

CAPITULO # 19

ASPECTOS MEDICO LEGALES

DE LA RADIACION

DR. DENNIS A. CASTRO BOBADILLA
DRA. AREMA DICKERMAN KRAUNICK

COLABORADORES:
DRA. IRIS JACKELINE GONZALES
DRA. CLAUDIA CRUZ CANALES
DRA. DIANY MORALES POZZO
DRA. IVETHE JOHANA ROMERO
DR. EDWIN JOSUE LEON
DR. OLMAN RENAN AVILA

INTRODUCCION

Este trabajo esta dirigido a estudiar la causa más importante de exposición radiológica de fuentes artificiales: Radiodiagnóstico. Para lograr este objetivo se realizó una investigación bibliográfica y de campo, en la cual se investigó, principalmente, el grado de seguridad de un examen radiológico, que a base de un juicio clínico competente beneficie al paciente.

El objetivo de la protección radiológica del paciente ha evolucionado gradualmente desde la preocupación por la exposición de las poblaciones. El propósito es asegurar que las dosis no son lo suficientemente bajas para justificar en examen radiodiagnóstico determinado, sino que se mantienen incluso más bajo cuando se pueda conseguir de manera razonable.

La limitación de riesgo a un paciente determinado está generalmente implícita en la decisión médica de que tal examen es de utilidad al paciente. Si cada examen individual esta debidamente justificado, el riesgo co-

lectivo está forzosamente justificado. Sin embargo, es necesario evaluar la dosis colectiva debida a varios exámenes médicos, ya que proporcionan indicaciones útiles sobre las situaciones donde las medidas de protección relacionados con el diseño o la elección de métodos que pueden aplicarse con mayor eficacia.

Reiteramos que nuestro propósito de este trabajo es de servir de guía a los estudiantes de medicina, de odontología, médicos, radiólogos y otras personas que participan en el radiodiagnóstico con respecto a los factores que influyen sobre la dosis de radiaciones y por consiguiente los riesgos debidos a la radiación en diferentes tipos de exámenes radiológicos, además pretendemos dar a conocer los efectos y daños que producen en la población, la radiación.

FORMULACION DEL PROBLEMA

El uso de Rayos "X" en Medicina, además de adoptar un beneficio al paciente y al medio que los rodea

se crea una área estéril pueden tener radiación residual de varios niveles desde altas hasta muy bajas. Si el nivel de radioactividad es alto, todas las formas dominantes probablemente mueran y el área denudada puede sufrir severa erosión.

Eventualmente la región podría resurgir con nuevas formas pioneras. Dependiendo de que progresos hacen en ellas en el área, podrían cambiar aspectos en las formas sucesoras que estarían establecidas bajo nuevas condiciones incluyendo un factor residual de radioactividad.

Selección Natural y Radiación

La selección natural: es el nombre dado a la fuerza o combinación de fuerzas necesarias para la supervivencia de ciertos tipos de organismos sobre todos y es guiada por un factor de evolución, con este mecanismo y con un factor de radiación quienes son causa de una aumento en los rangos de mutación, por lo tanto de variaciones que pueden ser producidas por largo tiempo creando especies con mayor resistencia a la radiación, no solamente el número de especies con alta radioresistencia aumenta, sino que algunos con baja radioresistencia pueden también existir.

Factores que influyen en la radiosensibilidad:

- **Temperatura:** Es un factor físico que ha tenido mucha influencia sobre la radiosensibilidad. así los organismos de sangre caliente (pájaros y mamíferos) son usualmente más sensibles a la radiación que los organismos de sangre fría.
- **Especies específicas:** Por ejemplo, los organismos de reproducción asexual son menos sensibles a la radiación de aquellos que se reproducen sexualmente.
- **Habitar específico.**
- **Tamaño:** Un tamaño pequeño puede habilitar a la destrucción dependiendo también de el poder de penetración de la radiación.

Radioecología Conclusiones

- 1- Las catástrofes atómicas, fuego, y niveles letales de radiación, matarían grandes números de plantas y animales, produciendo áreas estériles que lleva a la erosión y serán seguidas por estados pioneros de sucesión ecológica. que tipo de clima podría

resultar finalmente, la extinción de especies endémicas y la producción de nuevos mutantes. Primero de la existencia de formas pioneras y más tarde por formas que han invadido zonas adyacentes. Algunas formas de vida como el hombre pueden deteriorarse o morir.

- 2- Largos períodos de exposición y el incremento en los niveles de radiación podrían facilitar la extinción de pequeñas poblacionales de especies.
- 3- Se debe de planear la investigación ecológica para proceder y seguir la instalación de establecimientos de energía atómica para desarrollar un banco de información sobre el cual basar una teoría de radioecología y de el avance de la ecología en general.

Midiendo los Riesgos de las Radiaciones

Se ha dicho frecuentemente que se conoce más acerca de los efectos dañinos de la radiación que de otro agente tóxico, probablemente por el gran volumen de literatura publicada acerca de esto.

Lawrence sugiere cuatro planteamientos básicos de investigación para asesorar los riesgos de la radiación:

- 1- Definir las condiciones de exposición.
- 2- Identificar los efectos adversos.
- 3- Relacionar la exposición con el efecto.
- 4- Estimar la longitud del riesgo.

Condiciones de Exposición

Las radiaciones iónicas tienen la valiosa propiedad de ser rápidamente detectadas, así como dosimetría en comparación con otros agentes tóxicos es relativamente exacta.

En muchos casos la contaminación interna es fácilmente detectada por contadores corporales o técnicas de ensayo. Por el mismo motivo las medidas de cualquier desprendimiento de reactividad al medio pueden ser llevadas acabo con gran sensibilidad.

Nosotros podemos incluir por lo tanto que las condiciones y la magnitud de la exposición son bien conocidas. La Figura 1 nos muestra un resumen de las principales fuentes de exposición de radiación en el humano en el tiempo presente y predicción hasta el año 2000. La radiación se considera como una forma

rara de contaminación por cuanto la mayor exposición al hombre es de origen natural.

Si varios niveles de radiaciones iónicas fueran dominantes en su influencia sobre los agentes tóxicos del medio. Puede ser por lo tanto esperado de que se observe correlaciones significantes entre la incidencia de cáncer y niveles de radiación externa.

Se puede decir que las radiaciones en el medio son cancerígenas a dosis de -0.1 rem/año por lo que hay agentes tóxicos en el medio mucho más importantes.

Nosotros ahora sabemos que una pequeña fracción de cáncer es causado por la exposición a medios naturales de radiación iónica.

La Figura No. 1 nos demuestra un rol muy importante del Dx por radiología como fuente de exposición de radiación en el hombre.

Esto es sin duda y continuará siendo la fuente dominante de exposiciones a las radiaciones. Chamberlain: 'La radiología médica es la única situación legítima en que la exposición a la radiación es dada al humano con propósito de su propio beneficio'.

