

TEMA 10
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN RADIODIAGNOSTICO.
Miguel Alcaraz Baños.

OBJETIVOS GENERALES

1. Distinguir entre Protección Radiológica de los profesionalmente expuestos, de los miembros del público y del paciente.
2. Comprender la importancia de la filtración, colimación, centrado del haz, alineación tubo-rejilla respecto de la dosis de radiación y de la calidad de imagen.
3. Discutir la importancia de los accesorios de protección personal.
4. Valorar la importancia de los valores de referencia de dosis al paciente y citar algunos ejemplos.
5. Analizar la conveniencia de disponer de procedimientos operacionales escritos y visibles para el personal profesionalmente expuesto.
6. Analizar la importancia de la distancia foco-piel.
7. Exponer la importancia de no tener más de un paciente en la sala de exploración.
8. Discutir la utilidad de las protecciones móviles contra la radiación dispersa.
9. Entender la conveniencia de reducir al mínimo lo tiempos de exposición (radioscopia y radiografía).
10. Comentar las diferencias en dosis de radiación medias al paciente en función del soporte de imagen.
11. Enumerar las zonas de riesgo en radiología dental, en relación con la protección el paciente (tiroides, cristalino, Médula ósea, etc.) y la eficacia de los blindajes para los haces de rayos empleados en estas exploraciones.
12. Discutir la conveniencia de reducir la frecuencia de exploraciones radiológicas de control en la población pediátrica (p.e. ortopantomografías para el control de ortodoncias).
13. Discutir la situación óptima respecto al paciente si el operador ha de permanecer en proximidad del paciente en casos especiales (distancia mínima, ángulo más adecuado, etc.).

TEMA 10

PROTECCION RADIOLOGICA EN RADIODIAGNOSTICO

Miguel Alcaraz Baños

10.1. INTRODUCCION

La utilización de fuentes de radiación de diversos tipos está muy difundido en medicina, la enseñanza y la investigación en prácticamente todos los Estados Miembros del OIEA (Organización Internacional de Energía Atómica).

La normativa nacional y la Comunitaria está orientada hacia la protección radiológica del paciente por medio de la optimización de las imágenes radiográficas:

- Los haces de radiación han de tener las características adecuadas, valorando el espesor del paciente y las estructuras anatómicas que deba atravesar el haz de radiación. Es importante utilizar el kilovoltaje pico adecuado y verificar que la filtración del haz sea suficiente para obtener una imagen de calidad, teniendo en cuenta siempre que un disparo a mayor kilovoltaje precisará menor dosis que la modificación del miliamperaje; así como la filtración del tubo, disminuyen las dosis absorbidas por el paciente. El tamaño del campo de radiación será el mínimo compatible con la zona que se pretende estudiar, evitando de esta forma administrar al paciente una mayor dosis, ya que una colimación adecuada disminuye la dosis de radiación administrada.

- Será importante considerar el correcto centraje del haz (y una correcta coincidencia entre el haz de radiación y el haz luminoso) (**Fig. 10.1.**), así como una correcta alineación del tubo de rayos X con la rejilla antidifusora, ya que la desfocalización del antidifusor induce a un aumento de dosis al paciente innecesario para la obtención de la imagen diagnóstica.

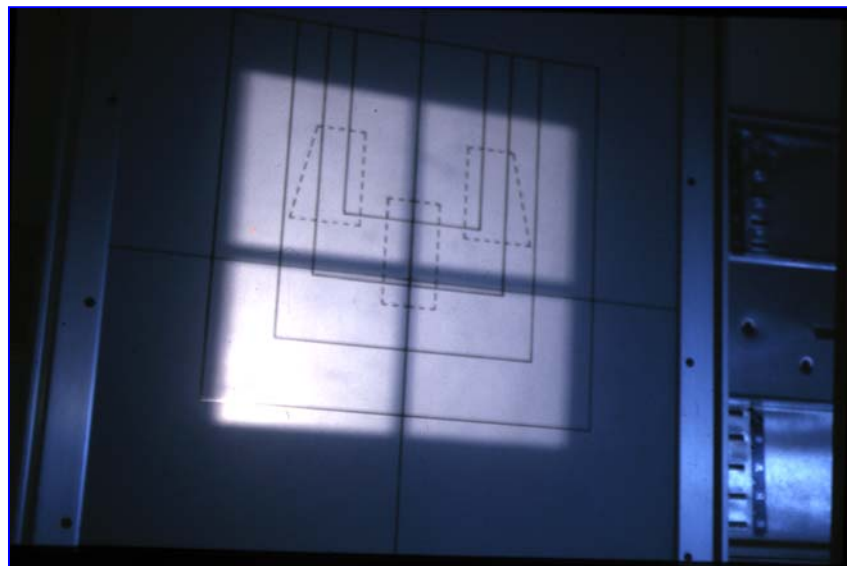


Fig. 10.1.: Haz luminoso que debe ser proporcional al campo de irradiación.

