diferencias deben ser inferiores al 15%.

18.1.6. Control de la imagen con un fantoma:

Consiste en la utilización de un instrumento objetivo (maniquí o fantoma) que permita, al técnico de los servicios de radiología, la realización de un test rápido y de interpretación simple, sobre las diferentes densidades radiológicas (normales o patológicas), que pueden aparecer en una determinada exploración. Son muy numerosos los fantomas o maniqués existentes para cada uno de los estudios radiológicos: tomografía computadorizada, mamografías, radiología dental, etc.

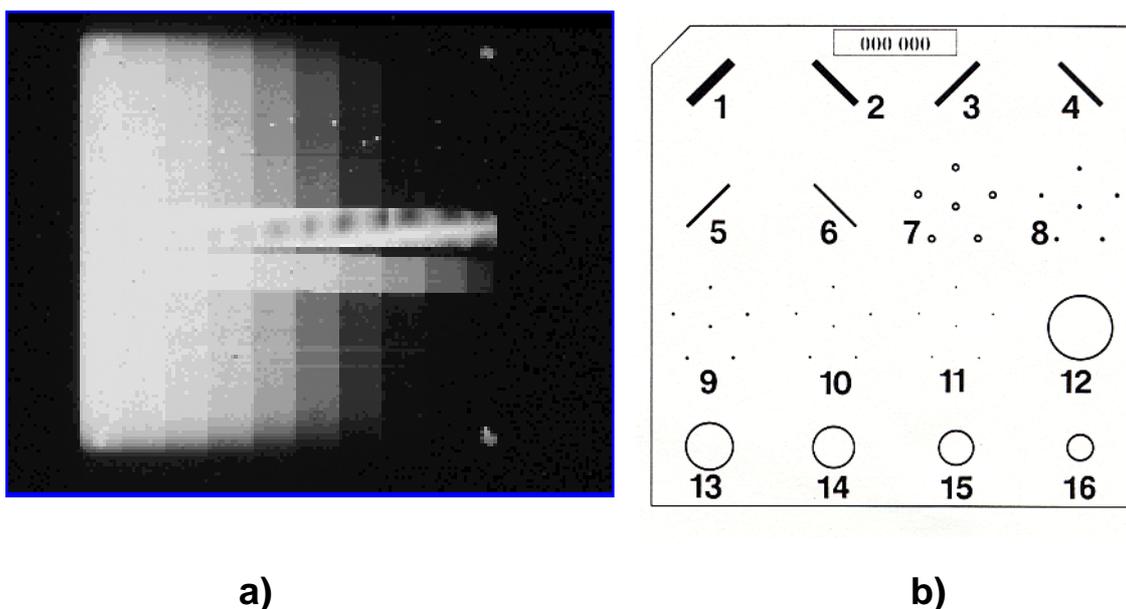


Fig.18.8. Prueba de control de imagen mediante "fantoma" o maniquí: a) fantoma de Agfa-Gevaert, b) esquema del fantoma de MRI para mamografía

18.1.7. Control visual:

Se refiere al control visual de los parámetros digitales y luminosos que comprende el panel de mandos del operador, así como el haz de luz que delimita el campo de radiación. Su objetivo es, simplemente, el mantener dichos parámetros de control visual y rápido en perfecto estado, para evitar exposiciones incorrectas o accidentales innecesarias.



Fig.18.9. Control de calidad de los elementos luminosos del equipo de rayos X.

18.1.8. Control de la compresión en mamografía.

La compresión es un factor fundamental en mamografía. Se acepta que la compresión debe oscilar entre 4 y 13 kilopondios de fuerza. En la práctica habitual se corresponde aproximadamente con una banda que oscila entre los 4 y 13 kilogramos. Si la exposimetría automática del equipo lo permite, basta utilizar una pequeña báscula de baño, para ser comprimida por el compresor neumático, y verificar la fuerza realizada.

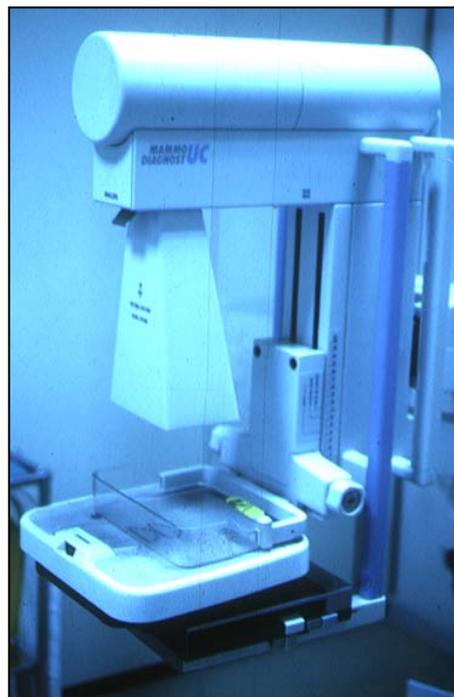


Fig.18.10. Control del compresor en mamografía.

