



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

**Título: “Estudio de Caso Calidad de Imagen Radiológica en un Efector
Estatat de la Ciudad de Rosario”**

Alumno: Brizuela Marlen Nadia

Trabajo Final de la carrera Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Rosario, Santa Fe, Argentina.

Marzo, 2019

Índice

Resumen.....	1
Justificación.....	2
Formulación del Problema	4
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	5
Marco Teórico.....	6
a) Calidad de imagen.....	6
b) Control de Calidad.....	15
Contexto del Estudio	36
Metodología	37
Conclusiones	54
Bibliografía	56

Resumen

El presente trabajo es un estudio de caso sobre la calidad de imagen radiológica en el sector estatal de la ciudad de Rosario durante el período Marzo – Junio del 2013. Este se lleva a cabo de manera práctica a través de pruebas de análisis en un hospital municipal de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina.

La investigación se centra en el concepto de Garantía de Calidad de Imagen, teniendo en consideración que la calidad de imagen en radiología se define como el conjunto de esfuerzos encaminados a asegurar que las imágenes radiológicas tengan la calidad suficiente para dar la información diagnóstica necesaria, al costo más bajo posible y con la menor exposición del paciente a los rayos X.

En este estudio se reúnen los conceptos y resultados destinado a ampliar el acervo de conocimientos existentes en el tema de calidad de imagen en radiología convencional. Aportando una aplicación de este conocimiento en la solución de algún problema en dicha área para el personal médico y técnico que la integran.

Ahora bien, al investigar la calidad de imagen, no solo se hace foco en el resultado final película radiográfica o placa, sino también en el recorrido que debe hacerse y las normas específicas bajo las cuales debe darse el procedimiento para lograr una imagen diagnosticable.

Se evalúa entonces la institución desde las normas de calidad para los equipos y sala de rayos X, la articulación del cuarto oscuro con los demás espacios de trabajo, y con las estructuras hacia el exterior.

A través de un recorrido práctico, haciendo uso de los controles de calidad, se lleva adelante este estudio de caso.

Palabras Clave: calidad de imagen, control de calidad, rayos X, radiología convencional.

Justificación

La interpretación de las imágenes radiográficas en medicina tiene como finalidad primordial diagnosticar enfermedades, pero también es utilizada para descartar las mismas o para ver avances en los tratamientos. Es por este motivo que tener una calidad de imagen óptima resulta muy importante para que el técnico radiólogo pueda evaluar, dentro de un marco de error contemplado por organismos nacionales como la A.R.N. (1997) Autoridad Regulatoria Nuclear y las condiciones establecidas por la Ley Nacional N° 17.557/67 “Ley de Radiofísica Sanitaria”, Decreto reglamentario 6320/68 de Normas relativas a la instalación y funcionamiento de rayos X. Se propende mejorar la calidad del servicio de rayos X de acuerdo a lo establecido por el Programa Nacional de Garantía de la Calidad de la Atención Médica y se aplica los criterios de optimización de las prácticas bajo los principios A.L.A.R.A, la mejor imagen posible con la menor dosis de radiación posible y las recomendaciones de la I.C.R.P. (1950) Comisión Internacional de Protección Radiológica entre otras comunidades científicas, normas jurisdiccionales y nacionales.

La optimización es disponer de los recursos necesarios, para reducir el riesgo de las radiaciones para el individuo y la población, compatibles con los padrones aceptables de la Calidad de la Imagen. El encargado del proceso de optimización de la imagen radiológica es el técnico radiólogo, el cual tenga la capacidad de ser un hacedor de la imagen, mostrarla de manera contundente, para suministrar información útil para el diagnóstico con la menor dosis posible.

En el caso particular de los Rayos X para el diagnóstico médico, existe un recorrido particular desde que se decide captar una estructura anatómica hasta que se obtiene el diagnóstico sobre la imagen. Durante todo ese tiempo se realiza una compleja actividad en la que participan diferentes procesos físicos, equipos y especialistas. A cada posible fallo en alguno de estos elementos, cabe asociar un detrimento en la calidad de la imagen final o un aumento en la dosis de radiación que recibe el paciente.¹ De aquí la importancia vital de mantener una calidad de imagen óptima para lograr un diagnóstico rápido y certero en beneficio de la salud del paciente.

En vistas de esta necesidad podrían establecerse diferentes responsabilidades en el desarrollo de un Programa de Control de Calidad, que a su vez podrán correlacionarse con áreas de actuación bien diferenciados.

¹ Alcaraz Baños, M., (1995). *Protección Radiológica en Radiodiagnóstico*. Barcelona, España. 1ª ed. Universidad de Murcia.

- a) El área del radiólogo o médico responsable de la instalación: el 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. 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.
- b) El área del técnico radiólogo: quien obtiene las imágenes directamente del equipo, el ejercicio de las técnicas utilizadas para obtener las imágenes con fines de diagnóstico y tratamiento radiante, las mismas solo podrán ser efectuadas por Técnicos Radiólogos y/o Técnicos en Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante, cumpliendo los requisitos que se establezcan en la reglamentación, previa acreditación de la matrícula respectiva de acuerdo a la legislación vigente.² Los técnicos radiólogos están obligados bajo reglamentación a: ejercer dentro de los límites científicos de su capacitación, limitar su actuación a la prescripción y/o indicación recibida del médico, solicitar la inmediata colaboración del médico en tratamientos que excedan los límites señalados para la actividad que ejerzan. Como así también son los responsables de producir imágenes de calidad; obtener, identificar, procesar y evaluar mediante la aparatología médica en desarrollo y disponible en los efectores. Interpretar óptimamente los resultados, priorizar y decidir, en función del análisis costo-beneficio, la secuencia de estudios de diagnósticos por imágenes a implementar según las necesidades.

Se consideran los parámetros de calidad de imagen a partir de criterios anatómicos establecidos por Sociedades Científicas y/o criterios del manual de procedimientos del servicio. Se tienen en cuenta los criterios de resolución y contraste, relación señal-ruido y otros. Se evalúa la posibilidad/necesidad de realizar una nueva toma, si estos no son pertinentes y se protege a la persona de la radiación innecesaria. En el caso de radiología convencional, muchas de las pruebas recomendadas pueden ser ejecutadas por el propio técnico radiólogo del servicio. Entonces, es el principal responsable del control de calidad de la instalación por eso debe conocer y realizar los diferentes test para poner de manifiesto la continuidad de la calidad de la imagen previamente establecida.

² Ley 10.142. Provincia de Santa Fe. *Régimen Profesional de Técnicos Radiólogos y/o técnicos en Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante*. Boletín Oficial, 11 Enero de 1998.

Formulación del Problema

El eje por donde se sujeta la formulación del problema consiste en conjeturar si todos los integrantes del servicio de rayos X poseen algún conocimiento sobre calidad de imagen y de los criterios o protocolos establecidos para evaluarla.

Se decide abordar esta investigación con fines de comprobar a priori si el servicio cumple con las condiciones elementales que intervienen en la calidad de imagen y luego ser utilizado este documento con el propósito que otros servicios dispongan del contenido para futuras mejoras de la calidad de imagen.

El punto de partida para este trabajo consistió en aplicar el mecanismo regresivo por donde se obtiene la imagen médica, es decir la serie de pasos sistematizados que determinan el producto final, analizando detalladamente cada uno de ellos.

Podemos dividir los pasos antes mencionados en tres sectores bien definidos:

- Organismo de regulación radiofísica sanitaria (comprende toda la superficie a utilizar del inmueble inclusive sus distribuciones, sala de rayos X, cuarto de revelado, vestidor, baño).
- Control de calidad del equipo de rayos X.
- Control de calidad de revelado.

Objetivo General

- Determinar la calidad de imagen de rayos X de un efector de salud estatal.

Objetivos Específicos

- Analizar el ordenamiento general de la sala de rayos X.
- Examinar el funcionamiento de los equipos.
- Identificar los factores que intervienen en el proceso de realización de la radiografía.
- Comprobar el cumplimiento de las normas vigentes.

Marco Teórico

Calidad de imagen

El único propósito de la imagen médica es transmitir información que contribuya a un certero diagnóstico. De esta manera, cuando la imagen logra su propósito se habla de calidad de imagen, definida por la percepción visual y claridad de la imagen. Los parámetros que determinen la calidad de imagen deberán por tanto valorar la eficacia de la imagen en relación al propósito para el que ha sido realizada. Por tanto, estos parámetros deberán hacer referencia a la capacidad de la imagen para demostrar la presencia o no de patología y para identificar estructuras anatómicas que sean relevantes para su detección, localización y diagnóstico diferencial.

La calidad de imagen es el conjunto de esfuerzos encaminados a asegurar que las imágenes radiológicas tengan la calidad suficiente para dar información diagnóstica necesaria, al costo más bajo posible y con la menor exposición del paciente. Para lograr de manera práctica estudiar la calidad de imagen de Rayos X, se ha seguido con los criterios de radiofísica sanitaria y el OIEA.

Dentro del marco legal se consideran a los Organismos Internacionales como la I.C.R.U. (1925) Comisión Internacional sobre Unidades Radiológicas, la I.C.P.R. (1950) Comisión Internacional sobre Protección Radiológica y el O.I.E.A. (1957) Organismo Internacional de Energía Atómica. Su objetivo es establecer las condiciones necesarias, el desarrollo de la actividad nuclear en los diferentes países; mediante estudios, investigaciones, difusión de los conocimientos técnicos, armonización de las normas y desarrollo de las mismas.

El OIEA fue creado como la organización mundial de los “Átomos para la paz” dentro del sistema de las Naciones Unidas, en 1957 por medio de su Estatuto. Su función es la de procurar acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero. Teniendo como objetivo el asegurar que la asistencia prestada no se utilice con fines militares, el OIEA establece normas de seguridad nuclear y protección ambiental, ayuda a los países miembros mediante actividades de cooperación técnica y alienta el intercambio de información científica y técnica sobre la energía nuclear. Cuenta con asesores, equipo y capacitación para suministrar asistencia a los gobiernos en desarrollo y promueve la transmisión de conocimientos teóricos y prácticos para que los países receptores puedan ejecutar eficaz y seguramente sus programas de energía atómica. Formula también normas básicas de seguridad para la protección contra radiaciones y publica reglamentos y códigos de prácticas sobre determinados tipos de

operaciones, incluido el transporte de material radiactivo.

En cuanto a los Organismos Nacionales dentro del marco legal podemos mencionar a la C.N.E.A. (1950) Comisión Nacional de Energía Atómica, el E.N.R.E.M. (1994) Ente Nacional Regulador Nuclear, la A.R.N. (1997) Autoridad Regulatoria Nuclear; y la Ley N° 17.557 “Ley de Radiofísica Sanitaria”.

Radiofísica Sanitaria es el organismo regulador del uso de radiaciones ionizantes y no ionizantes. El mismo se ocupa de generar y hacer cumplir las normas que velan por la radioprotección del paciente y del operador. Entre sus funciones y objetivos están las de realizar la evaluación y vigilancia de fuentes de radiación, trabajar en educación radiosanitaria, elaborar normas, establecer pautas para la optimización y diseño de instalaciones de fuentes de radiación y aplicar la física médica para asegurar la protección radiológica en radiodiagnóstico.

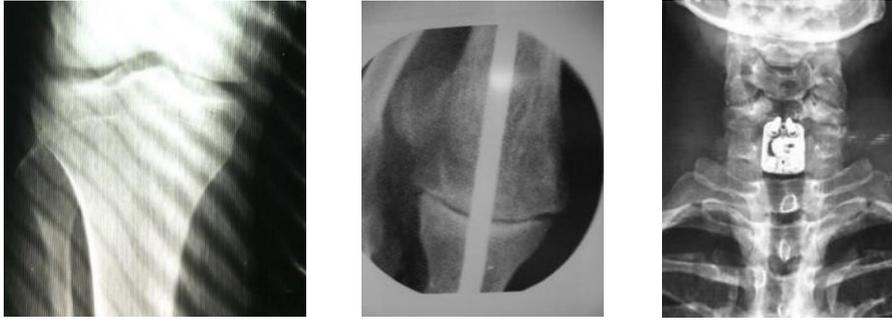
Radiofísica Sanitaria consiste en el Registro Nacional de equipos generadores de Rayos X existentes en el país, servicio de dosimetría individual para el personal afectado al manejo y utilización de los equipos. Dicta normas de seguridad para los equipos, instalaciones y locales de funcionamiento, evalúa los planos presentados, asesora y realiza el cálculo de blindaje en función a la carga de trabajo declarada y el tipo de estudio a realizar. Determina los responsables por la tenencia y utilización de equipos, fijación de aranceles, sanciones, multas y o clausuras. Define también cuales equipos se consideran generadores de Rayos X y especifica los requisitos para la habilitación de los equipos e instalaciones; requisitos que deben cumplir los responsables del uso de los equipos para obtener autorización.

Entonces el diagnóstico eficiente requiere una imagen de calidad definida por tres factores ligados entre sí: ruido aceptable, buen contraste y resolución espacial suficiente.³

Ahora bien la calidad de la imagen se ve afectada por la claridad de imagen que se mide por cómo es transmitida la información y que está determinada por el artefacto, el contraste, la borrosidad o falta de nitidez, el ruido y la distorsión.

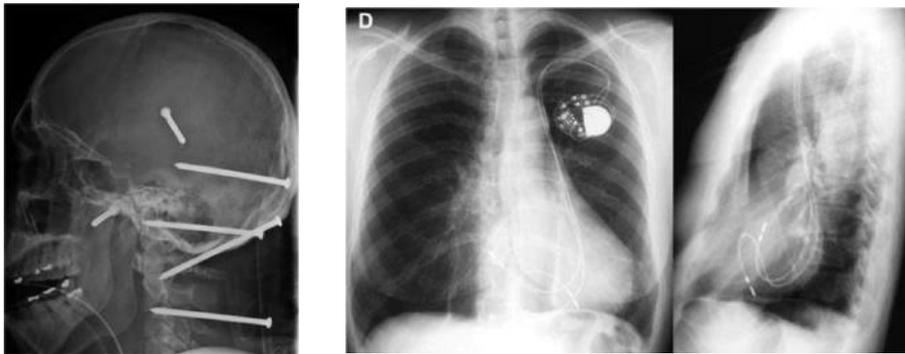
El Artefacto es la estructura ajena e inesperada a la estructura radiográfica y que no guarda ninguna relación con el paciente. Es importante tener en cuenta ciertos inconvenientes relacionados directamente con este factor.

³ Organismo Internacional de Energía Atómica. OIEA. Protección Radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista. *Factores que afectan a la calidad de imagen.*

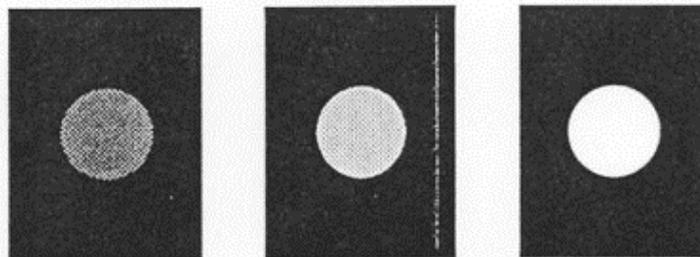


-Reja visualizada en la película producto de un artefacto de rejilla.

-Punto luminoso que asemeja microcalcificaciones resultado de polvo en la pantalla.



Por otro lado, el Contraste es la diferencia de Densidad Óptica del brillo entre dos regiones en una imagen.