- Es necesario utilizar pantallas de refuerzo adecuadas y compatibles con el tipo de película, chasis y equipo que se está utilizando. Si es posible, se utilizarán las combinaciones pantallas intensificadoras-películas más rápidas compatibles con la información que se pretenda obtener, permitiendo así una disminución de dosis recibida por el paciente.

- Es preciso proteger con prendas adecuadas, los órganos más sensibles a la radiación, (Fig. 10.2.; Fig. 10.3.; Fig. 10.4.; Fig. 10.5.; Fig. 10.6.)



Fig. 10.2.: Guantes protectores.



Fig. 10.3: Protectores gonadales; ováricos y testiculares



Fig. 10.4.: Collar de Tiroides y delantal protector.



Fig. 10.5.: Diferentes tipos de materiales de protección flexibles.

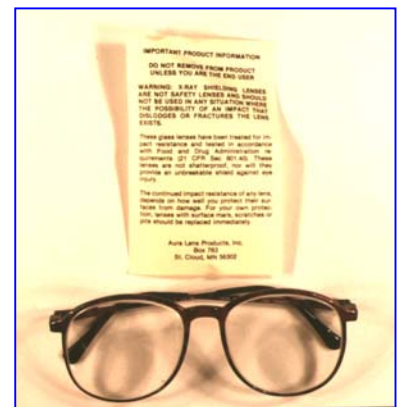


Fig. 10.6.: Gafas protectoras frente a radiación ionizante.

Todos los elementos que forman parte de la cadena de imagen así como los almacenes y cuartos oscuros, deben estar sujetos a programas de garantía de calidad.

10.2.- ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y DE DISEÑO DEL SERVICIO DE RADIOLOGÍA QUE AFECTAN A LA DOSIS.

El éxito de un servicio de Radiología depende en gran medida de cómo se distribuye el espacio disponible. El diseño de una nueva instalación debe comenzar antes de su construcción para que el centro cumpla su objetivo principal: proporcionar una atención adecuada a los pacientes con un mínimo de movimiento para pacientes y trabajadores. Habitualmente este factor no se tiene en cuenta puesto que las instalaciones se montan posteriormente a la edificación, es decir, se adecua la instalación a las características de la planta.

Normalmente la protección brindada por los propios muros estructurales es suficiente para conseguir niveles de exposición aceptables para la mayoría de las exploraciones radiológicas. En caso contrario, con espesores de plomo de aproximadamente 1-3 mm. se consiguen valores de tasa de exposición adecuados. La utilización de plomo prima por motivos económicos y de espacio, como el material de elevado número atómico que puede adquirirse con mayor facilidad.

Cuando el grado de ocupación de las áreas adyacentes a la sala de exploración radiológica es grande, los blindajes estructurales deben ser sobrevalorados, sin tener en cuenta otras consideraciones como pueden ser la ubicación y la distancia.

La localización de la sala de exploración viene generalmente determinada por factores tales como la accesibilidad a las distintas dependencias, vestuarios, cuarto oscuro, sala de espera, etc.

Es importante también tener en cuenta al diseñar el Servicio, que la ubicación de las salas de revelado y de otras dependencias de uso común, debe realizarse de forma que se considere la optimización de los desplazamientos que tienen que realizar el personal del Servicio a lo largo del día (y las cargas de radiación que estos trayectos puedan suponer).

Como aspecto organizativo de los servicios de radiodiagnóstico que contribuye a la reducción de dosis, cabe destacar la importancia de realizar análisis periódicos de las causas de rechazo de radiografías (**análisis de rechazo**).

Estadísticamente deben conocerse las principales causas que inciden en la pérdida de calidad de las imágenes radiográficas, y que obligan a repeticiones, o cuando menos, a tener que admitir radiografías mediocres.

Otro aspecto organizativo a considerar es que el uso de distintos tipos de cartulinas de refuerzo, películas y chasis dentro de un mismo Servicio, puede suponer problemas si no existe una estricta disciplina en su utilización para evitar confusiones. La experiencia en varios Centros, indica que la sustitución de unas películas y/o chasis por otros de distinto tipo (que generalmente suponen menos dosis para los pacientes), debe realizarse simultáneamente en todo el Servicio o al menos en aquellas salas que estén ubicadas en una zona concreta del Hospital para evitar confusiones.

Es fundamental promocionar la adecuada recuperación y transmisión de la información, con objeto de que los pacientes que lleguen al Servicio puedan aportar sus informes radiológicos previos y los pacientes que sean explorados en nuestro servicio puedan trasladar posteriormente la referencia de los estudios radiológicos realizados en nuestro servicio, cuando se desplazan a otros servicios hospitalarios.

Desde un punto de vista de protección al paciente, es importante disponer la colocación de anuncios para que las mujeres que puedan estar **embarazadas** adviertan al personal sanitario de la sala de su estado de gestación y que el personal médico responsable tenga una guía de las actuaciones o criterios a tener en cuenta frente a las posibles exploraciones radiológicas de estas pacientes.

“SI ESTA EMBARAZADA, O PIENSA QUE PUEDA ESTARLO, ADVIÉRTALO ANTES DE SOMETERSE A CUALQUIER EXPLORACIÓN RADIOLÓGICA”.