Thomas y Beesick han sugerido que los niveles de exposición en los Estados Unidos actualmente de la Radiología Dx es por lo menos 10,000 veces más beneficiosa que dañina. Sin embargo en la ausencia de una resolución satisfactoria al problema de una dosis pequeña es prudente asumir de que todas las exposiciones a la radiación son dañinas no importando cuan pequeña es la dosis.

Consideraciones como éstas han llevado a sugerencias de que es necesario urgentemente reducir la exposición a radiaciones iónicas por fuentes médicas.

Morgan sostiene este punto de vista citando 5 argumentos:

- 1.- Las exposiciones médicas en los Estados Unidos son mayores en un factor de 2 a 10 que en la mayoría de los países avanzados del mundo.
- 2.- No hay entrada (comienzo) a los efectos defectuosos de la radiación.
- 3.- Extrapolaciones lineales de efectos biológicos observados a altas dosis de radiación pueden subestimar efectos a bajas dosis.

4.- Pese al presente interés hacia los efectos somáticos de la radiación, los riesgos genéticos son todavía el límite del daño en la radiación.

5.- Bajos niveles de exposición como los utilizados en el Dx médico pueden ser dañinos.

Hay muchas organizaciones en los Estados Unidos que están haciendo presión para reducir la exposición a la radiación por fuentes médicas. Así como también se han publicado guías para el uso de Rayos X en medicina reduciendo así la utilización de estos cuando el paciente expuesto no tiene síntomas o como método Dx de rutina.

Efectos de Radiación

La energía radiante absorbida en los tejidos inicia reacciones físicas y químicas que dan como resultado cambios biológicos. Algunos aparatos de radiodiagnóstico, especialmente equipo radioscópico inadecuadamente utilizado, puede impartir dosis de radiación suficientemente elevadas como para producir reacciones celulares que se manifestarán como reacciones agudas e incluso lesiones. Sin embargo, en exámenes radiodiagnósticos correctamente efectuados, no se producen esos aspectos agudos de la reacción por que las dosis están muy por debajo del umbral para la aparición de dichos efectos. No obstante, es posible que no haya un límite inferior de dosis para la iniciación de algunos efectos biológicos nocivos.

Efectos No Estocásticos:

Son los que se producen como una consecuencia inevitable de la exposición a grandes dosis de radiación pero no ocurren con dosis inferiores al valor umbral necesario para destruir un número suficiente de células. Estos efectos no ocurren casualmente. Basta con que la dosis sea alta para que los efectos ocurran siempre.

Efectos Estocásticos:

Es cuando una pequeña dosis de radiación absorbida es capaz de incrementar el riesgo de desarrollar neoplasias e inducir mutaciones o alteraciones cromosómicas (si los cambios del DNA son incluidos en las células germinales) que conducen a efectos hereditarios.

Entonces, la probabilidad de que ocurra un efecto depende de la dosis de radiación (Efecto No Estocástico). Es contraste, la severidad del efecto es independiente de la dosis (Efecto Estocástico).

Inicialmente, los riesgos de radiación más inquietantes eran los producidos por dosis relativamente elevadas, recibidas por unas pocas personas. Hoy en día existe una preocupación creciente por los efectos nocivos que se pueden esperar de la exposición de poblaciones numerosas a pequeñas dosis de radiación. El efecto nocivo que se puede esperar es principalmente un pequeñísimo incremento en la reincidencia de neoplasias.

Secuencia de los efectos biológicos de la radiación:

- 1.- La radiación interactúa con átomos en los tejidos, liberando electrones y otras formas de radiación secundarias.
- 2.- La radiación secundaria es absorbida localmente en los tejidos produciendo una gran excitación localizada y separación de los enlaces moleculares.
- 3.- Se forman productos químicos reactivos (radicales libres) inestables, que interfieren con las reacciones bioquímicas vitales, normales de las células tisulares. Los daños de los productos radioactivos pueden incluir efectos sobre macromoléculas irremplazables tales como proteínas, moléculas del DNA y cromosomas. La molécula principal afectada es el DNA.
- 4.- En respuesta a la alteración de las reacciones bioquímicas, ocurren cambios morfológicos y funcionales en los tejidos. Estos cambios pueden conducir a una gran escala de alteraciones fisiopatológicas y en el caso de tejido gonadal irradiado a alteraciones genéticas.

Los eventos en los pasos 1 y 2 ocurren dentro de aproximadamente 10^{-4} segundos y son referidos como efectos de la radiación. Estos pueden producir algunos daños a niveles celular y molecular. Sin embargo, desde que el agua constituye 80-90% de la célula, la mayoría de los efectos envuelven la radiólisis del agua celular. La radiólisis conduce a la formación de radicales reactivos, los cuales interactúan como los constituyentes celulares e interfieren con las reacciones bioquímicas.

Los eventos del paso 3 llamados efectos indirectos de la radiación ocurren entre fracciones de segundos a minutos después de la exposición. Muchas de estas reacciones ocurren sobre macromoléculas que son esenciales para la función celular y supervivencia.

En relación a los cambios morfológicos y funcionales perfilados en el Paso 4, ocurren en horas después de la exposición. Si una célula con estos cambios se divide, los cambios pueden ser distribuidos a las células hijas, y la injuria original puede ser propagada de una a muchas células resultando finalmente en una gran escala de alteraciones fisiopatológicas observables. Estas alteraciones pueden ocurrir desde varias horas a muchos años después de la injuria original, dependiendo del efecto particular. Los efectos genéticos aparecen en las generaciones subsiguientes. El intervalo de tiempo entre la injuria y el apareamiento de efectos a gran escala se conoce como período de latencia. Los efectos que aparecen relativamente rápido son llamados efectos a corto plazo. En el hombre los efectos a largo plazo o tardíos pueden tener un período de latencia de varios años.

Efectos Sobre los Cromosomas:

La mayoría de las macromoléculas tales como proteínas, DNA y enzimas de las células son muy pequeñas para ser observadas directamente. Consecuentemente los efectos de la radiación sobre estas moléculas deben ser estudiados por procedimientos indirectos tales como experimentos bioquímicos. Las cromosomas, sin embargo, son bastante grandes para ser observadas mediante microscopía. En vista de la gran importancia de las cromosomas en la función celular, reproducción y transferencia de información genética, los efectos de la radiación han sido ampliamente estudiados.

Los cambios que se ha observado después de la radiación incluyen:

- 1.- Los cromosomas que hacen viscosos, los que provienen de la división completa en mitosis.
- 2.- La separación de las cromosomas en la anafase está inhibida retrasando la complementación de la mitosis.
- 3.- Ocurre ruptura de cromosomas en forma desigual entre las células hijas las cuales son incapaces para la reproducción.