Bajo

Medio

Alto

El contraste se encuentra influenciado por:

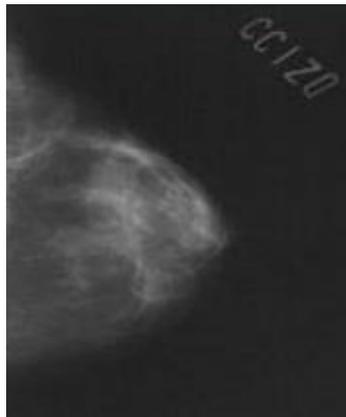
- Contraste intrínseco: Estructuras distinguidas por la diferencia de composición física y compartimiento fisiológico propio de la anatomía del paciente. Las propiedades físicas que influyen son el número atómico, la densidad física y el espesor.



Contraste intrínseco Bajo



Contraste intrínseco Alto

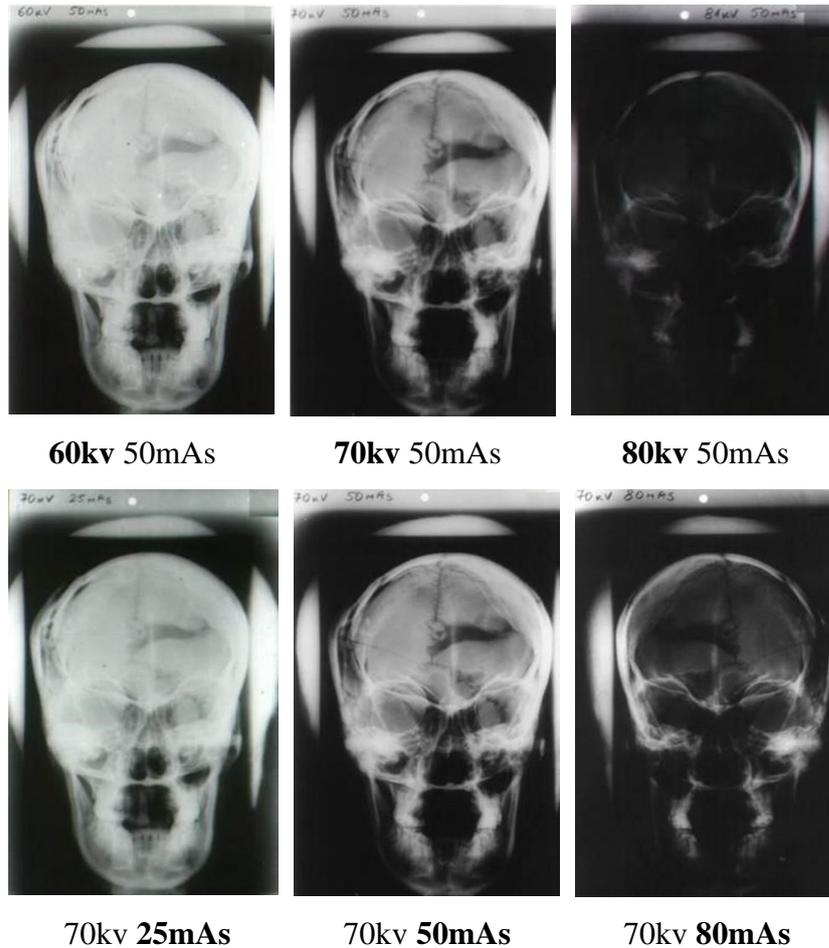


- **Contraste de sustancia:** Es el resultado de introducir una sustancia en el cuerpo para aumentar el contraste de los tejidos que por naturaleza es limitado. Se trata de conseguir señales diferentes de los tejidos adyacentes y hacer visibles órganos transparentes a los rayos X. Los agentes de contraste más utilizados son el yodo hidrosoluble y el bario.



- **Contraste de técnica:** Selección de factores de técnica para acentuar diferencia entre tejidos por composición anatómica y densidad física.

Kv (kilo voltaje) y mAs (mili amperaje segundo).



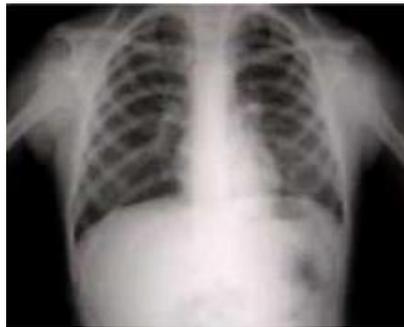
- **Contraste de receptor:** Diferencia de respuesta a la exposición por parte de la emulsión. La película como receptor juega un papel importante en alterar el contraste de la imagen. Hay películas con alto contraste y sensibilidad. La curva característica de la película describe las propiedades intrínsecas del receptor (base + velo, sensibilidad, gradiente medio, máxima densidad óptica). El procesamiento de la película tiene un pronunciado efecto sobre el velo y el contraste.

Si bien los contornos de un órgano o lesión son muy definidos, la imagen puede presentar falta de agudeza. Existen diferentes causas para la Borrosidad o Falta de Nitidez.

- **Borrosidad geométrica:** Influenciada por la medida de la fuente de radiación, la distancia fuente/receptor y la distancia objeto/receptor. Cuanto menor es el tamaño del foco y más cerca está el objeto y la película (o receptor), mejor es la calidad de imagen como resultado de la reducción en borrosidad geométrica.
- **Borrosidad de sujeto:** Estructura propia del paciente. No todas las estructuras en el cuerpo poseen contornos bien definidos (la superposición está esencialmente presente en casi todas las situaciones).

Los órganos no siempre tienen contornos bien marcados por consecuencia de su composición y forma. Los contornos tienen diferencia de valores, producen imagen de intensidad variada desde bordes hacia dentro, falta precisión.

- Borrosidad cinética: Efecto de los movimientos voluntarios e involuntarios del paciente; niño no colaborador, contracción o relajación de un órgano, movimiento cardíaco, respiración, etc. Los movimientos voluntarios pueden controlarse manteniendo un corto tiempo de exploración y pidiendo al paciente que permanezca quieto durante el examen.



- Borrosidad de receptor: La pantalla intensificadora en radiografía tiene un tamaño de cristal mayor que el de la emulsión de la película. Por eso, una imagen obtenida sin la pantalla será más nítida que la obtenida con ella, pero ésta última requerirá mucha más dosis. Por otro lado, la falta de agudeza puede producirse por el espesor de la pantalla o por la falta de contacto pantalla película.

El Ruido en la imagen es la información irrelevante o la incertidumbre en el registro de una señal, y se caracteriza por la desviación estándar de las medidas de densidad óptica en cualquier región uniforme de la película. Cuando la imagen por rayos X se registra con bajo número de fotones X tiene un alto grado de incertidumbre y a más fotones da menor incertidumbre.

- Ruido por radiación: Producción y filtración del haz en el tubo de rayos X, el haz de radiación secundaria cuando impacta en la imagen interfiere en la visualización. Ejemplos: Velo por radiación X (blindaje inadecuado del lugar donde se encuentran los chasis o almacenan las películas, cuarto oscuro, bunker, pasa chasis, olvido de chasis en sala de rayos X, etc.), Velo por luz (chasis mal cerrado, caja de películas abierta, luz de seguridad, apertura inoportuna de puerta y encendido de luz inadecuada en cuarto oscuro e ingreso de luz al mismo), Velo químico (temperatura exagerada, tiempos prolongados, exagerada concentración del revelado).



-Velo por radiación: incremento de la DO.

- Ruido de estructura: Información de estructura del propio paciente, por superposición.



-Parénquima (arcos costales). -Cervical (maxilar). -Autotomografía.

- Ruido de receptor: Respuesta no uniforme a un haz uniforme de rayos X. Cuando el receptor de imagen no es suficientemente sensible a la radiación sobre su superficie activa. Ejemplo: pantalla deteriorada (sale color blanco), con hongos, películas vencidas, etc.

- Ruido cuántico: Flujo bajo de fotones. Cuando hay falta de información, puntillado en la imagen, tiempos más prolongados y aumento de radiación en el paciente. Ejemplo: falta mA, Placa Subexpuesta.

El último de los factores es la Distorsión, causada por la amplitud desigual por diferentes estructuras de la imagen (magnificación). Genera una incapacidad de dar una impresión exacta del tamaño real, forma y posiciones relativas.

Programa de Garantía de Calidad

Es el conjunto de disposiciones administrativas y procedimientos técnicos debidamente documentados, así como acciones para verificación y medidas correctivas destinadas a generar la calidad de los servicios de diagnóstico médico con rayos X.

La Organización para la Normalización Internacional define el aseguramiento o la

garantía de calidad como el conjunto de “todas las acciones planificadas y sistemáticas necesarias para inspirar suficiente confianza de que una estructura, sistema o componente va a funcionar a satisfacción cuando esté en servicio”. Aplicando esta definición al radiodiagnóstico, la Organización Mundial de la Salud (OMS) añade que “funcionar a satisfacción en servicio implica que pueda obtenerse la calidad óptima en todo el proceso de diagnóstico, es decir, que se produzca en todo momento una información de diagnóstico adecuada, y con una exposición mínima del paciente y del personal”. Dentro de un programa de aseguramiento de la calidad, “el control de calidad aplicado al radiodiagnóstico comprende las mediciones, la evaluación y el mantenimiento de niveles óptimos de todas las características que pueden definirse, medirse y controlarse”. Todas estas actividades del programa de garantía de calidad son responsabilidad principal de los radiólogos Técnicos/ Licenciados y del equipo administrativo, es un trabajo interdisciplinario entre las autoridades regulatorias, directivos y físicos médicos.⁴

Los elementos que intervienen son:

- Las responsabilidades del personal que lo instalará, le dará mantenimiento, los encargados del programa de garantía de su instalación, vigilancia, evaluación y medidas correctivas. El responsable de su operación y funcionamiento, es decir, el técnico radiólogo.
- Especificaciones para la adquisición del equipo, características de funcionamiento del equipo y programa de pruebas de aceptación después de su instalación.
- Vigilancia del funcionamiento y mantenimiento del sistema de rayos X. Se vigilan los siguientes aspectos; chasis, rejilla y pantalla intensificadora, cuarto oscuro, sistema de procesado de imagen y negatoscopios.

Los componentes del programa de garantía de calidad incluyen

- Evaluación referida al funcionamiento del sistema de rayos X y la decisión de realizar medidas correctivas, así como la evaluación del programa mismo.
- Registros de la calendarización, fechas y resultados de las prácticas de vigilancia, del control de calidad, las dificultades encontradas, las medidas correctivas aplicadas, la fecha de su aplicación y su efectividad, así como la evaluación del programa.
- Manual de garantía de calidad, formato que permita revisión, que debe estar disponible a todo el personal ocupacionalmente expuesto de la instalación.

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Marco del Proyecto de Cooperación Técnica con Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). ARG/6/13. *X Congreso Regional Latinoamericano de Protección y Seguridad Radiológica*. Buenos Aires, 2015. cpapp@cae.cnea.gov.ar.

- Medidas para la capacitación apropiada de todo el personal con responsabilidades en el programa de garantía de calidad.
- El programa de garantía de calidad debe ser revisado periódicamente, cuando menos una vez al año.
- Pruebas de aceptación, inspección con la que se trata de determinar si es aceptable un equipo entregado o cuya entrega se ha ofrecido. Esa inspección puede incluir pruebas realizadas después de la instalación del equipo para determinar si se ha fabricado e instalado de conformidad con las especificaciones técnicas acordadas. Los resultados de esas pruebas servirán como valores de referencia para evaluar el rendimiento del equipo en pruebas sistemáticas que se realicen en el futuro.

A. Pruebas geométricas según modelo del equipo

- Coincidencia de la luz del colimador con el campo de rayos X.
- Exactitud de la distancia indicada de la fuente de rayos X- receptor de imagen en recorrido máximo y mínimo. Para receptor de pared y mesa.
- Alineación del haz de rayos X con el receptor de imagen en las posiciones extremas. Para receptor de pared y mesa.
- Correspondencia del indicador de apertura del colimador y la apertura de campo rayos X.
- Ortogonalidad del haz de rayos X.
- Radiación de fuga que debe medirse operando el tubo con parámetros específicos definidos. Las mediciones deben ser realizadas cuando menos en 6 puntos diferentes alrededor de la coraza.
- La exposición resultante no debe ser mayor que 2.58×10^{-5} C/kg en una hora, medición roentgen.

B. Pruebas de control de calidad

- Tensión (kV): esta prueba debe realizarse en el intervalo comprendido desde el valor mínimo especificado por el fabricante hasta el valor máximo de tensión, en pasos de 20 kV.
- Tiempo de exposición: esta prueba debe realizarse por lo menos para los siguientes tiempos de exposición: 0.0166 s (1/60 s), 0.1 s (1/10 s) y 1.0 s.
- Punto focal: la prueba se debe realizar como parte del procedimiento de aceptación del equipo y cada vez que se reemplace el tubo de rayos X. Tolerancias en las dimensiones del punto focal. Las características del punto focal pueden afectar la calidad y la resolución de las imágenes de rayos X.

- Rendimiento: exposición por unidad de corriente y tiempo. Frecuencia: mínimo una vez al año, debe medirse para una tensión constante de 80 kV y a 1.0 metro de distancia del punto focal sobre el eje principal del haz; en caso de no ser posible realizar la medición a 1.0 metro, se debe normalizar a esa distancia. Los intervalos de rendimiento de un sistema con generador varían, dependiendo de si es alimentado por corriente trifásica con filtración apropiada o por corriente monofásica.

Control de Calidad

El control de calidad se ocupa de los instrumentos de los equipos usados en radiología. La finalidad de un programa de control de calidad es garantizar que el técnico radiólogo obtenga una imagen óptima como resultado del buen funcionamiento de los equipos.

Para realizar un exhaustivo control de calidad se deben tener en cuenta conjuntos de criterios establecidos por la comunidad científica “FAARDIT (Federación Argentina de Asociaciones de Radiología, Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante), Miembro Titular del CIR (Colegio Interamericano de Radiología), tomado como referencia fundamental los estándares más aceptados internacionalmente incluyendo los del American College of Radiology (ACR), el cual está constituido por distintas agrupaciones internacionales de Radiología. El material presentado en las recomendaciones y conclusiones finales ayuda a resumir el documento general recogiendo las políticas globales del CIR, FAARDIT y ASR (Sociedad Argentina de Radiología)”, tales como, uso eficaz de la radiación ionizante en radiodiagnóstico, visualización de las estructuras anatómicas requeridas, la menor dosis posible para el paciente, y técnica adecuada. Cualquier programa de optimización en radiodiagnóstico debe perseguir la obtención de imágenes de calidad suficiente, en número mínimo compatible con la necesidad del diagnóstico, con dosis de radiación lo más bajas posibles y a un costo razonable.

Existen dos formas de valorar la calidad de imagen por el médico: a través de la valoración de imágenes con objetos (fantomas) o mediante la valoración de imágenes de pacientes. Ambos tipos de evaluaciones tienen un papel muy importante en los programas de garantía de calidad de los servicios de radiodiagnóstico, a pesar de que están sujetas a la interpretación subjetiva del observador o evaluador. Esta valoración, que permite por tanto caracterizar la calidad de imagen, puede llevarse a cabo en el área de radiodiagnóstico a través de los criterios anatómicos o bien con otros análogos propuestos por el radiólogo responsable de la sala o servicio. Estos criterios substitutivos deben constar por escrito, junto con los resultados del control efectuado.