Es imprescindible dar una serie de normas de funcionamiento en las distintas instalaciones de radiodiagnóstico, que deberían de estar presentes en todas las salas, en forma de carteles o anuncios visibles para todo el personal. El objetivo de las normas es reducir las dosis de radiación recibidas por el personal y por los pacientes a valores tan bajos como sea razonablemente posible, compatibles con el tipo de exploración que se pretende realizar.

Un aspecto importante en la protección al paciente, que todo servicio radiológico debe tener en cuenta, es la existencia de valores de referencia de dosis. Estos valores aparecen en un documento de la CEE, "Criterios de Calidad de las Imágenes en Radiodiagnóstico". Debido a la dificultad de establecer valores de referencia de dosis para exámenes radiológicos complejos (digestivo, urografía, vascular, TAC, etc), el documento todavía se basa sólo en algunas proyecciones de exploraciones radiológicas simples. Estos niveles de referencia son datos de dosis a la entrada (con retrodispersión) no se deberían superar, teniendo en cuenta que no deben aplicarse a casos individuales pero sí a muestras representativas de pacientes en una sala o centro.

10.3.- NORMAS BASICAS DE PROTECCION RADIOLOGICA EN RADIODIAGNÓSTICO.

En este apartado se tratan de dar unas normas generales de protección aplicables a todo tipo de instalaciones de radiodiagnóstico con fines médicos.

- La protección radiológica debe aplicarse al diseño, fabricación y funcionamiento de los equipos de rayos X. Deben optimizarse los métodos de trabajo y efectuar verificaciones periódicas tanto de los equipos como de la propia instalación en su conjunto.

- Los equipos deben ser fabricados con unos criterios de calidad mínimos que impidan que representen un riesgo importante para los pacientes o para el personal de operación (filtración adecuada, dispositivos automáticos de colimación si procede, cortinillas plomadas, etc).

- Los equipos de rayos X deben estar ubicados en locales que hayan sido previamente estudiados y preparados para contener el equipo concreto que se vaya a instalar, teniendo en cuenta la carga de trabajo que vaya a suministrar dicho equipo.

- La prescripción médica de exploraciones debe hacerse realizando un análisis coste-beneficio adecuado, estudiando la posibilidad de exploraciones alternativas que no impliquen el uso de radiaciones.

- En todo caso, los manuales de instrucciones y las guías de uso deben encontrarse en la Sala, para el libre acceso del personal encargado de su uso y mantenimiento.

DEBE TENERSE SIEMPRE PRESENTE QUE EL MAYOR AHORRO DE DOSIS ES LA EXPLORACIÓN INNECESARIA QUE NO SE REALIZA.

10.3.a.- Normas básicas de protección al paciente en Radiodiagnóstico.

Se deben cuidar las **Normas básicas** que influyen en la protección al paciente:

- En las salas de espera deben colocarse carteles de advertencia a posibles mujeres embarazadas con el fin de que informen al Operador, quién lo pondrá en conocimiento del Supervisor de la Instalación para que tome las medidas de protección oportunas.
- Se deben cuidar de manera especial las normas de protección radiológica cuando sea imprescindible realizar exploraciones a mujeres embarazadas, aún cuando las exploraciones que se pretendan realizar no incluya la zona abdominal de las mujeres gestantes.
- Los pacientes no deben entrar en la sala hasta que no se les autorice.
- Se debe disminuir, al mínimo compatible con la exploración, el campo irradiado, centrado correcto y alineación adecuada del tubo-rejilla antidifusora.
- Se deben proteger los órganos más críticos del cuerpo (gónadas, tiroides, médula ósea, cristalino) de la radiación dispersa.
- No se deben realizar exposiciones rutinarias sin una indicación médica específica, sino analizar su necesidad observando posibles placas anteriores.
- No se debe disminuir la filtración total del tubo por debajo de los valores recomendados (para equipos con tensión superior a 70 kV, 2,5 mm Al de los cuales 1,5 mm deben ser fijos).
- Adecuar las propiedades del haz al espesor del paciente y al contraste necesario (kVp, filtro).
- Sistema de imagen adecuado (el que necesite menos dosis de radiación compatible con la calidad de imagen a obtener).
- Control frecuente de la máquina de revelado de películas (procesadora).
- Reducción del número de exploraciones repetidas con un Programa de control de calidad (causas de repetición: películas blandas, movidas o descentradas,...etc.).
- Hay que practicar un buen control de los estudios previos y de los estudios hechos en otros Centros, conservando los informes con las radiografías en lugares fácilmente accesibles.
- El acceso a las salas debe ser controlado y las puertas de acceso deben permanecer cerradas siempre que haya emisión de rayos X.
- Debe disponerse de señal audible y/o visual prevista en el pupitre de mandos, o en el lugar del Operador que indique que el tubo está en funcionamiento.
- Nunca se debe dirigir el haz directo hacia el puesto de control, ni hacia puertas y/o ventanas.
- En todas las instalaciones deben utilizarse las prendas de protección personal adecuadas para proteger tanto al paciente como al personal profesionalmente expuesto, por lo que deberán existir un número adecuado de este tipo de prendas dentro de la sala.