Además de estos cambios los cuales son directamente observables bajo un microscopio, los experimentos demuestran que ocurren mutaciones cromosómicas. Los cromosomas mutantes son cromosomas alterados capaces de reproducción. Contrariamente, la mayoría de cromosomas anormales formados son incapaces de

reproducción, en vista de que una célula con división cromosómica interrumpida, sus células hijas usualmente mueren.

Factores que Afectan la Respuesta Celular:

La sensibilidad de una célula a la radiación depende primordialmente del tipo de célula.

Ley de Radiosensibilidad - es directamente proporcional al grado al cual la célula se divide e inversamente proporcional al grado de especialización de la célula.

De acuerdo a esta ley, las células que se reproducen rápidamente (células embrionarias) son extremadamente sensibles a la radiación, mientras, las células altamente especializadas (células nerviosas) son menos sensibles.

Otros factores que influyen en la radio sensibilidad de las células incluyen:

- 1.- El grado de actividad celular (a mayor grado metabólico, mayor sensibilidad).
- 2.- El estado de nutrición (las células mal nutridas son menos sensibles).
- 3.- La presencia de ciertos agentes químicos en la célula o en el medio. Por ejemplo, el oxígeno puede acrecentar la radiosensibilidad mientras otras sustancias tienden a promover la reparación del daño de la radiación. Así las células cancerosas en el centro de un gran tumor pueden estar mal nutridas y desoxigenadas, entonces, estas pueden ser relativamente insensibles a la radiación.

La respuesta de las células a la radiación pueden también depender del tipo de radiación y de la manera en que es liberada a las células.

Las características importantes de la radiación incluyen:

1. El tipo de radiación.
2. Dosis absorbida total.
3. Número de exposiciones.
4. Dosis por exposición.
5. El intervalo de tiempo entre las exposiciones.

En general, la capacidad de los rayos X para producir efectos tempranos (por ejemplo, muerte celular) dis-

minuye en la medida en que las dosis por exposición están disminuidas, y si el intervalo de tiempo entre las exposiciones está aumentado.

Cuando las dosis son bajas y los intervalos entre las exposiciones son prolongados, aparentemente permiten algún grado de reparación del daño en la célula injuriada, mientras dosis grandes con períodos de tiempos cortos produce muchas injurias en las células inhibiéndose reparación.

Respuestas Sistemáticas y de Algunos Organos a la Radiación

El Cuerpo Como un Todo:

la dosis letal absoluta de abrevia LD-LD₅₀ es la dosis absorbida que causa la muerte en 50% de la población expuesta.

SÍNTOMAS CLÍNICOS DE LA RADIACIÓN

Sistema Circulatorio

Las células sanguíneas circulantes tienen una vida media relativamente corta. Por ejemplo, los granulocitos y plaquetas es de cerca de tres días, de los linfocitos es de menos de 24 horas y aproximadamente de 120 días para los glóbulos rojos.

Consecuentemente los órganos formadores de sangre (médula ósea y tejido linfático) deben reemplazar continuamente las células muertas de la sangre.

Las células inmaduras que se encuentran en la médula ósea son muy especializadas y se multiplican con gran rapidez. Estas células son relativamente radiosensibles, mientras que los glóbulos rojos maduros son radioresistentes. Esto no ocurre con los glóbulos blancos.

Dentro de las 24-48 horas siguientes a una dosis grande de radiación los linfocitos radiosensibles pueden desaparecer de la corriente sanguínea. La ausencia de estas células en la sangre continúa que son reemplazadas por células no dañadas.

Ojos:

Después de la exposición a grandes dosis de radiación puede aparecer opacidad de los lentes. En el hombre una dosis de más de 200 Rad puede causar opacidad del cristalino (formación de cataratas). Además se puede producir atrofia de los lentes.

Piel:

Tiempo después de exposición	Dosis letal L.D (650 RAD)	Dosis letal LD ₅₀ (450 RAD)	Dosis Subletal (100-200 RAD)
1era. Semana	Náuseas, Vómitos en primeras 2 horas. Diarrea, Vómitos, inflamación de boca y garganta.	Náuseas, Vómitos después de 2 horas. Síntomas no definidos.	Posibles Náuseas y Vómitos. Síntomas no definidos.
2da. Semana	Fiebre, disminución rápido de peso.	Alopecia, anorexia, malestar general.	Síntomas no definidos.
3era. Semana		Fiebre, enrojecimiento de boca y garganta.	Alopecia, anorexia, malestar general, dolor de garganta, palidez sangrado, diarrea.
4ta. Semana		Palidez, sangrado, diarrea, disminución rápida de peso, muerte (mortalidad arriba del 50%).	Recuperación.

La piel es altamente radiosensible. Varias horas después de una dosis de 400 Rad aparece eritema, posteriormente pueden aparecer úlceras y necrosis. La reacción principal ocurre cerca de dos semanas después de la exposición y si la dosis es grande, pueden producirse efectos graves.

Huesos y Dientes:

Los huesos y dientes son radiosensibles durante la etapa temprana de desarrollo y dosis menores de 500 Rad puede causar alteraciones en el crecimiento óseo y dental. Estos efectos son particularmente importantes durante la radioterapia en niños.

Aparato Gastrointestinal:

Una dosis menor de 50 Rad puede retrasar la división normalmente rápida de las células que recubren la

mucosa intestinal. Este retraso puede causar irritación grave del aparato gastro-intestinal. Con dosis mucho mayores (mayor a 1,00 Rad) hay destrucción de la mucosa y el resultado es diarrea, deshidratación, toxemia y otras complicaciones que conducen a la muerte.

Organos Reproductores:

En el hombre y la mujer las células que se convierten en células germinales maduras son radiosensibles. Estas células se vuelven sensibles durante las etapas tardías del desarrollo. Las dosis relativamente pequeñas de radiación pueden agotar el suministro de células germinales masculinas inmaduras y causar esterilidad temporal cuando el suministro de células germinales maduras comienzan a agotarse. La esterilidad persiste hasta que la población de célula madura es reemplazada.

La esterilidad permanente ocurre en la mujer secundaria a la muerte de la población completa de leucocitos inmaduros.

Embrión y Feto:

Antes de la implantación en el útero, un huevo fertilizado puede ser destruido con dosis mayores de 150 Rad.

Durante el período organogénesis (2-6 semanas después de la concepción) las células inmaduras se están multiplicando rápidamente y el embrión es particularmente susceptible a las malformaciones inducidas por la radiación. El tipo de malformación depende de cuales son los órganos que están pasando a través del estado crítico del desarrollo.

La irradiación durante las etapas tardías del desarrollo fetal principalmente órganos que maduran posteriormente como los ojos, cerebro, SNC y gónadas.

Efectos Somáticos Tardíos:

Pueden ocurrir muchos años después de la exposición a la radiación. En caso de niveles bajos de exposición, estos efectos son observables sólo como estadística en la incidencia de ciertas condiciones tales como leucemias y otras formas de cáncer.

