

Recomendaciones sobre protección radiológica

por

Dr. James Fernández

Los descubrimientos en física nuclear y sus aplicaciones prácticas, desde el último congreso internacional, han aumentado mucho el número y extensión de los peligros posibles. Al mismo tiempo las investigaciones biológicas han ampliado nuestros conocimientos sobre los peligros inherentes a las radiaciones ionizantes. Estos conocimientos han confirmado la importancia de efectos tales como genéticos, carcinogénicos y han dado información sobre niveles tolerables de radiación.

La Comisión Internacional Sobre Protección Radiológica ha adoptado por esto nuevas normas de seguridad contra radiación y con criterio más rígido. Debido a que la experiencia sobre los efectos de la radiación es limitada, las normas de protección están sometidas a revisión de modo continuo.

Las lesiones que pueden producir las radiaciones son: 1) Lesiones superficiales. 2) Efectos generales sobre el cuerpo, especialmente sobre la sangre y órganos generadores de la misma, produciendo anemia y leucemia. 3) Producción de tumores malignos. 4) Otras lesiones tales como: cataratas, obesidad, alteración de la fertilidad y reducción de la actividad vital. 5) Efectos genéticos.

Además del valor previamente aceptado de un 1r por semana, como exposición máxima tolerable a la radiación externa, se necesita revisión de acuerdo con la naturaleza de las radiaciones a que están expuestos hoy los trabajadores. A esto se debe añadir la dificultad de que el rontgenio no es una unidad de dosis aceptada para todas las radiaciones ionizantes.

La dosis de tolerancia que el cuerpo puede soportar sin malos efectos fue por muchos años establecida en 1×10^{-5} r/seg. por 200 horas de trabajo al mes. Genetistas sostienen, no obstante, que sólo una dosis de un décimo de esa intensidad, o sea 1×10^{-6} r/seg., puede ser considerada segura contra los efectos biológicos malignos. Este problema ha tenido renovado interés debido a las radiaciones de las bombas atómicas (2).

Una Comisión Internacional Sobre Protección Radiológica bajo los auspicios del Congreso Internacional de Radiología ha funcionado desde 1931, en requerimientos estandarizados para protección adecuada de los rayos X; mientras más altos los voltajes usados, tales standards se hacen más importantes. Las recomendaciones de 1950 son de que una dosis máxima permisible recibida por

la superficie del cuerpo entero, será de 0.5r por semana, o 0.3r medida en aire libre. Un nuevo comité formado en los EE.UU. ha preparado un conjunto detallado y unificado de recomendaciones de seguridad (protección a rayos X y alto voltaje, etc.).

Los efectos más peligrosos de la radiación externa en relación con el estado general del individuo son los que afectan los órganos generadores de la sangre. La cifra 1r. por semana adoptada previamente por la Comisión Internacional Sobre Protección Contra Rayos X y el Radio, parece muy aproximada al umbral probable que produce efectos perjudiciales, especialmente para radiaciones de elevada energía, que hoy se utilizan con más frecuencia que antiguamente. Por lo cual debe tenderse a una reducción de la dosis superficial. De acuerdo con estas razones y las expuestas en la introducción se recomienda que: 1) En circunstancias en que deba exponerse el cuerpo entero durante un período definido a radiaciones X o gamma de quantum de energía inferior a 3mev, la dosis máxima tolerable recibida por la superficie del cuerpo será de 0.15 rontgenio por semana. Esta dosis corresponde a 0.3r por semana medida en el aire libre.

CONDICIONES DE TRABAJO

Con los modernos tubos de rayos X a prueba de shock sumergidos en aceite, el operador y el paciente son mejor protegidos que antes de las radiaciones directas, excepto aquella que escapa por el obturador del tubo durante el tiempo que éste está en uso. El equipo que no tenga esta protección debe ser desechado. Bajo estas condiciones el operador está expuesto a las radiaciones sólo cuando se coloca a sí mismo directamente en el campo de radiación. Esto puede suceder de tres maneras: 1) Cuando el tubo se coloca de tal manera que los controles estén en la línea de exposición. 2) Cuando la película o chasis es sostenida para mantener posición durante la exposición (películas dentales sostenidas por el operador en vez de por el paciente. 3) Durante el examen fluoroscópico; sólo en este último caso es inevitable alguna cantidad de exposición.

1) Se debe determinar de modo sistemático la cantidad de radiación recibida por los operadores para comprobar que no se ha sobrepasado la dosis tolerable máxima. 2) Los que trabajan con radiaciones deben ser sometidos al ingresar, y después una vez cada tres meses, a un análisis de sangre efectuado por un especialista, y una vez al año a un reconocimiento médico general, que concederá atención especial a las manos. Estos exámenes determinarán la aceptación, el rechazamiento, la limitación o terminación de la ocupación que lleva consigo la exposición a radiaciones. 3) Todas las habitaciones tendrán una ventilación adecuada. Puede ser necesario en ciertos climas recurrir al aire acondicionado. En habitaciones de dimensiones normales de unos tres mil pies cúbicos, 90 metros cúbicos en que se instalan los aparatos con protección, el sistema de ventilación debe ser capaz de renovar el aire de la habitación seis veces cada hora como mínimo y, si son aparatos sin protección, por lo menos 10 veces por

hora. Las entradas y salidas de aire deben colocarse de modo que se consiga una ventilación a través.