A continuación, se describen brevemente las pruebas a realizar en instalaciones de radiodiagnóstico general, por el que se establecen los criterios de calidad (criterios de aceptabilidad) y las contempladas como esenciales anotándose los márgenes de tolerancia establecidos para cada prueba.⁵

Esto no significa que todas las pruebas son necesarias o posibles en todo tipo de instalaciones, sino que, en la práctica, las pruebas deben adaptarse a la realidad de cada instalación, pero que el técnico debe conocer.

Ahora bien, las pruebas de control de calidad deben ser sencillas, fáciles de reproducir y no invasivas, además de poseer parámetros de referencia, periodicidad establecida, tolerancias, personal responsable y mantenimiento de registros.

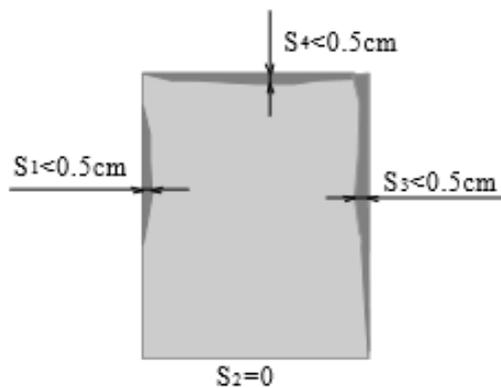
- I. Pruebas a los sistemas de recepción y visualización de imágenes:
 - Chasis: Prueba para verificar la hermeticidad de los chasis.
 - Pantalla intensificadora: Prueba de contacto pantalla-película.
 - Negatoscopio: Inspección visual y Prueba de iluminación y brillo.
 - II. Control de calidad del cuarto oscuro y del proceso de revelado:
 - Cuarto oscuro: Organización y limpieza, Prueba para el control de la temperatura en el revelado automático, Prueba de hermeticidad y Prueba de velado por Luz y por rayos X.
 - III. Accesorios:
 - Grilla antidifusora.
 - Medios de posicionamiento del paciente.
 - Medios de protección: delantales plomados, protectores gonadales.
 - IV. Pruebas al equipo de rayos X:
 - Equipamiento: Inspección Física de la Instalación, Evaluación de la colimación y alineación, Parámetros geométricos, Reproducibilidad y Radiación de fuga.
-
- I. Pruebas a los sistemas de recepción y visualización de imágenes:
 - Control de chasis/pantalla intensificadora
 - Prueba para verificar la hermeticidad de los chasis:

⁵ Stewart C., Bushong, (1993). *Garantía de Calidad y Control de Calidad*. En: Manual de radiología para técnicos. Física, Biología y Protección radiológica. (cap. 31. pp. 408). 5ª ed. Mosby, España.

Objetivo: Comprobar que los chasis permanezcan debidamente cerrados y que la película no presente velo debido a problemas de hermeticidad del chasis, evitando la aparición de zonas de ennegrecimiento sobre las radiografías que puedan afectar la eficiencia del diagnóstico.

Frecuencia: Anual, cuando comience a utilizarse un chasis nuevo o que haya sido reparado.

Procedimiento: Cargar película virgen y exponer el chasis a luz natural 30 – 60 minutos por cara. Luego revelar la película. Colocar la película a la vista en un negatoscopio y observar si presenta ennegrecimiento por velo de luz.



Interpretación y acciones: Se observa ennegrecimiento en los bordes de la película, puede que el chasis no permanezca bien cerrado, de modo que permite la entrada de luz. Los chasis que presentan problemas deben ser reparados o desechados, en dependencia del daño.

Tolerancias: $S_i < 0.5\text{cm}$ para cada lado de la película. La aparición de zonas de ennegrecimiento hacia el centro de la película no es admisible en ningún caso.

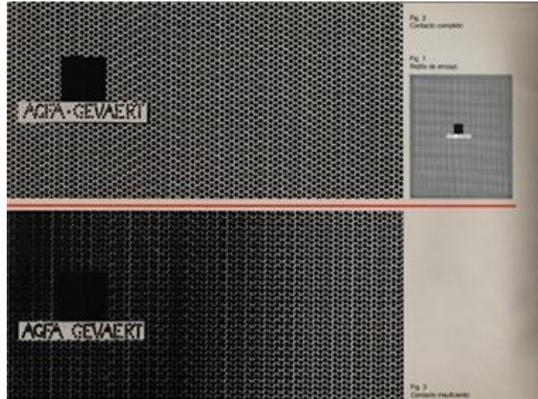
- Prueba de contacto pantalla-película:

Objetivo: Comprobar que exista un contacto uniforme entre las pantallas y la película en cada chasis, de manera que se asegure una buena definición de las imágenes. El chasis no debe ocasionar en la radiografía zonas con diferencias visibles de densidad o zonas poco nítidas que interfieran con la calidad diagnóstica.

Frecuencia: Anual, cuando comience a utilizarse un nuevo chasis o pantalla intensificadora.

Procedimiento: Colocar una rejilla (malla de cobre) o distribuir clips o alfileres sobre el chasis, exponer y observar la nitidez de la imagen obtenida. Revelar la película y observar si la rejilla o clips se encuentra mal definida. Si tuviera borrosidad en alguna parte, el contacto no es adecuado.

Se deberá cambiar el soporte de las pantallas, reparar y repetir la operación.⁶



Interpretación y acciones: Las áreas donde la rejilla/clips no están bien definidas pueden ser una muestra de pobre contacto película-pantalla en esa zona. La mayoría de las veces no es posible identificar la causa del problema por lo que será preferible sacar de servicio los chasis defectuosos y remplazarlos.

Tolerancias: No existencia significativa de áreas de contacto pobre, fundamentalmente en el centro del chasis.

➤ Control de calidad del negatoscopio

La existencia de manchas o polvo en los negatoscopios (fuente de luz uniforme de suficiente intensidad luminosa para permitir una óptima visualización y observar la mayor cantidad de información posible) y las deficientes condiciones de iluminación favorecen la ocurrencia de errores en el diagnóstico, ya que pueden visualizarse manchas sobre la radiografía que simulen patologías que en realidad no existen o, por el contrario, la escasez de luz puede “ocultar” detalles importantes para el diagnóstico. La calidad de esta tarea dependerá en gran medida de las condiciones en que se realice la lectura de las películas. Por lo tanto, los principales factores a considerar son la medida de brillo (intensidad) y uniformidad de la iluminación, así como un correcto balance con la iluminación ambiental.

• Inspección visual del negatoscopio:

Se controla el estado de limpieza (interna y externa), diferencias de tonalidad entre cuerpos, diferencias de brillo en el negatoscopio y posesión de distribución uniforme de luz en toda su superficie, en general, la apreciación subjetiva del negatoscopio.

Control de iluminación ambiental: No debe ser demasiado intensa (produce reflejos) ni demasiado escasa (el negatoscopio produce deslumbramientos).

⁶ Garate Rojas, M., (1986). *Elementos de formación de Imagen. Pantallas intensificadoras*. En: Fundamentos de la técnica radiográfica. (pp. 57-75). Barcelona, España. 1ª ed. AGFA - GEVAERT, S.A. Ancora S.A. Ediciones Medices.

Con el negatoscopio apagado y a unos 30 centímetros de su superficie, se procede a medir con el fotómetro la iluminación ambiental (Luxómetro: medidor de luz); esta no debe de ser inferior a 100 lux.

Control de brillo del negatoscopio: En el centro del negatoscopio se mide el brillo en contacto con la superficie difusora; el adecuado es de 1500 candelas/m².

Control de uniformidad de brillo del negatoscopio: Las diferencias de brillo entre puntos de un mismo negatoscopio deben estar dentro de las tolerancias establecidas para evitar iluminaciones diferentes en un mismo negatoscopio. Se consideran adecuados valores inferiores al 15%.



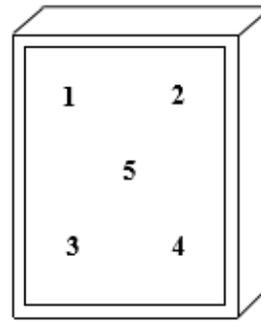
-Negatoscopios de radiología convencional con luz fluorescente en "herradura", poca intensidad luminosa y escasa homogeneidad en los diferentes puntos del negatoscopio.

- Prueba para verificar el nivel de brillo de los negatoscopios:

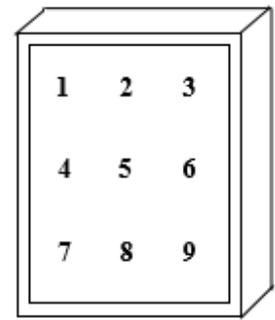
Objetivo: Comprobar que los negatoscopios tengan las condiciones adecuadas de iluminación para que permitan al radiólogo realizar un diagnóstico confiable.

Frecuencia: Anual, cuando se realicen cambios o reparaciones que puedan afectar las condiciones de iluminación para la lectura de las radiografías.

Interpretación y acciones: Comprobar que el nivel de brillo y la homogeneidad de cada negatoscopio cumpla las tolerancias establecidas. Debe observarse además un comportamiento similar para todos los negatoscopios del departamento. Cuando el nivel de brillo es menor que el establecido será necesario sustituir los tubos defectuosos; debe colocarse la totalidad de los tubos fluorescentes en cada negatoscopio para lograr una buena homogeneidad en su iluminación. Si las pantallas de los negatoscopios están sucias, retirar con un paño húmedo u otro limpiador, las manchas y partículas de polvo que se hayan depositado sobre ellas. En el caso que las manchas no se eliminen, las pantallas deben ser cambiadas. Los problemas que se detecten deben ser solucionados antes de continuar el trabajo. La incidencia de luz externa sobre el negatoscopio disminuye el contraste de las imágenes; por tanto, la iluminación del local debe ser escasa y difusa, cumpliendo los límites establecidos. En el caso que se requiera, ésta debe ser disminuida.



3a.



3b.

-Prueba de comprobación de la homogeneidad y el brillo de los negatoscopios.

-Distribución de los puntos a medir sobre la pantalla: 3a.- para 5 puntos y 3b. - para 9 puntos.

Tolerancias: Bajo nivel de iluminación ambiente.

Iluminación ambiente: $E < 100$ lx.

Intensidad Luminancia: $L > 1500$ cd/m².

Distribución Luminancia: DL <15%, para dos puntos cualesquiera sobre el negatoscopio.

II. Control de calidad del cuarto oscuro y del proceso de revelado

➤ Cuarto oscuro

Las condiciones que se mantengan en el cuarto oscuro y la correcta ejecución de los procesos que en él se realizan, son factores que influyen notablemente en la calidad de las imágenes que se obtienen para el diagnóstico, evitando así velos de la película durante su manipulación por ingreso de luz exterior, por ineficiencia en la luz de seguridad o por inoportunas radiaciones ionizantes en el cuarto oscuro.

- Organización y limpieza:

Objetivo: Comprobar que el cuarto oscuro permanezca en condiciones adecuadas de trabajo. Evitar la contaminación de los chasis y pantallas por partículas de polvo o humedad que puedan afectar la calidad de las imágenes y la exactitud del diagnóstico. Facilitar las maniobras del técnico en los diferentes procesos que se realizan en el cuarto oscuro.

Frecuencia: Diaria, antes de comenzar el trabajo.

Como la película radiográfica es un detector de radiación muy sensible, su calidad disminuye si se manipulan o almacenan incorrectamente, provocando la presencia de artefactos, marcas que se observan en las radiografías. Por este motivo hay que tener un cuidado especial en su manipulación y almacenamiento.

Almacenamiento: Se trata de evitar que las películas estén sometidas a variaciones bruscas que puedan dañar la emulsión.

Humedad: 40 - 60 %. Valores inferiores o superiores reducirían el contraste y aumentarían el velo de fondo a la placa.

Temperatura: 20 - 25°C.

Posición: Vertical para evitar que se doblen/arqueen o se peguen entre ellas (y no se genere descarga estática por fricción). Y en orden según fecha de caducidad.

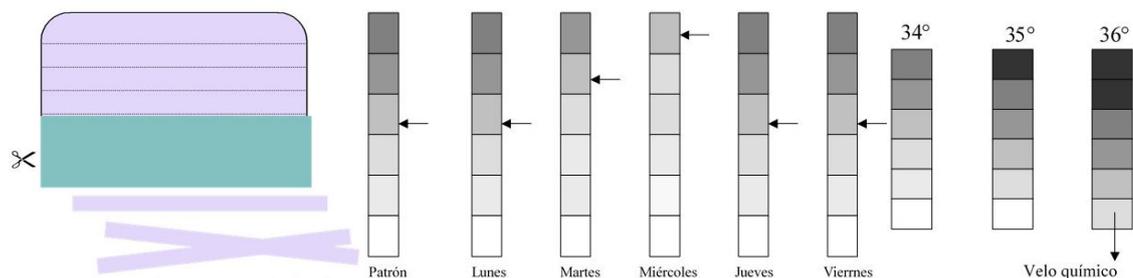
Se deben manipular las imágenes con manos limpias y sin cremas en cuarto oscuro (para no marcar huellas), evitando presiones exageradas y polvillo porque agregan artefactos y ruido a la imagen. Además es importante mantener la limpieza de pantallas y guardarlas en un lugar fresco y seco.

Ambientes muy secos: la electricidad estática origina manchas (descarga estática).

Tiempo máximo de almacenamiento: 45 días, usar antes de la fecha a vencer.

Revelado: Se pretende estandarizar la reveladora y comprobar de manera periódica (incluso diaria) que los parámetros de trabajo se encuentran dentro de las tolerancias establecidas. Realizar un control sensitométrico definiendo los valores de velo más base, velocidad y contraste. Se establece que el Velo más la densidad de base no debe ser superior a 0.20 DO y las variaciones de velocidad y contraste no deben ser mayores del 10% de los valores iniciales.

Controlar: Temperatura (reveladores a “baño María”), Tiempo (cronómetro sonoro) y Concentración de químicos o pH de los líquidos (regenerador y limpieza). Siempre se considerarán las recomendaciones dadas por el fabricante, y se realizará preferentemente con un termómetro digital y pH con pHmetro o tiras de papel de pH.



- Prueba para el control de la temperatura de los reactivos químicos en el revelado automático:

Objetivo: Comprobar que la temperatura de los líquidos concuerda con las recomendadas por el fabricante para asegurar que las radiografías tengan un contraste adecuado.

Frecuencia: Diaria, antes de comenzar el trabajo.

Interpretación y acciones: La temperatura de los líquidos debe corresponder con la recomendada por el fabricante. Si se realiza a una temperatura superior, las placas saldrán sobre reveladas. Cuando alguno de los valores esté fuera de los límites correspondientes se deben tomar acciones correctivas antes de comenzar a revelar las películas clínicas. En el caso que el termostato o el calefactor tengan un problema, y la temperatura no alcance al valor adecuado, se debe detener el servicio porque las placas saldrán sub reveladas, es decir, con menor contraste (DO).

Las tiras sensitométricas también permiten determinar si la placa salió sobre revelada/sobreexpuesta o sub revelada/subexpuesta.

Tolerancias:

T.revelador=T fabricante + 1 1C.

T.fijador=T fabricante + 3 1C.

20 1C<T.enjuague< 30 1C.

Temperatura del revelado: 30-35°C.

- Prueba de hermeticidad del cuarto oscuro:

Objetivo: Asegurar que no exista ninguna entrada de luz en el cuarto oscuro que pueda provocar el velado de las películas radiográficas.

Frecuencia: Semestral, cuando se realicen reparaciones del sistema de ventilación u otra parte del cuarto oscuro que pueda originar la entrada de luz al local.