Desafortunadamente no hay mucho conocimiento acerca de la relación entre los efectos de la exposición a bajas dosis y los efectos a largo plazo. Parece ser que la probabilidad (por persona por unidad de dosis) de un efecto tardío particular es relativamente pequeño. Sin embargo, cuando un gran número de dosis bajas de radiación, un número significativo de individuos puede estar afectado.

Cáncer:

La exposición crónica a la radiación puede iniciar el desarrollo de cáncer en una variedad de tejidos y órganos. El mecanismo para inducción de cáncer no está claro. Por ejemplo, se ha asociado el desarrollo de cáncer de hueso en trabajadores que se dedican a pintar carátulas de reloj con pintura fluorescente de radio, además de ha visto que los pioneros en radiología, técnicos y dentistas han desarrollado varios tipos de cáncer. En particular, una serie de casos de cáncer de piel han sido atribuidos a la irradiación de las manos mientras sostienen las placas fotográficas durante la

exposición. También, un aumento en la incidencia de cáncer de pulmón se ha reportado en mineros que trabajan con uranio los que han inhalado partículas radioactivas que se alojan dentro de los pulmones. Los japoneses sobrevivientes de la bomba atómica por su parte, han presentado un marcado aumento de leucemias y otras formas de cáncer. Una gran variedad de Neoplasias han sido observadas mucho tiempo después que la persona ha sido tratada con radioterapia. Varios estudios han reportado una correlación entre leucemia infantil e irradiación del feto durante el examen pélvico de la madre a dosis de 1-5 Rad. Estos hallazgos junto con el hecho de que el embrión y el feto son extremadamente sensibles a la radiación, han impulsado a la creación de una regla que aconseja que los estudios radiológicos selectivos que involucren la región pélvica de mujeres potencialmente embarazadas deben ser llevadas a cabo solamente dentro de los 10 días siguientes al inicio de la menstruación.

Acortamiento de la Vida:

La muerte temprana se ha atribuido al envejecimiento temprano acelerado en animales irradiados y ha sido claramente demostrado en experimentos de laboratorio cuidadosamente controlados. Si estos efectos ocurren o no en el hombre, es todavía cuestionable.

Un estudio de la edad promedio de muerte de los radiólogos no ha demostrado disminución en el promedio de vida en comparación con médicos sin exposición ocupacional a la radiación. A pesar de esto, se estima que la reducción de vida en el hombre varía de 1 - 30 días por rad recibido, siendo el rango más citado de 5 - 10 días/rad. Se cree que esto varía según la edad a la que se recibe la radiación pero que se necesita una dosis crónica de 1 rad/día para que ocurra este efecto.

Efectos Genéticos:

La información genética portada por cada espermatozoide o huevo puede ser alterada, reajustada u omitida de los genes de los cromosomas en las células germinales. Esto dará lugar al desarrollo de mutaciones que se transmitirán a las generaciones siguientes. De aquí que la irradiación innecesaria de las gónadas debe evitarse mediante el uso del protector gonadal.

Hallazgos patológicos en la lesión por Rayos X:

- Úlcera crónica obstructiva en aparato digestivo.
- Úlcera en piel.
- Depilación.
- Necrosis ósea o cartilaginosa.
- Anemia, leucopenia o depresión de la médula ósea.
- Daño Vascular como telangiectasias y obstrucción.
- Hialinización de la colágena y aumento de sustancia intercelular.
- Atrofia parcial o desaparición de algunas células con fibrosis.
- Quemaduras:

Grado I - Depilación temporal y eritema.

Grado II - Ampollas.

Grado III - Necrosis.

- Aberraciones cromosómicas.

Efectos por Dosis

Dosis	Efectos
100,000 r	Convulsiones Espásticas, muerte en segundos.
10,000 r	Alteración de la función del SNC.
Muerte	en minutos u horas.
1,000 r	Necrosis de tejido progenitor; 100% muerte en 30 - 60 días.
100 r	Leve enfermedad de la radiación.
10 r	Poco o ningún efecto.
10 r/día	Debilitamiento en 3 - 6 semanas. Muerte en 3 - 6 meses.
1 r/día	Debilitamiento en 3 - 6 meses. Muerte de 3 - 6 años.
0.1 r/día	Rango permisible de 1930 - 1950.
0.01 r /día	Rango permisible de 1957.
0.001 r/día	Radiación natural.

Usos de las Radiaciones en Medicina

Las exposiciones en medicina se refieren a la exposición de individuos sometidos a exámenes médicos o tratamientos con radiaciones.

Los objetivos de las prácticas médicas son: exámenes o tratamientos directamente relacionados con enfermedad; exámenes sistemáticos efectuados para el descubrimiento precoz de enfermedad de poblaciones o para comprobaciones periódicas del estado de salud; exámenes que forman parte de la vigilancia médica de trabajadores o efectuados con fines médico-legales o de seguro; exámenes o tratamientos como parte de un programa de investigación médica.

Exámenes o Tratamiento Directamente Relacionados con Enfermedad

La decisión sobre si un examen imparte cierta radiación a un paciente es con frecuencia, responsabilidad del médico que refiere al paciente y otras veces, del que efectúa el examen.

En, cualquier caso, sin embargo, es importante que la decisión se base en la evaluación correcta de las indicaciones del examen, de la responsabilidad de que los resultados afecten al diagnóstico y que se haga esta evaluación en el conocimiento de las propiedades físicas y efectos biológicos de la radiación.

En las exposiciones terapéuticas, las dosis absorbidas por los órganos son, en general mucho mayores y tanto los peligros de la exposición como los beneficios del tratamiento se deben de evaluar de manera cuantitativa.

Exámenes Sistemáticos

Algunos reconocimientos médicos efectuados periódicamente, sin relación con alguna enfermedad concreta, pueden requerir algunos exámenes radiológicos. Su justificación depende de la probabilidad de obtener información útil y de la importancia de ésta para la salud del individuo.

La justificación para estos exámenes en el descubrimiento precoz de enfermedad en poblaciones, debe basarse en el balance entre las ventajas para los individuos y el daño que puedan ocasionar dichos exámenes.

Exámenes Para la Vigilancia Médica de Trabajadores con Fines Médicos Legales

Los exámenes efectuados para evaluar la aptitud de un individuo para el trabajo, para obtener información con fines médico-legales o para evaluar el estado de salud de un beneficiario de un seguro pueden representar ventajas directas o indirectas para el individuo examinado, pero también para la empresa, terceros y asegurador. Se deben considerar todos estos aspectos para evaluar la justificación de dichos exámenes.

Exámenes Médicos

Los exámenes o tratamientos que forma parte de un programa de investigación médica aportan a veces beneficios directos al individuo expuestos pero otros no. La irradiación deliberada de personal como fin de estas investigaciones que no persiguen el beneficio directo de las personas irradiadas, deben ser efectuadas solamente por personas adecuadamente calificadas y adiestradas.