10.3.b.- Normas básicas de protección específica a pacientes infantiles en Radiodiagnóstico.

El niño como paciente presenta una serie de **inconvenientes** que deben ser necesariamente tenidos en cuenta:

- Falta de cooperación del niño, dando lugar a imágenes movidas o con defectos de localización de lesiones .
- Su mayor esperanza de vida y, por tanto, mayor probabilidad de efectos tardíos y/o genéticos.

- Al presentar el niño un menor tamaño, se debe de colimar con mayor meticulosidad y cuidado.
- Hay una mayor variación de la imagen ante pequeñas variaciones de los parámetros del tubo (KV, mA) que puede ser motivo de repeticiones.

Esta serie de inconvenientes ***hacen necesario las siguientes medidas:***

- Tratar de tranquilizar al niño buscando su confianza y cooperación ; empleando dispositivos de inmovilización mecánicos para conseguir una perfecta inmovilización del paciente.
- Utilizar protectores gonadales cuando sea necesario.
- Realizar una colimación más precisa y, en niños pequeños, prescindir si es posible de rejillas antidifusoras ya que hay poca radiación dispersa.
- Verificación frecuente de los datos como kV, mA y tiempo.
- Emplear tiempos cortos de exploración y sistemas de imagen de alta sensibilidad.

10.3.c.- Normas básicas de protección del personal en Radiodiagnostico.

El personal de Radiología puede influir mucho a la hora de reducir la dosis laboral de radiación que recibe el personal profesionalmente expuesto a radiación. Muchos aspectos no requieren un equipo sofisticado ni un entrenamiento exhaustivo, sino simplemente una actitud consciente para llevar a cabo las tareas encomendadas. La mayoría de las características de los equipos, cambios en la técnica y procedimientos administrativos diseñados para reducir la dosis que recibe el paciente pueden reducir la dosis laboral de forma significativa.

Las ***normas de protección radiológica aplicables al personal que opera los equipos*** son:

- El personal de operación en zona controlada debe llevar siempre su dosímetro personal.
- Solo entrará en la sala el personal autorizado y que tenga que permanecer inevitablemente en el interior de la sala durante la exploración.
- El personal que permanezca en la sala cuando hay emisión de rayos X debe utilizar prendas protectoras como delantales plomados o permanecer en las zonas protegidas.
- Las prendas protectoras deben guardarse en colgadores especiales. Si se doblan y desdoblan continuamente, el recubrimiento protector se romperá. Una vez al año, como mínimo, se debe comprobar la aparición de fisuras o grietas en el material, que obligarían a su sustitución.

10.4.- NORMAS DE FUNCIONAMIENTO EN INSTALACIONES DE RADIODIAGNOSTICO.

Dada la variedad de exploraciones radiológicas posibles existe paralelamente una gran diversidad de tipos de instalaciones. Aunque las normas de funcionamiento son básicamente las mismas se presentan a continuación conjuntos de normas de funcionamiento para las distintas instalaciones de rayos X.

10.4.a.-Normas de Funcionamiento con equipos de radiología Convencional

Como normas generales, se deben conocer las siguientes recomendaciones (Fig.10.7.) :

- Antes de efectuar la exploración, se deben cerrar las puertas de la sala de exploración.
- Durante la radiografía, todo el personal deberá permanecer en la zona protegida donde se pueda observar al paciente a través de un visor protegido.
- No debe permanecer ningún paciente ni familiar en la sala de exploración mientras se explora a otro.
- Siempre que sea posible, se deben utilizar protectores gonadales y de tiroides para el paciente.
- Cuando sea necesario sostener un chasis radiológico, se deberán usar dispositivos mecánicos.
- La distancia foco-paciente no debe ser nunca inferior a 45 cm.
- Se debe diafragmar al máximo el tamaño del campo exploratorio para disminuir la radiación dispersa, e irradiar menos volumen del paciente y aumentar la calidad de la imagen radiológica.
- Cuando sea necesaria la inmovilización del paciente, ésta se realizará mediante la utilización de sujeciones mecánicas apropiadas. Si esto no fuera posible y la inmovilización se realizase por una o varias personas, éstas serán personal profesionalmente expuesto de la instalación, que deberán realizar esta tarea por turnos rotativos. En ningún caso se encontrarán entre ellas mujeres gestantes ni menores de 18 años. Todas las personas que intervengan en la inmovilización serán siempre el menor número posible, y procurarán en todo momento no quedar expuestos al haz directo de radiación; además, deberán ir provistos de prendas de protección adecuadas.



Fig. 10.7.: Sala de Radiografía convencional.

- Se debe seleccionar la tensión y corriente del tubo adecuada a la técnica considerando las características del paciente (espesor, contraste, etc).

- Se deben controlar los tiempos de disparo y procesar correctamente las películas radiográficas para evitar repeticiones producidas por una técnica inadecuada.