18.1.9. Análisis del rechazo de películas expuestas.

Un programa de garantía de calidad supone que, en un corto periodo de tiempo, la tasa de rechazo o repetición habitual del 15 a 18% de todas las imágenes obtenidas, se reduce hasta aproximadamente la mitad: 7- 10%. Su comprobación es muestra de la efectividad del programa. Para ello se deben de recoger todas las películas rechazadas y proceder a examinar su número y las causas que han producido su rechazo

GARANTÍA DE CALIDAD

Análisis de películas rechazadas.

-) Se necesita la colaboración de todo el personal.
-) No es para criticar, sino mejorar el servicio.
-) Previo al programa, y a los 6 meses de su funcionamiento.
-) Recolección de películas durante 8 semanas.
 - 5 Contaje y expresión en % del total de las usadas.
 - 5 Registro de este % de cada una de las salas.
 - 5 Encabezados del rechazo: muy oscura, muy clara, posicionamiento, movimiento del paciente, fallo del equipo, procesadora y miscelánea.
-) Formas de expresión:
 - 5 Tasa general de rechazo = % rechazadas/ total usadas.
 - 5 Tasa de rechazo por sala.
 - 5 Tasa de rechazo por examen.
 - 5 Tasa de rechazo por cada uno de los encabezamientos.

Fig.18.10. Análisis de rechazo.

18.1.10. Control de coincidencia de campo luminoso y campo de radiación (Test de la linealidad).

Se coloca la plancha metálica del test (Fig.18.11), o en su defecto nueve monedas según la figura (Fig.18.11) (denominado entonces test de los 9 peniques) sobre el chasis cargado y se hace coincidir el campo luminoso con las marcas del test (o se hace pasar entre las monedas de dos en dos). Se efectúa una exposición y se revela la película. Se observa a continuación la coincidencia entre el campo de radiación y el campo seleccionado, teniendo en cuenta que a la distancia de un metro, un centímetro de desviación equivale a un 1%. Los márgenes de tolerancia son de $\pm 2\%$.

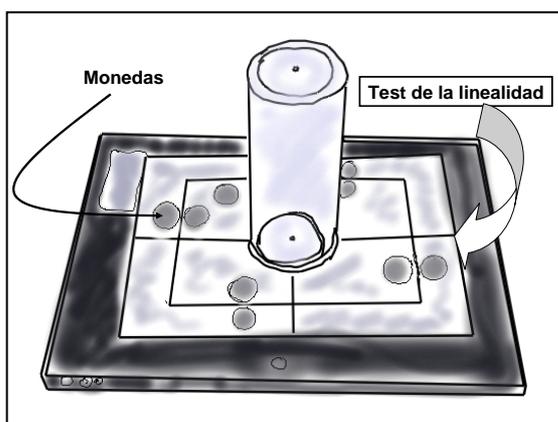


Fig.18.11. Test de la linealidad.

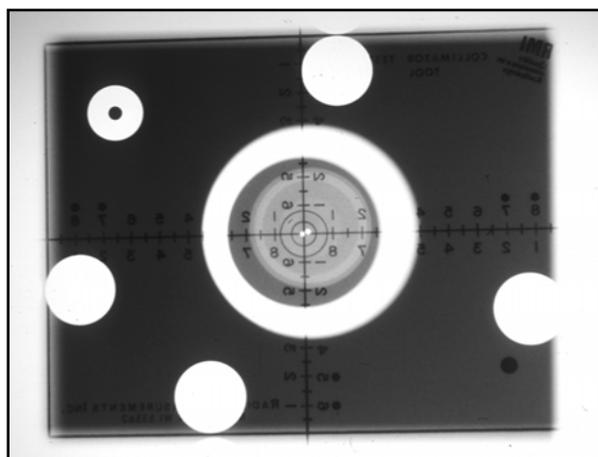


Fig.18.12. Resultados correctos de alineación.

18.1.12. Control de alineación del foco (Test de la perpendicularidad).

Se coloca el objeto del test (Fig.18.13) sobre el chasis cargado y se hace incidir el haz de radiación. Se revela la película y se observa la posible desviación del haz. Mientras ambos cuerpos redondeados y radioopacos (el superior y el inferior del test) se encuentren dentro de los dos círculos centrales concéntricos (Fig.18.14) la perpendicularidad del tubo es adecuada para continuar con el trabajo de diagnóstico clínico.

