



Claudia Díaz Gálvez.

Protección Radiológica y Peligros de la Radiación.

2003 - Reservados todos los derechos

Permitido el uso sin fines comerciales

Claudia Díaz Gálvez.

Protección Radiológica y Peligros de la Radiación.

Clase N° 3.

4 de abril 2001

Dr. Ana María Rodríguez.

Esta clase trata sobre los problemas que crean las radiaciones de rayos x. Desde finales del siglo XIX se estudian los daños que estos pudieran producir.

Estas son algunas unidades de medida. Los rayos se miden en:

- Roentgen: se dice que 1 Roentgen es la cantidad de radiación necesaria para ionizar 1 cm³ de aire.
- Rem: es la cantidad de radiación absorbida por el hombre con respecto a sus propios tejidos, porque no todos los órganos de la economía absorben la misma cantidad de energía en el momento en que se expone el tejido a la radiación. Hay estructuras que son más susceptibles, ya sea porque están más en la superficie o porque están en puntos de la economía que absorben más cantidad de radiación.
- Rad: es, en general, la cantidad de radiación absorbida.

Otra forma de expresar las unidades de radiación, aunque sólo es necesario que sepamos que existen, no es necesario que lo manejemos a la perfección, son:

- 1 Sievert (Sv) = 100 Rem.
- 1 Gray (Gy) = 100 Rad

Cuando hablamos de radiación siempre estamos pensando en rayos x, pero no tenemos mucha conciencia o no nos damos cuenta de que diariamente estamos sometidos a radiación de tipo natural que proviene de la atmósfera, cósmica, de la superficie de la tierra y radiación artificial que proviene principalmente de la radiación médica que se utiliza con fines diagnósticos, y otro tipo de radiación artificial como son las radiaciones que emiten los televisores, las pantallas luminosas, etc. O sea, un individuo solamente por circular por el planeta absorbe diariamente una cantidad de radiación en forma normal. Lo que una persona recibe al día son aproximadamente ¿0.3 mRem?

Tenemos un esquema de la radiación medio ambiental y todos son evidentemente fuentes naturales. Los hay:

- ❖ Cósmicos
- ❖ Elementos de la superficie de la tierra
- ❖ Elementos químicos
- ❖ Radiaciones solares

¿Cómo actúa la radiación sobre las estructuras del cuerpo humano? Uds. saben que la radiación produce cambios químicos, como por ejemplo, precipitar las sales de plata en las películas radiográficas; cambios físicos, como producir luminiscencia en las pantallas intensificadoras, pero también produce alteraciones biológicas. Así, se han desarrollado líneas de investigación que han generado dos teorías que intentan definir como se produce el daño a nivel celular, porque toda reacción a nivel de los tejidos que nosotros podamos observar es la manifestación de un problema celular y, más básicamente aún, de una alteración molecular.

1.- Teoría Directa: señala que el fotón de radiación incide directamente sobre los átomos de las moléculas, átomos que son claves y alteran su dinámica enzimática y su dinámica reproductiva. Pero el organismo cuenta con baterías enzimáticas encargadas de reparar el daño y así mantener el metabolismo celular íntegro. Claro está que de 10 millones de moléculas, 1 es alterada con 100 Rad.

2.- Teoría Indirecta: dice que el fotón de rayos x no incide directamente sobre las moléculas, sino que permite la ionización del agua intracelular.

Uds. deben recordar lo que significa la ionización. Es eliminar un electrón de las capas superficiales, de tal manera que la molécula de agua queda inestable, convertida en ión hidroxilo y radicales libres. Esto ocurre en milésimas de segundo. Estos radicales libres pueden mezclarse o combinarse con las enzimas, con el ADN celular, de tal manera de que se altera la forma en que se une a los nucleótidos, altera la secuencia nucleotídica.

El daño celular que se puede producir es:

- 1.- Ruptura cromosómica que puede repararse íntegramente, se repara totalmente la estructura (al integrum).
- 2.- Ruptura cromosómica que puede repararse parcialmente y alterar las funciones metabólicas de la célula, es decir, queda con daño funcional.
- 3.- Franca desintegración cromosómica.

En una microfotografía de un tejido que ha sido sometido a la radiación, siendo una de las primeras manifestaciones orgánicas la formación de vacuolas intracelulares.