Tal irradiación se podrá únicamente con permiso de las autoridades a cargo de la institución donde se ha de efectuar la irradiación y de acuerdo a normas locales y nacionales, se debe informar a las personas implicadas de los riesgos estimados de la irradiación.

Cuanto más elevada sea la dosis, más rigurosos deben ser los requisitos sobre las condiciones para obtener auténticos voluntarios y sobre su capacidad de comprender el riesgo.

Indicación Para el Uso de el Radiodiagnóstico

En los últimos años, han habido muchos adelantos en los métodos de diagnóstico por imagen, entre los cuales tenemos: Tomografía Computarizada, el Ultrasonido, y los Métodos de la Medicina Nuclear. Estos métodos son preferidos ya que, últimamente, con ellos se pueden visualizar órganos que con técnicas radiográficas no se pueden hacer y son menos usados que éstos.

Pero en general el juicio del médico y del radiólogo, de que el examen radiológico propuesto pueda producir un beneficio neto al estudio, constituirá normalmente la 'justificación' de la exposición ante el rayo X.

Últimamente se están desarrollando criterios más específicos para el empleo del radiodiagnóstico, tanto en lo que se refiere a las condiciones como a contra indicaciones.

Las siguientes son algunas de las indicaciones en las que se hace uso de Radiografías:

- 1) Urografías excretoras en niños: Para evaluar el retraso de su desarrollo.
- 2) Reducción sistemática de fracturas bajo radiografías, y control post-reducciones.
- 3) Rx de senos paranasales.
- 4) Rx de cráneo en caso de traumatismos.
- 5) Rx preoperatoria sistemática del tórax.
- 6) Pelvimetría.
- 7) Enema de Bario.

Tipos de Rayos X

- 1- Exámenes del Tórax: Dichos exámenes representan una producción muy elevada y por lo tanto una fracción importante en las dosis que recibe la población en el Radiodiagnóstico.

En muchos casos se siguen utilizando campos de radiación excesivamente grandes, a veces insuficientemente amplios como para incluir gónadas, esto es a consecuencia de la no regulación del haz de luz del aparato llamado 'Colimador Multiplano (Diafragma Ajustable)' que es más útil cuando tiene localizador luminoso.

- 2- Exámenes en embarazadas: Además del riesgo que implica esto para la madre, es mucho mayor para el feto. No se deben hacer estudios de Rayos X antes de los 5 meses, y se debe hacer prueba de gravindex a toda mujer que tenga diez días de retraso de menstruación. Pero en general no se usa durante el embarazo. En caso de que deba hacer una radiografía del tórax o de otra parte del cuerpo, se deben de tomar muchas precauciones como blindaje correcto de región abdominal y se deben usar dosis menores de 10 uGy.
- 3- Mamografía: La vigilancia radiográfica de mujeres asintomáticas mayores de 50 años pueden ser útiles en la detección de cánceres pequeños (5 mm) y es conveniente de que se utilicen dosis mínimas.
- 4- Radiografía Dental: Esta exige una atención particular, por que es practicada extensamente por los radiólogos o personal especializado, y por que

muchos exámenes consisten en series de exposiciones radiográficas traslapadas. La mayoría de los afectados por esto son los niños y los jóvenes.

Los rayos X en odontología deben de hacerse sólo después de un examen completo y una historia clínica, además, se debe saber si el paciente de rayos X tiene exposiciones anteriores y no deben de hacerse rutina en cada visita, sino que con base a las indicaciones concretas. No se debe utilizar equipo de rayos X en odontología ya que para esta rama, hay equipos especiales que dirigen el haz de rayos más específicamente y utilizando películas intraorales.

5- Radiografías en la cabecera de los enfermos y en los quirófanos: Los exámenes radiológicos realizados fuera de las instalaciones fijas, con frecuencia son difíciles y, en consecuencia, representan mayor riesgo potencial de exposición innecesaria de los pacientes, en estos casos el técnico debe ser muy cuidadoso en asegurar que el haz esté correctamente alineado, y de utilizar equipo móvil de escasa potencia, lo que puede producir una tendencia de acortar la distancia foco-piel y quitar filtros para intentar obtener radiografías satisfactorias. A pesar del incremento de radiación al paciente, actualmente existen equipos portátiles que mejoran la calidad de la placa y disminuyen la exposición del paciente a los rayos X.

6- Radiología Pediátrica: La radiología de niños difiere en muchos aspectos de la de los adultos.

La mayor esperanza de vida de los niños crea también un potencial más leve para que se manifiesten los efectos nocivos de la radiación. Los niños son más radiosensibles, y menos cooperadores, y esto condiciona una mala calidad de la radiografía, y el tener que repetir, las mismas, por consiguiente una mayor exposición a la radiación. Pero para contrarrestar este problema, se utilizan unos dispositivos mecánicos para inmovilizar bebés.

El radiólogo tiene la responsabilidad de controlar todos los aspectos de la ejecución y extensión de los exámenes radiológicos, debe de aconsejar sobre la pertinencia de los exámenes radiológicos propuestos y sobre las técnicas a utilizar en relación al problema clínico planteado.

En circunstancias ideales un paciente en quien se considera efectuar un estudio radiológico, tiene que ser evaluado por un médico mediante historia clínica, examen físico, y análisis de laboratorio, según sea necesario. Luego de haber comparado los beneficios potenciales contra los riesgos, el paciente es referido al radiólogo, tomando en cuenta que debe de ir bien claro en la solicitud, describiendo el problema del paciente e indicando los objetivos clínicos de forma que el radiólogo, puede efectuar correctamente el examen, y el médico debe de abstenerse de pedir exámenes de rutina que no estén basados en indicaciones clínicas, La observancia de estas normas contribuirá a garantizar el beneficio de los métodos radiológicos según implica la 'OMS' como sigue:

- 1) La confirmación o eliminación de un problema sospechado.
- 2) El descubrimiento de un problema insospechado. Esta información puede conducir a la mejor estimación del pronóstico, a decisiones sobre el tratamiento, e idealmente, a una reducción de la morbilidad y la mortalidad.

Examen	Utero Feto
Costillas	0.005
Columna Dorsal	0.006
Clolecistograma	0.05
Columna Lumbar	4.08
Esófago, Estómago	0.48
Radiografía Simple	
Abdomen	2.63
Enema de Bario	8.22
Columna Lumbosacra	6.39
Pielografía Intravenosa	8.14
Pelvis	1.94
Cadera (una)	1.28
Columna Completa	1.28

LIMITES RECOMENDADOS EN LA EXPOSICION A RADIACION EXTERNA

REM = es considerado que produce igual daño que RAD 1 r de Rayos X Ordinario.