Control de inspección ocular del terreno:

Procedimiento: Cerrar la puerta del cuarto oscuro y con todas las luces apagadas, esperar unos 10 minutos hasta que se acostumbre al nivel de oscuridad natural que existe en el local manteniendo todas las luces apagadas. Inspeccionar cuidadosamente si existe alguna entrada de luz alrededor de la puerta, en el falso techo, extractores de aire o alguna instalación de tuberías, cambiar de posición y repetir. Con tiza u otro marcador apropiado señalar las zonas donde exista alguna entrada de luz.

Interpretación y acciones: A un nivel normal de iluminación, cubrir las zonas marcadas, bloqueando la entrada de luz. Luego repetir el procedimiento y comprobar la efectividad del trabajo.

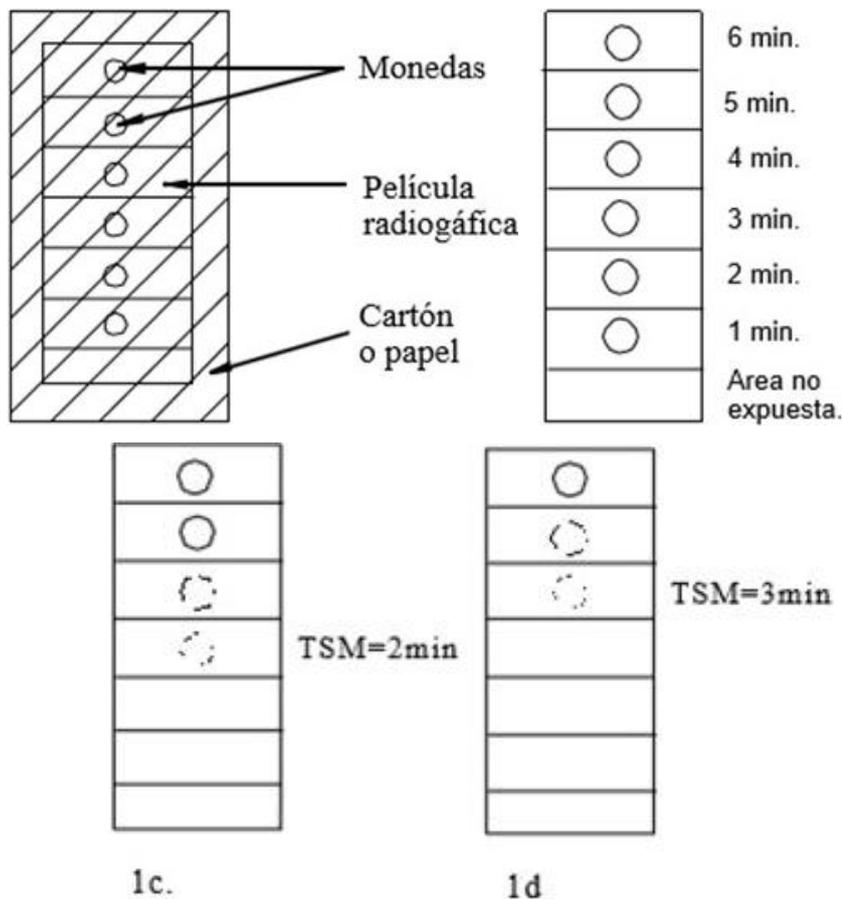
Tolerancias: Todas las zonas donde exista entrada de luz deben ser cubiertas antes de comenzar el trabajo.

- Prueba de velado por luces de seguridad:

Objetivo: Comprobar que la iluminación de las luces de seguridad no afecte la calidad de las imágenes producto del velo que provoca en las películas.

Frecuencia: Anual, cuando se varíe la posición de las lámparas, cuando se cambien los filtros o las bombillas, cuando se va a comenzar a utilizar un tipo de película más rápida que las utilizadas hasta el momento en el departamento.

Procedimiento: En el cuarto oscuro, con las lámparas de seguridad apagadas, tomar una película y situar sobre el banco de trabajo donde generalmente son cargados y descargados los chasis. Distribuir las monedas sobre la película y colocar el cartón por encima. Encender las lámparas de seguridad y dejar que la luz incida sobre la película. Descubrir la primera moneda y comenzar el conteo de tiempo con el cronómetro. Transcurrido 1 minuto descubrir también la segunda moneda, a los 2 minutos la tercera y así sucesivamente exponerlas todas. El último paso, que no tiene moneda, no se descubre; este permitirá conocer el nivel de velo-más-base (v+b) de la película. Procesar la película de modo usual y analizar detenidamente la imagen obtenida en un buen negatoscopio y determinar cuál es el último paso en el que aún se puede definir el contorno de la moneda.



Ejemplos de imágenes obtenidas para la determinación del TSM.

1c.- Resultado incorrecto: el paso sin moneda distinguible de mayor tiempo de exposición es el de 2 min (TSM = 2 min).

1d.- Resultado correcto: el paso sin moneda distinguible de mayor tiempo de exposición es el de 3 min (TSM = 3 min).

Interpretación y acciones: El mayor tiempo de exposición para el cual no son distinguibles los bordes de la moneda correspondiente se denomina Tiempo Seguro de Maniobra (TSM) y no debe ser menor que la tolerancia establecida. Esto permite que un técnico de características promedio pueda realizar las maniobras propias del cuarto oscuro con seguridad.

Si el TSM es muy pequeño (es decir, se observa 1° y 2° moneda), deben tomarse algunas de las medidas siguientes para disminuir el nivel de iluminación del cuarto oscuro:

- Alejar más las luces del banco de trabajo.
- Cambiar las bombillas, escogiendo otras de menor potencia.
- Aumentar la filtración de las luces.

Tolerancia: $TSM = 3 + 0.5min.$

- Prueba de velado por rayos X:

Objetivo: Comprobar que el nivel de radiación en el cuarto oscuro, contiguo a la sala de exploración, no puede ocasionar el velado de las placas almacenadas.

Frecuencia: Anual, inicial o tras cambios.

Procedimiento: Colocar una película dentro de una caja cerrada herméticamente para que no ingrese luz y una moneda pegada por afuera de la caja sobre la cara más próxima a la pared más cercana a la emisión de rayos X. Revelar la película luego de un mes, si se insinúa o aparece la silueta de la moneda, está ante la presencia de un déficit de blindaje de cuarto oscuro.

Interpretación y acciones: En tal caso calcular el tiempo máximo de permanencia de las películas en el cuarto oscuro y repetir la prueba con el doble de tiempo, si el mismo fuera menor a un mes. Si se vuelve a insinuar la silueta de la moneda, se debe agregar blindaje al cuarto oscuro. Puede realizarse una dosimetría con lectura bimestral.

La tolerancia se asigna con carácter general.

Tolerancia: El nivel de radiación ambiental en el cuarto oscuro debe de mantenerse lo más bajo posible para evitar el velo de las películas almacenadas, siempre inferiores a $< 20 \mu Gy/semana$, por encima del fondo; $7\mu R/h.$ ⁷

⁷ Garate Rojas, M., (1986). *El Laboratorio Radiográfico*. En: Fundamentos de la técnica radiográfica. (pp. 79-82). Barcelona, España. 1ª ed. AGFA - GEVAERT, S.A. Ancora S.A. Ediciones Medices.



III. Accesorios

➤ Grilla antidifusora

Una grilla está formada por capas rígidas de material radiopaco de un determinado grosor, separadas entre sí por capas de material radiolúcido que mantiene la separación entre las delicadas tiras del material de la grilla. La misma suele ser de aluminio o de fibras plásticas. El aluminio tiene mayor número atómico que el plástico y produce menos líneas de grilla visibles en la radiografía, por lo tanto, se requieren factores de mAs más altos, lo que aumentaría la dosis al paciente. Por otra parte, el plástico tiene la desventaja de absorber más humedad que el aluminio y menor calidad de fabricación.

Las tiras de plomo deben ser lo más finas posibles y con buenas propiedades de absorción de radiación dispersa. Pueden ser de plomo (con elevado número atómico y alta densidad), wolframio, platino, oro y aluminio.

Las grillas están contenidas en un receptáculo de aluminio que mejora la rigidez del dispositivo y lo protege de la humedad.

La función de la grilla es reducir la cantidad de radiación secundaria, emergente del objeto a radiografiar, antes de llegar al receptor de imagen. La radiación secundaria es la fuente principal de la falta de contraste de las radiografías, es decir, reduce el contraste. Y se ubica entre el paciente y el chasis, y siempre la línea media de la grilla debe coincidir con la mitad del chasis. Está diseñada para transmitir solo los rayos X propagados en línea recta desde la fuente al receptor de imagen.

Objetivo: Evitar que la grilla oculte pequeños detalles, o disimule finas tramas.

Frecuencia: Anual, inicial, tras cambios.

Procedimiento: Colocar el tubo de rayos X a la distancia focal de la grilla y ubicar en el centro del haz de radiación adecuadamente el chasis. Exponer con 50 kV, el tiempo más corto de uso clínico y una carga adecuada para obtener y comparar la homogeneidad de las densidades ópticas de la placa, o por lo contrario el gran marcado de la misma.

Interpretación y acciones: Se observa por distintas razones como, porque está deteriorada en alguna de las puntas o en partes importantes de la misma, por el maltrato

o caídas. Si se estimase que la repercusión en dosis al paciente puede aumentar significativamente por causas directas o indirectas (como repeticiones de placas) deberá recomendarse también que la grilla quede fuera de uso. Se informará al servicio de radiodiagnóstico de esta circunstancia por si estimase que la calidad diagnóstica queda comprometida y que la grilla deberá quedar fuera de uso.

Tolerancias: En las imágenes no debe apreciarse la grilla, tampoco deben verse artefactos debido a la misma.

➤ Medios de posicionamiento

Los medios de posicionamiento son almohadillas, cuñas de goma espuma o tacos de telgopor de posicionamiento radiotransparentes que se utilizan para acomodar al paciente sin que se visualicen en la imagen y así obtener un buen diagnóstico.

Objetivo: Tienen que ser firmes y no contaminadas por distintas sustancias. Otros accesorios de material: poliuretano, harina, arena, vendas, plástico o polietileno lavable.

Frecuencia:

Semanal= por inspección, ante sospecha. Semestral= por prueba, ante dudas.

Procedimiento: Lavarlas regularmente y revestirlas preferentemente con material impermeable radiotransparente o fundas cambiables.

Tolerancias: No existencia de sustancias, manchas de contaminación. Todas las zonas deben ser cubiertas y limpias.

➤ Medios de protección

Objetivo: Los chalecos o delantales plomados, protectores de tiroides y protectores gonadales que se deterioran con el tiempo por uso y maltrato, deben tener 0.3 – 0.5 mm Pb de plomo para radiación dispersa y estar hechos de un material (tal como vinilo) que contenga plomo.

Su espesor puede absorber hasta un 50% de la radiación dispersa. Los chalecos suelen ser abiertos, con menos plomo en la espalda, debido al peso de plomo extra requerido, esto presupone, que el portador está siempre de cara a la fuente de radiación.

Frecuencia: Controles periódicos cada 6 meses para detectar aquellos medios de protección que están malos, y cada 18 meses para medir capacidad de absorción con disparos directos.

Interpretación y acciones: Los medios de protección pueden traer fecha de vencimiento (en su etiqueta de certificación o del lado interior), aunque el mismo no está dado por

caducidad de su material sino por su frecuencia de uso, su cuidado y la fatiga misma del material de su composición en función de las variables precitadas. Se sugiere su recambio en plazos lógicos relacionados con estas variables, esto a través de un sistema de control de calidad permanente.

Deben respetarse protocolos de limpieza y buena disposición de los mismos al final de cada procedimiento o utilización. Es decir, su mantenimiento y vida útil dependerán del trato; se deben limpiar regularmente cuando se contaminen, cuidarlos y dejarlos colgados y extendidos.

Tolerancias: Su integridad interna con ausencia de grietas y fisuras.

IV. Control de calidad del equipo de rayos X

➤ Equipamiento

• Inspección Física de la Instalación:

Objetivo: Comprobar que todos los sistemas y accesorios componentes del equipo se encuentran en buen estado, comprobando que los movimientos mecánicos y frenos del equipo y de sus dispositivos asociados se encuentran funcionando correctamente, así como que los indicadores de mando del equipo operan adecuadamente.

Frecuencia: Diaria, antes del comienzo del trabajo.

Procedimiento: Realizar la inspección visual de la instalación, examinando exteriormente el estado de todos los accesorios del equipo (mesa, soporte del tubo de rayos X, consola del generador, gabinetes del equipo, condiciones externas de los cables de alto voltaje, etc.).

Verificar la estabilidad del equipo en posición libre e inmóvil, la indicación externa de la localización del punto focal, el correcto funcionamiento mecánico del sistema de colimadores, la comprobación de los movimientos y frenos del soporte del tubo de rayos X, de la gaveta porta-chasis y de la mesa radiológica. Realizar la misma operación para el bucky vertical.

Comprobar los indicadores en el panel del generador como son: el funcionamiento del indicador de exposición, de selección del tamaño de punto focal y de los parámetros electrotécnicos (potencial, corriente, tiempo de exposición o combinación corriente-tiempo).

Interpretación y acciones: Cualquier anomalía que se detecte debe ser informada y solucionada antes de comenzar el trabajo. En caso de que no pueda ser corregida, solicitar los servicios técnicos de electromedicina.

Tolerancias: Todos los movimientos y frenos del equipo deben funcionar

correctamente, así como los controles e indicadores del panel de mando del equipo.

- Evaluación de la colimación y alineación mecánica del sistema:

Perpendicularidad Mesa-Tubo de Rayos X

Objetivo: Verificar la perpendicularidad entre el tubo de rayos X y su soporte con la mesa radiológica.

Frecuencia: Semestral, inicial o posterior a cambios o reparación que puedan afectar este parámetro.

Procedimiento: Situar el tubo de rayos X a 100 cm de distancia sobre el centro de la mesa radiológica (DFM). Ajustar su posición de modo que el centro del retículo luminoso se encuentre cerca de la línea media de la mesa. Marcar sobre la mesa radiológica el centro del eje del campo luminoso (retículo). Desplazar el tubo hacia arriba hasta el tope de la columna. Anotar la distancia y marcar el desplazamiento del centro del retículo del campo luminoso. Medir la diferencia entre ambas marcas y calcular el porcentaje con respecto a la DFM=100 cm. Anotar además, el cuadrante hacia el cual ocurre el corrimiento. Repetir los pasos en ambos extremos de la mesa radiológica.

Interpretación y acciones: El centro del retículo del campo luminoso debe permanecer en el mismo lugar, o la diferencia entre las marcas de los centros debe estar dentro del margen de la tolerancia establecida. De lo contrario, esto es un indicador de falta de verticalidad de la columna del tubo y/o de horizontalidad de la mesa. El cuadrante hacia el cual ocurre el corrimiento es un indicador de valor para la toma de acciones correctivas. Discriminar en cual parte del sistema se encuentra la falta de alineación para lo cual se puede utilizar un nivel de burbuja. Una vez detectada la falla, solicitar el servicio de electromedicina.

Los pasos para la comprobación de los mismos son: Colocar un nivel verticalmente, horizontalmente y de forma transversal contra el lado de la columna, del tubo, de la mesa, del brazo y del potter, y comprobar la posición de la burbuja del mismo.

Repetir el proceso alrededor de todos los elementos.

Método de la plomada: Sostener el extremo del cordón alto contra el centro de la columna, de la mesa, del brazo y del potter para que el peso mantenga el cordón recto y despejado. Verificar si el cordón y los elementos son paralelos. Mover el cordón alrededor de los elementos y repetir el procedimiento. Constatar que los ángulos que forman entre el brazo y el tubo de rayos X, entre el brazo y la columna o el riel, entre la mesa y el piso, y entre el potter y el piso sea de 90°.