Es deseable que en los locales destinados a rayos X se trabaje a una temperatura de 18 a 22 grados centígrados (65° a 72° F).

Las habitaciones para rayos X serán grandes, a fin de permitir una colocación conveniente del equipo; se recomienda una área de suelo mínima de 25 metros cuadrados para el local de rayos X y 10 metros cuadrados para el cuarto oscuro; la altura del techo no debe ser menor de 3½ metros. Los generadores de alta tensión que lleven sistema de alta tensión al descubierto deben ser colocados en una habitación distinta de la del tubo de rayos X. 4) Nadie que trabaje habitualmente en rayos X debe exponerse por ningún motivo a un haz directo de rayos X. 2º: El operador debe colocarse lo más lejos posible del tubo haz de rayos X. Deberá tener en cuenta que las válvulas son capaces de producir rayos X. 5) El tubo de rayos X deberá ser autoprotegido y si no rodeado lo mejor posible de un material protector con el equivalente de plomo adecuado. 6) Deberán colocarse pantallas de material protector contra las radiaciones primarias y secundarias. 7) Los exámenes a la pantalla deberán hacerse lo más rápidamente posible con intensidades y apertura de pantalla mínimas. 8) El vidrio de plomo de las pantallas fluorescentes deberá tener un espesor suficiente para reducir la radiación a nivel tolerable. 9) Debe de protegerse de la radiación difundida por el enfermo. 10) Los guantes protectores deberán tener un valor protector no inferior a un tercio de milímetro de plomo. Los delantales deberán tener un valor de medio milímetro de plomo.

Importa de modo especial que el médico que explora no coloque la mano sin la protección debida delante del cono de rayos; hasta cierto punto el paciente con su cuerpo ofrece una protección eficaz, de modo que una palpación eventual puede efectuarse sin preocupación alguna a condición de mantenerse dentro de los límites indicados en la siguiente tabla.

RADIOSCOPIA - DOSIS ROENTGEN EN LA MANO DEL MEDICO QUE PALPA

| Distancia entre la mano del médico que palpa y el tubo | Grosor del paciente | Tensión | Miliamperios | Filtro | Dosis por minuto | La dosis de tolerancia se alcanza en |
|--|---------------------|---------|--------------|----------|------------------|--------------------------------------|
| 76 cm. | 20 cm. | 85 Kv. | 4 | ½mm. Al. | 0.004 | 15 minutos |
| 50 cm. | 10 cm. | | | | 0.007 | 60 minutos |

El peligro existe cuando se intenta realizar maniobras en el paciente exponiendo la mano directamente a la luz Roentgen (3).

Aún hoy día, aunque los terribles efectos de la exposición prolongada son bien conocidos, continúan ocurriendo accidentes. Hay varias razones por las cuales médicos y técnicos tardan en adoptar y son descuidados en llevar a cabo las medidas de protección: 1) No hay efecto inmediato de pequeñas exposiciones que pueda ser detectado por los sentidos. 2) El daño no se hace aparente hasta semanas y algunos casos años después de la exposición. 3) *El efecto es acumulativo*. 4) Pequeñas dosis repetidas por un largo período de tiempo pueden tener efecto similar al de una sólo dosis masiva.

El aparato productor de rayos está constantemente cambiando, y rayos de mucho mayor intensidad y penetrabilidad son generados, los cuales requieren cambios constantes de métodos de protección.

Todas las medidas de protección limitan hasta cierto punto la libertad del operador y requieren constante atención a una técnica rígida, similar a la técnica operatoria del cirujano. El radiólogo bien entrenado de hoy jamás expone sus manos sin protección a los rayos directos, de la misma manera que un cirujano jamás operaría sin la protección de guantes de hule.

Se ha llamado la atención de los peligros inherentes a las máquinas modernas a prueba de shock, especialmente cuando son usadas para la reducción de fracturas bajo control fluoroscópico; estos aparatos tienen un escape de energía considerable y por sus cualidades (prueba de shock) es posible operar muy cerca de la fuente de rayos. En estas condiciones pueden producirse daños severos a la piel, en exposición de sólo unos pocos minutos. La ignorancia de los factores que determinan la dosis de radiación ha sido la causa de la mayoría de estos accidentes.