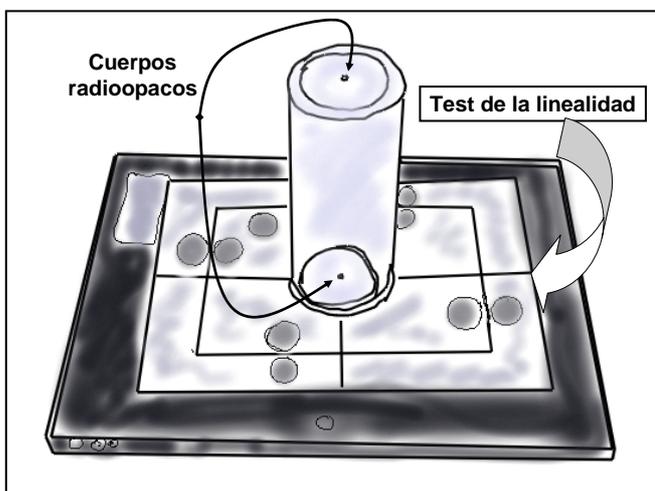


Fig.18.13. Test de perpendicularidad.

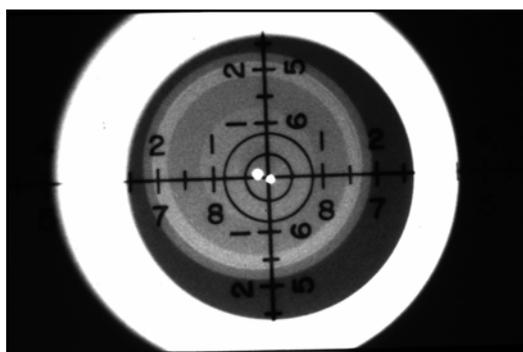


Fig.18.14: Resultado correcto.

De manera simultánea a la obtención de los resultados de las dos pruebas anteriores se puede obtener la alineación del campo de radiación con la imagen receptora. Para ello bastará trazar las diagonales de la placa radiografía y las diagonales de la imagen obtenida, comprobando la distancia entre los centros. A un metro de distancia del foco a la película un centímetro de la imagen corresponde a un 1% de desviación, no tolerándose desviaciones superiores al 2%.

En la práctica, y para ahorrar tiempo y abaratar los costes de las pruebas, varios test se realizan en una misma película con sólo una exposición radiológica. Por ello, habitualmente el test de perpendicularidad, el de linealidad y el test del lavado radiográfica suelen realizarse juntos al mismo tiempo.

18.2. CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR EL TÉCNICO ESPECIALISTA DE CONTROL DE CALIDAD.

Existen otros test importantes que parecen sobrepasar los límites de los técnicos en imagen radiológica. Su conocimiento y realización suele ser fácil, pero el instrumental necesario no está, habitualmente, al alcance de un servicio de radiodiagnóstico general

Como se ha visto anteriormente: El kVp, la forma de la onda de kV, el tiempo de exposición, el rendimiento (mR/mAs), la linealidad de los mA, la repetibilidad y una evaluación del exposímetro automático son parámetros que condicionan la calidad de la imagen.

De entre las características que dependen del generador de alta tensión deben destacarse:

- kVp: es una de las variables de las que depende la calidad de un haz, una variación (relativamente pequeña) en los kVp, produce una alteración en el contraste de la imagen y en la intensidad transmitida. Así un incremento de 10 kV duplica aproximadamente la intensidad transmitida (densidad de la película) y una disminución del mismo valor, provoca una reducción apreciable del contraste.

- Forma de onda: la intensidad emitida es función de la forma de onda y de todos los circuitos asociados, en función de las distintas configuraciones: rectificación en media onda, rectificación en onda completa, rectificación en unidades trifásicas.

- Filtración: este parámetro influye tanto en la calidad del haz del espectro (más espesores implica mayor dureza) y en la intensidad del haz emergente (menos intensidad cuanto mayor es el espesor de filtración).

- Rendimiento de tubo: hay que tener en cuenta el envejecimiento del tubo que implica una alteración de la pista anódica, la cual tiende a hacerse más rugosa con el tiempo disminuyendo, por tanto, la cantidad de radiación entregada.

No hay que olvidar que la forma de onda de kV y del mA también modifican sensiblemente el rendimiento, resultando ambas muy dependientes de la longitud de cable de alta tensión y de la carga empleada.

También deben ser objeto de comprobación en un programa de garantía de calidad, la linealidad de las respuestas obtenidas con diferentes tiempos y distintas corrientes y que el producto de ambas (siempre que los mA x segundo permanezcan constantes) produzcan las mismas dosis de radiación.