Tolerancia: Diferencia entre centros: < 2% DFM.

Verificar también la coincidencia de los tamaños de campos radiación/luminoso.

Frecuencia: Semestral, inicial o posterior a cambios o reparación que afecten el sistema de colimación e iluminación.

- Control de coincidencia del campo Luminoso y campo de Radiación (Test de la linealidad):

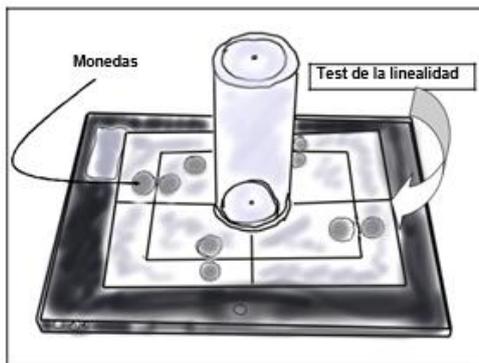
Se comprobará si el campo luminoso de los colimadores y el haz de radiación del equipo coinciden, no irradiando zonas sin interés clínico para el estudio.

Procedimiento: Colocar el chasis sobre la mesa y centrar el tubo de rayos X sobre éste a una DFP=100 cm. Por medio del haz de luz seleccionar el campo luminoso que quiera comprobar. Delimitar las esquinas del área iluminada con los marcadores radiopacos. Se coloca la plancha metálica del test, o en su defecto nueve monedas según la figura (denominado 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). Colocar en el equipo un valor de potencial de 55 kVp aproximadamente y 10 mAs los cuales serán suficientes para garantizar una densidad óptica adecuada para la interpretación de la prueba. En caso contrario adecuar los parámetros de exposición. 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%.

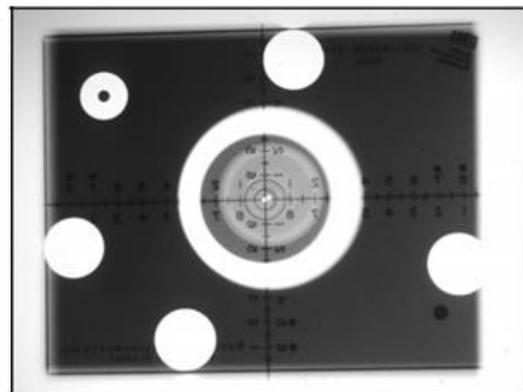
Tolerancias: Se considera adecuado una variación menor de +/- 2% en cada borde del campo siendo la suma total de los bordes inferior al 3%.

También se puede colocar un objeto de gran tamaño, que tenga la suficiente altura y bordes gruesos, en la parte central del chasis y se le hace coincidir el rayo central, se expone, se revela y se observa.

Si en la imagen el diámetro éste sale igual en todas sus dimensiones, quiere decir que hay coincidencia.



- Test de los 9 peniques.



- Resultados correctos de alineación.

- Centrado del haz de rayos X y el haz luminoso (coincidencia de la cruceta) y con el bucky:

Se pretende comprobar que la cruceta luminosa coincide con el centro del campo de rayos X. Se establece una tolerancia del $\pm 1\%$.

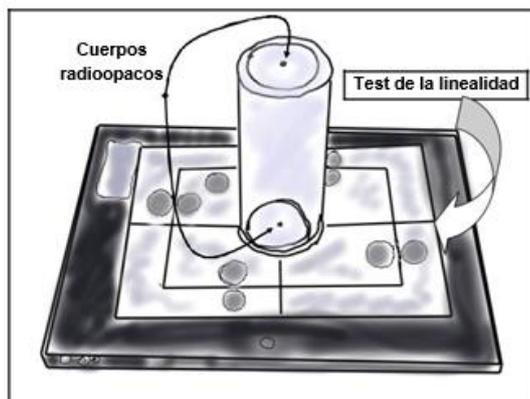
- Control de alineación del foco (Test de la perpendicularidad):

Procedimiento: Se coloca el objeto del test (Fig. A) 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 radiopacos (el superior y el inferior del test) se encuentren dentro de los dos círculos centrales concéntricos (Fig. B) la perpendicularidad del tubo es adecuada para continuar con el trabajo de diagnóstico clínico.

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.

Tolerancias: 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 costos 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 radiográfico suelen realizarse juntos al mismo tiempo.



- Fig. A. Test de perpendicularidad.

- Fig. B. Resultado correcto.

Interpretación y acciones: Con ayuda de una regla graduada, determinar las discrepancias entre los bordes de los campos luminoso y de radiación, sumando las discrepancias que determinan el centro del campo de radiación y el centro del campo luminoso, y medir las discrepancias entre ambos centros. Medir los tamaños de cada lado de los campos irradiado y luminoso, y calcular las discrepancias entre ambos lados.

La suma de las discrepancias entre los bordes de cada eje de los campos luminoso y de radiación, expresada como porcentaje de DFP, no debe superar la tolerancia establecida. Lo mismo debe suceder para las discrepancias entre los centros, la cual es un indicador de desalineación de la fuente de rayos X con respecto al receptor de imagen. En caso necesario, solicitar el servicio de electromedicina para determinar la causa de la falla, la cual puede estar en los colimadores o en una incorrecta ubicación de la bombilla de luz.⁸

Reproducibilidad de la exposición: Para verificar si todas las exposiciones con los mismos valores presentan el mismo grado de ennegrecimiento, siempre y cuando los demás parámetros estén en las mismas condiciones. Se efectúa una exposición a un fantoma y se revela la película; con el mismo chasis, el tubo colocado a igual altura y con idénticas condiciones de revelado, se realizan varias placas durante el transcurso del día, se las revela y se efectúan mediciones en el centro de la misma con un densitómetro, comparando las medidas de densidades ópticas de cada película. Si estas no coinciden quiere decir que no se produce un rendimiento estable. Por lo que se debe llamar al técnico del mantenimiento del equipo.

Generador y Tubo de Rayos X

- Consistencia del Generador:

Es importante verificar que el generador de rayos -X sea consistente en su respuesta. La prueba de consistencia puede realizarse según dos objetos de medición diferentes: la densidad óptica en películas o mediciones dosimétricas.

Objetivo: Determinar la reproducibilidad de la respuesta del generador y su linealidad con relación al mAs para los diferentes tamaños de foco en las diferentes estaciones de mA (mili amperaje).

Frecuencia: Anual, inicial o posterior a cambios o reparación que puedan afectar estos parámetros.

La densidad óptica (DO) como parámetro de medición:

Procedimiento: Colocar en la mesa una cubeta llena con agua hasta una altura de 20 cm, o las láminas de acrílico con el espesor deseado, sobre un chasis cargado en el que se haya bloqueado previamente 2/3 del mismo con un bloqueador de plomo (fig.). Hacer una marca en la cubeta de manera que siempre se tenga la misma atenuación y dispersión en futuras evaluaciones.

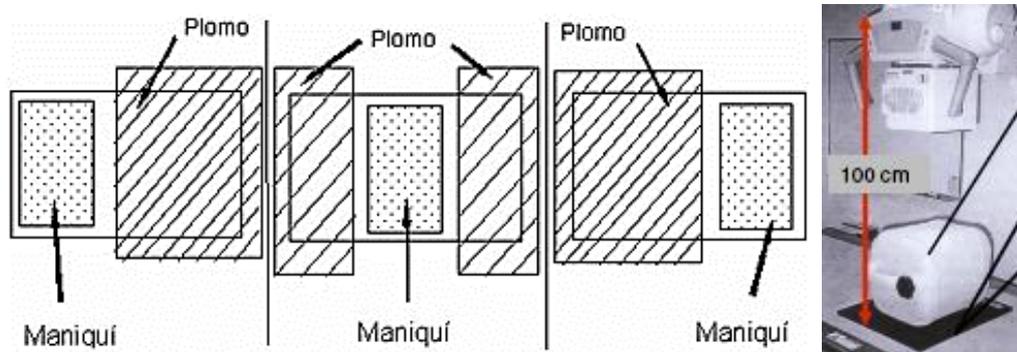
⁸ Stewart C., Bushong, (1993). *Control de calidad radiográfica*. En: Manual de radiología para tecnólogos. Física, Biología y Protección radiológica. (pp. 409-412). 5ª ed. Mosby, España.

Centrar el tubo de rayos X sobre el chasis y colimar el haz justo sobre el área del chasis de interés, usando una distancia DFP=100 cm. Exponer la película a los factores de exposición (kVp, mA, mAs) usados para obtener aproximadamente densidad óptica 1. Deben ser anotados, procesar la película y repetir los pasos sobre cada tercio restante de la película no expuestos. Almacenar la película para futuras comparaciones y repetir los pasos para diferentes combinaciones de mAs y para los diferentes valores de mA de uso clínico.

Cuatro exposiciones para DO 1, (80 Kvp y bajo mAs). Repetir siempre las mismas condiciones (distancia, valores, línea, chasis-película y revelado).

Interpretación y acciones: De no poseer densitómetro, cuando se analicen los resultados, compararlos con los obtenidos en ocasiones anteriores. Estos no deben diferir significativamente. Si se dispone de densitómetro, la diferencia más grande de densidades ópticas medidas, para una combinación de mAs dada, no deben discrepar más de 0.2 DO. En caso contrario, repetir la prueba antes de solicitar el servicio de electromedicina y si se dispone de medios, verificar el mA y el tiempo de exposición por separado.⁹

Tolerancias: $<\pm 0.2$ DO.



- Fig. Ejemplo ilustrativo para la ejecución de la prueba. Exposición del primer tercio; exposición del segundo tercio y exposición del tercer tercio.

Equipo de Rayos X - Pruebas Complementarias

- Radiación de fuga:

Es una prueba esencial, desde el punto de vista de protección radiológica, para ver la efectividad de la coraza de protección del tubo de rayos X.

⁹ Autoridad Reguladora Nacional, (2001). *Radioprotección en las aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes*. ed. Esteban Thomasz. RA. CADIME.

Objetivo: Evitar irradiación innecesaria del paciente y del personal que precise asistir durante la irradiación.

Frecuencia: Anual, inicial y posterior a cambios o reparaciones del tubo.

Procedimiento: Se eleva el tubo de rayos X a la mayor distancia posible, girándolo de forma que la luz del colimador mire hacia el techo. Se cierran al máximo las láminas del colimador y se coloca un chasis sobre la mesa radiográfica. Efectuar un disparo con la máxima tensión y una carga elevada de uso clínico, también se puede utilizar siempre un maniquí para simular el paciente (balde con agua). Comprobar la existencia de ennegrecimientos excesivos en la placa que pudieran ser debidos a posibles fugas.

Interpretación y acciones: Si el valor obtenido no entra en tolerancia, se encargará la reparación del equipo. Si se estimase que la repercusión en dosis al paciente o a operadores puede aumentar significativamente deberá recomendarse también que el equipo quede fuera de uso.

Tolerancia: Debe ser inferior a 1 mGy/h a 1 metro para la tensión nominal máxima y a máxima carga.



- Si el haz de rayos X coincide con el encalotado del tubo:

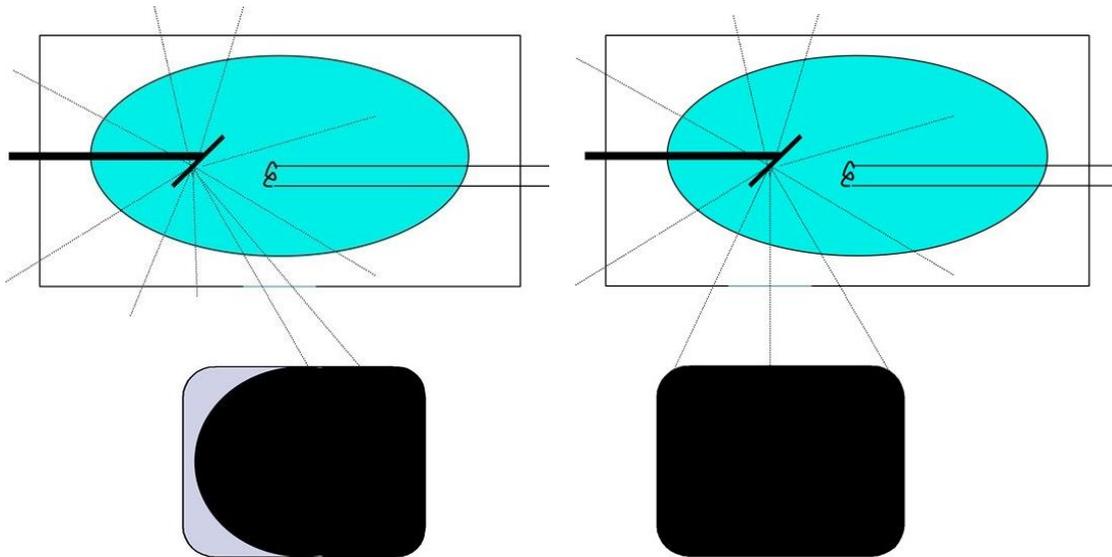
Objetivo: Evitar irradiación innecesaria del paciente y del personal que precise asistir durante la irradiación.

Frecuencia: Inicial y tras cambios de tubo.

Procedimiento: Subir el tubo de rayos X lo máximo posible y abrir todo el colimador, colocar un chasis por debajo del haz de radiación verificando que ésta luz rodee los bordes del chasis, se expone y se revela la película.

Interpretación y acciones: Si en la película radiográfica en uno de los lugares apareció una zona en forma de semicírculo radiolúcido, esto indica que está mal encalotado.

Tolerancias: No es admisible en ningún caso la aparición de ennegrecimiento en ninguna parte de la película radiográfica.¹⁰



Finalmente, la enumeración de las diferentes pruebas de control de calidad no significa que deban ser hechas en su totalidad, sino que deben adecuarse a las necesidades del establecimiento, entendiendo que la importancia del control está en la posibilidad de garantizar el diagnóstico más certero en el menor tiempo posible y con la menor exposición del paciente a la radiación.

¹⁰ Instituto Superior de Tecnologías Médicas N° 4080. Noviembre, (2012). *Cátedra de Imagenología II y Radioprotección*. Rosario, Santa fe.

Contexto del Estudio

La investigación se lleva a cabo en un Efector Municipal de la ciudad de Rosario durante el período Marzo – Junio de 2013. Éste efector cuenta con un servicio de radiología activo 24 horas de lunes a lunes y los pacientes son atendidos por orden de llegada.

La planta laboral está compuesta por un técnico radiólogo que realiza guardias de 24 horas y técnicos de refuerzos en los horarios de 8:00 a 13:00 y de 14:00 a 20:00 horas. Todo está bajo la supervisión de un Técnico Radiólogo como Jefe de servicio junto con el Técnico Radiólogo en Coordinación de Diagnóstico por Imágenes. Un Médico Radiólogo quien observa e informa las placas, las radiografías no se informan, al menos que este solicitado.

En simultáneo, de lunes a viernes, se realizan estudios ecográficos y senografías con turnos asignados por una secretaria asistente que recepciona y organiza ambos sectores.

La mayor cantidad de placas realizadas en el servicio son pedidas por especialistas del área de Ortopedia y Traumatología, Neumonología y Pediatría. Por otro lado, las radiografías más frecuentes son: Tórax, Mentonasoplaca (MNP), Cervical, Lumbosacra, Cráneo, Hombro, Mano, Rodilla y Pie. Se atiende un promedio de 80 pacientes por día en la sala de rayos X.