Malpraxis en Radiología

DOSIS A LOS ORGANOS EN EXAMENES RADIODIAGNOSTICADOS									
Dosis en Miligray									
Examen	Cuerpo Entero	Tiroide	Med.		Pulmón		Gónadas		Mama
			Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer	
Tórax	0.058	0.065	0.04	0.03	0.19	0.02	*	*	0.14
Cráneo	0.37	2.22	0.31	0.31	0.02	0.02	*	*	*
Columna Cervical	0.23	4.04	0.11	0.11	0.14	0.14	*	*	*
Costillas	1.01	1.54	0.49	0.42	3.24	2.96	*	0.004	4.11
Hombro (uno)	0.10	0.58	0.06	0.06	0.39	0.27	*	*	0.77
Columna Dorsal	0.70	0.75	0.32	0.32	2.63	2.65	*	0.006	2.76
Colcistograma	0.85	0.01	0.66	0.66	1.76	1.76	*	0.06	*
Columna Lumbar	2.72	0.003	1.26	1.26	1.33	1.33	0.07	4.05	*
Esófago Estómago	2.16	0.07	1.14	1.14	5.32	4.76	0.004	0.45	0.53
Radiografía Simple									
Abdomen	0.99	*	0.48	0.48	0.12	0.12	0.16	2.12	*
Enema de Bario	3.96	0.002	2.98	2.98	0.48	0.48	0.58	7.87	*
Columna Lumbo Sacra	3.86	*	2.24	2.24	0.35	0.35	0.43	6.40	*
Pielografía Intravenosa	2.69	*	1.16	1.16	0.35	0.35	0.49	6.36	*
Pelvis	0.68	*	0.27	0.27	0.011	0.011	0.57	1.48	*
Cadera (una)	0.39	*	0.17	0.17	*	*	3.68	0.78	*
Columna Completa	0.81	2.71	0.35	0.35	1.149	1.17	0.10	1.00	2.34
Mamografía	*	*	*	*	*	*	*	*	7.66

* Insuficiente con respecto a las dosis absorbidas en otros órganos

DOSIS RECIBIDAS POR EL FETO EN EXAMENES RADIODIAGNOSTICOS

Debido a los casos que se han suscitado, la malpraxis en Radiología ha cobrado importancia en los últimos tiempos.

En países como los Estados Unidos esta situación es más relevante. En Illinois, con una población de 6 millones, se dieron 3,200 juicios por malpraxis en el período de 1975 a 1980, y nos muestran las causas por las que se planteó la demanda.

Quinientos de estos juicios eran contra radiólogos y

personal de radiología.

Las siguientes tablas muestran los resultados del trabajo:

Lesiones por terapia radioactiva

Radiaciones de la glándula tiroide en la niñez 46

Desarrollo de carcinoma luego del tratamiento 7

Otros 31

**DOSIS MEDIAS EN LOS ORGANOS EN DIFERENTES EXAMENES
RADIODIAGNOSTICO EN SUECIA**

Examen	Testículos	Ovarios	Med. Osea	Mama	Pulmón	Tiróides
Cadera y Fémur	15.00	3.70	2.50	0.05	0.10	0.01
Pélvis	3.10	1.90	1.90	0.05	0.10	0.01
Lumbo-Sacra	1.00	1.80	1.00	0.05	0.10	0.01
Columna Lumbar	1.80	6.20	4.10	1.20	1.00	0.16
Urografía	3.30	8.80	2.40	5.40	1.00	0.38
Pielografía	13.00	8.00	3.00	5.00	1.00	0.50
Uretrocistografía	20.00	15.00	3.00	0.20	0.20	0.05
Estómago y Duodeno	0.16	0.56	4.20	1.00	0.50	0.29
Colon	5.30	7.00	9.40	0.27	0.20	1.10
Abdómen	2.00	2.00	3.00	0.11	0.20	0.03
Colecisto, Colongrafía	0.06	0.24	1.50	0.15	0.10	0.03
Columna Dorsal	0.20	1.00	4.70	1.70	8.00	13.00
Pulmones	0.03	0.03	0.29	0.55	0.80	0.17
Cabeza, Senos	0.01	0.01	1.22	0.10	0.10	7.90
Agrografía Cerebral	0.10	0.10	15.00	0.10	0.10	3.00
Dental (intraoral)	0.0001	0.0001	0.01	0.005	0.001	0.03
Pierna, Rodilla	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01
Brazo	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01

Protección

Personal y Conocimientos Necesarios

Exposición	Academia Nacional de Ciencias Consejo Médico Británico	Comité Nacional de Protección a la Radiación
Ocupacional		
Organos Críticos incluyendo el cuerpo entero, cabeza, tronco, organos activos formadores de sangre, gónadas.	3.9 rems / 13 semanas 50 rems / 0-30 años 100 rems / 0-40 años 200 rems en la vida	3 rems / 13 semanas 5 rems / 1 año 18 rems / 5 años 60 rems / 18 - 30 años 110 rems / 18 - 40 años
Piel de todo el cuerpo y cristalino.		6 rems / 13 semanas 18 rems / 10 años
Extremidades		25 rems / 13 semanas 75 rems / 1 año
No ocupacional		
Individuos en vecindad con áreas controladas.		0.5 rems / 0 - 30 años
Población General.	10 rems / 0-30 años 5.7 rems / 0-30 años	10 rems / 0 - 30 años 3.3 rems / Década

El número y distribución de los exámenes radiodiagnósticos y por consiguiente, el total de las exposiciones a las radiaciones, están bajo la influencia directa del juicio clínico y de la atención ejercida por los usuarios. Por estas razones, si se presta mayor atención a las indicaciones para el empleo de las radiaciones, se puede conseguir una reducción significativa de la exposición de pacientes individuales. El desarrollo de un juicio clínico en radiodiagnóstico requiere programas de formación para estudiantes de medicina y odontología.

La siguiente declaración, de la Publicación 33 de la CIPR, es fundamento entre las condiciones con respecto a la protección del paciente: 'Ninguna persona podrá utilizar equipo radiológico sin poseer la competencia técnica necesaria, o efectuar procedimientos radiológicos sin conocimiento adecuado de las propiedades físicas y de los efectos de las radiaciones ionizantes'.

La formación en la protección del paciente debe figurar en los programas de educación de radiólogos y técnicos radiógrafos (incluye el tecnólogo en radiodiagnóstico, el ayudante técnico en medicina y el técnico en radiología médica). Se exige la misma formación a los usuarios no radiólogos que utilizan o supervisan la operación de equipos de Rayos X y que por ello asumen la responsabilidad de los aspectos técnicos de la protección del paciente.

Como hay muchas disciplinas que compiten por el tiempo de enseñanza de estudiantes de medicina, los radiólogos deben planear cursos breves para discutir y demostrar la seguridad radiológica. En las presentaciones de radiología clínica se deben entrelazar constantemente los conceptos de eficacia y seguridad radiológica.