Dentro de los efectos de los rayos x tenemos:

- Los efectos somáticos
- Los efectos genéticos

Para que se produzca una alteración genética es necesario que la célula no muera, sino que se siga reproduciendo y exista una alteración en su cadena nucleotídica.

Hay 2 términos que son necesarios que conozcamos:

- **Efectos estocásticos** de la radiación, que son los efectos en que la posibilidad de una lesión sólo depende de la dosis y no de la cantidad, son impredecibles, puede que ocurran o puede que no. Todos los efectos estocásticos son genéticos y la producción de cáncer. Para que se produzcan estos efectos la célula no tiene que morir, sino que tiene que permanecer con su metabolismo alterado, así se van a reproducir células dañadas, y así posteriormente se van a producir fallas moleculares, tisulares y, finalmente, orgánicas.
- **Efectos no estocásticos**, son aquellos que se van a producir siempre de acuerdo a la dosis. La severidad del daño es función de la dosis, existe una dosis umbral.

A modo de resumen, los efectos biológicos pueden ser celulares y tisulares, la eliminación del agua, la formación de vacuolas y la ruptura de cromosomas.

La célula puede morir, reparar el daño completamente o puede reparar el daño en forma parcial, quedando alterado principalmente su síntesis proteica y su replicación.

Les decía que el ser humano acumula los efectos de la radiación. Cuando una célula es irradiada es probable que se recupere, pero nunca va a volver a su estado original. Esto es un concepto importante que debemos recordar.

También les decía que no todas las células responden igual ante una radiación. Existen tejidos más o menos sensibles y eso depende del grado de diferenciación que tengan.

Se catalogan como tejidos radio sensibles a las células:

- Sanguíneas
- Reproductoras
- Hueso joven

En un nivel intermedio se ubican:

- Piel
- Glándulas

Los que son más resistentes son los tejidos más especializados como:

- Músculo
- Células nerviosas
- Hueso maduro

Los tejidos que están en constante recambio y, por lo tanto, en constante mitosis, son los que están más propensos al daño.

Esto fue lo que dijo en clases, pero además el esquema proyectado dice:

Radiosensibilidad relativa de algunos órganos.		
Alta	Intermedia	Baja
Órganos linfáticos Médula ósea Testículos Intestinos	Cristalino Capilares finos Cartílago crecimiento Hueso en crecimiento	Glándulas salivales Pulmones Hígado Riñones Músculos Cerebro

Ahora, la cantidad de daño que puede producir la radiación depende de varios factores:

- ✓ Tipo de radiación: hay radiación de tipo α , β , γ , rayos x. Todas estas radiaciones varían en el grado de daño que producen en el organismo.
- ✓ Cantidad de radiación a la que es expuesto el individuo
- ✓ Tiempo: si es una vez o muchas veces.
- ✓ Cantidad y parte del tejido expuesto: a mayor cantidad de tejido mayor daño se produce.
- ✓ Radiosensibilidad: propia de cada tejido.

Como reflexión de todo es que la radiación es capaz de alterar las propiedades celulares, tanto de aquellas expuestas directamente como de las generaciones futuras. Es decir, vamos a tener un daño inmediato y/o mediato.

La radiación puede causar:

- ❖ Modificación genética
- ❖ Malformaciones
- ❖ Cáncer
- ❖ Disminución del tiempo de vida

La exposición a los rayos x, según su forma puede ser:

- **Aguda:** que es una gran cantidad de radiación de una sola vez, como lo que ocurre en un accidente nuclear, como por ejemplo la bomba de Hiroshima (¿es ese un accidente acaso?), Chernovyl.
- **Crónica:** corresponde a estudios radiográficos, radioterapia.

Dijimos antes que las células que tienen alto grado de mitosis son las más sensibles, es por eso que la radiación se ocupa en la terapia del cáncer, porque es un tejido del organismo donde hay una gran cantidad de mitosis y es la forma en que se puede atacar.

Muestra la historia de una alumna con un raro tipo de sarcoma.

Algunos efectos agudos de la radiación son:

0 a 25	Rad	————→	no hay efectos clínicos que se puedan detectar
25 a 50	Rad	————→	cambios a nivel sanguíneo
100 a 200	Rad	————→	nauseas y diarreas, disminución de las expectativas de vida
400	Rad	————→	nauseas y vómitos en forma casi inmediata, muerte en el 50% de las personas expuestas en 1 mes

A cantidades mayores de radiación tenemos presentaciones de catarata, eritema.