El servicio de diagnóstico por imágenes y la guardia tienen una superficie de 510 m², el hospital atiende a más de 70 mil pacientes por año en sus consultorios externos y más de 20 mil personas en su guardia.

El hospital es un efector estatal de segundo nivel de complejidad de referencia regional, donde se realizan consultas ambulatorias, internación clínica, guardias, cirugías menores y rehabilitación. Trabaja en red con el resto de los hospitales de la salud municipal, para brindar una atención equitativa y accesible a todos los ciudadanos. Además, es centro de formación académico como una unidad de docencia de pre y posgrado de la Universidad Nacional de Rosario en distintas especialidades.

Metodología

El presente trabajo se considera un estudio de caso de tipo exploratorio, transversal, de fuentes primarias, tomando como unidad de análisis las imágenes de rayos X del efector estatal de la ciudad de Rosario. “Cabe destacar que un estudio de caso permite relevar los múltiples atributos y relaciones complejas del objeto singular, considerando el contexto particular en el que está inserto. Desde esta perspectiva, el caso es considerado como una entidad holística, cuyos atributos pueden entenderse en su totalidad solamente en el momento en que se examinan todos simultáneamente. Si bien presentan el inconveniente de que sus resultados pueden ser solo confiables en ese caso particular, y no siempre resulten útiles para aplicar a otros casos; así también, quien lee el informe de un estudio de caso puede evaluar si las conclusiones le resultan útiles y aplicables a sus propios problemas”¹¹

El diseño a utilizar es de tipo descriptivo, ya que el interés se centra en detallar el comportamiento de las variables e indicadores que inciden en el fenómeno a estudiar.

La metodología seleccionada combina los enfoques cuantitativo y cualitativo de la investigación, a fin de posicionarse desde una perspectiva complementaria e integradora, que permita la triangulación de los datos obtenidos desde diferentes fuentes.

Técnicas e Instrumentos de obtención de datos

A fin de relevar información que permita integrar los conceptos teóricos y la praxis, se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de datos.

*Observación

La observación no participante en el presente trabajo se realizó durante (15) días no consecutivos de todo el periodo en el efector municipal de la ciudad de Rosario. Se tomó nota de la situación específica en la que se encontraba el equipo y la sala de rayos X, además de las intervenciones que realizaron los médicos, técnicos y pacientes.

Y en la observación participante se realizó participación interna y activa de forma natural ya que se pertenece al mismo grupo social durante todo el periodo de observación. Se participó con los técnicos radiólogos en sus actividades cotidianas con mayor o menor grado de implicación. Se pretende descubrir las pautas de conducta y comportamiento en sus formas de organización, relación e interacción. También se realizaron las pruebas concretas de calidad durante las observaciones los días de poca concurrencia de pacientes, previa autorización del coordinador del servicio RX con la colaboración del técnico.

¹¹ Barbie, E., (1992). *La práctica en investigación social*. Wadsworth Publishing Company. Belmont USA.

*Entrevistas no estructuradas a médico, responsable del servicio de rayos X y técnicos radiólogos.

“Una entrevista es una comunicación personal suscitada con una finalidad de información, donde juega la propia comunicación, la intervención que puede perturbar, falsear, deformar la información. La entrevista no estructurada se asemeja a una conversación, es más fluida, permite que el investigador profundice en algún tema y que adecue sus preguntas a la persona entrevistada. Previamente no se formulan preguntas, sino un listado de temas ejes”.¹²

Las entrevistas, tanto a médicos como a técnicos radiólogos, fueron realizadas oralmente en un período de (4 horas), grabadas y desgrabadas para su posterior análisis.

Instrumentos de recolección de información

Ficha de observación participante:

- | | |
|--|----------------|
| • Buen acceso a la sala. | SI – NO |
| • Ventanas/vidrios plomados. | SI – NO |
| • Tubo-chasis-equipo de revelado en buen estado. | SI – NO |
| • Correctas posiciones y técnicas utilizadas. | SI – NO |
| • Uso de colimación adecuada. | SI – NO |
| • Se utiliza grilla antidifusora. | SI – NO |
| • Optimizan kVp, mAs y tiempo caso por caso. | SI – NO |
| • Disponibilidad de chaleco para cada técnico en servicio. | SI – NO |
| • Uso de los elementos de protección radiológica. | SI – NO |
| • Uso de dosímetro individual. | SI – NO |
| • Sobreexposición innecesaria. | SI – NO |
| • Dispositivos indicadores para la emisión de RX visibles. | SI – NO |

Pruebas realizadas durante la observación:

- ✓ Chasis - Pantalla intensificadora
- ✓ Negatoscopio
- ✓ Cuarto oscuro
- ✓ Grilla antidifusora
- ✓ Medios de posicionamiento
- ✓ Medios de protección
- ✓ Equipamiento de RX

¹² García de Ceretto y Giacobbe, (2009). *Nuevos desafíos en investigación: teorías, métodos e instrumentos*. Homo Sapiens Ediciones. Rosario. p. 85.

Cuestionario entrevista:

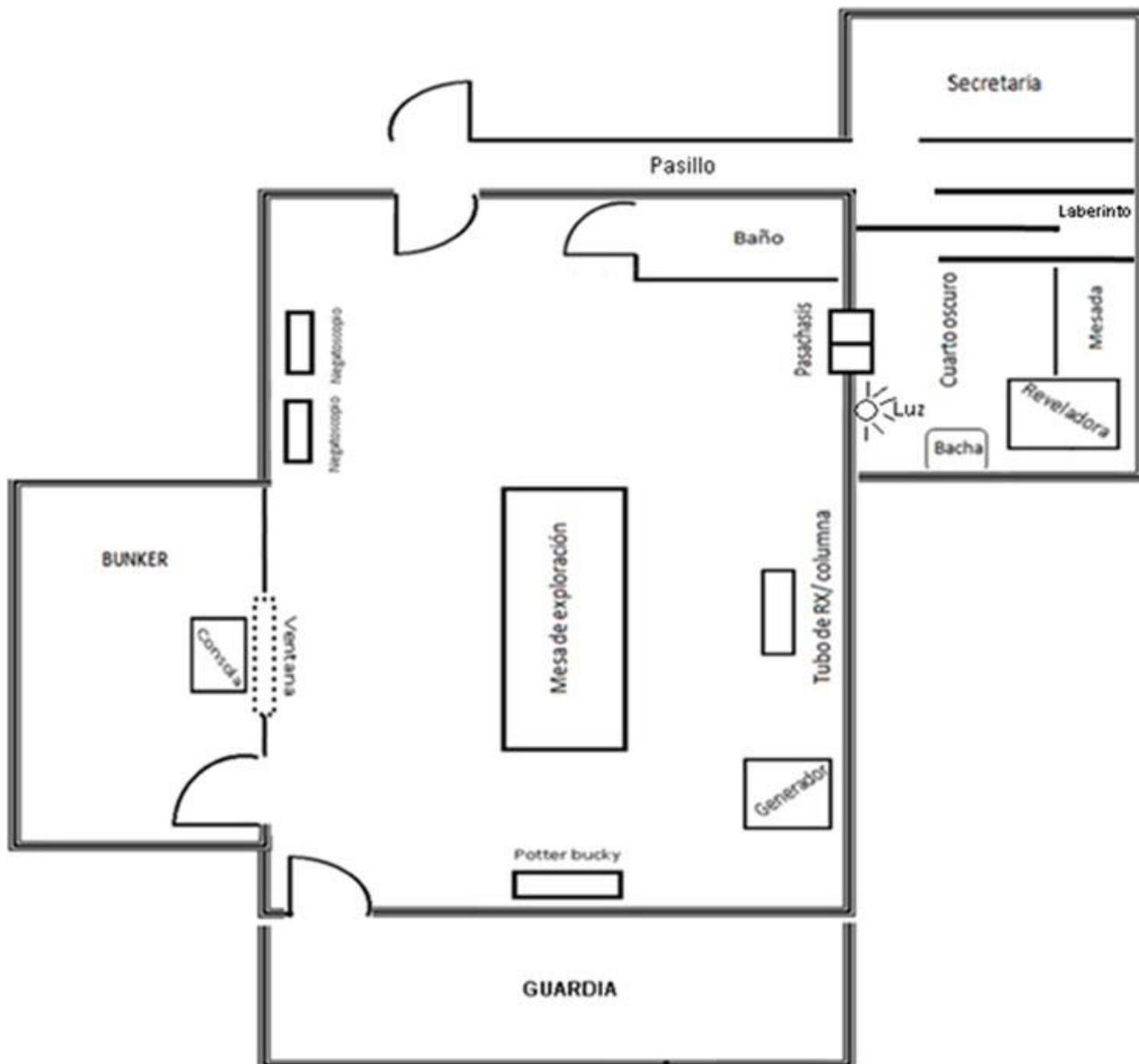
1. ¿Existe una Política de Calidad definida en la entidad?
2. ¿Se capacita al personal para su función técnica? ¿Reciben capacitación cuando se actualizan los equipos?
3. ¿Tienen un cronograma de mantenimiento, reparaciones de los equipos y de control de calidad que esté visible para el servicio?
4. ¿Se realiza formación en cuanto a la evaluación de la imagen, técnicas radiográficas, información sobre el equipo?
5. ¿Tienen las especificaciones técnicas del equipo de rayos X y protocolos? ¿Están disponibles para que el personal pueda consultar? ¿Y se consultan?
6. ¿Cómo describiría el estado del equipamiento?
7. ¿Existe un programa de control de calidad para el equipo?
8. ¿Tienen el equipo y la metodología necesaria para realizar pruebas de control al equipo? ¿Y el personal participa en los procedimientos de las comprobaciones del control de calidad?
9. ¿Se adoptan medidas correctivas y se verifican en respuesta a los resultados obtenidos del control de calidad?
10. ¿Se usa la carga de trabajo del equipo para el cual fue diseñado?
11. ¿Cada cuánto tiempo se realiza un servicio técnico del tubo de rayos X?
12. ¿Disponen de elementos de protección para el paciente? ¿Se utilizan?
13. ¿Los elementos cumplen con la prueba radiológica? ¿Está establecido un programa de control de calidad de estos elementos?
14. ¿Se colima adecuadamente el haz de radiación y con indicación luminosa? ¿Seleccionan un receptor de imagen adecuado?
15. ¿Se contabiliza el índice de rechazos de imágenes? ¿Se trabaja sobre ese índice?
16. ¿Cuál cree que es la proporción de placas perdidas: 10% 20% 30% 40% 50% 60%?

Recolección y análisis de la información:

Descripción del espacio estudiado

Desde el mes de Marzo hasta el mes de Junio de 2013 se realizaron (20 horas) de observaciones semanales con el permiso del jefe del sector de radiología.

El equipo de rayos X se encuentra ubicado en una sala amplia que está dividida en dos sectores. Al ingresar se puede observar en el centro la mesa de estudios y por delante el potterbucky, ubicado en la pared de separación entre la sala y el espacio de guardias. Hacia el costado izquierdo se observa la columna piso-techo, mientras que hacia la derecha se visualiza el bunker. En la entrada de la sala sobre la izquierda están el vestidor y el baño.



Plano descriptivo del ámbito de Rayos X. "HIC"

- La sala está blindada con paredes de 30 cm de espesor de hormigón armado y el bunker tiene 10 cm de hormigón y 1 mm de plomo.
- Todas las puertas se encuentran plomadas, al igual que las paredes.
- El piso es de azulejos lo cual es lavable.
- La puerta tiene señalización de radiación.
- Dispone de un servicio higiénico con lavamanos exclusivo para pacientes en la sala de rayos X.
- Dispone de un vestidor/baño para el paciente, con ganchos para colgar ropa y una banqueta.
- Cuenta con medios de ventilación forzada.

El servicio cuenta con cuarto oscuro, dos procesadoras, una para rayos X convencional y otra para Senografía, chasis convencionales y placas.

El cuarto oscuro posee solamente laberinto, con luz de seguridad. Al ingresar (de izquierda a derecha) se detalla en el siguiente orden: el sector de carga/descarga de chasis y el área de revelado que se efectúa con procesadora automática, conteniendo por debajo de él, los bidones de descarga de químicos, la bacha al final, y el pasa-chasis.

Películas con las que trabaja el servicio son de marca “Agfa” con su correspondiente chasis en las siguientes medidas:



A.	18x24
B.	24x30
C.	35x35
	30x40
D.	35x43

La cantidad de chasis que se encuentran (todos en uso) son:



Kodak/Agfa	
18x24	Uno (1)
24x30	Dos (2)
24x30	Uno con grilla (1)
35x35	Dos (2)
30x40	Uno (1)
35x43	Dos (2)

El equipo es digital, marca GBA (Gran Buenos Aires rayos X S.A.) compuesto por los distintos soportes estables (estativos), componentes del equipo de rayos X cuya función es mantener al emisor y al paciente en la posición correcta y necesaria para la obtención de una determinada imagen radiográfica:

- Mesa basculante manual: la encargada de sostener tanto al paciente como al receptor. Permite mover el plano de examen en sentido horizontal, vertical y longitudinal.
- Potter Bucky mural con bandeja porta chasis: contiene una grilla que se mueve sincronizadamente con el disparo, que está interpuesta entre el paciente y el chasis. Todo el conjunto puede desplazarse en sentido vertical para adecuar la altura del chasis al tipo de radiografía que se desee obtener y a la altura del paciente. Éste movimiento se encuentra balanceado mediante contrapeso y puede bloquearse por medio de frenos mecánicos, también posee un plano de examen que se encuentra delante de la caja que aloja el chasis y la grilla.
- Columna porta tubo: piso-techo, esta cuenta con cuatro frenos para bloquear los movimientos ya sean de la columna o del tubo en sí que permiten desplazarlo en sentido longitudinal y en altura, además posee un brazo transversal telescópico. Posee cuatro ruedas, dos se ubican en sentido longitudinal sobre un riel paralelo al plano de examen, las otras dos ruedas en la parte superior de la columna que corre sobre un riel paralelo al piso, pero adosado al techo. De ésta manera se logra reducir notablemente el espacio necesario porque puede emplearse la mesa muy próxima a la columna.
- Colimador multiplanar: de apertura variable con movimiento trasversal y longitudinal, que tiene la función de reducir tanto el haz de radiación como la de la dosis que recibe el paciente, reducir la radiación secundaria que alcanza a la película, reducir el efecto penumbra al restringir el haz, mejora la nitidez y contraste de la imagen. Consta de un dispositivo obturador consistente en múltiples hojas colimadoras que sobresalen en la parte superior del colimador y se introducen en la carcasa del tubo de rayos X. Está compuesto por láminas de plomo, funciona por parejas y se controlan por separado. Tiene una luz localizadora que se obtiene mediante una pequeña lámpara y un espejo. Y por último contiene una superficie plástica transparente de salida del colimador que posee dos líneas cruzadas que proyectan el rayo central del haz de rayos X en el centro del tejido que está siendo radiografiado.

- Generador Trifásico: de alta frecuencia, monofásico de onda completa, que permite trabajar con tiempos muy cortos.
- Mesa de comando Digital: con técnica libre que permite seleccionar de manera independiente el valor del Kv, mA y tiempo. Estos parámetros que el técnico puede elegir para las distintas prácticas que se desean realizar, son el poder de penetración (la energía de los fotones), esta energía se modifica aplicando el Kv. Otro parámetro que puede modificar es el mA, la cantidad de radiación transportada (cantidad total de fotones), y al ajustar el mA modifico la intensidad de corriente de emisión y el tiempo de exposición siendo esta última medida en segundos (seg). El mA/seg. es directamente proporcional a la cantidad de electrones que llegan al ánodo.