10.4.b.- Normas de funcionamiento con equipos de Radioscopia con Intensificador de imágenes.

Una sala radiológica en donde se trabaja con radioscopia con intensificador de imágenes (**Fig.10.8.**) presenta algunas características específicas diferenciales; aunque las dosis de radiación sean menos elevadas que las empleadas durante las exposiciones radiológicas convencionales, el tiempo de exposición es mucho más elevado. Por ello, las exposiciones totales del personal expuesto a radiación, pueden llegar a ser muy elevadas. Sobre todo si se realizan manipulaciones al paciente que exigen utilizar instrumental aplicar técnicas al paciente "a pié de tubo".

- Antes de explorar cerrar bien las puertas.
- Durante la radioscopia solo permanecerá en el interior de la sala el personal imprescindible.
- No se debe usar el pedal nada más que cuando se necesite información. El interruptor debe ser tipo hombre-muerto con un temporizador que avise a los 10 minutos del inicio de la exploración.

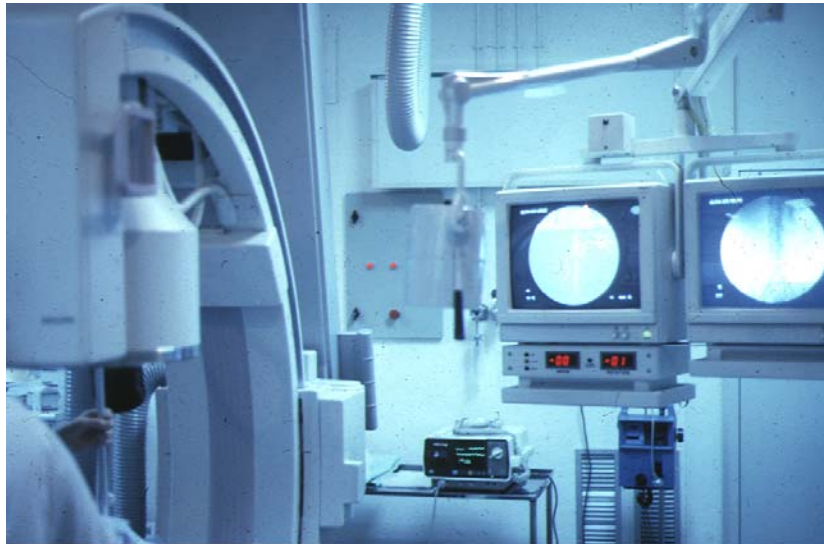


Fig. 10.8.: Sala de Radiografía con radioscopia con intensificador de imagen.

- En estas exploraciones a pie de tubo, la disposición de tubo arriba de la mesa e intensificador abajo, produce más radiación dispersa que las que disponen el tubo emisor de radiación debajo de la mesa de exploración. Deben colocarse dispositivos como pantallas o cortinillas plomadas flexibles con equivalencia en plomo para disminuir la dosis de radiación. Las pantallas de protección se extenderán al menos 3 cm. de los bordes de la superficie receptora mayor.
- La distancia foco-piel nunca debe ser inferior a 45 centímetros.
- En exploraciones donde el riesgo de recibir dosis en ciertas partes del cuerpo es más importante, se deben utilizar dosímetros adecuados (de anillo, de muñeca, etc).
- El personal que permanezca en la sala debe llevar delantal plomado y debe permanecer lo más alejado posible al tubo emisor de radiación. Se debe emplear el compresor mecánico del equipo o palpar con guantes plomados.

- Siempre que sea posible se debe usar memorización o congelación de imagen. Con ello, aunque la imagen aparezca continuamente en pantalla, la producción de rayos X se realiza en forma pulsátil, disminuyendo el tiempo de producción de rayos X.

10.4.c.- Normas de funcionamiento para Servicios Especiales.

10.4.c.1.- Normas de funcionamiento en instalaciones dentales.

Las instalaciones de radiodiagnóstico dental, presentan **dos problemas** importantes desde el punto de vista de la protección radiológica :

- a.) Coincide con la sala de trabajo odontológico.
- b.) El tubo de rayos X es móvil y puede lanzar el haz primario de radiación hacia cualquier dirección.

Ello obliga al personal expuesto a radiación ionizante a modificar sus medidas de protección personal en función de la proyección del haz que se va a realizar.

- Se recomienda localizar una zona protegida de la radiación ionizante, fuera de la sala de trabajo, para colocar un disparador mecánico del tubo de rayos X en ese lugar. De esta forma, la mayoría de las exposiciones radiológicas obligarían al operador a situarse en esa zona protegida para realizar la radiografía; consiguiéndose así la máxima protección el personal expuesto a radiación ionizante.

- Cuando hay emisión de rayos X las puertas deben mantenerse bien cerradas.

- No se debe dirigir el haz directo hacia ninguna persona que no sea el paciente y aún así, en el paciente deben utilizarse proyecciones que no incluyan los tejidos más sensibles (cristalino, glándula tiroideas) siempre que ello sea posible.