A continuación se exponen los test que se consideran básicos en estos momentos. Con estas pruebas se trata de verificar el correcto funcionamiento del conjunto generador-tubo de rayos X. **El conjunto de pruebas a realizar es el siguiente:**

1. Control de kilovoltaje.

Dejando fijos los parámetros de tiempo de exposición y de intensidad de corriente, comprobamos si los kilovoltajes seleccionados están dentro de los márgenes de tolerancia de más o menos el 10% del kilovoltaje medido.

2. Control del tiempo de exposición.

Dejando fijos los parámetros de kilovoltaje e intensidad de corriente, comprobamos si los tiempos de exposición entran dentro de los márgenes de tolerancia del $\pm 10\%$ de los tiempos de exposición medidos.

3... Cálculo del rendimiento del tubo.

El rendimiento, para unos parámetros determinados de kilovoltaje, intensidad de corriente y tiempo de exposición, se obtiene dividiendo la exposición o dosis por el producto mAs, (mR/mAs o mGy/mAs). El rendimiento debería de ser constante con diferentes mA y tiempo de exposición, para iguales kilovoltajes. El rendimiento variará, aproximadamente, con kV^2 con diferentes kV

4... Intensidad de corriente del tubo.

Los resultados se obtienen a partir de la exposición medida. Para ello mantenemos constantes el kilovoltaje y el tiempo de exposición y comprobamos si la intensidad de corriente entra dentro de los márgenes de tolerancia del $\pm 15\%$.

5. Producto corriente-tiempo.

Se pretende comprobar si es independiente para un mismo producto corriente tiempo, el seleccionar una determinada intensidad de corriente y tiempo de exposición, es decir, para un producto de 20 mAs debería de ser indiferente el seleccionar 4 mA y 5 s ó 20 mA y 1 s. Tolerancia del $\pm 20\%$.

6. Cálculo de la capa hemirreductora (CHR).

La capa hemirreductora se define como el espesor de material que al interponerlo en un haz de radiación reduce la exposición a la mitad. Para calcularla se interponen espesores conocidos de aluminio hasta conseguir que la exposición sea la mitad de la original. La calidad de un espectro de rayos X, o coeficiente de heterogeneidad, se calcula al dividir la primera capa hemirreductora entre la segunda. Cuanto más próximo a la unidad sea este cociente, más homogéneo es el haz de rayos X.

7. Control de tamaño de punto focal.

Se coloca el test sobre el chasis cargado y se procede a realizar una exposición. Viendo el número de los grupos de barras completamente resueltos, se obtiene el tamaño del foco.

8. Vigilancia de los niveles de radiación.

Para realizar estas medidas en los puntos de interés se dispone de monitores portátiles de radiación que miden tasa de exposición, o exposición acumulada durante un intervalo de tiempo.

En cada punto de medida se toma como referencia la exposición acumulada para unos parámetros determinados en el tubo (mAs, kVp). Obtenida la exposición correspondiente a la carga semanal en el punto de medida, se compara el valor obtenido con el límite semanal admisible para el personal que permanezca en dicho punto. El tipo de exposición de referencia que se realiza en las salas de radiografía viene definida por las limitaciones del equipo de medida y las propias del tubo de rayos x (en cuanto a tiempo de disparo). Se realizan disparos largos, con una corriente de tubo baja dentro de las limitaciones técnicas del tubo, y se mide la exposición acumulada. Otra alternativa para realizar la vigilancia de los niveles de radiación consiste en utilizar dosímetros TLD situados en dos puntos de interés durante un período determinado de tiempo que sea representativo.

9. Valores de referencia de dosis al paciente en exploraciones de radiodiagnóstico.

Aunque no cabe establecer valores de referencia ni límites de dosis para cada paciente, considerado de forma individual, en un examen radiológico, sí parece sensato proponer valores máximos de dosis a la entrada del paciente para una imagen obtenida en condiciones estándar. Estos valores de referencia deben entenderse como aplicables a muestras representativas de pacientes y no con carácter individual.

La magnitud de los valores de referencia comunitarios se ha fijado a partir de la distribución de centros en función de la dosis promedio impartida. El valor de dosis por debajo del cual están incluidos el 75% del total de centros se ha tomado como límite de referencia. Según este criterio, si el 75% de los departamentos puede trabajar en tales condiciones, el 25% restante debería poder corregir sus equipos y/o técnicas de trabajo para reducir adecuadamente sus dosis. Las dosis de referencia actuales están expuestas en el tema 17 (Tabla 17.1)

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

ALCARAZ BAÑOS, M. (2002).- **Bases físicas y biológicas del radiodiagnóstico médico.** Servicio de Publicaciones. Universidad de Murcia. Murcia.

AMERICAN CANCER SOCIETY (1994).- **Mammography Quality Control Manual.** American Collage of Radiology, Comité on Quality Assurance in Mammography.