Este sistema permite cualquier combinación siempre y cuando no exceda el valor máximo permisible del tubo de rayos X. En el caso que se superen los valores permitidos, el equipo cuenta con circuitos de bloqueo que tienen como función bloquear la emisión de rayos X. En cuanto a la Consola, el foco va desde 50 a 500 mA, el Kv de 30 a 120 y el tiempo de 0.004 a 2,5 seg.



Descripción y análisis de los resultados obtenidos en las pruebas:

Sistemas de recepción y visualización de imágenes

- Prueba para verificar la hermeticidad de los chasis:

Resultado: Luego de revelar la película radiográfica se observó que presenta ennegrecimiento por velo de luz. El ingreso de luz del chasis puede ser por mal funcionamiento de cierres o bisagras del mismo, ruptura de una de las caras, o por la ventana identificadora.

Pantalla intensificadora: Se encuentran en buen estado, las mismas no poseen hongos, pero sí algunas con marcas. En algunas ocasiones aparece alguna suciedad por lo que se procede a limpiar cuidadosamente con las condiciones de limpieza establecidas.

El mantenimiento de limpieza exterior se realiza cuando es necesario y la limpieza interna de las pantallas reforzadoras se realiza con agua o jabón neutro utilizando una gasa. No se usan las uñas para extraer las placas y se trata de mantener el chasis siempre cerrado cuando se realizan otras actividades como el procesado de películas radiográficas para evitar que entre basura, humedad, etc., y que las pantallas no se dañen.

- Negatoscopio, inspección visual y prueba para verificar el nivel de iluminación y brillo:

Resultado: En el servicio se realizó el control de 3 negatoscopios, uno de ellos se encuentra en desuso y otro funciona mal. Exteriormente están limpios, pero en su interior no, es decir, no cumple con el control de mantenimiento y limpieza adecuada cada 6 meses, lo que puede influir en la visualización de la imagen el polvo en la ventana o en el tubo fluorescente defectuoso, reduciendo el rendimiento de la luz, siendo las marcas malinterpretadas. Estos se encuentran ubicados firmemente sobre paredes y están provistos de una conexión eléctrica segura. Pero la distribución de luz en su interior no es homogénea, ya que uno de sus focos tiene muy poca intensidad. Y el ancla de placas radiográficas no las sostiene firmemente.

Control de calidad del cuarto oscuro y del proceso de revelado

- Organización y limpieza:

Resultado: La rutina diaria consta en encender y esperar que tome temperatura la procesadora/reveladora, pasar una placa de desecho limpia, esperar el aviso de la máquina -"listo"-, según la medida de la placa radiográfica ubicar en el borde

de la bandeja y por último mantener seca y limpia la bandeja. Las películas se almacenan en cajas con papel metalizado por humedad y papel plástico negro para evitar el ingreso de luz. Ubicadas en orden, las más próximas a vencer delante del resto para su uso inmediato. El stock de películas se almacena fuera del cuarto oscuro, en un cuarto, en cajas para su perfecta conservación, originalmente de 100 placas radiográficas.

- Prueba para el control de la temperatura en el revelado automático:

Resultados: A medida que se van revelando las películas radiográficas se van gastando los líquidos tanto del revelador como del fijador por lo que es preciso rellenar los depósitos para evitar que baje el nivel de estos y que se reduzca por tanto el tiempo de contacto con la película. La tasa de renovación (cantidad/tiempo) es de unos 60-70 ml de revelador y 100-110 ml de fijador por cada 35 cm de película. Cuando se afectaba el sistema de renovación se alteraba el contraste de la imagen radiográfica.

El servicio cuenta con una sola procesadora automática marca 3M modelo XP 500. El recambio de líquidos es realizado por una empresa que trae bidones preparados compatibles con la procesadora. Los líquidos se cambian una vez al mes, en caso de ser necesario son cambiados los líquidos de la bacha manualmente. A su vez, una vez por semana se hace la reposición de los líquidos y se dejan dos bidones de repuesto. Los líquidos de desechos son almacenados en bidones y los mismos son retirados una sola vez al mes por una empresa habilitada por el Ministerio de Salud y Medio Ambiente.

La procesadora posee una falla en la integración de líquidos que es mayor que la debida. En el mes de abril se revelaron 1400 unidades y el recambio de líquidos se efectuó dos veces por semana debido a la falla.

Resultados de muestras con la escala de PH:

- Revelador: 10,5 PH sustancia alcalina (mayor a 7).
- Fijador: 4,5 PH sustancia acida (menor a 7).

Problemas del revelado automático:

Subrevelado: por menor concentración (bomba rota, revelador oxidado, no hay líquidos) o por menor temperatura (calefactor roto, termostato roto).

Revelado por franjas: nivel bajo en el rack del revelador.

Sobrerrevelado: por mayor concentración (mala preparación de líquidos) o por mayor temperatura (termostato roto).

Placas rayadas: por residuos sólidos en rodillos (mala limpieza, falta de mantenimiento) o por placa trabada (segunda película colocada antes de tiempo).

Placas con manchas: residuos sólidos en racks del fijador de agua.

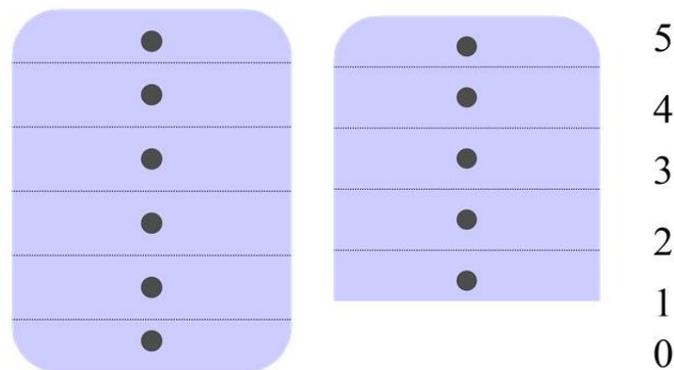
Placas húmedas: porque no funciona el secado (calefactor roto, turbina rota) o porque se agotó el fijador (glutaraldehído placas color sepia).

Placas engrasadas: por agua sucia (donde flotan residuos sólidos) o por mal enjuague.

Placas trabadas: por un déficit mecánico, humedad en la bandeja de entrada, residuos sólidos en los rodillos (segunda película colocada antes de tiempo).

- Prueba de velado por luces de seguridad:

Resultados: Se realizó en una placa de 18x24 cm y a los 5 minutos de revelar la película radiográfica, se observó en la imagen la 4° y 5° moneda, es decir tuvimos que cambiar el filtro (luz de seguridad ineficiente), lo que indica que nos producía velo en las películas mientras trabajamos en el cuarto oscuro. La película radiográfica previamente expuesta es entre 2 a 8 veces más sensible.



- Prueba de velado por rayos X:

Resultados: El pasa-chasis del cuarto oscuro-sala de rayos X, tiene la desventaja que no se cierran muy bien sus puertitas debido al déficit de las trabas. Por eso podría filtrar mucha luz produciendo un velo en las placas vírgenes y por lo tanto mientras se está revelando o produciendo rayos X en la sala, ya que ocurre diariamente y no se tuvo en cuenta el blindaje del cuarto oscuro como lo indica el protocolo.



Accesorios

- Grilla antidifusora:

Resultados: Se efectúa una exposición en una placa de 24x30 cm con valores como para miembros (anatomía) y al revelar la película radiográfica no se observó artefactos de la misma y se pudo constatar que la grilla del servicio funciona correctamente.

- Medios de posicionamiento:

Resultados: En la sala del servicio hay elementos de posicionamiento hechos interiormente con material radiotransparente fácilmente lavable e impermeables para limpiar sustancias como sangre, yeso, orina, etc. Externamente están cubiertos con cinta scotch. Además, hay dos almohadillas de diferentes tamaños, radiolúcidas y resistentes.

- Medios de protección, prueba de calidad en los delantales plomados:

Resultados:

Radiación directa: Para esto, se ubicó primero uno de los chalecos sobre un chasis y se efectuó un disparo de radiación con valores de exposición bajos. Al revelar la placa radiográfica, se comprobó que no pasa radiación a través de ellos, ya que las películas no aumentaron su densidad óptica.

Radiación dispersa: Se colocó un bidón con agua debajo del tubo de rayos X y a un costado un chaleco cubriendo un chasis. Se realizó un disparo aumentando valores y revelamos la placa radiográfica. Esta no aumento su densidad óptica por lo que no pasó radiación dispersa a través del chaleco.

Uno de los chalecos no se utiliza ya que no cumple con su función de protección correctamente, porque el plomo esta resquebrajado debido a su falta de cuidado y manipulación. El resto se encuentra colgado en perchas y los protectores gonadales – tiroideo su estado es adecuado ya que prácticamente no se utilizan.

Control de calidad del equipo de rayos X

- Inspección física de la instalación:

Resultados: Se realizó el estudio de conservación general y funcionalidad del equipo.

Comando: la señalización acústica y el bloqueo de seguridad funcionan adecuadamente. Una vez seleccionados el tamaño de punto focal y los valores de exposición, el técnico presiona el botón de preparación, el cual habilita a hacer el

disparo, luego de unos segundos, emitiendo un sonido y con luz verde. Al realizar el disparo, se prende una luz amarilla y se apaga al terminar el mismo, con otro sonido.

Estativos: a continuación, los resultados de cada uno de ellos.

-Mesa: los botones que permiten el deslizamiento de la mesa están deteriorados, pero funcionan correctamente. El plano de la mesa de examen se encuentra todo rayado, lo cual no permite la fácil visibilidad de la línea media de la mesa.

-Potter bucky de mesa: los rieles que permiten que la bandeja se deslice no se encuentran en óptimas condiciones ya que se traban. Además, al poner o quitar el chasis en la bandeja, esta se sale de sus rieles, lo que hace dudar sobre el correcto centrado.

-Potter bucky mural: el porta chasis autocentrante no ajusta correctamente al chasis de pequeño tamaño 18x24 cm. El chasis se cae y se corta la estructura en la parte superior de la imagen, no están lubricados los rieles del carro porta chasis y la bandeja se sale de los mismos. El plano medio del potter bucky no coincide con el rayo central, según la distancia a la que este la fuente.

-Columna: los rieles de la columna se encuentran un poco desviados, y no permite que el centro del haz de rayos X quede centrado en el Potter Bucky Mural. En ocasiones funcionan mal los frenos de la columna, y realiza todos los movimientos permitidos de manera correcta. La angulación columna-mesa, columna-piso y columna-brazo es de 90°.

-Colimador: el haz central no coincide con la luz. Las perillas para colimar están rotas.

- Evaluación de la colimación y alineación mecánica del sistema:

Perpendicularidad Mesa-Tubo de rayos X- Potter bucky mural:

Método de la plomada

Resultados: Al dejar caer una plomada para observar la alineación entre mesa-piso, potter-piso y tubo-riel se comprobó la correcta angulación entre ellos.

Desplazamiento del rayo central

Se ubica el tubo de rayos X lo más cercano posible al potter bucky mural, y encendemos la luz del colimador. La longitudinal del rayo coincidía con la línea media del potter, al alejar el tubo del mismo, la línea se desplazaba hacia uno de los laterales con una distancia máxima de 2,5 cm aproximadamente.

Resultados: Se pudo constatar que el rayo central se desplaza a medida que aumenta la distancia fuente – película. Las causas de esta situación fueron, que el tubo de rayos X se haya deslizado en su soporte, que la columna del tubo no sea vertical, que el brazo cruzado no sea horizontal, que la mesa no esté a nivel, que la muesca de centrado esté mal localizada, que el riel de la columna del tubo no sea paralelo al potter bucky, o que el riel de la columna del tubo esté a una distancia incorrecta de la mesa.

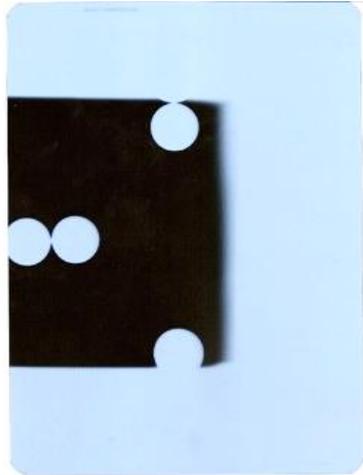


- Control de coincidencia del campo Luminoso y campo de Radiación (linealidad):

Para verificar la alineación entre el rayo central y la luz del colimador colocamos sobre un chasis cuatro pares de monedas de manera que cada par indique los bordes internos (parte expuesta a la radiación) y bordes externos del campo iluminado (zona que debería no recibir radiación).

Resultados: Luego de realizar el disparo y revelar la placa radiográfica se comprobó que el campo expuesto es mayor al campo iluminado y además existe un desplazamiento del campo iluminado con respecto al de radiación. Esto indica que el colimador no realiza correctamente su función por alterar el campo

expuesto con respecto al iluminado, debido a desajustes en la coincidencia por el simple hecho de reemplazar la lámpara por otra al término de su vida útil, desgastes, golpes o maltrato del colimador.



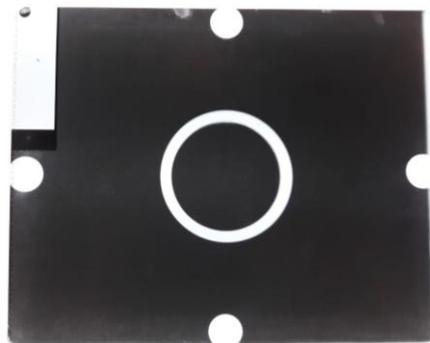
- Centrado del haz de rayos X y el haz luminoso (crucecita) y con el bucky: Alineación de la longitudinal del rayo con la línea media de la mesa y del potter bucky mural

Resultados: La longitudinal del rayo con la línea media de la mesa coinciden, pero al girar el tubo de rayos X para hacer coincidir la línea con el potter bucky mural no queda perpendicular al potter, ambas marcas no están alineadas.

- Control de alineación del foco (perpendicularidad):

Alineación del rayo central: Se ubica un cilindro en el centro de un chasis con el tubo a 1m de distancia de la placa.

Resultados: Con un disparo y posterior revelado de la placa radiográfica se observó un círculo con bordes nítidos, lo que indica que el rayo central se encuentra bien centrado.



- Reproducibilidad de la exposición:

Resultados: En cuanto al estado y funcionalidad del equipo de rayos X, a diario puede apreciarse que luego de un determinado tiempo de uso, el rendimiento del mismo comienza a disminuir, es decir, el tubo de rayos X se exige demasiado

alcanzando temperaturas muy elevadas y produciendo el bloqueo de algunos disparos. Las placas radiográficas salen con muy bajo contraste, lo que obliga al técnico aumentar el Kv y mA hasta que su rendimiento se agota, entonces se apaga y se deja en reposo el equipo por un cierto tiempo hasta que baja un poco la temperatura del tubo de rayos X para poder volver a utilizarlo y luego se continúa con el trabajo normalmente.

- Radiación de fuga:

Resultados: Se realizó un disparo, se reveló la placa radiográfica y se pudo observar que no aumentó su densidad óptica. Se comprobó que no hay fuga de radiación a través del tubo de rayos X.

- Si el haz de rayos X coincide con el encalotado del tubo:

Resultados: Se obtuvo una imagen homogénea sin el semicírculo, lo que indica que está correctamente ubicado dentro de la calota.