- Se debe utilizar la película más rápida compatible con la calidad de imagen deseada.

- El localizador debe diafragmar el campo al mínimo imprescindible.(**Fig. 10.9.**) poniéndolo en contacto con la piel del paciente.



Fig. 10.9.: Detalle del tubo dental.

- Se debe trabajar con tensiones lo más altas posibles para reducir la dosis, aunque la mayoría de los aparatos intraorales funcionan con kV y mA fijos, en donde lo único que se puede variar es el tiempo de exposición.

- En el revelado manual se debe llevar un control de los líquidos y nunca tratar de acortar el tiempo de revelado a costa de exponer más la película y por lo tanto la irradiación del paciente.

- Uso de películas lo más rápidas posibles.
- En radiografía dental intraoral, la placa debe sujetarse mediante medios mecánicos o bien sujetarla el propio paciente.
- El operador ha de situarse al menos a 2 m del tubo y situado en un ángulo entre 90° y 180° del eje del haz. Aún cuando esto sea posible, también deberá colocarse delantal plomado.
- En ortopantomografía, radiología panorámica, debe controlarse muy bien el equipo, comprobando la coincidencia del haz con la rejilla para evitar exponer zonas innecesarias.
- En radiografía panorámica se debe prestar especial atención a la posible exposición del tiroides con lo cual debe usarse un protector adecuado (disminuye la dosis en un 50-80%) y a las partes posteriores del cuerpo que resultan las más expuestas a radiación.

10.4.c.2.- Normas de funcionamiento en Equipos Móviles.

La utilización de equipos móviles (Fig.10.10.) de rayos X presentan las siguientes particularidades:

- El aumento de la dificultad de centrado al estar el chasis radiográfico "desligado" del equipo y no tener las mismas referencias geométricas.
- El continuo desplazamiento de estos equipos hace que se desajusten con mayor frecuencia.
- La utilización en lugares en los que la instalación eléctrica no está preparada para suministrar la potencia adecuada.
- Su empleo en salas carentes de blindajes estructurales y ocupadas por otros paciente que no puedan desplazarse (U.C.I., traumatología, neurología).



Fig. 10.10.: Detalle de un equipo móvil.

Algunas **recomendaciones** para minimizar el impacto de estos problemas son las siguientes:

- El operador debe situarse a una distancia mínima de al menos dos metros del tubo de rayos X manteniendo el ángulo óptimo para recibir la menor cantidad de radiación dispersa.
- No se debe dirigir el haz directo hacia ninguna persona que no sea el paciente.
- Utilizar delantales y otros dispositivos de protección, incluso para enfermos próximos que se encuentren inmobilizados o sin capacidad para su desplazamiento.
- Siempre que sea posible deben utilizarse protectores gonadales y se debe diafragmar siempre el campo exploratorio, para que el volumen irradiado sea el mínimo posible.
- Utilizar equipos especialmente diseñados que dispongan de dispositivos adicionales para centrado y distanciadores.
- Realizar con mayor frecuencia los controles de calidad del tubo móvil.
- Emplear generadores a base de baterías o de condensadores, que almacenan la energía lentamente y la suministran instantáneamente en el momento del disparo.
- El operador permanecerá siempre en la zona protegida durante la exposición

10.4.c.3.- Equipos de Mamografía:

El mamógrafo presenta *dos características fundamentales* que lo diferencian del resto de los aparatos radiológicos: utiliza un kV pequeño, pero un elevado miliamperaje.

Estas características conllevan a que la penetración de la radiación producida por el mamógrafo es pequeña, y bastaría un pequeño espesor de un material de elevado número atómico para conseguir una protección adecuada. Sin embargo, el elevado miliamperaje utilizado conlleva una gran cantidad de radiación en aquellas zonas que no se encuentran protegidas (**Fig. 10.11.**).

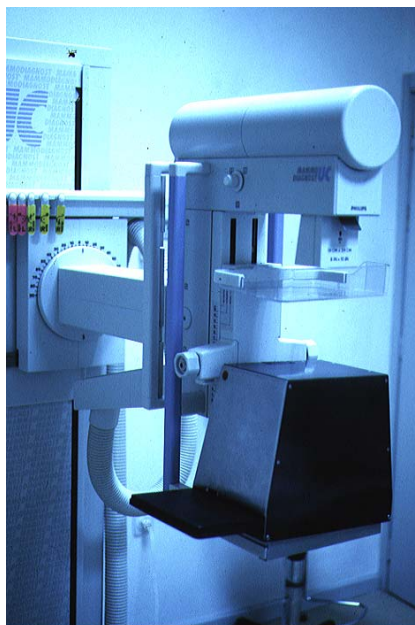


Fig. 10.11.: Sala de Mamografía.

Algunas recomendaciones para el uso de estos aparatos, son las siguientes:

- No está justificada la exploración preventiva a grandes grupos de población, o al menos, no en mujeres jóvenes, fuera de los criterios científicos de screening o despistaje, desde el punto de vista de la protección radiológica.
- Se deben disponer de mecanismos de compresión de la mama para reducir la borrosidad cinética.
- La filtración total del tubo debe ser al menos de 1,5 mm de Al o equivalente.
- Deben utilizarse chasis con, al menos, una hoja de refuerzo, ya que representa una reducción sustancial de la dosis recibida por la paciente.