El médico debe tener presente que el empleo de radiaciones ionizantes en medicina implica un riesgo potencial, por consiguiente antes de solicitar un examen radiológico, el médico ha de estar convencido de que el beneficio potencial al paciente excederá los posibles riesgos y que el examen solicitado es probablemente el más adecuado.

La principal obligación de los técnicos radiógrafos consiste en efectuar exámenes radiográficos bajo la supervisión de un medio calificado, generalmente un

radiólogo. Por consiguiente, los técnicos ocupan una posición clave con respecto a la protección del paciente.

Las enfermeras participan con frecuencia en muchos exámenes radiológicos, así como en la preparación de los pacientes para dichos exámenes. Por consiguiente, es deseable que se incluya en su enseñanza la suficiente información sobre los aspectos pertinentes con respecto a la ejecución de exámenes radiodiagnósticos.

Los físicos (físico-médico, radiofísico o físico hospitalario) deben participar en la planificación de la protección, en la selección del equipo adecuado y en las inspecciones y vigilancia subsiguientes.

Factores Físicos y Técnicos en la Protección del Paciente

El nivel de exposición de un paciente a las radiaciones depende de muchos factores físicos y técnicos. Entre los factores que conducen a una reducción de la exposición se incluye la eliminación de la radiación que no contribuye a la formación de la imagen útil y la selección correcta del sistema receptor adecuado a los requisitos para el diagnóstico de cada uso particular.

El equipo que no satisface las normas vigentes y que no se puede modificar para cumplirlas, no debe conservarse. No se debe entregar equipo anticuado a otros usuarios a menos que sea sometido a inspección y pruebas de funcionamiento sin riesgo.

Se deben efectuar inspecciones periódicas de todos los equipos de radiodiagnóstico como parte del programa de garantía de la calidad de la instalación radiológica.

Para reducir al mínimo la dosis de radiación al paciente, y retener al mismo tiempo toda la información clínica importante, se debe optimizar la selección de la energía de los Rayos X, forma de la onda, forma y dimensiones del foco de rayos, filtración del haz, métodos y dispositivos para reducir la radiación dispersa y la combinación película-hoja de refuerzo.

En las secciones siguientes se discute el efecto de varias medidas técnicas sobre la protección del paciente y se dan orientaciones con respecto a la práctica adecuada.

Divergencia del Haz de Rayos X

En radiografía y radioscopia con aparatos móviles la distancia foco-piel no debe ser inferior a 30 cm. En radiografía y radioscopia con aparatos fijos la distan-

cia foco-piel no debe ser inferior a los 30 cm. y no debe ser menor de 45 cm. en condiciones ideales.

La radiografía del tórax se debe efectuar a una distancia foco-receptor de por lo menos 120 cm.

La ampliación radiográfica es útil cuando se desea obtener más detalle que el que se consigue con los métodos convencionales. La mayor proximidad del paciente al tubo de rayos X en la ampliación radiográfica también implica un aumento en la dosis al paciente. Parte de ese aumento puede ser compensado por el hecho de que no se emplea en general una parrilla antidifusora en la ampliación radiográfica. A pesar de que la dosis media absorbida será mayor a una distancia foco-piel más corta, la energía total absorbida no aumentará ya que el volumen de tejido irradiado es con frecuencia menor. Esto sucede por que el tamaño del campo utilizado para la ampliación radiográfica es a menudo menor que en la radiografía convencional.

Calidad de la Radiación

La calidad de la radiación es una medida del poder de penetración de un haz de Rayos X, que depende de muchos factores, los más importantes son el voltaje máximo (pico) aplicado al tubo de rayos X, la forma de la onda de alta tensión, y la filtración del haz de rayos.

Voltaje del Tubo

Cuando más elevado sea el voltaje aplicado a un tubo de rayos X, más penetrante será el haz de radiaciones. De ahí que la dosis requerida en el receptor de imagen se obtiene con una dosis superficial menor que con voltajes más bajos. Sin embargo, a voltajes más altos, el contraste entre hueso y tejido disminuirá y habrá más radiación dispersa que alcance órganos situados fuera del haz primario de radiación. Si las gónadas están situadas en el haz primario de radiación, la dosis en los testículos es también reducida pero la influencia sobre la dosis en los ovarios es mucho menor por que están situados a mucho mayor profundidad.

Filtración

La filtración a través de la ventana del tubo (y otras partes de la coraza del tubo), se llama filtración inherente. En la mayoría de los tubos de rayos X disponibles comercialmente esta filtración equivale a 0.5-2 mm de aluminio. Cualquier situación complementaria

del haz se llama filtración añadida. La suma de las dos filtraciones se llama filtración total y en muchos países es obligatorio que el fabricante indique sobre la coraza portatubo a un voltaje e intensidad determinada, el empleo de un filtro produce una reducción considerable de la dosis en la piel y también aumenta la penetración del haz.

Debe señalarse que cuando se aumenta el voltaje y la filtración se reducen generalmente las dosis de radiación a la región del paciente incluida en el haz, para que una dosis de salida determinada, debido al incremento en el poder de penetración de las radiaciones. Al mismo tiempo, sin embargo, se reduce el contraste radiográfico, especialmente en huesos. Las técnicas de kilovoltaje y elevada filtración son adecuadas en casos donde no es importante el contraste en hueso; por ejemplo, estudios en los que se utiliza aire u otro gas como medio de contraste y en la radiografía del tórax. Con excepción de los estudios con doble contraste, el contraste de los estudios con bario es tan grande que se pueden utilizar técnicas de alto kilovoltaje para reducir la dosis.

Tamaño del Campo

Entre los métodos técnicos más importantes para limitar la irradiación del paciente figuran el empleo de un campo con las mínimas dimensiones prácticas y su ubicación exacta. La reducción del campo a las dimensiones mínimas es beneficiosa al paciente.

Esta reducción en el tamaño del campo disminuye el total de energía radiante impartido al paciente y, casi indefectiblemente, la dosis a las gónadas y la médula ósea. También reduce la cantidad de radiación dispersa que alcanza la película, mejorando por consiguiente la calidad de la imagen.

En muchas proyecciones radiográficas, las gónadas (masculinas principalmente) pueden mantenerse fuera del haz centrandlo cuidadosamente y ajustando el campo para irradiar sólo el área de interés. Por ejemplo, en la urografía de varones. Una técnica defectuosa en la radiografía de tórax, puede dar lugar a la radiación de las gónadas femeninas y aún de las masculinas. Las gónadas al radiografiar otras regiones del cuerpo.

Por Ejemplo, al radiografiar la mano, el paciente debe estar sentado de tal forma que el haz primario no esté dirigido a la mano y a las gónadas al mismo tiempo.

BLINDAJE

Protección de los Pacientes

La protección de áreas concretas, especialmente las gónadas, pero también el cristalino del ojo. La protección de las tiroides es probablemente impracticable en radiodiagnóstico *excepto en radiografías dentales.*

Protección de la Gónadas

se debe utilizar blindaje en las gónadas cuando no interfiera en el diagnóstico radiográfico. La reducción de la radiación impartida a las gónadas tiene cierto valor cuando se considera el patrimonio genético completo.