Análisis de las Entrevistas

Todos los entrevistados, tanto técnicos como el jefe de servicio y el médico radiólogo, aseguran que sí existe una política de calidad para el servicio de rayos X. Ahora bien, en cuanto a la capacitación que recibe el personal todos concuerdan que es básica, tanto en su función como así también para la actualización del equipo.

Existe un cronograma de mantenimiento que es semestral o bianual. Junto con la Superintendencia de Riesgo del trabajo y Radiofísica Sanitaria, existe un documento donde se registran las fechas en casos de revisiones, actualizaciones y cuando se rompe el equipo junto con las pruebas del control de calidad realizadas, como por el ejemplo si hay fuga de la calota, etc. Allí también se registran los resultados de los procedimientos. Si bien no es visible para el servicio, estos documentos se ubican en un armario y están disponibles en la oficina de rayos X.

En cuanto a la formación, la mayoría de los entrevistados coinciden en que no se da de manera formal sino más “informal”. El establecimiento es un hospital estatal escuela, donde se forman alumnos en base a la experiencia cotidiana, por lo cual existe una formación no formal que se da en la práctica evaluando imágenes, a veces se revisan las técnicas radiográficas, desarrollo de mejores películas para obtener una mejor imagen, pantallas, información básica sobre el tubo de rayos X, la red, etc.

Las especificaciones técnicas del equipo están disponibles, aunque no hay un protocolo específico a seguir. Sin embargo, los entrevistados afirman que no todo el personal lo sabe y es por eso que no se consultan con frecuencia.

Los técnicos consideran que el estado del equipamiento no es el adecuado debido a su deterioro, sin embargo, para el médico y jefe de servicio si es adecuado ya que tiene que estar habilitado.

No existe un programa de control de calidad establecido en el servicio, solo se cuenta con los controles realizados por bioingeniería para que este mismo vaya mejorando. Y el servicio no cuenta con los elementos de medición de radiación ionizante, solo el personal autorizado que hace esas pruebas, como Radiofísica Sanitaria. Y los técnicos no participan en esos procedimientos de las pruebas de control de calidad.

Dependiendo de los resultados del control de calidad, a veces se adoptan medidas correctivas y se verifican respuesta a los resultados obtenidos del control de calidad, y otras veces no, por el período de corrección. Por ejemplo, si la ventana del bunker no está lo suficientemente blindada porque se registra que pasa radiación, toma su tiempo corregirlo.

Todos concuerdan en que se usa la carga de trabajo y el equipo rinde bien.

Mientras que algunos entrevistados desconocen cada cuanto tiempo se realiza un servicio técnico del tubo de rayos X, otros coinciden que se lleva a cabo solo cuando se rompe o cada 6 meses, dependiendo de los registros obtenidos por Radiofísica Sanitaria.

En cuanto a los elementos de protección todos concuerdan en que están disponibles chalecos y protectores gonadales, pero que no se utilizan. Estos elementos de protección cumplen con la prueba radiológica, tanto los chalecos viejos como los nuevos están en buen estado. Si bien no tienen un programa establecido de control de calidad sobre estos elementos, se realiza la prueba para corroborar que no pase radiación y controlar su estado.

La mayoría de los entrevistados aseguran que no se colima y otros afirman que sí se hace. Según el técnico, más allá de que la colimación es un mecanismo fiable de control del haz de radiación, a veces no coincide el campo iluminado por eso no se utiliza o se agranda la indicación luminosa por las dudas para no cortar estructura en la imagen radiográfica. Y según el técnico restringe el área a irradiar y selecciona el tamaño del chasis adecuado también.

Por último, todos coinciden en que se contabiliza el índice de rechazos de imágenes para saber cuántas placas se usan y cuántas se descartan, y así obtener una mejor calidad de imagen y no irradiar tanto al paciente cuando el número de repeticiones es alto. El descarte de placas es entre un 20% y 30% aproximadamente y justifican el porcentaje por ser servicio de prácticas para pasantías.

Conclusiones

A partir del análisis de todos los resultados obtenidos se pudo constatar que el servicio de radiología del efector estatal de la ciudad de Rosario observado, con todas sus limitaciones y debilidades, cumple con los requerimientos de control de calidad que establecen las normas [Ley n° 17.557, decretos 6320/196 – 610/2004 – 273/1986 – 548/18], y con las tolerancias expuestas en el manual del equipo para las pruebas que se le realizaron, pero en esencia se trabaja en base a la experiencia y no por procedimientos y protocolos documentados.

Se considera que lo primero a realizar son las pruebas de control de calidad, no solo para saber qué es lo que no funciona, sino también para saber cómo corregir los posibles inconvenientes. Después de realizar todas las pruebas de control de calidad posibles al equipo de radiografía convencional se concluye que presenta un buen estado técnico y cumple los requisitos de calidad de las pruebas ejecutadas, más allá de que el equipo no se encuentre en óptimas condiciones, ya que no se realizan pruebas de calidad y mantenimiento, excepto cuando se rompe y solo después de reparaciones, y esto hace que la calidad de los estudios no sea siempre la adecuada. Otras situaciones que surgen, al menos de forma ocasional, son la falta de valores, los cortes de estructuras y la mala identificación, que terminan afectando a la calidad de la imagen. El cuarto oscuro es muy importante ya que es el complemento para la obtención de las imágenes radiográficas. Las buenas condiciones del mismo dependen del uso adecuado y el cuidado en el manejo de los elementos. Si bien el servicio del efector no cuenta con algunos de los parámetros establecidos, la calidad de imagen no se ve afectada si se adoptan los recaudos necesarios. La organización en cuanto a la protección radiológica del servicio observado es deficiente, se sugiere tener luces de seguridad para avisar que está ocupada la sala y utilizar correctamente los elementos de radioprotección. Así, modificando algunas de estas cuestiones, el servicio cumpliría de manera más eficaz su función y los técnicos y médicos radiólogos podrían desempeñar mejor su trabajo.

A partir del análisis realizado al servicio y del estudio de normas y recomendaciones internacionales de garantía de calidad, se recomienda al servicio observado trabajar con mayor empeño por crear una cultura de calidad que represente el compromiso con las “buenas prácticas” para cada procedimiento diagnóstico. De hecho, la calidad de las radiografías es solo un concepto empírico en el servicio y en base a esto se rechazan las radiografías de mala calidad según el criterio del médico y técnicos. Para esto se sugiere consultar la norma [ICRP N° 26], donde se describen los criterios técnicos y clínicos que

debe cumplir una radiografía para cubrir los requisitos de buena calidad en dependencia del estudio que se trate. También es importante confeccionar y desarrollar un programa de control de calidad en el servicio que tenga en cuenta de forma planificada y documentada la capacitación del personal, los elementos a registrar, los protocolos y procedimientos escritos para todas las tareas técnicas y someterse a auditorías periódicas, ya que se detectan algunas insuficiencias. Se recomienda adquirir los accesorios necesarios para realizar las pruebas de control de calidad faltantes al equipo de rayos-X, fundamentalmente los dispositivos que abarcan el aspecto de análisis de las dosis y medición de calidad de imagen, por ejemplo, un maniquí de resolución de contraste; así como de qué normas y documentos consultar para abordar los elementos señalados. También se recomienda extender el control de calidad al cuarto oscuro, ya que para tener una buena calidad de imagen no basta con garantizar que el equipo funcione bien si no que se realice un buen revelado.

Bibliografía

- Aaro Kiuru. Hans - Jorgen Smith, (1995). *Radiofísica. Calidad de Imagen*. En: Holger Pettersson, MD. Ed. *Libro NICER DEL CENTENARIO 1895-1995. Compendio General de Radiología*. (pp. 17-43). 1ª ed. Madrid, España.
- Alcaraz Baños, M. y Genovés García, J.L., (1995). *Protección Radiológica en Radiodiagnóstico*. Barcelona, España. 1ª ed. Librero Diego Marín. ICE: Universidad de Murcia.
- Autoridad Regulatoria Nuclear. ARN, (2004). *Curso de Protección Radiológico Nivel Técnico*. (pp. 9-22). ed. RA.
- Borrás, C., (1997). *Organización, desarrollo, garantía de calidad y radioprotección en los servicios de radiología: imagenología y radioterapia*. (pp. 328). Washington, D.C. 1ª ed. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/ OMS).
- Garate Rojas, M., (1986). *Fundamentos de la técnica radiográfica*. (pp. 56-82). Barcelona, España. 1ª ed. AGFA - GEVAERT, S.A. Ancora S.A. Ediciones Medices.
- Instituto Superior de Tecnologías Médicas N° 4080. ISTM. Noviembre, (2012). *Cátedra de Imagenología II y Radioprotección*. Rosario, Santa fe.
- Kodak, (1988). *Fundamentos de la imagen radiográfica*. (pp. 7-186). Madrid, España. 1ª ed. Kodak.
- Ley 10.142. Poder Legislativo de la Provincia de Santa Fe. *Régimen Profesional de Técnicos Radiólogos y/o técnicos en Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante*. Boletín Oficial 11 de enero de 1998.
- Ley Nacional 17.557/67. Poder Ejecutivo Nacional. Argentina. *Equipos de Rayos X - Normas para la instalación y utilización de equipos*. Boletín Oficial 5 de Diciembre de 1967.
- Manual de Buenas Prácticas, (2018). *Tecnologías Radiológicas / Radiodiagnóstico*. Superintendencia de Riesgos del Trabajo. Presidencia de la Nación, Argentina.
- Ministerio de Salud de la Provincia de Santa Fe. Decreto 522/13. *Manual del Personal de Salud del área del Técnico Radiólogo*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2016, de: <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/238359/1256061/>
- Ministerio de Salud Pública, Resolución 233/2000. *Apruébese la Guía de Delineamientos Básicos en el Control de Calidad en Mamografía: Bases para un Programa de Garantía de Calidad e incorpórese la misma al Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica*. 14 de marzo de 2001. Bs. As.

- Ministerio de Salud Pública, Resolución 610/2004. *Norma de Organización y Funcionamiento de Servicios de Diagnóstico y Tratamiento por Imágenes en Establecimientos con Internación o sin Internación e Incorporación al Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica*. Boletín Oficial 06 de julio de 2004. Bs. As.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. Mayo; (1998). OIEA. *Guía Técnica CCEEM GT-07. Control de Calidad de Equipos de Radiografía. Control de Calidad de Cuartos Oscuros y Dispositivos de Visualización de Imagen*. Anexo 5. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. OIEA. *Protección Radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista. Factores que afectan a la calidad de imagen*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2013, de: https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/AdditionalResources/Training/1_TrainingMaterial/Radiology.htm
- Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud. OMS y OPS, (1984). *Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico*. Publicación Científica n° 469, Ginebra.
- Organización Panamericana de la Salud. OPS, (2016). *Garantía de calidad de los servicios de mamografía: Normas básicas para América Latina y el Caribe*. Washington, DC.
- Radiofísica Sanitaria, (RFSF). Ministerio de Salud y Acción Social. M.S. Y A.S. *Estándar Nacional de Seguridad para la exposición a radiofrecuencias*. Boletín Oficial 6 de Junio de 1995. Recuperado el 11 de Noviembre de 2013, de: <http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/132483/%28subtema%29/114560>
- Stewart C., Bushong, (1993). *Manual de radiología para técnicos. Física, Biología y Protección radiológica*. (pp. 189-416). Madrid, España. 5ª ed. Mosby, División de Times Mirror de España, S.A.
- Sociedad Argentina de Radiología. SAR, (2014). *Jornada de Protección Radiológica en Medicina, Radiología, Medicina Nuclear e Intervencionismo*. Protocolos Estandarizados. Recuperado el 5 de Noviembre de 2018, de: http://radioproteccionsar.org.ar/downloads/jprm2016/10_Aspectos_claves_en_intervencionismo_Estudio_RELID_Dra_Amalia_Descalzo.pdf

Sociedad Argentina de Radioprotección. SAR, (2008). *II Jornadas Nacionales de Protección Radiológica, Panorama y actividades*. CNEA. Programa de Protección Radiológica del Paciente. Recuperado el 5 de Noviembre de 2018, de: <file:///C:/Users/usu/Downloads/proteccion-radiologica-en-radiologia-panorama-y-actividades-cinthia-papp.pdf>

Sociedad Española de Física Médica, Sociedad Española de Protección Radiológica y la Sociedad Española de Radiología Médica. SEFM-SEPR-SERAM, (1996). *Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico*. (pp. 17-210). Madrid, España - 2011. Senda Editorial, S.A.

CONTROL PERIODICO DEL EQUIPAMIENTO-EQUIPOS DE RADIOLOGIA CONVENCIONAL

- **Respecto al equipo de rayos X:**
 - Control de la Tensión:
 - Exactitud (calibración de la escala).
 - Variación de la tensión con cambios de la corriente.
 - Reproducibilidad.
 - Filtración.
 - Control del tiempo de exposición:
 - Exactitud (Calibración de la escala).
 - Rendimiento del tubo:
 - Valor del rendimiento.
 - Reproducibilidad.
 - Variación con cambios de la corriente.
 - Variación con la carga del tubo.
 - Radiación de fuga.
- **Respecto a la alineación:**
 - Coincidencia del haz de rayos X/haz luminoso.
 - Alineación del haz de rayos X con el receptor de imagen.
 - Centrado del haz de rayos X/haz luminoso.
 - Centrado del haz luminoso/bucky.
 - Ortogonalidad del haz de rayos X y del receptor de imagen.
- **Respecto a la colimación:**
 - La colimación del área expuesta debe mantenerse dentro de los bordes del receptor de imagen.
- **Respecto a la rejilla:**
 - Artefactos.
 - Rejilla móvil.
- **Respecto a las pantallas intensificadoras y chasis:**
 - Inspección visual.
 - Hermeticidad de los chasis.
 - Contacto pantalla-película.
 - Sensibilidad relativa para combinaciones de la misma velocidad.
- **Respecto al revelado de las placas:**
 - Control sensitométrico (Base, velo, índice de velocidad y de contraste).
 - Detección de manchas y marcas durante el procesado.
- **Respecto al cuarto oscuro:**
 - Entradas de luz.
 - Efectividad de las luces de revelado.
- **Respecto a las condiciones de visualización:**
 - Inspección visual.
 - Brillo del negatoscopio.
 - Homogeneidad de brillo entre cuerpos del mismo negatoscopio.
 - Uniformidad del negatoscopio.
 - Luz ambiental.
- **Respecto al almacén de película:**
 - Temperatura y humedad.
 - Nivel de radiación.

CAUSAS DE RECHAZO DE IMÁGENES RADIOLÓGICAS

- **Sobre y subexposición:**
 - Error en la estimación de la distancia foco-paciente.
 - Corrección de corpulencia del paciente mal estimado.
 - Error de técnica seleccionada.
- **Errores de posición:**
 - Imágenes descentradas.
 - Incorrecta colimación.
 - Parrilla antidifusora mal emplazada.
- **Borrosidades:**
 - Movimientos voluntarios o involuntarios del paciente.
 - Imágenes "respiradas".
 - Tiempos de exposición largos.
- **Artefactos:**
 - Manipulación defectuosa de la película (pliegues, fricciones, electricidad estática).
 - Pantallas de refuerzo sucias.
 - Gotas o manchas de papilla de bario o contraste yodado sobre los chasis o mesa.
- **Velos:**
 - Velos de luz.
 - Almacén de película caliente.
 - Proximidad de la película a radiadores o circuitos de calefacción.
 - Películas caducadas.
- **Defectos de procesado:**
 - Baño oxidado, regeneración insuficiente.
 - Sub o sobrerregeneración.
 - Rodillos sucios.

Causas más frecuentes de rechazo de imágenes radiológicas.