10.4.c.4.- Tomografía Computarizada (TC):

El personal sanitario está detrás de los blindajes estructurales (**Fig. 10.12.**) y por tanto la exposición para los profesionalmente expuestos es baja.

- En cuanto a la protección del paciente, la dosis integral depende del número de cortes tomográficos que se hagan. Hacer muchos cortes es comparable con aumentar el tamaño del campo en la imagen clásica. Se pueden ahorrar cortes haciendo primero una imagen no tomográfica y sobre ella decidir la zona de interés diagnóstica (planigrafía).
- Se deben tener en cuenta todas las normas indicadas para radiografía convencional.



Fig. 10.12.: Sala de Tomografía Computarizada.

10.4.c.5.- Radiología Vascul y Radiología Intervencionista:

Los profesionales que trabajan en estas salas realizan manipulaciones junto al paciente durante muchas horas, todos los días, expuestos a las pequeñas dosis de radiación dispersa que se producen en la sala como consecuencia del empleo de la radioscopia con intensificador de imagen. Por ello todo el personal debe conocer las normas habituales de protección radiológica y utilizar todas las prendas de protección personal, que deben encontrarse en número suficiente en estas salas.

- El personal que permanece en la sala debe llevar delantal plomado en todos los casos.
- Se deben usar guantes plomados.
- Se deben conocer los puntos más calientes (con mayores niveles de radiación) de la sala para que el personal se sitúe en los puntos mas protegidos que sean compatibles con su función específica.
- Se debe utilizar preferentemente radioscopia con tubo de rayos X abajo y receptor del intensificador de imagen arriba debido a los largos tiempos de exploración que se realizan (**Fig. 10.13.;****Fig. 10.14.**).

- Se deben utilizar sistema de congelación de la imagen y radioscopia pulsada (intermitente) para disminuir el tiempo de exposición.

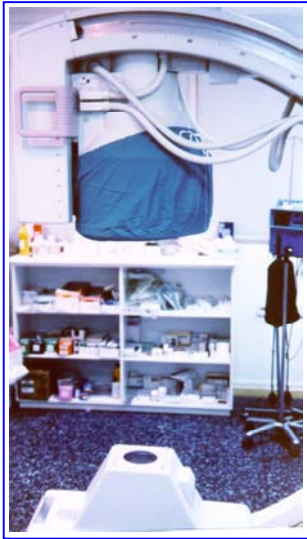


Fig. 10.13.: Detalle del arco vascular.

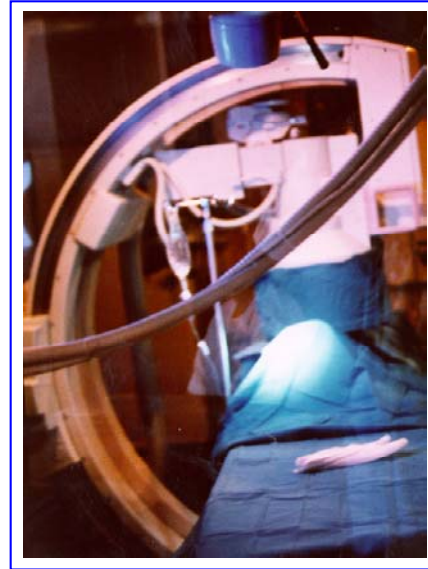


Fig. 10.14.: Detalle del arco vascular

- Medidas para Disminuir la Radiación a los Pacientes -

- a).- En cada técnica a utilizar, optimizar la relación riesgo-beneficio, evitando exámenes innecesarios.**
- b).- Evitar repetición de exámenes.**
- c).- Centrar cuidadosamente la imagen sobre el chasis y calcular los datos de exposición.**
- d).- Colimar la zona que se pretende estudiar. No irradiar jamás una superficie mayor que la determinada por el tamaño del chasis.**
- e).- Estudiar la combinación pantalla-película que para menor dosis suministre una imagen radiológica adecuada.**
- f).- Focalizar cuidadosamente la parrilla antidifusora.**
- g).- Elegir Kilovoltaje adecuado al espesor y tipo de tejido, teniendo en cuenta la variación de contraste con el Kilovoltaje y la disminución de dosis cuando éste aumenta.**
- h).- Utilizar filtración adicional a altos valores de KV.**
- i).- Ajustar y verificar con frecuencia las tasas de regeneración de la máquina de revelar, renovar baños en función del tipo de reveladora y de la cifra de metros cuadrados de película diariamente revelados.**

NORMAS BÁSICAS DE TRABAJO APLICABLES A SALAS DE RADIOSCOPIA Y RADIOGRAFÍA.

Conviene ampliar y adaptar estas normas a cada caso y tenerlas visibles.