Las gónadas de individuos fecundos deben de ser protegidos si están dentro del haz primario o a menos de 5 cm. del mismo. El empleo e blindaje en las gónadas de varones pueden reducirse la dosis a las mismas en un 95% cuando están situadas en el haz directo. La reducción en las mujeres es menor (50% aproximadamente). El resto de la dosis a las gónadas es debido a la dispersión interna de la radiación y no puede producirse. Otro problema en las mujeres es que la situación de las gónadas es variable, así tenemos que la mayoría de las mujeres están situadas dentro de la cavidad pelviana, pero en las niñas puede alcanzar la región lumbar.

En la mayoría de los exámenes radiográficos del abdomen, como el los de la columna lumbar, pelvis y urografía excretora se puede proteger las gónadas masculinas. En la mujer no es posible ya que la región de las fónadas es con frecuencia de importancia diagnóstica pues contiene los uréteres, cólon y otras estructuras importantes. En la mujer se puede emplear blindaje en los estudios de seguimiento, como en casos de enfermedades de la cadera o en la escoliosis.

Existen tres tipos básicos de blindaje gonadal, que son: blindaje de contacto, productores de sombra y modelados de contacto. Estos blindajes deben de tener un equivalente en plomo de por lo menos 0.5mm. Los blindajes de contacto son sencillos y baratos. Consisten en trozos de láminas de plomo, o goma plomada sobre las gónadas. Los blindajes tienen su máxima eficacia cuando el paciente esta en decúbito supino.

Los blindajes productores de sombra son blindajes radiopacos que se colocan entre el tubo de rayos X y el paciente pero no en contacto con este. Estos blindajes

son fáciles de utilizar cualquiera que sea la posición del paciente.

Sólo se dispone de blindajes modelados de contacto para varones. Consiste en una especie de concha de plomo o de goma plomada que puede colocarse recubriendo los testículos o dentro de un par de calzoncillos.

Protección del Ojo

En algunos exámenes radiográficos las dosis al cristalino puede acercarse a 0.2-0.3 Gy. Esta dosis es considerablemente inferior a la dosis que puede causar cataratas, pero el blindaje del ojo puede tener cierto valor en estudios múltiples que conllevan a impartir dosis elevadas, como la angiografía cerebral y la tomografía del peñasco. Se puede conseguir una reducción considerable en la dosis del ojo utilizando un blindaje de plomo. En angiografía, Bergston y col. pudieron reducir la dosis de radiación al ojo a 1610 del valor sin blindaje utilizando anteojos plomados especialmente diseñados. A pesar de que sólo se puede utilizar blindaje ocular en ciertos tipos de tomografías del oído (planigrafía) no se puede utilizar en la tomografía lincal por que el blindaje proyectan sombras que se superponen a la imagen. Un método para proteger el ojo en tomografía, más sencillo y eficaz, consiste en utilizar la proyección PA en ves de la AP. De esta forma la dosis al ojo se reduce 1/20.

Protección del Personal

Al momento del examen radiográfico, no sólo el paciente se ve afectado sino también el personal ejecutor del examen. Por consiguiente se han implementado medidas de protección para el paciente y para el personal.

Contando actualmente medidas de protección para el personal como son: Delantal de plomo, guantes emplomados, anteojos con vidrios emplomados, dosímetro de radiación para ver la cantidad de rads recibidos y así poder comparar con la dosis standard.

Protección del Medio Ambiente

El cuarto o campo que ocupa el aparato de rayos X deben de reunir por lo menos los siguientes requisitos:

- a) Puertas emplomadas
- b) Puertas con marcos de metal.
- c) Paredes con repello de barita.

- d) Vidrios emplomados.
- e) Luces de protección; estas tiene que estar conectadas con el aparato de rayos X y cuando esté funcionando, se encenderán en la parte externa del cuarto de radiografía evitando de esta manera la desambulación del personal o gente particular frente al cuarto en el cual, en ese momento, el aparato esta en función.

CONCLUSIONES

- 1.- En nuestro país la utilización de los Rayos X se hace sin ningún tipo de legislación que proteja al médico como al paciente.
- 2.- La utilización de los Rayos X por odontólogos se encuentra en un alto número debido a que estos equipos radiográficos pueden ser adquiridos directamente de los distribuidores sin que el Gobierno ejerza ningún tipo de regulación.
- 3.- La mayor parte del equipo radiográfico localizado en las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela, son manejados por personas que no tienen un alto grado de conocimiento acerca de su mantenimiento y manejo por lo que se puede decir que no conocen lo que el descuido de estos factores influyen en los efectos que la radiación ionizante puede tener sobre el medio.
- 4.- Por la falta de leyes, conocimientos y otros factores, los individuos que utilizan los Rayos X como método de Dx no brindan medidas de protección al paciente, medio por lo que estas radiaciones ionizantes ocasionan daños orgánicos sobre el que los recibe y sobre las personas que estén en ese medio ambiente.

RECOMENDACIONES

- 1.- Todo profesional de salud que cuente con un equipo de Rayos X en su clínica, debe procurar que éste reúna las condiciones óptimas al momento de su adquisición.
- 2.- El equipo de Rayos X debe ser manejado única y exclusivamente por personal capacitado profesionalmente.
- 3.- Todo médico que opere un equipo de Rayos X debe tomar todas las precauciones necesarias para:
 - a) Sí mismo (uso de delantales de plomo, guantes emplomados, anteojos con vidrios emplomados, dosímetro de radiación).
 - b) El paciente (uso de blindaje gónadal, blindaje para tiroides y otras zonas radiosensibles, control de dosis acumulativa de radiación).
 - c) El ambiente (puertas emplomadas, paredes con repello de barita, vidrios emplomados, luces de protección).
- 4.- Es indispensable darle un mantenimiento periódico al equipo de Rayos X, por parte de un técnico especializado.
- 5.- El Estado debe preocuparse por la creación de las leyes que controlen la utilización de radiografías en el área de la salud, así como medidas para la protección del médico, paciente y del ambiente con el fin de prevenir las complicaciones secundarias al uso indiscriminado de la radiación en nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

- Claus, Walter. Radiation Biology and Medicine. Addison - Wesley, Reading, 1957, 942 p.
- Hendee, William et al. Radiologic Physics, Equipment and Quality Control. Year Book Medical, Chicago, 1984. 289 p.
- Lindell, B. Radiation and Health. Who Bulletin, 1987. 65 (2): 139.
- Thomas, Ralph y Victor Pérez-Méndez. Advances in Radiation Protection and Dosimetry in Medicine. Plenum Press, N. Y. 1987 658 p.

ANEXOS

DIAGRAMA FUENTES DE RADIACION