Exposición de la médula ósea.

Considerando la médula ósea de todo el organismo como un 100%, cuando se le toma una radiografía de tórax a un paciente tenemos un 50% de la médula expuesta. En una radiografía de cabeza, un 13%, y en una radiografía de mandíbula, 1.2% expuesto.

En una radiografía dental total, considerando 14 películas, la médula ósea recibe 13 mRem.

Los órganos más sensibles que nosotros más exponemos son el ojo (cristalino), médula roja y tiroides, y de todas las células del organismo, las más sensibles son los linfocitos.

El hueso irradiado es más susceptible a la infección ya que la vascularización disminuye, por lo tanto un paciente que va a ser irradiado debe ser desfocado, eliminar cualquier foco de infección en el territorio oral, por ejemplo.

Exposición gonadal.

En una radiografía intraoral, a la cara llegan 100 a 900 mRem; y cuando se toma una radiografía total, a los testículos llegan 0.3mRem. todo esto sin protección. En cambio, en los ovarios la cantidad que llega es mucho menor.

Exposición del ojo.

Uno de los problemas serios es la producción de cataratas, aunque su mecanismo de acción no está muy claro, se sabe que es parte del envejecimiento. En radiología se producen cuando la radiación es mayor de 500 Rad.

En radiografías dentales totales el ojo recibe 3 a 4 Roentgen.

El ojo sólo está expuesto a la radiación dispersa, más adelante veremos de que se trata esto.

Exposición de la tiroides.

En una radiografía total, la tiroides recibe 40 mRem. Uno de los daños comprobados sobre esta glándula es una hipofunción temporal. Para evitar esto se usan collares tiroideos.

Protección radiológica.

La protección radiológica tiende a proteger al individuo, a su progenie y a la totalidad del género humano, evitando acciones que nos permitan exponer a los pacientes con el menor tiempo posible.

Medidas de protección.

❖ Paciente:

- Correcta aplicación de la técnica radiográfica
- Uso de películas rápidas, así logramos tiempos de exposiciones cortos
- Filtros adecuados, 1.5 mm de aluminio
- Colimadores apropiados (6.98 cm), así no se produce radiación dispersa (los colimadores son conos plomados que absorben las radiaciones más divergentes evitando así la radiación innecesaria al paciente. Mientras más grande la abertura, mayor la zona irradiada)
- Uso de conos cilíndricos

- Uso de delantal plomado, ya que por su alto número específico absorben la radiación
- Correcta técnica de revelado
- Solicitar sólo las radiografías necesarias

❖ Operador:

- Uso del dosímetro, implemento que va midiendo la radiación a la que se expone el operador
- Trabajar tras un biombo plomado
- Alejarse del haz primario
- Alejarse del paciente, no tocarlo
- No tomar jamás la película con la mano ni tomarle la mano ni la cabeza del paciente porque son fuente de radiación dispersa
- Alejarse del tubo de rayos x y de la fuente de radiación

Filtración en equipos de rayos x odontológicos.

Kilovolts	Filtración total mínima
No excede 50 Kv	0.5 mm de aluminio
50 a 70 Kv (más usados)	1.5 “ “
más de 70 Kv	2.5 “ “

Las radiografías no muestran profundidad de la caries.

Criterio ALARA: las exposiciones deberán ser tan bajas como sea razonablemente aceptable.

Algunas consideraciones estadísticas:

- ◆ La mitad de los cánceres radiolúcidos son mortales
- ◆ Un individuo adulto ha acumulado toda la radiación que ha recibido durante su paso por el planeta, por lo tanto es mucho más sensible a sus efectos
- ◆ La aparición de cáncer es, generalmente, después de 20 años pasada la exposición, por lo que el individuo tal vez no se entere que estaba enfermo y que tuvo cáncer

Sólo hay radiación en el ambiente cuando estamos apretando el cronorruptor, si lo dejamos de apretar, la radiación se acaba.

[Facilitado por la Universidad de Chile](#)

Súmese como **[voluntario](#)** o **[donante](#)** , para promover el crecimiento y la difusión de la **[Biblioteca Virtual Universal](#)**.

Si se advierte algún tipo de error, o desea realizar alguna sugerencia le solicitamos visite el siguiente [enlace](#).