1. Durante la radioscopia, sólo estará en el interior el personal imprescindible.
2. No se debe pulsar el pedal más que cuando se necesita información (radioscopia discontinua).
3. Recordar que la disposición de tubo arriba e intensificador abajo produce más radiación dispersa.
4. Antes de explorar, cerrar las puertas blindadas.
5. No dirigir el haz directo hacia las ventanas, puesto de control ni hacia la cámara oscura.
6. El personal que permanezca en el interior de la sala deberá llevar delantal plomado y otros protectores, así como acercarse al paciente y al tubo lo imprescindible. Se debe emplear el palpador del equipo o palpar con guantes protectores.
7. Cerrar el diafragma o colimador al mínimo campo exploratorio, y emplear protectores de gónadas, cuando sea necesario y posible.
8. No debe haber ningún paciente en la sala mientras se explora a otro.
9. La distancia foco-piel nunca debe ser inferior a 30 cm. en radioscopia (con tubo detrás). Es recomendable mayor de 45 cm.
10. Si es necesario poner las manos en el haz directo, utilizar guantes protectores. Siempre que sea posible, emplear la memorización de imágenes.
11. El dosímetro es un testigo de la radiación que recibe la persona. Ha de llevarse puesto cuando se trabaja, pero mantenerse alejado de la radiación cuando no se trabaja.
12. Si en determinadas exploraciones existe riesgo de que ciertas partes del cuerpo reciban más dosis que el resto, y que esta diferencia sea significativa (cristalino, manos), debe disponerse (además del dosímetro representativo del cuerpo entero que irá detrás del delantal) de otro u otros dosímetros representativos de dichas zonas especialmente expuestas.
13. Si es imprescindible que alguien sujete al paciente o al chasis, se utilizará delantal protector y guantes:
 - * Se permanecerá fuera del haz directo y lo más apartado posible del paciente y tubo.
 - * Deberían registrarse los datos (nombre de la persona que sujete al paciente, fecha, número de disparos, datos de radioscopia y radiografía y técnica empleada).

NORMAS DE TRABAJO APLICABLES A SALAS DE RADIOGRAFÍA.

Conviene ampliar y adaptar estas normas a cada caso y tenerlas visibles.

1. Antes de empezar a explorar, cerrar las puertas.
2. No dirigir el haz directo hacia las ventanas(si las hay), ni al puesto de control, ni a la cámara oscura.
3. Durante la radiografía, todo el personal debe permanecer en zona protegida (blindaje estructural).
4. Diafragmar el campo exploratorio al mínimo y utilizar protectores gonadales, cuando sea necesario y posible.
5. No debe haber ningún paciente en la sala mientras se explora a otro.
6. Cuando sea preciso sostener un chasis emplear dispositivos mecánicos.
7. Si es imprescindible sujetar al paciente durante la exploración lo realizará un TPE, que utilizará delantal protector y guantes. Este TPE:
 - Permanecerá fuera del haz directo y lo más apartado posible del tubo.
 - Deberían anotarse en un registro los datos (nombre de la persona que ha sujetado al paciente, fecha, número de disparos, datos radiográficos y técnica radiográfica).
8. La distancia foco-piel nunca inferior a 45 cm.

NORMAS DE TRABAJO CON EQUIPOS MÓVILES.

Conviene ampliar y adaptar estas normas a cada caso y tenerlas visibles.

1. No dirigir el haz directo hacia ninguna persona que no sea el paciente.
2. Durante el disparo el personal debe permanecer alejado del paciente (al menos 2 metros y con la angulación adecuada) y llevar delantal protector.
3. Diafragmar el campo exploratorio al mínimo y utilizar protectores gonadales, cuando sea necesario y posible.
4. Utilizar dispositivos de centrado y distanciadores .
5. Si es imprescindible sujetar al paciente o el chasis:
 - Permanecerá fuera del haz directo y lo más apartado posible del paciente y del tubo.
 - Deberían anotarse en un registro los datos (nombre de la persona que ha sujetado al paciente, fecha, número de disparos, datos radiográficos y técnica radiográfica).
6. El dosímetro es un testigo de la radiación que recibe la persona. Debe llevarse puesto cuando se trabaja, pero mantenerlo alejado de la radiación cuando no sea así.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.

BUSHONG, S. (1993).- **Manual de radiología para técnicos. Física, Biología y Protección radiológica** (5ªed.).Mosby, Madrid (pp.601-645).

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR (1.994).- **Manual Práctico de Seguridad Radiológica**. Madrid(pp40-57).

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR (1.994).- **La protección Radiológica en el Medio Sanitario**. Madrid (pp60-66).

GONZALEZ RICO J.(1.996).-**Tecnología Radiológica**.Paraninfo.Madrid(pp.531-558)

HERBERT H. FROMMER.(1.993).- **Radiología para el auxiliar de odontología**.(5ª ed. Mosby, Madrid(pp.58-76)

MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (1988).- **Protección Radiológica. Parte II: Radiodiagnóstico**. (Colección Sanidad Ambiental).Secretaría General Técnica, Madrid (pp.10-47)