Un estudio de pacientes que ingresaron a la Clínica Mayo con daños en la piel causados por exposición a los rayos X ha sido reportado por Leddy (4), casi todos eran dentistas o cirujanos, estando los radiólogos casi ausentes de la lista. La contestación a esto es clara: solamente aquellos entrenados en el uso de los rayos roentgen deben practicar observaciones fluoroscópicas de cualquier clase, y la fluoroscopia debe ser limitada a aquellos casos en los cuales la información necesaria no puede ser obtenida por otros métodos.

La reducción rutinaria de fracturas bajo control fluoroscópico, debe ser abandonada (4).

Protección a dar a los departamentos de radiodiagnóstico:

1) Barreras de protección estructurales que se ponen entre el haz útil, radiación directa y radiación secundaria y el operador. Pueden ser de lámina de plomo, concreto o ladrillo con las siguientes equivalencias:

| Plomo | Concreto de 147 lbs. por pie ³ o densidad 2.4 | Ladrillo de 1.5 qr. por cm. ² |
|---------|---|---|
| 1 mm. | 80 mm. | 170 mm. |
| 1.5 mm. | 100 mm. | 200 mm. |
| 2.5 mm. | 210 mm. | 290 mm. |
| 4 mm. | 220 mm. | 430 mm. |
| 9 mm. | 240 mm. | 425 mm. |

Sus equivalencias pueden combinarse o sumarse.

El espesor de las barreras para proteger del haz útil deben ser a un metro del ánodo.

La distancia atenúa la intensidad (r/m) y la hace inversamente proporcional al cuadrante de la distancia. En los casos en que se quiera la distancia como único factor de protección se requieren 40 metros para la radiación útil (desde el ánodo de un aparato de radiodiagnóstico 100 (kvp).

Cuatro metros para la radiación directa y la secundaria.

Setenta metros para la radiación útil desde el ánodo de un aparato de radioterapia profunda (200-250) kvp) (6).

Las barreras de paredes y pisos no deben dejar ranuras. Se recomienda superponer las orillas una media pulgada en las paredes, soldar las láminas en los pisos sin reducir su espesor. Superponer los dobleces en los rincones y correr el plomo en los pisos unos centímetros más allá de cada puerta de comunicación con "sitios ocupados".

Cuando se usen bloques de concreto o ladrillos la mezcla de unión además de no dejar hueco contendrá densidad igual a la especificada para concreto y ladrillo respectivamente. De acuerdo con esto cada radiólogo deberá hacer planos señalando ya específicamente los espesores recomendados en su instalación.

El radiólogo no debe depender enteramente de los ingenieros constructores y de los manufactureros de equipos de protección, sino que él mismo debe hacer pruebas repetidas para ver si hay fallas y probar la eficacia del material de protección. El vidrio de plomo usado para la ventana de observación y sobre la pantalla de fluoroscopia debe recibir especial atención.

La cubierta del piso de los cuartos de rayos X deberá de ser de material aislante, por ejemplo madera, caucho o linóleo. Donde se empleen conductores permanentes de techo no deben estar a menos de tres metros del suelo.

Siempre que sea posible deberán colocarse conexiones a tierra que protejan las partes más accesibles del sistema de alta tensión. Se recomienda el uso de equipos de rayos X protegidos (shock proof).

Nunca deberán emplearse anestésicos de bajo punto de ignición cuando se trabaje con rayos X.

Parecería que en el tiempo presente únicamente por ignorancia o descuido pudieran presentarse daños como los descritos anteriormente; no obstante los daños a los médicos no entrenados en rayos X van en aumento, de acuerdo con los reportes publicados.

Puesto que la cantidad de exposición a la cual un individuo puede estar continuamente expuesto con seguridad no es todavía conocida definitivamente, y puesto que hay una gran diferencia en la dosis de tolerancia individual, sólo una dosis estimativa ha sido hecha; en el presente esto está arbitrariamente puesto en 0.3r por semana de 48 horas o 0.00625r por hora.

En radiología se ha demostrado que no existen dosis estimulantes de rayos X, se ha hablado y trabajado con dosis permisibles. En vista del *conocimiento de que los efectos producidos por ciertas radiaciones son irreversibles y acumulativos se recomienda encarecidamente* no se evite ningún esfuerzo que conduzca a reducir a nivel más bajo las exposiciones de cualquiera que fuese la radiación ionizante.

BIBLIOGRAFIA

1. ROCK CARLING E.; TAYLOR L. S. BINKS W. Y COL.
Revista Mexicana de Radiología, 2, 181 (1952).
2. CLAR G. L.
Applied X Rays, Mac Graw & Company. Fourth Edition, 179. New York (1955).
3. SCHINZ H. R.; BAENSCH W. E.; FRIEDL E.; UEHLINGER E.
Roengen - Diagnóstico, Tomo 1, 72. *Salvat Editores Barcelona*. Quinta Edición, 1953.
4. HOLMES G. M.; SCHULZ M. D.
Therapeutic Radiology. Lea & Febiger, 323. Philadelphia, 1950.
5. SANTIN G.
Revista Mexicana de Radiología, 1, 31 (1952).